

# 33

December 2000

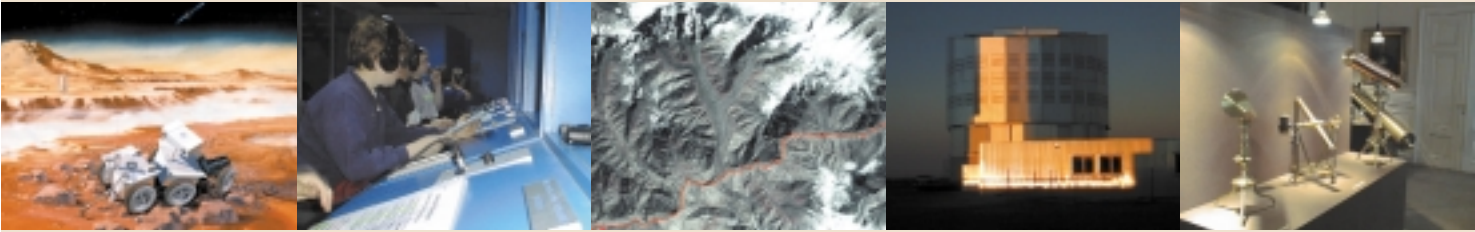
# SPACE CONNECTION

**DOSSIER** Ruimtevaart op school





## Inhoud



- 03 Dossier:** Ruimtevaart op school
- 06** Alles over microraketten
- 08** Gravitatielenzen: astrofysica achter een wijnglas
- 09** Fysica? Een moeilijk vak ?
- 11** Naar de sterren kijken, zelfs overdag
- 12** De Europese ruimtevaartorganisatie richt zich tot de jongeren
- 13** Met teledetectie een hele planeet (her)ontdekken
- 18** Met het hoofd in de wolken: NASA rekent op leerlingen overal ter wereld
- 20** Naar de sterren
- 21** Enkele tips om er meer over te weten te komen
  
- 23 Belgische actualiteit**
- 25 Internationale actualiteit**



**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 (dossier),  
Théo Pirard, Steven Stroykens

**Coördinatie:**

Patrick Ribouville

**Abonnementenbeheer:**

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

**Foto voorpagina:**

Het Outreach-departement van ESA verkreeg dat 1% van de beschikbare middelen van het ISS bestemd is voor initiatieven van jongeren. Deze opname van het station werd gemaakt op 9 december 2000 vanuit de ruimtewagen Endeavour (document NASA).

**Nummer 33 - December 2000**

## Inleiding

# Ruimtevaart op *school*

De ruimte bestuderen, de ruimte veroveren, leven in het tijdperk van de ruimtevaart... Bij het begin van de 21ste eeuw lijkt dat alles vanzelfsprekend. Bijna kinderspel... Het werd nochtans slechts mogelijk omdat talrijke generaties wetenschappers, technici, geleerden en zelfs filosofen onophoudelijk nagedacht hebben over de wereld waarin wij leven en over de omgeving buiten onze planeet. Dankzij hen liggen de vruchten van de ruimteëxploratie vandaag binnen ons bereik. Ze ontwikkelden en werkten onverdroten aan hun projecten. Sommige daarvan werden schitterende successen. Satellieten die rond de aarde draaien, sondes die naar de uiterste grenzen van het zonnestelsel reizen, spaceshuttles en bemande ruimtestations herinneren ons dagelijks aan de mijlpalen die reeds bereikt zijn.

Momenteel wordt een van deze ongelooflijke projecten verwezenlijkt : de bouw van het *International Space Station of ISS*. Maar hier gaat het niet om een doel op zich. Integendeel, zoals alle voorgaande veroveringen van de ruimtevaart is het ISS een nieuw stukje van de puzzel. Als we morgen missies naar Mars willen ondernemen en veilig en wel willen terugkeren of zelfs het zonnestelsel willen verlaten, moeten we nog bijna alles op punt stellen. Wetenschappers en technici zullen dus nog niet vlug werkloos worden!

[vervolg op pagina 04]

**M**aar wat merken momenteel overheden, scholen, universiteiten en ook de ruimtevaartbedrijven met toenemende ongerustheid? Een enorme afkeer voor wetenschappelijke studies! De wetenschappen die de mens volwassen maakten, staan niet meer hoog aangeschreven bij de jonge generatie. Studenten keren zich meer en meer van wetenschappelijke en technische studies af ten voordele van andere disciplines. In de informatica en de elektronica is er op de arbeidsmarkt reeds een tekort aan specialisten...

De verantwoordelijken van universiteiten en van onderwijsoverheden trokken reeds aan de alarmbel. Nu zijn het de ruimtevaartorganisaties en de ruimtevaartindustrie die zich ongerust maken. Zijn de studenten van vandaag immers niet hun ingenieurs en wetenschappers van morgen? Als ze vandaag de laboratoria en leslokalen verlaten, wie zal dan morgen hun ateliers en laboratoria bevolken? Wie zal nieuwe ruimtevaartprojecten, nieuwe apparatuur, een nieuwe voortstuwingstechnologie voor raketten bedenken en nieuwe automatische ruimtesondes en bemande ruimtetuigen bedenken die de omgeving van de aarde en de maan achter zich kunnen laten?

In de lente van 2000 verzamelde de IAF (*International Astronautical Federation*) gedurende enkele dagen een honderdtal specialisten om zich te beraden over de middelen om het blazoen van de wetenschappen weer op te poetsen en een wetenschappelijke loopbaan opnieuw aantrekkelijk te maken. Hun werk leverde geen wonder-



↑ Sterrenkundige verenigingen zijn uitstekende ontmoetingsplaatsen voor liefhebbers van ruimtevaart en wetenschappen. (document CDB)

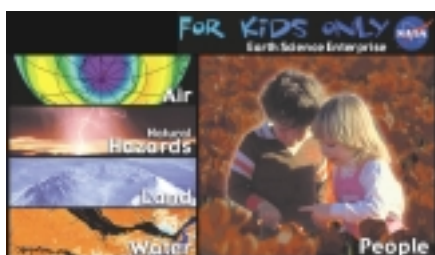
baarlijke oogst op maar liet wel toe de problematiek in al zijn facetten te bestuderen en talrijke denkpistes aan te reiken.

Zo hebben de ruimtevaartagentschappen niet gewacht tot de situatie nog erger werd. Ze namen een hele reeks initiatieven om de jongeren opnieuw de smaak van de wetenschappen te laten proeven. Er worden samenwerkingsprogramma's met het onderwijs ontwikkeld, er wordt voor specifiek lesmateriaal gezorgd en diverse publieksgerichte wedstrijden zien het licht. Zo heeft de Europese ruimtevaartorganisatie ESA vorig jaar een tiental klassen uit het secundair onderwijs uitgenodigd om de Europese ruimtehaven in Kourou (Frans Guyana) te bezoeken naar aanleiding van de lancering van de röntgensatelliet XMM. Dit jaar krijgen universiteitsstudenten die een wetenschappelijk project hebben uitgewerkt om uit te voeren in microzwaartekracht, de mogelijkheid om deel te nemen aan parabolische vluchten.

In de Verenigde Staten, Canada, Brazilië of Frankrijk spreiden de nationale agentschappen hun vindingrijkheid tentoon om de wetenschapscultuur aan te moedigen. Het-

zelfde geldt voor andere internationale organisaties die het buitenatmosferische als voornaamste studieobject hebben. De Europese zuidelijke sterrenwacht ESO (*European Southern Observatory*) is daar een voorbeeld van. In sommige landen (zoals Italië) zag de overheid de mogelijkheden van de ruimtevaart als didactisch hulpmiddel. "Wij hebben de ruimtevaart in de lessen geïntegreerd zodat studenten de wereld buiten hun klas kunnen gaan verkennen", verduidelijkt professor Sandra Perugini-Ciogni van het Italiaanse Ministerie van Onderwijs. "De leerlingen konden zo niet alleen hun horizon verruimen maar eveneens een hele reeks wetenschappelijke disciplines op een nieuwe, frisse manier leren kennen. Dat heeft ze veel aantrekkelijker gemaakt".

De privé-bedrijven die in de ruimtevaartsector actief zijn vergroten eveneens hun inspanningen op dit vlak. In Europa zowel als in de Verenigde Staten zien meer en meer initiatieven het daglicht. Lockheed Martin bijvoorbeeld stelde vorig jaar een brochure samen die zich in het bijzonder richtte tot leerkrachten die deelnamen aan de "week van de ruimte" (*Space Week*





Teacher's Kit Activities Booklet). De brochure bevat praktische informatie om in de klas een resem activiteiten uit te voeren die in nauw verband staan met de microzwaartekracht, de sterrenkunde, de zon en duurzame ontwikkeling. Ook Boeing, een van de Amerikaanse partners van de NASA bij de constructie van het International Space Station ISS, publiceerde over dit grootse project een lijvige syllabus die bedoeld is voor leerlingen van de basisschool en het secundair onderwijs (volgens leeftijdsgroepen) en hun leerkrachten. Hij bevat een indrukwekkende reeks activiteiten die in een schoolse omgeving kunnen worden gerealiseerd. Ze

behandelen de configuratie van het station, de problemen in verband met de huisvesting in een baan om de aarde, het ruimtemilieue en de recyclage van water aan boord, de internationale samenwerking, de observatie van de aarde, de studie van kristallen en de spectrale analyse.

Maar het zijn niet alleen de onderwijsinstellingen, de overheden en de bedrijven die de belangstelling voor de wetenschappen bij jongeren nieuw leven kunnen inblazen. Tijdens het IAF-colloquium waren ook vertegenwoordigers van parascolaire clubs en verenigingen heel enthousiast over hun ervaringen en het succes dat ze bij het jonge publiek hebben. *“Wij stellen aantrekkelijke activiteiten voor waarbij zowel op intellectuele capaciteiten als op handenarbeid wordt beroep gedaan. We bedenken, ontwikkelen en perfectioneren ontwerpen voor raketten, maar*

*we steken ze ook in elkaar. De geestelijke activiteit gaat gepaard met een manuele bezigheid tot – in het geval van een experimentele raket – de lancering tijdens een heuse lanceercampagne. Door deze spectaculaire finale wint het project het vertrouwen van de deelnemers”, merken ze op.*

Leraars die deelnamen aan het IAF-colloquium zagen goed in hoe deze verenigingen het onderwijsaanbod kunnen aanvullen. Zij deden tevens een oproep aan de industrie en aan de ruimtevaartagentschappen om hun samenwerking met de scholen te versterken en stelden onder meer voor om, naast de klassieke bedrijfsbezoeken, activiteiten en leerpakketten te ontwikkelen die de ruimtevaart daadwerkelijk in de klaslokalen kan introduceren en aantonen dat de wetenschappen overal aanwezig zijn en voor iedereen belangrijk zijn!

↓ Als vandaag een gebrek aan belangstelling voor wetenschappelijke opleidingen bestaat, wie zal dan in de toekomst nieuwe ruimtevaartprojecten bedenken? (document NASA)





## Dossier Ruimtevaart op school

# Alles over *microraketten*

*Ruimtevaart in de klas? Van zodra men dit onderwerp aanroert komt meestal als eerste beeld het middel naar voor waarmee wij het aardse milieu kunnen verlaten : de lanceerraket.*



↑ Waterraketten gebouwd door de leerlingen van het Sartaycollege van Embourg. (document CDB)

↓ De echte Arianeraket blijft uiteraard de jongeren inspireren bij hun eigen verwezenlijkingen. (document CDB)



**A**riane, het Apollo-programma, de spaceshuttles... ze fascineerden al verschillende generaties van studenten. Waarom ze dan niet onmiddellijk in de leslokalen brengen? Natuurlijk gaat het dan niet om onderdelen van de Ariane 5 of van bouten van de Deltaraketten maar wel om het ontwerpen en werkelijk gebruiken van micro- en mini-raketten. En als de pyrotechniek afschrikt, waarom in de klas dan geen plastic flessen van frisdranken recycleren? Ze kunnen omgevormd worden tot prima waterraketten en... interessante pedagogische hulpmiddelen. Dus... *ignition* binnen 20 seconden?

