

33

Décembre 2000

SPACE CONNECTION

DOSSIER Quand l'espace
descend dans les écoles



Sommaire



- 03 Dossier: Quand l'espace descend dans les écoles**
- 06** Tout sur les microfusées
- 08** Mirages gravitationnels : quand l'astrophysique se cache au fond d'un verre à vin
- 09** La physique ? Simple... comme une (belle) histoire !
- 11** Le nez dans les étoiles, même en plein jour
- 12** L'Agence Spatiale Européenne se branche sur les jeunes
- 13** Toute une planète à (re)découvrir grâce à la télédétection
- 18** La tête dans les nuages... ou quand la NASA compte sur les élèves du monde entier
- 20** Cap sur les étoiles
- 21** Quelques pistes pour en savoir plus

- 23 Actualités belges**
- 25 Actualités internationales**



**Services fédéraux des affaires
scientifiques, techniques
et culturelles (S.S.T.C.)**

Space Connection est une lettre d'information éditée par les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (S.S.T.C.) contenant des informations sur les réalisations récentes dans le domaine spatial. Cette lettre d'information s'adresse à tous les passionnés de l'espace et en particulier aux jeunes.

**Comment obtenir gratuitement
le Space Connection ?**

Envoyez vos nom et adresse à la :

**Cellule Relations publiques
Secrétariat général
S.S.T.C.**

Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles
ou envoyez un e-mail à
dhae@belspo.be

<http://www.belspo.be>

Editeur responsable:

Ir. Eric Beka
Secrétaire général des S.S.T.C.

Rédaction:

Cellule Relations publiques
Secrétariat général
S.S.T.C.
Rue de la Science, 8
1000 Bruxelles

Collaboration extérieure:

Benny Audenaert, Paul Devuyt,
Christian Du Brulle (dossier),
Théo Pirard, Steven Stroykens

Coordination:

Patrick Ribouville

Gestion des abonnements:

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

Photo de couverture:

Le Service Outreach de l'ESA a obtenu qu'1% des ressources disponibles sur la station spatiale internationale soit réservé à des initiatives d'étudiants. Cette photo de la station a été prise le 9 décembre 2000 depuis la navette spatiale Endeavour (document NASA).

Numéro 33 - Décembre 2000

Introduction

Quand l'*espace* descend dans les *écoles*

Etudier l'espace, conquérir l'espace, utiliser l'espace, vivre à l'ère spatiale... Alors que le XXI^e siècle démarre, tout cela nous semble évident. Presque un jeu d'enfant. Pourtant, si les fruits de la conquête spatiale sont aujourd'hui à notre portée, c'est parce que des générations et des générations de scientifiques, de techniciens, de chercheurs et même de philosophes n'ont cessé de réfléchir à ce que nous sommes, au monde dans lequel nous vivons et à ce qui entoure notre planète. Ils ont ensuite échafaudé de multiples projets et travaillé à leur réalisation. Certains ont débouché sur des succès éclatants. Des satellites tournent au-dessus de nos têtes, des sondes voguent aux confins du système solaire, des navettes et des stations orbitales habitées nous rappellent chaque jour les étapes déjà franchies.

Aujourd'hui, un autre de ces incroyables projets se réalise sous nos yeux : la construction d'ISS, la station spatiale internationale. Toutefois, il ne s'agit pas là d'un aboutissement en soi ! Au contraire, comme toutes les précédentes conquêtes du ciel, ce n'est qu'une nouvelle pièce du puzzle. Pour aller demain sur Mars et en revenir sain et sauf ou pour sortir du système solaire, tout ou presque reste à inventer. Les scientifiques et les techniciens ont encore du pain sur la planche !

[suite page 04]

Or, que remarquent aujourd'hui avec inquiétude les pouvoirs publics, les écoles, les universités mais aussi les entreprises actives dans le secteur spatial ? Une incroyable désaffection pour les études scientifiques ! Les sciences, qui ont permis à l'Humanité de quitter son berceau, n'ont plus la cote auprès des jeunes générations ! Les étudiants se détournent de plus en plus des études scientifiques et techniques au profit d'autres. En informatique et en électronique par exemple, il y a déjà pénurie de spécialistes sur le marché du travail...

Les responsables d'université et les pouvoirs publics qui organisent l'enseignement ont tiré la sonnette d'alarme. Voici qu'à présent, ce sont les agences spatiales et les industries du secteur qui s'inquiètent. Les étudiants d'aujourd'hui ne sont-ils pas leurs ingénieurs et leurs scientifiques de demain ? Si les labos et les salles de cours sont aujourd'hui désertés, qui rejoindra demain leurs équipes de terrain ? Qui imaginera de nouveaux projets spatiaux, de nouveaux instruments, de nouveaux modes de propulsion pour les lanceurs, les sondes automatiques de nouvelle génération et les vaisseaux habités capables de quitter l'environnement terrestre et lunaire ?

Au printemps 2000, une centaine de spécialistes rassemblés par l'IAF (*International Astronautical Federation*, la fédération astronautique internationale), a réfléchi pendant plusieurs jours aux moyens à mettre en œuvre pour redorer le blason des sciences et susciter des carrières scientifiques. Leurs travaux n'ont pas livré de recette miracle.



↑ Les clubs d'astronomie sont d'excellents lieux de rencontre pour passionnés du ciel et amateurs de sciences. (document CDB)

Toutefois, ils ont permis d'examiner cette problématique sous toutes ses coutures et d'avancer un nombre substantiel de pistes.

Ainsi, les agences spatiales n'ont pas attendu que la situation se dégrade pour mettre sur pied toute une série d'initiatives afin de susciter auprès des jeunes le goût des sciences. Elles développent des programmes de collaboration avec l'enseignement, fournissent du matériel de cours spécifique ou encore organisent divers concours à l'attention de ce public. L'an dernier, l'ESA, l'Agence spatiale européenne, avait ainsi invité plus d'une dizaine de classes d'écoles secondaires à visiter le port spatial de l'Europe à Kourou, en Guyane française, en marge du lancement d'*XMM*, le satellite d'astronomie X. Cette année, ce sont des vols paraboliques qui sont accessibles aux étudiants universitaires ayant élaboré un projet d'expérimentation scientifique à réaliser en microgravité.

Aux Etats-Unis, au Canada, ou encore au Brésil ou en France, les agences nationales rivalisent aussi d'ingéniosité pour encourager la culture scientifique. Et il en va de

même pour d'autres organisations internationales dont le ciel constitue le principal outil de travail. L'*ESO* (*European Southern Observatory*), l'observatoire austral européen en est un exemple. Dans certains pays, comme l'Italie, les pouvoirs publics se sont aussi intéressés au spatial comme médium didactique. "Nous avons finalement intégré l'espace dans les cours afin de permettre aux étudiants de "sortir" de leur classe", explique le professeur Sandra Perugini-Ciogni, du Ministère italien de l'Education. "Cela a non seulement permis aux élèves d'élargir leurs horizons mais aussi de décroisser toute une série de disciplines scientifiques. Ce qui les a rendues plus attractives", précise-t-elle.

De leur côté, les entreprises privées actives dans le secteur astronautique redoublent également d'efforts dans ce sens. Aux Etats-Unis comme en Europe, les initiatives se multiplient. *Lockheed Martin* par exemple, a réalisé l'an dernier une brochure spécialement destinée aux professeurs intéressés par la "semaine de l'espace" (*Space week teacher's kit activities booklet*). On y retrouve des informations pratiques pour





réaliser en classe une foule d'activités en relation étroite avec la microgravité, l'astronomie, le Soleil, le développement durable. De son côté, *Boeing*, un des partenaires américains de la NASA pour la construction d'ISS, la station spatiale internationale, a publié un épais syllabus consacré à ce vaste projet. Il est destiné aux élèves des écoles primaires et secondaires (par gammes d'âges) et à leurs professeurs. On y retrouve une impressionnante série d'activités réalisables en milieu scolaire. Cela va de la configuration de la station aux problèmes d'habitat en orbite, d'environnement spatial et de recyclage de l'eau à bord en passant

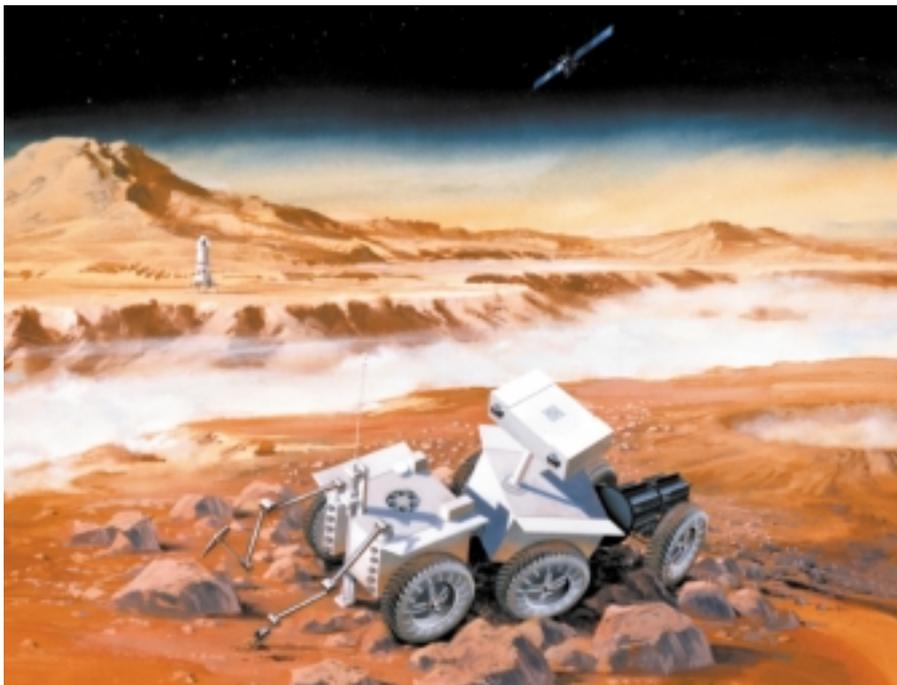
par la collaboration internationale, l'observation de la Terre, la cristallographie et l'analyse spectrale.

Enfin, pour (re)donner le goût des sciences aux jeunes, les centres d'enseignement et de formation, les acteurs institutionnels et les entreprises ne sont pas les seuls aux commandes. Lors du colloque de l'IAF, les représentants de clubs et d'associations para-scolaires regroupant des jeunes passionnés par les sciences et par l'aventure spatiale sont également venus témoigner de leurs expériences et du succès qu'ils rencontrent auprès du jeune public. *"Nous proposons des activités alléchantes"*, ont-ils expliqué. *"Des activités à la fois intellectuelles et manuelles. On imagine une fusée, on la développe, on la perfectionne mais dans le même temps, on la bricole. La démarche mentale s'accompagne d'une*

activité manuelle puis bien sûr, dans le cas d'une fusée expérimentale, de son tir lors d'une véritable campagne de lancement. Cette finalité spectaculaire fidélise les participants au projet", notaient-ils.

