

LE MAGAZINE D'INFORMATION DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

CNES MAG

N° 50
07/2011

L'ESPACE AU SERVICE DU PATRIMOINE MONDIAL

Space serving
world heritage

EXOBILOGIE

D'OÙ VENONS-NOUS ? OÙ SOMMES-NOUS ?

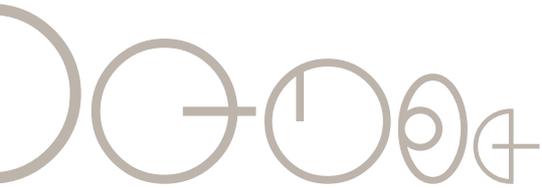
Exobiology - Where are we from? Where are we now?

PASCAL PICQ

La vie extraterrestre sous le regard
du paléoanthropologue

Life 'out there' - a paleoanthropologist's perspective





SOMMAIRE

CONTENTS

N° 50 - 07/2011

04 / 15 **NEWS**

ATV-2, la fin de l'aventure

ATV2 - Mission accomplished

Un ballon pour la prison

A balloon for prison

C'Space 2011, les projets étudiants s'envolent

C'Space 2011 - Student projects on the launch pad

16 / 29 **POLITIQUE** *Business & politics*

Interview exclusive de Rodolphe Alexandre, président de la région Guyane, à l'occasion de l'Année des outre-mer

Exclusive interview with Rodolphe Alexandre, President of the French Guiana regional council, marking French overseas territories year

Nereus assure la promotion des régions européennes utilisatrices d'espace

NEREUS networks European space user regions

Histoire d'espace : La France dans l'exploration martienne

Space history: France and Mars exploration

30 / 37 **SOCIÉTÉ** *Society*

Des sites forestiers classés par l'Unesco sous surveillance spatiale

UNESCO natural heritage forests monitored from space

Le mystère de L'Oiseau blanc

The mystery of L'Oiseau blanc

38 / 55 **DOSSIER** *Special report*

Exobiologie, à la recherche d'une autre vie

Special Report: Exobiology - Looking for other-worldly life

56 / 64 **MONDE** *World*

L'agence spatiale japonaise face à la catastrophe

JAXA supports emergency response

Europe : la communication de la Commission

Europe: EC charts the way ahead

65 / 71 **CULTURE** *Arts & living*

Chapelle des îles du Salut, appel à souscription

Fundraising appeal for Îles du Salut chapel restoration

Faites décoller Ariane sur votre Iphone

Ariane launches on iPhone



04



11



16



30



56



CNESMAG journal trimestriel de communication externe du **Centre national d'études spatiales**, 2 place Maurice-Quentin, 75039 Paris Cedex 01. Adresse postale pour abonnement : 18 avenue Édouard-Belin, 31401 Toulouse Cedex 9. Tél. : - 33 (0) 5 61 28 33 90. Internet : <http://www.cnes.fr/> Cette revue est réalisée par le Service de la communication institutionnelle. Elle est membre de l'Union des journaux et journalistes d'entreprises de France (UJJEF) Abonnement : <http://www.cnes.fr/>

CNESMAG quarterly review of the Centre National d'Études Spatiales - 2 place Maurice-Quentin 75039 Paris cedex 01 - France - Postal address for subscriptions: 18 avenue Édouard Belin 31401 Toulouse cedex 9 - France. Phone: -33 (0) 561 273 469. Website: <http://www.cnes.fr/> This review is produced by the CNES Corporate Communications Office, a member of the French union of corporate publications and journalists (UJJEF). Subscriptions: cnesmag@cnes.fr Directeur de la publication/Publication director: Yannick d'Escatha. Responsables éditoriaux/Editorial directors: Pierre Tréfourat, Joëlle Brami. Rédactrice en chef/Editor-in-chief: Brigitte Thomas. Rubrique News: Liliane Feuillerac. Politique/Business & Politics: Brigitte Thomas. Société/Society: Marie-Claude Siron. Dossier/Special Report: Brigitte Thomas. Europe/Europe: Geneviève Gargir. Monde/World: Brigitte Thomas. Culture/Arts & Living: Marie-Claude Siron. Avec l'aide de/Contributors: Laurence Amen, Jacques Arnould, Jean-Marc Astorg, Karol Barthélémy, Anne Bellanova, Benoît Boissin, Pascale Bresson, Fabienne Casoli, Sylvain Charrier, Philippe Collot, Chantal Delabarre, Romain Desplats, Danièle Desroerke, Claire Dramas, Franck Durand-Carrier, Astrid Emerit, Isabelle Fratter, Alain Gaboriaud, Geneviève Gargir, David Guelou, Anita Gonzalez, Olivier La Marle, Marie-Pierre Joseph-Alberton, Séverine Klein, Anne-Marie Laborde, Murielle Lafaye, Olivier Lamorle, Catherine Lambert, Carole Larigauderie, Van Chuong Le, Élisabeth Moussine-Pouchkine, Jean-Gabriel Parly, Nicolas Pilet, Amélie Proust, Chantal Raynaud, Francis Racard, Michel Rouzé, Aurélie Sand, Florence Seroussi, Martial Vanhove, Gwenaelle Verpeaux. Traduction/English text: Boyd Vincent. Conseil iconographique/Artwork and picture consultant: Serge Delmas. Photothèque/Photos: Marie-Claire Fontebasso. Crédits photos/Photo credits: © CNES/Real/L. Marin, 2010 (p.3) - © NEWS : CNES/P. Kolkko (p.4-5), Nasa (p.6 bas), Isra (p.6), Andy Kropa/Redux-Rea (p.7), Esa-CNES-Arianespace/Optique Vidéo du CSG/R. Liétar (p.7), IRD/N. Moiroux (p.8), Sncema (p.8), Esa/Herschel/Programme Gould Belt (p.9), Maya George, Latmos/PSL/ULB (p.9), CNES/J. Chetrit (p.10), CLS (p.10), CNES/O. Pascaud (p.11-12), IRD/M. Dukhan (p.13), CNES (p.13), Direction de l'administration pénitentiaire (p.14), Sncema (p.14), CNES/E. Grimault (p.15) - © POLITIQUE : CNES/A. Cercueil (p.17-18), CNES/P. Kolkko (p.19), Esa-CNES-Arianespace/Optique Vidéo CSG/P. Baudou (p.20), CNES/Spotimage (p.21), Nereus (p.21), Afp Photo/M. Lorenzo (p.22), CNES/P. Kolkko (p.23-24), Esa/S. Corvoja (p.24), CNES/O. Pascaud (p.25), CNES/Real/L. Marin (p.25), CNES/O. Pascaud (p.26), CNES/P. Kolkko (p.27) - HISTOIRE : CNES/C. Bardou (p.28), Itar-Tass (p.28) - © SOCIÉTÉ : Rebecca Blackwell/AP/Sipa (p.31), Norbert Wu/Science Faction/Corbis (p.32), Université de Gand/W. Gheyle (p.33), Gavin Hellier/Robert Harding World Imagery/Corbis (p.33), UNHCR/S. Momodu (p.34), UNHCR/G. Gordon (p.35), J.-C. l'Espagnol/Max'Images (p.36), Fotalia (p.37), carte CNES/Seriti/CRPE/Spotimage (p.37) - © DOSSIER : Esa/H.H. Heyer (p.38-39), CNES/J.-P. Haigneré, 1999 (p.40), Michel Viso (p.41), DR (p.42), Esa/Nasa/JPL (p.42), Nasa (p.43), Nasa/JPL/Space Science Institute (p.44), Nasa-JPL (p.45), Biosphoto/P. Rona/OAR/National Undersea Research Program/NOAA (p.46), Michel Maurette (p.47), Nasa/JPL-Caltech/University of Arizona (p.48-49-50), Esa/DLR/FU Berlin (G. Neukum) (p.50), CNES/P. Jalby (p.51), Nasa/JPL-Caltech (p.52-53), Roscosmos (p.53), Nasa (p.54), Esa (p.54), N. GrandLisa/Latmos (p.55) - © MONDE : Shih Fukada/The New York Times-Redux-Rea (p.57), Sipa/AP (p.58), JPL/Nasa (p.59), CNES/O. Pascaud (p.61), Romanian Space Agency (p.63), Commission européenne (p.62), Esa/S. Corvoja (p.63), AFP Photo/RIA-Novosti/Kremlin Pool/Dimitry Astakhov (p.64), Image Source/Rea (p.64) - © CULTURE : Esa/Arianespace/Activité optique vidéo CSG (p.67), photo ASM/France Guyane (p.67), CNES (p.68), CNES/M. Dupuis (p.70). Pour tout renseignement, contacter la photothèque au Tél. : - 33 (0) 5 61 47 48 78./For more information, contact the photo library on -33 (0) 561 474 878. Création/Réalisation maquette/Design and pre-press: TONGA/Véronique Noualhetas. Impression/Printing: Ménard - ISSN 1283-9817. Couverture/Cover: © Frans Lanting/Corbis

BILLET D'HUMEUR DE

Pierre Tréfourêt

Directeur de la communication externe,
de l'éducation et des affaires publiques, CNES
Director of External Communications,
Education and Public Relations, CNES



Supplément
pédagogique
CNESMAG Educ
Educational supplement

L'étoffe d'un héros

« **S**tudy hard, work hard, don't be afraid of failure! » Charles Bolden n'a pas pris de gants, sinon ceux de l'astronaute, pour s'adresser aux jeunes lycéens français, qu'il avait tenu à rencontrer à l'occasion de sa venue à Paris. Autant l'avouer : j'ai aimé le message de cet ancien marine qui a combattu au Vietnam, de cet ancien astronaute aux quatre missions à bord de la navette, aujourd'hui patron de la Nasa. Il s'inscrit dans cette longue tradition du peuple américain qui prône la valeur du travail, la confiance dans les capacités individuelles, le sens de la réussite. Nous connaissons aussi le mot attribué à Gene Kranz, le directeur de vol d'Apollo 13, « *Failure is not an option* – L'échec n'est pas une option. »

Mais une telle philosophie ne saurait être le propre d'une nation ou d'un héros de l'étoffe de Charles Bolden. Elle m'a fait aussi penser aux valeurs fondatrices de notre République telles que formulées par Louis Pasteur : « *Travaille et persévère, le travail amuse vraiment, et, seul, il profite à l'homme, au citoyen, à la patrie.* » Et nous, qui œuvrons dans le champ de l'espace, savons combien il est possible d'associer le labeur au service de nos concitoyens à la réalisation d'une passion, enfin, au plaisir.

Une fois encore, le Salon du Bourget en a offert la preuve. À côté des rencontres et des visites officielles, cette manifestation a permis à un large public non seulement de découvrir les réalisations de notre agence et ses projets, mais bien souvent aussi d'exprimer, par sa seule présence, son intérêt et sa passion pour l'air et l'espace. J'espère que nous avons su lui transmettre quelque chose d'aussi fort que le message de Charles Bolden.

Hasard des chiffres : ce cinquantième numéro du CNES MAG évoque le cinquantième anniversaire du CNES, auquel une fresque du pavillon au Bourget était consacrée. Je suis convaincu que celles et ceux qui seront chargés d'écrire l'histoire du cinquantenaire à venir devront s'inspirer de Louis Pasteur comme de Charles Bolden. Mettre l'espace au service de la Terre et de ses habitants exigera toujours le meilleur de l'humain.

Viewpoint / The right stuff

"Study hard, work hard, don't be afraid of failure!" Charles Bolden did not beat about the bush during his talk to young French high-school pupils in Paris. I'll admit those words from this former Marine and astronaut who fought in Vietnam, a veteran of four U.S. space shuttle missions today in charge at NASA, touched a chord for me. They reflect the long tradition of the American people built on the work ethic, believing in your abilities and the pursuit of success. The words of Gene Kranz, the legendary flight director for the Apollo 13 mission, also come to mind: "Failure is not an option". But this philosophy is not the preserve of a

single nation or heroic figure like Charles Bolden. It also reminds me of the fundamental founding values of the French Republic voiced by Louis Pasteur: "Work and persevere, for work is a genuine source of enjoyment and it alone benefits man, citizens and the nation." As those of us working in the space sector already know, it is possible to combine working hard for our fellow citizens with the pleasure of pursuing a passion. Once again, this year's Paris Air Show provided ample proof of this. Alongside the meetings and official visits, the event brought our agency's achievements and projects to a wide audience

whose presence demonstrated their clear interest and passion for all things aerospace. I hope we succeeded there in conveying something as strong as Charles Bolden's message.

This 50th issue of CNESMAG coincides with CNES's 50th anniversary, to which a fresco was devoted in our pavilion at the Paris Air Show. I am convinced that the people destined to write the story of the next 50 years will need to draw inspiration from Louis Pasteur and Charles Bolden. Because getting space to work for Earth and its inhabitants will always require us to give our best.

Le mauvais temps qui a accompagné le Salon du Bourget aura finalement laissé la place à un soleil rayonnant pour accueillir le grand public du week-end. Toute la semaine, les visiteurs ont assisté aux démonstrations aériennes: rythme lent pour l'A380, rythme endiablé pour le Rafale... Mais la plus grande surprise est venue de *Solar Impulse*, l'avion solaire expérimental, qui s'est envolé sans une goutte de kérosène. Au pied des deux lanceurs Ariane, le pavillon du CNES a été un lieu d'animation et d'exposition très prisé des personnalités ministérielles, des délégations étrangères, des instances parlementaires et territoriales, ainsi que du grand public. Le CNES y proposait en continu des mini-conférences (exploration de Mars, télé-santé, etc.) et présentait ses plus grandes réalisations sous un éclairage original. D'ailleurs, difficile d'échapper au regard des deux hologrammes, à taille humaine, qui suivaient le visiteur de son arrivée à sa sortie! L'ambiance aura été également sérieuse et festive dans le chalet du CNES, contigu au pavillon. Espace de travail et de détente, c'est là que contrats et accords ont été signés, interviews données, rencontres organisées. Pour cette 49^e édition, les caprices du temps n'auront en rien entamé l'enthousiasme d'un secteur d'activité visiblement confiant en l'avenir (cf. article p. 23).

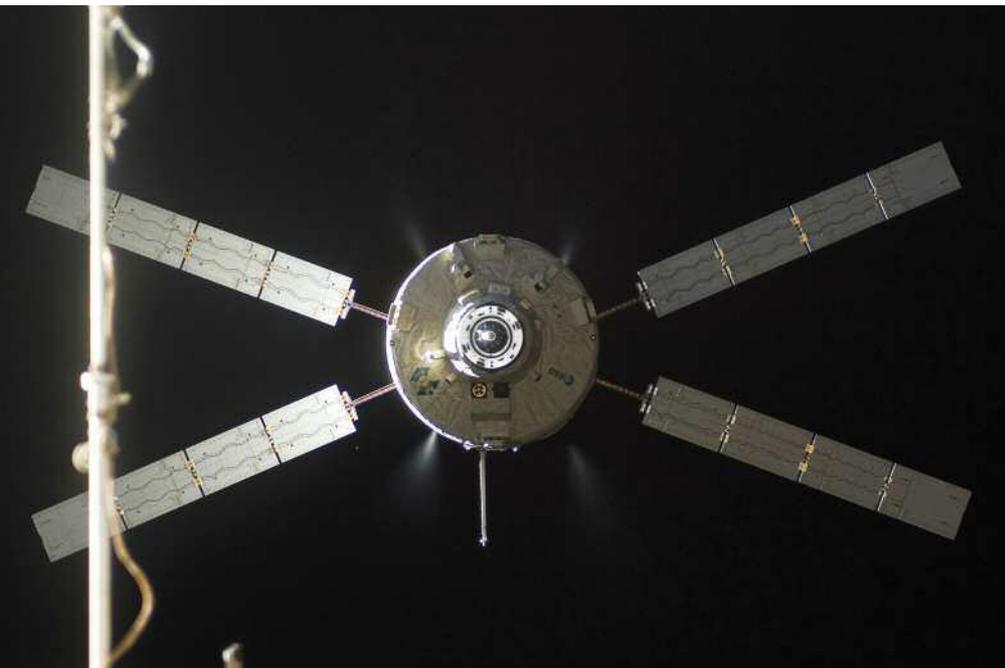
2011 PARIS AIR SHOW
Space wanderings

In the end, the poor weather cleared and the Sun shone for the weekend crowds. Throughout the week, visitors to the Paris Air Show were treated to flight demonstrations—slow and majestic from the A380, fast and furious from combat aircraft. But the biggest buzz was for *Solar Impulse*, the experimental solar-powered aircraft that took to the skies with not a drop of kerosene on board. Standing in the shadow of two Ariane launchers, the CNES pavilion proved a big draw for ministers, foreign delegations, members of parliament, councillors and the general public. CNES put on a series of mini-conferences there—for example, on Mars exploration and tele-health—and presented its finest achievements in an original light. And it was hard to avoid the gaze of the two human-sized holograms that followed visitors all through the pavilion! In the CNES chalet next door the atmosphere was also work-like yet convivial, hosting contract and agreement signings, interviews and business lunches. For the 49th show, the variable weather could not dampen the enthusiasm of a sector of activity visibly viewing the future with confidence. (See article p.23)





BOURGET 2011
DÉAMBULATIONS SPATIALES



ATV-2

LA FIN DE L'AVENTURE

Deuxième cargo européen de l'espace, l'ATV Johannes-Kepler vient de terminer son voyage. Intégré à la Station spatiale internationale, il a parfaitement mené à bien sa mission. « *L'altitude de l'ISS a été rehaussée de près de 40 km. 850 kg de carburant, 100 kg d'oxygène et plus de 1 tonne de fret ont été transférés vers la station. L'ATV a même servi à éviter un débris qui présentait un risque de collision avec la station dans le courant du mois de mars* », précise Martial Vanhove, chef de projet des opérations ATV. Le 20 juin, l'équipage de l'ISS avait préparé le cargo pour la dernière partie de sa mission en lui confiant les déchets stockés dans la station. Le véhicule automatique s'est ensuite consumé lors de sa rentrée atmosphérique au-dessus du Pacifique Sud, le 21 juin. Lancé le 16 février 2011, le Johannes-Kepler aura passé près de quatre mois amarré à la station. Une nouvelle page de l'aventure ATV se tourne; le CNES, l'ESA et leurs partenaires se préparent maintenant à la mission ATV-3, Edoardo-Amaldi, dont le lancement devrait intervenir à partir de mars 2012.

ATV-2

Mission accomplished

Europe's second automated transfer vehicle, the *Johannes Kepler*, has successfully completed its mission to the International Space Station. "The ATV used its thrusters to re-boost the station's orbit by almost 40 kilometres," says Martial Vanhove, Head of Operations at the ATV-CC. "It delivered 850 kilograms of propellant, 100 kilograms of oxygen and over 1 tonne of dry cargo. It even manoeuvred the station to avoid collision with a piece of space debris in March." On 20 June, the ISS crew loaded the resupply craft with waste from the station, ready for the last leg of its mission. On 21 June, it was deorbited and burned up in Earth's atmosphere, over an uninhabited part of the South Pacific.

Launched on 16 February 2011, the *Johannes Kepler* docked with the ISS on 24 February, where it spent almost four months. A new chapter in the ATV adventure has already opened, as CNES, ESA and partners prepare for the ATV-3 mission, the *Edoardo Amaldi*, scheduled to launch in March 2012.

www.cnes.fr

ATV-2 **Le déroulé des événements** ATV-2 timeline at www.cnes.fr/webmag

Mégha-Tropiques **Plus d'infos sur** More about Megha-Tropiques at www.cnes.fr/webmag

➔ **Distinction** / Parmi les 100 femmes influentes de Midi-Pyrénées, Catherine Lambert, responsable du service Animation technique et préparation du futur du CNES, a été distinguée par le magazine *Objectif News* pour sa détermination à mettre en avant les atouts régionaux dans le spatial en ralliant de nombreux acteurs du secteur: MPE, la région Midi-Pyrénées, le CG 31, la CUGT, la CCIT, le Sicoval, Astrium, etc.

Honours / Midi-Pyrenees business magazine *Objectif News* dedicated a recent issue to the region's 100 most influential women. Among them was Catherine Lambert of CNES's Technical Facilitation and Forward Planning department, in recognition of her commitment to promote the region's space assets with partners across the sector: Midi-Pyrénées Expansion, regional and local government, local chamber of trade and industry, Sicoval, Astrium, etc.

CLIMATOLOGIE

L'été indien de Megha-Tropiques

L'été sera laborieux pour les équipes du CNES et de l'ISRO qui travaillent en Inde sur le satellite Megha-Tropiques. Après plusieurs années de développement, la mission est entrée, ces derniers mois, dans une phase capitale. En mai 2011, l'imager micro-onde Madras a fait l'objet d'un essai sous vide thermique. Cet instrument est destiné à la mesure des précipitations, des propriétés des nuages et de leur contenu. Développés sous la responsabilité de chacun des partenaires, les éléments ont été assemblés pour vérifier fonctionnement et performances. Après Madras, Saphir, Scarab et le GPS-Rosa ont été à leur tour intégrés. Actuellement, les équipes travaillent à la définition, la mise en œuvre et la réalisation des essais de l'ensemble des instruments et du satellite. La mission, elle, n'a pas changé: parfaire les connaissances sur la contribution du cycle de l'eau à la dynamique du climat dans l'atmosphère tropicale. Son lancement est envisagé avant la fin de l'année.

CLIMATOLOGY

Indian summer for Megha-Tropiques teams

The CNES and ISRO (Indian Space Research Organization) teams in India face a busy summer as they ready the Megha-Tropiques satellite for launch, before year's end. Several years in development, the mission entered a crucial phase in the last few months. In May, the MADRAS microwave imager completed thermal vacuum tests. This instrument will measure precipitation, cloud properties and content. Developed jointly by the two partners, the various elements were assembled in preparation for functional and performance checks. After MADRAS, the SAPHIR, ScaRaB and ROSA/GPS payloads were integrated. The teams are now preparing to conduct tests on all instruments together and on the satellite as a whole. Its mission remains unchanged: to study how the water cycle contributes to climate dynamics in the tropical atmosphere.



SOYOUZ EN GUYANE

DU CONSTRUCTEUR À L'EXPLOITANT

Le 7 mai 2011, l'achèvement du chantier « Soyouz en Guyane » et la qualification opérationnelle des installations ont donné lieu à une cérémonie officielle de remise de la clé du site. C'est sous un soleil radieux et devant une foule d'invités, que Yannick d'Escatha, président du CNES, constructeur du site, a confié cette clé à Jean-Jacques Dordain. Propriétaire des installations, le directeur général de l'Agence spatiale européenne l'a immédiatement remise à Jean-Yves Le Gall, président-directeur général d'Arianespace, désormais exploitant de ce nouvel ensemble de lancement (cf. CNES mag n°49).

« Marier Soyouz, la fusée la plus célèbre au monde, qui compte le plus grand nombre de lancements à son actif, avec le Centre spatial guyanais, la meilleure base de lancement au monde, c'est ce que nous avons fait avec ce projet. Aujourd'hui, nous célébrons ce mariage », a déclaré Yannick d'Escatha en remettant solennellement les clés du site à Jean-Jacques Dordain. « Ce 7 mai marque la victoire de la coopération entre l'Europe et la Russie », a renchéri le directeur de l'Esa, qui a rappelé que « c'est l'intérêt mutuel qui fait les liaisons les plus durables ». Parmi les participants prestigieux de cette cérémonie, Vladimir Popovkin, le nouveau directeur de l'Agence spatiale russe dont c'était le premier déplacement à l'étranger, a profité de l'occasion pour dévoiler la « pierre de Gagarine », venue tout droit du cosmodrome de Baïkonour.



SOYOUZ IN GUIANA From builder to owner to operator

An official ceremony on 7 May marked the completion of the Soyouz launch complex and operational qualification of the new facilities. In the glorious Saturday morning sunshine and before a crowd of guests, Yannick d'Escatha, President of CNES, which managed the construction project, handed over the keys to Jean-Jacques Dordain, Director General of ESA, the site owner. He in turn handed them to Jean-Yves Le Gall, Chairman & CEO of Arianespace, which will operate the new complex (see CNES Mag 49).

“With this project, we've effectively married Soyouz, the world's most famous rocket, with more launches to its credit than any other, and the Guiana Space Centre, the best spaceport on the planet,” said Yannick d'Escatha during the solemn handover to Jean-Jacques Dordain. “Today we're celebrating this marriage.” “7 May 2011 marks a victory for cooperation between Europe and Russia,” added ESA's Director General, who reminded guests that “the strongest and most durable ties are born out of mutual interest.” Prestigious participants included Vladimir Popovkin, the newly appointed Head of the Russian Federal Space Agency, who took the opportunity to unveil the ‘Gagarin stone’, flown in directly from the Baïkonour Cosmodrome.

www.cnes.fr

Les photos de Soyouz en Guyane sur www.cnes.fr/webmag Photos of Soyouz in Guiana at www.cnes.fr/webmag

➔ **Mises à poste Galileo /** Le CNES et l'Esa ont signé un contrat pour les mises à poste de la constellation Galileo. Il court jusqu'en 2016 et comprend d'ores et déjà les 4 satellites de la phase IOV (*In Orbit Validation*) ainsi que les 14 satellites de la phase IOC (*Initial Operational Capability*). Les équipes opérationnelles sont conjointement composées de personnel des deux agences pour réaliser ces mises à poste, alternativement depuis le centre de Darmstadt et celui de Toulouse.

Galileo in-orbit positioning / CNES and ESA have signed a contract for the in-orbit positioning of the Galileo constellation. The contract runs until 2016 and includes the four satellites already at the IOV phase (in-orbit validation) and fourteen at the IOC phase (initial operational capability). The teams comprise personnel from both agencies. Operations will be conducted alternately from the Darmstadt and Toulouse control centres.



POLLUTION

Le continent indésirable

Oui, le 7^e continent existe, même s'il ne figure pas sur les guides touristiques... et pour cause ! Charles Moore, océanographe américain, l'a découvert en 1998, et le skippeur Patrick Deixonne s'apprête à l'explorer. Sur une trentaine de mètres d'épaisseur, près de cent millions de tonnes de déchets polluent les eaux, tant en profondeur qu'en surface. Six fois la superficie de la France, ce nouveau continent empoisonne le Pacifique, de la Californie au Japon en passant par Hawaï. « La mission que je dirige ne doit pas seulement témoigner, mais aussi sensibiliser les jeunes face à ce fléau », insiste l'ex-skippeur de Rames-Guyane. Pour cela, il va se rendre sur place à bord d'un voilier équipé d'une balise Argos. Les lycées qui le souhaitent peuvent s'engager dans son sillage pour mesurer l'étendue du plus grand dépotoir du monde. Grâce à la géolocalisation et à l'exploitation des données satellitaires, ils pourront suivre sa progression et faire l'inventaire de la situation en direct. L'OSL¹ et la Société des explorateurs français soutiennent ce projet.

¹ Ocean Scientific Logistic.

POLLUTION

The contemptible continent

You won't find the 'Plastic Continent' in a holiday brochure although it is a real place. Six times the size of France, this mass of floating plastic waste weighs an estimated 100 million tonnes and stretches from California to Hawaii and across to Japan, down to a depth of 30 metres. “I want to draw attention to this terrible scourge and raise young people's awareness about it,” says French skipper Patrick Deixonne, whose previous feats include the Rames Guyane solo transatlantic rowing race. To do this, he will enter the polluted waters in a yacht fitted with an Argos transmitter. High school classes will link up with him, via satellite, to track his progress and assess the situation for themselves, in real time. The project has the support of OSL¹ and the French explorers' society (SEF).

¹ Ocean Scientific Logistic



SÉNÉGAL

LE SATELLITE PROTÈGE LES TROUPEAUX

«Ce sont dix années de recherche couronnées de succès !», insiste Murielle Lafaye, chargée du projet AdaptFVR¹, qui traite de l'impact de la fièvre de la vallée du Rift sur les cheptels sénégalais. Des cartes dynamiques viennent enfin d'être officiellement validées. Produites à partir des observations satellitaires, elles signalent les zones à forte concentration de moustiques, porteurs de cette maladie. Au cours de la saison des pluies 2010, ces cartes ont été intégrées aux bulletins d'information délivrés à la Direction des services vétérinaires du Sénégal. Les campagnes d'observation menées depuis 2003 débouchent aujourd'hui sur cette modélisation prête pour la phase opérationnelle. Ces cartes constituent des alertes précoces: elles permettent, par exemple, d'éviter la conduite des troupeaux dans les zones à fort risque de contamination. Cette opération exemplaire fera, sous peu, l'objet d'un transfert de technologies et de savoir-faire. La Direction des services vétérinaires du ministère de l'Agriculture sénégalais pourra alors pleinement utiliser ce service.

¹ Ce projet est soutenu et financé par le programme GICC (programme Gestion et impacts du changement climatique), mis en œuvre par le ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

SENEGAL

Satellites watch over flocks and herds

"This success is the culmination of 10 years' research," says Murielle Lafaye, in charge of the AdaptFVR project to study the impact of Rift Valley Fever on livestock in Senegal. Dynamic maps have now been officially validated. Derived from satellite observations, they show the high-concentration areas of mosquitoes, which spread the disease. During the 2010 rainy season, these maps were incorporated into bulletins issued to the Senegalese agriculture ministry's veterinary services branch. Observation campaigns conducted since 2003 have yielded an operational model that can now be used on the ground. The maps provide an effective early warning and allow herders to avoid areas where there is a high risk of infection. This exemplary operation includes an agreement to transfer technologies and know-how to local operatives in the near future. Senegal's veterinary services branch will also have full access to the service.

¹ This project is supported and funded by the GICC programme (climate change management and impact), led by France's ministry of ecology, sustainable development, transport and housing.

➔ **Robusta prend son envol** / Développé sous contrôle du CNES depuis 2006, le picosatellite Robusta s'est envolé du campus de Montpellier 2 le 12 mai 2011 pour sa qualification finale. Tandis qu'il était embarqué sous ballon stratosphérique pendant trois heures, à 30 000 m d'altitude, les étudiants ont testé ses liaisons radiofréquences avec la station sol installée sur le campus même. Projet commun à des étudiants de tous niveaux de l'UFR des sciences, de l'IUT de Nîmes et de Polytech Montpellier, avec la participation de trois unités mixtes CNRS-Insis, Robusta devrait être lancé par Vega, depuis le Centre spatial guyanais, fin 2011.

Robusta takes to the skies / The Robusta picosatellite launched on 12 May for its final qualification flight under a stratospheric balloon, reaching an altitude of 30 km. Students tested its RF links with the ground station on the campus. A joint project by students at the Montpellier 2 science faculty, Nîmes polytechnic and Montpellier polytechnic, working with three CNRS/INSIS' joint science units, Robusta will be orbited by Vega from Kourou late this year.

¹ French national scientific research centre/institute of engineering and systems science.

www.cnes.fr

ROBUSTA Les détails de la mission
Robusta mission details at
www.cnes.fr/webmag

DU BUZZ SUR ... le Web du CNES

Redécouvrez le pavillon d'exposition du CNES au Bourget dans une visite à 360° sur...

www.cnes.fr/visite-virtuelle-bourget

Get the buzz in the CNES webspace
Take a 360° virtual tour of CNES's pavilion at the Paris Air Show at

www.cnes.fr

Éole Un projet dans le vent / Le démonstrateur Éole, conçu pour un lancement automatique et réutilisable d'engins spatiaux, est entré, fin avril 2011, en phase de caractérisation aérodynamique. Au cours de cette étape, de nombreuses configurations combinant la direction du vent et la position des gouvernes ont été testées. Ce démonstrateur est prévu pour emporter, accroché sous lui, la fusée expérimentale Arès (cf. CNES mag n° 47) du programme universitaire Perseus. La caractérisation aérodynamique s'est faite avec et sans la maquette de la fusée. Cette phase a été cruciale pour ce projet, qui préfigure les technologies du futur. Mené par des étudiants de l'enseignement supérieur, il s'inscrit dans une ligne volontariste de préparation de l'avenir. Éole fait partie des grands démonstrateurs qui testeront plusieurs systèmes de séparation à l'échelle d'une fusée expérimentale ou embarqueront des expériences scientifiques.



Maquette du drone Éole à l'ONERA de Lille. Ce démonstrateur technologique à très fort potentiel scientifique est à l'image de ce que font les Américains pour X48. Mock-up of the EOLE UAV at ONERA in Lille. This technology demonstrator, along the same lines as the U.S. X-48 vehicle, has great scientific potential.

ÉOLE / Another step towards the future / In April 2011, the EOLE automated, reusable airborne launch demonstrator entered its aerodynamic characterization phase. A broad range of configurations combining wind direction and control surface positioning were tested. The EOLE demonstrator is designed to carry the ARES experimental rocket, developed through the Perseus university programme, underneath its fuselage (see CNES Mag 47). Aerodynamic characterization trials were conducted with and without a mock-up of the rocket in place. This was a crucial phase of the project, part of a proactive approach to prepare the technologies of the future, in partnership with the academic community. EOLE is one of the large-scale demonstrators that will test various separation systems for experimental rockets as well as carry scientific experiments.

COSMOS

Un nouvel éclairage sur les étoiles

Deux ans après le lancement du télescope spatial Herschel, les résultats se multiplient. Récemment, les instruments Spire et Pacs ont livré des images inédites de réseaux de filaments interstellaires. Il semblerait que la majorité des étoiles se forme au sein des plus denses de ces filaments. L'analyse de 90 d'entre eux a montré que, quelle que soit leur densité ou leur longueur, tous les filaments s'étalent sur une bande de même largeur (près de 0,3 années-lumière, soit 20 000 fois la distance de la Terre au Soleil). La comparaison des observations avec des modèles théoriques laisse penser que les filaments résulteraient d'un phénomène appelé « **turbulence inter-stellaire** ». Les résultats de ces travaux ont été mis en ligne sur le site *Astronomy and Astrophysics*. Dans une version grand public, ils ont fait l'objet d'une exposition lors de la manifestation Ciel en fête, à la Cité de l'espace.

COSMOS

New insights into star formation

Two years after launch, Herschel's list of 'firsts' continues to grow. Recently, the SPIRE and PACS instruments returned remarkable images of networks of gaseous filaments in interstellar space. It appears that newly formed stars are often found in the densest parts of them. Analysis of 90 filaments shows that, regardless of density or length, their width is always roughly the same (approx. 0.3 light years, or 20,000 times the Earth-Sun distance). Comparisons with theoretical models suggest that interstellar filaments are the result of a phenomenon called 'interstellar turbulence'. The conclusions of this latest research are on the Astronomy & Astrophysics website and are the subject of an exhibition at the Cité de l'Espace in Toulouse.

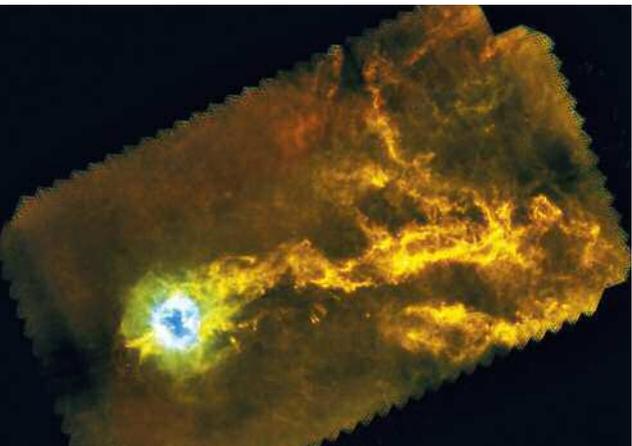


Image Herschel du nuage IC5146 de la Voie lactée. La zone bleue est une nébuleuse éclairée par une étoile massive, plus chaude que le reste du réseau de filaments.

Herschel image of cloud IC5146 in the Milky Way. The blue patch is a nebula lit by a massive star hotter than the rest of the network of filaments.

COUCHE D'OZONE

ÇA CHAUFFE AU PÔLE NORD

Les observations recueillies par Iasi ce printemps au-dessus du pôle Nord sont sans ambiguïté: « Entre le début de l'hiver et la fin mars, la diminution de la couche d'ozone avoisinait 40 % », constatent les scientifiques. Embarqué sur le satellite Metop-A, le sondeur a mesuré deux fois par jour le spectre du rayonnement infrarouge émis par la Terre. Conséquence d'un hiver stratosphérique très froid et persistant, la situation reste sous surveillance. Des équipes européennes poursuivent les observations au-delà du cercle polaire pour échantillonner finement ces conditions exceptionnelles. Mis en œuvre par le CNES, des sondes sous ballons et le système lidar de la station sol de Haute-Provence ont complété le dispositif de mesures. Ils vont évaluer l'impact de cet événement sur les plus basses latitudes. Particulièrement performant, le premier Iasi lancé en 2006 sera suivi par ses petits frères, déjà installés sur Metop-B (lancement en 2012) et Metop-C (lancement après 2016), afin de garantir un suivi d'observations pendant une quinzaine d'années.

OZONE LAYER

Warm winter at the North Pole

Observations by the IASI instrument over the North Pole earlier this year are clear and unambiguous. "Between the start of winter and the end of March, the ozone layer thinned by an alarming 40%," scientists tell us. Carried on Europe's MetOp-A satellite, IASI measured Earth's infrared radiation spectrum on a twice-daily basis. The result of an extremely cold and persistent stratospheric winter, the situation remains under close watch. European teams are continuing to make observations outside the polar circle to assess these exceptional conditions in more detail. Balloon-borne probes, deployed by CNES, and the Haute-Provence ground-based lidar station are providing additional measurements to evaluate the impact of this event at lower latitudes. The first IASI instrument orbited in 2006 will be followed by its two sister instruments, already installed on MetOp-B (due to launch in 2012) and MetOp-C (in 2016/17) to ensure continuous observation for the next 15 years.

www.cnes.fr

IASI



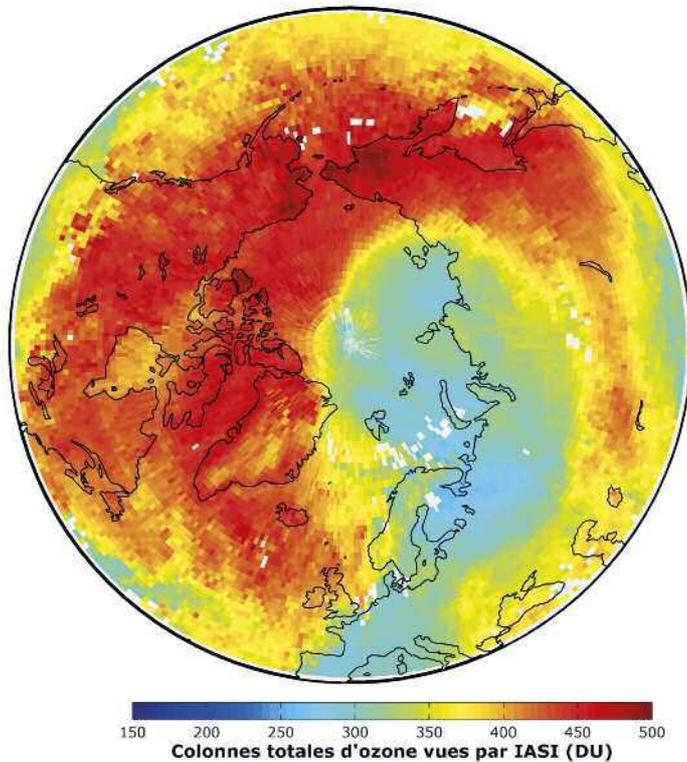
Voir la vidéo sur

See IASI video at

www.cnes.fr/webmag

Lexique

Turbulence interstellaire
Mouvements de gaz désordonnés se propageant dans les nuages interstellaires.
Glossary
Interstellar turbulence
Disorderly shockwaves travelling through interstellar clouds.



POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
<http://www.aanda.org>
www.herschel.fr

Distribution d'ozone mesurée par Iasi pour la période du 1^{er} au 3 avril 2011. Ozone distribution measured by IASI for 1 to 3 April 2011.

NUTRITION

BIEN DANS SON CORPS, BIEN DANS SA TÊTE

Au printemps, une dizaine de classes de 8-12 ans ont adopté en France « l'ISS attitude » et le « régime Mission Explorer »¹, au même titre que d'autres écoliers européens du même âge. Car « *Mission X est plus qu'un concept, un véritable challenge* », précise Sophie Segalowitch, partie prenante du projet avec sa classe. Grâce au kit fourni par les agences spatiales participantes, les élèves ont adopté de nouveaux comportements alimentaires et exercices sportifs. « *En six semaines, l'expérience a fait apparaître de réelles incidences sur les performances ou sur les indicateurs physiologiques: cardio-respiratoires, musculaires...* » Surprise par l'autonomie des enfants, l'enseignante voit dans Mission X le point de départ d'une réflexion plus large sur l'hygiène de vie. Guy

Moreno, coordonnateur des activités EPS sur l'ensemble des établissements, confirme: « *Sous une approche ludique, Mission X lutte contre la sédentarité, l'obésité. C'est également une opportunité pour élargir le débat à d'autres questions, plus environnementales, voire même sur l'avenir du spatial.* » Mission X reflète parfaitement le concept de la Nasa, qui a axé le projet sur « *l'image, véhiculée par le spationaute, d'un individu sain et sportif* ».

¹Projet éducatif des agences spatiales sur le thème de la nutrition et du sport pour les 8-12 ans.



NUTRITION

Healthy body, healthy mind

Back in the spring, a dozen classes of 8 to 12 year-olds in France adopted the 'ISS attitude' and the 'Mission Explorer' diet, alongside pupils of the same age in other European countries. "Mission X is more than a concept, it's a real-life challenge," says Sophie Segalowitch, involved in the project with her class. Using the kit provided by participating space agencies, pupils adopted new eating habits and fitness exercises. "In just six weeks, the experiment had made a real impact on their performance and physiological indicators, such as cardiorespiratory and muscle function." Surprised at the children's level of independence, their teacher sees Mission X as the start point for a broader study of health and fitness. Guy Moreno, coordinator of PE activities at all the schools, explains that Mission X is a "fun way to address the issues of sedentary lifestyle and childhood obesity. It's also an opportunity to widen the debate to other issues of a more environmental nature, or even the future of space exploration." Mission X is a NASA concept that teaches youngsters how to "train like an astronaut" through a project focused on the principles of healthy eating and exercise.

¹An educational project led by space agencies on the theme of nutrition and sport, aimed at 8 to 12 year-olds



Argos, vingt-cinq ans au service de l'environnement / Groupe spatial international, CLS « pèse », en 2011, 60 millions d'euros de chiffre d'affaires et contrôle 20 000 balises. Le groupe exploite 3 familles de systèmes satellitaires, soit près de 80 instruments embarqués à bord de 40 satellites. Il réunit près de 400 collaborateurs et regroupe un réseau de 15 bureaux et filiales répartis dans le monde. Créée en 1986 sous statut de PME, cette filiale du CNES et d'Iremer a su convaincre par son expertise en matière de géolocalisation.



Argos, 25 years serving the environment / CLS, the international group that operates the Argos system, monitors 20,000 transmitters and has projected revenues of €60 million in 2011. CLS operates three families of satellite systems, equivalent to almost 80 instruments on 40 satellites. It employs close to 400 people and has a network of 15 offices and subsidiaries around the world. Formed in 1986 as an SME, CLS—a subsidiary of CNES and Iremer, the French research institute for exploration of the sea—quickly gained recognition for its expertise in geolocation.

PÉDAGOGIE

Les collégiens rament de Cayenne à Toulouse

Le 29 janvier 2012, Julien Besson, skippeur de *Cariacou-Boto III*, embarquera pour la Bouvet Guyane, une course en solitaire à la rame sans escale et sans assistance. À des milliers de kilomètres, des collégiens de l'agglomération toulousaine se préparent aussi à l'aventure. Dans le cadre d'Argonautica, onze enseignants d'un même collège ont fait de cet exploit sportif le fil conducteur de leur enseignement. Le programme « De Cayenne à Toulouse » (CAT) se décline sur deux années scolaires, en autant de volets que de disciplines concernées: maths, français, musique, SVT... « *Pendant la course, un point route hebdomadaire sera délivré sur notre blog. Les images satellites sont des outils pertinents pour ce projet. Les données de la balise Mango, que nous confierons à Julien, seront récupérées et analysées* », explique Nadine Couquet, professeur de lettres, coordinatrice du projet. Ce programme global aborde les notions sous-jacentes de développement durable, d'éco-citoyenneté, de suivi des déchets et de solidarité, en aidant l'association Glob'Marion¹. Soutenu par le CNES, ce projet peut être ouvert et partagé par d'autres établissements scolaires intéressés par l'aventure.

¹ Glob'Marion est une association d'aide à Marion, jeune sportive handicapée, soutenue par Julien Besson.

EDUCATION

Pupils track transatlantic race

On 29 January 2012, Julien Besson will embark on the Bouvet Guyane transatlantic rowing race. Meanwhile, pupils at a Toulouse high school who will be following this sporting challenge as part of their classwork are also preparing for the adventure. Part of the Argonautica operation, the CAT programme (from Cayenne to Toulouse) runs for two academic years and covers topics in French, maths, music, biology and other subjects. "During the race, a weekly route update will be posted on our blog," explains Nadine Couquet, French teacher and project coordinator. "Data from the Mango transmitter on Julien's boat will be recovered and analysed." This programme also looks at eco-stewardship, sustainable development, waste monitoring and solidarity, through a partnership with Glob'Marion¹. Supported by CNES, the project is also open to other schools.

¹ Glob'Marion is a charitable organization supported by Julien Besson to help a young athlete with disabilities called Marion.

PASCAL PICQ

La vie extraterrestre sous le regard du paléanthropologue

Life 'out there' - a paleoanthropologist's perspective

« Allez-y, on a besoin de gens incompetents comme vous. » C'est sur cette boutade d'Yves Coppens que Pascal Picq a infléchi le cours de sa vie professionnelle. Ce qu'il fallait entendre de la boutade, c'était le besoin pour les anthropologues des années 1970 de s'adjoindre les compétences de physiciens capables de tirer profit des nouvelles technologies. Après quelques années passées aux États-Unis, Pascal Picq est aujourd'hui maître de conférences au Collège de France.

GUEST COLUMN



LE JOURNAL

La vie extraterrestre évoque-t-elle quelque chose pour un scientifique comme vous ?

Rien du tout. Parce qu'on n'en a pas de trace, tout simplement. Et les rares trouvées sont très discutables. Mais qu'il n'y ait pas de vie extraterrestre m'étonnerait¹. Les découvertes de ces vingt dernières années montrent que la matière première était là dès l'origine de la vie et qu'il y a plein de matière organique dans l'Univers. Alors, qu'il n'y ait pas de vie ailleurs serait très surprenant.

➤ “Go for it—we need incompetent people like you!” This quip by Professor Yves Coppens, the anthropologist, changed the course of Pascal Picq's career. Behind the joke was a serious point: anthropologists in the 1970s needed the skills of physicists to bring the benefits of latest technologies to bear on their work. After several years in the United States, Pascal Picq is now a senior lecturer at the Collège de France in Paris.

Does 'extraterrestrial life' mean anything to you as a scientist? No nothing—simply because there's no empirical evidence for it. And the occasional 'findings' to date are questionable. That said, I'd be surprised if

Pensez-vous que le progrès technologique modifie l'imaginaire de l'homme ?

Chaque grande nouvelle découverte scientifique (la lunette, les rayons X) a inventé d'autres formes de vie. À l'époque de la lunette d'observation, Cyrano de Bergerac invente des habitants sur la Lune, sur le Soleil. À l'époque des rayons X, Gustave Le Rouge, dans *Le Prisonnier de la planète Mars*, imagine des êtres qu'on ne voit pas. Depuis, la conquête de la Lune a un peu tué la science-fiction. Toutes les formes modifiées par l'imaginaire que nous ont apportées des films comme *La Guerre des étoiles*, *Avatar*, sont des formes anthropoïdes, des chats ou des chiens à six pattes. Les gargouilles de l'art roman étaient plus créatives. Curieusement, le cinéma a tué l'imaginaire ouvert par les sciences.



L'homme peut-il découvrir d'autres formes de vie ?

S'il y a d'autres formes de vie, sera-t-on capable de les détecter ? La vie est apparue il y a à peu près 4 milliards d'années. Il aurait fallu une grande capacité d'imagination pour prédire l'apparition de l'homme à partir des cellules pluricellulaires. Nous sommes prisonniers d'un tissu de représentations façonné par nos croyances.

Pensez-vous que l'homme puisse un jour quitter définitivement la Terre ?

Les mettre en sommeil pendant le temps du voyage serait une solution, mais il faudrait résoudre la question de la perte de densité osseuse. S'ajoute à cela la question de notre taille : nous sommes des animaux de grande taille, très pesants, et dont le squelette dépend de la gravitation. C'est une contrainte terrifiante. On trouve déjà ce problème sur les long-courriers. Je suis un ardent défenseur de la diversité, c'est souvent celui qui n'est pas comme les autres qui permet de s'en sortir... si quitter la Terre est une façon de le faire !

La disparition de l'homme est-elle une échéance possible ?

Nous sommes les seuls à nous poser cette question. Dans les trois cultures monothéistes, l'homme est au centre du cosmos et à l'image de son créateur. Il est l'aboutissement, l'horizon indépassable. Mais, comme le disait Claude Lévi-Strauss, la vie se poursuivra bien après la disparition de son créateur. Il y a 40 000 ans, la Terre connaissait cinq espèces d'hommes, il n'en reste qu'une². Et, pourtant, l'homme de Neandertal était intelligent et enterrait ses morts... Sommes-nous l'aboutissement ou les responsables de l'évolution en train de se faire ? ■

there wasn't life out there.¹ The discoveries of the last 20 years show that the raw material of life existed from the start and that there's plenty of organic material in space. So it's hard to believe there's no life anywhere else.

Do you think technological progress changes our creative perception?

With each scientific advance, like telescopes or X-rays, people have invented new 'lifeforms' to match. So with the first observation telescopes, Cyrano de Bergerac travels to the Moon and Sun and meets their 'inhabitants'. Then when X-rays are discovered, Gustave Le Rouge describes strange beings that we can't see (in *Prisoner of the Planet Mars*). Lunar exploration, however, has dealt a real blow to sci-fi. The lifeforms in *Star Wars* or *Avatar* are either anthropoid or cat- or dog-like, albeit with six legs or other variations. But the gargoyles of Roman art were more creatively inspired. So, paradoxically, cinema has actually quelled the imaginative energies inspired by science.

Might we discover other forms of life?

Or if such lifeforms exist, will we actually be able to detect them? Life first appeared about four billion years ago. But you'd have needed real imagination to predict that those primitive organisms would evolve into humans. We're locked into certain perceptions, shaped by our beliefs.

Do you think humankind might leave Earth altogether one day?

Putting them into stasis for the voyage would be one solution, but you'd still have to solve the issue of bone density loss. Then there's the question of our physical size—we're big, heavy animals and our skeletons depend on gravity. It's a real issue, even for people who take regular long-haul flights. I'm a staunch advocate of diversity. Often it's the 'odd one out' who saves the day... if leaving Earth is an expression of that!

Is humankind destined to disappear?

We're the only ones asking that question. In the three monotheistic cultures, humans are made in the image of their creator and are the pinnacle of creation, the last word. But as Claude Lévi-Strauss said, life will go on long after its creator has disappeared. 40,000 years ago, there were five races of humans. Today, there's only one.² Yet Neanderthal Man was intelligent, as evidenced for example in their burial rituals. So I'd ask whether we're really the last word, or simply part of an ongoing evolutionary process.

¹ *Le Monde a-t-il été créé en sept jours?* by Pascal Picq, published by Odile Jacob, 2010

² *Il était une fois la paléanthropologie*, by Pascal Picq, published by Odile Jacob, 2010



¹ *Le Monde a-t-il été créé en sept jours?* Pascal Picq, Odile Jacob, 2010.

² *Il était une fois la paléanthropologie*, Pascal Picq, Odile Jacob, 2010.

C'SPACE 2011

LES PROJETS ÉTUDIANTS S'ENVOLENT

Programmé du 20 au 27 août sur le site de la DGA Essais de missiles à Biscarrosse, le C'Space 2011 portera les couleurs de la coopération franco-russe. Avec, pour toile de fond, le 50^e anniversaire du vol de Gagarine et, pour ligne d'horizon, le prochain départ de Soyouz depuis Kourou: « Le C'Space verra le lancement d'une réplique miniature du mythique lanceur russe conçue par des étudiants de l'université aérospatiale russe de Samara... un symbole, mais aussi un défi technologique », précise Nicolas Pillet, chargé de la manifestation. Cette nouvelle édition connaît déjà un engagement record: 70 projets étudiants sont inscrits. Vingt-cinq fusées expérimentales, dont une bi-étage, 30 mini fusées, dont une aéroportée, et 4 ballons stratosphériques décolleront au cours de la semaine... Mais le C'Space créera aussi une opportunité d'échanges pour les 400 participants attendus. Huit pays seront représentés et les étudiants croiseront des professionnels du spatial, des conférenciers, des scientifiques... Avec le volet « Fête de l'espace », ce festival accueillera également quelques 100 000 touristes présents dans la région.

C'SPACE 2011

Student projects on the launch pad

C'Space 2011 takes place at the French defence ministry's missile test range in Biscarrosse, near Bordeaux, 20 to 27 August. The theme for this year's event is French-Russian cooperation. Against the backdrop of the 50th anniversary of Yuri Gagarin's historic first flight and with the first Soyuz mission from Kourou on the horizon, C'Space will be launching a miniature replica of Russia's mythical rocket, designed by students at Samara State Aerospace University. "The project is symbolic, but it's also provided a real technological challenge," says Nicolas Pillet, in charge of the event. A record 70 student projects are registered to date. These include 25 experimental rockets (one in a two-stage configuration), 30 minirockets (one launched from an airborne platform) and four stratospheric balloons. For the 400 participants expected, C'Space is an opportunity to meet like-minded enthusiasts and talk about all things space. Students from eight countries will also have the chance to meet space industry professionals, conference speakers and scientists. The 'space festival' side of the event will open its doors to the public and holidaymakers in the region, with around 100,000 visitors expected.



▲▲ En cette année du cinquantenaire du vol de Gagarine et du premier vol de Soyouz depuis la Guyane, le C'Space a invité une équipe d'étudiants russes de l'université de Samara à développer une réplique, à l'échelle 1/20^e, du lanceur russe mythique. Elle sera lancée à l'occasion de la journée VIP, le 25 août 2011.

To mark the 50th anniversary of Yuri Gagarin's flight and the first Soyuz launch from French Guiana this year, C'Space invited a team of Russian students from Samara State Aerospace University to develop a 1/20 scale replica of the legendary Russian launcher. It will be launched on the festival's VIP day on 25 August.

www.cnes.fr C'SPACE Voir la vidéo sur
See C'Space video at
www.cnes.fr/webmag

CanSat, un concentré technologique / Taille mini, potentiel maxi, sous le volume d'une canette de soda, CanSat est un concept qui explose! Douze CanSat prendront le départ de la compétition! Ces engins bourrés de créativité sont soumis à des contraintes scientifiques et technologiques drastiques pour remplir des missions spécifiques. Avec cette compétition internationale, rigueur et créativité deviennent les moteurs de projets d'étudiants ou de clubs.

Alongside the main programme, the CanSat competition is proving increasingly popular. The CanSat concept is a real concentration of technology—small size, big potential. Some 12 CanSat entries are registered this year. These tiny spacecraft, the size of a drink can, are packed with innovations and subject to drastic scientific and technological constraints to meet specific mission requirements. Rigour and creative thinking are the watchwords behind student and club projects in this international competition.

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
<http://www.cnes.fr/jeunes>

TELE-EPIDEMOLOGY

Progress in the fight against urban malaria

Vanessa Machault's doctoral thesis, defended in December 2010, strikes back at the recent upsurge in malaria cases in urban areas. By establishing dynamic maps of Dakar, Senegal, this young researcher at the Midi-Pyrenees Observatory's aerology lab has made it much easier to forecast when and where the mosquitoes that carry the disease will emerge. Her work has attracted the interest of France's IRBA armed forces biomedical research institute. The EOS Malaria project, selected via a CNES call for proposals, is the practical application of this research. Under the project, a service will soon be available to map urban areas with high malaria risks. Led by commercial satellite mapping specialists SIRS and SERTIT, the Strasbourg-based regional image processing and remote sensing department, this service will be operational in late 2012. IRBA is expected to be the main initial user of the service. Urban planners and demographers predict a dramatic rise in urban growth, with almost 70% of the world's population concentrated in cities by 2050. Against this backdrop, tele-epidemiology is set to become a powerful tool in the fight against infectious diseases.



TÉLÉ-ÉPIDÉMOLOGIE

Une avancée contre le paludisme urbain

La télé-épidémiologie mène la vie dure aux maladies infectieuses. À ce propos, la thèse soutenue par Vanessa Machault en décembre 2010 porte un rude coup à la recrudescence du paludisme en zone urbaine. En établissant des cartes dynamiques sur la ville de Dakar, cette chercheuse du Laboratoire d'aérodologie de l'Observatoire Midi-Pyrénées facilite la prévision de périodes et sites d'émergence des moustiques. Ces travaux répondent aux préoccupations de l'Institut de recherche biomédicale des armées, qui se soucie de l'environnement sanitaire des troupes. Le projet EOS-Malaria (sélectionné lors d'un appel à projet du CNES sur les applications innovantes) constitue le volet applicatif de ces recherches. Il propose un service de cartographie des zones urbaines à risques palustres. Mené par la société SIRS et le Sertit¹, sociétés spécialisées dans la cartographie spatiale, il devrait être opérationnel fin 2012. Si l'IRba est aujourd'hui l'utilisateur final ciblé, urbanistes et démographes prévoient une forte croissance de la concentration urbaine: en 2050, près de 70 % de la population mondiale sera concentrée dans les villes. À terme, la télé-épidémiologie fait déjà figure d'outil de prévention des maladies infectieuses.

¹Service régional de Traitement d'image et de télédétection de Strasbourg.

SOCIÉTÉ

UN BALLON POUR LA PRISON

« Nous sommes très fiers de notre travail ! », s'exclame William, alors qu'un ballon stratosphérique s'envole dans les airs avec à son bord une série d'expériences scientifiques. Il vient de participer à l'opération « Un ballon pour l'école », soutenue financièrement par le CNES depuis 1992. Sauf que, cette fois-ci, le ballon ne s'envole pas d'une cour d'école, mais du quartier des mineurs du centre pénitentiaire de Liancourt, dans l'Oise.

Cette idée a germé à la suite de la rencontre entre un chef de service de la Protection judiciaire de la jeunesse, passionné d'astronomie, et l'association Planète Sciences, qui encadre les lâchers de ballons. « On pense plutôt à des activités sportives pour occuper des jeunes incarcérés, remarque Samuel Kauffmann, directeur de Planète Sciences Picardie. Donc c'était bien de profiter de l'obligation de s'oxygéner pour leur faire découvrir les sciences, un domaine qui ne suscite pas forcément leur intérêt. » Après avoir acheminé le matériel au compte-gouttes au sein de la prison, contrôles obligent, une dizaine de jeunes âgés de 16 à 18 ans ont construit la nacelle et imaginé 3 expériences autour de la pression, de l'oxygène et des prises de vue. « On va voir la Terre à 30 km d'altitude, raconte Steve sourire aux lèvres, ce n'est pas rien. – Et le mieux, poursuit Mike, c'est que c'est nous qui l'avons fait ! »

« Ce sont des jeunes qui fonctionnent à l'instantané et qui ont du mal à se projeter », souligne Marc Robert, enseignant au centre pénitentiaire. « Réussir à ce que tout le monde adhère et qu'au final le ballon puisse s'envoler, c'était déjà un très bel objectif », conclut Isabelle Riquier, éducatrice à la Protection judiciaire de la jeunesse.

SOCIETY **A balloon for prison**

"We're really proud of our work," says William, as a stratospheric balloon lifts into the sky, carrying a set of science experiments. He is one of many to benefit from the 'Balloon for school' operation, funded by CNES since 1992. But this is not a school playground. It is the young offenders section of Liancourt prison in Picardy, north of Paris. The idea sprang from a meeting between Planète Sciences, the non-profit association that supervises the balloon releases, and a head of department at France's office of juvenile justice, who is also a keen astronomer. "We tend to think of sporting activities as a way to keep young inmates occupied," says Samuel Kauffmann, director of Planète Sciences Picardy. "But what better way to combine their need for fresh air with an introduction to science?—something they may never have taken an interest in before." With all the materials screened through security, a dozen youngsters aged 16 to 18 began work on the gondola and devised three experiments on the themes of pressure, oxygen and imaging. "We're going to photograph Earth from an altitude of 30 kilometres," says Steve with a grin. "That's quite something!" "And we did it all ourselves," adds Mike. "These guys tend to live for the moment and find it hard to think and plan ahead," says Marc Robert, a teacher at the prison. "Completing a project they all believe in and finally seeing their balloon take to the skies—it's a wonderful thing to have achieved," concludes Isabelle Riquier, an education officer at the office of juvenile justice.

MOTEUR !

Un concept innovant au banc d'essai

« Issu de la R&T, ce boîtier s'annonce comme une solution prometteuse pour la maîtrise du phénomène de cavitation », insiste Benoît Pouffary, chef de projet recherche & technologies propulsion liquide au CNES. Deux ans après sa définition préliminaire, le boîtier d'essais pour étudier la cavitation en ergols réels (BCER) vient de franchir une étape majeure: son intégration pour essais sur le site de Snecma, à Vernon. Développée par le Commissariat à l'énergie atomique, l'instrumentation est basée sur l'absorption de rayons X. Elle mesure la quantité de vapeur dans l'hydrogène liquide. Cette technologie présente l'avantage de ne pas perturber l'écoulement à l'entrée de la pompe cryogénique, où il peut se produire une perte de performance du lanceur. La prochaine étape du BCER consiste en une campagne d'essais de plusieurs mois pour valider les technologies mises en œuvre et acquérir les mesures nécessaires à l'optimisation des nouvelles générations de moteurs-fusées.

ENGINES

Innovative concept under test

"The result of an R&T programme, BCER offers real promise as we seek to understand and overcome the problem of cavitation," says Benoît Pouffary, project manager, R&T for liquid-propellant engines at CNES. Two years after its preliminary definition, the BCER system, designed to study cavitation in propellants, has reached a major milestone: integration in readiness for tests at Snecma's engines facility in Vernon, Normandy. Developed by France's CEA atomic energy commission, the instrumentation measures X-ray absorption to calculate the quantity of vapour in the liquid hydrogen.

This technique has the added benefit of not disrupting the flow of propellant as it enters the cryogenic pump, otherwise resulting in a loss of engine performance. BCER will now enter a test campaign lasting several months to validate the technologies and gather the measurements needed to optimize the next generation of rocket engines.

Lexique

Cavitation
La cavitation est la formation de bulles de gaz et de vapeur dans un liquide soumis à une dépression.

Glossary
Cavitation
The formation of 'cavities' of gas or vapour in a liquid under pressure.



« Lâcher de ballon au centre pénitentiaire de Liancourt, dans l'Oise.

Balloon release from Liancourt penitentiary, north of Paris.

www.cnes.fr

UN BALLON POUR LA PRISON
Voir la vidéo sur www.cnes.fr/webmag
A balloon for prison: see the video at www.cnes.fr/webmag

Au cœur de l'innovation

Radiocommunication / Un système hybride pour optimiser l'arrivée de la 4 G

L'engouement pour l'Internet mobile force la marche de la 4 G. Mais la 4^e génération de la téléphonie mobile va devoir trouver sa place parmi les réseaux existants. Un système hybride de radiocommunication cellulaire a été conçu au CNES. En améliorant la cohabitation des réseaux terrestres et d'un système satellite tout en s'accommodant du dépointage de ses faisceaux, il se présente comme une des réponses technologiques du futur.

« La multiplication des terminaux a dopé l'Internet mobile, mais révèle deux failles. Pour l'utilisateur, le débit reste bas à ce niveau de service et limite l'interactivité. Pour les fournisseurs d'accès, le hic, c'est la saturation des réseaux », précisent en préambule les conceptrices. À l'horizon 2014, la 4 G doit lever ces obstacles. Mais comment garantir une couverture



4 G globale avec le débit annoncé, y compris dans les zones rurales. Caroline Bès, ingénieur en télécommunications spatiales, et Christelle Boustie, responsable systèmes du projet Swimax au CNES, ont approché la situation de façon prospective. Elles anticipent : « Renforcer les réseaux terrestres est financièrement lourd ; les zones blanches vont affecter les secteurs où l'implantation de nouvelles stations serait peu rentable... » L'équipe projet Swimax a choisi son camp : « Notre cible, justement, ce sont ces secteurs défavorisés, les milieux ruraux, la place du village dans le Tarn », disent-elles.

La juxtaposition des réseaux

Le tandem féminin propose alors de mieux exploiter les moyens spatiaux qui ont fait leurs preuves et à moindre coût pour la couverture des zones blanches : « Avec le déploiement de la 4 G, Swimax va optimiser l'utilisation des bandes de fréquences du réseau terrestre sur les zones de la couverture où elles seraient libres et offrir le potentiel libéré aux opérateurs. » Restait un frein technologique à lever : faire coexister deux réseaux de nature différente. Le terrestre repose sur un pavage de cellules fixes ; celui du satellitaire ne peut pas être maintenu de façon totalement fixe. De plus, les tailles des faisceaux du satellite et des cellules terrestres ont un ordre de grandeur différent. Trouver le consensus entre les deux technologies était un défi. À défaut d'une solidarité idéale mais irréalisable, les deux jeunes femmes ont apporté une solution. Le système hybride de radiocommunication cellulaire diminue le brouillage dû au **dépointage** des faisceaux. Le réseau terrestre analyse le signal satellite et détecte ces zones de brouillage. L'adaptation du plan de fréquence du réseau terrestre limite les perturbations pour l'utilisateur.

Étudiée pour les terminaux de format Notebook, l'antenne de réception terrestre et satellitaire a le format d'une souris d'ordinateur et ne nécessite pas d'être pointée. Prêt pour l'arrivée de la 4 G, le système hybride constitue une des clés de faisabilité pour couvrir l'ensemble du territoire. Co-inventeurs, Gaël Scot, Caroline Bès et Christelle Boustie ont déposé un brevet fin 2010.

Lexique

Dépointage

Les mouvements du satellite, bien que corrigés par un dispositif de pointage visant à figer sa position, induisent des imprécisions dans le projeté du faisceau au sol : elles sont appelées erreurs de dépointage.

Glossary

Beam pointing errors Although the satellite's movements are corrected by a pointing system designed to maintain a fixed position, they nevertheless lead to inaccuracies in the beam's projection on the ground, referred to as beam pointing errors.

RADIOCOMMUNICATIONS

Hybrid system smoothes 4G's arrival

The surging popularity of mobile Internet is driving the rollout of 4G, the fourth-generation telephony standard. But 4G must find its place alongside existing networks. To this end, CNES has designed a hybrid cellular radiocommunication system. By making it easier for terrestrial networks and a satellite system to operate together, it provides an effective response to one of the technological challenges ahead.

"The proliferation of mobile devices has spurred the development of mobile Internet, but has also revealed two real shortcomings. For users, connection speeds are still low. And for access providers, the big issue is network saturation," say the hybrid system's designers. Between now and 2014, 4G will remove these obstacles. The problem is how to guarantee coverage at the connection speeds promised, including in rural areas. Caroline Bès, a space telecommunications engineer, and Christelle Boustie, systems manager for the Swimax project at CNES, are taking a new approach. "Extending terrestrial networks is expensive because the gaps are in areas where installing new stations simply isn't profitable," they explain. "Our target is those 'underserved' areas—the rural environment, the village square miles from the nearest town."

Juxtaposing networks

Caroline Bès and Christelle Boustie's idea was to make better use of space systems to deliver cost-effective coverage of these 'notspots'. "With the rollout of 4G, Swimax will optimize the use of terrestrial network frequency bands in areas where they're not used, giving operators unrestricted potential." One technological barrier remained, however—getting two different types of networks to operate together. Terrestrial networks are a patchwork of fixed cells, whereas satellite systems cannot be held in a totally fixed position. In addition, the sizes of satellite and terrestrial beams are an order of magnitude apart, so finding a trade-off was a challenge. The two young women therefore proposed an alternative. The hybrid cellular radiocommunication system reduces interference due to variations in beam pointing errors. The terrestrial network analyses the satellite signal and detects any interference. Constant adaptation of the terrestrial network frequency plan limits disruption for users. Designed for notebook-type devices, the terrestrial/satellite receive antenna is shaped like a computer mouse and does not need to be pointed in any particular direction. This 4G-ready hybrid system brings comprehensive coverage one step closer. Co-inventors Gaël Scot, Caroline Bès and Christelle Boustie filed a patent application at the end of 2010.

www.cnes.fr

Service valorisation

Applications/Exploitation department

ENTRETIEN AVEC RODOLPHE ALEXANDRE

« L'activité spatiale est incontestablement le fer de lance de notre économie locale »

2011, sacrée Année des outre-mer, a vocation à dévoiler les richesses de nos territoires lointains à travers un ambitieux programme de manifestations. Dans l'actualité printanière, la Guyane est en tête du palmarès, avec la livraison d'un nouvel ensemble de lancement au Centre spatial guyanais. Une occasion pour Rodolphe Alexandre, président de la région Guyane, de revenir sur la spécificité de cette enclave française en terre sud-américaine et sur le rôle du spatial dans son développement.

Bientôt deux nouveaux lanceurs, Soyouz et Vega, seront lancés de Guyane en plus d'Ariane. Pensez-vous que cette nouvelle activité va contribuer au développement et à la visibilité de la Guyane dans le monde ?

R. A : Oui, pour moi, c'est une certitude. La Russie, c'est quand-même le plus grand pays du monde. L'immense majorité des Russes n'a certainement jamais entendu par-

ler de la Guyane. L'installation de Soyouz et, surtout, le premier tir depuis Sinnamary donneront forcément lieu à une retransmission en direct. Je crois vraiment qu'il y aura un effet de curiosité au niveau des instances et de la population russe. Et puis, il y a aussi les Américains, qui vont forcément être informés de ce lancement, de même que les Européens, voire les Chinois. En France, ce lancement

RODOLPHE ALEXANDRE

“Space is indisputably the spearhead of our local economy”

This year, an ambitious programme of events is highlighting the riches of France's overseas territories. French Guiana figured strongly in the news this spring, with the delivery of a new launch complex at the Guiana Space Centre. Rodolphe Alexandre, the president of the territory's regional council, talked to CNESMAG about what makes this French enclave in South America so special and

about how space is supporting its development.

Soyuz and Vega are soon set to join Ariane in the range of launchers operating out of French Guiana. Do you think this increase in launch activity will help to raise French Guiana's profile in the international arena?

Rodolphe Alexandre: Yes, I think it has to. Russia is after all the world's largest country. A vast majority

of Russians have likely never heard of French Guiana. And the first launch of Soyuz from Sinnamary is bound to be broadcast live. I really think the Russian authorities and population will be eager to learn more about us. And of course the Americans, Europeans and even the Chinese will be following the event. In France, the launch will be headline news. So the first Soyuz to lift off here is going to be a great opportunity to turn the spotlight on French Guiana and will be viewed around the





fera certainement les gros titres ! Bref, ce premier Soyouz décollant du sol guyanais sera l'occasion d'un focus formidable sur la Guyane, d'une ampleur internationale inédite chez nous. Je ne doute pas que le lancement de la fusée Vega aura également un impact médiatique important, mais il me semble que, par rapport à tout ce que représente Soyouz dans l'histoire de la conquête spatiale, cet impact risque quand-même d'être moindre.

Selon vous, quelles différences peut-on noter entre l'arrivée d'Ariane à Kourou dans les années 1960 et l'arrivée de Soyouz et Vega, trente ans plus tard. Pensez-vous que le CNES a tenu compte des leçons du passé ?

R. A : Aujourd'hui, il est évident que le Centre spatial guyanais n'a plus rien à voir avec ce qu'il était dans les années 1960. On en était encore alors au stade des balbutiements de la fusée Véronique et de l'approximation d'une technologie en cours d'appropriation par les ingénieurs et techniciens du CNES, avec son lot d'échecs inévitable. Aujourd'hui, le CSG est totalement structuré. L'activité de lancement de fusées, sans être une routine, est parfaitement maîtrisée. Et puis Soyouz est un lanceur qui a fait ses preuves. À l'époque, je me souviens que l'implantation de la base spatiale à Kourou était considérée par beaucoup comme une véritable aventure, dont personne ne savait vraiment combien de temps elle durerait. Il faut aussi rappeler qu'elle ne s'est pas faite sans difficultés. Je pense

naturellement aux malheureuses expropriations de Malmanoury. Ces événements avaient d'ailleurs contribué à créer une certaine distance et une certaine défiance entre la population guyanaise et la base spatiale. Depuis, les choses ont considérablement évolué, et, aujourd'hui, plus personne ne conteste l'apport du secteur spatial à la Guyane, notamment sur le plan économique. Tout le monde comprend bien que l'arrivée de Soyouz et de Vega correspond à une évolution logique et à une diversification nécessaire de l'offre de lancements, afin de répondre à la demande mondiale croissante en termes de mise en orbite de satellites.

À vos yeux, que représente l'activité spatiale dans l'économie guyanaise ?

R. A : Comme je vous le disais, pour moi, elle est centrale. N'en déplaise à certains, il va de soi que l'activité spatiale est incontestablement le fer de lance de notre économie locale. Entre le chiffre d'affaires qu'elle génère, les emplois créés ou induits, les retombées économiques indirectes et les investissements réalisés par le CNES en Guyane à travers les nombreux partenariats noués avec les collectivités, je dois dire que, sans le spatial, il est clair que la Guyane serait beaucoup plus en souffrance encore qu'elle ne l'est aujourd'hui. À tel point que l'on peut parler selon moi d'une véritable dépendance, ce qui n'est pas sans poser quelques problèmes, et qui nous a conduits, nous, exécutifs

world. I'm sure the first launch of Vega will also have a big media impact, but I think probably less than for Soyouz given its place in space history.

What do you see as the noteworthy differences between the arrival of Ariane in Kourou in the 1960s and that of Soyouz and Vega 30 years later? Do you think CNES has learnt the lessons of history?

R.A: The modern-day Guiana Space Centre (CSG) obviously bears little relation to what it was in the 1960s. At that time, the Veronique sounding rocket was still in its infancy and CNES's engineers and technicians were working to get to grips with a new technology, with all the attendant obstacles that implied. Today, the CSG is fully structured. Although launch operations can never be considered routine, they are totally mature. And of course Soyouz is a proven launcher. I remember when the launch base was built in Kourou that many saw it as a great adventure and nobody was sure how long it would last. We should also remember that it wasn't always a smooth ride. I'm thinking naturally of the troublesome expropriations in Malmanoury, which bred a good deal of defiance and distrust with respect to the launch base. But things have changed considerably since then and today nobody disputes the benefits of the space sector in French Guiana, notably to the economy. Everyone understands that

the arrival of Soyouz and Vega is a logical step to diversify the launch services offering at the base to meet growing global demand to orbit satellites.

How important is space in your eyes to French Guiana's economy?

R.A: To me it is vitally important. No matter what some might say, space business is indisputably the spearhead of our local economy. Given the revenues it generates, the direct and indirect jobs it creates, spin-offs for the rest of the economy and the investment from CNES through numerous partnerships with local authorities, I have to say that without space French Guiana would be much worse off than it is today. Indeed, I believe that our dependence on space has become an issue, which is why the regional council has decided to explore alternative avenues for development. For example, we have established a plan designed to boost the economy through sustained government orders as part of a coherent programme to upgrade public facilities and anticipate future needs in areas where the population is growing fast. We want our development projects to help structure the construction industry and all the firms working directly or indirectly for us. But we are also looking at other options like tourism, particularly green tourism, and exploitation of natural resources like gold, naturally, but also timber, oil and genetic

resources for scientific research in the chemical, pharmaceutical or cosmetic industries. In concrete terms, we want to ensure that spin-offs from space are not just an end in themselves. We are delighted that they are a key element of our local economy, but we would like to be a little less dependent on them.

In particular, how do you think actions pursued by CNES and the Guiana Mission are contributing to the region's development?

R.A: The Guiana Mission is today a key player not only of our economy—as I said, through its numerous funding partnerships with local authorities—but also of society as a whole and is helping to educate and train young people, particularly with student grants. With the Guiana Mission, I think CNES has found an effective way to cement its role in Guianese society while raising awareness of what the agency is doing here. I believe it has only partially attained this objective so far and that it will have fully attained it when real-world applications of space technologies begin to benefit Guianese people in their daily lives. I'm thinking of GPS, for example. For the time being, they still feel a little "left out" by all this scientific research that serves to launch satellites but does not benefit them directly, and it would obviously be a good thing if we can work to correct that. ■

tif régional, à rechercher des pistes alternatives. Nous avons ainsi élaboré un plan destiné à insuffler une nouvelle dynamique économique fondée sur une commande publique planifiée, dans le cadre d'un programme cohérent de mise à niveau des infrastructures publiques et d'anticipation des besoins futurs dans les secteurs géographiques à forte croissance démographique. Nous voulons que nos projets de développement pour la Guyane coïncident avec une structuration de la filière du BTP et de toutes les entreprises concernées directement ou indirectement par les chantiers que nous serons amenés à réaliser. Mais nous explorons également d'autres pistes, comme le tourisme, en particulier le tourisme vert, ou encore l'exploitation de nos ressources naturelles: l'or, bien sûr, mais également le bois, le pétrole, et les ressources génétiques, dans le cadre de la recherche scientifique, que ce soit à des fins chimiques, pharmaceutiques, cosmétiques, ou autres. Concrètement, ce que nous voulons, c'est que les retombées du spatial ne demeurent pas une fin en soi. Nous nous réjouissons

qu'elles soient un élément fort de notre économie locale, mais nous aspirons à ce que notre économie n'en soit plus aussi fortement dépendante.

Et, plus particulièrement, quel bénéfice pensez-vous que les actions menées par le CNES et la mission Guyane procurent à la dynamique de développement de la région?