### De waterraket

Zoals men weet werken raketten volgens het reactieprincipe. Door verbrandingsgassen door hun straalpijp naar buiten te sturen stijgen ze in tegengestelde zin op. Dit principe van actie en reactie hebben we te danken aan de Engelse sterrenkundige en fysicus *Newton*. Hij stelde dat met elke actie een gelijke reactie overeenstemt in de tegengestelde zin. Zo wijkt een kanon terug (reactie) wanneer het een kogel afvuurt (actie). Maar omdat het kanon veel meer

massa heeft dan de kogel, zal het slechts weinig terugwijken in vergelijking met het projectiel.

De eerste die eraan dacht om dit principe toe te passen op raketten was de Russische geleerde *Konstantin Edoeardovitsj Tsiolkovski*. In 1903 stelde hij een origineel experiment voor: dat van de visser zonder roeispaan "verloren" in het midden van een meer. Gelukkig beschikte de visser in zijn sloep over een aantal grote stenen. Om de oever te bereiken gooide hij ze één na één met een zo groot mogelijke kracht achter zijn sloep. Deze "motor" liet hem toe naar de oever toe te bewegen. Hoe? Eenvoudigweg door het principe van actie en reactie. Door de stenen naar achter te gooien oefende hij op elk ervan een kracht uit, gelijk aan de kracht uitgeoefend op zijn hand (maar in tegengestelde zin) door de betreffende steen. Daardoor werden hij en zijn sloep naar de oever voortgestuwd.

Bij de waterraket is hetzelfde principe van kracht. Het is het onder druk naar buiten komende water dat de raket voortstuwt. Het basismateriaal dat voor een dergelijke raket nodig is kan

bijna niet eenvoudiger zijn. In het kader van een wedstrijd werkten de leerlingen van het Sartay-college in Embourg een heel jaar lang aan een waterraketproject. De fabricagegeheimen? *"Wij gebruikten plastic frisdrankflessen van 1,5 liter. Om ze een zekere stabiliteit te verzekeren moesten we verschillende soorten staartvinnen uitproberen. Onze eerste modellen vlogen in zowat alle richtingen. Alles heeft te maken met het zwaartepunt. Wij dachten er ook aan ballast aan te brengen op sommige modellen. Om de raket voort te sturen ontwikkelden we een pompsysteem met manometer en een voetstuk dat als lanceerbasis diende. De 'lancering' gebeurde door een klep los te zetten. In feite ging het om een verbindingstuk van een tuinslang. Om onze raketten in enigszins goede staat te recupereren knutselden we een systeem in elkaar dat bestond uit een parachute en een samendrukbare neuskegel. Alleen deze neuskegel en niet de hele raket stort bij de landing neer".*

Bij de door de groep *Water Rockets Sartay 2000 Team* ontwikkelde raketten zijn eveneens metingen tijdens de vlucht uitgevoerd, in het bijzonder om de



← Eenvoudig materiaal volstaat om een microraket te bouwen. (CDB)

hoogte te bepalen die door de verschillende modellen bereikt wordt, waaronder een indrukwekkend geheel dat uit meerdere trappen bestaat. De bereikte recordhoogte bedraagt maar liefst 32 meter! Niet slecht voor wat "knutselwerk" met flessen, gelanceerd op de speelplaats van een school!

Het gebruik van dergelijke tuigen kan aanleiding geven tot een initiatief van het type "OHERIC" (*Observatie, Hypothese, Experiment, Resultaat, Interpretatie, Conclusie*), zoals die door de ANSTJ (*Association nationale Sciences Techniques Jeunesse*) in Frankrijk worden aangewend bij de activiteiten van haar lucht- en ruimtevaartclubs. De doelstelling van de ANSTJ is wetenschap en techniek in de praktijk te bevorderen bij een zo groot mogelijk aantal jongeren door hen aan te moedigen tot een experimentele aanpak. In het geval van de waterraket testen de teams verschillende vluchtparameters uit zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid water in de fles en de druk. Naarmate er meer lanceringen gebeuren en de vluchtparameters geregistreerd worden (duur, hoogte) kunnen de deelnemers de vlucht van hun raket optima-

liseren... doorheen de verschillende "OHERIC"-fasen.

### Raketten met vaste brandstof

De ANSTJ en haar aangesloten clubs organiseren eveneens elk jaar in samenwerking met de Franse ruimtevaartorganisatie CNES een lanceercampagne van experimentele raketten. Tijdens dit "festival van de ruimtevaart" worden de verwezenlijkingen van de clubs (micro- en miniraketten en experimentele raketten) gelanceerd vanop een militaire basis in Frankrijk. In de streek van Bourges vonden reeds talrijke campagnes van dit genre plaats. De afgelopen twee jaar was de Larzacstreek het decor van de lanceringen tijdens de zomermaanden. CNES levert aan alle deelnemende clubs de motoren op vaste brandstof. Ze worden door de gespecialiseerde industrie vervaardigd volgens strikte veiligheidsmaatregelen. Het gebruik ervan is overigens alleen voorbehouden aan professionelen. Zij verzekeren tijdens de campagnes de lanceringen. Veiligheid voor alles dus, maar ook voorrang aan de wetenschap. Door de pyrotechniek voor hun rekening te nemen laten de deskundigen van de Franse ruimtevaartorganisatie de

leden van de clubs ook toe zich op het essentiële te concentreren: de bouw van hun raketten en de apparatuur aan boord!

### Mini, micro of experimenteel?

Micro-raketjes worden gemaakt van enkele tientallen grammen karton en balsa-hout. Daarnaast bevatten ze een rudimentair remsysteem (een groot stuk plastic) en een motor-"patroon". Bij een lancering bereiken ze snelheden van ongeveer 200 km/h. Naargelang de weersomstandigheden kunnen ze hoogten van 100 tot 150 meter bereiken.

Mini-raketten hebben grotere afmetingen. Het zijn apparaten die tot 1,5 meter hoog kunnen zijn en bij de lancering een gewicht hebben van 1 tot 2 kilogram. Ze bereiken een hoogte van ongeveer 500 meter alvorens ze aan een heuse parachute naar de aarde terugkeren.

De experimentele raket tenslotte is een beetje de laatste fase vòòr Ariane. Als resultaat van een jaar intensief werk kan de experimentele raket met een gewicht van tien kilo een hoogte van twee kilometer bereiken. Heel vaak zijn er jongeren van ouder dan 20 mee bezig, studenten in het hoger onderwijs of ingenieurs met een passie voor de ruimtevaart. Aan boord van deze raketten vindt men vaak heuse "professionele" systemen terug voor de registratie van de vluchtgegevens en een geheel van wetenschappelijke en technische experimenten.

### Een virtuele satellietlancering!

Na de ontwikkeling van lanceerraketten is het eindelijk tijd om over te gaan tot de volgende fase: de lancering van een satelliet rond onze planeet! Dankzij het initiatief dat professor Joachim Köppen van de Sterrenwacht van Straatsburg vorig jaar nam is de lancering van een zeven ton zware mastodont of van een kleine kunstmaan rond onze planeet vanaf nu kinderspel. In samenwerking met vier studenten van de *Ecole Supérieure de Physique* van Straatsburg ontwikkelde hij software waarmee dergelijke lanceringen kunnen gesimuleerd worden. Via enkele klikjes met de muis bevinden de internauten zich aan het hoofd van een lanceerbasis met raketten die naar wens kunnen samengesteld worden. Men kan de verschillende trappen van de raket kiezen, variatie aanbrengen in de nuttige lading, de kracht van de motoren aanpassen, de aard en massa van de brandstof bepalen enz... Deze software kan gratis verkregen worden en laat toe in detail het opstijgen van de raket en de bereikte baan te bestuderen. Deze virtuele lanceerbasis is nochtans niet de enige software die de prof uit Straatsburg voorstelt. Talloze andere kleine programma's voor het onderwijs om fysische systemen in praktijk om te zetten of te verkennen zijn gratis op dezelfde site beschikbaar.

<http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/launcher/launcher.html>

## Dossier Ruimtevaart op school

*Kent u gravitationele luchtspiegelingen? "Makkelijk!", zeggen Michaël, Oliver en Michael (de laatste zonder trema op de "e") in koor. Deze drie leerlingen van 17 van het Don Bosco-college in Sint-Lambrechts-Woluwe hebben deelgenomen aan de laatste editie van de wedstrijd Expo Sciences. Een samenloop van omstandigheden en stevige vriendschapsbanden resulteerden in een bizar stukje astrofysica. "Het is een echte passie geworden", geven de drie vrienden toe.*

↑ Het fenomeen van de gravitatielenzen werd waargenomen door de Hubble Space Telescope. (document Stsci/NASA)

→ Het team van het Don Bosco-college van Sint-Lambrechts-Woluwe stellen hun experiment voor tijdens Expo Sciences. (document CDB)



# Gravitatielenzen: astrofysica achter een wijnglas

Basisedachte was voor Expo Sciences een degelijke en toegankelijke voorstelling van dit verschijnsel te ontwikkelen. Een ambitieuze uitdaging... Eerst en vooral namen ze interviews af van de belangrijkste astrofysici van het land. Ze wapenden zich met hun verklaringen, met documentatie verzameld uit gespecialiseerde tijdschriften en met enigszins bizar materiaal: enkele voeten van wijnglazen, een puntvormige lichtbron, een pétanque-bal, een pingpongballetje en een vreemde hoepel met een opgespannen doek van jute die een groot stuk

van ons heelal nabootst. Zo gooiden ze zich op nauwkeurige verklaringen van dit fenomeen dat door Einstein is voorspeld, door Eddington in 1919 werd aangetoond en op spectaculaire wijze werd waargenomen met de Hubble-ruimtetelescoop.

Gravitatielenzen zorgen voor vervormde beelden van verre hemelobjecten. De vervorming van deze objecten is het gevolg van een ander massief hemelobject (zoals bijvoorbeeld een sterrenstelsel of een cluster van sterrenstelsels) dat zich tussen deze verre bron en ons bevindt.

Deze sterrenstelsels gedragen zich als een lens doordat ze de lichtstralen van het waargenomen object doen afbuigen. De verre puntvormige lichtbron wordt op die manier zichtbaar als bogen van licht. In feite is het de massa van de tusseninliggende sterrenstelsels die de lichtstralen afbuigt van het waargenomen object. Dit verschijnsel voorspelde Albert Einstein in zijn algemene relativiteitstheorie.

De voeten van de wijnglazen dienen om ons "rechtstreeks" te tonen waarop deze fameuze gravitatielenzen gelijken. Door de

puntvormige lichtbron doorheen deze voeten – in feite onvolmaakte optische lenzen die als de gravitatielenzen van het heelal werken – te bekijken wordt het beeld dat ons oog bereikt vervormd. Er zijn vreemde bogen van licht te zien en zelfs een hele ring wanneer alle objecten perfect op één lijn staan. Het is precies als de beelden die de ruimtetelescoop neemt van objecten... op een afstand van duizenden lichtjaar van de aarde! Wie beweerde dat de astrofysica alleen is voorbehouden voor een derde cyclus van universitaire studies?



## Dossier Ruimtevaart op school

22 Europese landen waaronder België vragen zich al verschillende maanden af hoe fysica het grote publiek en in het bijzonder de jongeren kan bekoren.

## Fysica ? Een moeilijk vak ?



↑ Fysicacursussen, zoals hier over microzwaartekracht, worden ook aan de stageklassen in het Euro Space Center aangeboden. (document CDB)

ESA, ESO (European Southern Observatory) en CERN, het Europees Laboratorium voor Kernonderzoek en met steun van de Europese Unie brainstormen over de meest geschikte middelen om het vak natuurkunde aantrekkelijker te maken voor jongeren. Ze zetten hiertoe de promotiecampagne *Physics on Stage* op het getouw. Zo wil men de discipline aantrekkelijk maken, "komaf maken" met haar imago van droge wetenschap en aantonen dat de wetten van de natuurkunde overal in het dagelijks leven aanwezig zijn. Deze wetten beheersen immers het hele heelal met de zon, de aarde en dus rechtstreeks... ons eigen bestaan. Elk land dat aan deze grote campagne deelneemt heeft werkateliers, colloquia en wedstrijden georganiseerd en in november 2000 vertegenwoordigers naar CERN in Genève gestuurd om ervaringen uit te wisselen.