Un responsable d'établissement scolaire, qui participait également au colloque de la fédération astronautique internationale, a bien compris la complémentarité que de telles associations peuvent offrir à l'enseignement. Mais il a aussi lancé un appel aux industriels et aux agences pour qu'elles intensifient leur collaboration avec les écoles. Notamment en leur proposant, au-delà de la classique visite d'entreprise, des pistes d'activités et des fiches pratiques permettant de faire réellement descendre l'espace dans les salles de cours et ainsi montrer que les sciences... sont partout et qu'elles concernent tout le monde !

↓ Si les salles de cours sont aujourd'hui désertes, qui imaginera de nouveaux projets spatiaux ?
(document NASA)



Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Tout sur les *microfusées*

L'espace en classe ? Dès qu'on aborde ce thème, une des premières images qui vient à l'esprit concerne bien entendu les moyens qui nous permettent de quitter notre Terre : les lanceurs !

Ariane, le programme Apollo, les navettes: ces engins ont déjà fasciné plusieurs générations d'étudiants. Pourquoi dès lors ne pas les faire rentrer directement dans les salles de cours ? Bien sûr, il ne s'agit pas de collecter des pièces d'Ariane 5 ni de collectionner les boulons de lanceurs Delta. Mais bien d'élaborer et de mettre en œuvre des microvoiture des mini fusées. Et si la pyrotechnie rebute, pourquoi ne pas tout simplement recycler en classe les bouteilles en plastique de boissons gazeuses ? Elles feront d'excellentes fusées à eau et... d'intéressants outils pédagogiques ! Alors... Allumage dans vingt secondes ?

La fusée à eau

On le sait, les fusées fonctionnent sur le principe de la réaction. En éjectant les gaz de combustion par leur tuyère, elle s'élèvent en sens opposé. Ce principe d'action-réaction est dû à Newton, l'astronome et physicien anglais. Il précise qu'à toute action correspond une réaction égale mais dirigée dans le sens opposé. Ainsi, lorsqu'un canon tire un boulet (l'action),

il recule (réaction). Mais comme le canon est plus massif que le boulet, il reculera peu par rapport au projectile.

Le premier à avoir imaginé transposer ce principe aux fusées est un savant russe: *Konstantine Edouardovitch Tsiolkovski*. En 1903, il proposa une expérience originale : celle du pêcheur démuné de rame et "perdu" au milieu d'un lac. Heureusement pour lui, il disposait dans sa barque d'un certain nombre de grosses pierres. Pour regagner la rive, le pêcheur les a lancées une par une vers l'arrière de sa barque, en utilisant à chaque fois la plus grande force possible. Ce "moteur" l'a fait progresser vers la rive. Comment ? Simplement grâce au principe d'action-réaction. En lançant les pierres vers l'arrière, il exerçait sur chacune d'elle une force égale à celle exercée sur sa main (mais en sens inverse) par la pierre en question. Ce qui l'a propulsé (lui et sa barque), vers le rivage.

Dans le cadre de la fusée à eau, c'est également ce principe qui est mis en œuvre. C'est l'eau sous pression s'échappant de l'engin

qui propulse la fusée. Le matériel de base pour mettre au point une fusée de ce genre est des plus simples. Les élèves du collège du Sartay à Embourg, qui ont travaillé toute l'année dernière sur un projet de fusée à eau dans le cadre du concours Expo-Sciences, vous livrent ici quelques-uns de leurs secrets de fabrication.

"Nous avons utilisé des bouteilles en plastique d'1,5 litre de boissons gazeuses, expliquent-ils. Pour leur assurer une certaine stabilité, il a fallu tester différentes sortes d'ailerons. Nos premiers modèles portaient dans tous les sens. C'est une question de centre de gravité. Nous avons aussi pensé à lester certains modèles.

Pour propulser la fusée, un système de pompe avec manomètre a été mis au point ainsi qu'un pied servant de base de lancement. La "mise à feu" se faisait en débloquent une valve. En fait, il s'agit d'un raccord pour tuyau d'arrosage de jardin. Afin de pouvoir récupérer nos fusées sans trop de casse, nous avons aussi bricolé un système d'ouverture de parachute et d'ogive compressible. C'est elle qui s'écrase lors de l'atterrissage et non toute la fusée".



↑ Projet de fusée à eau des élèves du collège du Sartay à Embourg. (document CDB)

↓ Les réalisations des jeunes n'ont rien à envier à leur grande soeur Ariane. (document CDB)





← Pour construire une microfusée, un matériel simple suffit. (CDB)

Les fusées élaborées par le groupe *Water rockets, Sartay 2000 team* ont également fait l'objet de mesures en vol. Notamment afin de déterminer l'altitude atteinte par les différents modèles, dont un impressionnant assemblage multi-étages ! Le record d'altitude engrangé par ces fêrus d'astronautique culmine à 32 mètres ! Pas mal, pour de simples bouteilles "bricolées" et lancées depuis la cour de l'école !

L'utilisation de tels engins peut donner lieu à une démarche du type *OTHERIC (Observation, hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation, conclusion)*, utilisée par l'*ANSTJ (Association nationale Sciences Techniques Jeunesse)* en France lors d'activités au sein de ses clubs aérospatiaux. L'objectif de l'*ANSTJ* est de favoriser la pratique des sciences et des techniques auprès du plus grand nombre de jeunes en les incitant à recourir à la démarche expérimentale. Dans le cas de la fusée à eau, les équipes testeront différents paramètres influençant le vol de leur engin : quantité d'eau dans la bouteille et pression par exemple. Au fil des lancements et de l'enregistrement des paramètres de vol (durée, altitude), les par-

ticipants optimiseront le vol de leur fusée... tout en passant par les diverses phases "otheric".

Les fusées à poudre

C'est également l'*ANSTJ* et ses clubs aérospatiaux qui, en collaboration avec le *CNES*, organise chaque année la campagne de lancement de fusées expérimentales. Lors de ce "festival de l'espace", les réalisations des clubs (micro fusées, mini fusées et fusées expérimentales) sont lancées depuis une base militaire (bien dégagée) en France. De nombreuses campagnes de ce genre ont déjà eu lieu dans la région de Bourges. Ces deux dernières années, c'est depuis le Larzac que les tirs ont lieu pendant les mois d'été. Le *CNES* fournit à tous les clubs participants les propulseurs à poudre. Ces propulseurs sont fabriqués suivant de strictes mesures de sécurité par des industriels spécialisés. D'ailleurs, leur mise en œuvre est exclusivement réservée aux professionnels. Ce sont eux qui lors des campagnes, assurent les mises à feu. Sécurité avant tout, donc, mais aussi, priorité aux sciences. En prenant la pyrotechnie en charge, les spécialistes de l'agence spatiale française per-

mettent ainsi aux membres des clubs de se concentrer sur l'essentiel : la construction de leurs lanceurs et des instruments de bord !

Mini, micro ou expérimentale ?

Les micro fusées sont faites de quelques dizaines de grammes de carton et de balsa. Elles comprennent en outre un système de freinage rudimentaire (une large banderole de plastique) et un moteur "cartouche". Lors du décollage, elles atteignent des vitesses de l'ordre de 200 Km/h. Suivant les conditions climatiques, elles peuvent atteindre des altitudes voisines de 100 à 150 mètres.

Avec les mini fusées, on passe à la taille supérieure. Il s'agit d'engins allant jusqu'à 1m50 et affichant un poids au décollage compris entre 1 et 2 kilos. Elles grimpent à 500 mètres d'altitude environ avant de revenir sur Terre grâce à un véritable parachute.

Enfin, la fusée expérimentale, c'est un peu la dernière étape avant Ariane ! Fruit d'une intense année de travail, la fusée expérimentale et ses dix kilos dépasse les deux kilomètres d'altitude. Elle concerne souvent les plus de 20 ans, étudiants dans le cycle supérieur ou ingénieurs confirmés animés par une passion astronautique dévorante. A leur bord, on découvre une série de véritables systèmes "professionnels" d'enregistrement des données du vol et

un concentré d'expériences scientifiques et techniques.

Et le lancement (virtuel) d'un satellite !

Enfin, après l'élaboration de lanceurs, il est temps de passer à la phase suivante : la satellisation d'un engin autour de notre planète ! Grâce à l'initiative prise l'an dernier par le professeur Joachim Köppen de l'Observatoire de Strasbourg, la satellisation d'un mastodonte de sept tonnes ou le lancement d'une mini lune artificielle autour de notre planète est désormais un jeu d'enfants ! En collaboration avec quatre étudiants de l'École supérieure de physique de Strasbourg, il a élaboré un logiciel simulant de tels tirs. En quelques clics de souris, les internautes se retrouveront ainsi aux commandes d'une base de lancement de fusées modulables à souhait : choix des étages de propulsion, charge utile variable, puissance des moteurs, type et masse du carburant à utiliser etc. Ce logiciel accessible gratuitement permet d'étudier en détail la trajectoire ascensionnelle et l'orbite atteinte. Cette base de lancement virtuelle n'est pourtant pas le seul logiciel que propose l'enseignant strasbourgeois. De nombreux autres petits programmes destinés à l'enseignement, à la mise en pratique ou même à l'exploration de systèmes physiques sont disponibles sans frais sur le même site.

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

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Les mirages gravitationnels, vous connaissez ? Faciles ! répondent en chœur Michaël, Olivier et Michael (sans tréma sur le "e" cette fois !), trois élèves de 17 ans qui fréquentent le collège Don Bosco à Woluwe-St-Lambert! Eux aussi ont participé à la dernière édition de l'Expo Sciences. Suite à un concours de circonstances et quelques solides liens d'amitiés, ils ont plongé ensemble dans cette bizarrerie astrophysique que sont les mirages gravitationnels. "C'est devenu une réelle passion", avouent les trois amis.

↑ Le phénomène des lentilles gravitationnelles a été observé par le télescope spatial Hubble. (document Stsci/NASA)

→ L'Equipe du collège Don Bosco de Woluwe-St-Lambert présentent leur expérience à l'Expo Sciences. (document CDB)



Mirages gravitationnels : quand l'*astrophysique* se cache au fond d'un verre à vin

Leur but était de mettre sur pied pour l'Expo Sciences une présentation rigoureuse mais accessible de ce phénomène. Une sorte "d'élocution" d'une dizaine de minutes. Le défi était ambitieux. Ils l'ont relevé haut la main. Comment ? Tout d'abord en interrogeant certains des plus grands experts en astrophysique du pays. Forts de leurs explications, mais aussi de leur documentation glanée dans des revues spécialisées et d'un matériel étonnant (quelques pieds de verre à vin, une source lumineuse ponctuelle, une boule de pétanque, une balle de ping-

pong et un étrange cerceau tendu d'une toile de jute simulant une grosse tranche de notre univers), ils se sont lancés dans des explications précises de ce phénomène entrevu par Einstein, démontré par Eddington en 1919 et spectaculairement observé depuis par le télescope spatial Hubble !