R. A : La mission Guyane est aujourd'hui devenue un acteur incontournable non seulement de notre économie, comme je l'ai déjà dit, à travers les nombreux partenariats d'ordre financier noués avec les collectivités, mais également sur le plan social et sur le plan de la formation des jeunes; je pense plus particulièrement aux bourses que vous attribuez aux étudiants. Avec la mission Guyane, le CNES a, me semble-t-il, trouvé un bon moyen pour renforcer son ancrage au sein de la société guyanaise et pour sensibiliser tout un chacun à l'implication du CNES en Guyane. Je crois que cet objectif est, à ce jour, partiellement atteint, et qu'il le sera totalement quand les Guyanais commenceront à bénéficier concrètement des applications issues des technologies du spatial pour l'amélioration de leur qualité de vie. Je pense bien sûr au GPS, par exemple. Pour l'instant, ils ont encore un peu le sentiment, pour ainsi dire, d'être les « oubliés » de toute cette recherche scientifique qui profite au lancement de satellites, mais qui ne leur profite pas à eux directement; et il serait naturellement souhaitable que cela ne soit plus le cas. ■

“ AVEC LA MISSION GUYANE, LE CNES A TROUVÉ UN BON MOYEN POUR RENFORCER SON ANCRAGE AU SEIN DE LA SOCIÉTÉ GUYANAISE. ”

With the Guiana Mission, CNES has found an effective way to cement its role in Guianese society.

www.cnes.fr

Les photos de la signature de la convention CNES-Région Guyane au Bourget sur

Photos of the signing of the CNES-French Guiana regional council agreement at the Paris Air Show at www.cnes.fr/webmag



« Au Salon du Bourget, sur le chalet du CNES, les élus guyanais autour de leur président de région (au centre), de Pierre Lasbordes président du GPE, de Joël Barre directeur du CSG et Pierre Tréfouret, directeur de la communication externe, de l'éducation et des affaires publiques. French Guiana regional councillors at CNES's chalet during the Paris Air Show, with their president (centre) and Pierre Lasbordes, chair of the French parliamentary space group (GPE), CSG director Joël Barre and Pierre Tréfouret, director of external communications, education and public relations.



▲▲
Aurélie Eziozo,
« pépiniériste ».
Aurélie Eziozo from
the young graduate
incubator.



▶▶
Dimitri Sabayo,
« pépiniériste ».
Dimitri Sabayo
from the young
graduate incubator.

« Jeunes pousses » pour l'emploi

Comment permettre aux jeunes diplômés guyanais de « rester travailler au pays » ? Et convaincre les entreprises d'utiliser ces compétences locales ? Comment résoudre le problème de leur inexpérience dans le monde professionnel ? C'est pour apporter des réponses à ces questions essentielles pour l'avenir économique et social de la Guyane que la collectivité régionale propose aux étudiants et aux entreprises un dispositif original : Irig Defis¹ et sa « pépinière jeunes diplômés ».

Vous avez dit « pépinière »... Pourquoi pépinière ? Parce qu'il s'agit de « jeunes pousses » qui vont « croître » au sein des entreprises et qui occuperont demain, après formation complémentaire et expérience professionnelle, les emplois qualifiés garants du développement des entreprises, et donc de l'économie régionale. Issue du dispositif Irig Defis, cette pépinière a été créée pour favoriser justement l'insertion professionnelle des jeunes diplômés de Guyane. Son fonctionnement est simple : le jeune diplômé (bac + 2 à bac + 5) se voit proposer un contrat à durée déterminée d'un an, dans le cadre d'un partenariat entre l'État, la région et l'entreprise d'accueil, pour faire ses preuves au sein d'une entreprise, se faire connaître et se constituer un réseau professionnel. En contrepartie, ce dispositif permet à l'entreprise de planifier et d'optimiser ses choix en matière de recrutement de ses cadres. « L'idéal est bien sûr de décrocher un CDI à l'issue de ce premier contrat, avoue Aurélie Eziozo, jeune pépiniériste au sein du service Qualité-Fiabilité du CNES-CSG. Mais, dans le cas contraire, on repart de toute façon avec une expérience professionnelle susceptible d'être valorisée au cours de notre recherche d'emploi et fort d'un réseau de relations professionnelles forcément plus étendu qu'auparavant. » Un avis partagé par Dimitri Sabayo, ancien pépiniériste au service Sûreté-Protection, qui a décroché le fameux CDI avant la fin de son année contractuelle : « Le statut de pépiniériste permet surtout de se former et de se faire connaître, explique-t-il, mais il faut quand même, au préalable, faire état d'un niveau de qualification ou de formation supérieur. Avant de m'engager dans ce dispositif, j'avais obtenu un master en ressources énergétiques en milieu tropical après avoir décroché une maîtrise en électronique, électrique et automatique. »

Pour participer à cette opération d'insertion qui existe en Guyane depuis 1995, les étudiants n'ont qu'à déposer leurs CV et lettre de motivation sur le Net, sur le site dédié d'Irig Defis, et consulter les offres des entreprises correspondant à leur domaine de compétence. L'information sur ce dispositif original circule visiblement très bien dans les universités et instituts d'études de Guyane : « J'ai vu une brochure à la fac, à la fin de mes études, et je suis immédiatement allée sur le site, explique Aurélie, tout comme Dimitri, qui a également connu la pépinière sur Internet. Mais je crois que ce qu'il faut avant tout c'est avoir une idée assez précise de ce que l'on veut faire, savoir se projeter dans l'avenir pour pouvoir adapter sa réponse aux offres qui peuvent exister en Guyane », conclut-elle. ■

Nurturing new shoots

What can be done to help French Guiana's young graduates find work locally? And to convince firms to use this local pool of talent? How should these graduates' lack of job experience be tackled? To address such key issues for the region's economic and social future, the regional council has set up an original structure called IRIG DEFIS with its "young graduate incubator".

Why an "incubator"? Because it's all about the "new shoots" set to grow and acquire the training and experience required to fill the highly qualified posts that will guarantee the future development of companies and the region's economy. The incubator was created by IRIG DEFIS¹ to help French Guiana's young graduates get onto the career ladder. The way it works is simple: graduates are offered a one-year employment contract under a partnership between the government, the regional council and the host company, offering them the chance to prove themselves and build up a network of contacts. In return, the company can better plan recruitment of its future executives. "Obviously, the ideal situation is to secure an unlimited-term contract at the end of the one-year period," admits Aurélie Eziozo, a young graduate from the incubator working in the Quality-Reliability department at the Guiana Space Centre (CSG). "But even if you don't, you still acquire valuable experience that stands you in good stead when looking

for a job, and you are bound to extend your network of contacts." A view shared by Dimitri Sabayo, another graduate from the incubator working at the Range Safety and Protection department, who succeeded in getting a long-term contract: "Coming from the incubator helps you gain experience and above all gets you known," he says. "But you do need to obtain the required level of qualifications first. Before joining the incubator, I had already obtained my master's degree in tropical energy resources after graduating in electronics, electrical engineering and automatic systems." To sign up to this operation, students simply post their CV and covering letter on line on the dedicated IRIG DEFIS website and then consult job offers from companies in their field. Students at French Guiana's universities and polytechnics certainly seem to be well informed about the opportunities on offer: "I saw a brochure at university towards the end of my degree course and I immediately went to the website," says Aurélie, just like Dimitri who also first learned about the incubator on the Internet. "But I think you first need to have a fairly clear idea of what you want to do and be able to look ahead to adapt to the offers available on the job market in French Guiana," she concludes. ■

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
www.pjdg.org

¹ Irig Defis: Initiatives régionales interentreprises de Guyane pour le développement de l'emploi, de la formation et des innovations sociales.

Applications spatiales

NEREUS ASSURE LA PROMOTION

Avec Nereus, 26 régions européennes parlent un langage commun, celui de l'espace. Utilisatrices des technologies spatiales, elles ont réussi le pari de constituer un réseau opérationnel, d'identifier leurs intérêts communs et leurs synergies potentielles. Nereus porte des projets concrets, tel Doris-Net, qui développera des bureaux régionaux d'information.

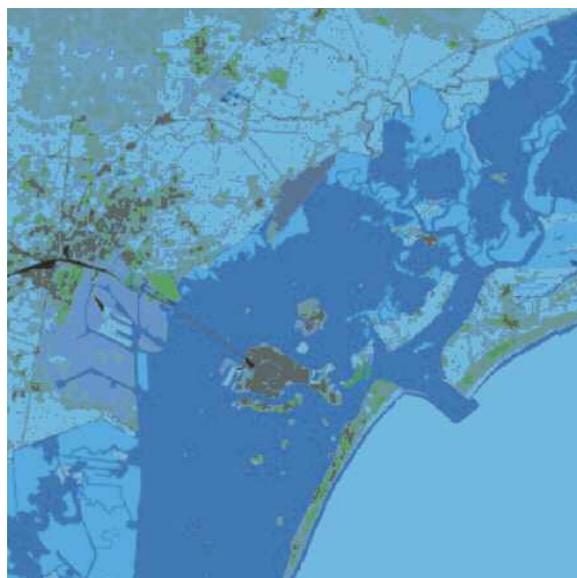
Association à but non lucratif, Nereus¹ regroupe les régions européennes utilisatrices d'applications et services issus du spatial et ancrés dans le quotidien. « *Nereus doit promouvoir, auprès des institutions, les applications spatiales et développer une plateforme d'échanges entre utilisateurs et industriels* », dit Franck Durand-Carrier, expert senior au service Animation technique et préparation du futur du CNES.

Le réseau s'est constitué autour des régions européennes, un périmètre qui ne doit rien au hasard : « *La région est le territoire de proximité ; on y connaît bien les besoins du terrain. C'est l'échelon pertinent entre le très haut niveau de décision et l'utilisateur final. Nereus est le chaînon manquant* », confirme Franck Durand-Carrier.

Issues de 10 pays de l'Union européenne, 26 régions sont membres. Leur dynamisme est fonction de leur configuration et du pays : « *La cartographie des régions en Europe est diverse. La Bavière est un État en soi, l'Espagne cultive l'indépendance de ses régions... Les plus actives sont celles qui développent, sur leur territoire, des activités spatiales ou qui ont déjà expérimenté des technologies spatiales...* » Pour la France, Midi-Pyrénées, Aquitaine, la Bretagne et la Guyane sont de celles-là.

La recherche de l'efficacité

Six groupes de travail thématiques² structurent Nereus, créé en mars 2008 sous l'impulsion de Midi-Pyrénées. En juin 2010, au *Toulouse Space Show*, la vitrine des applications du spatial, Nereus publiait un premier catalogue préparé par son groupe sur l'observation de la Terre. Vingt-cinq exemples concrets y sont évoqués. Très pratiques, ces fiches abordent les situations aléatoires ou récurrentes qui peuvent affecter l'une ou l'autre des régions européennes : ■



▲▲ La lagune de Venise vue par le satellite d'observation de la Terre Spot 5. Venice's lagoon viewed by the SPOT 5 Earth-observation satellite.

◀◀ Carte d'occupation des sols autour de la lagune. Land-use map of the area around the lagoon.

¹ Nereus: Network of European Regions Using Space Technologies.
² GMES et observation de la Terre, GNSS et navigation, télécommunications, éducation, exploration, stratégie et politique des régions.

Incendies à Boicarent, près de Valence, en septembre 2010.
 Fires at Boicarent, near Valence, south-east France, in September 2010.

« La gestion de feux de forêt, par exemple, a donné lieu à des projets similaires en Basilicata, Bavière, Castilla y Leon, Midi-Pyrénées et Aquitaine; la gestion de la lagune de Venise (Venetto) a bien des points communs avec la gestion de l'estuaire de la Gironde (Aquitaine); Midi-Pyrénées et Lombardia suivent de près la couverture neigeuse de leurs montagnes. Avec ce catalogue, on obtient un guide d'expériences à l'usage de tous les membres du réseau. » Pollution des villes, gestion des côtes, services maritimes, urbanisme, gestion de l'eau, sécurité civile..., au travers des 25 digests rédigés, vérification est faite de la plus-value apportée par les technologies spatiales et des synergies possibles entre les

régions européennes. Fort de cet état des lieux, Nereus a lancé, début 2011, le projet Doris-Net (cf. encadré).

Une plateforme prometteuse

En avril 2011, un deuxième support a été présenté à Venise lors de la conférence internationale sur les données spatiales. Ce catalogue, préparé par le groupe GNSS, recense les principales applications utilisées par les eurorégions membres, dans différents champs d'application (transport multimodal, aéronautique, environnement, agriculture, marine, applications de haute précision, protection civile). Chaque groupe alimente de manière dynamique le fonds commun de Nereus. Un e-catalogue, en cours d'élaboration, présentera en ligne les formations orientées vers le spatial. Quelles spécialités, en quelle langue, dans quelle université, dans quel pays..., dès la rentrée, en un clic, les étudiants auront la réponse.

Un groupe sur l'exploration spatiale s'est récemment mis en place. Il identifie les technologies de l'exploration spatiale candidates à des utilisations pour le grand public. Chargé de disséminer la culture scientifique dans les régions, il met en réseau les centres d'exhibition comme la Cité de l'espace. Enfin, le groupe traitant de politique et stratégie fait porter la voix des régions directement à très haut niveau. Nereus va ainsi organiser, à l'automne 2011, une conférence au sein du Parlement européen. Plus ou moins avancés, en fonction de la nature des activités, les travaux en cours font de Nereus une plateforme européenne très prometteuse. ■



SPACE APPLICATIONS NEREUS networks the regions

Space is the common language uniting the 26 European regions in NEREUS. All users of space technologies, they have succeeded in building an operational network and identifying shared interests and potential synergies. Now, NEREUS is pursuing real-world projects like DORIS_Net, which will develop regional information offices.

NEREUS' is an association of European regions using daily applications and services derived from space. "NEREUS aims to promote space applications with institutions and develop a platform for exchange between users and industry," says Franck Durand-Carrier, at CNES's Technical Facilitation and Forward Planning department. "The region is the grassroots level where needs are well identified, between the highest decision-making levels and end-users. In this sense, NEREUS is the missing link," he explains. The network's 26 member regions come from 10 EU nations. "Europe's regions are very diverse. Bavaria is a state in itself, while Spain encourages the independence of its regions. The most active are those developing space activities or that already possess proven space technologies." In France, these are Midi-Pyrénées, Aquitaine, Brittany and French Guiana.

Securing success

Created in March 2008 under the impetus of the Midi-Pyrénées regional council, NEREUS has six thematic working groups². In June 2010, at the Toulouse Space Show, NEREUS published the first catalogue compiled by its Earth observation working group, containing 25 factsheets for case studies from one or more European regions: "For example, similar projects have been undertaken on forest fire management in Basilicata, Bavaria, Castilla y León, Midi-Pyrénées and Aquitaine; lagoon management in Venice (Venetto) has much in common with management of the Gironde estuary (Aquitaine); and Midi Pyrénées and Lombardia both closely monitor snow cover in their mountains," says Franck Durand-Carrier. The 25 digests—covering urban pollution, coastal management, maritime services, urban planning, water resource management and civil protection to name a few—confirm the added value of space technologies and highlight possible synergies between European regions.

Promising platform

A second catalogue was presented at the international conference on space data in Venice this April. Compiled by the GNSS working group, it

lists the main applications used in domains such as multimodal transport, aviation, environment, agriculture, navy, high-precision applications and civil protection. Each group updates NEREUS's shared repository dynamically. An e-catalogue in preparation will detail education and training geared to the space sector. Starting in September, students will be able to find at the click of a mouse what specialist subjects they can study and in what university, language and country.

A space exploration working group has been set up to identify space exploration technologies that could be transitioned to the consumer market. Charged with promoting science culture in the regions, this group is networking exhibition centres like the Cité de l'Espace in Toulouse.

Lastly, the policy and strategy working group is making the voice of regions heard in high places. This autumn, NEREUS is organizing a conference at the European Parliament. With a number of projects now at various stages of advancement, the network is proving a very promising European platform. ■

¹ Network of European Regions Using Space Technologies
² GMES and Earth, GNSS and navigation, telecommunications, education, exploration, regional policy and strategy

Doris-Net et les atouts GMES

« Les PME ne connaissent pas toujours le potentiel des applications spatiales. C'est pourquoi les bureaux régionaux d'information du réseau Doris-Net vont communiquer sur le potentiel GMES », précise Christelle Bosc, du Centre d'études techniques du Sud-Ouest, le Cete. Missionnées pour faire émerger les besoins et développer de nouveaux projets, ces plateformes doivent faciliter le dialogue entre utilisateurs et fournisseurs... Financé par l'Union européenne, Doris-Net a pour objectif de créer et faire vivre des bureaux régionaux d'information ainsi qu'une plateforme technique d'échange de services pour les applications de GMES. Six eurorégions¹ du réseau Nereus ont interpellé l'Union européenne pour développer le concept. Avec une visibilité étendue sur la région et l'interrégion, ces plateformes pourraient même, à terme, avoir vocation à devenir de véritables observatoires aval GMES. Sur le principe, cet « outil » reste fidèle au concept de lobbying originel. Ces bureaux techniques, opérationnels depuis juillet 2011, vont aussi favoriser les échanges de pratiques à partir de problématiques concrètes. Et, dès janvier 2012, un meeting orienté vers les PME sera mis en place.

¹ Basilicata (Italie), Guyane, Bretagne, Provence-Alpes-Côte d'Azur (France), Baden-Württemberg (Allemagne), Castilla y Leon (Espagne) et la Communauté autonome de Madrid (Espagne).

DORIS_Net and the benefits of GMES

"SMEs are not always aware of the potential that space applications hold. That's why the regional information offices in the DORIS_Net network are going to communicate about the potential of GMES," explains Christelle Bosc from CETE, the engineering research centre based in Southwest France. Tasked with identifying needs and nurturing new projects, these platforms must bring users and suppliers closer together. Funded by the European Union, DORIS_Net¹ aims to open and sustain regional information offices, as well as a technical service exchange platform for GMES applications. Six European regions² from the NEREUS network lobbied the EU to develop the concept. With a broad vision extending across regions, these platforms could even ultimately become true downstream GMES observatories. The tool remains close to the original concept. These technical offices, operational since July, will also encourage sharing of best practices to resolve real-world issues. A gathering specifically aimed at SMEs will be organized in January 2012.

¹ Downstream Observatory organized by Regions active In Space - Network

² Basilicata (Italy), French Guiana, Brittany, Provence-Alpes-Côte d'Azur (France), Baden-Württemberg (Germany), Castilla y León and the Autonomous Community of Madrid (Spain)

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
<http://nereus.regions.eu>

➔ **La CVA s'agrandit** / Deux nouveaux membres ont rejoint la Communauté des villes Ariane le 19 avril 2011 : la ville espagnole de Terrassa et la Communauté d'agglomération des portes de l'Eure (Cape). À l'occasion de la première réunion du conseil des maires de la présidence 2011 aux Mureaux (Yvelines), ont été reçus une cinquantaine de ses membres, des responsables de villes européennes, d'agences spatiales et des représentants des entreprises aérospatiales impliquées dans le programme Ariane. Alain Gournac, vice-président du Groupe parlementaire français sur l'espace, était également présent. La prochaine réunion du conseil des maires se tiendra le 28 octobre 2011 à Paris.

CVA family continues to grow / Two new members joined the Community of Ariane Cities (CVA) on 19 April: the Spanish town of Terrassa and the Inter-borough Council of the Portes de l'Eure (CAPE). At the first meeting of the council of mayors under its presidency this year, Les Mureaux played host to 50 officials from European cities, space agencies and representatives of aerospace contractors working on the Ariane programme. Alain Gournac, Vice-president of the French parliamentary space group (GPE), was also present. The next meeting of the council of mayors will be held on 28 October in Paris.

Le CNES au Bourget

UNE PRÉSENCE TRÈS APPRÉCIÉE



Le 49^e Salon international de l'air et de l'espace, au Bourget, s'est achevé le 26 juin 2011. Le CNES a accueilli à cette occasion de nombreuses délégations ainsi que le grand public, venu toujours aussi nombreux. Le pavillon du CNES n'a cessé de vivre au rythme des visites et des événements. Cette nouvelle édition aura été pour le CNES particulièrement importante, car elle aura marqué le début des opérations de célébration de son 50^e anniversaire. Ainsi, dès le premier jour, La Poste et le CNES ont dévoilé en présence des anciens présidents et directeurs généraux de l'établissement, au chalet, le timbre commémoratif qui sera émis le 12 octobre 2011 partout en France. Durant la semaine, le président du CNES, Yannick d'Escatha, aura eu l'occasion de s'entretenir avec François Fillon, Premier ministre, Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Gérard Longuet, ministre de la Défense et des Anciens combattants, Nathalie Kosciusko-Morizet, ministre de l'Écologie, du développement durable, des Transports et du Logement, Éric Besson, ministre chargé de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique, Thierry Mariani, ministre des Transports, ainsi que certains de leurs homologues euro-

▲▲ Yannick d'Escatha s'est entretenu, le 21 juin, avec Vladimir Poutine, Premier ministre russe, et, le 23 juin, avec François Fillon, Premier ministre français, toujours très intéressé par le secteur spatial. On 21 June, Yannick d'Escatha talked with Russian Prime Minister Vladimir Putin, and on 23 June with French Prime Minister François Fillon, who has always maintained a close interest in space.



11



Johann-Dietrich Wörner



Gérard Longuet



Éric Besson



Francis Mer



Sabine Laruelle



Nathalie Kosciusko-Morizet



Serge Poignant



Bruno Leroux



Thierry Mariani

▲ Le CNES et la Snecma ont signé, le 22 juin, le premier contrat Ariane 6, sur la réalisation de projets de démonstrateurs pour les moteurs de fusée à hydrogène et oxygène liquides, visant une réduction des coûts de l'ordre de 20 % sur l'ensemble du système de propulsion. Étaient présents (debout de gauche à droite) Marc Ventre, directeur général adjoint de Safran; Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche; Antonio Tajani, vice-président de la Commission européenne, Yannick d'Escatha, président du CNES, ainsi qu'au premier plan de gauche à droite) Martin Sion, directeur de la division moteurs spatiaux de la Snecma, et Michel Eymard, directeur des lanceurs au CNES.



peens comme Vladimir Poutine, Premier ministre russe, Antonio Tajani, vice-président de la Commission européenne, Jiri Zak, vice-ministre tchèque des Transports, et Sabine Laruelle, ministre des PME, des Indépendants, de l'Agriculture et de la Politique scientifique du Royaume de Belgique. De nombreux parlementaires, membres de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) avec son président Claude Birraux, du Groupe parlementaire sur l'espace (GPE) mais aussi des commissions chargées des affaires économiques ont également été reçus, ainsi que les responsables des agences spatiales notamment américaine (la Nasa représentée par son administrateur Charles Bolden), russe (Roscosmos avec Vladimir Popovkine), allemande (DLR avec Johann-Dietrich Wörner). Hasard de calendrier, ces personnalités ont pu assister au désamarrage de l'ATV en direct du chalet du CNES. C'est aussi là qu'a été signé, le mercredi 22 juin, l'accord du PIA concernant Ariane 6. Une journée particulière a été dédiée à la Guyane, en cette Année des outre-mer françaises. Une autre journée était dédiée aux activités du Centre spatial de Toulouse. Outre ces événements institutionnels essentiels, le Salon du Bourget est aussi l'occasion pour le CNES de présenter au public l'ensemble de ses activités. La foule devant notre pavillon et dans l'espace-rencontre, où se déroulaient des présentations, témoignait de l'intérêt des familles pour l'espace. Pour la première fois, la barre des 20000 visiteurs a été largement dépassée. Le pavillon de l'espace était structuré autour de trois thèmes principaux: l'espace dans la vie quotidienne, l'innovation et l'Europe. Les visiteurs ont ainsi pu apprécier les dispositifs interactifs et originaux mis à leur disposition. Pour marquer l'excellence de la coopération franco-allemande, le CNES avait invité cette année l'agence spatiale allemande DLR à tenir un stand dans son pavillon. Après ce succès, rendez-vous est pris pour le CNES sur le stand du DLR à ILA-2012, Salon aéronautique et spatial se déroulant à Berlin. ■

▼ Alors que l'Europe se prépare pour le lancement d'octobre avec les premiers satellites Galileo, un réseau terrestre est organisé sur l'ensemble du globe. Les contrats signés le 22 juin au Bourget couvrent le contrôle des satellites et les systèmes dévolus à la mise en place des services Galileo. La signature a eu lieu en présence de Laurent Wauquiez (à gauche), devenu depuis ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Lors de sa venue exceptionnelle en France, le général Charles Bolden, administrateur de la Nasa, et Yannick d'Escatha, président du CNES, ont profité du Salon du Bourget pour signer deux accords de coopération sur des missions d'exploration du Système solaire qui devraient être lancées d'ici à la fin de l'année : Juno et MSL. Une occasion unique pour leur faire aborder l'avenir de l'exploration spatiale.



INTERVIEW

COOPÉRATION FRANCO-AMÉRICAINE

Le moteur de l'exploration spatiale

“

Quelle est la vision des États-Unis en matière d'exploration spatiale ?

C. B. : Notre vision d'avenir est prometteuse. D'ailleurs, l'une des raisons de ma présence en France est justement de m'entretenir du futur avec les dirigeants de l'Esa et du CNES, qui sont pour nous des partenaires essentiels. Depuis des années, nous collaborons dans les sciences de la Terre et la Station spatiale internationale. Nous y envoyons, depuis dix ans maintenant, des astronautes, en grande partie grâce au CNES et aux membres de l'Esa. Et nous espérons continuer également à œuvrer ensemble dans le domaine de l'exploration. Du reste, en ce qui concerne les actions plus spécifiques menées avec le CNES, Yannick d'Escatha et moi-même avons signé deux accords de mise en œuvre des missions Juno, destinée à l'étude de la formation et de l'évolution de Jupiter (août 2011), et *Mars Science Laboratory* (novembre 2011), dédiée à l'évaluation de l'habitabilité de la planète Mars. Fruit d'un travail commun de longue date, nous avons

voulu officialiser cette fructueuse coopération avant leurs prochains lancements. Ces missions robotiques se révèlent nécessaires pour envisager des missions humaines dans les années futures.

Y. d'E. : L'exploration spatiale doit être une entreprise mondiale. Les deux accords que nous venons de signer avec la Nasa le 20 juin, lors du Salon du Bourget, témoignent de l'excellent état des coopérations existantes dans ce domaine. Ils montrent aussi notre capacité de mutualiser nos expertises et nos complémentarités techniques et technologiques au service de l'exploration de l'Univers. L'Exploration robotique permet non seulement une meilleure connaissance de l'Univers, mais aussi, dans le cas de Mars par exemple, de préparer de futures missions d'exploration habitée vers des sites qui présentent le plus grand potentiel scientifique. La coopération internationale s'impose dans l'exploration spatiale. La France travaille activement pour que l'Europe se positionne comme un



partenaire de premier plan, permettant ainsi de fédérer et de valoriser le potentiel technologique des industries européennes autour des missions lointaines.

Quelles sont les trois premières priorités de la politique spatiale américaine dans les cinq années à venir ?

C. B. : Ma première priorité est de clôturer les vols de la navette spatiale. Nous y travaillons depuis six ans. Le dernier, STS-135, est prévu le 8 juillet 2011 depuis le Centre spatial Kennedy. À son retour, environ deux semaines plus tard, l'ère de la navette spatiale s'achèvera. Elle aura duré trente ans, des années jalonnées de prouesses extraordinaires. Commencera alors l'ère d'exploration pour les États-Unis d'Amérique, et je l'espère aussi pour nos partenaires internationaux. La seconde est d'amener à l'ISS et de ramener sur Terre en toute tranquillité les astronautes

américains ainsi que ceux de nos nations partenaires. Nous travaillons d'arrache-pied à un cargo qui aura la capacité de transporter un équipage jusqu'à la Station ou d'autres points de destination de l'orbite terrestre basse. Quant à la troisième, elle est de s'assurer que nous utiliserons encore davantage la Station, aussi bien à des fins de recherche et de développement technologique que comme un élément fondamental pour de l'exploration au-delà de l'orbite terrestre basse. Pour atteindre cet objectif, il faudra développer des fusées très lourdes et un véhicule adéquat pour envoyer des hommes au-delà de l'orbite terrestre basse, ce qui n'est pas arrivé depuis l'époque d'Apollo ! Nous pensons qu'il est temps de nous aventurer à nouveau plus loin que la Lune : jusqu'à un astéroïde, en 2025, et jusqu'à Mars, vers 2020 ou 2030. Pour être franc, il faudra absolument que nous collaborions avec l'Europe et le reste du monde pour y arriver.

Y. d'E. : Les États-Unis tourneront une page historique en juillet 2011, avec l'arrêt des vols de navettes spatiales qui ont rythmé le vol habité ces trente dernières années. C'est l'occasion d'écrire une nouvelle page pour les vols habités et l'exploration habitée avec l'ensemble des nations spatiales. Le renforcement de la coopération internationale n'est pas seulement une directive clé de la nouvelle politique spatiale américaine, c'est une nécessité dans le contexte actuel de crise et de restriction des dépenses publiques. L'Europe est très présente dans l'utilisation de l'ISS, avec de nombreuses recherches dans les domaines de la médecine et des sciences de la matière, avec la desserte par l'ATV de l'ISS et la participation de nos spatonautes aux expériences à bord de la Station. Ensemble, nous sau-

FRENCH-US COOPERATION

The engine room of space exploration

During his exceptional visit to France, NASA Administrator Charles Bolden signed two cooperation agreements with CNES President Yannick d'Escatha at the Paris Air Show on the Juno and MSL Solar System exploration missions scheduled for launch by the end of the year. CNESMAG took the opportunity to ask both agency heads how they view the future of space exploration.

What is the United States' vision of space exploration?

Charles Bolden: We see a promising future ahead. Indeed, one of the reasons for me being here in France is to talk about our future plans with the heads of ESA and CNES, who are key partners for us. We have been working together for many years now in Earth sciences and on the International Space Station. We have been sending astronauts to the ISS for the last 10 years, in no small measure thanks to CNES and ESA member states. And we hope to continue working

together in space exploration. More specifically with CNES, Yannick d'Escatha and myself have signed two agreements concerning the Juno mission to study the formation and evolution of Jupiter in August 2011 and the Mars Science Laboratory mission in November 2011 dedicated to assessing the habitability of Mars. We wanted to officially seal this fruitful cooperation, the result of a longstanding joint effort, before the missions' forthcoming launches. These robotic missions will serve as a stepping stone toward human exploration missions in years to come. **Yannick d'Escatha:** Space exploration has to be a global endeavour. The two agreements we signed with NASA on 20 June at the Paris Air Show confirm our excellent relations in this field. They also prove our ability to pool our engineering and technology talents to pursue the exploration of the Universe. Robotic exploration not only gives us closer insights into the Universe, it also helps us—in the case of Mars, for example—to prepare future human exploration missions to destinations with the most potential scientific value. International cooperation is

the only way ahead for space exploration. That's why France is now working hard to make Europe a prime partner able to federate and exploit the technology potential within industry for deep-space missions.

What are the three main priorities of US space policy for the next five years?

CB: My first priority is the retirement of the space shuttle. We've been working toward that for the last six years. The last shuttle flight, STS-135, is scheduled for 8 July from the Kennedy Space Center. Its return after a final two-week mission will mark the end of the space shuttle era after 30 years of extraordinary achievements. The next era of exploration, for the United States and I hope also for our international partners, will then begin. My second priority is to get our astronauts and our partners' astronauts smoothly to and back from the ISS. We are working flat out on a vehicle that will have the capability to ferry crews to the ISS and to other destinations in low-Earth orbit. And my third priority is to step up utilization of the ISS for research and technology development, as well as

rons imaginer de nouvelles expériences et des démonstrations qui permettront de mettre au point de nouvelles technologies et de préparer la voie à l'exploration lointaine. Les industriels européens sont aussi sur les rangs et unissent leurs efforts ainsi que leur savoir-faire pour proposer à la Nasa des solutions pour desservir la Station.

Quels sont les domaines de coopération que vous souhaitez voir développer davantage avec la France ?

C. B. : Les domaines de coopération particulièrement positifs entre la Nasa et le CNES touchent aux sciences de la Terre, et nous voulons les renforcer. Nous avons eu sept spationautes français sur les navettes spatiales. Nous souhaitons que cela se poursuive dans les années à venir, et peut-être même coopérer avec des spationautes français

pour de l'exploration spatiale humaine. Voilà les sujets qui devraient occuper nos prochains rendez-vous dans les mois et les années à venir.

Y. d'E. : La France et les États-Unis ont déjà une longue tradition de coopération spatiale : plus de quarante-cinq ans. Cette coopération s'est renforcée au fil des ans et a permis à la France et aux États-Unis d'être ensemble le leader mondial dans certains domaines, comme l'altimétrie océanographique ou le système de collecte et de location Argos. Nous allons encore approfondir nos coopérations dans les sciences de la Terre et de l'Univers. Enfin, le CNES a proposé d'élargir la coopération à d'autres domaines, comme celui du transport spatial, où nous sommes plus compétitifs que concurrents. ■

www.cnes.fr



Les photos de l'administrateur de la NASA, Charles Bolden, au Salon du Bourget, sur Photos of NASA Administrator Charles Bolden at the Paris Air Show at www.cnes.fr/webmag



▲▲ Rencontre historique au chalet du CNES entre Yannick d'Escatha (CNES), Charles Bolden (Nasa) et Vladimir Popovkine (Roscosmos) en présence de la ministre.

Historic meeting in CNES's chalet between Yannick d'Escatha (CNES), Charles Bolden (NASA) and Vladimir Popovkin (Roscosmos) in the presence of the minister.



▲▲ Lundi 20 juin 2011, Yannick d'Escatha et le général Charles Bolden ont signé, au Salon du Bourget, deux accords de coopération, en présence de Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Monday 20 June, Yannick d'Escatha and Charles Bolden signed two cooperation agreements at the Paris Air Show in the presence of Valérie Pécresse, Minister for Higher Education and Research.

to make it a key element for exploration beyond LEO. To achieve that goal, we will need to develop very-heavy-lift rockets and a crew vehicle capable of sending humans beyond LEO, which is something we haven't done since the Apollo era! We think the time has come for us to venture beyond the Moon again, to an asteroid in 2025 and to Mars in the 2020-to-2030 timeframe. And quite frankly, we'll have to collaborate with Europe and the rest of the world to do that. **YDE:** The United States will turn a page in its history in July with the closure of the space shuttle programme that has set the pace of human spaceflight for the last 30 years. It now has the opportunity to write a new page in human spaceflight and exploration with the rest of the world's spacefaring nations. Closer international cooperation is not just a key directive of US space

policy, it is a necessity in the current economic climate marked by declining budgets. Europe is at the forefront of ISS utilization, with numerous research projects in medicine and material sciences, the ATV station resupply cargo vehicle and the participation of our astronauts in experiments on board the station. Together, we shall conceive new experiments and demonstrations to enable new technologies and pave the way for deep-space exploration. European industry is also combining its efforts and know-how to devise solutions for NASA to service the ISS.

What areas of cooperation with France would you like to develop more?

CB: The two areas where cooperation between NASA and CNES is very positive concern Earth sciences, so

that is something we wish to strengthen. We have flown seven French astronauts on the space shuttle. We would like to see that continue in the years ahead and maybe even work with French astronauts for human space exploration. Those are the issues that should be on the table in the coming months and years. **YDE:** Cooperation in space between France and the United States goes back more than 45 years. Our ties have got closer over the years, making us together the world leader in fields like satellite altimetry and the Argos data collection and location system. We shall strengthen our cooperation in Earth and Universe sciences, and CNES has already proposed to extend cooperation to other areas like space transport, where we complement more than compete with one another. ■

La France dans l'exploration martienne

UN CHOIX POLITIQUE FORT

Aujourd'hui, les laboratoires scientifiques français occupent une place exceptionnelle dans l'exploration martienne par l'importance et la qualité des instruments fournis ainsi que par leur rôle dans les programmes internationaux d'exploration robotique. Avec des dizaines d'équipes concernées dans de multiples disciplines et des centaines de chercheurs, la France se situe parmi les pays les plus impliqués.

Dans un contexte international complexe, avec une domination des États-Unis et de l'Union soviétique pour la réalisation de sondes automatiques d'exploration de Mars, et une répartition subtile des attributions en Europe pour la définition et la conduite des programmes spatiaux scientifiques, la politique spatiale française a été remarquablement efficace. Elle a tiré parti de l'approche originale du CNES depuis sa création: pas de laboratoire scientifique propre, mais un soutien fort au développement d'équipes d'excellence sur le plan international, dans les universités et les instituts du CNRS, suivant des priorités préparées lors de colloques de prospective de très haut niveau, et validées par le Conseil des programmes scientifiques (CPS). Elle a également mis à profit la volonté des gouvernements français, toutes tendances confondues, de développer, en sus des activités intergouvernementales entreprises dans le cadre de l'Esa, des coopérations bilatérales fortement valorisantes sur le plan politique avec l'Union soviétique (puis la Russie) et les États-Unis.

Mission Mars-96.
Mars 96 mission.



missions soviétiques Vega 1 en 1984 et Vega 2 en 1986), puis Mars et son satellite naturel Phobos (sondes Phobos 1 et 2, lancées en 1988). En dépit des pannes prématurées de ces deux sondes, le programme soviétique fut l'occasion pour le CNES de favoriser l'émergence d'une forte communauté scientifique martienne française, qui se renforça dans les années 1990 avec l'immense travail accompli autour du projet russe, à très forte composante internationale, Mars-96.

Son échec au lancement fut un désastre pour les très nombreux scientifiques impliqués, mais, paradoxalement, il conduisit l'Europe, dans le contexte de l'Esa, à entreprendre, à la fin des années 1990, son propre projet, Mars Express. La majeure partie des instruments construits par les pays européens pour Mars-96 y figurait. Il amena alors la France à prendre une décision fondamentale en matière d'exploration martienne: répondre positivement à un appel de la Nasa de juillet 1996 pour une coopération bilatérale dans une mission d'une ambition incomparable, la collecte et le retour sur Terre d'échantillons de sol martien¹ dès 2007!

Émergence d'une communauté martienne

La coopération avec l'Union soviétique, initiée par le général de Gaulle en 1966, a ouvert au CNES et aux laboratoires français, dès les années 1970, la porte de l'exploration planétaire, avec Vénus (importante participation française aux

Prémices des missions de retour d'échantillons

La Nasa souhaitait que le CNES fournisse un lanceur Ariane 5 pour envoyer, en 2005, le véhicule de récupération des échantillons autour de Mars. Mais, en 1997, le ministre de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie

d'espace



Claude Allègre proposa bien plus: la France fournirait le lanceur et le véhicule martien, de très haute technologie, qui récupérerait les échantillons, accordant une enveloppe budgétaire 1997-2008 de 381 M€. Il ne s'agissait plus seulement de fournir des instruments, mais un système essentiel du programme, en se hissant pratiquement à égalité avec les États-Unis. Les discussions entre le CNES et la Nasa commencèrent en octobre 1997. Elles conduisirent à une résolution commune signée en juin 1998. Le programme Premier² était né. La signature de la lettre d'intention finale intervint le 24 octobre 2000 entre Alain Bensoussan, président du CNES, et Daniel Goldin, administrateur de la Nasa. Elle fut confirmée deux jours plus tard, au niveau ministériel français, par le nouveau ministre de la Recherche Roger-Gérard Schwartzberg, lors d'une conversation téléphonique.