Voor het grote publiek (en dus ook de schoolgaande jeugd) zal dit duurzame sporen nalaten, in het bijzonder op een internetsite van de universiteit van Gent waar alle permanente of tijdelijke activiteiten in verband met natuurkunde worden besproken. Men vindt er een lijst van musea, wetenschapsparken, universiteiten en instellingen die voor iedereen toegankelijk zijn.  
(<http://numat.rug.ac.be/pos>)

Maar is de fysica dan zo ontoegankelijk voor niet-wetenschappelijke geesten? "*Zeker niet!*", antwoordt *Eric Lindemann*. Deze leerkracht natuurkunde aan het gymnasium (humaniora) van Nyon in Zwitserland bewees het. Hij publiceerde dit jaar een boek met als titel "*Mécanique*" (uitgeverij De Boeck Universiteit). Het boek dat zich tot leerlingen van de laatste jaren van het secundair onderwijs richt, spreekt niet alleen over deze wetenschap door de geschiedenis van de sterrenkunde als leidraad te nemen maar het stelt ook een dubbele lectuur voor. Elk hoofdstuk besluit met een reeks praktische experimenten die de lezer intrigeren, zelfs zij die het meest weigerachtig staan tegenover deze "vervelende" materie.

Het boek opent met een verbazingwekkende vingeroefening: hoe je vakantieisroute uitstippelen volgens een berekening met hoeken op basis van de coördinaten van vertrek- en aankomstpunt in plaats van op klassieke wijze een wegenkaart te gebruiken? Al vanaf de eerste bladzijden jongleert men met gegevens uit de wiskunde, de meetkunde en zelfs... de basismechanica. Beetje bij beetje krijgt de lezer de smaak te pakken en neemt hij deze tak van de fysica bijna zonder het te merken in zich op. Aan de auteur van dit werk vroegen we zijn aanpak te verklaren en zijn keuze van de sterrenkunde als leidraad bij zijn onderdompeling in de fysica.

### Vanwaar het idee voor dit boek ?

Eric Lindemann : *Bij het begin van mijn loopbaan onderwees ik de fysica in een gymnasium dat eerder een humane dan een wetenschappelijke roeping had. De pedagogische uitdaging bestond erin deze discipline bij te brengen in klassen die voornamelijk een literaire stempel droegen (Latijnse, Griekse en richtingen moderne talen). Ik moest de grote vooroordelen en de zwakke wiskundige bagage van dergelijke leerlingen overwinnen. Ik wilde de natuurkunde in een culturele context situeren en na verschillende pogingen koos ik voor een historische aanpak die bijzonder goed de benadering van de kennis van de mechanica in het daglicht stelt. Ik stelde de cursus samen die beetje bij beetje de vorm van een boek aannam.*

### Waarom is volgens u het gebrek aan interesse van de jongeren voor wetenschappen te wijten?

*Ik ben er niet zeker van dat er een echt gebrek aan interesse is voor wetenschappen. Het lijkt me dat het eerder gaat om problemen bij de aanpak van deze vakken, de soms ondankbare inspanning die nodig is om eraan te beginnen. Dat is men vandaag niet meer gewoon in een samenleving die het "hapklare" op de voorgrond plaatst.*

### Is de fysica volgens u in deze context de minst goed begrepen wetenschap bij het grote publiek? Indien ja, waarom?

*Ja, de fysica is de wetenschap die lijdt onder de grootste vooroordelen en die de grootste reputatie heeft moeilijk te zijn. Biologie en scheikunde staan relatief beter aangeschreven doordat ze meer beschrijvend lijken, minder stroef en vooral minder wiskundig zijn. Door de huidige ontwikkelingen in de biologie krijgt dit vak de wind van*

*achter en de laatste jaren merken wij de steeds belangrijker plaats die de biologie in het programma van de scholen inneemt, bijna altijd ten koste van de fysica. Er is nog een andere oorzaak: de fysica werd te vaak op een zeer formele manier onderwezen met een overdaad aan Cartesiaanse stroefheid en ging zelfs door als een zijtak van de wiskunde. Uiteindelijk verborg het vormelijke de echte betekenis van de wetten en de ideeën die ze moest uitdrukken. Soms was het alsof men alleen de grammatica van een taal onderwees en niet de literatuur of alsof men bij muziek alleen de notenleer zou laten zien. Welnu, fysica gaat over concepten, grote ideeën die dienen om de natuur te beschrijven en die zich niet achter kleine formules kunnen verbergen. Om deze ideeën op de voorgrond te plaatsen moeten wij fysica gedeeltelijk ontdoen van een groot deel van haar traditioneel formalisme. Door op deze manier vooruit te gaan kan men aantonen dat de fysica haar plaats heeft in de cultuur en geen onvatbare uitwas is die slechts aan enkele bevooroordeelden is voorbehouden. De twee brieven van Voltaire in de bijlage tonen hoe de natuurkunde ook haar culturele plaats heeft.*

### Op een eenvoudige manier aan niet-wetenschappers de relativiteitstheorie uitleggen, is dat geen echt waagstuk?

*Ja, dat is een uitdaging, maar een uitdaging die Einstein al met succes aanging in vulgariserende werken waarin niet de minst wiskundige uitdrukking voorkomt (zoals in zijn werk "De relativiteit" bijvoorbeeld of in "De evolutie van de ideeën in de fysica" dat hij met Infeld schreef). Andere auteurs hebben zich meer recent ook voor deze kar gespannen. De relativiteitstheorie is strikt opgebouwd vertrekkende van postulaten en men kan op zeer logische wijze er een heel stuk weg in afleggen en toch op het niveau van het essentiële blijven, zonder zich te*

*storten in een ondoordringelijke wiskundige afgrond.*

### Uw boek neemt als draad van Ariadne de geschiedenis van de sterrenkunde. Waarom deze keuze? En waarom heeft u niet eerder voor een meer speelse context gekozen?

*Eerst en vooral omdat ik als astrofysicus gevormd ben. En voornamelijk omdat we in de geschiedenis van de sterrenkunde dat lange duel terugvinden tussen geo- en heliocentrisme, waarvan de afloop berust op het eenvoudig begrip van de beweging van een voorwerp dat vanaf de hoogte van de mast van een bewegend schip valt (over dit probleem werd al vanaf de Oudheid tot de Renaissance geredetwist en het werd opgelost tijdens een in 1641 uitgevoerde experiment). Vandaag kan men de proef gemakkelijk uitvoeren in een vliegtuig of een rijdende trein, is dat niet grappig? En verder omdat de eenvoudige waarneming van de hemel binnen het bereik van onze blik de sleutel tot het begrip van het heelal levert. Door ernaar te kijken kan de waarnemer zich de kosmos voorstellen en er zich een model van voorstellen; en zo precies evolueert de wetenschap: waarnemen, zich een voorstelling maken en een model ontwikkelen.*

### U heeft ervoor gekozen elk hoofdstuk (of een onderdeel ervan) aan te vullen met een aantal oefeningen of denkoefeningen. Waarom heeft u in het boek de oplossingen niet bijgevoegd?

*De volledige verbeteringen zouden veel plaats ingenomen hebben. Ik had eventueel de antwoorden kunnen vermelden; maar wanneer men het antwoord kent heeft men de neiging te trachten het terug te vinden. Zo geraakt men bij de aanpak van de oefening op een dwaalspoor. De meeste oefeningen zijn overigens minder moeilijk dan ze eruit zien.*

## Dossier Ruimtevaart op school

*Of het nu regent of waait, de hemel potdicht zit door een dikke wolkenlaag of het weer stralend is... in Brussel kan men zich altijd gedurende enkele uren onderdompelen in een mooie en heldere nacht vol sterren!*



↑ Wij zijn niet het centrum van het heelal ! De Poolse astronoom Nikolaus Copernicus verkondigde het reeds in de 16<sup>de</sup> eeuw. (document CDB)

# Naar de *sterren* kijken, zelfs overdag

Een mirakel ? Neen, dit is het planetarium. Wie de Heizelvlakte kent herkent de indrukwekkende structuur. De koepel van het planetarium heeft een diameter van 27 meter, is 14,5 meter hoog en blijft niet onopgemerkt naast het vlakbij liggende Koning Boudewijn-stadion. Een koepel waaronder de wetten van de astrofysica worden aangetoond, de structuur van het heelal wordt ontleed, de plaats die ons melkwegstelsel in het universum inneemt en het oneindige ballet van de planeten rond de zon wordt getoond.

Droog of vervelend onderwerp ? Op het eerste zicht zonder enige twijfel. Maar in het planetarium, dat eigenlijk de educatieve dienst van de Koninklijke Sterrenwacht van België is, bestaat de opdracht uit het vulgariseren van deze materie. "En we doen dat op een intelligente wijze", verduidelijkt directeur René Dejaille. "Volgens een vast uurrooster bieden wij drie programma's aan die zowel voor scholen als voor het grote publiek bestemd zijn. Op weg naar de sterren richt zich tot de basisscho-

len. Men maakt er kennis met de nachtelijke sterrenhemel en de geschiedenis van de sterrenkunde. Schijn en werkelijkheid is complexer en doet beroep op enige kennis van basisfysica. Hier worden de bewegingen aan de hemel voorgesteld: van de sterren in de loop van de nacht, van de planeten en van onze natuurlijke satelliet, de maan. Dit onderwerp is bijzonder goed aangepast aan de leerlingen van het secundair onderwijs. Het zonnestelsel en de verduisteringen richt zich tot iedereen." Dit laatste programma had uiteraard veel succes in 1999 toen in augustus van dat jaar een totale zonsverduistering in het zuiden van België zichtbaar was.

↓ Het Planetarium te Brussel. (document CDB)



Het planetarium krijgt vaak kritiek dat het verouderd is. "Dat is juist", geeft zijn directeur toe. "Het planetarium, dit is het optische instrument waarmee we de hemel op de koepel nabootsen dateert uit 1935. In 1958 werd het naar aanleiding van de Wereldtentoonstelling een eerste keer gemoderniseerd en een tweede keer in 1976. Maar hoewel het regelmatig onderhouden wordt verouderd het. Het raderwerk raakt klem, de elektronische circuits verslijten en de lampen waarmee we de hemel kunnen projecteren zijn quasi onvindbaar geworden. Het gaat om een Zeiss-planetarium "model 2". Momenteel brengt de Duitse

fabrikant een "model 8" op de markt. Ideaal zou zijn het te vervangen. Maar omwille van geld en... geschiedenis... Het planetarium werd immers door Duitsland na de Eerste Wereldoorlog aan België geschonken als vergoeding van oorlogsschade! "

De voorstellingen hebben bijna nooit te lijden gehad van de eerbiedwaardige (maar nog niet astronomische) leeftijd van dit instrument. "De laatste twaalf jaar hebben we slechts twee voorstellingen moeten aflasten als gevolg van technisch falen", bevestigt René Dejaille. En terwijl het toestel gebukt gaat onder het gewicht van de jaren ondergingen de pedagogische programma's in 2000 een ingrijpende facelift. Ze werden actueler en ook de begeleidende muziek werd aangepast. Ze blijven een feest voor wie een tipje wil oplichten van de sluier van het universum.