Les mirages gravitationnels sont des images déformées d'objets célestes lointains. La déformation de ces objets est due à un autre objet céleste massif (par exemple une galaxie ou un amas de galaxies) situé entre cette

source lointaine et nous. Ces galaxies agissent comme des lentilles en déviant les rayons lumineux de l'objet observé. La source ponctuelle lointaine apparaît ainsi sous forme d'arcs lumineux. En fait, c'est la masse des galaxies intermédiaires située sur la ligne de visée qui fléchit les rayons lumineux que nous envoie l'objet observé. Un phénomène qu'Albert Einstein prévoyait dans sa théorie de la relativité générale.

Les pieds de verres à vin servent à nous montrer "en direct" à quoi ressemblent ces fameux

mirages gravitationnels. En regardant la source lumineuse ponctuelle au travers de ces pieds (d'imparfaites lentilles optiques agissant comme les lentilles gravitationnelles de l'Univers), l'image qui parvient à notre œil est déformée. On y observe d'étranges arcs lumineux, voire même un anneau en cas d'alignement parfait. Exactement comme sur les images prises par le télescope spatial... à des milliers d'années lumières de la Terre ! Qui a dit que l'astrophysique était strictement réservée au troisième cycle universitaire ?

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Depuis plusieurs mois, la Belgique, tout comme 22 autres pays européens, s'interroge sur l'attitude à adopter afin d'intéresser le public le plus large et en particulier les jeunes à la physique.

La *physique* ? Simple... comme une (belle) histoire !



↑ Des cours de physique, ici sur le vide, sont aussi proposés aux stagiaires de l'Euro Space Center à Transinne. (document CDB)

L'ESA, l'Observatoire austral européen (ESO) et le CERN, le Laboratoire européen de recherche nucléaire, soutenus par l'Union européenne, ont ainsi décidé de lancer une vaste réflexion sur les moyens les plus adaptés à mettre en œuvre pour mettre la "physique en scène" (le projet "Physics on stage"). But avoué de cette campagne de promotion : rendre cette discipline attrayante, "casser" son image de science aride et montrer que les lois de la physique sont omniprésentes dans nos vies. Elles régissent en effet l'Univers, le Soleil, la Terre et donc directement... nos propres existences ! Chaque pays participant à cette grande campagne a organisé des ateliers de réflexion, des colloques, des concours et envoyé en novembre 2000 au CERN, à Genève, ses représentants afin de partager leurs expériences.

Pour le grand public belge (et donc aussi le monde scolaire), l'expérience laissera des traces durables. Notamment au travers d'un site internet recensant toutes sortes d'activités permanentes ou temporaires concernant cette science. Le site est hébergé par l'université de Gand. On y découvrira notamment la liste de musées, de parcs scientifiques, d'universités et d'institutions accessibles à tous. (<http://numat.rug.ac.be/pos>) Mais la physique est-elle réellement inaccessible aux esprits non scientifiques ? *Pas le moins du monde*, répond Eric Lindemann ! Ce professeur de physique au Gymnase (école secondaire)

de Nyon, en Suisse, vient d'ailleurs de le prouver. Il a publié cette année un livre intitulé "Mécanique" aux éditions (belges) De Boeck Université. Et le moins qu'on puisse dire, c'est que cet ouvrage, qui s'adresse aux élèves des dernières années du cycle secondaire, est... décoiffant ! Non seulement, il aborde cette science en prenant comme fil conducteur l'histoire de l'astronomie, mais de plus, il en propose une lecture à deux niveaux. Au texte vient se greffer à la fin de chaque chapitre une série d'exercices pratiques qui ne manqueront pas d'intriguer, d'intéresser voire encore de passionner le lecteur, même le plus réticent à cette matière a priori "rébarbative"!

Quoi de plus étonnant en effet que de calculer son itinéraire de vacances en se basant sur un calcul d'angles effectué au départ des coordonnées terrestres entre le lieu de départ et celui d'arrivée plutôt que de s'en référer classiquement à une carte routière ? Dès les premières pages, on jongle ainsi par plaisir avec quelques données mathématiques, géométriques ou encore... mécaniques de base. Petit à petit, le lecteur se prend au jeu et assimile, presque sans s'en rendre compte, le B.A.-BA de cette branche de la physique. Nous avons demandé à l'auteur de cet ouvrage de nous expliquer sa démarche et... son choix de l'astronomie comme fil conducteur à sa plongée dans la physique.

D'où vous est venue l'idée d'écrire un tel ouvrage ?

Eric Lindemann : *Au commencement de ma carrière, j'ai enseigné la physique dans un gymnase à vocation plutôt humaniste que scientifique. Le défi pédagogique était d'apporter cette branche à une majorité de classes littéraires (latinistes, hellénistes et étudiants en langues modernes) en tentant de vaincre les lourds préjugés et les faibles moyens mathématiques de tels élèves. J'ai eu envie de situer la physique dans un contexte culturel et, après diverses tentatives, j'ai opté pour une démarche historique qui met particulièrement bien en évidence l'approche de la compréhension de la mécanique, la science du mouvement. Un cours s'est organisé qui ne se voulait pas un livre, mais qui a pris peu à peu la forme de cet ouvrage.*

A quoi attribuez-vous le désintérêt des jeunes pour les matières scientifiques ?

Je ne suis pas sûr qu'il y ait un véritable désintérêt pour les matières scientifiques. Il me semble que c'est plutôt les difficultés d'approche de ces branches, l'effort parfois ingrat qui est nécessaire pour les aborder, qui n'est plus à la mode aujourd'hui, dans une société privilégiant le facilement accessible.

A vos yeux, la physique est-elle, dans ce contexte, la science la moins bien perçue du grand public? Si oui, pourquoi ?

Oui, la physique est la science qui pâtit des plus forts préjugés, qui a la plus grande réputation de difficulté. Biologie et chimie ont une relativement meilleure presse par leur côté apparemment plus descriptif, moins rigide et surtout moins mathématique. Les développements actuels de la bio-

logie lui mettent le vent en poupe et l'on a pu voir, ces dernières années, la place grandissante qu'elle prend dans les programmes scolaires, presque toujours au dépens de la physique. Autre cause : la physique a trop souvent été enseignée de manière très formaliste, avec un excès de rigueur cartésienne ; on l'a même fait passer pour une dépendance des mathématiques. La forme a fini par cacher la signification des lois et des idées qu'elle est sensée exprimer. On a parfois procédé comme si d'une langue on n'enseignait que la grammaire, pas la littérature, ou comme si, de la musique, on ne laissait voir que le solfège. Or la physique, c'est des concepts, des grandes idées qui doivent servir à décrire la nature et ne peuvent se cacher derrière de petites formules. Mettre en évidence ces idées nécessite de dépouiller partiellement la physique d'une bonne partie de son formalisme traditionnel. En procédant ainsi on peut montrer que la physique a sa place dans la culture et qu'elle n'en est pas une excroissance incongrue réservée à quelques intelligences privilégiées ! Les deux lettres de Voltaire placées en annexe montrent comment la physique peut avoir sa place dans la culture.

Expliquer simplement et à des non scientifiques les théories de la relativité, n'est-ce pas une gageure ?

Oui, c'est un défi. Un défi relevé avec succès par Einstein déjà dans des ouvrages de vulgarisation qui ne contiennent pas la moindre expression mathématique (Voir par exemple "La relativité" de A. Einstein ou "L'évolution des idées en physique" de A. Einstein et L. Infeld). D'autres auteurs s'y sont aussi attelés avec succès, plus récemment. Les théories de la relativité sont construites rigoureusement à partir de postulats et l'on peut, de façon très logique, en parcourir un bon bout de chemin, en restant bien sûr au niveau des idées essen-

tielles, sans s'engouffrer dans des abîmes mathématiques insondables ! Ce cheminement vers des conclusions qui défient parfois le bon sens (c'est-à-dire ce que notre vécu habituel fait prendre pour sensé) est par ailleurs tout à fait passionnant.

Votre livre prend comme fil d'Ariane l'histoire de l'astronomie. Pourquoi ce choix ? Et pourquoi ne pas avoir plutôt choisi un contexte plus ludique ?

Tout d'abord parce que j'ai une formation d'astrophysicien ! Et surtout parce que dans l'histoire de l'astronomie, il y a ce long duel essentiel entre géo- et héliocentrisme dont l'issue repose sur la simple compréhension du mouvement d'un objet tombant du haut du mât d'un navire en déplacement (problème débattu depuis l'Antiquité jusqu'à la Renaissance et résolu dans une expérience mise sur pied en 1641 seulement). On peut aisément faire aujourd'hui l'essai dans un avion en vol ou dans un train, n'est-ce pas ludique ? Et puis aussi parce que l'observation simple du ciel nous offre, à portée de regard, les clés de la compréhension de l'Univers. Savoir le regarder, l'observer, permet de se représenter le cosmos, de s'en faire un modèle ; et ça, c'est exactement la démarche de la science : observer, se représenter, modéliser.

Vous avez choisi de compléter chaque (sous) chapitre par quelques exercices, voire quelques pistes d'activités ou de réflexions. Pourquoi ne pas avoir ajouté dans les annexes du livre les corrigés ?

Le corrigé aurait pris beaucoup de place. J'aurai pu mettre les réponses éventuellement ; mais lorsqu'on a la réponse, on est tenté de procéder de manière à la retrouver. La démarche de l'exercice s'en trouve faussée. La plupart des exercices sont par ailleurs moins difficiles qu'ils en ont l'air !

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Qu'il pleuve, qu'il vente, que le ciel soit plombé par une épaisse couche de nuages bas ou qu'au contraire, le firmament soit radieux : à Bruxelles, il y a toujours moyen de se plonger quelques heures durant dans une belle et claire nuit étoilée !



↑ Nous ne sommes pas le centre de l'Univers ! L'Histoire nous apprend que l'astronome polonais Nicolas Copernic l'avait prédit... dès le 16^e siècle. (document CDB)

Le nez dans les étoiles, même en plein jour

Le nom de ce miracle tient en un mot : planétarium. Les habitués du plateau du Heysel connaissent bien sa structure imposante. Sa coupole de 27 mètres de diamètre et de 14,5 mètres de haut ne passe pas inaperçue lorsqu'on gagne, par exemple, le stade Roi Baudouin tout proche. Mais ce gigantesque demi ballon de football n'est pas un temple du sport. Ou alors il s'agit de sport... cérébral ! Celui qui jongle avec les lois de l'astrophysique, de la structure de l'Univers, de la place qu'y occupe notre galaxie, la Voie Lactée ou encore l'incessant ballet des planètes autour du Soleil.