Du fait d'une combinaison de problèmes techniques et financiers, le programme Premier fut modifié en 2000, puis arrêté en 2003. Il a cependant créé, en cinq ans, une dynamique extraordinaire sur les plans techniques et scientifiques qui joue actuellement un rôle essentiel dans les projets internationaux en cours: MSL aux États-Unis et Phobos-Grunt en Russie (lancements prévus fin 2011), et la nouvelle mission Esa-Nasa ExoMars. Sans aucun doute, ils devraient intervenir de manière majeure en Europe et dans le monde lorsque la mission de récupération d'échantillons martiens reviendra au premier plan des projets spatiaux, après 2020! ■

Space history

FRANCE AND MARS EXPLORATION

A key political choice

Today, French science research laboratories occupy an exceptional place in Mars exploration through the number and quality of instruments they are providing, as well as their role in international robotic exploration programmes. With dozens of teams and hundreds of researchers working in a variety of fields, France is one of the leading contributors to this effort.

In a complex international context dominated by the efforts of the United States and the Soviet Union to send unmanned probes to explore Mars, and with the subtle division of responsibilities in Europe in defining and executing space science programmes, French space policy has done a remarkably good job. It has gained traction from the innovative approach pursued by CNES from the outset, providing strong support to internationally renowned academic teams rather than relying on an in-house science research capability, driven by priorities set at forward-looking space science seminars at the very highest level and validated by the agency's Scientific Programmes Council (CPS). It has also benefited from a bipartisan consensus among successive governments to develop high-profile bilateral partnerships with the Soviet Union (and then Russia) and the United States, in addition to intergovernmental activities within the framework of ESA.

Mars community emerges

Cooperation with the Soviet Union, initiated by President Charles Gaulle in 1966, opened the door for CNES and French research labs in the 1970s to planetary exploration, with missions to Venus—France made a major contribution to the Soviet Vega 1 probe in 1984 and Vega 2 in 1986—and then Mars and its satellite Phobos, to which the Phobos 1 and Phobos 2 probes were sent in 1988. Although both these probes failed prematurely, the Soviet programme gave CNES the opportunity to foster a strong Mars science community in France that continued to grow in the 1990s with the huge amount of work accomplished in the international line-up of partners for the Russian Mars-96 project. The loss of the spacecraft on launch was a disaster for the many scientists involved, but paradoxically this encouraged Europe to undertake its own Mars Express project through ESA in the late 1990s. A large proportion of the European instruments built for Mars-96 were on board. This in turn led France to take a crucial decision for the future of its Mars exploration effort, agreeing in July 1996 to a joint mission with NASA to return samples from Mars in 2007.

First steps towards sample return

NASA wanted CNES to supply an Ariane 5 launch to send the Mars Sample Return (MSR) spacecraft on its way in 2005. But in 1997, the Minister for Education, Research and Technology, Claude Allègre, went one step further: France would provide the launcher and the Mars rover to collect samples on the surface of the planet, allocating a budget of €381 million for the period covering 1997-2008. This decision made it an almost equal partner with NASA, furnishing not just science instruments but a core system of the mission. CNES and NASA began talks in October 1997 and signed a joint resolution in June the next year. The Premier¹ programme was thus born. CNES President Alain Bensoussan and NASA Administrator Daniel Goldin subsequently signed a final letter of intent on 24 October 2000, confirmed in a telephone call two days later by France's new Minister for Research Roger-Gérard Schwartzberg. Due to a combination of technical and financial hitches, the Premier programme was modified in 2000 and finally halted in 2003. It nevertheless succeeded in the space of five years in creating extraordinary impetus within the science and engineering community that is currently playing a key role in the international projects now underway: Mars Science Laboratory (MSL) in the United States and Phobos-Grunt in Russia (both scheduled to launch later this year), and the new ESA-NASA ExoMars mission. Without any shade of a doubt, this community will also be centre stage in Europe and around the world when the Mars Sample Return mission returns to the forefront after 2020. ■

◀◀
24 avril 1998: visite de Claude Allègre, ministre de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, au Centre spatial de Toulouse, en présence d'Alain Bensoussan, président du CNES (1996-2003), de Michel Courtois, directeur du CST, et de Pierre Cohen, député de la Haute-Garonne.
24 April 1998: Claude Allègre, Minister for Education, Research and Technology, visits the Toulouse Space Centre with CNES President Alain Bensoussan (1996-2003), the centre's director Michel Courtois and local MP Pierre Cohen.

¹ Mission MSR pour « Mars Sample Return ».
² Programme de retour d'échantillons martiens et installation d'expériences en réseau.

¹ Programme de Retour d'Échantillons Martiens et Installation d'Expériences en Réseau

UNESCO

L'espace au service du patrimoine mondial

Depuis près de quarante ans, l'Unesco fait de la conservation du patrimoine culturel et naturel de l'humanité l'un des axes majeurs de sa politique. Environ 900 sites culturels et naturels sont en péril. Pour assurer leur surveillance, l'Unesco et l'EsA ont lancé en 2001 une initiative à l'intention des agences spatiales, à laquelle le CNES a adhéré pour le volet forêt. Après l'étude de 17 sites forestiers, l'Unesco élargit son champ à 77 autres lieux.

► Ce jeune Pygmée va récupérer du miel dans la réserve de faune à okapis, à l'intérieur de la forêt de l'Ituri (nord-est du Congo).

This young pygmy is going hunting for honey in the Okapi Wildlife Reserve in the Ituri Forest of north-east Congo.

Le temple d'Abu Mena en Égypte, la Grande Muraille de Chine, le récif de la barrière du Belize..., tous subissent des dégradations naturelles ou anthropiques de plus en plus difficiles à endiguer. Le nombre et l'ampleur des sites à préserver ont conduit l'Unesco et l'EsA à faire appel aux agences spatiales en leur proposant, depuis 2001, un « partenariat ouvert pour l'utilisation des technologies spatiales dans la surveillance des sites patrimoniaux de l'Unesco ». En 2007, le CNES les a rejoints.

L'usage des satellites pour surveiller, suivre, communiquer

Un des atouts des satellites est de couvrir d'immenses espaces naturels, souvent aux frontières multiples, qui demeurent impossibles à surveiller dans leur totalité depuis le sol. C'est à ce titre que les technologies satellitaires apportent une réelle plus-value à l'action de terrain menée par l'Unesco pour, notamment, suivre l'affaissement du centre historique de Mexico (précision de 3 cm), établir une cartographie précise de l'habitat des gorilles en Afrique

UNESCO

Space serving world heritage

For nearly 40 years, UNESCO has made conserving humanity's cultural and natural heritage one of its major strategic thrusts. Around 900 cultural and natural sites of interest are in danger. To monitor them, in 2001 UNESCO and ESA kicked off an initiative involving space agencies. CNES is assisting with forest surveillance. After studying an initial 17 forest sites, UNESCO is broadening its scope for the next 77-site survey.

The temple of Abu Mena in Egypt, the Great Wall of China and the Belize Barrier Reef are among the many sites suffering from natural or man-made deterioration that is increasingly difficult to curb. The number and size of the sites to be monitored

have led UNESCO and ESA to invite national space agencies on board. Since 2001, they have together promoted their Open Initiative on Space Technologies to Monitor Natural and Cultural Heritage of UNESCO Sites. CNES joined the initiative in 2007.

Satellites for monitoring, tracking and communicating

One of the advantages of satellites is their ability to cover huge natural areas—often crossing national boundaries—that are impossible to monitor properly from the ground. Satellite technologies make a valuable contribution to UNESCO's field activities, including monitoring subsidence in Mexico's historical centre with three-centimetre accuracy or mapping the habitat of gorillas and improving information flow between nature reserve managers in Central

Africa. UNESCO's "Space for Heritage" department is pursuing a large portfolio of projects ranging from defining the perimeter of the Great Wall, subject to incursions by tourists and farmers, to trying to locate the causes of leaks in the Abu Mena temple. Departmental head Mario Hernandez has thus become a seasoned globetrotter.

CNES focusing on forests

In 2007, following a call for partnerships, CNES asked France's IRD development research institute to carry out a survey of world heritage forest sites. This exploratory survey focused on four topics: a review of 17 tropical forest sites in Latin America and Central Africa (including the Jaú national park in Amazonas, and the Okapi Wildlife Reserve and Virunga National Park in the Democratic Republic of





▲▲
Récif de la barrière du Belize.
Belize Barrier Reef.

centrale, ou encore améliorer la circulation de l'information entre les responsables de parcs naturels en Afrique centrale... De la définition du périmètre de la Grande Muraille, soumise aux incursions du tourisme et des agriculteurs, à la recherche des causes des infiltrations d'eau du temple d'Abu Mena, le département « L'espace pour le patrimoine » de l'Unesco mène tout un éventail de projets qui conduisent Mario Hernandez, responsable de ce département, dans le monde entier.

Le CNES à la rencontre des sites forestiers

En 2007, dans le cadre de cet appel à partenariat, le CNES a demandé à l'IRD¹ de réaliser une étude² sur les sites forestiers du patrimoine mondial. Cette étude exploratoire comportait quatre thèmes: un état des lieux de 17 sites forestiers tropicaux d'Amérique latine et d'Afrique centrale (dont le parc national Jau en Amazonie, la réserve de la faune à okapis en République démocratique du Congo et le parc national des Virunga), une analyse des besoins des gestionnaires des sites, des études de cas très concrètes et un prototype de site Web pour assurer leur suivi.

L'inventaire des informations disponibles (cartes, images, données) et l'identification des menaces environnementales

spécifiques à chaque lieu ont mis en évidence un problème récurrent dans les pays en voie de développement: le manque de données géoréférencées (longitude, latitude) pour déterminer exactement la superficie des sites. Les images satellitaires, combinées aux informations de terrain, pourraient aider ici à l'interprétation des textes législatifs afin d'établir les aires protégées. L'autre insuffisance pointée concerne, principalement en Afrique centrale, la faible disponibilité d'images satellitaires récurrentes et de bonne qualité, en raison d'absence de station de réception locale. Quant à l'enquête menée auprès des gestionnaires des sites, elle a mis en lumière leurs difficultés les plus courantes, à savoir la surveillance des sites, l'analyse des changements environnementaux, le suivi du développement incontrôlé de l'agriculture et de l'urbanisme, enfin la qualité et la mise à jour des informations. Car interpréter une image satellite, utiliser un logiciel, repérer les marqueurs de terrain (ponts, rivières, points d'eau, routes d'accès) à l'aide d'un GPS représentent autant d'étapes préliminaires et incontournables pour lesquelles de nombreux gestionnaires ne sont pas formés. Dernier volet de l'étude, le prototype de site Web a été conçu, certes comme un outil de communication, mais surtout comme un espace de travail collaboratif dont chaque partenaire peut alimenter le contenu. Il est référencé sur les sites de l'Unesco, du CNES et de l'IRD. Riche des conclusions de ce travail, l'Unesco lance cette année une nouvelle étude sur 77 sites naturels de forêt tropicale de par le monde.

Évaluation des émissions de carbone des forêts tropicales

À l'initiative de ce partenariat, l'Agence spatiale européenne a mené directement trois actions: en Afrique centrale sur l'habitat des gorilles, en Amérique centrale sur la surveillance du couloir de la biodiversité, et pour l'organisation de séminaires, à Strasbourg (France), à Cordoba

¹ Institut de recherche pour le développement.
² Suivi des sites patrimoniaux par télédétection spatiale – Rapport final 2008 – Convention de recherche. ³ World Heritage Center.

¹ Institut de Recherche pour le Développement
² Monitoring World Heritage sites with remote sensing tools – Final report 2008 – Research agreement



<http://cnes-unesco.espace-dev.fr/index.php>

Congo), an analysis of the needs of site managers, case studies and a prototype website for monitoring purposes. The inventory of information available (maps, images and data) and the identification of environmental threats specific to each site revealed a recurrent problem in developing countries: the lack of georeferenced data (longitude, latitude) to accurately determine the surface area of these sites. A combination of satellite images and field data could help interpret legislation to establish protected areas. Another problem, especially in Central Africa, was the lack of regularly refreshed, high-quality satellite images due to the absence of a local receiving station. The survey among site managers revealed their most common difficulties, which were surveillance of sites, analysing environmental change, monitoring the rampant development of

agriculture and urban sprawl and finally, the quality and updating of information. Many site managers are not trained to interpret a satellite image, use specific software, locate terrain markers such as bridges, water holes, roads and so on using a GPS, yet these steps are fundamental and crucial. Lastly, a prototype website has been designed as a means of communication, but especially as a shared workspace to which each partner can add content. It is referenced on UNESCO, CNES and IRD sites. These findings have encouraged UNESCO to initiate a new survey this year that will cover 77 natural tropical forest sites worldwide.

Assessing tropical forest carbon emissions

This partnership has led to three ESA initiatives: mapping gorilla habitats in Central Africa,

monitoring the biodiversity corridor in Central America, and organizing seminars in Strasbourg (France), Cordoba (Argentina), Campeche (Mexico) and, recently, Lima (Peru) to help managers grasp the advantages of Earth observation for monitoring and protecting their sites. ESA will also support a project to assess CO₂ emission levels of tropical forests, which will enable UNESCO to include these sites in global negotiations on carbon emissions. Jean-Charles Bigot, from ESA's International Relations department, believes that "There are so many sites to be monitored today that we feel the need for a long-term structure to control sustained, regular activity. This partnership should consolidate its collaboration with the World Heritage Centre and participate alongside the host country in the general heritage conference to initiate an annual project." ■

(Argentine), à Campeche (Mexique), et récemment à Lima (Pérou), afin d'aider les responsables à mieux comprendre l'intérêt de l'observation de la Terre pour le suivi et la protection de leurs sites. Par ailleurs, l'Esa apportera son soutien au projet d'évaluation du CO₂ des forêts tropicales, ce qui permettra à l'Unesco d'inclure ces sites dans le cadre des négociations mondiales sur les émissions de carbone. « *Aujourd'hui, face au nombre de sites à surveiller, nous ressentons vivement le besoin d'une structure pérenne, véritable cadre d'une activité soutenue et continue. Ce partenariat devrait certainement renforcer sa collaboration avec le Centre du patrimoine mondial³ et participer avec le pays hôte à la conférence générale du patrimoine pour lancer un projet annuel...* », estime Jean-Charles Bigot, du département des relations internationales de l'Esa. ■



▲▲ Les tombeaux gelés des parties reculées des montagnes de l'Altai.
Frozen tombs in the remote Altai Mountains.

Sibérie

Les tombeaux gelés des montagnes de l'Altai

Le massif montagneux de l'Altai s'étend sur 2000 km au sud de la Sibérie. Il est parsemé de centaines de tombes, héritage de la culture scythe, aujourd'hui disparue, et dont l'apogée remonte à deux mille cinq cents ans. La partie russe des montagnes (les « montagnes d'or » de l'Altai) est inscrite sur la liste du Patrimoine mondial de l'Unesco. Dans ces vallées d'altitude, les Scythes ont érigé des tumulus de pierre et de terre, appelés kourganes, pour enterrer leurs morts. Quand l'eau s'est progressivement infiltrée dans les sépultures, le sol a gelé, entraînant une conservation exceptionnelle des corps et du contenu des tombes. Ces tombeaux sont aujourd'hui confrontés à de multiples menaces : pillages, réchauffement climatique et fonte du pergélisol, qui les protégeait jusque-là, mise en place d'infrastructures routières, de pipelines... L'Unesco et l'université de Gand ont eu recours aux technologies spatiales pour localiser les tombes restantes et assurer leur conservation. Des cartes réalisées à partir d'images satellitaires, avec une résolution au sol de 1,8 m, présentent désormais la topographie de la région et l'emplacement de chaque kourgane. Elles constituent un inventaire unique de ce patrimoine culturel. Les autorités locales peuvent à présent anticiper l'aménagement de futures infrastructures, prévoir des activités touristiques et déterminer la priorité de protection pour chaque tombeau. Des mesures effectuées sur les glaciers de l'Altai laissent prévoir la disparition du pergélisol d'ici une quarantaine d'années. Pour préserver ces tombes, les scientifiques étudient un système de climatisation qui les maintiendrait gelées. ■

Pérou

SARVisor au secours du Machu Picchu

À 2430 mètres d'altitude, le Machu Picchu, construction emblématique de l'empire Inca, surplombe la forêt tropicale depuis les montagnes du Pérou. Ses murs géants, ses terrasses, ses rampes et son environnement naturel attirent un grand nombre de visiteurs, ce qui complique sa préservation. Mais ce n'est pas le seul problème auquel le site se trouve confronté. Les montagnes qui l'accueillent sont sujettes à de dangereux mouvements de terrain que la technologie satellitaire radar peut mesurer. C'est pourquoi, dans le cadre de son partenariat, le CNES a proposé à l'Unesco de mener une étude du site à partir de données radar. Cette étude a montré que certaines parties accidentées, dissimulées par les montagnes environnantes, échappaient aux satellites radars et constituaient des zones aveugles préjudiciables à une bonne compréhension des phénomènes de glissement de terrain. Pour résoudre cette difficulté, le CNES a confié à la société Altamira le développement d'un outil, SARVisor, pour identifier ces zones aveugles par différentes prises de vue. Cette information constitue désormais un élément capital pour tout projet utilisant la technologie radar. Pour la première fois, l'utilisateur peut savoir, avant de commander des images radar, quelles sont les zones qui ne peuvent pas être observées par le satellite, donc hors surveillance. ■



▲▲ Le site sacré de Machu Picchu.
The sacred Inca site of Machu Picchu.

SIBERIA

Frozen tombs of the Altai Mountains

The Altai mountain range in southern Siberia stretches some 2,000 kilometres from north-west to south-east. It is studded with hundreds of tombs inherited from the long-gone Scythian culture, which reached its height some 2,500 years ago. UNESCO has listed the Golden Mountains of Altai—the Russian part of the mountains—as a World Heritage site. It is in these high-altitude valleys that the Scythians built tombs of stone and earth to bury their dead. Water gradually infiltrated these kurgans, freezing the soil and conserving both the bodies and tomb contents. These frozen tombs are currently facing numerous threats, including looting, global warming and consequent thawing of the permafrost that had previously protected them, road construction and laying of pipelines. UNESCO and Ghent University have used satellite technology to locate the remaining tombs for conservation. Satellite image-derived maps with a ground resolution of 1.8 metres now cover the region, pinpointing the location of each kurgan. They are a unique inventory of this cultural heritage. Local authorities can consequently plan future infrastructures and tourist activities accordingly, and determine priorities for each tomb's protection. Measurements taken on the Altai glaciers indicate that the protective permafrost will disappear within about 40 years. To preserve the tombs, scientists are investigating an air conditioning system to keep them frozen. ■

PERU

SARVisor flies to the rescue of Machu Picchu

Perched 2,430 metres above the tropical forest in Peru stands Machu Picchu, the emblem of the Inca Empire. Its gigantic walls, terraces, ramps and natural surroundings attract many visitors, making it difficult to preserve. Yet visitors are not the only threat. The surrounding mountains are subject to dangerous ground movements that satellite radar technology can measure. Under the terms of the agency's partnership with UNESCO, CNES therefore suggested a radar survey of the site. The survey revealed that some very rugged terrain, hidden by adjacent mountains, could not be seen by radar satellites, resulting in blind spots that made it difficult to understand movements. To overcome this problem, CNES asked Altamira Information to develop SARVisor, a tool to identify these blind spots from different viewing angles. This information has become a key component of any project using radar technology. For the first time ever, users know before ordering radar images which areas cannot be observed and cannot therefore be monitored. ■



▲▲ Camions du HCR à leur arrivée à Monrovia (Libéria) pour aider les réfugiés ivoiriens (février 2011). UNHCR trucks arriving in Monrovia, Liberia, to aid Ivory Coast refugees (February 2011).

Nations unies

HUMANAV SUR LES PISTES HUMANITAIRES

Exemplaire à plus d'un titre, HumaNav est destiné à assurer la sécurité des personnes et à gérer les flottes de véhicules d'organisations humanitaires. Le projet part à la rencontre du marché des Nations unies, dont le potentiel économique est considérable.

Sélectionné dans le cadre de l'appel à idées sur les applications spatiales lancé par le CNES en 2008, le projet HumaNav, porté par la PME Novacom Services, a bénéficié d'un financement de 200 K€ sur deux ans. Il avait deux objectifs : équiper les véhicules humanitaires de technologies utilisant le spatial (en cartographie, télécommunications et navigation), afin d'assurer la sécurité des personnes en cas d'accident, de panne ou d'enlèvement, de conflits armés, et gérer les flottes de véhicules d'organisations humanitaires (4 x 4, camions assurant les déplacements des équipes de ravitaillement, soins, logis-

tique...). Pour le CNES, ce projet est exemplaire à plus d'un titre. D'une part, comme le souligne Pascal Faucher, responsable des applications spatiales au CNES, « il réunit tous les facteurs qui contribuent à la réussite d'un nouveau service : création d'un modèle économique viable (autonome), implication des utilisateurs, potentiel de croissance significatif et fort intérêt sociétal ». D'autre part, il intègre l'ensemble des systèmes spatiaux délivrés par les satellites : radiocommunications, imagerie, positionnement. Au total, le CNES aura financé l'équipement de 100 véhicules, et 400 autres équipements auront été vendus avant la fin de la phase pilote.

Renforcer la part de l'investissement dans le service rendu

Assurer la sécurité des personnes et des biens, réduire les coûts d'exploitation, tels étaient les principaux objectifs fixés par le HCR¹ et le CICR². Ce marché est porté non seulement par la crainte grandissante du kidnapping, afin d'assurer la sécurité des fonctionnaires internationaux sur le terrain, mais aussi par le besoin de réaliser des économies substantielles à un moment où les prix du pétrole s'envolent. À elles deux, ces organisations humanitaires déploient environ 11 500 véhicules automobiles de par le monde sur les 80 000 de l'ensemble des organisations. Plus le coût de la gestion des flottes de véhicules est important, plus l'investissement dans le service rendu s'amenuise. C'est ce ratio que les organisations s'efforcent d'améliorer. Le projet avait pour sites pilotes Juba (Sud-Soudan), Kampala (Ouganda) et N'Djamena (Tchad) pour le HCR, et l'Afrique de l'Ouest, le Népal et le Zimbabwe pour le CICR.

Gamme de services proposés

Novacom proposait une gamme de terminaux embarqués adaptés aux besoins précis (déserts, montagnes..) des utilisateurs de terrain, la collecte des données pour les traitements informatiques et la gestion du parc de véhicules (information sur les distances parcourues, heures de départ et d'arrivée, itinéraires, vitesse, conduite de nuit, etc.). Ces dernières informations avaient pour objectif, sur des territoires sensibles, d'éviter tout écart susceptible de mettre en

péril les missions. Elles visaient également la tenue d'une liste des bonnes pratiques pour l'ensemble de la communauté humanitaire. À partir de cette expérience, les organisations ont réalisé des gains en matière de sûreté (suivi en temps réel, alerte SOS ou sortie de zone), de sécurité (vol, excès de vitesse, conduite), de productivité (réduction de la consommation de carburant, amélioration de la maintenance des véhicules) et d'écologie.

Avec ce projet, Novacom s'est créé un nouveau marché, celui des Nations unies et des organisations internationales. L'entreprise a étendu son développement à l'international et attend avec impatience le lancement, dès cette année, d'un appel d'offres du HCR pour équiper 1 500 véhicules. ■

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
www.novacom-services.fr

¹ HCR : Haut-Commissariat des Nations unies pour les réfugiés.
² CICR : Comité international de la Croix-Rouge.
¹ United Nations High Commission for Refugees
² International Committee of the Red Cross



UNITED NATIONS

HumaNav on the humanitarian aid trail

Designed for safety-of-life applications and to manage fleets of humanitarian aid vehicles, HumaNav is now looking to break into the potentially lucrative United Nations market.

Selected for the space applications call for ideas launched by CNES in 2008, the HumaNav project led by French SME Novacom Services has received €200,000 in funding over two years. Its objective is twofold: to equip humanitarian aid vehicles with space-based mapping, telecommunications and navigation technologies to ensure the safety of personnel in the event of an accident, breakdown, abduction or armed conflict; and to manage all-terrain vehicles and trucks transporting resupply, medical and logistics teams. For CNES, HumaNav is in many ways a flagship project. As Pascal Faucher, in charge of space applications at CNES, affirms: "it has everything to ensure the success of a new service, with a viable and autonomous business model, close involvement of users, significant growth potential and high social value." It also leverages the full spectrum of satellite-based radiocommunication, imaging and positioning services. In all, CNES has

funded equipment for 100 vehicles and 400 more kits will have been sold before the end of the pilot phase.

More money for services

Ensuring safety of life and property while cutting operating costs were the chief objectives set by the UNHCR¹ and ICRC². This market is being buoyed not only by the increasing threat of kidnapping to international field workers, but also by the need to achieve substantial savings at a time when oil prices are rocketing. Between them, the two humanitarian organizations deploy some 11,500 vehicles around the world out of the 80,000 fielded in total by all organizations put together. The more they need to spend on managing vehicle fleets, the less they can devote to services provided. It is this ratio that aid organizations are looking to improve. The pilot sites for HumaNav are in Juba (South Sudan), Kampala (Uganda) and N'Djamena (Chad) for UNHCR, and in West Africa, Nepal and Zimbabwe for ICRC.

Spectrum of services

Novacom offered a range of in-vehicle terminals adapted to the specific needs of users in desert, mountain and other areas, data collection and processing, and vehicle fleet management (providing information on mileage, departure and arrival times, itineraries, speed, night driving and so on.). In dangerous territories, this kind of information avoids taking detours that could put the mission at risk. It also helps to establish good practices for the broad humanitarian aid community. The trial has enabled organizations to enhance safety (through real-time tracking, SOS or detour alerts), security (theft, speed limits, driving), productivity (fuel savings and better vehicle maintenance) and eco-friendliness. With HumaNav, Novacom has opened up the United Nations and international aid organizations market. In so doing, it is extending its international footprint and eagerly awaiting a request for proposals from UNHCR this year to fit out 1,500 vehicles. ■

Épave LE MYSTÈRE DE L'OISEAU BLANC



▲▲ Bernard Decré, président de l'association La recherche de L'Oiseau blanc, prépare sa journée de recherches avec le commandant du Fulmar, patrouilleur de la Marine nationale, à Saint-Pierre-et-Miquelon. Bernard Decré, president of the non-profit association formed to look for the Oiseau blanc, prepares for a day's searching with the captain of the Fulmar, a French Navy patrol vessel in Saint Pierre et Miquelon.

C'est à une véritable enquête policière que Bernard Decré, fondateur du Tour de France à la voile, passionné de marine et d'aviation, se livre depuis quatre ans. Les faits remontent au 8 mai 1927. Nungesser et Coli, deux pilotes expérimentés, s'envolent du Bourget à bord de L'Oiseau blanc pour effectuer la première traversée de l'Atlantique et rallier New-York en trente-six heures. Le mystère de leur disparition restera entier... jusqu'à ce que Swarm s'en mêle !

Moins de quinze jours après la disparition de L'Oiseau blanc, le 21 mai 1927, le Spirit of Saint-Louis de Charles Lindbergh franchit le premier l'Atlantique, lui soufflant à tout jamais l'exploit de la traversée... Mais, en 2007, l'affaire connaît un rebondissement inattendu. Intrigué par les révélations du chasseur d'épaves Clive Cussler, Bernard Decré crée une association pour déterminer les circonstances de cette disparition et essayer d'élucider le mystère. Analyses du vol, recueil de témoignages à Saint-Pierre-et-Miquelon, consultation des archives françaises et américaines, tous les éléments sont passés au peigne fin. Rapidement, il acquiert la conviction que l'avion s'est écrasé à proximité des côtes de Saint-Pierre-et-Miquelon. Plusieurs campagnes de recherche sont alors organisées, en 2009 et 2010, au large des îles françaises. Restées vaines jusqu'à ce jour, les recherches devraient reprendre au printemps 2012, avec de nouveaux moyens.

En effet, le CNES, le CEA et la Marine nationale ont décidé de prêter leur concours à cette aventure. Les deux établissements publics ont développé un magnétomètre de haute précision, ASM, pour la mission Swarm de l'Esa, qui devrait être lancée en 2012. Cet instrument, placé à bord d'un avion de patrouille ATL2 de la Marine nationale, va tenter de retrouver les restes de l'épave, grâce à la détection magnétique de ses parties métalliques. La campagne de recherche sera l'occasion de démontrer en vol la capacité de détection du magnétomètre et son utilité pour d'autres applications que la mesure du champ magnétique terrestre. Car, que s'est-il réellement passé le 9 mai 1927? Bernard Decré avance l'explication suivante: « *Parvenus au nord de Terre-Neuve, les deux pilotes se sont trouvés face à une dépression qui les a obligés à contourner l'île par l'est, de nuit, en volant à 150 mètres d'altitude et en se guidant sur les brisants. Vers midi, ils ont tenté un amerrissage. Pris dans le banc de brume et l'épais brouillard qui touchait la surface de l'eau ce matin-là, l'avion se serait abîmé devant le port.* » L'Oiseau blanc n'en avait pas moins traversé l'Atlantique. ■

AIR CRASH

The mystery of L'Oiseau blanc

Naval and aviation enthusiast Bernard Decré, founder of the Tour de France yacht race, has been conducting an investigation for the past four years. On 8 May 1927, Charles Nungesser and François Coli took off from Le Bourget airport, Paris, aboard L'Oiseau blanc. They aimed to be the first to fly across the Atlantic and reach New York in 36 hours. Their disappearance has remained shrouded in mystery... but Swarm may soon change all that.

On 21 May 1927, the Spirit of Saint Louis piloted by Charles Lindbergh was the first to cross the Atlantic,

robbing the two pilots of their claim to fame. Yet in 2007, this affair took an unexpected turn. Intrigued by the revelations of shipwreck hunter Clive Cussler, Bernard Decré decided to do some detective work. Leaving no stone unturned, he quickly became convinced that the aircraft crashed just off the coast of the French islands of St Pierre et Miquelon. After unsuccessful search campaigns in 2009 and 2010, the hunt for a wreck should begin again in the spring of 2012, with new resources. This time CNES, French atomic energy agency CEA and the French Navy are joining the search. The two public agencies have developed the ASM high-precision magnetometer for ESA's Swarm mission to be launched in 2012. ASM will attempt to locate the

wreck from an ATL2 maritime patrol aircraft by detecting its metallic parts. This campaign will reveal the magnetometer's capabilities in flight and its utility for applications other than measuring the Earth's magnetic field. So what actually happened on 9 May 1927? Bernard Decré has an explanation: "Having reached Newfoundland, the two pilots found themselves facing a depression and had to divert around the eastern side of the island. Flying 150 metres above the sea surface at night, they tried to use the breakers to guide them. Around midday, they attempted to land on the water. With thick fog right down to the water that morning, the aircraft probably crashed near the harbour mouth." L'Oiseau blanc had nonetheless crossed the Atlantic. ■

Alsace**Satellite recherche châtaigniers en fleur**

L'imagerie satellitaire trouve de nombreuses applications dans la gestion et la protection des forêts. Mais comment distinguer le hêtre du châtaignier ou du chêne lorsque l'on mène une étude sur une essence bien précise ? Une seule réponse : attendre la floraison.

Spécialisé dans le traitement d'images satellitaires et dans la cartographie d'urgence pour les catastrophes naturelles, le Sertit¹ mène une activité soutenue en faveur de la protection de la forêt alsacienne. Parmi toutes les essences qui la peuplent, le châtaignier fait l'objet d'une étude particulière² dans le cadre du programme Interreg IV, qui fédère des partenaires franco-allemands. D'une durée de trois ans, cette étude porte sur le chancre qui ravage certaines châtaigneraies, sur la valorisation du bois et des fruits, ainsi que sur la conservation des paysages forestiers. La perspective de changement climatique et des activités régionales telles que la vigne et la production de marrons renforcent l'attention portée à cette essence imputrescible et acclimatable particulièrement précieuse.

À Strasbourg, le Sertit développe à cet effet une méthode pour produire une carte précise et actualisée des zones de châtaigniers sur toute l'Alsace. Mais comment fait-il pour les différencier des autres essences ? En multipliant les captures d'images d'un même endroit, à différentes saisons, et plusieurs fois au cours de la même saison, le service régional de traitement d'image et de télédétection est parvenu, par analyse de la palette des couleurs, à déterminer le pourcentage de chaque arbre présent (châtaignier, hêtre, chêne...) dans la région du haut Rhin. La floraison du châtaignier se produisant au début de l'été (fin juin à début juillet), il est relativement aisé de le distinguer des autres essences, dont les floraisons sont plus précoces ou plus tardives. Ces données satellitaires sont confrontées aux données de terrain fournies par le CRPF³ de Lorraine-Alsace pour vérifier l'information.

L'imagerie satellitaire apporte un complément d'information aux méthodes traditionnelles, une cartographie homogène, précise et actualisée, sur un territoire affranchi des frontières. ■

¹ Service régional de traitement d'image et de télédétection. ² « Le châtaignier dans la région du Rhin supérieur, une essence rassemblant hommes, cultures et paysages ». ³ Centre régional de la propriété forestière.

¹ Service Régional de Traitement d'Image et de Télédétection. ² « Chestnut trees in the Upper Rhine: a species linking men, cultures and landscapes ». ³ Centre Régional de la Propriété Forestière - Regional forest owners' centre.

Châtaignier probable
Probable chestnut 

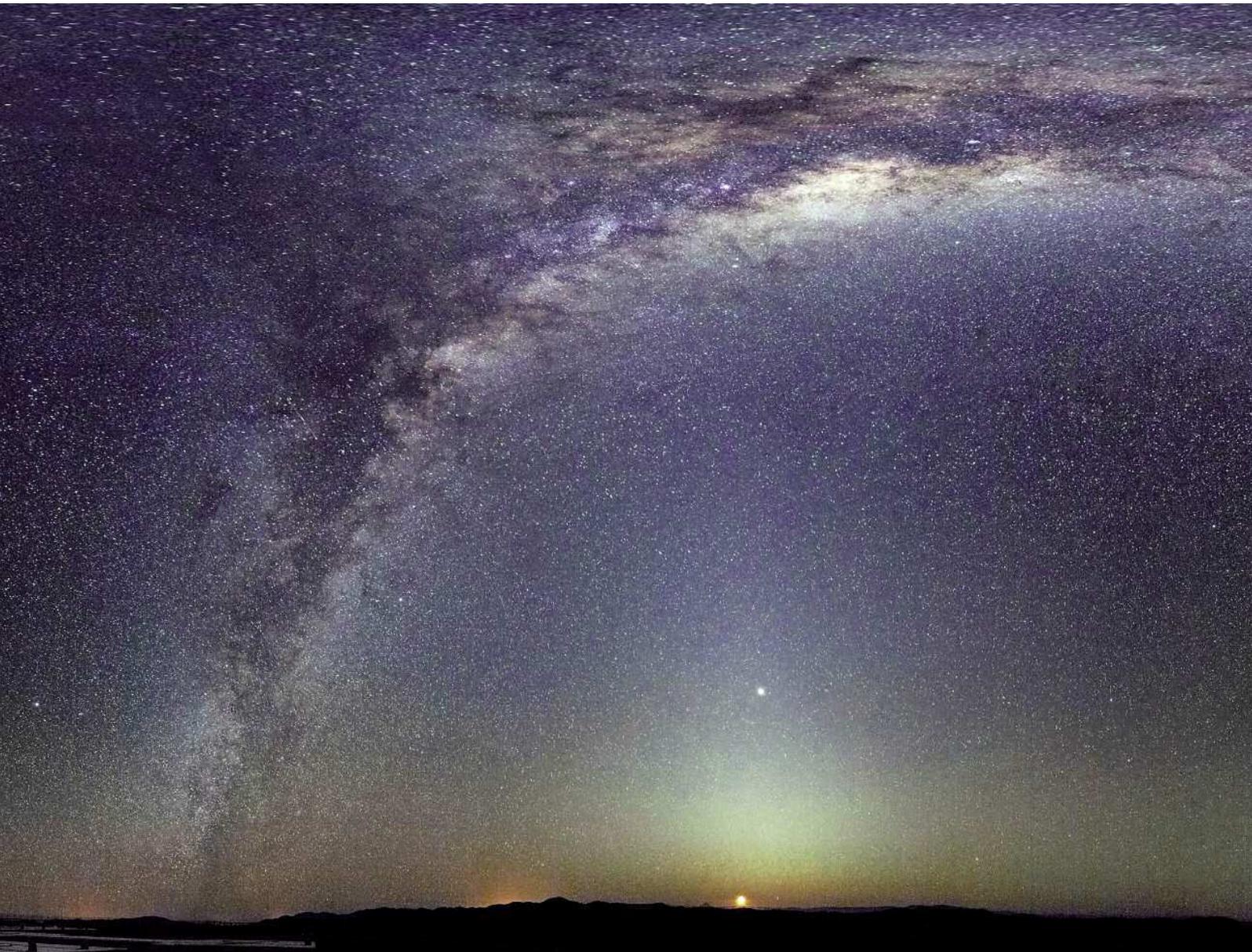
Limite communale
Borough limit 



ALSACE **Satellites pinpoint flowering chestnut trees**

Satellite images find numerous applications in forestry management and protection. But, should you want to focus on a particular species, how do you distinguish a beech tree from, say, chestnut or oak? You simply wait until they bloom.

Specialized in satellite image processing and emergency mapping for natural disasters, the SERTIT¹ regional image processing and remote sensing department is also active in protecting the forests of Alsace, North-East France. Of the many different tree species that grow there, chestnut trees are the focus of a joint French-German Interreg IV study². This three-year study is investigating the canker that is ravaging certain chestnut stands, exploitation of timber and sweet chestnuts, and conservation of forested areas. The prospect of global warming, coupled with regional activities such as winegrowing and chestnut production, warrant the attention given to this particularly precious rot-proof, easily-acclimatized species. In Strasbourg, SERTIT is developing a method for precisely mapping and updating chestnut stands throughout Alsace. The problem lies in distinguishing chestnut trees from other species. By capturing images of the same place at different seasons and several times during the same season, SERTIT has determined the percentage of each tree species in the Upper Rhine region—whether chestnut, beech, oak or other—by analysing the colour range. As chestnut trees bloom in early summer (late June to early July), it is relatively easy to distinguish them from other species that flower earlier or later. Satellite data are verified against field data provided by the Lorraine-Alsace CRPF³. Satellite images provide information that complements traditional methods, and more particularly a uniform, accurate and up-to-date map of an area regardless of borders. ■



EXO BIOLOGIE

À la recherche d'une

www.cnes.fr



Qu'est ce que l'exobiologie ? En vidéo sur www.cnes.fr/webmag What is exobiology? See the video at www.cnes.fr/webmag



autre vie

Panorama rare de l'arc de La Voie Lactée photographié par le VLT (Very large télescope) depuis l'Observatoire du Cerro Paranal, situé dans le désert d'Atacama au nord du Chili.