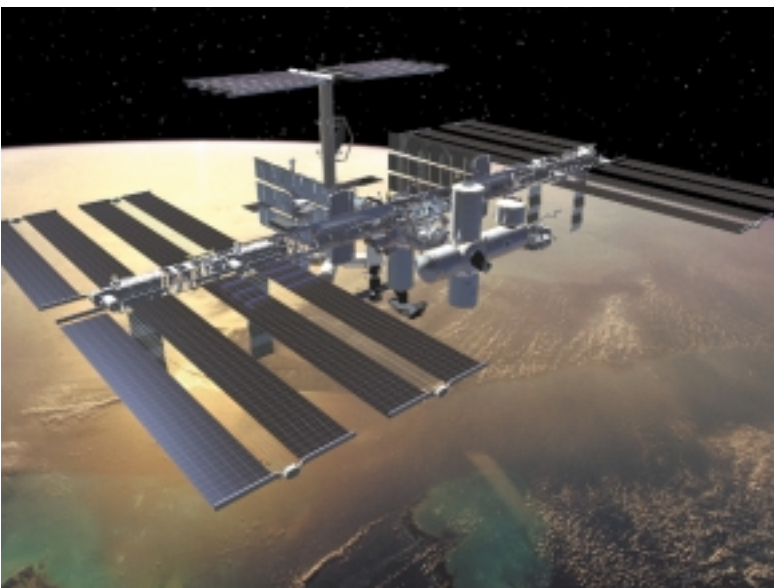
Het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België  
Boechoutlaan, 10  
B-1020 Brussel.  
Inlichtingen en reservaties :  
02-474.70.50 of 02-474.70.69



## Dossier Ruimtevaart op school

*ESA houdt zich niet alleen bezig met de ontwikkeling van lanceerraketten, het volgen van satellieten of de opleiding van astronauten. Een van haar talrijke activiteiten richt zich in het bijzonder tot de jeugd.*

# De **Europese** **ruimtevaartorganisatie** richt zich tot de jongeren



↑ Het Outreach-departement van ESA verkreeg dat 1% van de beschikbare middelen van het ISS bestemd is voor initiatieven en projecten van jongeren. (document NASA)

Deze activiteiten worden gecoördineerd door het *Office for Education Projects and Outreach Activities*. Deze dienst bevindt zich in het ESTEC-centrum, de vestiging van ESA in Nederland, en wil de kennis op het vlak van ruimteonderzoek bij de jeugd promoten, hen de smaak laten proeven van de wetenschappelijke disciplines die rechtstreeks aan de activiteiten van ESA verwant zijn en –

wie weet – nieuwe loopbanen creëren in deze immense sector.

De laatste maanden hielden enkele van haar internationale activiteiten duizenden jonge Europeanen in spanning. Vooral de nieuwe campagne van parabolische vluchten voor studenten was een succes. Tijdens deze campagne die elk jaar opnieuw zou moeten doorgaan kunnen studenten hun weerhou-

den projecten als experimenten in microzwaartekracht realiseren. Ze worden uitgevoerd aan boord van de Airbus A-300 "Zero-G" van Novespace. Voor de deelnemende studenten is het een unieke gelegenheid persoonlijk en rechtstreeks de quasi-gewichtloosheid te ontdekken die tijdens dergelijke vluchten ontstaat. Zo vonden ongeveer 120 studenten uit verschillende Europese landen elkaar in Bordeaux voor een campagne van parabolische vluchten. Onder deze studenten telde men niet minder dan vijf verschillende Belgische teams!

Een ander project voor jongeren is het programma *Physics on Stage*, dat door ESA, ESO en CERN (het Europese laboratorium voor kernonderzoek in Genève) samen werd georganiseerd. Vermelden we tevens het project *SSETI (Student Space Exploration and Technology Initiative)* dat meer dan 10.000 studenten bij echte ruimtemissies wil betrekken. Zo wil men ze laten samenwerken bij de

ontwikkeling en daarna bij de realisatie van een micro-satelliet! Dit initiatief doet denken aan het project *Eduproba* (zie Space Connection 32).

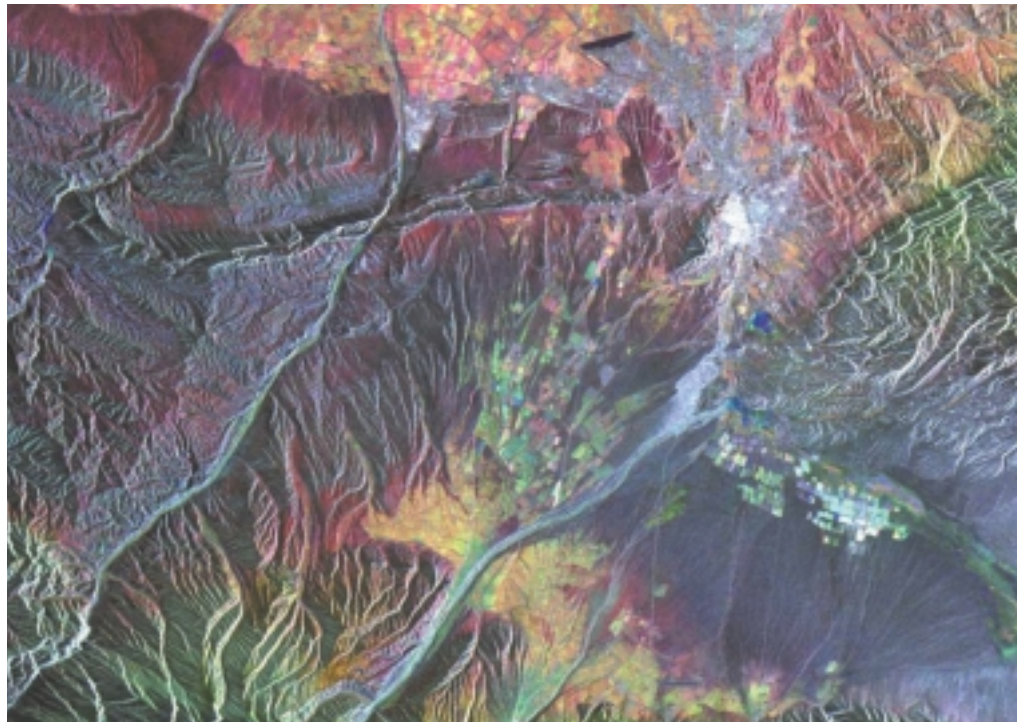
Een van de recente projecten opgestart door de Outreach-dienst van ESA is *Teach and Track*, een project dat past binnen de ontwikkelingssamenwerking. Het is een samenwerkingsverband tussen Europese universiteitsstudenten en studenten in ontwikkelingslanden. Uitgerust met een klein ontvangststation voor satellieten trekken Europese studenten naar ontwikkelingslanden om er de plaatselijke schoolbevolking in te wijden in de mogelijkheden van de ruimtevaarttoepassingen zoals de telecommunicatie of de aardobservatie. De Outreach-dienst is tenslotte ook nog op andere niveaus actief. Hij verkreeg dat 1% van de op het ISS beschikbare voorzieningen bestemd zijn voor de verwezenlijking van door studenten ontwikkelde experimenten.

# Met *teledetectie* een hele planeet (her)ontdekken

*Wat komt er als een geschenk uit de lucht vallen en de leraars aardrijkskunde, Engels, wetenschappen of wiskunde kan boeien? Satellietbeelden natuurlijk !*

Men ontdekt er landen op, streken, landbouwgebieden, wouden, steden, wijken en straten, zelfs tuinen.. Op satellietbeelden waarop details in de orde van één meter te zien zijn kan men zelfs het aantal auto's in een straat tellen! Deze verbazingwekkende beelden van onze planeet worden genomen door satellieten op een hoogte van 700 à 800 km en zijn beschikbaar op het web of op andere dragers (cd-roms bijvoorbeeld). Alleen is het niet altijd makkelijk kwalitatief hoogstaande bronnen terug te vinden die ook nog rechtstreeks het Belgische schoolpubliek interesseren. Hier komen de DWTC, de Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden ter hulp.

In het kader van de Belgische verbintenissen t.o.v. de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en het Franse programma SPOT van aardobservatiesatellieten starten de DWTC in 1986 met het nationaal onderzoeksprogramma Telsat inzake teledetectie (remote sensing of aardobservatie). Waarnemingen van de aarde met satellieten passen in een geheel van geavanceerde technieken voor het verzamelen, behandelen en analyseren van informatie over het aardoppervlak, de hydrosfeer en atmosfeer en het milieu in de brede zin van het woord. Sinds kort maakt deze materie officieel deel uit van het leerprogramma voor aardrijkskunde, met name



↑ De stad Urumqi op de zijderoute. (document ESA 2000-Eurimage)

in het vijfde jaar en dit in de onderwijsnetten van de drie Gemeenschappen.

Het is dus logisch dat de DWTC een reeks programma's en initiatieven hebben ontwikkeld in verband met aardobservatie die bestemd zijn voor het secundair onderwijs. Enkele verwezenlijkingen van de laatste jaren: de ontwikkeling van de educatieve cd-rom "Telsat demo" (1995), de organisatie van een EURISY-jeugdforum in het Euro Space Center (Transinne) in hetzelfde jaar,

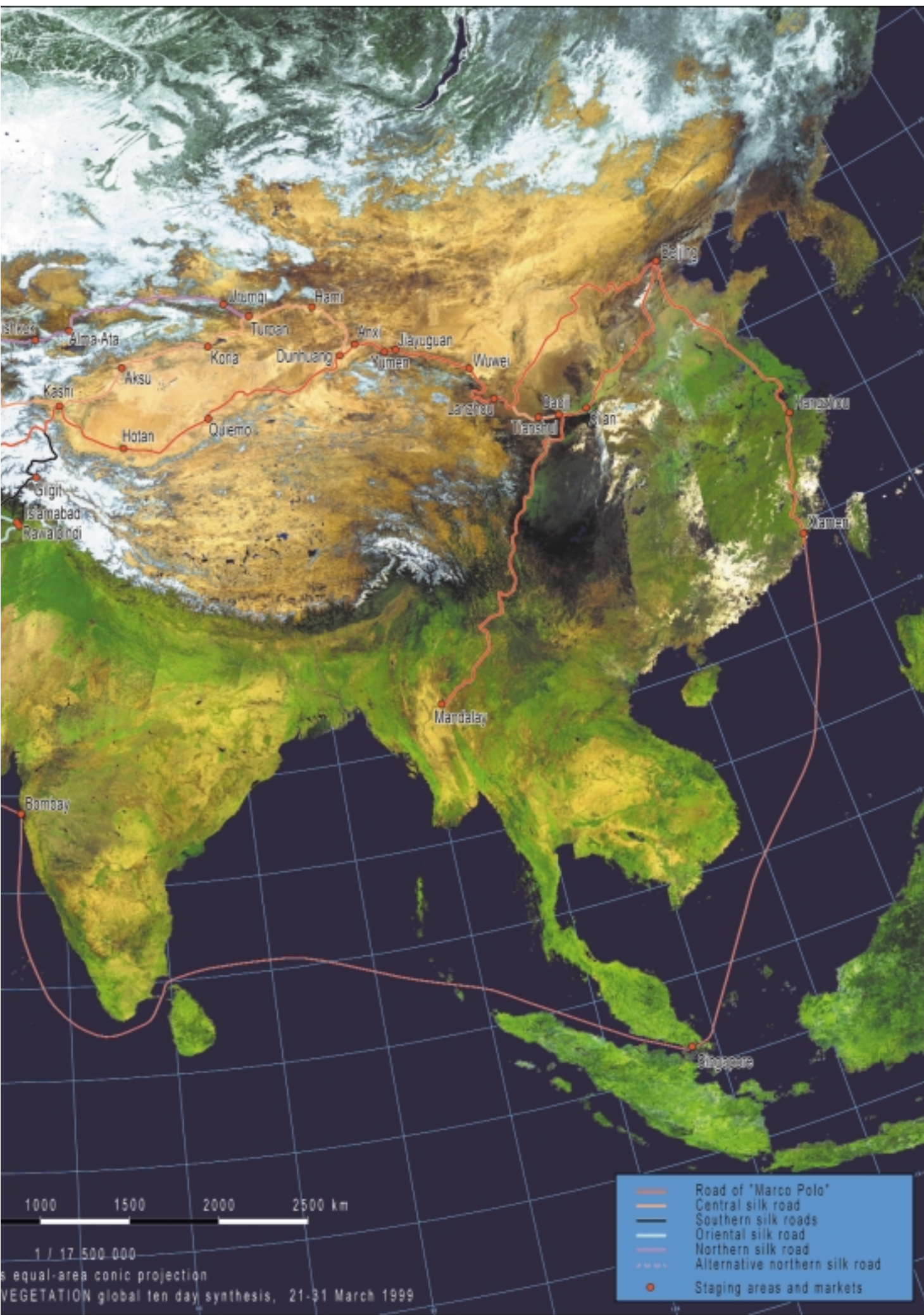
educatieve posters over een specifiek type opname of een bijzondere toepassing in België of in het buitenland, een dossier over aardobservatie in de catalogus van de Mercator-tentoonstelling, tentoonstellingspanelen over de toepassingen van satellietgegevens permanent tentoongesteld in het Europlanetarium te Genk en het planetarium op de Heizel, een speciaal nummer van Space Connection (over aardobservatie naar aanleiding van de 10<sup>de</sup> verjaardag van Telsat), een enquête in het secundair onderwijs over