Des matières rébarbatives ? Sans doute de prime abord. Mais au planétarium, qui n'est autre que le service éducatif de l'Observatoire Royal de Belgique, on est là pour les vulgariser. "Et pour les vulgariser intelligemment", précise René Dejaiffe, le directeur des lieux. "Trois programmes, accessibles à tous les niveaux scolaires comme au grand public sont proposés à horaires réguliers. "Vers les étoiles" est une présentation

qui s'adresse aux enfants des écoles primaires. On y découvre notamment le ciel nocturne et l'histoire de l'astronomie. "Réel et apparent" est plus complexe et fait appel à quelques notions de physique de base. Il présente le ciel en mouvements : celui des étoiles au cours de la nuit, celui des planètes et celui de notre satellite naturel, la Lune. C'est un thème particulièrement bien adapté aux élèves du secondaire. Enfin, "Le système solaire et les éclipses" s'adresse à tous." Ce dernier programme, on s'en doute, a eu pas mal de succès l'an dernier, lors de l'éclipse totale de Soleil visible dans le sud de la Belgique au mois d'août.

↓ Le Planétarium à Bruxelles. (document CDB)



Une critique formulée régulièrement à l'encontre du planétarium porte sur sa "vétusté". "Il est vrai", concède son directeur, "que le planétaire, l'instrument optique qui nous permet de simuler le ciel sur la coupole, est ancien. Il date de 1935 ! En 1958, pour l'Exposition universelle de Bruxelles, il a subi une première modernisation, suivie d'une seconde en 1976. Mais bien que régulièrement entretenu, il vieillit. Ses engrenages se grippent. Ses circuits électriques s'usent et les lampes qui lui permettent de projeter le ciel sont quasi introuvables. Il s'agit d'un planétaire Zeiss "modèle 2". Actuellement, la maison allemande qui les

fabrique propose sur le marché des "modèles 8". L'idéal serait de le remplacer. C'est une question de budget et... d'Histoire ! Le planétaire a été offert à la Belgique par l'Allemagne après la première guerre mondiale, en guise de dommages de guerre !"

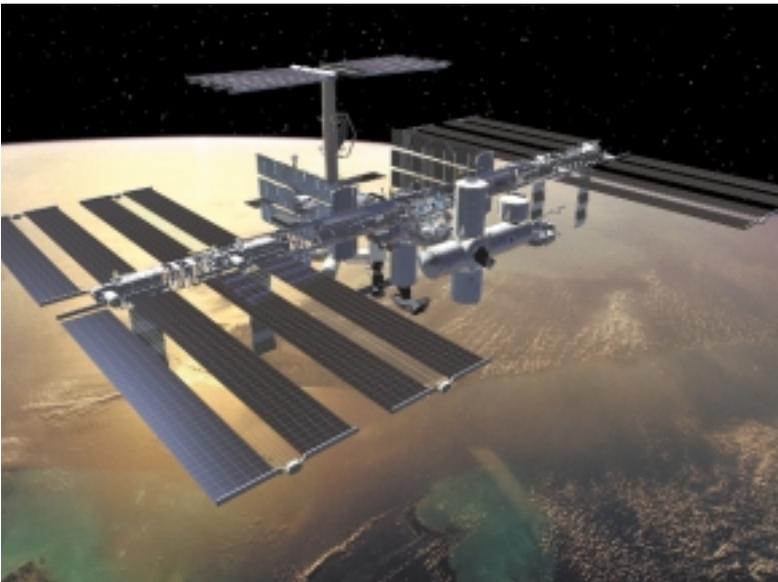
Malgré l'âge honorable (mais pas encore tout à fait astronomique) de cet instrument, les présentations proposées tout au long de l'année n'en ont quasi jamais souffert. "Ces douze dernières années, nous n'avons dû supprimer que deux séances à la suite d'un incident technique", confirme René Dejaiffe. Mais si la machine souffre du poids des ans, les programmes pédagogiques qui y sont proposés ont eux subi un fameux lifting en 2000. Réactualisés, ils ont également été "remusicalisés". Ils restent un régal pour tous les curieux du ciel qui veulent lever un coin du voile sur... les mystères de l'Univers !

Le planétarium de l'Observatoire royal de Belgique
Avenue de Bouchout, 10
B-1020 Bruxelles.
Renseignements et réservations :
02-474.70.50 ou 02-474.70.69

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

L'ESA ne se préoccupe pas uniquement du développement de lanceurs, du suivi de satellites ou de la formation d'astronautes. Parmi les nombreuses activités qu'elle orchestre tout au long de l'année, il en est une série qui intéresse tout particulièrement les jeunes.

L'Agence Spatiale Européenne se branche sur les jeunes



↑ Le Service Outreach de l'ESA a obtenu qu'1% des ressources disponibles sur l'ISS soit réservé à des initiatives d'étudiants. (document NASA)

Il s'agit des activités proposées par l'*Office for education projects and outreach activities*. Ce service basé à l'ESTEC (le site de l'ESA implanté aux Pays-Bas) vise à promouvoir le savoir spatial auprès des jeunes, à leur donner le goût des sciences qui intéressent directement les activités de l'agence et, qui sait, à susciter de nouvelles carrières dans ce vaste secteur. Comment procède-t-elle pour atteindre ces objectifs ambitieux ? Notamment en

organisant ou en participant à des activités destinées à son public-cible. Et quelles activités !

Ces derniers mois, quelques-unes de ses initiatives internationales ont tenu en haleine des milliers de jeunes Européens ! A commencer par la nouvelle campagne de vols paraboliques pour étudiants. Cette campagne, qui devrait se répéter d'année en année, permet aux étudiants dont les projets sont retenus de réaliser leurs

expériences en microgravité. C'est à bord de l'Airbus A-300 "Zero-G" de Novespace que les expériences en question sont menées par les équipes qui les ont conçues. Pour les étudiants retenus, c'est là une occasion unique de tâter personnellement et en direct des effets de la quasi "non gravité" que procure un tel vol. En octobre 2000, quelque 120 étudiants venus de différents pays européens se sont ainsi retrouvés à Bordeaux pour une campagne de vols. Parmi ces étudiants, on dénombrait pas moins de quatre équipes belges différentes !

Un autre projet destiné aux jeunes n'est autre que le programme baptisé "la physique en scène", qui était co-organisé par l'ESA, l'ESO et le CERN, le laboratoire européen pour la recherche nucléaire basé à Genève. On notera également le projet "SSETI" (*Student space exploration and technology initiative*) qui veut impliquer plus de 10.000 étudiants dans de véritables missions spatiales. Par exemple en les faisant collaborer à la mise au point puis à la réa-

lisation d'un micro-satellite ! Une initiative qui n'est pas sans rappeler le projet *Eduproba* ! (voir *Space Connection 32*)

Parmi les derniers projets lancés par le service *Outreach* de l'agence, on ne peut passer sous silence celui baptisé "teach and track", véritable projet de coopération au développement. Il concerne les étudiants universitaires d'Europe et... les élèves des écoles de pays en voie de développement ! Les étudiants européens, muni d'un petit dispositif de réception satellitaire, sont invités à sillonner les pays moins favorisés afin de rencontrer les populations scolaires locales et ce dans le but de les initier aux ressources spatiales telles la communication ou la télédétection. Enfin, le service *Outreach* de l'ESA est également actif à d'autres niveaux que ceux strictement étudiants. Ainsi, il a obtenu qu'1% des ressources disponibles sur ISS, la station spatiale internationale, soit réservé à la réalisation d'expérimentations proposées par des étudiants !

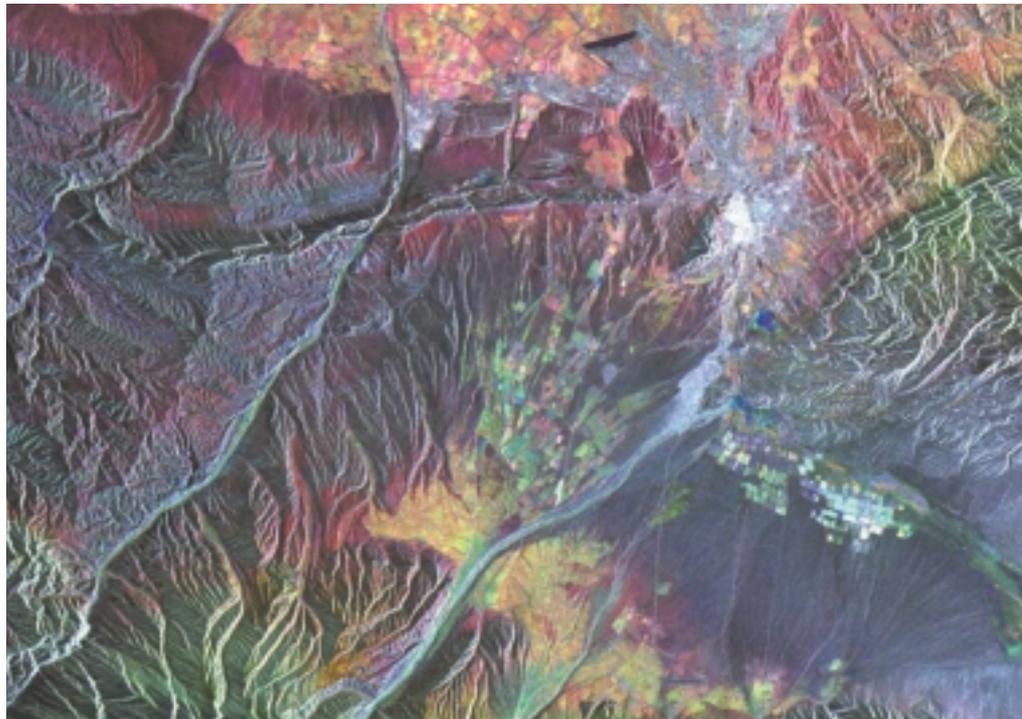
Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Toute une planète à (re)découvrir grâce à la **télé-détection**

Qu'est-ce qui intéresse directement le prof de géographie, celui d'anglais, de sciences ou encore de maths et qui nous vient du "ciel" ? Mais les images satellitaires de télé-détection aussi !

On y découvre des pays, des régions, de couverts agricoles, forestiers, urbains et même des clichés de quartiers et de rues, voire de jardins. Sur les images affichant une résolution de l'ordre du mètre, on observe même l'évolution de la densité du trafic automobile. Ces étonnantes photographies de notre planète prises par les satellites tournant à 700 et 800 kilomètres au dessus de nos têtes sont bien disponibles sur le web ou sur divers types de supports. Encore faut-il savoir où chercher pour trouver des documents de qualité et... intéressant directement le public scolaire belge ! C'est ici que les SSTC, les Services fédéraux des affaires scientifiques techniques et culturelles viennent à la rescousse.

Dans le cadre des engagements pris par la Belgique à l'égard de l'Agence Spatiale Européenne et du programme français SPOT relatif aux satellites d'observation de la Terre, un programme national de recherche en matière de télé-détection par satellite (TELSAT) a été lancé en 1986 par les SSTC. La télé-détection par satellite s'intègre dans un ensemble de techniques avancées pour la collecte, le traitement et l'analyse d'informations relatives à la surface terrestre, l'hydrosphère et l'atmosphère, l'environnement au sens large. Depuis peu, la matière fait officiellement partie du programme de géographie, notamment en cinquième année, dans les réseaux d'enseignement des trois Communautés.