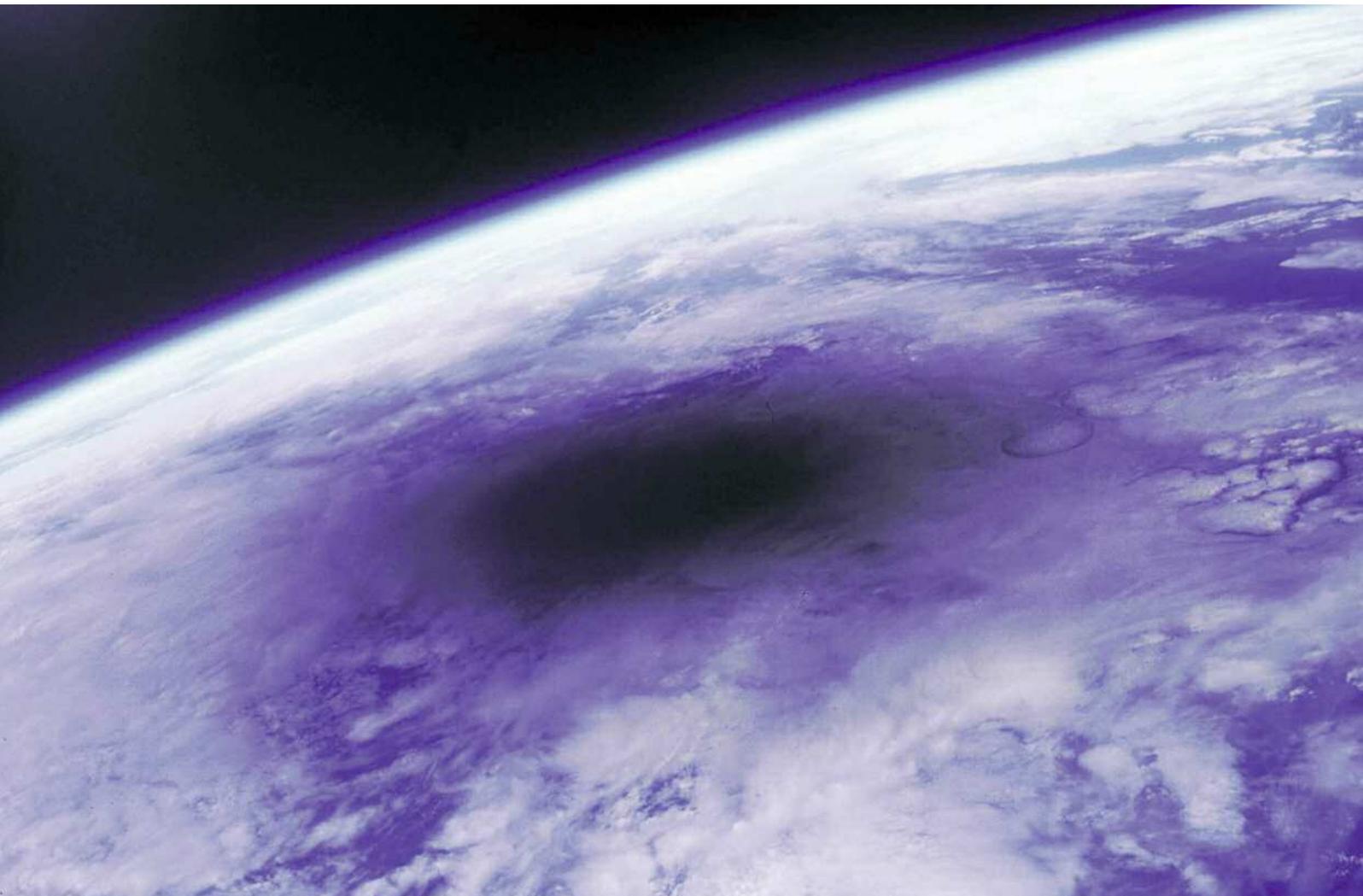
A rare panoramic view of the Milky Way arc pictured by the Very Large Telescope (VLT) from Cerro Paranal Observatory in the Atacama Desert of northern Chile.

L'origine de la vie interroge. La vie est-elle une exception terrienne dans le Système solaire ? Existe-t-elle dans d'autres systèmes planétaires ? L'astronomie doit au spatial un apport majeur, celui de l'exobiologie. À la croisée de plusieurs disciplines, cette jeune science s'attache à comprendre les phénomènes susceptibles d'apporter des clés de compréhension sur l'origine de la vie. En recueillant des indices ailleurs, dans et hors Système solaire, elle fait progresser les connaissances ici et maintenant. Par ses caractéristiques, Mars est la plus sérieuse candidate à l'existence d'une vie extraterrestre. Deux missions internationales, MLS et Phobos-Grunt, partiront fin 2011 pour en savoir plus.

EXO BIOLOGY

Looking for other-worldly life

The origin of life is something of a conundrum. Is life on Earth a unique exception in the Solar System? Does life exist in other planetary systems? In its search for answers, exobiology has extended the scope of astronomy thanks to space. Cutting across various disciplines, this young field of science seeks to understand phenomena that could help us unlock the secrets of how life emerged. It is collecting clues from the Solar System and beyond to bring us new insights here and now. Mars' characteristics make it the most likely candidate to support extraterrestrial life. Two international missions, MLS and Phobos-Grunt, are set to depart at the end of this year to find out more.



L'EXOBILOGIE

Une jeune science à la croisée des disciplines

Y a-t-il une vie ailleurs ? Comment éventuellement la mettre en évidence ? Longtemps ces questions n'ont occupé que l'imaginaire collectif, la littérature ou la science-fiction. Aujourd'hui, ces interrogations se retrouvent au cœur de l'exobiologie. Née avec le développement de l'exploration spatiale, cette nouvelle science veut apporter des réponses et des preuves.

Lexique

Prébiotique
Ensemble des processus chimiques qui ont précédé l'apparition de la vie sur Terre.

Glossary
Prebiotic
The set of chemical processes that preceded the appearance of life on Earth.

Initialement, le terme d'exobiologie désignait la recherche et l'étude de la vie extraterrestre. Depuis, ce domaine s'est considérablement élargi pour s'ouvrir à l'étude de la vie dans l'Univers : ses origines, sa distribution, son évolution. L'exobiologie se penche donc sur les processus – en particulier chimiques – et les structures – à l'échelle des molécules – liés à la vie.

Au carrefour des sciences et des mondes

D'évidence, les missions spatiales ont facilité la recherche directe de signes de vie « ailleurs ». Les sondes explorent de plus en plus en détail des environnements extraterrestres susceptibles d'abriter ou d'avoir abrité des formes de vie. Les mesures à distance ou sur site facilitent dès lors la recherche d'une éventuelle vie extraterrestre ou de ses

signatures. Cette approche impose la coopération de nombreux champs disciplinaires. L'exobiologie utilise les outils de l'astrophysique comme ceux de la biologie, de la chimie, de la géologie ou de la paléontologie... Connaissances et outils interdisciplinaires assurent une complémentarité fructueuse. Les exobiologistes s'appuient naturellement sur le seul exemple dont ils disposent pour l'instant, la vie terrestre. Cette jeune science s'intéresse avant tout à l'origine de la vie sur Terre, en particulier la vie dans des conditions extrêmes (cf. article d'André Brack p. 46). Les nombreux travaux menés jusqu'à présent sur l'origine de la vie terrestre appuient la théorie de l'évolution chimique. Les approches conjointes des chimistes, biochimistes, biologistes, géologues, paléontologues ont retracé plusieurs des étapes impliquées et en ont daté certaines. Les premiers systèmes macromoléculaires capables de se répliquer et d'évoluer seraient le fruit d'une chimie **prébiotique**. En présence d'eau liquide, recevant et absorbant de l'énergie, la matière carbonée est devenue de plus en plus complexe. Un premier monde vivant, différent du « monde ADN » actuel, serait dans ce contexte apparu sur Terre, il y a environ 4 milliards d'années! Les scientifiques recherchent donc des environnements extraterrestres possédant aujourd'hui

EXOBIOLOGIE

A young, cross-cutting field of science

Is there life out there? And if so, how will we know? Long limited to the realm of popular consciousness, literature and science fiction, these questions are today central to exobiology, a new field of science spawned by space exploration that hopes to provide some answers.

The term 'exobiology' originally applied to the study of and search for extraterrestrial lifeforms. But this domain has since significantly broadened its scope to the study of the origin, distribution and evolution of life in the Universe. Today, exobiology is focused on the chemical processes and molecular structures that underpin life.

At the crossroads of sciences and new worlds

Space missions have obviously made it easier to search directly for signs of 'other-worldly' life. Probes are digging deeper for extraterrestrial environments likely to support present or past forms of life. Remotely sensed or in-situ measurements are looking for the signatures of extraterrestrial life. This approach brings together numerous scientific disciplines, drawing on astrophysics, biology, chemistry, geology

and paleontology to name a few. And exobiologists naturally base their quest on the only model they currently have—life on Earth. This young field of science is focused on the study of the origin of life on Earth, its characteristics and its evolution, particularly in extreme conditions (see article by André Brack p 46). The large corpus of work so far compiled on the origin of life on Earth supports the theory of chemical evolution. The joint approaches of chemists, biochemists, biologists, geologists and paleontologists have retraced several stages in this process and succeeded in dating some of them. The first macromolecular systems capable of replicating and evolving were probably the result of **prebiotic** chemistry. In the presence of liquid water, fuelled by a source of energy, carbon matter became increasingly complex. This early living world, probably quite different from the DNA-based world we know, is thought to have appeared on Earth some four billion years ago.

Scientists are therefore looking for extraterrestrial environments where analogue conditions exist or once existed, concentrating particularly on those that currently harbour organic chemistry similar to Earth's prebiotic chemistry. To this end, they are targeting environments with reservoirs of liquid water or those whose planetary history experienced geological events similar to the primitive Earth's.

Probing planetary bodies

The comets and meteorites that once pounded Earth in huge quantities are of great interest to exobiology. On impacting the surface, they probably seeded Earth with organic materials that could have played a direct role in our planet's prebiotic chemistry. Because, as they crossed the Solar System, these celestial bodies developed a complex organic chemistry. So studying them will help us to gain closer insight into the broader processes driving complexification of matter in the Universe. Analysing other planetary bodies exhibiting similarities with the primitive Earth is also essential, as most of the traces of the conditions present on the primitive Earth have been erased by geological processes and by life itself.

Exobiology also seeks to study planetary bodies where life may have existed and that once were or still are habitable. This is the case for Mars (see article by Jean-Pierre Bibring p 48). Three of Jupiter's four moons—Ganymede, Callisto and Europa—probably have an internal ocean of liquid water underneath their icy surface. It is also the case for at least two of Saturn's moons, Titan and Enceladus. The latter, like Europa, is of particular interest because its internal ocean—if indeed it has one—must lie on a rocky bottom, which could have spawned prebiotic reactions and biological processes. Lastly, the discovery of planets orbiting

Fossiles de stromatolithes en Afrique du Sud. Les premiers stromatolithes datent de plus de 3 milliards d'années. Ils sont la trace des premières formes de vie en colonies fixées sur la Terre.

Stromatolite fossils in South Africa. The first stromatolites date back more than 3 billion years. They contain a record of the first forms of life on Earth. ▼▼



►
Stromatolithes dans la réserve naturelle marine de Hamelin Pool, en Australie.
 Stromatolites in the Hamelin Pool Marine Nature Reserve, Australia.



ou ayant connu par le passé des conditions analogues. Ils regardent particulièrement ceux où une chimie organique similaire à la chimie prébiotique terrestre se déroule actuellement. Ils ciblent les environnements dotés de réservoirs d'eau liquide ou ceux marqués à un moment de leur histoire planétaire par une situation géologique semblable à celle de la Terre primitive.

▼
Sol de Titan, satellite naturel de Saturne, reconstitué à partir des données de la mission Cassini-Huygens.
 Surface of Saturn's moon Titan reconstructed from data obtained by the Cassini-Huygens mission.

Corps planétaires, un intérêt majeur

Les comètes et météorites, s'étant écrasées massivement par le passé à la surface de la Terre, présentent un intérêt majeur pour l'exobiologie. Leur contenu en matériaux organiques a probablement participé directement à la chimie prébiotique terrestre. Car pendant leur trajet dans le Système solaire, ces corps célestes développent une chimie organique complexe. Les étudier aidera à comprendre les processus généraux de complexification de la matière dans

l'Univers. L'analyse d'autres corps planétaires, présentant des similarités avec la Terre primitive, est aussi essentielle. Car la plupart des conditions présentes sur la Terre primitive ont été effacées par les processus géologiques et par le développement de la vie elle-même.

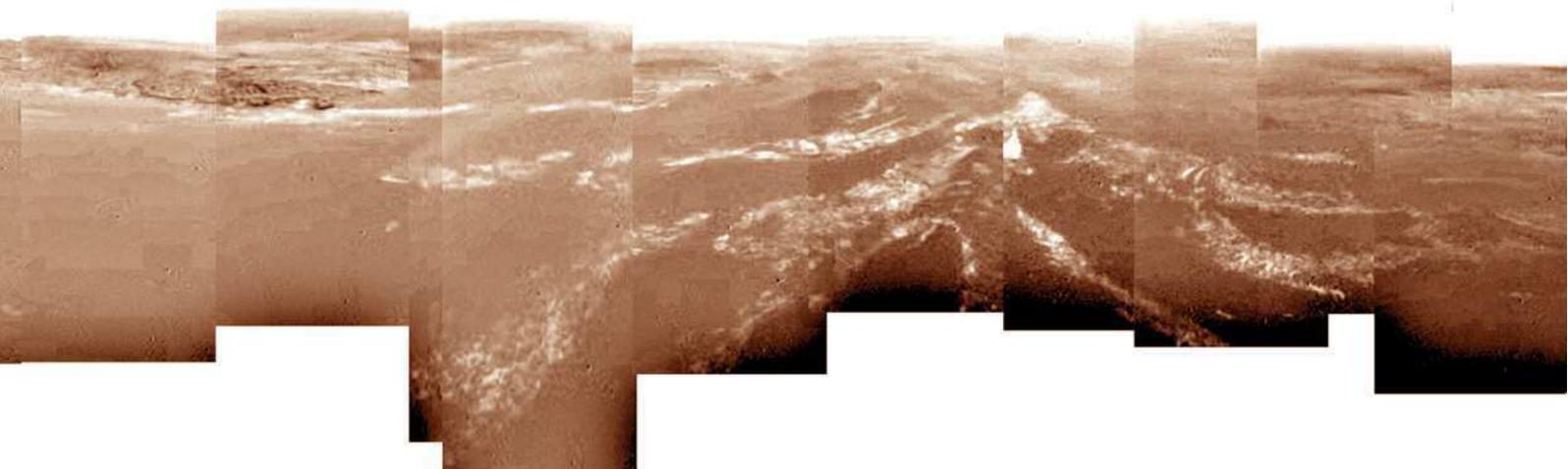
Par ailleurs, l'exobiologie s'attache à l'étude des corps planétaires où la vie aurait pu apparaître et qui ont été ou sont encore habitables. C'est le cas de Mars (cf. article de Jean-Pierre Bibring p. 48). Trois des quatre grands satellites naturels de Jupiter: Ganymède, Callisto et Europe, abritant chacun probablement un océan sous leur surface glacée, sont à ce titre particulièrement intéressants. C'est aussi le cas d'au moins deux satellites de Saturne: Titan et Encelade. Ce dernier, comme Europe, retient particulièrement l'attention, car son océan interne (s'il existe) repose sur un fond rocheux, facilitant réactions prébiotiques et processus biologiques.

Enfin, la découverte de planètes orbitant autour d'autres étoiles a récemment ouvert de nouveaux champs d'investigation (cf. article d'Alain Lecavelier des Étangs p. 51). Toutefois, leur éloignement rend impensable une exploration sur site dans un avenir proche. En revanche, toutes les planètes du Système solaire sont aujourd'hui à notre portée. D'ambitieux programmes spatiaux sont en cours, en préparation ou à l'étude pour explorer la plupart des cibles privilégiées (cf. article de Michel Viso p. 44). Ces approches conjointes et croisées des planétologues, géochimistes, géologues, paléontologues, chimistes et biologistes fondent cette « interdiscipline » indispensable à la recherche d'une vie ailleurs et à celle, intimement liée, de nos origines. ■



Cet ouvrage présente de façon chronologique l'histoire de l'origine de la vie et les conditions propices à son apparition sur Terre. À chacun des temps abordés, les différents auteurs lèvent un coin du voile selon les approches et questions spécifiques à leur discipline.

This book traces the chronological record of the origin of life and the conditions that favoured its appearance on Earth. At each stage in the chronology, the authors unveil a part of the mystery specific to their field of expertise.



stars other than the Sun has recently opened up new avenues of investigation (see article by Alain Lecavelier des Etangs p 51). But as they are so far away, it is unthinkable that we could explore them in situ in the near future. On the other hand, all the planets in our Solar System are today within reach. Ambitious space programmes are already underway, in development or at the conceptual stage to explore most of the targets favoured by scientists (see article by Michel Viso p 44). Joint, cross-disciplinary approaches involving planetologists, geochemists, geologists, paleontologists, chemists and biologists are the foundation of this search for life in other worlds and the closely connected quest to unveil the secrets of our origins. ■

* LISA inter-university laboratory for the study of atmospheric systems, French national scientific research centre, Universities of Paris Est Créteil and Paris Diderot.

DEDICATED MISSIONS

Space for life

Interlocking with planetology, astronomy, biology, chemistry and other disciplines, exobiology seeks to solve the riddle of the role that objects from space might have played in the evolution of our planet. By observing bodies in the Solar System and analysing their surface or their inner workings, space missions to which ESA and CNES have made a major contribution over the last 50 years have acquired

data that are supporting the search for extraterrestrial life and are attempting to discover the processes that led to the appearance of life on Earth.

Ever since Earth formed, every year thousands of tonnes of interstellar dust and meteorites fall on its surface, bearing water and organic compounds. Some are chemically identical to those vital to life. Identifying where these compounds come from will give us more insight into the origin of life on Earth and help us to determine whether it could have emerged on other planets. Grains of interplanetary dust were collected by the COMET experiment outside the Mir space station (1986-2001). More recently, grains recovered by the U.S. Stardust mission from the tail of comet Wild 2 show this dust has travelled all across the Solar System. The European STONE experiments conducted on Russian space capsules tested the effects of atmospheric reentry on artificial meteorites. Other European experiments on the EXPOSE facility outside the ISS or in the BIOPAN instrument on automatic Russian Foton capsules have exposed chemical substances simulating the atmosphere of Titan or the surface of Mars to solar radiation, as well as molecules similar to those in interstellar clouds or interplanetary dust.

Aiming for moons and planets

Ground observation of planets and the first Solar System exploration missions focused on Mars, Europa and Titan. This Saturnian moon has a thick atmosphere composed of 95% nitrogen and a few per cent methane supporting chemical reactions analogous to what must have occurred during the first few million years on Earth. The European Huygens lander unearthed a rich variety of reactions on this distant world. The U.S.-Italian Cassini spacecraft that carried it there has been exploring the Saturn system since 2007, finding seas of hydrocarbons at one of Titan's poles. It has also discovered that Enceladus—only 500 kilometres across—has a sufficient internal heat source to heat water at depth and expel it into space in the form of geyser-like plumes containing minerals, ammonia and substances with carbon, among the building blocks needed for life as we know it. Jupiter's moon Europa has an icy crust tens of millions of years old, first discovered by the U.S. Voyager 1 and Voyager 2 probes launched in 1977. An ocean underneath this layer of ice tens of kilometres thick, detected by the U.S. Galileo spacecraft in 1989, shows that liquid water can exist this far from the Sun. Other moons of Jupiter, like Callisto and Ganymede¹, are also intriguing planetologists and exobiologists.



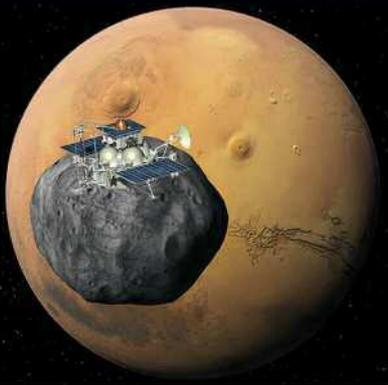
▲▲ Mars Science Laboratory.

Exo... CNES

At CNES, planetology has gradually branched away from astronomy and a working group dedicated to exobiology was set up in 1994. Working together with stakeholders in scientific research in France (CNRS¹, CEA² and academia), CNES has deployed the space assets required to address a range of cross-disciplinary questions. It initiated the first experiments to collect grains from comets and expose samples on the Russian Mir space station. Engineers at the Toulouse Space Centre have collaborated with researchers to transition tools from the laboratory into light, power-saving, reliable and automatic instruments to view planets and their satellites (cameras and spectrometers), probe them (radars) and retrieve and analyse samples in situ (mass spectrographs, chromatographs, etc.). Such instruments spawned by Research & Technology efforts and resulting from this team effort have contributed to French, European and international missions (Mir, Rosetta, Mars Express, Huygens, MSL, Phobos-Grunt), with French researchers at the forefront. Indeed, one of them is the interdisciplinary scientist coordinating astrobiology research work on the Cassini mission while another is coordinating part of the science operations.

¹ French national scientific research centre
² French atomic energy agency

▼▼ **Phobos-Grunt, qui doit explorer Phobos, une des deux lunes de Mars.** Phobos-Grunt will explore Phobos, one of Mars' two moons.



Exo... CNES

À u CNES, la planétologie s'est progressivement distinguée de l'astronomie. Et, en 1994, un groupe de travail a été dédié à l'exobiologie. Depuis, en synergie avec les acteurs de la recherche scientifique en France (CNRS, CEA, universités), le CNES a déployé les moyens spatiaux nécessaires pour répondre aux multiples questions que pose cette « interdiscipline ». Il a initié les premières expériences de collectes de grains cométaires et d'exposition d'échantillons sur la station russe Mir. Les ingénieurs du Centre spatial de Toulouse ont coopéré avec les chercheurs pour transformer des outils de laboratoire en instruments légers, économes en énergie, fiables, automatiques, pour ausculter les planètes ou leurs satellites (caméras et spectromètres), les sonder (radars) ou encore prélever et analyser sur place des échantillons (spectrographes de masse et chromatographes, etc.). Préparés en amont dans des activités de recherche et technologie, ces instruments, fruits de ce travail d'équipe, se retrouvent sur les missions françaises (vols Mir), européennes (Rosetta, Mars Express, Huygens) ou internationales (MSL, Phobos-Grunt). Cette compétence place les chercheurs français au tout premier plan. D'ailleurs l'un d'entre eux a été sélectionné comme scientifique responsable de la coordination pour l'astrobiologie (exobiologie en France) de la mission Cassini. Alors qu'un autre coordonne une partie des opérations scientifiques.

DES MISSIONS DÉDIÉES

De l'espace pour la vie !

Interagissant avec la planétologie, l'astronomie, la biologie, la chimie... l'exobiologie cherche à décrypter le rôle que les objets provenant de l'espace ont pu jouer par le passé dans l'évolution de notre planète. Observant les corps du Système solaire, analysant leur surface ou leurs caractéristiques internes, les missions spatiales auxquelles contribuent largement l'Esa et le CNES apportent depuis cinquante ans des données qui alimentent la recherche d'une vie ailleurs ou essaient de découvrir les mécanismes qui ont conduit à l'émergence de la vie sur Terre.

Depuis sa formation, la Terre reçoit des milliers de tonnes de poussières interstellaires et de météorites qui apportent chaque année des centaines de tonnes d'eau et de composés organiques. Certains sont chimiquement identiques à des composés essentiels à la vie. Les connaître, identifier d'où ils viennent aidera à comprendre l'origine de la vie sur Terre et à envisager l'émergence éventuelle d'une autre vie ailleurs. Des poussières interplanétaires ont donc été collectées (expérience *Comet*) à l'extérieur de la station spatiale russe Mir (1986-2001) pendant les missions françaises. Plus récemment, les grains recueillis par la mission américaine *Stardust* en traversant la « queue » de la comète Wild 2 montrent que toutes ces poussières ont voyagé d'un bout à l'autre du Système solaire.

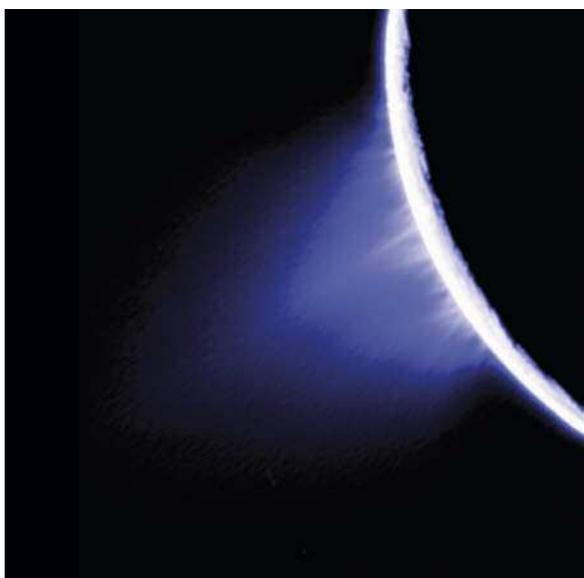
Les expériences européennes Stone menées sur des capsules russes ont, quant à elles, testé l'effet de la rentrée atmosphérique sur les météorites artificielles et leur contenu. D'autres expériences européennes réalisées à l'extérieur de la Station spatiale internationale avec la mission

Expose, ou dans des capsules automatiques russes (Biopan sur Photon) ont soumis, à l'effet des radiations directes du Soleil, des substances chimiques simulant l'atmosphère de Titan ou le sol de Mars ainsi que des molécules semblables à celles découvertes dans les nuages interstellaires ou les poussières interplanétaires.

Lunes et planètes en point de mire

L'observation des planètes à partir du sol ainsi que les premières missions d'exploration des différents corps du Système solaire ont attiré l'attention des exobiologistes vers Mars, Europe et Titan. Ce satellite naturel de Saturne possède une atmosphère épaisse, composée à plus de 95 % d'azote mélangé à plusieurs pourcents de méthane. Elle est le siège de réactions chimiques ayant pu se produire sur notre Terre dans les premiers millions d'années. L'atterrisseur européen Huygens a d'ailleurs démontré la richesse des réactions chimiques sur ce monde lointain. La sonde italo-américaine Cassini, qui a amené Huygens jusque-là, continue son exploration du système de Saturne depuis 2007. Elle a mis en lumière des mers d'hydrocarbures au pôle de Titan. L'exploration des satellites et des anneaux de Saturne se poursuivra jusqu'en 2018. La sonde a également découvert, à la surprise des planétologues, qu'Encelade (diamètre d'à peine 500 kilomètres) avait suffisamment de chaleur interne pour réchauffer de l'eau en profondeur et provoquer des geysers la propulsant dans l'espace. La nuée provoquée contient des sels minéraux, de l'ammoniaque et des substances avec du carbone, quelques briquettes nécessaires à la vie telle que nous la connaissons! Satellite de Jupiter, Europe a une surface de glace âgée de quelques dizaines de millions d'années (informations obtenues par les sondes spatiales américaines Voyager 1 et 2 lancées en 1977). Un océan caché sous cette banquise de plusieurs dizaines de kilomètres d'épaisseur, détecté par la sonde américaine Galileo (1989), montre que, dans des conditions très particulières, l'eau liquide peut être présente aussi loin du Soleil. D'autres lunes de Jupiter attirent également l'attention des planétologues et des exobiologistes, comme Io, Callisto ou Ganymède¹.

► Geysers de particules glacées qui jaillissent en permanence du sol d'Encelade, une des lunes de Saturne, observés par Cassini.
Icy plumes are spewing permanently into space from the surface of Saturn's moon Enceladus, observed here by Cassini.





MARS SAMPLE RETURN

Pourquoi les scientifiques de France, mais aussi d'Europe et des États-Unis, réclament-ils depuis plusieurs décennies la mise en œuvre d'une mission de retour d'échantillons de Mars? Parce que ce ne sera qu'avec des « morceaux » de Mars analysés en laboratoire que la question de la vie sur cette planète pourra être tranchée. Mais ce type de mission (aller-retour) est certainement la mission automatique la plus ambitieuse jamais imaginée. Pendant longtemps, la Nasa arguait du fait que les scientifiques ne savaient pas où aller chercher les « bons » échantillons contenant potentiellement les preuves du vivant. Aujourd'hui, l'Esa et la Nasa conviennent d'unir leurs efforts dans cette entreprise. Quant aux chercheurs, ils savent désormais que les sites contenant des argiles (récemment découverts) sont les lieux les plus propices. D'ailleurs, le véhicule Mars Science Laboratory se posera sur l'une de ces régions.

MARS SAMPLE RETURN - Why have scientists in France, Europe and the United States been calling for a Mars sample return mission for decades? Because analysing 'pieces' of the red planet in the laboratory is the only way to confirm whether life exists or once existed there. But such a return mission is certainly the most ambitious unmanned journey ever imagined. NASA long argued that scientists didn't know where to search for the kinds of samples that might contain proof of life. Today, ESA and NASA are joining forces to pursue this endeavour. Researchers now know that recently discovered sites containing clays are the most likely place to look. Mars Science Laboratory will land at one of these sites.

The attraction of Mars

But Mars remains the planet attracting most attention in the hunt for extraterrestrial life. In 1976, the two U.S. Viking missions analysed soil samples for signs of life. The results obtained were considered negative, with no trace of organic molecules detected. Space exploration resumed later in 1996 with Mars Odyssey to study ice and geology, and Mars Express and Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) to study surface mineralogy. In-situ exploration gradually advanced with the Mars Sojourner, Spirit and Opportunity rovers. The forthcoming U.S. Mars Science Laboratory (MSL) mission will conduct precise chemical analyses. Even more exciting missions are in the pipeline, with the launch of ExoMars and a series of Mars Sample Return (MSR) missions scheduled in 2018, while the Russian Phobos-Grunt mission will make the first attempt to return samples from Mars' moon. Since the first exoplanet was discovered in 1995 from the Haute Provence Observatory, exobiologists have extended their search to a small corner of our galaxy. Now, ground telescopes and space observatories like CoRoT and Kepler are finding new ones every week. Projects are emerging to detect ever-smaller planets, with missions like Plato to hunt for planets not too close to their star and Echo to analyse their atmosphere. Exobiology is studying Earth to determine what we need to look for on other bodies in the Solar System. By probing such objects, it also hopes to unearth the conditions that led to the appearance of life on our planet. And to do that, exobiology will be counting on space missions. ■

¹ ESA's planned Laplace mission will explore these two icy moons.

Mars, notre attirante voisine

Mais Mars demeure l'objet le plus attirant pour la recherche d'une vie extraterrestre. En 1976, les deux missions américaines Viking recherchent, sur des échantillons de sol, les manifestations d'une vie proche de celle que nous connaissons sur Terre. Les résultats, controversés, sont considérés comme négatifs, d'autant plus qu'aucune trace de molécule organique n'a été détectée. L'exploration spatiale reprend en 1996. Les scientifiques recherchent de la glace, étudient la géologie (*Mars Odyssey*) et la minéralogie de la surface (*Mars express*, MRO). L'exploration au sol avec des laboratoires mobiles se développe progressivement avec Sojourner, Spirit, Opportunity. Des analyses chimiques précises seront menées prochainement par le véhicule américain de *Mars Science Laboratory*. Des missions encore plus passionnantes sont à venir avec, en 2018, le lancement du véhicule Exomars et les missions de retour d'échantillons martiens (MSR). La mission russe Phobos-

Grunt sera une première tentative de retour d'échantillons de la banlieue martienne.

Depuis la découverte de la première planète extrasolaire en 1995, à partir de l'Observatoire de Haute-Provence, les exobiologistes ont étendu leur terrain d'observation à un petit coin de notre galaxie. Les télescopes au sol et les observatoires spatiaux (Corot, Kepler) découvrent toutes les semaines des exoplanètes. Les projets se multiplient pour augmenter la capacité de détection de planètes de plus en plus petites, pas trop près de leur étoile (Plato), et analyser l'atmosphère de celles qui en ont une (Echo). L'exobiologie étudie la Terre pour déterminer ce qu'il faudrait chercher sur certains corps du Système solaire pour y trouver une trace de vie. En étudiant tous ces objets, elle espère aussi retrouver les conditions qui ont présidé à l'émergence de notre vie terrestre. Pour tout cela, l'exobiologie a besoin d'espace. ■

¹ La mission Laplace, en projet à l'Esa, explorera les deux lunes glacées Callisto et Ganymède.

UN EXEMPLE

L'origine de la vie sur Terre

Les alchimistes, au Moyen Âge, cherchaient à transmuter la matière en or et en argent. Les chimistes modernes s'efforcent de recréer la vie en tube à essai pour comprendre comment une fraction de la matière se mit à vivre sur la Terre primitive. Mais... qu'est-ce que la vie ?

Qu'est-ce que la vie? Où et comment la vie est-elle née? Quelle matière devint vivante? La réponse exige, pour postulat de base, de considérer comme vivant « tout système ouvert traversé par un flux d'énergie et capable de s'autoreproduire ».

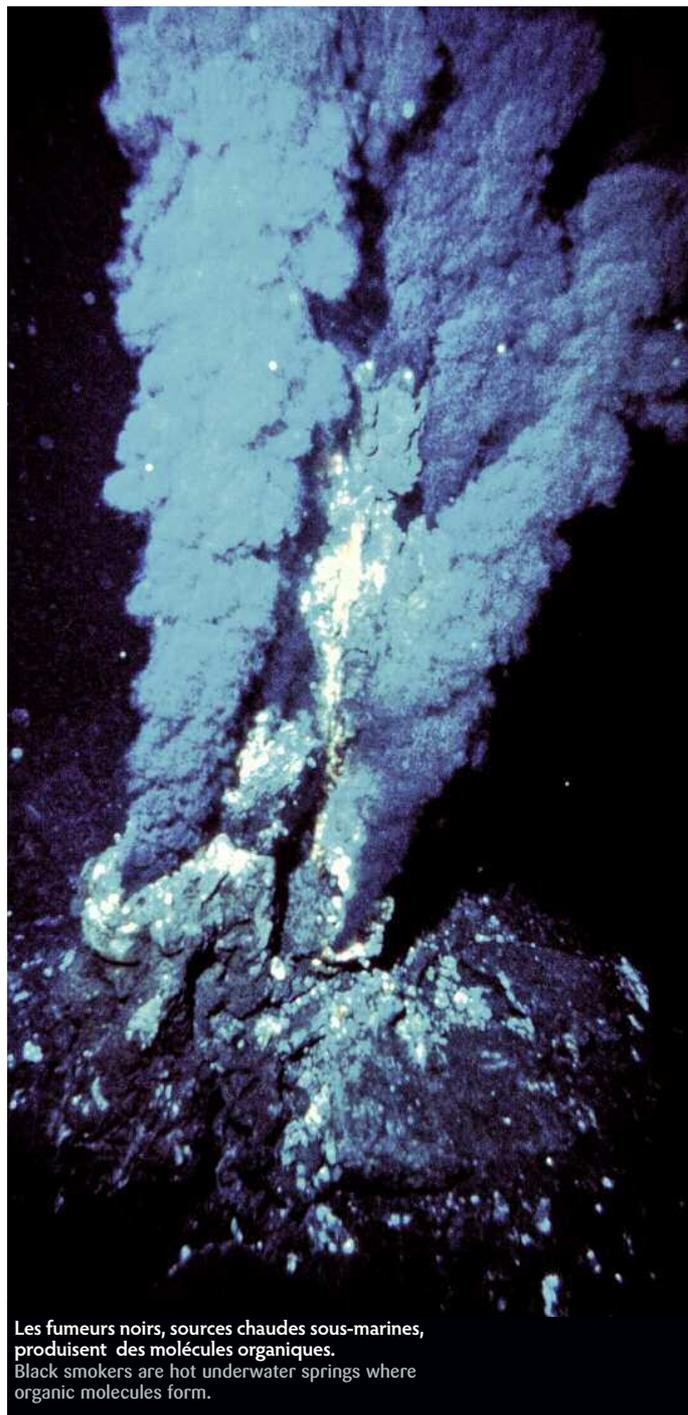
L'eau, une bonne fée au-dessus du berceau

Sans conteste, c'est dans l'alchimie de l'eau et du carbone que se trouve la réponse. En effet, pour s'assembler, les éléments des structures vivantes primitives devaient posséder une certaine mobilité. En pure logique, l'état solide en est donc généralement écarté, les éléments n'y étant pas mobiles. La phase gazeuse permet une diffusion rapide des éléments, mais l'inventaire des molécules volatiles est trop réduit. C'est donc la phase liquide qui offre le meilleur environnement pour la diffusion des molécules. Sur Terre, le passage de la matière à la vie s'est donc fait dans l'eau, il y a environ 4 milliards d'années: l'eau liquide y était présente, maintenue à la surface par l'atmosphère.

L'eau a donc joué un rôle déterminant comme solvant, comme réactif chimique et comme donneur de liaisons hydrogène. Du fait de son poids moléculaire, l'eau devrait être un gaz à la surface de la Terre. Son état liquide résulte du réseau dense de liaisons hydrogène qui unit atomes d'oxygène et atomes d'hydrogène. Ces liaisons hydrogène structurent les molécules organiques construites sur un squelette d'atomes de carbone. Ingrédients de base les plus probables de la vie primitive, ces atomes **tétra valents** sont à la base de la construction de structures complexes, seules capables d'évoluer.

La chimie du carbone ou la vie en noir

Les formes de carbone les plus simples, susceptibles de conduire aux molécules organiques, sont gazeuses; ce sont le dioxyde, le monoxyde de carbone et le méthane. Le biochimiste russe Alexandre Oparin (1894-1980), auteur de la théorie de l'origine de la vie, a proposé en 1924 le modèle d'une « soupe primordiale », riche en molécules organiques synthétisées dans l'atmosphère. L'idée a été vérifiée en 1953 par l'expérience de Stanley Miller, qui, en soumettant un mélange de méthane, d'hydrogène, d'ammoniac et d'eau à



Les fumeurs noirs, sources chaudes sous-marines, produisent des molécules organiques. Black smokers are hot underwater springs where organic molecules form.

Lexique

Tétra valents

Les atomes de carbone ont quatre bras de fixation.

Glossary

Tetravalent
Carbon atoms have four bonding arms.

Kérogène

Matière organique solide, insoluble dans les solvants organiques. Cette matière est présente dans des roches sédimentaires terrestres ou les météorites.

Kerogen

Solid organic mixture that is insoluble in organic solvents. It is present in sedimentary rocks on Earth and in meteorites.

¹ Acide ribonucléique.

des décharges électriques, obtenait quatre acides aminés. L'atmosphère de la Terre primitive était toutefois dominée par du dioxyde de carbone. Le méthane, dont la teneur précise reste difficile à apprécier, était très minoritaire. Dans l'expérience, lorsque le méthane est remplacé progressivement par du dioxyde de carbone, la formation d'acides aminés devient de plus en plus difficile.