Topographic map © DIGITAL CHART OF THE WORLD - 1998





← Pagina's 14-15 : De zijderoutes waarmee de westerse wereld in de verhalen van de Venetiaanse koopman Marco Polo kennis maakte, zijn een netwerk van transcontinentale karavaanpistes die sinds de oudheid gebruikt worden. Deze fascinerende routes die Europa en Azië verbinden droegen bij tot de economische en culturele uitwisseling en komen recentelijk opnieuw in de belangstelling. (document CNES 1999, distribution VITO-VEGETATION, produced within the framework of the research programme TELSAT 4, financed by the Belgian Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC). Author and cartographic design: SURFACES - Université de Liège)

→ Dit beeld van de weg van Karakorum werd omgekeerd (het noorden onderaan) om de waarneming van het reliëf te vergemakkelijken. De weg verbindt de Chinese stad Kashi met Pakistan en Afghanistan. (document ESA 2000-Eurimage)



de noden en beperkingen van de introductie van teledetectie in de leerprogramma's (1999), de organisatie van het bezoek van een twintigtal leerkrachten aan de *Remote Sensing Class* op de Space Expo in Nederland en de verspreiding van informatie over de mogelijkheden die ESA en EURISY bieden.

De laatste maanden werden talloze projecten op stapel gezet en verschillende ervan hebben reeds tot concrete didactische realisaties geleid. We vermelden meer in het bijzonder de opzet van de website "Edusat", de nieuwe thematische posters, het gebruik van opnamen van de satelliet *Ikonos* van drie grote Belgische steden (Brussel, Gent en Luik), de realisatie in de herfst van 2000 van de drietalige interactieve cd-rom *BEO* (*Belgian Earth Observation*) en de promotie en coördinatie van de deelname van Belgische scholen aan het EURISY-initiatief *European School Website for Introduction of Remote Sensing in Geography and Other Lessons (Environmental Sciences, Technology, Physics) and of Other Space Technologies in a Longer Term Perspective*.

### Edusat

Deze educatieve tweetalige website (Frans-Engels) werd door de Luikse universiteit uitgewerkt in samenwerking met de DWTC en is de opvolger van de Eduspot-site van 1995. Het doel is de bezoekers vertrouwd te maken met verschillende soorten satellietgegevens. Men vindt er bijvoorbeeld opna-

men van België door de SPOT-kunstmanen (panchromatische resolutie van 10 m en multispectrale resolutie van 20 m) en beelden van een Kosmos-satelliet (resolutie van 2 m) van de streek rond Luik. De SPOT-beelden bedekken ons land volledig en bieden verschillende onderzoeksmogelijkheden. De verzameling beelden van 6 km op 6 km (300 x 300 pixels) wordt aangevuld door een heel praktisch zoekinstrument waarmee men zijn wijk, straat of zelfs gebouw kan trachten te ontdekken! Een lijst van 3624 gemeenten en plaatsen in het land laat toe direct de gekozen zone te zien en een blik te werpen op het Atomium, de Westhoek of de Tombeau du Géant.

[www.geo.ulg.ac.be/edusat](http://www.geo.ulg.ac.be/edusat)

### De Ikonos-opnamen van drie grote Belgische steden

Onder de door de DWTC weerhouden projecten in het kader van het programma Telsat, vormen drie Belgische steden (Brussel, Luik en Gent) het voorwerp van drie onderscheiden studies die met name gerealiseerd werden vertrekkende van opnamen van de satelliet *Ikonos*. De beelden van deze kunstmanen tonen details in de orde van een meter. De scherpte van de gegevens zijn met andere woorden interessant voor projecten in verband met ruimtelijke ordening, milieubeheer en stedelijke ontwikkeling. "Voorheen werkten we op een schaal die overeenstemde met wijken, nu kunnen we in

de wijken zelf gaan", verduidelijkt een aan het Igeat verbonden geograaf van de ULB.

Voor Brussel verwerkte *Igeat*, of *Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire* van de Université Libre de Bruxelles, de *Ikonos*-opnamen. Maar het instituut opteerde er ook voor om de stad voor te stellen gebruikmakend van beelden van andere satellieten zoals SPOT en Landsat en van luchtfoto's. Hun website toont aldus een globaal beeld van de hoofdstad. Men ontdekt er in het bijzonder een reeks historische en geografische verklaringen over de ontwikkeling van de stad.

Voor Gent waren de Gentse universiteit en de dienst informatietechnologie van de stad de partners van de DWTC voor dit project. Hier zijn eveneens verschillende soorten beelden via het Internet toegankelijk. Ze zijn afkomstig van zowel aardobservatiesatellieten als van meteorologische kunstmanen. Luchtfoto's met details tot een tiental centimeter vervolledigen deze vlucht over Gent.

Voor Luik heeft eveneens een universitair team aan het project gewerkt. Deze ploeg was al goed vertrouwd met deze opdracht want zij ontwikkelde reeds samen met de DWTC de hierboven vermelde educatieve site Edusat.

[www.ulb.ac.be/igecat/telgis/bxl](http://www.ulb.ac.be/igecat/telgis/bxl)

[www.geo.ulg.ac.be/liege](http://www.geo.ulg.ac.be/liege)

[www.gent.be/gent/telsat](http://www.gent.be/gent/telsat)





↑ De Namibwoestijn strekt zich uit langs de westkust van Afrika. Op deze opname ziet men tevens de stad Walvisbaai. (document ESA 2000-Eurimage)

### Nieuwe posters

Drie nieuwe thematische posters rolden onlangs van de pers. Ze tonen een verbaazingwekkend staal van de mogelijkheden die teledetectie biedt en nemen ons mee op een reis door tijd en ruimte in de voetsporen van grote ontdekkingsreizigers: *Marco Polo*, *David Livingstone* en *Bartolomeu Diaz*. Elk van deze affiches volgt een welbepaald thema: de Euraziatische zijderoutes, een doortocht van Afrika van de Nijl tot de Kaap en een verkenning van de verschillende woestijnen op onze planeet. Tegelijk is de aanpak didactisch. De algemene beelden met lage resolutie van het instrument *Végétation* aan boord van de SPOT-satelliet zijn vergezeld van detailfoto's van de door-kruste gebieden en commentaar in vier

talen. Ze zijn een perfecte illustratie niet alleen voor de les aardrijkskunde, maar ook geschiedenis, milieu-opvoeding en zelfstalen. Deze drie thematische posters voor het secundair onderwijs worden niet verspreid door de DWTC zelf, maar door de bevoegde diensten van de Gemeenschappen.

[www.geo.ulg.ac.be/eduweb](http://www.geo.ulg.ac.be/eduweb)

### De cd-rom BEO

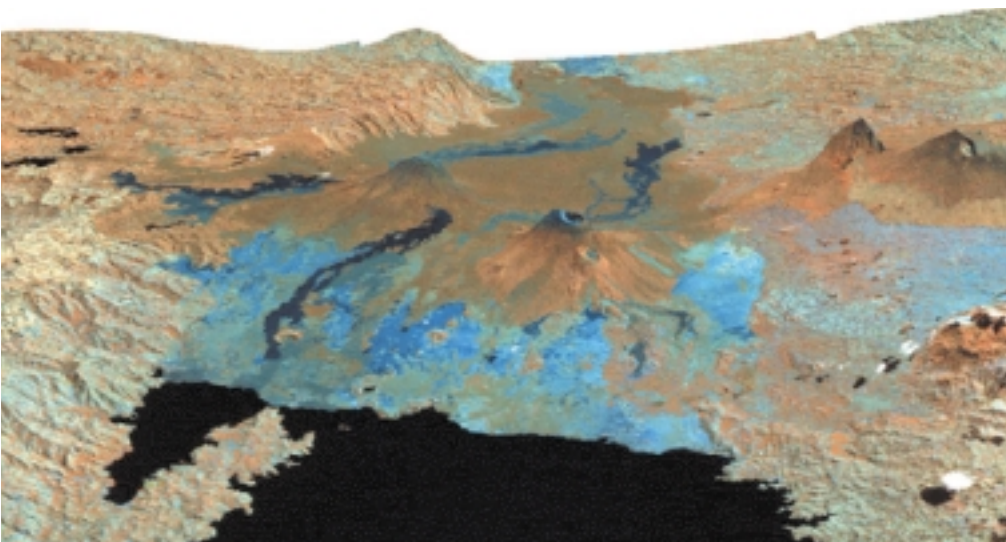
De gloednieuwe cd-rom *Belgian Earth Observation* vult de gedetailleerde informatie op de posters goed aan. Hij bevat niet alleen een woordenlijst van technische termen die bij teledetectie worden gebruikt maar eveneens gestructureerde informatie over deze discipline. Naast de basisprincipes van teledetectie en een overzicht van de kenmerken van aardobservatiesatellieten bevat de cd-rom verschillende voorbeelden van concrete toepassingen evenals praktische informatie over de rol van België en zijn federale overheid in dit domein.

De cd is tenslotte ook interactief. Hij bevat een programma voor de verwerking van beelden waardoor men zich vertrouwd kan maken met deze techniek. Er zijn twee niveaus. Een initiatie beschrijft eerst stap voor stap de basisprincipes van teledetectie

en het gebruik van gegevens van aardobservatiesatellieten. Dan volgt een oefening. Zoals de drie thematische posters is deze cd-rom verkrijgbaar bij de administraties van de Gemeenschappen vanaf 15 december 2000.

### Het initiatief Eurosee van EURISY

De internationale organisatie EURISY heeft als leden de belangrijkste Europese actoren van de ruimtevaart (onderzoekers, regeringen, ruimtevaartagentschappen enz...) en legt momenteel de laatste hand aan het project *Eurosee*, bestemd voor Europese scholen die in teledetectie geïnteresseerd zijn. Dit educatief project gaat via het internet en wil studenten inwijden in de rijkdom van teledetectie. Op termijn zal men er rubrieken terugvinden met ruimteopnamen van ons continent, de "global change"-problematiek, natuurrampen, een beeldarchief, apparatuur voor de behandeling van opnamen, een reeks praktische inlichtingen zoals een aardobservatiewoordenlijst en een discussieforum. Meer informatie op de EURISY-site ([www.eurisy.asso.fr](http://www.eurisy.asso.fr)) of via de Belgische Eodesk (Earth Observation Desk) met als adres: [eodesk@oma.be](mailto:eodesk@oma.be).



← Op dit beeld van de Kivustreek onderscheidt men de galerijwouden (rood) van de hoger gelegen savanne (blauwgroen). De natuurlijke ontbossing (blauw) is goed te onderscheiden van de platgebrande zones (donkerblauw). De sterk door de mens beïnvloede zones bevinden zich in de nabijheid van de communicatieassen (pistes). (document ESA 2000-Eurimage)



## Dossier Ruimtevaart op school

*De Amerikaanse ruimtevaartorganisatie heeft al sinds lang een hele reeks initiatieven ontwikkeld naar het schoolpubliek toe. Het beste bewijs daarvan zijn de K-12-projecten (die zich richten tot de schoolgaande jeugd) van de NASA.*



(document NASA)

# Met het hoofd in de **wolken**...

## NASA rekent op leerlingen overal ter wereld

**W**ij vestigen de aandacht op één van de recentste en origineelste initiatieven, en dat bestemd is voor leerlingen in de hele wereld. Het zou ook de Belgische scholen erg moeten aanspreken... Komt de "basis-materie", met name (regen)wolken, in ons land immers niet overvloedig voor ?