↑ La ville d'Urümqi sur la route de la soie. (document ESA 2000-Eurimage)

C'est donc très logiquement que les SSTC ont développé une série de programmes et d'initiatives en matière d'observation de la Terre destinés à l'enseignement secondaire. Parmi les réalisations de ces dernières années, on notera l'élaboration d'un CD-rom éducatif "Telsat demo" en '95, l'organisation d'un forum jeunesse EURISY à l'Euro Space Center de Transinne en mai de la même année, les posters éducatifs concernant un type d'image spécifique ou une application spéciale en Belgique ou à l'étranger, un dossier observation

de la Terre dans le catalogue de l'exposition Mercator, des panneaux d'exposition concernant des applications de données satellites, exposés en permanence à l'Europlanetarium de Genk et au Heysel, la diffusion d'un numéro du Space Connection, dédié à l'observation de la Terre à l'occasion du 10^e anniversaire de TELSAT, une enquête dans l'enseignement secondaire concernant les besoins et les restrictions à l'introduction de la télé-détection spatiale dans les leçons (99), l'organisation de la visite d'une vingtaine de profes-



Venice

Kazan

Istanbul

Suqatra

Astrakhan

Guryev

Ezurum

Talish

Nukus

Khiva

Tashkent

Bukhara

Samarkand

Medina

Meppoo

Tadmor

Dayr az Zawr

Damascus

Baghdad

Tehran

Mashad

Estanah

Shiraz

Kerman

Bandar Abbas

Kabul

Peshawar

Herat

Kashgar

Karakoram

Parosh

Alexandria

Cairo

0 500

Location of the 8 insets

© CNES 1999, distribution VITO



← Pages 14-15 : Les routes de la soie dont le monde occidental ne prend réellement connaissance de l'existence qu'à travers les récits du vénitien Marco Polo, sont un réseau de pistes caravanières fréquentées depuis l'Antiquité. Ces routes fascinantes qui relient L'Europe à l'Asie ont facilité les échanges culturels et économiques et connaissent actuellement un renouveau. (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).

→ Cette image a été désorientée (le nord est placé vers le bas) pour améliorer la perception du relief. La route relie la ville chinoise de Kashi avec le Pakistan et l'Afghanistan. (document ESA 2000-Eurimage)



seurs à la *Remote Sensing Class* au Space Expo aux Pays-Bas et la diffusion des informations concernant les opportunités ESA et Eurisy.

Ces derniers mois, de nombreux projets ont été mis en chantier et plusieurs d'entre eux ont déjà abouti à des réalisations didactiques concrètes. Épinglons plus particulièrement, la mise en ligne du site web "Edusat", des nouveaux posters thématiques "voyages dans le temps et dans l'espace" ainsi que l'exploitation d'images obtenues par le satellite *Ikonos* de trois grandes villes du pays (Bruxelles, Gand et Liège), la réalisation à l'automne 2000 d'un CD-Rom interactif trilingue baptisé *BEO (Belgian earth observation)* et encore la promotion et la coordination de la participation des écoles belges à l'initiative *EURISY 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

Ce site web éducatif bilingue (français-anglais) a été élaboré par l'Université de Liège en collaboration avec les SSTC. Il succède au site Eduspot de 1995. Son but : familiariser ses visiteurs aux divers types d'images satellitaires. On y trouvera par exemple des clichés de la Belgique pris par les satellites SPOT (résolution panchromatique de 10 mètres et multispectrale de 20 mètres) et des

images obtenues par le satellite Kosmos (résolution de 2 mètres) de la région liégeoise. Les images SPOT de la Belgique offrent une couverture complète du pays et de nombreuses possibilités de recherches ! Accessible à la page "La Belgique vue de l'espace", la collection des images de 6 km sur 6 km de côté au sol (300 x 300 pixels) se complète d'un outil de recherche très pratique pour tenter de déceler votre quartier, votre rue, même votre immeuble ! Une liste de 3624 noms de localités et de lieux-dits du royaume permet en effet d'accéder directement à la zone choisie ! De quoi mettre le cap immédiatement sur l'Atomium, le Westhoek ou le Tombeau du Géant !

www.geo.ulg.ac.be/edusat

Les images Ikonos de trois grandes villes du pays

Parmi les projets soutenus par les SSTC dans le cadre du programme Telsat, trois villes belges (Bruxelles, Liège et Gand) viennent donc de faire l'objet de trois études distinctes réalisées notamment au départ d'images obtenues par le satellite *Ikonos*. La résolution des images obtenues par cet engin est de l'ordre du mètre. C'est dire si la précision de ses données est intéressante pour des projets d'aménagement du territoire, de gestion de l'environnement ou encore, d'étude du développement urbain. "Avant, nous travaillions sur des quartiers", précise une géographe de l'ULB attachée à l'*Igeat*. "A présent, nous avons la possibilité d'y entrer !"

En ce qui concerne Bruxelles, c'est précisément l'*Igeat*, l'*Institut de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire* qui relève de l'Université Libre de Bruxelles, qui a traité les images *Ikonos*. Toutefois, cet institut a également choisi de présenter la ville au moyen d'images obtenues par d'autres satellites, tels SPOT et Landsat, ainsi que par photographies aériennes. Leur site web propose ainsi une vision globale de la capitale. On y découvre notamment une série d'explications historiques et géographiques sur le développement urbain.

En ce qui concerne Gand, c'est l'université de Gand en collaboration avec le service des technologies de l'information de la municipalité qui ont été les partenaires des SSTC pour ce projet. Ici aussi, plusieurs sortes de "clichés" sont accessibles via le réseau Internet. Ils proviennent autant de satellites de télédétection que météorologiques. Des photographies aériennes offrant une définition allant jusqu'à une dizaine de centimètres complètent cette "plongée" urbaine.

Enfin, en ce qui concerne la ville de Liège, c'est également une équipe universitaire qui a travaillé sur le projet. Une équipe déjà bien rodée à ce type de mission puisqu'elle avait déjà développé, en collaboration avec les SSTC, le site éducatif Edusat mentionné ci-dessus.

www.ulb.ac.be/igeat/telgis/bxl
www.geo.ulg.ac.be/liege
www.gent.be/gent/telsat



↑ Le désert namibien s'étend le long de la côte occidentale de l'Afrique. Sur cette image, on remarque également la ville de Walvisbaai. (document ESA 2000-Eurimage)

Les nouveaux posters

Trois nouveaux posters thématiques viennent de sortir de presses. Ils proposent un étonnant échantillon des possibilités offertes par la télédétection en nous emmenant dans un voyage spatio-temporel sur les traces des grands découvreurs de notre planète : *Marco Polo*, *David Livingstone* ou encore *Bartolomeu Diaz*. Chacune de ces affiches suit un thème précis : les routes de la soie eurasiennes, la traversée de l'Afrique du Nil au Cap et une plongée aride dans les différents déserts de la planète. A chaque fois, l'approche est didactique. Aux images générales en basse résolution obtenues par l'instrument Végétation du satellite SPOT sont joints des clichés de détails sur les zones traversées. Des commentaires quadrilingues complètent l'iconographie. Ils illus-

treront parfaitement un cours de géographie, mais aussi d'histoire, d'éducation à l'environnement voire même de langues ! Une précision: destinés à l'enseignement secondaire, ces trois posters thématiques ne sont pas directement distribués par les SSTC mais bien par les services compétents des trois Communautés.

www.geo.ulg.ac.be/eduweb

Le CD-Rom BEO

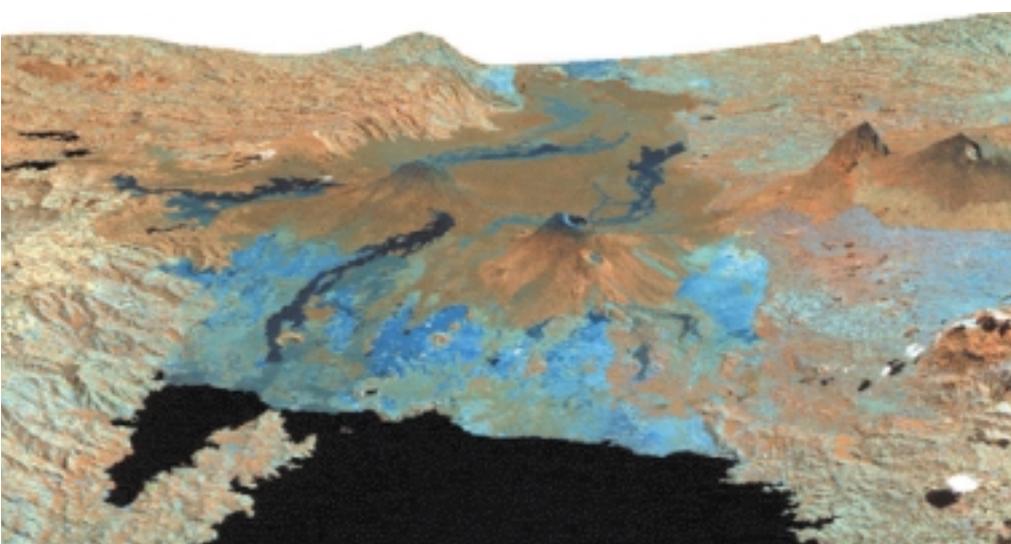
Tout frais tout chaud, le CD-rom intitulé *Belgian Earth Observation* complète avantageusement les informations détaillées dans les posters mentionnés ci-dessus. Non seulement on y trouvera un lexique des termes techniques utilisés en télédétection mais également une information structurée sur cette discipline. Aux principes de base de la télédétection spatiale et au survol des caractéristiques des satellites actifs dans ce domaine viennent s'ajouter plusieurs exemples d'applications concrètes ainsi qu'une information pratique sur l'implication de la Belgique et de son autorité fédérale dans ce domaine.

Enfin, le CD est également interactif. Il contient un programme de traitement d'images qui peut être installé sur le disque

dur d'un poste de travail et qui permet de se familiariser avec cette technique. Deux niveaux sont proposés. Une initiation pas à pas décrivant les principes de base de la télédétection et de l'exploitation des données acquises par les satellites d'observation de la Terre. Vient ensuite un exercice d'approfondissement. Tout comme les trois posters thématiques, ce CD-Rom est disponible via les Communautés du pays.

L'initiative Eurosee d'Eurisy

L'association internationale Eurisy, qui compte parmi ses membres les principaux acteurs astronautiques européens (chercheurs, gouvernements, agences spatiales etc.), met actuellement la dernière main à son projet *Eurosee*, destiné aux écoles secondaires de toute l'Europe intéressées par la télédétection. Ce projet éducatif qui passe par le web vise également à initier les étudiants aux richesses de la télédétection spatiale. On y trouvera à terme des rubriques relatives à l'Europe vue du ciel, le "global change", au suivi des catastrophes naturelles, une collection d'images d'archives, des instruments de traitement d'images, une série de renseignements pratiques tels un dictionnaire de la télédétection ainsi qu'un lieu de discussion. Plus de renseignements sont disponibles sur le site d'Eurisy (www.eurisy.asso.fr) ou encore en prenant contact avec le Eodesk (Earth observation desk) belge dont l'adresse est : eodesk@oma.be.