Or les sources hydrothermales sous-marines émettent, elles aussi, tous les éléments propices à la formation, des molécules organiques, le magma fournissant l'énergie nécessaire sous forme de chaleur. Le système hydrothermal de Rainbow, au large des Açores, est un bon exemple : les gaz qui s'en échappent renferment 45 % d'hydrogène et 43 % de dioxyde de carbone. Cette situation conduit à la formation d'hydrocarbures.

Enfin, s'il tombe actuellement quelques dizaines de tonnes de météorites par an, il en tombait probablement 1 000 fois plus il y a 4 milliards d'années. Quelques pourcents des 20 000 météorites collectées renferment des composés organiques, des hydrocarbures, mais également des composés plus proches des composés biologiques. Par exemple, la météorite de Murchison renferme plus de 70 acides aminés différents. Au nombre de ceux-ci, on trouve 8 acides aminés qui existent dans les protéines.

Évaluée à partir des collectes de poussières interplanétaires dans les glaces du Groenland et de l'Antarctique, la masse totale de **kérogène** livrée à la Terre pendant les 200 millions d'années du bombardement intense représentait une couche de 40 mètres environ d'épaisseur de « cambouis » accumulé sur toute la surface de la Terre.

La chimie, pilier de l'exobiologie

Le mode de fonctionnement cellulaire commun à tous les systèmes vivants actuels pourrait faire penser que la vie terrestre est apparue sous les traits d'une mini cellule. À partir des petites molécules organiques, les chimistes se sont donc efforcés de reconstituer en laboratoire des modèles réduits de membranes, de protéines et d'acides nucléiques, ARN¹ en particulier. Le bilan est satisfaisant pour les mini membranes et les mini protéines reconstituées en laboratoire dans des conditions simples. Par contre, la formation spontanée de longs brins d'ARN dans les océans primitifs demeure encore hypothétique.

Les travaux des chimistes sur l'origine de la vie précisent aujourd'hui le décor et les géniteurs chimiques de la vie. En démontrant les vertus exceptionnelles de la chimie du carbone associé à l'eau, ces travaux offrent un exemple. Mais, plus encore, ils constituent une véritable référence pour la recherche de vie extraterrestre, la finalité ultime de l'exobiologie pour sortir la vie de sa solitude cosmique. ■

CASE STUDY The origin of life on Earth

In the Middle Ages, alchemists sought to turn matter into gold and silver. Modern-day chemists are seeking to recreate life in a test tube to understand how a fraction of matter gave rise to life on the primitive Earth.

But what is life? Where and how did it form? And what type of matter first came to life? To answer these questions, we must postulate that a living thing is any open system fuelled by a flow of energy and matter capable of self-replicating and evolving.

The water fairy godmother

The answer undoubtedly lies in the alchemy of water and carbon. To bond together, the elements of primitive living structures must have been mobile to a certain extent. So, solid matter is quite logically disregarded, while the gaseous phase allows rapid diffusion of elements but the list of volatile molecules is too short. It is therefore the liquid phase that provides the environment most conducive to the diffusion of molecules. On Earth, the transition from matter to living organisms occurred about four billion years ago in the liquid water maintained on the planet's surface by its atmosphere. Water played a key role as a solvent and chemical reactant, and by providing hydrogen bonds. Given its molecular weight, water ought to be a gas on Earth's surface. It exists in a liquid state due to the dense network of hydrogen bonds holding together oxygen and hydrogen atoms. These bonds structure organic molecules on a 'skeleton' of carbon atoms. The **tetravalent** atoms are the basic building blocks of complex structures that are the only kind capable of evolving.

A black carbon backdrop

The simplest forms of carbon most likely to produce organic molecules—carbon dioxide, carbon monoxide and methane—are gaseous. In 1924, Aleksandr Oparin (1894-1980), the Russian biochemist who formulated the theory of the origin of life, postulated the model of an atmospheric 'primordial soup' rich in organic molecules. This idea was tested experimentally in 1953 by Stanley Miller, who exposed a mixture of methane, hydrogen, ammonia and water to sparks and obtained four amino acids. The atmosphere of the primitive Earth consisted, however, mainly of carbon dioxide. Methane, in amounts that are harder to quantify precisely, was a minority component. When methane is gradually replaced experimentally by carbon dioxide, it becomes increasingly difficult for amino acids to form.



Micrométéorites (50-100 µm) collectées dans la glace de l'Antarctique.
Micrometeorites (50-100 µm) collected from ice in Antarctica.

Organic molecules also emerge from submarine hydrothermal vents where the magma below supplies the necessary heat energy. The Rainbow hydrothermal vent field off the Azores is a good example: the gases escaping from its vents contain 45% hydrogen and 43% carbon dioxide, which combine to form hydrocarbons. Lastly, meteorites are another possible source of life's ingredients. While several tens of tonnes of meteorites come to ground today, there were probably a thousand times more falling on the Earth four billion years ago. A few per cent of the 20,000 meteorites that have been collected contain organic compounds, not only hydrocarbons but also ones nearer to biological compounds. For example, the Murchison meteorite contains more than 70 different amino acids, including 8 of the 20 amino acids found in proteins. Evaluated from samples of interplanetary dust collected in the ice fields of Greenland and Antarctica, the total mass of **kérogène** brought to Earth during 200 million years of intense bombardment is thought to represent a layer of roughly 40 metres of 'oil' accumulated on the planet's surface.

Chemistry underpins exobiology

The cellular structure of all currently known living systems could lead us to believe that life on Earth first appeared in the form of a mini-cell. Chemists have thus used small organic molecules in an attempt to reconstruct small models of membranes, proteins and nucleic acids—particularly RNA¹—in the laboratory. They have obtained fairly good results with mini-membranes and mini-proteins reconstructed under simple conditions. On the other hand, the spontaneous formation of long strands of RNA in the primordial ocean remains hypothetical. Work by chemists is now bringing the backdrop and the chemical conditions for the origin of life into sharper focus. Their efforts are demonstrating the exceptional virtues of carbon chemistry in the presence of water and providing a benchmark for the search for other life in the Cosmos—the holy grail of exobiology. ■

¹ Ribonucleic acid, which carries and forms genetic information with deoxyribonucleic acid (DNA).

UNE CANDIDATE

Mars, de la légende aux échantillons

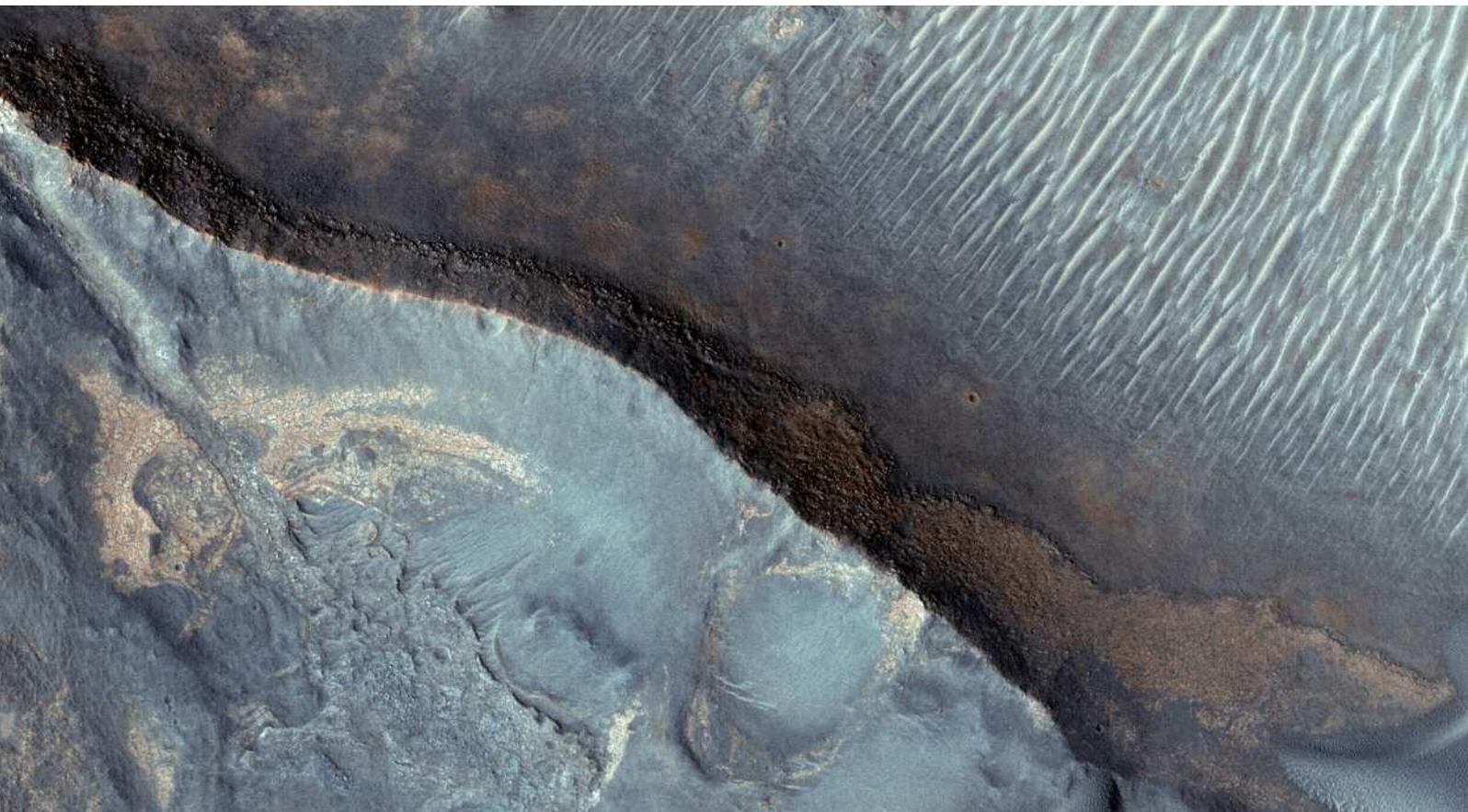
L'histoire abonde d'ouvrages faisant de la planète rouge un monde non seulement habitable, mais habité. Il aura fallu attendre les missions spatiales interplanétaires pour dépasser le stade de la légende et entrer dans celui de l'observation et de l'exploration. Par ses caractéristiques, Mars paraît la « candidate idéale », éligible à l'existence d'une vie extraterrestre.

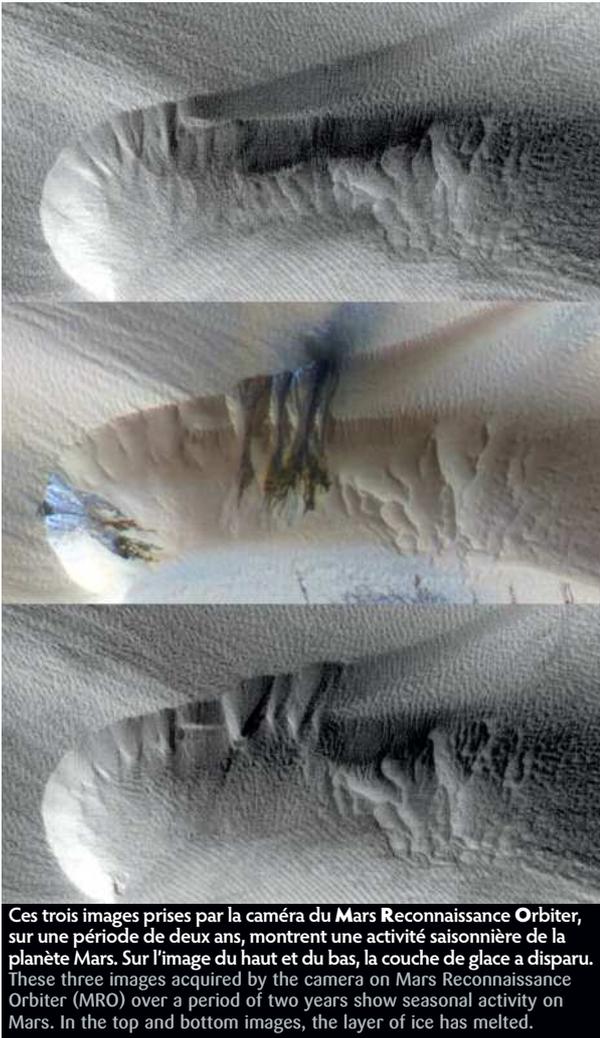
Image prise par Mars Reconnaissance Orbiter de la région de Nili Fossae de la planète Mars, véritable exposition de minéraux argileux.
Image taken by Mars Reconnaissance Orbiter of the Nili Fossae region of Mars, laying bare clay minerals.

Jusqu'à l'ère spatiale, les indices de vie sur Mars étaient bien minces : la précision des détails visibles était limitée à plusieurs centaines de kilomètres, même avec les plus performants des télescopes. L'idée d'une vie sur Mars dérivait donc plus d'une croyance, héritée de « la pluralité des mondes », qu'elle ne résultait d'observations. Avec la maîtrise des missions spatiales interplanétaires, la situation a fondamentalement changé. L'exobiologie possédait enfin un objet d'étude extraterrestre. Mars explorée, des traces de vie pouvaient y être recherchées.

Des observations et des questions

Pour la première fois, en 1976, avec les missions Viking, des échantillons, prélevés à même le sol, ont été analysés sur place par des instruments capables de détecter d'infimes quantités de constituants organiques et soumis à des traitements conçus pour tester leur capacité métabolique. On connaît le résultat principal de ces expériences pionnières : les terrains analysés par Viking 1 et 2 se sont révélés parfaitement inertes, essentiellement dépourvus de composés carbonés. Mars, aujourd'hui, est totalement désertique, aride et sèche, entourée d'une atmosphère





Ces trois images prises par la caméra du Mars Reconnaissance Orbiter, sur une période de deux ans, montrent une activité saisonnière de la planète Mars. Sur l'image du haut et du bas, la couche de glace a disparu. These three images acquired by the camera on Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) over a period of two years show seasonal activity on Mars. In the top and bottom images, the layer of ice has melted.

extrêmement ténue (moins de 10 mbar), dominée par du gaz carbonique pour 96 %. Ces conclusions contrastent avec ce que ces mêmes missions ont mis en évidence. Aujourd'hui asséchées, des structures d'écoulement nombreuses et variées tendent à indiquer qu'il n'en a pas toujours été ainsi. Mars a-t-elle connu une ère d'habitabilité, pendant laquelle de l'eau liquide aurait pu être stable en surface, hébergeant les ingrédients et les processus conduisant à l'émergence du vivant ? Y a-t-il encore, à sa surface, des sites en ayant préservé la mémoire ? Comment éventuellement les repérer ?

Jusqu'aux missions actuellement en opération, l'essentiel de notre compréhension de l'histoire ancienne de Mars provenait des images, des relevés topographiques et des mesures magnétiques. Ces dernières indiquant que la dynamo martienne était très active dans le passé le plus reculé, puis s'était rapidement éteinte. Une vision dominante s'est imposée : un vaste océan aurait recouvert les terrains les plus bas, essentiellement localisés dans l'hémisphère Nord de Mars. Cela suppose que l'atmosphère ait été

CANDIDATE

Mars - From myth to modern science

History is full of writings affirming that the red planet is not only habitable, but inhabited. The first interplanetary space missions finally debunked that myth and ushered in a new era of observation and exploration. Despite this, Mars' characteristics would appear to make it an ideal candidate to harbour extraterrestrial life.

Until the coming of the space era, Mars showed few signs of life as even the most powerful telescopes could only detect features several hundred kilometres across. The idea of life on Mars was therefore more of a myth inherited from the ancient theory of the 'plurality of worlds' than the result of observations. But interplanetary space missions changed all that and exobiology at last found in Mars an object worthy of study and exploration for traces of life.

Observations raise questions

The Viking mission in 1976 collected the first-ever samples on the surface of Mars, analysing them with instruments capable of detecting the tiniest trace of organic elements and subjecting them to tests to measure their metabolic capacity. The main result of these pioneering experiments is well known: the terrain probed by Viking 1 and 2 proved completely lifeless, with no trace of carbon compounds. Mars today is an arid desert landscape cloaked in an extremely tenuous atmosphere consisting chiefly of carbon dioxide (96%) at a pressure of less than 10 millibars. These findings contrast with what the same missions highlighted from orbit: numerous and varied flow patterns, today run dry but which point to a liquid past. Was Mars once habitable, with liquid surface water in a stable state able to harbour the ingredients and spawn the processes conducive to life? Are there traces remaining on its surface today, and if so how will we spot them? Until the current rover missions landed on the planet, most of what we knew about Mars' early history was based on images, topographic surveys and measurements of magnetism. The latter indicated that Mars had a very strong dynamo during its most ancient past, but that it rapidly ceased to be active. The pre-eminent view to emerge from this is one of a vast ocean covering the lowest terrain, mostly in Mars' northern hemisphere. This assumes that the atmosphere was dense enough to ensure significantly higher surface temperatures and pressures than today. The gradual

decline in activity of the planet's dynamo would have caused this ocean to disappear over time, leaving vast quantities of subterranean ice.

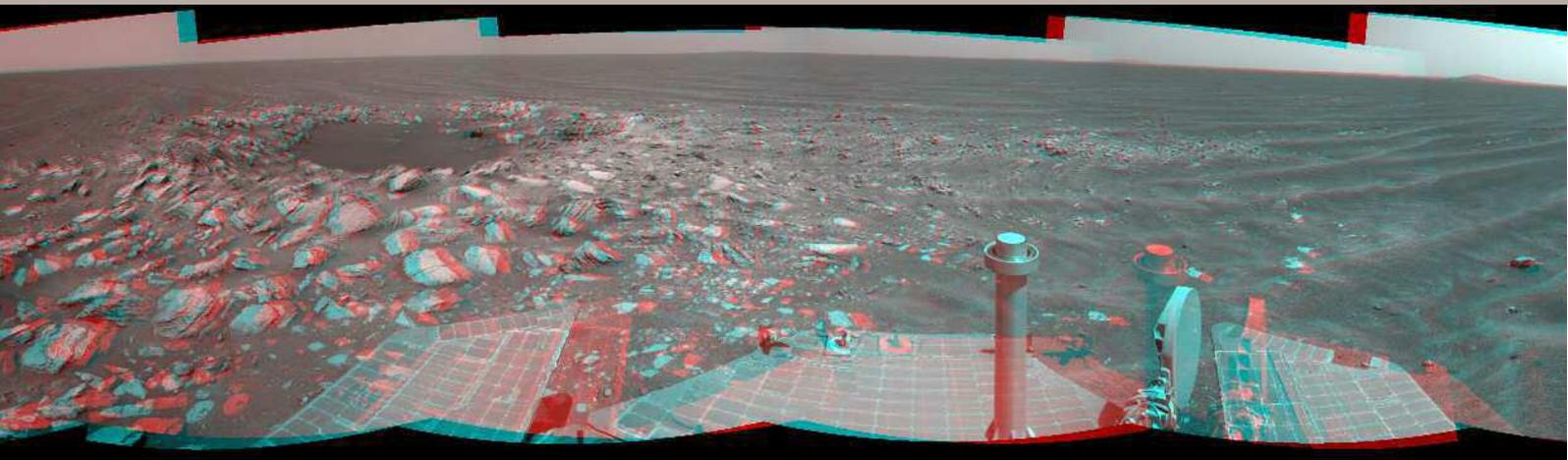
Follow the water

The data acquired on the surface of Mars by the Spirit and Opportunity rovers, and from orbit by Mars Express and Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), have enabled scientists to characterize the planet's surface composition and put together a whole new picture of the history of Mars and of the role that water could have played in it. These missions have identified minerals formed by aqueous alteration and shown that the conditions in which they formed evolved over the first billion years of Mars' existence. In particular, the discovery of clays in many places in the primitive crust is a strong indication. If Mars was once covered in liquid water, this must have happened before the end of the primordial bombardment¹. The evolution of Mars' environment, as revealed by its mineral time record, appears to be marked by a change in the global climate following the escape of its atmosphere a few hundred million years after the planet was formed. The conditions for liquid water to exist in a stable state quickly deteriorated, leading to a situation close to that which has endured until today. Transient processes due to impacts, volcanic eruptions or sudden shifts in the inclination of the planet's spin axis may have led to glacial or fluvial events at regional scales, but such episodes do not create the conditions most likely to lead to the emergence of life.

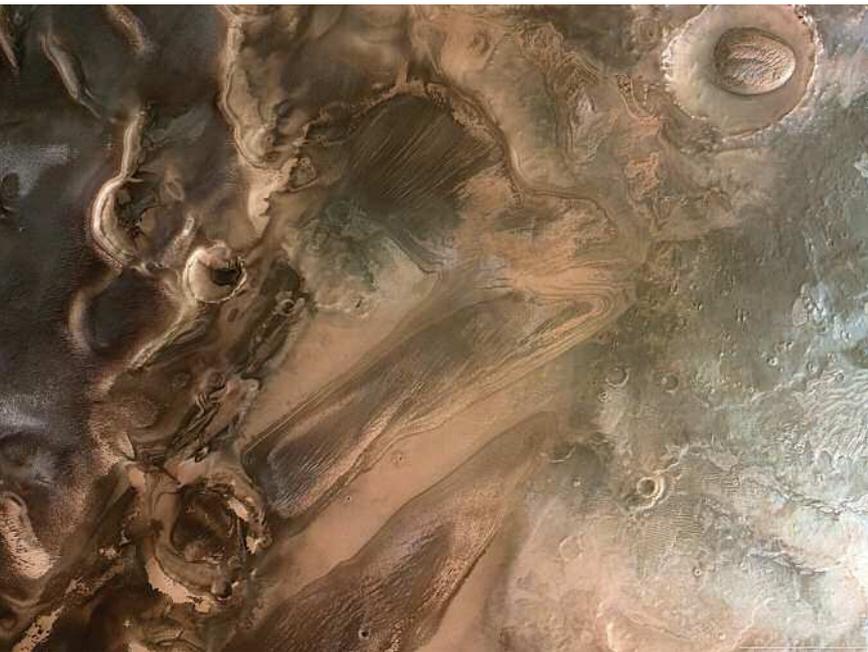
Hunting for signs that time forgot

Mars' evolution has revealed, mainly through erosion, terrains containing minerals formed by aqueous alteration on its surface or in the top layers of its subsurface. These minerals have preserved a record of the conditions that existed in this primordial era during which Mars may have been habitable. Such samples are the most likely to contain traces of any life that might have appeared. The terrains where they are found provide a window onto the hundreds of millions of years preceding the end of the primordial bombardment¹. At that time, the surface of Mars—and most likely that of Earth, too—was covered by large amounts of water in which life could have taken hold. These terrains are not located by their relief but rather by their mineral content, consisting mainly of clays. As all traces of this period have been erased on Earth, it is here that future missions should explore. ■

¹ Period during the early formation of the Solar System during which planets were heavily bombarded by a variety of small bodies.



▲▲
Vue d'un cratère martien prise par Opportunity.
 Crater on Mars seen by Opportunity.



▲▲
Dépôts de glace enterrés dans la région polaire sud de Mars. L'image a été obtenue par Mars Express le 15 janvier 2011.
 Buried ice deposits at Mars' south pole. This image was acquired by Mars Express on 15 January 2011.

suffisamment dense pour offrir une température et une pression de surface significativement plus élevées qu'aujourd'hui. La diminution progressive de l'activité de la planète aurait été responsable de la disparition de cet océan, qui se retrouverait aujourd'hui principalement sous la forme de grandes quantités de glaces souterraines.

L'eau comme fil conducteur

Les données acquises au sol par les deux véhicules Spirit et Opportunity, et depuis l'orbite par la mission *Mars Express* tout d'abord, puis MRO ensuite, ont, en caractérisant la composition de la surface, profondément modifié notre représentation de l'histoire de Mars et du rôle que l'eau a pu y jouer. Ces missions ont identifié des minéraux formés par altération aqueuse, et montré que les conditions de leur formation ont évolué au long du premier milliard d'années. La découverte d'argiles dans un grand nombre de sites au travers de l'ensemble de la croûte primitive est un indice fort que, si Mars a connu des conditions favorisant une couverture globale d'eau liquide, cela s'est produit avant même la fin du bombardement primordial ⁽¹⁾. L'évolution de l'environnement de Mars, enregistrée dans la séquence de formation des minéraux, semble être mar-

quée par un changement climatique global, lié à un échappement massif de l'atmosphère. Il s'est produit quelques centaines de millions d'années seulement après la formation de la planète. Les conditions de stabilité globale de l'eau liquide ont rapidement décliné, pour aboutir à une situation proche de celle qui a perduré jusqu'à aujourd'hui. Seuls des processus transitoires liés à des impacts, à des éruptions volcaniques ou à des changements chaotiques de l'obliquité planétaire ont pu conduire, à des échelles régionales, à des manifestations glaciaires ou fluviales. Elles ne rassemblent pas les conditions les plus favorables à l'émergence du vivant.

À la découverte d'un passé oublié

L'évolution très particulière de Mars a exhumé, par érosion principalement, des terrains contenant des minéraux formés par altération aqueuse, à sa surface ou dans sa sous-surface proche. Ces minéraux ont « enregistré » et préservé, jusqu'à aujourd'hui, les traces des conditions qui ont prévalu dans cette ère primordiale, lorsque Mars était éventuellement « habitable ». Si la vie est effectivement apparue sur Mars, c'est dans de tels échantillons qu'il semble le plus probable d'en trouver la trace. Ces terrains sont les témoins des centaines de millions d'années qui ont précédé la fin du bombardement primordial. En ce temps-là, la surface de Mars, et vraisemblablement de la Terre, abritait de grandes quantités d'eau au sein de laquelle la vie a pu émerger. Ces terrains ne se trouvent pas où les reliefs et les images l'indiqueraient, mais sont repérés par leur contenu minéralogique. Constitués principalement d'argiles, ils sont parfaitement identifiés et localisés. La mémoire de cette période a été effacée sur Terre, et c'est parmi ces régions que les missions à venir devraient choisir leur site d'exploration. ■

⁽¹⁾ Période au début de la formation du Système solaire pendant laquelle les planètes en formation étaient massivement bombardées par d'innombrables petits corps rocheux ou glacés.

DES POSSIBLES

Au-delà du Système solaire : les exoplanètes

Le Soleil est une étoile ordinaire parmi les quelques centaines de milliards d'étoiles qui peuplent la Galaxie. Mais alors, que se passe-t-il autour des autres étoiles ? Ont-elles des planètes ? Et, si oui, ressemblent-elles à la Terre ?



▲▲ La mission spatiale CoRoT, dédiée à la détection d'exoplanètes, pilotée par le CNES, a identifié, en juin 2011, 10 nouvelles planètes extrasolaires. Confirmées par des observations complémentaires au sol, ces planètes arborent une grande variété de propriétés. 7 d'entre elles correspondent à des planètes géantes et chaudes, d'une taille égale ou supérieure à celle de Jupiter. Les 3 autres possèdent des dimensions plus réduites, voisines de celles de Saturne et de Neptune.

The CoRoT exoplanet-hunting mission led by CNES identified 10 new exoplanets in June. Confirmed by ground observations, these planets exhibit a rich variety of features. Seven of them are hot gas giants as large as or larger than Jupiter. The 3 others are smaller, similar in size to Saturn and Neptune.

« La plupart des étoiles ont des planètes. » Cette conviction, les astronomes la partageaient depuis longtemps, mais ils manquaient de preuves. Au milieu des années 1990, les premières découvertes de planètes extrasolaires ou « exoplanètes » constituent une véritable révolution pour l'astronomie moderne. Un nouveau champ d'investigation vers des sites propices à l'apparition de la vie s'ouvre dès aujourd'hui avec plus de 500 planètes découvertes.

POSSIBLES

Exploring beyond the Solar System

The Sun is an ordinary star among hundreds of billions in our Galaxy. So what's happening around other stars? Do they have their own planets? And if so, do they look like Earth?

Astronomers had long been convinced that most stars have planets, but they were unable to prove it. So, the first discoveries of extrasolar planets or 'exoplanets' in the mid-1990s signalled a revolution for modern astronomy. Today, more than 500 such planets have been discovered, opening up new avenues of investigation in the search for new places that might harbour life.

Exceptional diversity

The diversity of exoplanets is truly surprising. Some—gas giants—are very

close to their star. Others, in highly eccentric orbits, brush past their star and then move away from it for several months. Yet more have no equivalent in the Solar System, like those with a mass between two and ten times that of Earth.

Some of these planets could be rich in water and covered with an ocean 100 kilometres thick; others might be the remnants of evaporating gas giants. Of the four least massive planets whose density has been measured, two are small gas planets similar to mini-Neptunes. One of them, not very dense, is probably rich in water, and the other, CoRoT-7b, is thought to be a maxi-Earth. Discovered by CNES's CoRoT spacecraft, CoRoT-7b is rocky but not hospitable to life, as it is too close to its star—1/60th of the Earth-Sun distance—and completes one revolution of its orbit in 20 hours. For life to develop, it appears to require a habitat with liquid water, only found on rocky planets at the right distance from their star. The only known planet that currently fits this description is Gliese-581g.

In search of new worlds

In recent years, a new step forward has been taken in the search for these new worlds with the detection of an atmosphere on some of them. The atmospheres of HD209458b and HD189733b are escaping as a result of heat from their nearby star.

The detection of carbon, oxygen, sodium and potassium atoms and molecules from deeper down in the atmosphere reveals the temperature and pressure conditions in these gigantic balls of gas.

The ability to find exoplanets and observe their atmospheres enables us to characterize them. Research laboratories are already conceiving instruments capable of searching for habitable planets and probing their atmosphere to look for signs of life. Over the next decade, missions like Plato, if selected by ESA, will look for small rocky planets at a suitable distance from their star to be habitable. Scheduled for 2017-2018, the James Webb Space Telescope (JWST) will replace Hubble to find out if exoplanets harbour intense chemical activity that might resemble life. We are possibly not far from proving once and for all that our tiny blue planet is not alone in the Universe! ■

MISSIONS

Dans les starting blocks



Une exceptionnelle diversité

Leur diversité constitue une réelle surprise. Certaines, géantes gazeuses, sont extrêmement proches de leur étoile. D'autres aux orbites très excentriques frôlent leur étoile avant de s'éloigner pendant plusieurs mois. D'autres encore n'ont aucun équivalent dans le Système solaire, comme celles dont la masse se situe entre deux et dix fois la masse de la Terre.

Certaines de ces planètes pourraient être riches en eau et recouvertes d'un océan d'une centaine de kilomètres d'épaisseur; d'autres pourraient être des résidus d'évaporation de géantes gazeuses. Parmi les quatre planètes les moins massives dont la densité a été mesurée, deux sont de petites planètes de gaz ressemblant à des mini-Neptune. L'une, peu dense, est probablement riche en eau et l'autre, CoRot-7b, serait une maxi-Terre. Découverte par Corot, le satellite du CNES, cette planète est certes rocheuse mais pas propice au développement de la vie. Très proche de son étoile (1/60 de la distance Terre-Soleil), elle en fait le tour en vingt heures! Or, pour se développer, la vie semble nécessiter un habitat pourvu d'eau liquide, c'est-à-dire une planète constituée de roches mais située à bonne distance de son étoile. Actuellement, la seule planète détectée présentant ces propriétés est Gliese-581g!

Vers les nouveaux mondes

Ces dernières années, une nouvelle étape de l'exploration de ces nouveaux mondes a été franchie avec la détection de l'atmosphère de quelques-uns d'entre eux. Les deux exoplanètes HD209458b et HD189733b perdent leur atmosphère chauffée par l'étoile très proche. La détection d'atomes (carbone, oxygène, sodium et potassium) et de molécules venant du plus profond de l'atmosphère révèle les conditions de température et de pression qui règnent dans ces gigantesques boules de gaz.

La découverte des exoplanètes et l'observation de leurs atmosphères ouvrent la voie pour les caractériser. Les laboratoires conçoivent dès maintenant les instruments capables de rechercher des planètes habitables et de sonder leur atmosphère pour y détecter des signatures de la vie. Pour ne citer que les projets de la prochaine décennie, la mission Plato, si elle est sélectionnée par l'Esa, détectera les petites planètes rocheuses à bonne distance de leurs étoiles pour être habitables. Prévu pour 2017-2018, le télescope JWST remplacera le télescope Hubble pour savoir si les exoplanètes abritent une activité chimique intense qui pourrait ressembler à la vie. Le moment n'est peut-être pas très loin de prouver de manière certaine que notre petite planète bleue n'est pas seule dans l'Univers! ■

MARS SCIENCE LABORATORY

La mission américaine MSL sera lancée d'ici à la fin 2011. Elle emportera avec elle un véhicule de 800 kg, Curiosity. Véritable « géologue de terrain », il arrivera sur Mars en août 2012. Ensuite, durant presque deux ans, il se déplacera sur environ 4,5 kilomètres avec un emploi du temps bien rempli. Un générateur radionucléaire fournira l'énergie à bord pour qu'il mène à bien toutes ses tâches: observer son environnement, analyser les roches à distance, se rapprocher des points intéressants pour effectuer des observations microscopiques. Curiosity devra prélever et analyser les échantillons les plus intéressants. Enfin, pour préparer l'exploration humaine éventuelle, il caractérisera les radiations qui arrivent à la surface de la planète. Des laboratoires français soutenus par le CNES fournissent deux instruments: le laser et la caméra de ChemCam et le chromatographe en phase gazeuse de SAM. Ces deux instruments rechercheront des indices de l'habitabilité passée ou présente de la planète. Avec toutes les données attendues, les scientifiques essaieront de déterminer si Mars et la Terre ont pu connaître, pendant des temps géologiques, des conditions similaires à leur surface.

(SYLVESTRE MAURICE, CESR)

www.cnes.fr

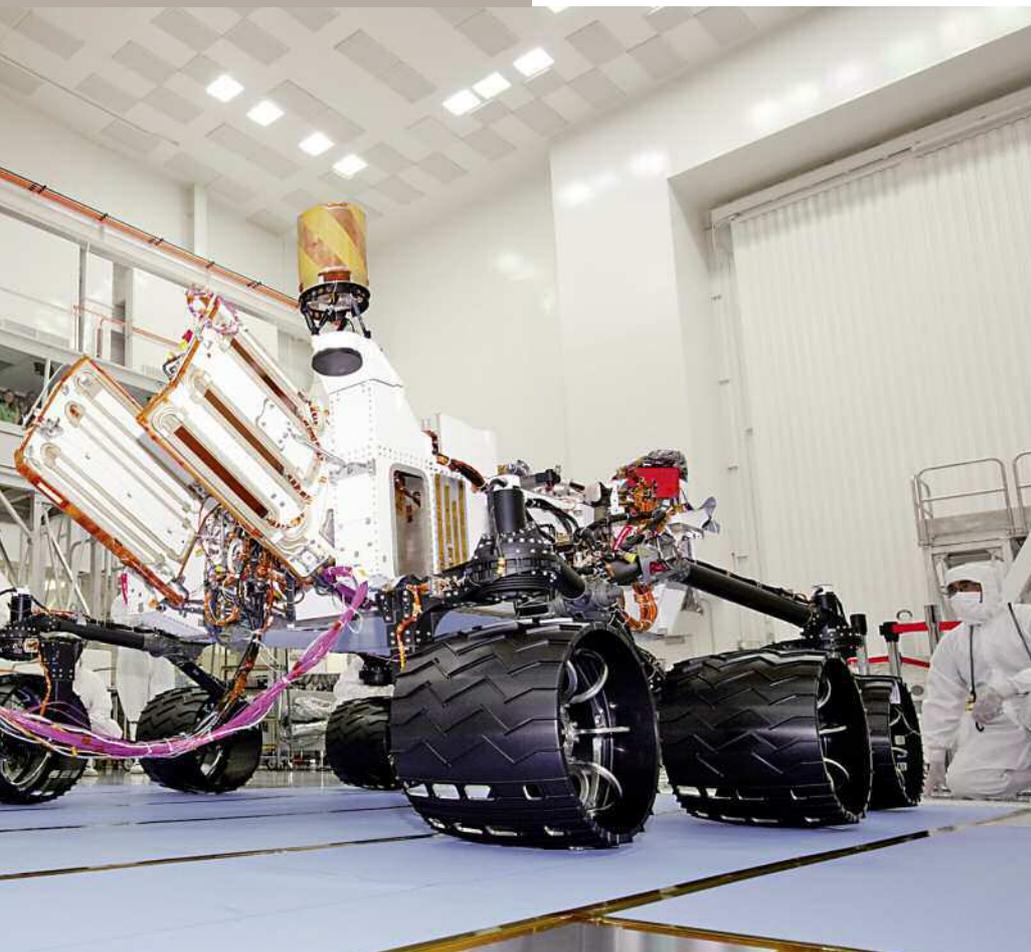
Les détails de la mission martienne MSL sur www.cnes.fr/webmag

Toutes ces missions

impliquent des laboratoires français responsables d'instruments divers, financés par le CNES, conçus et fabriqués avec le concours du Centre spatial de Toulouse.

All the missions here involve French research laboratories supplying a range of instruments funded by CNES and designed and built with the aid of the Toulouse Space Centre.

In the starting blocks



MARS SCIENCE LABORATORY (MSL) – The U.S. MSL mission set to launch before the end of this year will land the 800-kg Curiosity rover on the surface of Mars. Starting in August 2012, this ‘field geologist’ will operate for nearly two years, covering at least 4.5 kilometres and working to a busy schedule. The rover will be powered by a radioisotope thermal generator (RTG) as it pursues its mission to observe the Martian environment, remotely analyse rocks and perform closer microscopic observations of interesting features. It will collect and analyse samples deemed to be the most interesting. And to lay the groundwork for possible human exploration in the future, Curiosity will characterize radiation on the planet’s surface. French research laboratories supported by CNES are supplying two instruments: the laser and camera on ChemCam and the gas-phase chromatograph for SAM. These instruments will hunt for proof of past or present habitability. With this expected rich harvest of data, scientists will attempt to determine whether Mars and the Earth could have experienced similar surface conditions on geological timescales. *(Sylvestre Maurice, CESR)*

PHOBOS-GRUNT – This Russian spacecraft, scheduled to launch by the end of the year, intends to bring back samples from the surface of Mars’ moon Phobos. The density of Phobos is too low for it to consist only of rocks. This small body could be a C-type asteroid (carbonaceous chondrite) captured by Mars’ gravity. The study of Phobos is of great interest not only to improve our knowledge of the Solar System but also for exobiology. As well as returning samples to Earth, the mission plans to conduct in-situ investigations to collect data directly about the environment of Phobos and Mars, and to obtain reference terrain data for Mars sample return. The lander will carry French experiments supported by CNES designed to characterize the surface and near-subsurface of Phobos. *(Patrice Coll, LISA)*

PHOBOS-GRUNT

Cette sonde russe, dont le lancement est prévu d’ici à la fin 2011, doit assurer le retour sur Terre d’échantillons du sol de Phobos. Ce satellite naturel de Mars a une densité trop faible pour être composé uniquement de roches. Ce petit corps pourrait être un astéroïde de type C (chondrite carbonée), capturé par la gravité de Mars ou résulter d’un impact géant d’un astéroïde avec Mars. Son étude présente un intérêt certain aussi bien pour la connaissance du Système solaire que pour l’exobiologie. En plus du retour d’échantillons, il est également prévu de mener des investigations sur place. Cette sonde apportera des informations directes sur Phobos, sur son environnement, celui de Mars, et fournira des données de référence terrain pour le retour d’échantillons martiens. L’atterrisseur emporte des instruments français, soutenus par le CNES, destinés à caractériser la surface et le sous-sol proche de Phobos. *(PATRICE COLL, LISA)*

▲▲
Le véhicule Curiosity, de la mission Mars Science Laboratory, en cours de tests à la Nasa.
The Curiosity rover for the Mars Science Laboratory mission undergoes testing at NASA.