Met haar speels, wetenschappelijk en educatief project *SCOOOL* rekent de NASA op scholen over heel de wereld en dat vanaf een leeftijd van 9-10 jaar. Ze wil daarmee één van haar wetenschappelijke programma's in verband met het klimaat van onze planeet verfijnen. Het project *SCOOOL* (*Students' Cloud Observations On-Line*) is een waarnemingsprogramma van wolken door studenten op het Internet en ging in 1997 van start. De deelnemende klassen moeten op welbepaalde momenten het wolkendek boven de school waarnemen. De waarnemingsperioden worden bepaald door de passage van de satellieten van het project die het instrument *CERES* (*Clouds and Earth's Radiant Energy System*) aan boord hebben in het zenit van de plaats van waarneming. Dit instrument bestudeert de uitwisseling van straling tussen de aarde en de

wolken. Het eerste van deze instrumenten werd in 1997 gelanceerd. In december 1999 gingen twee nieuwe CERES-apparaten aan boord van de satelliet Terra de ruimte in. Deze aardobservatiesatelliet bestudeert de klimaatwijzigingen die een invloed hebben op onze biosfeer.

De aarde reflecteert een deel van de licht- en warmtestraling die door de zon wordt uitgezonden. Gedurende een jaar slaat onze planeet niet meer energie op noch straalt ze meer energie uit dan ze ontvangt. Maar er zijn wel onevenwichten die afhangen van seizoen tot seizoen of van een bepaald gebied tot een ander. Ze zijn voor een deel het gevolg van de bewegingen in de atmosfeer. Daarbij spelen ook de wolken een belangrijke rol en in het bijzonder bij de uitwisseling van energie. Ze weerkaatsen een deel van de zonnestraling naar de ruimte en dat maakt onze planeet "kouder". Andere wolken, in het algemeen de hoogste, werken in tegendeel als een radiator.

De satellieten met CERES aan boord nemen de wolken van bovenaf waar, maar soms zijn



(document NASA)

de observaties niet voldoende scherp. Hierdoor zijn ook de waarnemingen vanop de grond door de scholen voor NASA belangrijk. Om de gegevens, door CERES verzameld vanuit een baan om de aarde, te kunnen aanvullen heeft het Amerikaanse ruimtevaartagentschap waarnemingen vanop de grond nodig. Zo kan de juiste aard van de door de satelliet waargenomen wolken vanuit een ander gezichtspunt worden bepaald. De gegevens die de onderzoekers van hun jonge vrijwillige assistenten verwachten bestaan uit juiste informatie over de precieze data en uren van de waarnemingen maar ook (en vooral) over de soorten waargenomen wolken, hun hoogte, hun doorzichtigheid of nog hun dikte op verschillende niveaus.

Bijkomende informatie vanop de grond is voor de wetenschappers ook een noodzaak. Tijdens de waarnemingen moeten dus ook

metingen van de temperatuur, luchtdruk en vochtigheid worden gedaan. Na elke waarneming (waarvan de frequentie aan de leraars wordt overgelaten) worden de door de klas uitgevoerde metingen via Internet naar de NASA gestuurd, waar ze in gegevensbanken worden ingevoerd. *“Dit programma kent een almaar groeiend succes”,* verklaart Carolyn Green, een van de promotoren van SCOOOL, die in april ll. deelnam aan het colloquium *“Ruimte en onderwijs”* van de IAF in Frankrijk. *“Er zijn regelmatig nieuwe scholen die zich inschrijven. Momenteel nemen meer dan 600 scholen in 43 verschillende landen regelmatig het wolkendek voor SCOOOL waar. Dit is zeer bemoedigend.”*

We merken tenslotte op dat sinds dit jaar een bijkomend maar nog steeds met SCOOOL verbonden project is gestart. Het betreft de condensatiesporen afkomstig van vliegtuigmotoren. Dit programma wil nagaan of

de groei van het luchtverkeer op een of andere manier het klimaat op onze planeet beïnvloedt.

Kort samengevat: voor de geïnteresseerde klassen wordt een echt wetenschappelijk avontuur voorgesteld, dat deel uitmaakt van een belangrijk programma van wetenschappelijk onderzoek! Voor de leerkrachten is het een buitenkans. De door de NASA opgestelde lijst van vakken die er hun voordeel bij halen is lang: niet alleen de wetenschappen, maar ook wiskunde, technologie, talen, aardrijkskunde, sociale wetenschappen... Nog een laatste opmerking: onder de 600 scholen die momenteel aan SCOOOL meedoen bevinden er zich twee in België. Het gaat om twee “internationale” scholen: de *Shape Elementary School* en de *International School of Brussels*. Waar blijven de andere scholen ?

<http://asd-www.larc.nasa.gov/SCOOOL/>





## Dossier Ruimtevaart op school

*Je bent jong (of iets minder jong) en je bent gepassioneerd door sterrenkunde, raketten, spaceshuttles, satellieten en al hun toepassingen. Dan is er één adres dat je zeker niet mag overslaan: het Euro Space Center van Transinne in de provincie Luxemburg.*

# Naar de **sterren**



↑ Au centre de contrôle de l'Euro Space Center, les stagiaires préparent le compte à rebours.  
(document CDB)



(Documenten CDB)

Dit ruimtecentrum bevindt zich langs de autosnelweg E 411 en biedt een waaier aan activiteiten, die zowel in gezinsverband kunnen bezocht worden als door leerlingen, die er enkele uren of zelfs dagen een stage kunnen lopen. Het is beslist het meest interactieve "ruimtemuseum" (hoewel het geen echt museum is) en het meest speelse van het land en zelfs van het centrum van Europa. Maar speels en interactief betekent niet dat de aanpak in Transinne niet pedagogisch zou zijn. Deskundige animatoren en uit het onderwijs gededuceerde leerkrachten begeleiden de klassen.

Voor gezinnen heeft het centrum een nieuw bezoekerscircuit uitgestippeld (met infrarood-bakens) langs de tentoonstelling en de belangrijkste modules van het centrum, waaronder een maquette op ware grootte van de Columbusstructuur, het Europese onderdeel van het International Space Station ISS. Een uitzonderlijke filmvoorstelling vervolledigt het parcours. Tien minuten lang kijken de toeschouwers vanuit meebewegende stoelen naar een animatiefilm waarbij ze een planeet in gevaar te hulp snellen. Speciale effecten en koude rillingen gegarandeerd...

Het Euro Space Center is ook een educatief centrum dat voor scholen toegankelijk is. Naast een eendagsprogramma, waarbij de verschillende ruimten worden bezocht en enkele experimenten in de simulatoren worden uitgevoerd is het ook mogelijk er een

hele week te verblijven in het kader van de "ruimteklassen". De leerlingen worden daarbij begeleid door de animatoren van het centrum voor een lange tocht door de kosmos. Het programma omvat uiteenzettingen over sterrenkunde, telecommunicatie, weerkunde en de geschiedenis van de ruimtevaart. Gedurende verschillende uren maken de stagiairs een gesimuleerde ruimtevlucht. Een deel van de klas is verantwoordelijk voor de vluchtleiding en staat in voor de lancering, het in een baan om de aarde brengen van een ruimtetuig en het verdere verloop van de missie. Het ander deel van de leerlingen neemt plaats in de cockpit van de spaceshuttle en voert het werk van de bemanning uit. Het is één van de belangrijkste momenten van het verblijf.

Er staan ook oefeningen in simulatoren op het programma (de moon walk om de zwaartekracht op de maan te testen, de rotatiestoel...) evenals de bouw en de lancering (op het einde van het verblijf) van micro-raketten. Met hun kartonnen buisje, hun parachute en houten neuskegel zien deze mini-raketjes er eerder onschuldig uit. Maar bij de lancering halen ze niettemin een snelheid van 200 km/h! Het stageprogramma kan natuurlijk aangepast worden aan de wensen van de begeleidende leerkrachten. De namiddag kan bijvoorbeeld voorbehouden worden voor lessen van de leerkracht, zodat de leerlingen geen achterstand oplopen op het leerprogramma.

# Enkele **tips** om er meer over te **weten** te komen

*Onderstaande lijst bevat enkele interessante adressen en ideeën om de ruimtevaart en de wetenschappen terug in de klas te krijgen. De lijst is zeker niet volledig. Daarnaast zijn ook de gegevens vermeld van de instituten en verenigingen die in het dossier zijn vermeld.*

De Franstalige vereniging "**Les Jeunesses Scientifiques de Belgique**" organiseren een reeks animaties, weekends en wetenschappelijke stages voor jongeren en leerkrachten. De JSB organiseren ook elk jaar Expo-Sciences: een wedstrijd voor wetenschappelijke projecten waarvan de laatste in mei 2000 in het Paleis voor Congressen te Brussel door de DWTC ondersteund werd. Inlichtingen: JSB, Parklaan 90, 1060 Brussel, tel : 02-537.03.25. ([www.jsb.be](http://www.jsb.be)).

**Het planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)** ligt aan de Boechoutlaan 10 te 1020 Brussel. Het is voor het publiek en scholen in de week toegankelijk van 9.30 uur tot 16.30 uur (op maandag alleen voor groepen en op afspraak). De programma's duren gemiddeld een uur. Een tentoonstellingsruimte met didactische panelen vervolledigt het bezoek. Inlichtingen en reservaties 02-474.70.50 of 02-474.70.69.

De Koninklijke Sterrenwacht zelf ligt op het "plateau van Ukkel" aan de Ringlaan. Daar bevinden zich tevens twee andere wetenschappelijke instellingen: het **Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI)** en het **Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)**. Het KMI organiseert groepsbezoeken en stelt in samenwerking met de KSB haar bibliotheek voor het publiek open (info: 02-373.05.08). Het BIRA stelt didactisch materiaal ter beschikking van scholen. (info: 02-373.04.04). Deze instituten hebben een gemeenschappelijk internetportaal [www.oma.be](http://www.oma.be).



↑ Enkele oude sterrenkundige instrumenten uit de verzameling van de Koninklijke Sterrenwacht van België. (document CDB)

In verband met **sterrenkunde** richt men zich best tot clubs. Ze hebben elk hun specialiteit (initiatie, stages, sterrenwachten, conferenties, opleidingscycli enz...) Het is onmogelijk ze allemaal te vermelden. Hierna toch enkele federaties:

- de **Société royale belge d'astronomie, de météorologie et de physique du globe (SRBA)**, Ringlaan 3, 1180 Brussel. Tel : 02-373.02.53. (<http://www.oma.be/BIRA-IASB/SRBA>)
- **De Société astronomique de Liège (SAL)**, avenue de Cointe 5, 4000 Liège. Tel 04-253.35.90 (<http://www.astro.ulg.ac.be/~sal>)



- de **Vereniging voor Sterrenkunde (VVS)**, Briersweg 147, 8310 Brugge, tel: 050/35.88.72 ([www.vvs.be](http://www.vvs.be))
- We vermelden tevens het **European Southern Observatory (ESO)** ([www.eso.org](http://www.eso.org))

De website van de leerlingen van de school van Embourg en gewijd aan **waterraketten** bevat een aantal praktische inlichtingen over hun proeven: [www.respublica.fr/rockets](http://www.respublica.fr/rockets)

In verband met **micro- et mini-raketten** kunnen de jeugdafdeling van de **Franse ruimtevaartorganisatie CNES** (waarvan de educatieve dienst elk jaar deelneemt aan een lanceercampagne) [www.cnes-edu.org](http://www.cnes-edu.org) en de ANSTJ (<http://anstj.mime.univ-paris8.fr/> uw vragen beantwoorden. We merken op dat de educatieve site van CNES ook een reeks praktische inlichtingen voor leerkrachten biedt zoals pedagogisch en lesondersteunend materiaal en stages.