← Sur cette image du Kivu, on distingue dans les zones basses des forêts galeries (rouge) qui contrastent avec les zones de savane situées plus haut. Le déboisement naturel (couleur bleu ciel) se démarque clairement par rapport aux zones de brûlis (couleur bleu foncé). On constate que les zones touchées par des activités humaines se trouvent à proximité des axes de communication (pistes). (document ESA 2000-Eurimage)

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

L'agence spatiale américaine a depuis longtemps développé toute une série d'initiatives éducatives à l'égard du public scolaire. Il suffit de faire le tour des projets K-12 de la NASA (des projets qui s'adressent aux jeunes en âge de scolarité) pour s'en rendre compte !



(document NASA)

La tête dans les *nuages*...

ou quand la NASA compte sur les élèves du monde entier



(document NASA)

Pointons une de ses initiatives, récente et originale, destinée aux élèves... du monde entier et qui devrait beaucoup intéresser les écoles de Belgique ! La "matière première", en l'occurrence les nuages, étant particulièrement abondante dans le ciel de notre pays.

Avec son projet scientifico-ludico-éducatif baptisé *Scool*, la NASA compte tout simplement sur les écoles présentes dans tous les pays du globe pour affiner un de ses programmes scientifiques concernant le climat de notre planète. Et ce dès l'âge de 9-10 ans. Le projet *Scool* (*Students' cloud observations on-line*, ou en français, programme d'observation des nuages par étudiants sur Internet) a été lancé en 1997. Pour les classes qui y participent, il s'agit d'observer à certains moments précis la couverture nuageuse située juste au-dessus de l'école. Les périodes d'observation sont déterminées par le passage des satellites du projet disposant de l'instrument *Ceres* (*Clouds and earth's radiant energy system*) au zénith du lieu d'observation. Cet instrument étudie les échanges radiatifs entre la Terre et les

nuages. Le premier de ces instruments a été lancé en 1997. En décembre 1999, deux nouveaux *Ceres* ont pris leur envol, à bord du satellite *Terra*, un satellite d'observation de la planète dédié à l'étude des bouleversements climatiques qui affectent notre biosphère.

La Terre réfléchit dans l'espace une partie du rayonnement lumineux et de la chaleur émis par le Soleil. En une année, notre planète n'emmagasine pas ni n'émet plus d'énergie qu'elle n'en reçoit. Mais d'une saison à l'autre, ou encore d'une région à l'autre, des déséquilibres existent. Ils résultent en partie de la circulation de l'atmosphère. Les nuages y jouent aussi un rôle important. Principalement dans les échanges d'énergie. Ils réfléchissent vers le cosmos une partie des rayonnements solaires. Ce qui "refroidit" la planète. D'autres nuages, généralement les plus hauts, jouent par contre aux radiateurs.

Les satellites munis des instruments *Ceres* observent les nuages de haut. Mais leur acuité est parfois prise en défaut. C'est ici

que les observations au sol, réalisées par les écoles, sont importantes pour la NASA. Afin de compléter les données captées en orbite par les instruments Ceres, l'agence spatiale américaine a besoin de données d'observation effectuées depuis le sol. Ceci afin de déterminer selon un autre angle de vue la nature exacte des nuages observés par le satellite. Les données que les chercheurs attendent de leurs jeunes assistants bénévoles répartis tout autour de la planète sont donc des informations précises sur les dates et heures exactes des observations mais aussi (surtout !) sur les types de nuages observés, leurs altitudes, leur opacité ou leur épaisseur à différents niveaux.

Des informations complémentaires relevées au sol sont également nécessaires aux scientifiques. Lors des observations, il faudra donc aussi procéder à des mesures de température, de pression barométrique et d'humidité.

Après chaque observation (dont la fréquence est laissée à la discrétion des enseignants !), les relevés effectués par la classe sont transmis via Internet à la NASA, qui les intègre alors dans ses bases de données. *"Ce programme connaît un succès grandissant"*, explique Carolyn Green, une des promotrices de Scools qui participait en avril dernier au colloque sur "l'espace et l'éducation" organisé par l'IAF en France. *"Nous avons régulièrement de nouvelles écoles qui s'y inscrivent. Pour l'instant, plus de 600 établissements scolaires répartis dans 43 pays différents observent régulièrement les nuages pour Scools. C'est très encourageant !"*

Notons enfin que depuis cette année, un projet complémentaire, mais toujours concernant Scools, a été lancé. Il concerne les traînées de condensation laissées par les réacteurs des avions. Ce sous-programme vise à déterminer si la croissance du trafic

aérien affecte d'une manière ou d'une autre le climat mondial.

Bref, pour les élèves intéressés, c'est une véritable aventure scientifique qui leur est proposée. Un aventure qui s'inscrit dans un important programme de recherches ! Et pour les enseignants, une aubaine, si on en croit la longue liste des cours dressée par la NASA. Ils pourraient trouver leur compte dans cette expérience : les sciences bien sûr mais aussi les mathématiques, les technologies, les langues et le vocabulaire, la géographie, les sciences sociales... Une dernière précision : parmi ces 600 écoles qui participent déjà à Scool, deux se situent en Belgique ! Il s'agit de deux établissements scolaires "internationaux" : la *Shape elementary school* et l'*International school of Brussels*. Avis donc aux autres écoles du pays !

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



Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Quand on a dix, douze ou quinze ans (voire même beaucoup plus) et qu'on est passionné par les étoiles, les lanceurs, les navettes, les satellites et leurs applications, il y a un endroit sur Terre qu'on ne peut manquer de visiter : l'Euro Space Center de Transinne, dans la province de Luxembourg !

Cap sur les étoiles



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



(Documents CDB)

Ce centre spatial implanté le long de l'autoroute E-411 offre une multitude d'activités, tant aux familles de passage qu'aux élèves qui y passent quelques heures, voire quelques jours. C'est certainement le "musée" spatial (bien qu'il ne s'agisse pas d'un musée) le plus interactif et le plus ludique du pays. Mais ludique et interactif ne signifient pas pour autant que la pédagogie est absente de la démarche proposée à Transinne. Des animateurs spécialisés et des professeurs délégués y encadrent les classes de passage !

Pour les familles, la visite du centre comprend le nouveau circuit auto-guidé (via un casque à infrarouge) de l'exposition et des principaux modules du centre, dont la maquette à l'échelle 1/1 du module européen Columbus destiné à ISS, la station spatiale internationale. Une séance de cinéma dynamique complète le parcours. Pendant une dizaine de minutes, les visiteurs, qui ont pris place dans des sièges mobiles montés sur vérins, assistent à la projection d'un film d'animation les emmenant à la rescousse d'une planète en danger. Effets spéciaux et frissons garantis !

L'Euro Space Centre, c'est aussi un centre éducatif ouvert aux écoles. Outre l'excursion d'un jour comprenant la visite des lieux et quelques expérimentations aux simulateurs, il est possible d'y séjourner toute une semaine dans le cadre des "classes de l'es-

pace". Les élèves sont alors pris en charge par les animateurs du centre et les professeurs détachés pour une longue... plongée cosmique ! Le programme comprend des exposés sur l'astronomie, les télécommunications, la météorologie, l'histoire de la conquête spatiale. Les stagiaires effectuent durant plusieurs heures une mission spatiale simulée. Une partie de la classe se mue en opérateurs et orchestre le décollage, l'injection en orbite et le déroulement de la mission depuis le centre de contrôle des vols. L'autre partie des élèves prend place dans le cockpit de la navette et effectue le travail de l'équipage. C'est un des temps forts du séjour.

Des exercices aux engins de simulations sont également au programme (le moon walk pour tester la gravité lunaire, la chaise multi-axe, la chaise rotative...) de même que la confection et le lancement (en fin de séjour) de micro-fusées. Elles n'ont l'air de rien avec leur tube en carton, leur parachute et leur ogive en bois, mais ces mini engins, dont la mise à feu est électrique, décollent tout de même à près de 200 Km/heure ! Bien sûr, ce vaste programme est adaptable en fonction des exigences des professeurs accompagnant les classes. Chaque après-midi peut par exemple être réservé à des cours donnés par les enseignants accompagnant, histoire de ne pas prendre de retard sur le programme.

Dossier Quand l'espace descend dans les écoles

Quelques *pistes* pour en *savoir* plus

La liste ci-dessous reprend quelques adresses intéressantes et quelques pistes à explorer pour faire rentrer l'Espace et les sciences en classe. Elle n'a pas la prétention d'être exhaustive ! Loin de là. En outre, on y retrouvera également les coordonnées des institutions et des associations mentionnées dans le dossier.

Les Jeunesses Scientifiques de Belgique, organisent une série d'animations, de week-ends et de séjours scientifiques destinés aux jeunes, mais également aux enseignants (animation de professeurs conseillers au sein des écoles). En outre, les JSB organisent chaque année l'Expo-Sciences : un concours de projets scientifiques, dont la dernière en date (mai 2000 au Palais des Congrès de Bruxelles) était soutenue par les SSTC. Renseignements : JSB, avenue du Parc 90, 1060 Bruxelles, tél : 02-537.03.25. (www.jsb.be).

Le planétarium de l'Observatoire royal de Belgique est situé avenue de Bouchout 10 à 1020 Bruxelles. Il est accessible en semaine, au public comme aux écoles, de 9h30 à 16h30 (le lundi, uniquement pour groupes et sur rendez-vous). Les programmes qui y sont présentés ont une durée moyenne d'une heure. Une salle d'exposition (panneaux didactiques) complète la visite. Renseignements et réservations : 02-474.70.50 ou 02-474.70.69.

Si le planétarium est situé au Heysel, l'Observatoire royal est lui implanté sur le plateau d'Uccle, avenue Circulaire. Deux autres instituts scientifiques y sont également localisés : **l'Institut royal de météorologie (IRM)** et **l'Institut d'aéronomie spatiale de Belgique (IASB)**. L'IRM organise pour sa part des visites de groupes sur le site d'Uccle. Elle ouvre également, en collaboration avec l'ORB, sa bibliothèque au public. Renseignements : 02-373.05.08. De son côté, l'IASB met du matériel didactique à la disposition d'écoles. Infos : 02-373.04.04. Ces différents instituts sont également accessibles via Internet, à l'adresse générale (www.oma.be).



↑ Anciens instruments d'astronomie appartenant à la collection de l'Observatoire royal de Belgique. (document CDB)

En ce qui concerne **l'astronomie**, on se tournera sans hésiter du côté des clubs. Tous ont leurs particularités (initiation, stages, observatoires, conférences, cycles de formation etc.). Il nous est impossible de les citer tous. Voici néanmoins quelques pistes:

- la **Société royale belge d'astronomie, de météorologie et de physique du globe (SRBA)**, avenue Circulaire 3, 1180 Bruxelles. Tél : 02-373.02.53. (www.oma.be/BIRA-IASB/SRBA) ;
- la **Société astronomique de Liège (SAL)**, avenue de Cointe 5, 4000 Liège. Tél 04-253.35.90 (www.astro.ulg.ac.be/~sal) ;

- la **Vereniging Voor Sterrenkunde (VVS)**, Briersweg 147, 8310 Brugge, tél: 050/35.88.72 (www.vvs.be) ;
- Notons également l'**Observatoire austral européen (ESO)** www.eso.org.