▶▶
La sonde de la mission Phobos-Grunt.
Space probe for the Phobos-Grunt mission.

MISSIONS

Lancées

Already launched



EXPOSE – Le rayonnement ultraviolet solaire est le principal moteur de l'évolution chimique dans le Système solaire. Il conditionne la nature et l'abondance des ingrédients chimiques apportés à la surface des planètes par les météorites et les comètes. Bien que nécessaire pour comprendre l'origine de la vie sur Terre ou ailleurs, les caractéristiques de ce rayonnement sont très difficiles à reproduire en laboratoire. Pour cette raison, une série d'expériences d'exposition de molécules organiques intitulée Expose est en cours à l'extérieur de l'ISS, depuis 2008. Elles montreront au final comment réagissent les échantillons exposés à l'intégralité du rayonnement solaire et aux autres conditions extrêmes de l'espace. Cela nous aidera à comprendre l'évolution chimique dans des environnements extraterrestres contenant de la matière organique (comètes, météorites, Titan) ou susceptibles d'en contenir (Mars). Le CNES est patrie prenante de ces expériences pilotées par l'Esa. (HERVÉ COTTIN, LISA)

EXPOSE - Ultraviolet solar radiation is the main catalyst of chemical evolution in the Solar System, dictating the nature and abundance of chemical ingredients brought to the surface of planets in meteorites and comets. Although such radiation is vital to our understanding of the origin of life on Earth and in the Universe, its characteristics are very difficult to reproduce in the laboratory. For this reason, a series of experiments exposing organic molecules outside the ISS has been underway since 2008 to study how they react to solar radiation and the extreme conditions of space. This will help us better understand chemical evolution in extraterrestrial environments containing organic matter (e.g. comets, meteorites and Titan) or likely to do so (Mars) CNES is closely involved in these experiments led by ESA. (Hervé Cottin, LISA)

▲▲ L'expérience Expose R2, située à l'extérieur de la Station spatiale internationale. The EXPOSE-R2 experiment outside the International Space Station.



▶▶ Récupération des météorites artificielles enchâssées dans le bouclier thermique du satellite automatique russe Foton-M2. Retrieval of artificial meteorites embedded in the heatshield of a Russian Foton-M2 capsule.

STONE – La cinquantaine de météorites martiennes récupérées sur Terre sont toutes de nature volcanique. Pourtant, les dernières missions ont identifié la présence de roches sédimentaires sur Mars qui n'ont jamais été retrouvées parmi ces collections. Des roches artificielles, composées de différents types de sédiments, ont été enchâssées dans le bouclier thermique d'une capsule Photon afin d'étudier leur comportement lors de leur entrée dans l'atmosphère. À 7,6 km/s sous une température de 2000 °C, les roches ont brûlé et sont entrées en fusion. Une partie des sédiments a survécu. Mais, ces météorites artificielles transportaient des passagers: des micro-organismes vivants et quelques substances chimiques à l'intérieur des roches. Dans les premiers millimètres, tout a brûlé; En revanche, enfouis dans la roche, microbes et molécules ont survécu. Conclusion: l'entrée atmosphérique ne stérilise ni ne carbonise en totalité les roches. (FRANCES WESTALL, CBM)

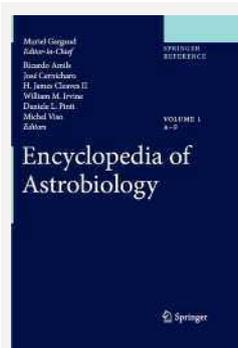
STONE - The 50 Martian meteorites retrieved on Earth are all volcanic, but recent space missions have identified sedimentary rocks on Mars unlike any found in this collection. Artificial rocks composed of different kinds of sediment were embedded in the heatshield of a Photon capsule to study how they withstand atmospheric re-entry. At a speed of 7.6 kilometres per hour and a temperature of 2,000°C, the rocks burnt up and fused while part of the sediments survived. These artificial meteorites were also carrying stowaways—living microorganisms and some chemical substances inside the rock. Everything in the first few millimetres burned up. But microbes and molecules buried deeper inside survived, proving that atmospheric re-entry does not sterilize or completely destroy organic molecules embedded in such rocks. (Frances Westall, CBM)

CASSINI-HUYGENS – Cassini-Huygens explore le système de Saturne et ses satellites depuis 2004. Titan, seul satellite du Système solaire doté d'une atmosphère, est une gigantesque usine de chimie organique, produisant une large variété de composés carbonés complexes qui s'accumulent à sa surface. Il montre des similitudes avec la Terre: structure thermique de l'atmosphère, gaz à effet de serre condensables et non condensables, structures géologiques (dunes, lits de rivières, montagnes, etc.). Les données montrent clairement la présence d'un cycle du méthane sur Titan analogue au cycle de l'eau sur Terre, avec des lacs de méthane et d'éthane à la surface. Encelade émet d'énormes panaches de grains de glace et de vapeur d'eau entraînant de nombreux composés organiques. Ils indiquent la présence d'un réservoir interne d'eau liquide avec une chimie organique active. Enfin, les données recueillies à distance sur plusieurs autres satellites de Saturne (Dioné, Phœbé, Iapetus, Hypériorion) suggèrent la présence de composés organiques sur leur surface glacée. (FRANÇOIS RAULIN, LISA)

CASSINI-HUYGENS - Cassini-Huygens has been exploring the Saturn system since 2004. Titan, the only moon in the Solar System with an atmosphere, is a giant organic chemicals factory producing a wide range of complex carbon compounds that have accumulated on its surface. The thermal structure of its atmosphere, condensable and non-condensable greenhouse gases and geological structures—with dunes, river beds, mountains and so on—are also among the many features it shares with Earth. Data clearly show Titan has a methane cycle that is a close analogue to Earth's water cycle, with lakes of methane and ethane on its surface. Meanwhile, Enceladus is spewing huge plumes of ice grains and water vapour containing numerous organic compounds into space, which suggests it has an internal ocean supporting active organic chemistry. Lastly, remotely sensed data from several other of Saturn's moons—Dione, Phoebe, Iapetus and Hyperion—suggest there are organic compounds on their icy surface. (François Raulin, LISA)

ROSETTA a rendez-vous avec la comète Churyumov-Gerasimenko en mai 2014. Il aura fallu dix ans de voyage à cette sonde de l'ESA pour atteindre sa cible. Cette mission décryptera les messages issus des régions les plus éloignées du Système solaire, là où la matière est stockée à basse température depuis 4,5 milliards d'années. Les comètes, énormes masses congelées, ont préservé la matière présente lors de la formation du Système solaire. Ces objets complexes sont très riches en produits organiques, et ont probablement contribué à l'apport de matière prébiotique sur la Terre primitive par des poussières ou des météorites cométaires. Rosetta et son atterrisseur Philae, qui emportent des instruments du CNES, doivent analyser, sur place et en détail, les espèces organiques et minérales de la comète. Elles devraient apporter des éléments clés pour la connaissance de l'origine de ces briques du vivant. (CÉCILE ENGRAND, CSNSM/CNRS)

ROSETTA is set for its encounter with Churyumov-Gerasimenko in May 2014. It will have taken ESA's probe 10 years to reach this comet. Its mission is to unlock the secrets of a body from far beyond the Solar System, where matter has survived at low temperature for four and a half billion years. Comets are huge frozen masses that have preserved the matter present when the Solar System was formed. These complex objects are very rich in organic products and probably helped to bring prebiotic matter to the primitive Earth in dusts or cometary meteorites. Rosetta and its Philae lander, carrying CNES instruments, will conduct detailed in-situ analysis of organic and mineral species in the comet to tell us more about the origin of these key building blocks of life. (Cécile Engrand, CSNSM/CNRS)



Encyclopedia of Astrobiology

M. Gargaud, R. Amils, J. Cernicharo, J. Cleaves, W. Irvine, D. Pinti, M. Viso
Deux mille entrées, 350 auteurs, publiée en 3 volumes de 800 pages chacun, avec une version interactive en ligne... cette encyclopédie d'astrobiologie s'adresse aux chercheurs, étudiants et post-doctorants désireux de se lancer dans la recherche des origines de la vie sur Terre et de sa présence possible ailleurs dans l'Univers. Cet ouvrage interdisciplinaire définit les termes utiles en astrobiologie dans le contexte spécifique des origines de la vie. Il en profite pour donner leurs différents sens selon les disciplines concernées

Encyclopedia of astrobiology

M. Gargaud, R. Amils, J. Cernicharo, J. Cleaves, W. Irvine, D. Pinti, M. Viso
Containing 2,000 entries from 350 authors and published in three volumes of 800 pages each, with an interactive online version, this encyclopedia of astrobiology is for researchers, students and post-doctoral graduates keen to take up the search for the origin of life on Earth and its possible presence in other corners of the Universe. This interdisciplinary work defines useful astrobiology terms in the specific context of the origin of life, explaining their meaning in each discipline concerned.

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
<http://www.springer.com/astronomy/astrobiology/book/978-3-642-11279-9>

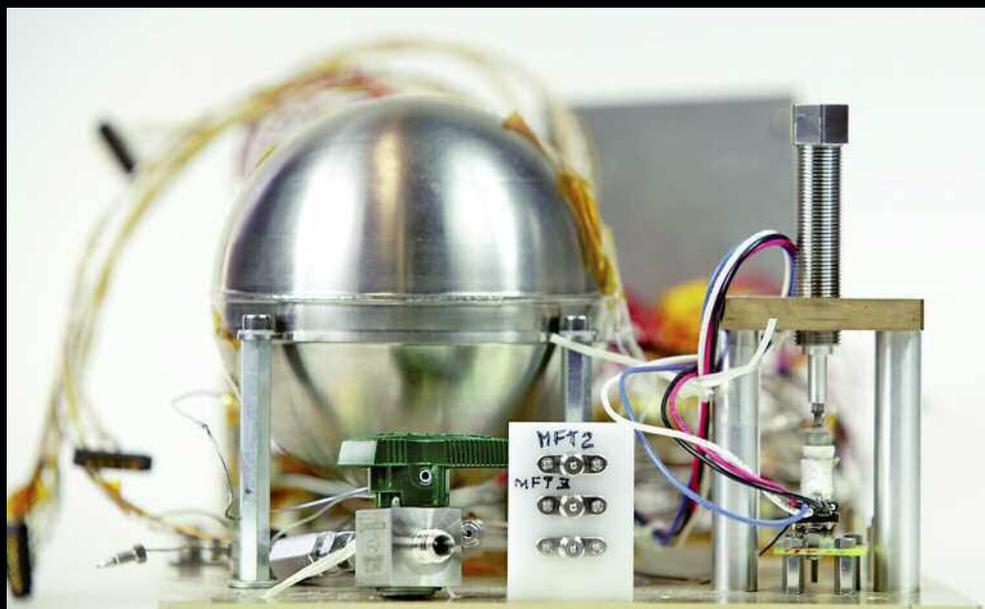
Prototype du chromatographe en phase gazeuse de l'instrument spatial Moma-GC embarqué sur ExoMars. Prototype of the gas-phase chromatograph for the MOMA-GC instrument to be flown on ExoMars. ▼▼

En préparation

In preparation

EXOMARS

Ce programme, mis en route en 2003 par l'ESA, est aujourd'hui mené en coopération avec la Nasa. Le Trace Gas Orbiter, fabriqué en Europe, emportera des instruments européens et américains pour mesurer, à partir de l'orbite martienne, la composition de l'atmosphère de la planète. Il doit servir de relais de télécommunications, jusqu'en 2022, entre la Terre et les éléments opérant en surface. L'atterrisseur Entry Descent and landing Demonstrator Module (EDM) démontrera la capacité de l'Europe à faire atterrir en douceur une sonde à la surface de Mars. En 2018, un véhicule, construit en coopération, pourra parcourir plus de 20 kilomètres. Il prélèvera des échantillons de roche et du sous-sol afin d'en analyser la composition. Les échantillons les plus intéressants seront placés dans un petit conteneur qui pourra être récupéré par une mission ultérieure qui les rapportera sur Terre. (MICHEL VISO, CNES)



EXOMARS - This programme initiated in 2003 by ESA is today a joint mission with NASA. The Trace Gas Orbiter (TGO), built in Europe, will carry European and U.S. instruments to measure from orbit the composition of Mars' atmosphere. It will also serve as a telecommunications relay up to 2022 between Earth and systems operating on the surface. The Entry descent and landing Demonstrator Module (EDM) will demonstrate Europe's ability to soft-land a probe on the surface of Mars. In 2018, a jointly built rover will land on the planet, able to cover 20 kilometres and collect samples of rock and subsoil to analyse their composition. The most interesting samples will be placed inside a small container for retrieval and return to Earth by a future mission. (Michel Viso, CNES)



RAZ DE MARÉE, PANACHE NUCLÉAIRE...

L'agence spatiale japonaise face à la catastrophe

La catastrophe qui a frappé la région du Tohoku le 11 mars a surpris et choqué le monde entier. Ce n'était pourtant pas la première fois qu'un tsunami s'abattait sur cette côte ! La Jaxa, malgré les dommages subis sur certaines de ses installations, a mobilisé immédiatement tous les moyens spatiaux disponibles.

Face à l'ampleur du séisme, la Jaxa a déclenché la Charte internationale Espace et catastrophes majeures, mobilisant immédiatement la solidarité internationale. En quelques semaines, elle a pu recevoir plus de 5 000 scènes captées par une vingtaine de satellites étrangers. Des informations qui sont utilisées pour venir en aide aux victimes et préparer la reconstruction. Ironie du sort, le satellite Alos, contribution nipponne à la Charte, est tombé en panne fin avril ! Donc, d'ici à la mise en orbite de ses successeurs (Alos-2 en 2013 pour la partie radar et Alos-3 en 2015 pour

la partie optique), le Japon restera dépendant des images provenant des satellites étrangers.

Mobilisation de tous les moyens

Contrairement au tsunami de l'océan Indien en 2004, le dernier maillon du système d'alerte n'a pas été mis en cause. Depuis longtemps, les populations côtières sont préparées à l'éventualité d'un raz de marée par des exercices réguliers. Mais, ce jour-là, la rapidité des événements (moins de trente minutes par endroits) a laissé peu de temps aux habitants pour réagir. Ici, la valeur ajoutée du



TSUNAMI AU JAPON
Décryptage vidéo sur
Tsunami in Japan
explained:
see the video at
www.cnes.fr/webmag

TSUNAMI, NUCLEAR LEAK

JAXA supports emergency response

The disaster that hit the Tohoku region on 11 March surprised and shocked the whole world. Yet, it was not the first time a tsunami had struck this coastline. Despite suffering some damage, the Japanese space agency JAXA immediately placed all its space assets at the nation's disposal.

The strength of the earthquake warranted JAXA's activation of the International Charter on Space and Major Disasters, immediately mobilizing international solidarity. Within a few weeks, the agency had

received over 5,000 scenes acquired by some 20 foreign satellites, providing information to help victims and pave the way to reconstruction. Ironically, Japan's Advanced Land Observing Satellite (ALOS), which had been activated for the charter, itself fell victim to a power failure in late April. Until its successors are launched—ALOS-2 in 2013 for radar imagery and ALOS-3 in 2015 for optical imagery—Japan will remain dependent on foreign observation satellites.

All hands on deck

Unlike the Indian Ocean tsunami in 2004, there was no problem with the last link in the early-warning

chain. Coastal populations have been prepared for the possibility of a tsunami for many years, with regular exercises being carried out. Yet that day, the speed of events (less than 30 minutes before the arrival of the wave in some places) left inhabitants little time to react. Satellite contributions have been of more help after the disaster. Telecommunications satellites WINDS and ETS-VIII have been providing high-speed Internet access to affected regions in the Iwate and Miyagi prefectures, where telephone and electricity lines were down. Portable communication terminals and antennas were sent to strategic locations. JAXA is now considering a new satellite to complement



Vendredi 11 mars, 14h46 heure locale (6h46 heure de Paris): la terre tremble pendant deux interminables minutes sur toute la côte est de l'île Honshu. On enregistre 8,9 sur l'échelle de Richter, du jamais-vu depuis trente ans. Moins d'une demi-heure après, des vagues de 10 mètres dévastent le littoral.

Friday 11 March at 14:46 local time (5:46 CET), the Earth shook for 2 long minutes all along the eastern seaboard of Honshu Island. The quake registered at 8.9 on the Richter scale, a magnitude not seen for 30 years. Less than half an hour later, 10-metre-high waves crashed into the coast.

spatial a surtout servi après le désastre. Les satellites de télécommunication Winds et ETS-VIII ont pu offrir un accès Internet haut débit aux régions sinistrées dans les préfectures d'Iwate et de Miyagi, où téléphone et électricité étaient coupés. Des antennes et des terminaux de communication portables ont été déployés à différents endroits stratégiques. Du coup, l'Agence réfléchit à l'éventualité d'un nouveau satellite pour compléter le réseau cellulaire de téléphonie mobile terrestre! Mais, un malheur ne suffisant pas... dans la foulée la Jaxa a été sollicitée pour appréhender la crise nucléaire de Fukushima. Elle a dépêché son avion *Queen Air* pour vérifier la situation de la centrale gravement endommagée. En collaboration avec le Nustec



L'AGENCE RÉFLÉCHIT À L'ÉVENTUALITÉ D'UN NOUVEAU SATELLITE POUR COMPLÉTER LE RÉSEAU DE TÉLÉPHONIE TERRESTRE. "

The agency is considering a new satellite to complement terrestrial mobile phone networks.



(*Nuclear Safety Technology Center*), le bimoteur a survolé les environs de la centrale, fin mars, et mesuré les niveaux de radioactivité des émissions provenant des réacteurs.

Installations détériorées

Alors qu'elle était largement sollicitée pour prêter main-forte aux autorités, l'agence spatiale n'a pas pour autant été épargnée. Le Centre spatial de Tsukuba, dans la préfecture d'Ibaraki, a subi des secousses estimées de magnitude 6 (plutôt faible) sur l'échelle d'intensité japonaise Shindo. Plusieurs constructions, dont le Centre d'intégration et de test des satellites, ont subi des dégâts non négligeables. Le Centre a fermé pendant quelques jours, transférant temporairement l'opération de contrôle du cargo spatial HTV-2 vers la Nasa (Houston). Le Centre de recherche en propulsion spatiale de Kakuda, situé à 30 kilomètres de Sendai, a subi des secousses encore plus fortes. Situé à 12 kilomètres dans les terres, il a pourtant été épargné par le tsunami qui a ravagé le littoral. Plusieurs installations ont néanmoins été abîmées, dont le banc d'essai de recette des moteurs du lanceur H-IIA. À l'instar de nombreuses organisations, la Jaxa a annoncé que son programme pour l'année fiscale 2011 serait certainement perturbé par le séisme.

Aujourd'hui, le nombre des victimes est encore loin d'être connu. Les pertes humaines sont estimées entre 20000 et 30000 personnes, et plusieurs dizaines de milliers de sinistrés vivent encore dans des refuges. Malgré l'extrême puissance du séisme (magnitude 9, qui le classe au quatrième rang des séismes les plus puissants des cent dernières années), les bâtiments ont plutôt bien résisté. Néanmoins, les réparations des dégâts du tsunami et la gestion sanitaire de l'accident nucléaire prendront certainement plusieurs décennies. Au-delà de l'impact budgétaire prévisible, on peut imaginer que leur incidence sur l'orientation du programme spatial japonais sera forte. Dans son plan spatial de 2009, le Cabinet plaçait déjà la « *garantie d'une société prospère et sûre* » en tête de liste de ses objectifs. On peut parier que, après mars 2011, tout sera mis en œuvre pour renforcer l'attention accordée à cette tâche. ■

terrestrial mobile phone networks. JAXA was also asked to help assess the nuclear crisis at Fukushima. It sent its "Queen Air" twin-engine aircraft to fly over the seriously damaged power plant. In cooperation with the Nuclear Safety Technology Center (NUSTEC), the aircraft flew around the area in late March to measure radioactivity levels following the nuclear reactor leaks.

Damaged facilities

Although called upon to help authorities, the space agency itself did not escape the disaster. The Tsukuba space centre in Ibaraki prefecture was shaken by tremors of level 6—lower—on Japan's Shindo scale. Several buildings—including the

satellite integration and test centre—suffered damage and the centre was closed down for a few days. HTV-2 cargo spacecraft control operations were temporarily handed over to NASA in Houston. The space propulsion research centre in Kakuda, 30 kilometres from Sendai, was hit by even bigger tremors. Located 12 kilometres inland, it was spared by the tsunami that tore into the coastline. However, several facilities were damaged, including the acceptance testbed for the H-IIA launcher engines. Like many other organizations, JAXA announced that the earthquake will certainly impact its programme for the 2011 fiscal year. The number of victims is still far from clear. Human losses are estimated at between 20,000 and 30,000,

and tens of thousands are still living in refugee centres. Despite the huge power of the earthquake—magnitude 9, making it the fourth most powerful in the last century—buildings resisted quite well and most losses were due to the tsunami. It will doubtless take several decades to repair the damage caused by the disaster and secure public health following the nuclear accident. Beyond the impact on the budget, the influence on Japan's space roadmap will likely be significant. In its 2009 Basic Plan on Space Policy, the Japanese Cabinet already placed "guaranteeing a prosperous and safe society" at the top of its list of objectives. Since March 2011, it is a safe bet that every effort will be made to focus on reaching this target. ■

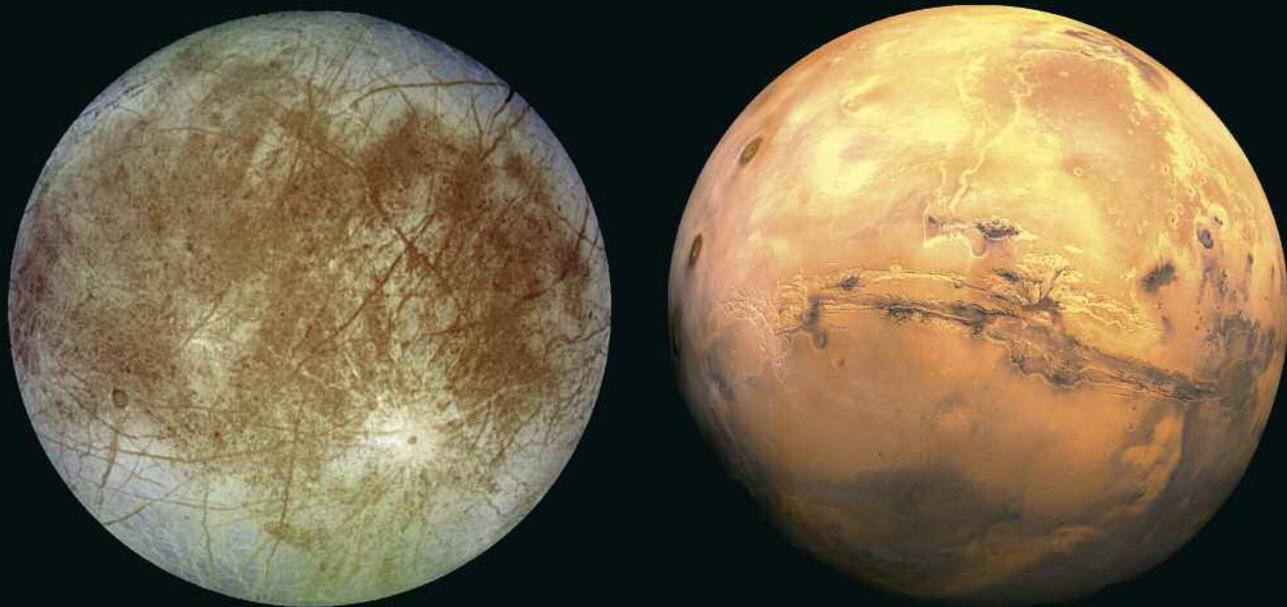
ÉTATS-UNIS USA



▣ NELLY ROUVRAIS et / and
DAVID REGAD
nos correspondants à Washington
Washington correspondents
(amendé par / with MICHEL VISO
et / and FRANCIS ROCARD)

2013-2022

VERDICT DE LA PROSPECTIVE AMÉRICAINE POUR LES SCIENCES PLANÉTAIRES



Le séminaire de prospective scientifique américain a tracé sur dix ans les grandes lignes de son programme d'exploration de l'Univers, avec un budget en baisse. Et, même si Mars et Jupiter sont au cœur des débats, les petites et moyennes missions ne devraient pas pour autant être sacrifiées.

○ù doit-on aller ou retourner? Quelles planètes observer, explorer? Sur lesquelles miser en priorité dans l'espoir de trouver des traces de vie? Le 7 mars 2011, le *National Research Council* (NRC) a apporté quelques réponses, s'appuyant sur un comité¹ présidé par le professeur Steve Squyres de l'université Cornell, concepteur des véhicules Spirit et Opportunity. Commandité par la Nasa et la *National Science Foundation* (NSF), le comité avait pour objectif de déterminer les missions d'exploration planétaire prioritaires de la Nasa pour la décennie 2013-2022. Dans ce rapport, « Vision et voyages pour la science des planètes pour la

décennie 2013-2022 », de nombreuses recommandations sont formulées qui délivrent une feuille de route pour les trois classes de missions planétaires de la Nasa : les petites missions (*Discovery*) tous les deux ans, les missions intermédiaires (*New Frontiers*) tous les cinq ans et les missions phares (*Flagship*) tous les dix ans.

Mars l'heureuse élue

Les deux grandes gagnantes du *Decadal Survey* planétaire s'avèrent être Mars et Jupiter. Max-C (*Mars Astrobiology Explorer Cacher*) est un projet phare de l'agence américaine. Il marque la première étape d'une mission de retour ▣

▲▲
À gauche :
Europe, satellite
de Jupiter.
À droite :
la planète Mars.
Left: Jupiter's moon,
Europa
Right: The planet
Mars.



LES CONTRAINTES BUDGÉTAIRES DE LA NASA SONT VENUES NUANCER LES VOLONTÉS AFFICHÉES. ¹¹

NASA's budgetary restrictions have cast a shadow over the determination expressed in the white paper.

d'échantillons combinant les efforts de la Nasa et de l'Esa, l'Agence spatiale européenne. Ses objectifs visent à explorer un site martien sélectionné pour son intérêt exobiologique, à y prélever des roches et à les conserver dans un conteneur. Ultérieurement, un second véhicule viendra récupérer le conteneur pour le rapporter sur Terre afin que les échantillons puissent être analysés en détail. *Jupiter Europa Orbiter* (JEO) vient en deuxième position. Il représente la composante américaine d'une mission conjointe (*Europa Jupiter System Mission*) Esa-Nasa. Il étudiera le système de Jupiter, et plus particulièrement son satellite Europe. Cette lune glacée possède un océan d'eau salée sous sa surface de glace. Des réactions chimiques pourraient s'y dérouler, mimant les réactions qui se sont pro-

¹¹ Committee on the Planetary Science Decadal Survey.

duites sur la Terre primitive et ont conduit à l'émergence de la vie. Enfin, Uranus devient le troisième objectif pour l'exploration. Les scientifiques souhaitent examiner sa structure interne et la composition de son atmosphère.

Oui, mais...

Les contraintes budgétaires de la Nasa sont venues nuancer les fortes volontés affichées dans ce rapport. Mais celui-ci est explicite : quel que soit le contexte budgétaire, les petites et moyennes missions ne doivent pas être sacrifiées au profit de deux ou trois missions phares. Les grandes missions prioritaires seraient même plus vulnérables du fait de leur coût important, et pourraient être repoussées, voire annulées. Dans ce contexte, la Nasa et l'Esa sont convenues de regrouper sur un seul véhicule les fonctions prévues sur chacun des deux initialement imaginés : Max-C et le véhicule ExoMars, équipé de sa charge utile Pasteur. Les discussions se poursuivent actuellement, et devraient aboutir à l'automne, avec la définition du véhicule commun, qui

2013-2022

USA: the verdict falls for planetary sciences

The seminar on future space sciences mapped out the broad outlines of the United States' Universe exploration programme for the next decade. Mars and Jupiter are at the heart of discussions, but small- and medium-class missions should avoid the budget axe.

Which planets should be observed or explored? Which should be considered a priority in the hopes of finding signs of life? The US National Research Council (NRC) provided some answers on 7 March 2011, based on the findings of the Committee on the Planetary Science Decadal Survey chaired by Professor Steve Squyres of Cornell University. Squyres is the mastermind behind the Spirit and Opportunity rovers that have been exploring Mars these past six years. The committee was tasked by NASA and the National Science Foundation (NSF) with determining NASA's priority planetary exploration missions for the 2013-2022 period. The recommendations in the resulting white paper, "Vision and voyages for planetary science in the decade 2013-2022", constitute a roadmap for NASA's three classes of planetary mission: small Discovery missions every two years, medium New Frontiers missions every five years, and major Flagship missions every ten years.

Mars gets the nod

The two main winners of this survey are Mars and Jupiter. MAX-C (Mars Astrobiology Explorer-Cacher) is one of NASA's flagship missions, the first step of a joint NASA-ESA mission to return Martian samples to Earth. It is designed to explore a site on Mars chosen for its exobiological interest, collect rocks and keep them safe in a container. A second rover will then fetch the container and return it to Earth for in-depth

analysis. In second place comes Jupiter Europa Orbiter (JEO), the US contribution to a combined ESA-NASA mission dubbed Europa-Jupiter system mission to investigate Jupiter's system, particularly its frozen moon, Europa. Underneath its ice lies a salt-water ocean. Chemical reactions similar to those that occurred on primitive Earth could also occur there. The third planet to be explored is Uranus. Scientists wish to shed light on its internal structure and the composition of its atmosphere.

The hitch

NASA's budgetary restrictions have cast a shadow over the determination expressed in this white paper. However, the survey explicitly states that small- and medium-class missions must not be sacrificed in favour of two or three flagship missions, which are actually more vulnerable due to their huge cost. These major missions could be postponed or even shelved completely. NASA and ESA have therefore agreed to combine the functions of the two rovers originally planned—MAX-C and ExoMars, with its French payload provided by the Institut Pasteur—on a single exploration vehicle. Ongoing discussions should lead to the definition of a joint rover and the role of each partner this autumn, with a launch slated for 2018.

The JEO project, however, has been dropped. NASA told its European partner that it would only contribute to the payload of Europe's Jupiter Ganymede Orbiter (JGO) mission. This news has led ESA to review JGO. The new scenario should be known this autumn.

Multitude of small and medium missions

NASA announced on 25 May that Osiris-Rex has been chosen as its third New Frontiers medium-class mission. After New Horizons to Pluto and Juno to Jupiter, this third probe will be launched in 2016 to

observe asteroid 1999 RQ36 for one year then briefly land to collect samples and bring them back to Earth. This asteroid—in the Earth's vicinity in 2182—appears rich in carbon matter, perhaps similar to that brought by meteorites to primitive Earth and which scientists think might have contributed to the emergence of life on Earth. As for the choice of the 12th Discovery mission, three missions were shortlisted in May. The Geophysical Monitoring Station (GMS) designed for Mars is to include a French seismometer developed by IPG with support from CNES for over ten years. The second is Comet Hopper, which will land on a comet's core and hop from one area to another to analyse different sites. Thirdly, the Titan Mare Explorer (TiME) is a lander designed to float on one of Titan's lakes. The final choice will be made in summer 2012. Well-documented recommendations encourage the US agency to pursue more modest programmes such as Trace Gas Orbiter to detect trace gases in the Martian atmosphere in cooperation with Europe. Finally, the white paper emphasizes the importance of fostering new technological developments.

Wait and see

The US scientific community and international experts took over two years to prepare this white paper. While it was being drafted, NASA's budget was the subject of much debate between the White House and Congress. The agreement they thrashed out grants the space agency an annual budget of \$18,485 billion, 1.3% down from the previous year. The space science budget, initially set at \$5 billion, has been trimmed by \$60 million. While such budget cuts are for the moment limited, the medium-term outlook is of a significant reduction in the planetary science budget. Mars and Jupiter may have to wait. ■

sera lancé en 2018, et du rôle de chacun des partenaires. En revanche, le projet JEO est dès à présent annulé. La Nasa a annoncé à son partenaire européen qu'elle n'envisageait qu'une contribution instrumentale à l'orbiteur européen JGO (*Jupiter Ganymede Orbiter*). Ce nouveau contexte a incité l'Esa à revoir JGO, dont le nouveau scénario devrait être connu à l'automne.

Foisonnement de petites et moyennes missions

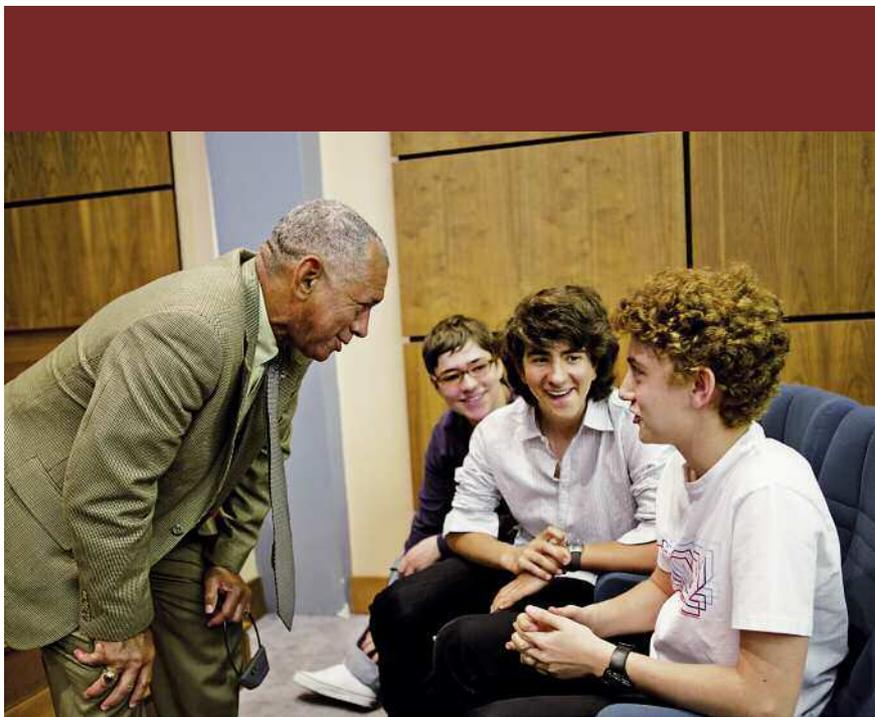
Concernant les missions de taille intermédiaire, la Nasa a annoncé, le 25 mai, la sélection d'Osiris-Rex comme troisième mission *New Frontiers*. Après *New Horizons* vers Pluton et Juno vers Jupiter, cette sonde sera lancée en 2016 pour observer l'astéroïde 1999 RQ36 pendant un an, puis s'y poser brièvement pour récupérer des échantillons de sa surface et les rapporter sur Terre. Cet astéroïde, outre qu'il passera à proximité de la Terre en 2182, serait riche en matière carbonée. Celle-ci pourrait bien ressembler à celle apportée par les météorites sur la Terre primitive et que les scientifiques soupçonnent d'avoir contribué à l'émergence la vie terrestre.

Pour le choix de la douzième mission *Discovery*, une première étape a également été franchie avec la présélection, en mai, de 3 missions parmi les 28 proposées. GEMS (*Geophysical Monitoring Station*), une station géophysique martienne qui devrait embarquer un sismomètre français développé par l'IPG avec le soutien constant du CNES depuis plus de dix ans. *Comet Hopper*, qui prévoit un atterrissage sur un noyau cométaire avec l'analyse de plusieurs sites par sauts successifs du véhicule. Et enfin TIME (*Titan Mare Explorer*), un radeau qui doit se poser et flotter sur un lac de Titan. Le choix définitif aura lieu à l'été 2012, après une année d'étude de faisabilité.

Des recommandations très documentées incitent l'agence à poursuivre des programmes plus modestes, tels que le *Trace Gas Orbiter* (détection des molécules en faible abondance dans l'atmosphère de Mars), en coopération avec l'Europe. Enfin, ce rapport souligne l'importance de travailler à de nouveaux développements technologiques.

Affaire à suivre

La préparation et la rédaction de ce rapport ont mobilisé la communauté scientifique américaine et des experts internationaux pendant plus de deux ans. Pendant son élaboration, l'établissement du budget de la Nasa a été longuement discuté entre l'administration présidentielle et le Congrès. L'accord obtenu attribue à l'agence spatiale américaine un budget annuel de 18,485 milliards de dollars, en baisse de 1,3 %. Les sciences spatiales ont un budget amputé de 60 millions de dollars, sur les 5 milliards initialement prévus. Les coupes budgétaires sont donc pour l'instant limitées, mais les perspectives à moyen terme prévoient une baisse significative du budget dédié aux sciences planétaires. Mars et Jupiter devront peut-être patienter. ■



CHARLES BOLDEN À LA RENCONTRE DE LYCÉENS FRANÇAIS

« *Who speaks English here?* » Personne ne l'avait vu entrer, mais, déjà, il interpellait un groupe de lycéens, assis sagement, et qui n'en croyaient ni leur yeux ni leurs oreilles.

Charles Bolden, astronaute et administrateur de la Nasa, en visite à Paris, avait tenu à rencontrer de jeunes Français cet après-midi du jeudi 16 juin 2011. L'amphithéâtre du lycée Louis-le-Grand était comble. Plus de 200 lycéens de classes de première et de seconde scientifiques, de jeunes étudiants de classes préparatoires issus d'une dizaine de lycées parisiens avaient fait le déplacement.

« *Deux règles: un, interrompez-moi, posez des questions; deux, il n'y a pas de question idiote.* » Cette prévention ne fut pas suffisante pour vaincre la timidité de lycéens visiblement impressionnés, mais en revanche, l'enthousiasme et la chaleur de Charles Bolden lui acquirent très vite la salle. Marchant à grands pas jusqu'au fond de l'amphithéâtre pour tendre son micro à un lycéen, grimaçant à l'évocation d'un moment difficile de sa carrière, écarquillant les yeux et ouvrant les bras pour dire la beauté de l'espace vu d'une navette ou le plaisir de la réussite, provoquant le rire de la salle, Charles Bolden n'était pas venu délivrer un message scientifique ou technique. Il était venu insuffler le désir d'apprendre, de travailler, de ne jamais s'avouer vaincu, de croire à sa chance et à l'impossible. Autant que l'étude, la force de l'expérience humaine semble avoir joué un rôle déterminant dans la carrière de cet homme. Rien d'étonnant à ce qu'il conclue son intervention, ému, en citant la phrase de Nkosi Johnson, un enfant sud-africain de 12 ans, mort du sida: « *Faites tout ce que vous pouvez dans le temps dont vous disposez, à l'endroit où vous vous trouvez.* ». Une belle page d'humanité.