In België zijn twee verenigingen eveneens op dit vlak actief. De **VRO (Vlaamse Raket Organisatie)**, Kruisven 66 in 2400 Mol en de **GEA of Groupe d'Etudes Aérospatiales** in Gilly. Deze laatste kan via haar voorzitter Pierre Franc gecontacteerd worden op (071-41.07.13).

Op het vlak van software geven we het adres van de **virtuele lanceerbasis** van professor Köppen van de sterrenwacht van Straatsburg: <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/launcher/launcher.html>.

Andere virtuele hulpmiddelen in verband met astrofysica zijn eveneens verkrijgbaar op zijn site op het adres <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/apindex.html> of op de site van de Outreach-dienst van ESA ([www.estec.esa.nl/outreach](http://www.estec.esa.nl/outreach)) waar met name een educatief simulatiespel ten vinden is dat "spacepinball" heet.

De Belgische deelname aan het Europese programma **Physics on Stage** is terug te vinden op het adres <http://numat.rug.ac.be/pos> Men vindt eveneens bijkomende informatie over dit onderwerp (en nog andere onderwerpen) op de sites van de organisaties die dit evenement organiseren:

- de **Europese ruimtevaartorganisatie (ESA)** [www.esa.int](http://www.esa.int) en rechtstreeks bij [www.estec.esa.nl/outreach/](http://www.estec.esa.nl/outreach/) ;

- de **European Southern Observatory (ESO)** [www.eso.org](http://www.eso.org) en **CERN** in Genève [www.cern.ch](http://www.cern.ch).

De **Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA** [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) en zijn internationaal programma voor de waarneming van wolken "Student's Cloud Observation On-Line" (SCOOL) is te vinden op <http://asd-www.larc.nasa.gov/SCOOL/> en <http://education.nasa.gov> geeft een overzicht van de educatieve initiatieven van de NASA. Voor de liefhebbers van wolken wijzen we nog op de website [www.cloudman.com/index.htm](http://www.cloudman.com/index.htm).

**Ruimtevaartmusea** zijn er niet alleen in de Verenigde Staten. Europa heeft ook enkele troeven op dit vlak.

In Nederland vertelt de "**Space Expo**" u alles over ruimtevaart. Het is het onthaalcentrum voor het grote publiek van ESTEC, het technisch centrum van ESA waar met name de satellieten worden getest. De Space Expo bevindt zich op de Keplerlaan in Noordwijk ten noorden van Den Haag. Inlichtingen: 00-31-71-36.46.446. Het webadres is: [www.worldonline.nl/sites/space](http://www.worldonline.nl/sites/space).

In Frankrijk bevindt zich de "**cité de l'Espace**" in Toulouse. Er is een tentoonstellingspaviljoen, een park en een planetarium met voorstellingen van de planeten, modellen van ruimtetuigen en een antennepark... Inlichtingen: 00-33-5.62.71.48.71 of op het web: [www.cite-espace.com](http://www.cite-espace.com).

In België is het **Euro Space Center** in Transinne aan de snelweg E 411 in de provincie Luxemburg een must. Tel : 063-65.64.65 [www.ping.be/eurospace](http://www.ping.be/eurospace). Voor gezinnen, schoolstages of een verblijf tijdens de vakanties...

Vergeet vooral niet de website van de **Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (DWTC)**, die onder meer dit tijdschrift Space Connection publiceren, te bezoeken op [www.belspo.be](http://www.belspo.be) waar u een geactualiseerd overzicht aantreft van opleidingen, cursussen en stages voor jongeren op het vlak van de ruimtevaart in België en het buitenland.

## Belgische actualiteit

**België** bijzonder actief in de ruimte

**Ons land doet het lang niet onaardig in de ruimte. Dat blijkt uit het Verslag 1998-1999 van de Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (DWTC).**

België "voert een ambitieus ruimtebeleid waardoor het 'het grootste van de kleine landen' is van de ESA met een belangrijke spin-off", zo vermeldt het verslag. Deze spin-off betekent een 70-tal teams die zich met onderzoek en ontwikkeling (O&O) bezighouden, 40 bedrijven en 1500 banen. De inzet van België voor het ruimteonderzoek wordt volgens het verslag ingegeven door de belangrijke invloed van dat onderzoek op de kennis van de aarde, de telecommunicatie en de wetenschappelijke vooruitgang. Ons land bezit terzake erkende industriële en wetenschappelijke vaardigheden. Ons land spreekt ook een aardig woordje mee wat het Europese ruimtevaartbeleid betreft. Een en ander heeft als gevolg dat België een vooraanstaande positie inneemt in zowat alle belangrijke domeinen van de ruimtevaart: lanceerraketten, telecommunicatie, experimenten in microzwaartekracht, wetenschappelijk ruimteonderzoek, aardobservatie, enz. Ons land heeft daartoe een aantal verbin-tenissen aangegaan in het kader van zijn ESA-lidmaatschap:

- 7,59 MEuro voor het *Earth Observation Envelope Programme*, voor de uitvoering van onderzoeks- en demonstratieopdrachten;
- 20 MEuro voor *Earth Watch* voor de ontwikkeling van (pre)operationele missies;
- 50 MEuro voor een deelname aan het *Advanced Research in Telecommunication Systems (ARTES)*;
- 2,4 MEuro voor een deelname aan fase 1 van *Galileosat* voor de uitbouw op Europees niveau van een alomvattend satellietnavigatiesysteem;
- 1,94 MEuro voor de variabele kosten in verband met de beginfase van de uitbating van het *International Space Station (ISS)* naast

- een deelname van 3% in de vaste kosten (7,48 MEuro) en 0,97 MEuro voor de ontwikkeling van een *Crew Return Vehicle (CRV)*;
- 9,84 MEuro voor een uitbreiding van het programma *EMIR 2* op het vlak van de microzwaartekracht;
- 15,87 MEuro voor een deelname in de ontwikkeling van een kleine lanceerraket (*Vega*);
- 25,68 MEuro voor de deelname aan programma's voor de verdere ontwikkeling en productie van de *Ariane 5*-lanceerraket;
- 5,6 MEuro voor de studie van *toekomstige lanceerraketten*;
- 120 MEuro voor *technologische experimenten* (Prodex, GSTP).

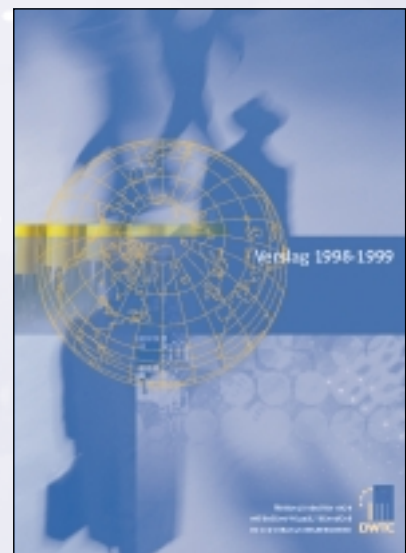
Naast de ESA-activiteiten is ons land nog actief in de ruimte met het *SPOT*-programma voor aardobservatie (in samenwerking met Frankrijk). De gegevens van het daarbij door Frankrijk, Zweden, Italië, België en de Europese Commissie gefinancierde instrument *Végétation 1* (op de *satelliet SPOT 4*) worden verwerkt in het *Centrum voor Beeldverwerking Vegetatie (CTIV)* in het *VITO* in Mol. Ons land wil ook meedoen aan de ontwikkeling van *Végétation 2* voor de satelliet *SPOT 5* tegen 2002.

Verder zijn een aantal Belgische *O&O-activiteiten* door de DWTC geprogrammeerd: het *Telsat*-programma op het gebied van aardobservatie, een in het Koninklijk Meteorologisch Instituut ondergebrachte *Earth Observation Helpdesk* en het in het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie gevestigde *Belgian User Support Operation Center* dat onder meer instaat voor operationele ondersteuning op afstand van experimenten aan boord van ruimtetuigen.

De DWTC financieren ook de Belgische deelname aan het *European Southern Observatory (ESO)* evenals de jaarlijkse bijdrage van ons

land aan *Eumetsat*, de Europese organisatie voor de uitbating van weersatellieten (respectievelijk 7,3 MEuro en 8,5 MEuro in 1998 en 1999 hetzij 2,85% van het totale bedrag van de bijdragen).

Het verslag 1998-1999 geeft een overzicht van alle opdrachten en verwezenlijkingen van de DWTC. Verdere informatie over de DWTC zijn te vinden op [www.belspo.be](http://www.belspo.be). Via deze site is het ook mogelijk de meest recente nummers van *Space Connection* te downloaden in pdf-formaat.





## Belgische actualiteit

### Belgische aanwezigheid aan boord van het **internationale ruimtestation**

Momenteel is het International Space Station (ISS) voor het eerst permanent bemand door de Amerikaan Bill Shepherd en de Russen Joeri Gidzenko en Sergej Krikaljov. Deze foto werd in september 2000 door de bemanning van spaceshuttle-vlucht STS 106 gemaakt en toont de drie modules Unity, Zarja en Zvezda van het station.

De belgische onderneming Spacebel is gespecialiseerd in het ontwikkelen van on board software en neemt deel aan de Europese ISS-inbreng.

In haar vestigingen te Luik, Hoeilaart en Toulouse, maakt Spacebel informatica-oplossingen "op maat". Ze realiseert de man-machine interfaces voor de activiteiten van astronauten en cosmonauten van de training tot de werkzaamheden aan boord van het ISS. Spacebel is dus aanwezig in de grondsupport van de verschillende elementen van de Europese deelname aan het ruimtestation: de afstandsgeleide manipulatiearm *ERA* (*European manipulator arm*), de onderhoudsmodule *ATV* (*Automated Transfer Vehicle*), de laboratoriummodule *Columbus*, de reddingsloop *CRV* (*Crew Return Vehicle*). ([www.spacebel.be](http://www.spacebel.be)). In een volgend nummer van Space Connection zal uitgebreid aandacht worden besteed aan de Belgische deelname aan het internationale ruimtestation.

(NASA)



### Belgisch-Argentijnse **samenwerking** in de ruimte

De Belgische regering steunt de ontwikkeling van het Argentijnse satellietstelsel SAOCOM. Dit is een aardobservatiesatelliet gebouwd door de *CONAE* (*Comisión Nacional de Actividades Espaciales*) en zal gelanceerd worden in 2003. De satelliet van 800 kg zal meerdere sensoren aan boord hebben w.o. een *Synthetic Aperture Radar* (*SAR*) waarmee gegevens over heel de wereld kunnen verzameld worden, dag en nacht en ongeacht de toestand van het wolkendek. Deze radargegevens hebben een grondresolutie van 10 meter en kunnen toegepast worden in de land- en bosbouw, civiele bescherming, enz. De Belgische inbreng in het SAOCOM-project situeert zich op het vlak van de verwerking van de radargegevens, een domein waarin het bedrijf Spacebel (Hoeilaart) en het Centre Spatial de Liège een grote know how kunnen voorleggen. De Belgische deelname bedraagt 80 miljoen BEF en kadert in het samenwerkingsakkoord tussen de Belgische en Argentijnse regeringen van april 1997.

[www.ulg.ac.be/cslulg/](http://www.ulg.ac.be/cslulg/) (Centre spatial de Liège)

[www.spacebel.be](http://www.spacebel.be) (Spacebel)

[www.conae.gov.ar](http://www.conae.gov.ar) (Conae)

### **Werkgroep** ruimtevaart in de Senaat

Op 18 oktober 2000 vond de eerste vergadering plaats van werkgroep ruimtevaart in de Senaat. Tijdens deze eerste ontmoeting stelden Dirk Frimout en Michel Praet, directeur van het ESA-bureau te Brussel, de rol van België voor in de Europese ruimtevaart. Deze rol vertegenwoordigt een inbreng van gemiddeld 5,3 % in de activiteiten van ESA. De werkgroep kwam tot stand naar het Franse en Britse voorbeeld waar gelijkaardige commissies ook actief zijn als lid van de Europese interparlementaire conferentie voor ruimtevaart.