Le site web des élèves de l'école d'Embourg consacré aux **fusées à eau** reprend une série d'informations pratiques sur leurs essais : www.respublica.fr/rockets.

Quant aux **micro et mini fusées**, la section jeunes du CNES, l'**agence spatiale française** dont le service éducatif participe chaque année à la campagne de lancement des micro et mini-fusées, www.cnes-edu.org et l'ANSTJ (<http://anstj.mime.univ-paris8.fr/>) répondront à vos questions. Il est à noter que le site éducatif du CNES propose aussi une série d'informations pratiques pour les enseignants tels du matériel pédagogique, des supports de cours et des stages de formation.

En Belgique, deux associations sont également actives dans ce secteur. La **VRO (Vlaamse raket organisatie)**, Kruisven 66 à 2400 Mol. Et le **GEA ou Groupe d'études aérospatiales**, implanté à Gilly. Son président, Pierre Franc, peut être contacté au 071-41.07.13.

Du côté des logiciels, on retiendra l'adresse de la **base de lancement virtuelle** proposée par le professeur Köppen, de l'observatoire de Strasbourg : <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/launcher/launcher.html>

D'autres outils virtuels également en relation avec l'astrophysique sont également disponibles sur son site à l'adresse <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/apindex.html> ou encore celui du service Outreach de l'ESA (www.estec.esa.nl/outreach) où on trouvera notamment un jeu éducatif de simulation orbitale dénommé... "spacepinball", le "billard" de l'espace !

Les ressources belges liées à l'opération européenne **Physics on stage** sont accessibles à l'adresse <http://numat.rug.ac.be/pos>. On trouvera également quelques précieuses informations complémentaire à ce sujet (et sur bien d'autres !) sur les sites des institutions qui organisaient l'événement :

- l'**Agence spatiale européenne (ESA)** www.esa.int et directement à www.estec.esa.nl/outreach/
- l'**Observatoire austral européen (ESO)** www.eso.org et le **CERN** à Genève www.cern.ch

L'**Agence spatiale américaine** www.nasa.gov et son projet international d'observation des nuages "Student's Cloud Observation on-line" (Scool) est accessible à l'adresse <http://asd-www.larc.nasa.gov/SCOOL/> et <http://education.nasa.gov> pour un condensé des initiatives éducatives de la NASA. Pour ceux qui s'intéressent aux nuages, pointons encore le site web www.cloudman.com/index.htm

Pour découvrir les "**musées de l'espace**", nul besoin de courir aux Etats-Unis. L'Europe dispose également de quelques atouts en la matière.

Aux Pays-Bas, le "**Space Expo**" vous dira tout sur l'espace. Il s'agit du centre d'accueil pour le grand public de l'ESTEC, le centre technique de l'ESA où sont notamment testés les satellites. Le Space Expo est situé Keplerlaan à Noordwijk, sur la côte, au Nord de La Haye. Renseignements : 00-31-71-36.46.446. L'adresse web est la suivante : www.worldonline.nl/sites/space.

En France, c'est à Toulouse que la **cité de l'Espace** est sortie de Terre. On y découvre un pavillon des expositions, un parc et un planétarium où se succèdent les jardins de planètes, les reproduction de vaisseaux spatiaux et un champ d'antennes... Renseignements : 00-33-5.62.71.48.71 ou sur le web : www.cite-espace.com.

En Belgique, on ne manquera pas de visiter l'**Euro Space Center** à Transinne, le long de l'autoroute E-411, en province de Luxembourg. Tél : 063-65.64.65 www.ping.be/eurospace. Pour les visites en famille, les stages scolaires ou encore les séjours pendant les congés...

Enfin, les **Services fédéraux des affaires scientifiques techniques et culturelles (SSTC)**, qui publient notamment ce Space Connection, sont également accessibles sur le web à l'adresse www.belspo.be. Vous y trouverez un aperçu actualisé des formations, cours et stages pour jeunes dans le domaine spatial en Belgique et à l'étranger.

Actualités belges

La **Belgique** très active dans l'espace

Notre pays joue un rôle non négligeable depuis longtemps dans le domaine de l'espace. En témoigne le Rapport 1998-1999 des Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles (SSTC).

La Belgique mène «une politique spatiale ambitieuse et est "le plus grand des petits pays" de l'ESA, avec un important spin-off», signale le rapport. Ce spin-off représente quelque 70 équipes opérant dans le secteur de la recherche et du développement (R&D), 40 entreprises et 1500 emplois. D'après le rapport, l'engagement de la Belgique dans la recherche spatiale est dicté par l'impact majeur de ces recherches sur la connaissance de la Terre, les télécommunications et le progrès scientifique en général. Dans ces matières, notre pays dispose d'aptitudes industrielles et scientifiques reconnues. Notre pays a également son mot à dire sur la politique spatiale européenne. La Belgique occupe dès lors une place enviable dans la plupart des domaines importants de l'astronautique : les lanceurs, les télécommunications, les expériences en microgravité, la recherche scientifique spatiale, l'observation de la Terre, etc. Dans le cadre de l'ESA la Belgique a souscrit à une série d'engagements:

- 7,59 MEuro pour l'*Earth Observation Envelope Programme*, pour la réalisation de missions de recherche et de démonstration ;
- 20 MEuro pour *Earth Watch* pour la mise au point de missions (pré) opérationnelles ;
- 50 MEuro pour une participation à l'*Advanced Research in Telecommunication Systems (ARTES)*;
- 2,4 MEuro pour une participation à la phase 1 de *Galileosat* pour le développement à l'échelle européenne d'un système de satellites de navigation ;
- 1,94 MEuro pour les frais variables liés à la première phase de l'exploitation de l'*Inter-*

national Space Station (ISS) outre une contribution de 3% aux frais fixes (7,48 MEuro) et 0,97 MEuro pour le développement d'un *Crew Return Vehicle (CRV)*;

- 9,84 MEuro pour une extension du programme *EMIR 2* dans le domaine de la microgravité;
- 15,87 MEuro pour une participation à la mise au point d'un petit lanceur (*Vega*);
- 25,68 MEuro pour la participation à des programmes pour la poursuite du développement et de la production du lanceur *Ariane 5*;
- 5,6 MEuro pour l'étude de *futures fusées de lancement*;
- 120 MEuro pour des expériences *technologiques* (Prodex, GSTP).

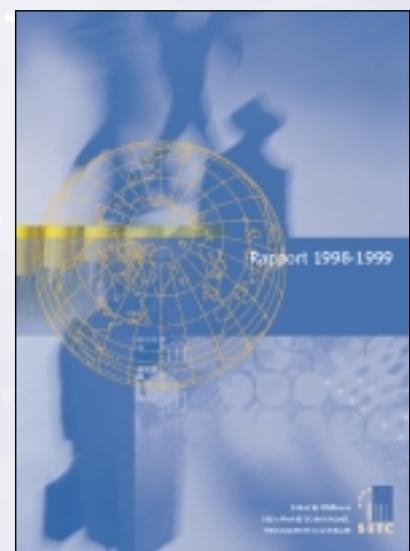
En dehors des activités de l'ESA, notre pays est présent dans l'espace avec le programme *SPOT* d'observation de la Terre (en coopération avec la France). Les données de l'instrument *Végétation 1* (sur le satellite *SPOT 4*), financé par la France, la Suède, l'Italie, la Belgique et la Commission européenne sont traitées au *Centre de Traitement des Images Végétation (CTIV)* au VITO à Mol. Notre pays désire participer à la mise au point de *Végétation 2* pour le satellite *SPOT 5* d'ici 2002.

Les SSTC ont en outre programmé une série d'activités R&D belges : le programme *Telsat* dans le domaine de l'observation de la Terre, un *Earth Observation Helpdesk* hébergé par l'Institut royal météorologique et le *Belgian User Support Operation Center* situé à l'Institut belge d'aéronomie spatiale, chargé notamment du soutien opérationnel à distance d'expériences réalisées à bord de vaisseaux spatiaux.

Les SSTC financent également la participation belge à l'*European Southern Observatory (ESO)* ainsi que la contribution annuelle de notre

pays à *Eumetsat*, l'organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (respectivement 7,3 MEuro et 8,5 MEuro en 1998 et 1999, soit 2,85% du total des cotisations).

Le rapport 1998-1999 dresse l'inventaire de toutes les missions et réalisations des SSTC. De plus amples informations sur les SSTC sont disponibles sur le site www.belspo.be. Ce site permet également de télécharger les derniers numéros de *Space Connection* en format pdf.



Actualités belges

Présence belge à bord de la **station** spatiale **internationale**

Pour la première fois, la station spatiale internationale est habitée par l'Américain Bill Shepherd et les Russes Youri Gidzenko et Serguey Krikalev. Cette photo prise par l'équipage du vol STS 106 de la navette américaine en septembre dernier, montre les trois modules Unity, Zaria et Zvezda de la station. La société Spacebel, comme spécialiste des logiciels embarqués, est impliquée dans les programmes européens participant à l'ISS. Elle a réalisé les logiciels pour le contrôle et les communications du module Zvezda qui a été lancé de Baïkonour et s'est arrimé en juillet dernier. Les informaticiens russes ont mis leurs applications sur les logiciels Spacebel.

Dans ses implantations de Liège, Hoeilaart et Toulouse, Spacebel réalise des solutions informatiques "sur mesure". Elle réalise les interfaces homme-machine pour les activités des astronautes et cosmonautes dans l'ISS, depuis leur entraînement au sol jusqu'aux opérations à bord. On retrouve Spacebel dans le support informatique terrestre des différents éléments de la participation européenne à l'ISS: le bras télémanipulateur ERA (European manipulator arm), le module de maintenance ATV (Automated Transfer Vehicle), le module-laboratoire Columbus, le vaisseau de sauvetage CRV (Crew Return Vehicle). Dans une des ses prochaines éditions, le Space Connection consacrera un dossier à la présence belge dans la station internationale. (www.spacebel.be) (NASA)



Coopération belgo-argentine dans l'espace

Le gouvernement belge a apporté son soutien au développement du système satellitaire argentin SAOCOM. SAOCOM est un satellite d'observation de la Terre développé par la CONAE (*Comisión Nacional de Actividades Espaciales*) et sera lancé en 2003. Ce satellite de 800 kg embarquera plusieurs senseurs dont un radar à ouverture synthétique (SAR) qui permet l'acquisition de données sur l'ensemble du globe, jour et nuit indépendamment de la couverture nuageuse. Ces données radar sont caractérisées par une résolution au sol de 10 mètres. Elles peuvent être utilisées dans de nombreux domaines tels que l'agriculture, la foresterie, la protection civile, etc. Les compétences belges associées au projet SAOCOM concernent le développement de la chaîne de traitement des données radar, domaine dans lequel l'entreprise Spacebel (Hoeilaart) et le Centre Spatial de Liège jouissent d'une expérience reconnue. La participation belge sur SAOCOM se chiffre à 80 millions de francs belges et s'inscrit dans le cadre d'un accord de coopération signé en avril 1997 par les gouvernements belge et argentin.