## Belgische actualiteit



Ons land doet het niet onaardig in de ruimte en neemt onder meer deel aan de verdere ontwikkeling van de productie van de Ariane 5-lanceerraket. (ESA)

## Techspace Aero in Noord-Amerika

Techspace Aero uit Luik gaat in Canada en in de Verenigde Staten twee dochterbedrijven oprichten. Techspace Aero Engineering Ltd. zal vanuit Montreal de technologische samenwerking verzorgen met huidige partners in deze regio zoals motorbouwers General Electric en Pratt & Whitney. Tevens zullen toekomstige partners worden opgespoord. In de VS wordt Techspace Aero Inc. gecreëerd dat verantwoordelijk wordt voor de handelsactiviteiten in verband met het onderhoud van de F100-PW-motor.

Techspace Aero is een gereputeerd bouwer van onderdelen voor ruimtevaart- en vliegtuigmotoren. Het bedrijf is Europees leider inzake motorkleppen voor ruimtevaarttoepassingen, o.a. voor de Arianeraket. Het bedrijf verwacht in 2000 een omzet van 250 Meuro waarvan 95 % wordt geëxporteerd. Er werken 1250 mensen.

[www.techspace-aero.be/](http://www.techspace-aero.be/)

## Telescoopkwartet volledig



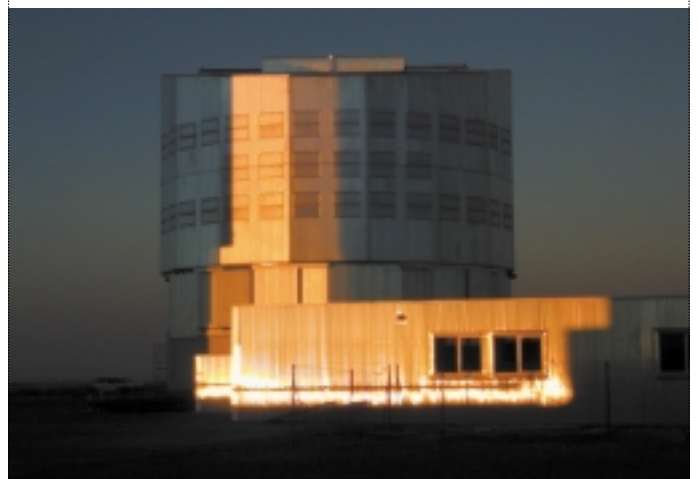
De eerste waarneming van de telescoop: de nevel Hen 2-428 die zich op een afstand van 6 à 8000 lichtjaren bevindt. (document ESO)

In de nacht van 3 op 4 september kreeg de Yepun-eenheid van de Very Large Telescope (VLT) in het Chileense Paranal zijn "eerste licht" binnen. Daarmee is het VLT-telescoopkwartet na vijftien jaar volledig. Eerder werden al de VLT-eenheden *Antu* (mei 1998), *Kueyen* (maart 1999) en *Melipal* (januari 2000) operationeel. Elk van de vier is het equivalent van een telescoop met een diameter van 8,2 meter.

Gecombineerd heeft het telescoopkwartet een spiegelloppervlakte van meer dan 210 m<sup>2</sup>. Volgend jaar wil men het licht van twee afzonderlijke telescopen combineren. Dit "eerste licht" van de VLT Interferometer (VLTI) is de volgende belangrijke stap van het VLT-verhaal. De VLT werd gebouwd door het European Southern Observatory (ESO) dat in 1962 werd opgericht om astronomische waarnemingen in het zuidelijk halfrond te verrichten en samenwerking bij sterrenkundig onderzoek in Europa te bevorderen. Momenteel heeft ESO acht lidstaten: Denemarken, Frankrijk, Duitsland, Italië, Nederland, Zweden, Zwitserland en België, dat instaat voor 4,9% van het ESO-budget. Naast de Paranal-sterrenwacht heeft ESO ook een observatorium op La Silla (op 2400 m hoogte), 600 km ten noorden van Santiago de Chile. De hoofdzetel van ESO bevindt zich in Duitsland in Garching (bij München).

Informatie over de VLT en de andere activiteiten van ESO is te vinden op [www.eso.org](http://www.eso.org)

De Yepuntelescoop net voor het "First Light" op 3 september. (document ESO)





## Internationale actualiteit

### **Europa** kan door bundeling van krachten de technologische race tegen de **Verenigde Staten** winnen

De grote Europese lucht- en ruimtevaartgroepen willen hun projecten voor onderzoek en ontwikkeling (O&O) meer op elkaar afstemmen om beter het hoofd te kunnen bieden aan de Amerikaanse concurrentie. "Die beschikt over drie keer meer overheidsgeld", stellen ze. De Europese ruimtevaartindustrie steekt meer eigen middelen in O&O. Volgens de Belgische Eurocommissaris Philippe Busquin, verantwoordelijk voor het wetenschappelijk onderzoek, zijn de Europese inspanningen op dit vlak te versnipperd. De Europese Commissie zou de coördinatie van diverse nationale O&O-organisaties beter kunnen ondersteunen zodat efficiënter wordt gewerkt. De Amerikanen doen er alles aan om hun lucht- en ruimtevaartindustrie te ondersteunen. Europa zou hetzelfde moeten doen. Tegen het einde van 2000 krijgt Busquin van de industrie alvast een O&O-strategie voor de komende 20 jaar op de werktafel. Algemeen heerst de mening dat als de krachten worden gebundeld Europa de technologische race tegen de Verenigde Staten zelfs kan winnen!



Europees commissaris voor wetenschappelijk onderzoek Philippe Busquin. (*Europese Gemeenschappen 1995-2000*)

### **Ariane** vliegt twee keer in acht dagen

"Routine" heeft in het woordenboek van de ruimtevaart eigenlijk geen plaats. Elke missie vereist immers een enorme bundeling van menselijke en technologische krachten. Maar de lancering van satellieten door Europese Ariane-raketten vanaf de ruimtehaven Kourou heeft wel een routinematig aspect gekregen. Dat werd in september nog eens bewezen met de lancering van twee raketten in amper acht dagen. Op 6 september bracht een Ariane 44P bij vlucht 132 de Eutelsat-communicatiesatelliet W1 in een baan om de aarde. W1 zal instaan voor communicatie- en multimediasdiensten voor Europa, het Midden-Oosten en Afrika. Op 14 september was het de beurt aan de zesde Ariane 5 (vlucht 130) die onder zijn neuskegel een recordmassa van bijna 6 ton herbergde: de televisiesatelliet Astra 2B voor het Luxemburgse Société Européenne des Satellites en de Amerikaanse telecommunicatiesatelliet GE 7 voor operator GE Americom.

Met de succesvolle afronding van de eerste drie commerciële opdrachten is Europa's nieuwste lanceerraket Ariane 5 klaar om de komende jaren een belangrijke rol in de markt van commerciële satellietlanceringen te spelen. Kourou beleeft dus drukke tijden. Intussen is een tweede mobiele lanceerplatform voor de Ariane 5 klaar. Zo kunnen twee raketten tegelijk lanceeringsklaar worden gemaakt. Als de ene uit assemblage komt kan reeds met de integratie van een tweede worden begonnen. Op die manier zijn drie Ariane 5-lanceringen in drie maanden mogelijk.

### **Zuid-Afrika** wil grootste **telescoop** in zuidelijk halfrond bouwen

Het wordt het "reuzenoog van Afrika", de grootste telescoop in het zuidelijk halfrond. De telescoop heet officieel *Southern African Large Telescope (SALT)* en zal sterren kunnen zien die een miljard keer te lichtzwak zijn om met het blote oog te worden gezien en gebeurtenissen kunnen waarnemen die plaatsvonden toen het heelal tien keer jonger was dan nu. SALT zal worden gebaseerd op een gelijkwaardige recent voltooide telescoop in Texas. SALT maakt gebruik van 91 identieke zeshoekige spiegels die goedkoper zijn dan de dure parabolische spiegels. Hoewel de kijker slechts 70% van de hemel zal kunnen afspeuren zal dit tegen een lage kostprijs gebeuren. Door zijn ligging in het zuidelijk halfrond zal SALT goed het zwart gat in het centrum van ons melkwegstelsel en de *Magellaanse Wolken* kunnen bestuderen. De telescoop zal ook een rol spelen bij de speurtocht naar *planeten rond andere sterren*.

Voor Zuid-Afrika wordt de telescoop een wetenschappelijk visitekaartje met een aantal interessante neveneffecten: nieuwe jobs in een streek met grote werkloosheid en extra kansen voor studenten en wetenschappers.



Een computerbeeld van de toekomstige SALT-telescoop in Sutherland (SALT)

## Internationale actualiteit

Europa keurt pakket **wetenschappelijke missies** goed

**Op 11-12 oktober keurde het comité van het Wetenschappelijke Programma van ESA een pakket van wetenschappelijke missies voor de periode 2008-2013 goed.**

**BepiColombo** is de vijfde "hoeksteenmissie" van het Horizon 2000-programma en zal in 2009 in samenwerking met Japan gelanceerd worden. Dit project zal een ambitieuze missie naar Mercurius uitvoeren. (meer informatie in *Space Connection 31*)

**GAIA** is een andere "cornerstone" die vooral de samenstelling, het ontstaan en de evolutie van ons melkwegstelsel moet analyseren. Dat zal gebeuren door het met nooit eerder geziene nauwkeurigheid in kaart brengen van een miljard sterren. GAIA moet ten laatste in 2012 gelanceerd worden. Het initiatief kan gezien worden als een opvolger van het succesvolle *Hipparcos*-project (1989-1993) en zou eveneens een revolutie in de astrometrie moeten veroorzaken. Maar waar *Hipparcos* vooral afstanden en bewegingen van sterren in de buurt van de zon en de aarde waarnam, zal GAIA hetzelfde doen voor bijna het hele melkwegstelsel. GAIA zal vijf jaar lang waarnemingen verrichten en per dag ongeveer 100 planetoïden in het zonnestelsel, 50 in andere sterrenstelsels exploderende sterren en 300 verre quasars ontdekken.

**LISA (Laser Interferometer Space Antenna)** is een andere "hoeksteenmissie" en moet in samenwerking met de NASA gravitatiegolven onderzoeken. Drie sondes zullen vanuit hun baan om de zon met laserbundels nauwkeurig hun onderlinge afstand bepalen. Kleine veranderingen in deze afstanden zullen gravitatiegolven onthullen, die een belangrijke rol spelen bij processen zoals het ontstaan van zwarte gaten. De waarneming van dergelijke golven moet de relativiteitstheorie van

Einstein bevestigen of misschien wel aanpassen. Men verwacht ook dat ze een heel nieuwe "kijk" op het heelal zullen geven door geen gebruik te maken van licht, röntgenstraling of radiogolven, maar van de trillingen van de ruimte zelf. Misschien worden wel gravitatiegolven waargenomen, die afkomstig zijn van het ontstaan van het heelal zelf.

In samenwerking met de NASA wordt de **Next Generation Space Telescope (NGST)** gebouwd. Deze telescoop wordt in het Lagrange-punt L2 van de zon en de aarde gebracht en geen onderhoudsbeurten krijgen zoals de huidige Hubble-telescoop die zich in een baan om de aarde bevindt. Hij moet een hele reeks objec-

ten waarnemen die zich zowel in als buiten ons melkwegstelsel bevinden.

De **Solar Orbiter** moet de opvolger worden van de huidige succesvolle SOHO- en Ulysses-projecten en de Europese traditie van onderzoek van de zon verderzetten.

Als reserve-project werd **Eddington** gekozen. Net als de vorige twee is dit een *flexi*-project (zie ook actualiteit in *Space Connection 32*). Eddington moet onder meer de evolutie van sterren onderzoeken en op zoek gaan naar bewoonbare planeten rond andere sterren. De uitvoering ervan hangt af van de planning van LISA en de NGST.



Twee van de vier Clustersatellieten. (document ESA)