- > www.ulg.ac.be/cslulg/ (Centre spatial de Liège)
- > www.spacebel.be (Spacebel)
- > www.conae.gov.ar (Conae)

Groupe de travail sur l'espace au **Sénat**

Le 18 octobre dernier, le groupe de travail sur l'espace du Sénat a tenu sa première réunion de travail. Durant ce premier "sommet" astronautique, Dirk Frimout et Michel Praet, le chef du Bureau de l'ESA à Bruxelles, ont présenté le rôle de la Belgique dans l'Europe spatiale, avec une contribution aux activités de l'ESA qui est de 5,3 % en moyenne. La Belgique a décidé de mettre en place ce groupe, suivant les exemples de la France et du Royaume-Uni, qui animent la CIEE (Conférence interparlementaire européenne pour l'espace).

Actualités internationales



Notre pays joue un rôle non négligeable dans l'espace et participe entre autres au développement de la production du lanceur Ariane 5. (ESA)

Techspace Aero en Amérique du Nord

Techspace Aero de Liège va créer deux filiales au Canada et aux Etats-Unis. Techspace Aero Engineering Ltd. assurera depuis Montréal la coopération technologique avec les actuels partenaires de cette région comme les constructeurs de moteurs General Electric et Pratt & Whitney. De nouveaux partenaires seront identifiés. Techspace Aero Inc. sera créée aux USA et se chargera des activités commerciales liées à l'entretien des moteurs du F100-PW.

Techspace Aero est un célèbre constructeur de pièces détachées pour les moteurs de fusées et d'avions. L'entreprise est leader européen pour les valves de moteurs destinées aux applications astronautiques notamment pour la fusée Ariane. Pour 2000, l'entreprise espère un chiffre d'affaires de 250 MEuro dont 95 % issus de l'exportation. Elle emploie 1250 personnes.

www.techspace-aero.be/

Quatuor *télescopique* au complet



La première observation du télescope: la nébuleuse Hen 2-428 qui se trouve à une distance de 6 à 8000 années-lumière. (document ESO)

Dans la nuit du 3 au 4 septembre, l'unité *Yepun* du *Very Large Telescope (VLT)* a capté sa "première lumière" à *Paranal* au Chili. Après quinze ans, le quatuor du télescope VLT est finalement au complet. Les unités *Antu* (mai 1998), *Kueyen* (mars 1999) et *Melipal* (janvier 2000) étaient déjà opérationnelles.

Chacune de ces unités représente l'équivalent d'un télescope de 8,2 mètres de diamètre. Réuni, ce quatuor dispose d'une superficie de plus de 210 m² de miroirs. L'année prochaine, la lumière de deux télescopes séparés devrait être combinée. Cette "première lumière" du *VLT Interferometer (VLTI)* est la prochaine étape majeure pour le VLT. Le VLT est l'œuvre de l'*European Southern Observatory (ESO)* créé en 1962, pour effectuer des observations astronomiques dans l'hémisphère sud et promouvoir la coopération dans le domaine de la recherche astronomique en Europe. Actuellement, l'ESO compte huit Etats membres: le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Italie, Les Pays-Bas, la Suède, la Suisse et la Belgique, dont la contribution au budget de l'ESO est de 4,9%. Outre l'observatoire de *Paranal*, l'ESO dispose d'un autre observatoire à *La Silla* (à 2400 m d'altitude), 600 km au nord de *Santiago* de Chili. Le siège de l'ESO est installé en Allemagne à *Garching* (près de *München*).

Informations sur le VLT et les autres activités de l'ESO sur le site www.eso.org

Le télescope *Yepun* avant le "First Light" du 3 septembre dernier. (document ESO)



Actualités internationales

En unissant ses forces, l'Europe peut battre les Etats-Unis dans la course technologique

Les grands groupes européens aéronautiques et astronautiques veulent davantage accorder leurs violons dans les projets de *recherche et développement (R&D)* afin de lutter plus efficacement contre la concurrence américaine. Ils affirment que les "USA disposent de trois fois plus de fonds publics". L'industrie spatiale européenne investit davantage de fonds propres en R&D. Selon le Commissaire européen belge *Philippe Busquin*, responsable de la recherche scientifique, les efforts européens dans ce domaine sont trop dispersés. La Commission européenne devrait assurer une meilleure coordination des diverses organisations nationales de R&D, afin d'être plus efficaces. Les Américains se démènent pour aider leur industrie aéronautique et astronautique. L'Europe devrait agir de même. Fin 2000, l'industrie doit remettre au commissaire Busquin une stratégie R&D pour les 20 prochaines années. De l'avis général, si l'Europe unit ses forces, elle est capable de vaincre les Etats-Unis dans la course technologique!



Le commissaire européen de la recherche scientifique Philippe Busquin (*Communautés Européennes 1995-2000*).

Ariane décolle deux fois en huit jours

Le mot "routine" n'a pas de place dans le dictionnaire de la conquête spatiale. Chaque mission requiert la conjugaison d'intenses efforts humains et technologiques. Mais le lancement, depuis Kourou, de satellites par des fusées européennes Ariane commence à ressembler à de la routine. La preuve en est qu'au mois de septembre, deux fusées ont été lancées en huit jours à peine. Le 6 septembre, lors du vol 132, une Ariane 44P a placé le satellite de communication W1 d'Eutelsat en orbite autour de la Terre. W1 fournira communications et services multimédia à l'Europe, au Moyen-Orient et à l'Afrique. Le 14 septembre, venait le tour de la sixième Ariane 5 (vol 130) abritant une masse record de près de 6 tonnes : le satellite de télévision Astra 2B pour la Société Européenne des Satellites du Luxembourg et le satellite de télécommunication américain GE 7 pour l'opérateur GE Americom.

Grâce à la réussite de ses trois premières missions commerciales, le nouveau lanceur européen Ariane 5 est prêt à l'avenir à jouer un rôle important sur le marché des lancements commerciaux de satellites. Kourou déborde donc d'activités. Entre-temps, une deuxième plate-forme mobile de lancement pour Ariane 5 est terminée. Deux fusées peuvent ainsi être préparées simultanément pour le lancement. Lorsqu'une première quitte l'assemblage, l'intégration d'une seconde peut commencer. Trois lancements d'Ariane 5 peuvent ainsi être effectués en trois mois.

L'Afrique du Sud veut construire le plus grand télescope dans l'hémisphère sud

Ce sera l'"œil géant de l'Afrique", le plus grand télescope de l'hémisphère sud. Officiellement baptisé *Southern African Large Telescope (SALT)*, le télescope pourra observer des étoiles dont la lumière est un milliard de fois trop faible pour pouvoir être vues à l'œil nu, mais également des événements remontant à l'époque où l'univers était dix fois plus jeune qu'aujourd'hui. SALT se basera sur un télescope similaire récemment achevé au Texas. SALT comporte 91 miroirs hexagonaux identiques, moins chers que les coûteux miroirs paraboliques. Même si le télescope ne pourra explorer que 70% du ciel, ces observations seront réalisées à peu de frais. Grâce à sa localisation dans l'hémisphère sud, SALT pourra étudier le *trou noir* au centre de notre galaxie et les *nuages de Magellan*. Le télescope interviendra également dans l'exploration des planètes gravitant autour d'autres étoiles. SALT sera pour l'Afrique du Sud une intéressante carte de visite scientifique et aura des retombées non négligeables : de nouveaux emplois dans une région où règne un chômage élevé et des opportunités supplémentaires pour les étudiants et les scientifiques.



Image composée par ordinateur du futur télescope SALT. (*document SALT*)

Actualités internationales

L'Europe adopte un ensemble
de *missions* scientifiques

Les 11-12 octobre, le comité du Programme scientifique de l'ESA a adopté un ensemble de missions scientifiques pour la période 2008-2013.

BepiColombo est la cinquième mission "cornerstone" (pierre angulaire) du programme Horizon 2000 et sera lancée en coopération avec le Japon en 2009. Ce projet réalisera une ambitieuse mission vers Mercure. (plus d'informations dans *Space Connection* 31)

GAIA est une autre mission "cornerstone" chargée principalement d'analyser la composition, la naissance et l'évolution de notre galaxie. Cet objectif sera atteint en établissant le relevé cartographique d'un milliard d'étoiles: il s'agira du relevé le plus précis jamais réalisé. GAIA sera lancé au plus tard en 2012. Cette initiative peut être considérée comme le successeur du brillant projet *Hipparcos* (1989-1993) et devrait également révolutionner l'astrométrie. Mais tandis qu'*Hipparcos* observait surtout les distances entre étoiles et leurs mouvements à proximité du Soleil et de la Terre, GAIA se livrera au même exercice, mais pour presque toute la galaxie. GAIA procédera à des observations cinq années durant et devrait chaque jour découvrir près de 100 planétoïdes dans le système solaire, 50 étoiles explosant dans d'autres systèmes solaires et 300 lointains quasars.

LISA (Laser Interferometer Space Antenna) est une autre mission "cornerstone" et doit étudier, en coopération avec la NASA, les ondes gravitationnelles. A partir de leur orbite autour du Soleil, trois sondes détermineront avec précision la distance qui les sépare à l'aide de faisceaux laser. De légères variations de ces distances indiqueront la présence d'ondes gravitationnelles qui jouent un rôle déterminant dans certains phénomènes comme la naissance de trous noirs. L'observation de ces ondes viendra confirmer ou légè-

rement modifier la théorie de la relativité d'Einstein. Elles devraient également jeter un nouveau "regard" sur l'univers en renonçant à l'utilisation de la lumière, du rayonnement X ou des ondes radio au profit des vibrations de l'espace. Peut-être observera-t-on des ondes gravitationnelles provenant de la naissance de l'univers.

Le **Next Generation Space Telescope (NGST)** sera construit en coopération avec la NASA. Ce télescope sera placé au point Lagrange L2 du Soleil et de la Terre, et contrairement au télescope Hubble, en orbite autour de la Terre, il ne bénéficiera d'aucun entretien. Il

doit observer une série d'objets à l'intérieur et à l'extérieur de notre galaxie.

Le **Solar Orbiter** devrait être le successeur des actuels projets SOHO et Ulysses. Il assurera la poursuite de la tradition européenne de la recherche sur le Soleil.

Eddington a été élu projet de réserve. A l'instar des deux précédents, il s'agit d'un projet *flexi* (cf. *Space Connection* 32). Eddington devrait notamment se pencher sur l'évolution des étoiles et partir à la recherche de planètes habitables autour d'autres étoiles. L'exécution dépendra du planning de LISA et du NGST.



Deux des quatre satellites Cluster. (document ESA)