Charles Bolden meets French students

Nobody even noticed astronaut and NASA Administrator Charles Bolden come into the room, but he kicked off by asking a surprised group of students sitting quietly waiting "Who speaks English here?"

Bolden, visiting Paris, had insisted on meeting young French students on Thursday afternoon, 16 June 2011. The lecture hall at Louis le Grand secondary school in Paris was full: over 200 science students preparing their Baccalaureate or engineering school entrance exams from around ten Parisian schools had gathered for his presentation.

"Two rules: one, don't hesitate to interrupt and ask questions; two, there's no such thing as a stupid question." These reassuring words did not quite overcome the shyness of the star-struck students, but Bolden's enthusiasm and warmth soon broke the ice. Whether striding right to the back to pass the microphone to a student, pulling a face when thinking back to a difficult time in his career, opening his eyes and arms wide when describing the beauty of space seen from the shuttle or the pleasure of success, or making his audience laugh aloud, Charles Bolden had obviously not come to give a scientific or technical message, but to pass on the desire to learn, work, never admit defeat, to believe in making one's own luck and that nothing is impossible. All these factors—combined with studies and the strength accumulated from human experience—seem to have played a vital role in Bolden's career. So it's hardly surprising that he concluded by quoting Nkosi Johnson, a 12-year-old South African who died of AIDS: *"Do all you can with what you have in the time you have in the place you are."* A heart-warming example of humanity.



▲▲ Session du conseil
Compétitivité
espace du
31 mai 2011.
The Space sub-
formation of the EU
Competitiveness
Council in session
on 31 May 2011.

GENEVIÈVE GARGIR, CNES

« EUROPE 2020 »

La communication de la Commission

Présentée ce printemps, la communication de la Commission européenne « Vers une stratégie spatiale de l'Union européenne au service du citoyen » a clarifié les domaines d'action qu'elle entend développer dans les prochaines années, en particulier à l'horizon 2014. Ses conclusions viennent d'être adoptées par le conseil Compétitivité espace.

En préambule, la Commission a réaffirmé la capacité de l'espace à répondre aux impératifs sociétaux, économiques et stratégiques communs à l'ensemble de ses politiques. L'espace contribue à la stratégie Europe 2020, en particulier au travers de l'initiative phare « Une politique industrielle à l'ère de la mondialisation ». De plus, conformément au traité sur le fonctionnement de l'UE (TFUE, article 189), les objectifs spatiaux maintiennent leur cap : promouvoir le progrès technologique et scientifique, favoriser l'innovation et la compétitivité industrielle, faire béné-

ficier le citoyen européen des applications spatiales, et donner plus de poids à l'Europe sur la scène internationale. Avec toutefois un postulat de base : l'Europe doit conserver son accès indépendant à l'espace.

Des domaines d'action connus

Là encore, Galileo et GMES demeurent en tête des priorités. Le caractère stratégique du programme Galileo-Egnos est abordé sous l'angle économique. La priorité pour GMES est d'être opérationnel d'ici à 2014 et de développer deux axes, le changement climatique et la sécurité.

Concernant la politique de sécurité et de défense commune (PSDC), les besoins pourraient être couverts, pour ne pas dépendre de pays tiers, par des capacités soit nationales coordonnées, soit communes. L'Union estime nécessaire d'assurer la sécurité des infrastructures spatiales, de mettre en place un dispositif européen et, enfin, de définir l'organisation et la gouvernance d'un système dual.

Concernant l'exploration spatiale, quatre domaines sont identifiés: les technologies critiques, la Station spatiale internationale pour garantir une participation de tous les États membres, l'accès à l'espace pour maintenir un accès autonome depuis le Centre spatial guyanais, et la création d'un forum international pour identifier les domaines ouverts à la coopération internationale.

Une politique industrielle adaptée

Moteur de croissance, d'innovation et d'emplois hautement qualifiés, l'espace se retrouve logiquement au cœur d'enjeux de compétitivité industrielle. La Commission juge indispensable de définir, en collaboration avec l'Esa et les États membres, une politique industrielle spécifique et différenciée. Elle s'appuierait sur une base industrielle solide et équilibrée (PME comprises), une plus grande compétitivité mondiale, tout en gardant une indépendance pour des secteurs stratégiques tels que les lanceurs, « *qui méritent une attention particulière* ». Dans cette optique, le cadre réglementaire européen doit être mieux utilisé pour les échanges commerciaux ainsi que les procédures de marché public. La Commission estime également qu'il faudrait soutenir la recherche en matière de technologies critiques ■

EUROPE 2020

EC charts the way ahead

Presented this spring, the communication from the European Commission "Towards a space strategy for the European Union that benefits its citizens" clearly maps out the actions it intends to pursue in the years ahead, particularly from now up to 2014. This document's conclusions were recently adopted by the Space sub-formation of the EU Competitiveness Council.

The communication re-affirms space's ability to meet social, economic and strategic challenges and its contribution to the Europe 2020 strategy. In line with the Treaty on the Functioning of the European Union (TFEU, article 189), the goals of space policy remain the same: promoting technological and scientific progress, stimulating industrial innovation and competitiveness, enabling European citizens to reap the benefits of space applications, and raising Europe's profile in the international space arena. These goals are of course underpinned by the rationale that Europe needs to retain independent access to space.

Well-identified areas of action

Galileo and GMES remain the leading priorities. The strategic nature of the Galileo/EGNOS programme is addressed from the economic angle. The priority for GMES is to be operational by 2014 and to develop two services for climate change and security. With regard to the Common Security and Defence Policy (CSDP), requirements could be covered by joint or coordinated national capabilities. The EU also sees a need to ensure the security of space infrastructures, establish a European space situational awareness (SSA) system and define organization and governance for a dual-use system. In space exploration, four domains have been identified: critical technologies, the ISS, access to space and the creation of an international forum to identify areas of space exploration open to international cooperation.

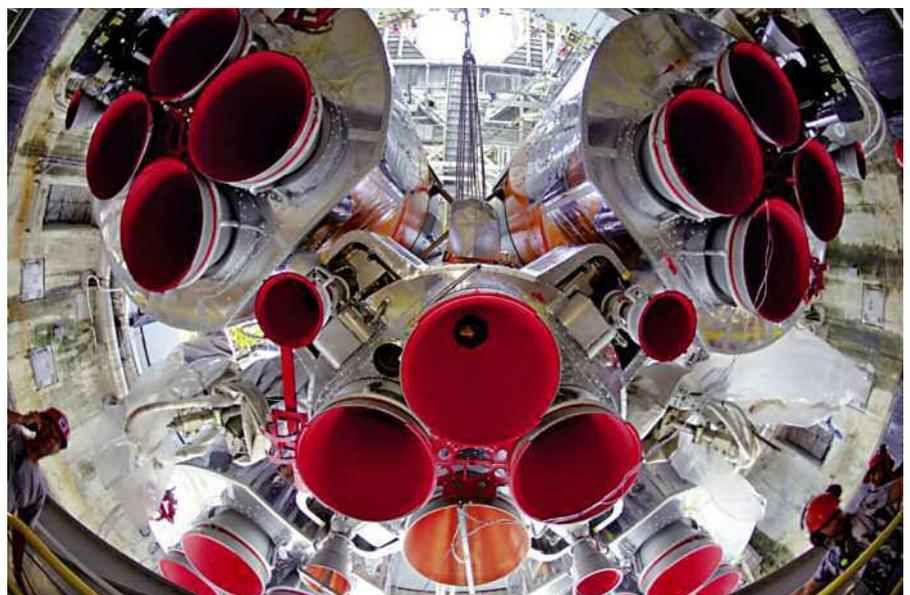
The right industrial policy

Space is a key driver of growth, innovation and highly qualified jobs central to industrial competitiveness. The Commission believes it is

vital to draw up, in close cooperation with ESA and member states, a space industry policy tailored to the needs of each sub-sector. The main objectives of such a policy would be the steady, balanced development of the industrial base, greater global competitiveness and non-dependence for strategic sub-sectors such as launchers. To this end, better use needs to be made of the European regulatory framework for trade and public procurement. The Commission also thinks it is necessary to support research into critical and breakthrough technologies, including for space exploration. Research efforts will be set out in the proposal for the common strategic framework for research and innovation funding. Lastly, the communication mentions the role that telecommunications satellites could play in delivering on Digital Agenda for Europe objectives.

Harmonizing governance

Under Article 189 of the TFEU, the EU has the mandate to coordinate member states' actions and make them more effective. This requires a real political dialogue and closer cooperation. The EU's increasing involvement in space entails re-assessing its relations with ESA and gradually adapting ESA's operations. ESA should continue to evolve into an intergovernmental organization with a new EU dimension; military and civil programmes can also coexist. Space programme management in Europe remains fragmented and international investment segregated. The proliferation of protagonists is not conducive to effective decision-making or implementation. The Commission therefore wishes to propose better coordination of all involved to meet users' and citizens' needs more consistently while ensuring sound and efficient management of public resources. ■



et de rupture (avancées majeures), notamment au bénéfice de l'exploration spatiale. Ces domaines seront inscrits dans la proposition de « cadre stratégique commun pour le financement de la recherche et de l'innovation ». Enfin, la contribution des télécoms par satellites à l'Agenda numérique européen est mentionnée, sans toutefois que soit proposée une action concrète.

Une gouvernance à harmoniser

En référence au traité de fonctionnement de l'UE (article 189), l'Union est mandatée pour coordonner les actions de ses États membres et mieux assurer leur complémentarité. Cette volonté implique un réel dialogue politique ainsi qu'une meilleure coordination. Par ailleurs, il est écrit qu'une réévaluation des relations UE-Esa et une adaptation progressive du fonctionnement de cette dernière sont nécessaires pour tirer profit des atouts des deux organisations. L'Agence devrait évoluer vers un modèle permettant de faire coexister les programmes militaires et civils et d'intégrer un volet intergouvernemental ainsi qu'un volet « Union ». La fragmentation de la gestion des programmes spatiaux en Europe, le cloisonnement des investissements institutionnels et la multiplication des acteurs ne facilitent pas l'optimisation des processus décisionnels et l'efficacité de leur mise en œuvre. La Commission souhaite donc une meilleure coordination des interventions des différents acteurs, afin de donner une réponse cohérente aux besoins des utilisateurs et d'assurer une gestion saine et efficace des ressources publiques. ■

Budapest.
Budapest.



Hongrie

Six mois aux commandes de l'Europe spatiale

La présidence hongroise de l'Union européenne se termine, la Hongrie passant le flambeau à la Pologne pour le second semestre 2011. Durant sa gouvernance, la Hongrie a eu à son actif plusieurs rendez-vous spatiaux. Parmi les plus importants, notons la formation « espace » du conseil Compétitivité (31 mai), qui a adopté des conclusions sur les priorités de la politique spatiale européenne (cf. article ci-dessus), et le conseil Transport (31 mars), qui a fait un point d'étape sur les programmes Galileo-Egnos. En février, la Commission européenne a publié un Livre vert sur les grandes orientations du futur cadre stratégique de recherche et d'innovation de l'Union, afin de répondre à la stratégie Europe 2020 et à sa politique d'innovation. Le conseil Compétitivité (10-11 mars) a, quant à lui, adopté des conclusions sur la base de l'évaluation à mi-parcours du 7^e PCRD. Enfin, une conférence s'est tenue à Budapest (12-13 mai) sur le bilan de la recherche spatiale et ses futures orientations. ■

HUNGARY

Six months at the helm of Europe's space programme

Hungary's presidency of the EU is coming to an end as it prepares to hand over to Poland for the second half of the year, having seen through several key space milestones during its term. Among the most important of these were the meetings of the Space sub-formation of the EU Competitiveness Council on 31 May, which adopted the conclusions of the communication setting priorities for European space policy (see article above), and the Transport Council on 31 March, which delivered a status report on the Galileo and EGNOS programmes. In February, the European Commission published a Green Paper on the common strategic framework for future EU research and innovation funding in response to the Europe 2020 strategy and innovation policy. And the Competitive Council meeting on 10-11 March adopted the conclusions of the mid-term assessment of the 7th Framework Programme (FP7). Finally, a conference was held in Budapest on 12-13 May to present the results and discuss advances and future directions in space research. ■

Russie

Vladimir Popovkine à la tête de Roscosmos

Le vendredi 29 avril 2011, Vladimir Poutine a mis fin aux fonctions d'Anatoli Perminov, chef de l'agence spatiale russe Roscosmos, qui avait atteint l'âge limite pour exercer dans la fonction publique russe. Le premier ministre russe a nommé par décret le vice-ministre de la Défense, Vladimir Alexandrovitch Popovkine, pour lui succéder. Né en 1957 à Douchanbé (Tadjikistan), ce dernier a débuté



sa carrière au cosmodrome de Baïkonour. Nommé en 2004 commandant des troupes spatiales de la Fédération de Russie, il devient en 2008 adjoint au ministre de la Défense, et son premier adjoint en 2010. ■

RUSSIA

Vladimir Popovkin appointed as new head of Roscosmos

On Friday 29 April, Vladimir Putin asked Anatoly Perminov to step down as head of the Russian federal space agency Roscosmos. Perminov had

reached the mandatory retirement age for civil servants in Russia. The Russian Prime Minister has appointed the former First Deputy Defence Minister Vladimir Popovkin to replace him. Born in 1957 in Dushanbe, Tajikistan, Vladimir Popovkin began his career at the Baikonur Cosmodrome. Appointed Commander of Space Forces in 2004, Popovkin became Deputy Minister of Defence in 2008 and First Deputy Minister of Defence in 2010. ■



GENTRE STAGE

**ÎLES DU SALUT CHAPEL RESTORATION
Fundraising appeal**

Lying off the coast of French Guiana, 14 kilometres north of Kourou, the Îles du Salut were once a penal colony. During his stretch on Île Royale in the late 1930s, talented forger Francis Lagrange, aka 'Flag', painted frescoes on the walls of the island's chapel, many depicting biblical scenes and daily life in the prison, a poignant reminder of the colony, long since closed. Through the Agamis* association, CNES is helping to protect and restore the islands' heritage. Four years ago, restoration work began at the chapel. Funded by Agamis and executed by experts at Atelier Bis in Paris, it focused on the painted wooden plates of the Annunciation and Nativity. Today, Agamis and the Fondation du Patrimoine heritage foundation have launched a campaign to raise funds to restore the other paintings. "We're not attempting to reconstruct them in their original condition—anything we do can be undone," explains Isabelle Stetten of Atelier Bis.

As part of this effort, Agamis and the FP invited members of the media to the chapel with eight high-school pupils who are also members of the UNESCO club. The trip gave them a chance to see and learn more about French Guiana's cultural heritage. "If no one had looked after these assets, nothing would be left for us today," says Thierry, one of the pupils. The project now has eight young ambassadors. And to prove their efforts are not in vain, two new benefactors have stepped forward.

*Association pour Gérer l'Architecture et le Musée des Îles du Salut, a non-profit organization comprising CNES and the Conservatoire du Littoral.



Chapelle des îles du Salut APPEL À SOUSCRIPTION

Situées au large de Kourou, les îles du Salut abritent une chapelle réputée pour ses fresques peintes par un bagnard, Francis Lagrange. Au cours de son séjour sur l'île Royale (entre 1938 et 1940), Flag de son surnom, talentueux faussaire, peignit certes des scènes sur la vie quotidienne des prisonniers, mais aussi des scènes bibliques sur les murs de la chapelle. Son œuvre représente aujourd'hui un témoignage émouvant de la présence du bagne aux îles du Salut.

Par le biais de l'association Agamis¹, le CNES mène une politique de préservation du patrimoine des îles du Salut. Lancée il y a quatre ans, une première tranche de travaux de restauration de la chapelle, menée par l'Atelier Bis, avait porté sur les panneaux de l'Annonciation et de la Nativité, décors peints sur bois. Le coût de cette intervention avait été intégralement pris en charge par Agamis. Aujourd'hui, cette association et la Fondation du Patrimoine ont lancé une souscription pour financer une seconde tranche de travaux. Les nouvelles restaurations combleront des peintures manquantes. « Notre travail exclut toute reconstitution à l'identique de l'œuvre, explique Isabelle Stetten, de l'Atelier Bis. Nos travaux seront réversibles. »

Mais lever des fonds n'est pas chose aisée. Pour atteindre la somme nécessaire, Agamis et la Fondation du Patrimoine ont convié sur place la presse et huit lycéens de 1^{er} bac professionnel Maintenance des équipements industriels, membres du club Unesco. Tous ont voulu voir de leurs propres yeux ce patrimoine historique et culturel de la Guyane pour mieux comprendre leur histoire. « Si personne n'avait entretenu ce patrimoine, il ne resterait plus rien pour nous. C'est donc important de le faire pour que les futures générations se souviennent », estime Thierry, l'un d'entre eux. De nouveaux ambassadeurs sont donc nés. Et, preuve que les efforts ne sont pas vains, deux nouveaux donateurs se sont fait connaître.

¹ Agamis — Association pour gérer l'architecture et le Musée des îles du Salut, qui regroupe le CNES et le Conservatoire du littoral.

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT
www.fondation-patrimoine.org/fr/

LECTURES

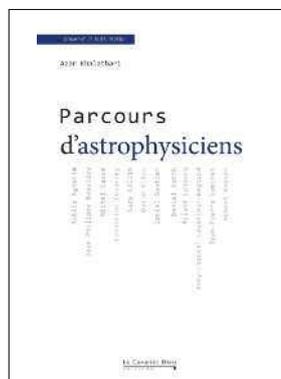
BOOKS



Dis Albert : c'est quoi l'Univers ? – par Marceau Felden, dessins d'Éric Ronceray, 2011, Éd. Atlande, 192 pages, 100 dessins – 19 €
Dis Albert : c'est quoi l'univers ? by Marceau Felden – Illustrated by Eric Ronceray – 2011 – Published by Atlande – 192 pages – 100 illustrations – €19



Le Goût piquant de l'Univers – par Éliisa Brune, 2011, Éd. Le Pommier, coll. « Poche », 264 pages – 8,5 €
Le goût piquant de l'Univers by Elisa Brune – 2011 – Published by Le Pommier – 264 pages – €8.50



Parcours d'astrophysiciens – par Azar Khalatbari, Le Cavalier bleu, coll. « Comment je suis devenu... », 2011, 208 pages – 18 €
Parcours d'astrophysiciens by Azar Khalatbari – Published by Le Cavalier Bleu – “Comment je suis devenu...” collection – 2011 – 208 pages – €18



L'Océan, le climat et nous. Un équilibre fragile ? – Sous la coordination d'Édouard Bard, 2011, Éd. Le Pommier et Universcience, coll. « Beaux-Livres », 168 pages, 110 photos – 35 €
L'océan, le climat et nous. Un équilibre fragile ? – Edited by Édouard Bard – 2011 – Published by Le Pommier and Universcience – “Beaux Livres” collection – 168 pages – 110 photos – €35

De la science à la philosophie

Original, cet ouvrage l'est par sa forme, carrée, et ses illustrations décalées. La physique est une source inépuisable d'idées étranges et le big bang un créateur d'univers qui nous amène à nous demander s'il y a de la vie dans des mondes parallèles. Les plus récentes découvertes scientifiques nous interrogent et remettent en question notre vision du monde. Développant une culture humaniste scientifique, ce texte, assorti de 100 dessins humoristiques, nous fait toucher le lien entre science et philosophie, ainsi que l'enjeu des débats actuels, en projetant la lumière sur les grandes questions qui jalonnent l'histoire de l'Univers.

From science to philosophy

This book is highly original, with its square format and quirky illustrations. Physics is never short of a strange idea or two—not least the Big Bang, which raises the question of whether life exists in other parallel worlds. Latest scientific findings have prompted a rethink of our theories. Taking a humanistic approach, the narrative, combined with 100 humorous illustrations, explores the link between science and philosophy and unpacks the current debate about the history of the Cosmos.

Reportage au pays des physiciens

Chaque année, le petit village de Peyresq, dans les Alpes-de-Haute-Provence, voit débarquer la fine fleur des physiciens cosmologistes. Pour infiltrer des grands hommes, un prétexte simple: un reportage télévisé. Moteur ! Ce roman prend pour prétexte un reportage télévisé sur un colloque pour rendre accessible des notions aussi compliquées que l'expansion accélérée, l'énergie du vide, le principe anthropique, la théorie des cordes... Le lecteur découvre que les physiciens, majestueux et incompréhensibles dans leurs communications officielles, sont, dans leurs efforts pour traduire leurs recherches, passionnés, passionnants... et intelligibles.

Report from the land of the astrophysicists

Every year, the biggest names in astrophysics converge on the small village of Peyresq in the French Alps. But how do we find out what they're talking about? This novel uses the pretext of a televised report from a science symposium to take such complicated concepts as accelerated expansion, vacuum energy, string theory and the anthropic principle, and make them simple and accessible to all. Readers discover that these formidable researchers, whose official papers are so hard to fathom, are passionate about their work and keen to explain it so everyone can understand.

À chacun son Univers

Derrière chaque discipline se trouvent des femmes et des hommes qui la construisent, la font vivre et évoluer. *Parcours d'astrophysiciens* retrace les grandes étapes de la vie de douze astrophysiciens, de Michel Cassé à Hubert Reeves en passant par Nabila Aghanim, Jean-Pierre Luminet ou Catherine Cesarsky. Aujourd'hui, l'Univers se présente comme un gouffre mystérieux offert aux astronomes. Pour y voir plus clair, il faut toute la diversité des personnalités humaines. Chacun a projeté ses craintes et ses espoirs dans l'observation du ciel. Chaque personnalité observe l'Univers pour y percer son mystère.

One Universe, many perspectives

Behind each branch of space science are the men and women who build it, make it happen and push its boundaries. This book traces the key events in the lives of 12 astrophysicists, from Michel Cassé to Hubert Reeves and including Nabila Aghanim, Jean-Pierre Luminet and Catherine Cesarsky. The Universe is a vast and mysterious expanse, wide open to astronomers. To understand it more clearly, we need the contribution of each individual, in all their diversity. Each has projected their hopes and fears into their observation of the heavens. And each unlocks a part of its mystery.

Un livre, un album, un plaidoyer

Avec le changement climatique en cours, le comportement des océans, qui constituent 70 % de la surface de notre planète, se modifie: réchauffement, fonte des glaces, acidification, montée des eaux... Quelles seront les conséquences de ces changements? Comment peuvent évoluer les courants océaniques, les cycles de l'eau et du carbone? Quels en seront les impacts sur les sociétés humaines? Êtres humains, milieux, continents, océans, air, eau, espèces vivantes, tout est lié. Parce que la survie de nos sociétés en dépend, l'océan doit être préservé dans sa stabilité, localement et globalement. C'est vers cette prise de conscience que tend ce très beau livre, superbement illustré.

A book, an album, a plea

As our climate changes, so the oceans—which cover 70% of the planet's surface—are beginning to behave differently. Phenomena include temperature increase, ice melt, acidification and rising sea levels. What will be the consequences of these changes? How will ocean currents, water and carbon cycles change? And how will this affect our societies? People, environments, continents, oceans, air, water, animal species—all are closely bound together. Because our survival depends on it, the oceans must be preserved in a stable state, locally and globally. These are the issues raised in this beautifully illustrated book.

FILMS

TSUNAMI

Prévention des risques en Méditerranée

À la lumière des récentes catastrophes qui ont frappé l'Asie, on aurait tendance à croire que ces risques ne nous concernent pas. Il faut pourtant avoir bien à l'esprit que, en l'espace de deux mille ans, la Méditerranée, deuxième zone sismique de la planète, a subi pas moins d'une vingtaine de tsunamis meurtriers. Le CNES a participé financièrement à la production d'un documentaire traitant de ces risques et des moyens de prévention existants. Il sera diffusé à la Cité de l'espace le 16 octobre 2011. La France met actuellement en place, sous l'égide de l'Unesco, un centre d'alerte sur le site du Commissariat à l'énergie atomique à Bruyères-le-Châtel (Essonne). Il devrait être opérationnel en 2012.



« *Tsunamis, un risque en Méditerranée ?* » Documentaire de 52 minutes, réalisé par Thierry Gentet et coproduit par Mira Production et France Télévisions.

Mediterranean risk mitigation

As the world witnessed the recent disasters unfolding in Asia, we in Europe tend to think those types of events "couldn't happen here". Yet in the last 2,000 years, no less than 20 deadly tsunamis have struck in the Mediterranean, the second most active earthquake zone on the planet. CNES has helped fund the production of a documentary about these risks and existing efforts to mitigate them. It will be screened at the Cité de l'Espace in Toulouse on 16 October 2011. With the support of UNESCO, France is currently setting up an early-warning centre at the French atomic energy agency's facility in Bruyère-le-Châtel, outside Paris. Operations will begin in 2012.

Tsunamis, un risque en Méditerranée ? - Documentary - Directed by Thierry Gentet - Produced by Mira Production and France Télévision - 52 min.

SUR LA TOILE

ON THE WEB

LA PASSION SELON DE JEUNES CHERCHEURS

Le CNES accorde chaque année une centaine de bourses de recherche à de jeunes scientifiques français et étrangers intéressés par les activités spatiales. Certains d'entre eux racontent leur passion sous forme de témoignages vidéo. Le champ de leurs investigations est aussi vaste que celui des technologies spatiales. Elles vont des fusées à la planétologie en passant par la climatologie ou encore les sciences cognitives. Leurs témoignages en vidéo.

Passionate young researchers

Each year, CNES awards around 100 research grants to young researchers in France and other countries with an interest in space science. Some of them talk about their passion for space in the form of video testimonials. Their work covers a spectrum as wide as space technologies themselves, ranging from rockets to climatology, cognitive science to climate.



www.cnes.fr

www.cnes.fr/chercheurs

FAITES DÉCOLLER ARIANE SUR VOTRE IPHONE

Le CNES dévoile *ARiAne*, sa seconde application iPhone. Votre mission: faire décoller votre lanceur Ariane 5 depuis l'endroit de votre choix, en vous mettant dans la peau du directeur des opérations grâce à une technologie innovante de réalité augmentée. Surprenante, amusante et instructive à la fois, l'application *ARiAne* (AR pour *Augmented Reality*) vous invite à choisir votre base de lancement et à démarrer votre propre chronologie. *ARiAne* puise son originalité dans l'utilisation des ressources propres de votre iPhone ou encore de votre localisation. Mais attention, comme à Kourou, le décollage ne peut avoir lieu que si tous les paramètres sont « au vert »: conditions météo, alimentation des satellites ou encore contact avec les stations de suivi!

Disponible sur iPhone 4 dans l'AppStore, mot-clé « Ariane », et prochainement sur Android.

Ariane launches on iPhone

CNES has unveiled *ARiAne*, its second iPhone app. Your mission: launch your Ariane 5 from the location of your choice, using state-of-the-art augmented-reality technology to take on the role of mission controller. Surprisingly fun and instructive at the same time, the *ARiAne* app (AR for 'augmented reality') lets you choose your launch base and start your countdown. Its originality lies in the use of your iPhone's own resources as well as information about your location. Remember though, like at Kourou, countdown can only start when all parameters are 'go'—weather conditions, satellite batteries charged and contact established with tracking stations. Available now on iPhone 4 from the AppStore, keyword "Ariane". Coming soon on Android.



MANIFESTATIONS

EVENTS

LA ROCHELLE

Le 9^e rassemblement Argonautica

Dédiée à la compréhension des océans, des variations climatiques et de leur impact sur le vivant, cette rencontre annuelle (26-27 mai) est l'occasion pour les élèves (du primaire au lycée) et leurs professeurs d'échanger avec des scientifiques et des explorateurs, et de présenter leurs travaux. Cette année, deux études ont particulièrement retenu l'attention: le suivi des ours polaires (en partenariat avec l'université d'Alberta, à Edmonton) et les mesures de la bouée déposée sur la banquise (côte est du Groënland), dans le cadre de l'expédition Sentinelles des glaces. Pour l'année scolaire à venir, d'autres projets pédagogiques sont déjà programmés: le suivi de l'expédition Bouvet-Guyane, une course en solitaire Sénégal-Guyane, et l'étude du plancton dans le bassin d'Arcachon.



9th Argonautica symposium

Dedicated to the oceans, climate change and its impact, the Argonautica symposium is a chance for primary and secondary pupils and teachers to meet and talk with scientists and explorers as well as present their class projects. This year's event took place on 26 and 27 May. Two projects stood out in particular: tracking of polar bears, in partnership with the University of Alberta, Edmonton, and measurements from a drifting buoy released in the ice floes off Greenland's east coast, part of the Ice Sentinels expedition. More projects are planned for next year, including tracking of the Bouvet Guyane 2012 transatlantic rowing race, from Senegal to French Guiana, and the study of plankton in the Arcachon Basin.



ART ET ESPACE

RETOUR SUR LE FESTIVAL SIDÉRATION

À travers son programme Création et imaginaire spatial, l'Observatoire de l'espace du CNES soutient de multiples productions artistiques en offrant aux artistes un accès privilégié aux matériaux spatiaux (instruments, images, discours scientifiques, etc.). Ces matériaux nourrissent leur créativité littéraire, plastique ou scénique. Parmi les projets soutenus, on peut retenir la conférence « décalée » de Frédéric Ferrer sur le thème de la fonte des glaces, celle sur « Les vikings et les satellites », pour laquelle ont été mises à la disposition de l'auteur des images satellitaires de la banquise. Certains artistes évoluant à bord de l'Airbus Zéro-G (tels Kitsou Dubois, Pierre Meunier et Anne Kawala) ont également rendu compte de leur expérience par des performances, des créations radiophoniques et audiovisuelles, ou encore des textes publiés dans la revue *Espace(s)*. Nombre de ces artistes ont été réunis lors de la 1^{re} édition du festival Sidération, en mars 2011, et ont offert au public une diversité de performances inspirées par l'espace. Ce festival sera désormais l'occasion d'un rendez-vous annuel avec la création artistique contemporaine et l'imaginaire spatial.

ART AND SPACE

Sidération festival

Through its 'Creation and space imagination' programme, CNES's Observatoire de l'Espace supports many forms of creative expression by giving artists preferential access to space-related hardware and materials, such as instruments, archive imagery and scientific talks, providing inspiration for their literary, visual and theatrical creativity. Recent projects include an offbeat talk by Frédéric Ferrer on ice melt and a second talk on Vikings and satellites, for which satellite imagery of the ice floes was made available. Kitsou Dubois, Pierre Meunier, Anne Kawala and other artists took a flight on the Airbus Zero-g, which provided inspiration for stage performances, radio and television pieces as well as articles in *Espace(s)* magazine. Many of these artists were at the first Sidération festival in March 2011, where they treated the public to a diverse range of performances, inspired by space. Each year, the festival will celebrate contemporary artistic creation and the imaginative realm of space.

www.cnes.fr

www.cnes-observatoire.fr

➔ **Vous pouvez le dire en français / Non, ce n'est pas un *shuttle*, c'est une navette. Ce n'est pas du *buzz* que l'on entend, mais un bourdonnement. La Délégation générale à la langue française et aux langues de France publie une plaquette donnant les équivalents des mots du spatial que l'on entend le plus fréquemment en anglais!**

Say it in French! / It's not "un shuttle", it's "une navette". It's not a "buzz" we hear in France, it's a "bourdonnement". The DGLF (General Delegation for the French Language and the Languages of France—to give its English title) has published a leaflet stating the French equivalents of the most commonly used space-related anglicisms.

POUR EN SAVOIR PLUS: FIND OUT MORE AT
www.dglf.culture.gouv.fr

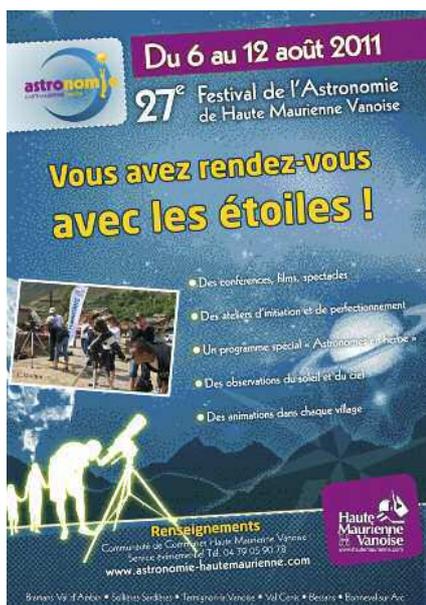
HAUTE MAURIENNE**27^e Festival de l'astronomie**

Du 6 au 12 août, les enfants de haute Maurienne n'auront pas assez de leurs deux yeux pour observer et admirer tout ce que le Festival de l'astronomie de haute Maurienne-Vanoise leur propose: les flammes du Soleil, la carte du ciel, les planètes lointaines, les étoiles filantes, les comètes, mais aussi la mystérieuse rotation de Saturne. Dès six ans, ils pourront participer aux animations organisées dans leur village, découvrir comment marche un lanceur, écouter le récit des missions parties vers les planètes lointaines, imaginer des voyages toujours plus rapides et plus lointains, etc. Il y aura même un certain M. Jambou, professeur de physique-chimie, qui entend des extraterrestres « à l'intérieur de sa tête ». Un spectacle à ne pas manquer.

FRENCH ALPS

27th astronomy festival

Youngsters in the Haute-Maurienne valley in the French Alps are promised plenty to observe and admire at the Haute Maurienne-Vanoise astronomy festival from 6 to 12 August: solar prominences, celestial charts, distant planets, shooting stars, comets and Saturn's mysterious rotation. Children aged six and over are invited to join events in their village, learn how launchers work, listen to stories about missions to far-off planets and devise faster and more-distant voyages. This year's special guest is Mr Jambou, a physics/chemistry teacher who hears aliens inside his head. Not to be missed.



POUR EN SAVOIR PLUS: FIND OUT MORE AT

www.astronomie-hautemaurienne.com**PARIS****MASHUP FILM FESTIVAL:****« DEMAIN SERA PRESQUE PARFAIT »**

Découper, détourner, transformer quarante minutes d'images en vingt-quatre heures pour produire un film de dix minutes sur le thème « Demain sera presque parfait », tel était le défi proposé aux cinq équipes de créateurs du *Mashup Film Festival*. Cette première compétition de création audiovisuelle collaborative, utilisant les pratiques du « mashup », était organisée à l'intention du grand public par le Forum des images, les 24 et 25 juin. Le *mashup* est un film de remontage, construit à partir d'images existantes, qui ouvre des possibilités créatives extraordinaires et des expressions complètement originales. Les participants s'en sont donné à cœur joie, à partir d'images mises à leur disposition par le CNES (sur le Soleil, la Terre, Mars, les satellites...), l'Institut national de l'audiovisuel et Lobster Films. Précédant la remise des prix, une conférence très instructive a abordé les problèmes techniques, juridiques, économiques ou documentaires que pose ce nouvel usage des images. Le CNES faisait partie du jury du festival.

Mashup Film Festival

In just 24 hours, cut, paste, twist and turn 40 minutes of imagery to produce a 10-minute film on the theme of "tomorrow will be almost perfect"—that was the challenge set for the five teams of creators at the Mashup Film Festival. This first collaborative competition, based on the concept of the video mashup, was organized for the general public by the Forum des Images in Paris on 24 and 25 June. A 'mashup' is a derivative work, produced from multiple sources of video, offering an extraordinary range of creative possibilities and completely original expressions. The participants really went to town with the imagery provided by CNES (footage of the Sun, Earth, Mars, satellites, etc.), France's INA national audiovisual institute and Lobster Films. Before the prizes were handed out, a highly informative talk looked at the technical, legal, economic and documentary issues raised by this new use of imagery. CNES was on the panel of judges at the festival.



➔ **Zoom sur ClimObs.fr / C'est « le plaisir de comprendre »** qui a animé les créateurs de ce nouveau site consacré au climat. Présenté par Universcience, il propose à un large public francophone un ensemble d'informations scientifiques, toutes très accessibles et très bien illustrées. Outre la rigueur de l'information et ses nombreuses fonctionnalités, il faut souligner la qualité de son ergonomie ainsi que sa vocation à être enrichi régulièrement.

Focus on ClimObs.fr / The "pure joy of learning" is the motivating factor behind this new website, dedicated to the climate. Hosted by Universcience, it is packed with easy-to-understand and copiously illustrated scientific information, aimed at a broad audience. The site is rigorously researched and as feature-rich as it is intuitive, and will be regularly updated.

POUR EN SAVOIR PLUS: FIND OUT MORE AT

www.climobs.fr

➔ **Le Musée de l'air et de l'espace sur iPhone** fait désormais partie du portail « oMuseum » dédié à l'actualité des musées français.

Le Bourget air and space museum on iPhone is now part of the oMuseum portal, dedicated to French museum news.

POUR EN SAVOIR PLUS: FIND OUT MORE AT
<http://omuseum.com/>



➔ **La Cité de l'espace a son timbre** / Elle figure parmi les 10 timbres de la série Haute-Garonne émis par La Poste pour célébrer la richesse et la diversité des régions et départements français.

Cité de l'Espace stamp / Toulouse's space theme park appears on a new stamp, part of a set of 10 issued by La Poste to celebrate the rich diversity of France's regions and departments. This set is dedicated to the Haute-Garonne department, of which Toulouse is the capital.



www.cnes.fr

Les portraits vidéo de jeunes chercheurs du CNES sur
Video profiles of young CNES researchers at
www.cnes.fr/webmag

TOULOUSE

JC2, la rencontre annuelle

Pour vous, 100 jeunes chercheurs, recevant une allocation du CNES, présenteront leurs travaux à Toulouse les 10, 11 et 12 octobre 2011. Ces Journées des jeunes chercheurs du CNES (JC2) sont destinées aux industriels, aux universitaires et aux partenaires du CNES. C'est dans les laboratoires ou les sociétés industrielles que le futur du transport spatial, des sciences spatiales, de l'observation de la Terre, des sciences en micropesanteur ou de l'instrumentation se construit. Découvrez ces travaux qui façonneront les activités spatiales de demain.

JC2 yearly gathering

The JC2 young researchers' forum (*Journées des Jeunes Chercheurs du CNES*) is open to industry, universities and other CNES partners. At the event, held in Toulouse from 10 to 12 October 2011, the 100 researchers in receipt of a CNES grant will present the results of their work. At laboratories and industrial facilities across France and beyond, the future of space transport, space sciences, Earth observation, microgravity research and instrumentation is being conceived and developed. Come and see how the space activities of tomorrow are taking shape.

SINSCRIRE : BOOK YOUR PLACE AT
<https://www.cborg.info/JC2-2011/public.html>

AGENDA

DIARY

04/07/2011
09/07/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Le Havre, Les Mureaux, Roubaix

www.cnes.fr

11/07/2011
16/07/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Saint-Étienne
St Etienne

www.cnes.fr

18/07/2011
23/07/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Martignes, Douai

www.cnes.fr

25/07/2011
30/07/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Saint Dié-des-Vosges

www.cnes.fr

01/08/2011
23/08/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Gennevilliers

www.cnes.fr

23/09/2011

Colloque « Droit et espace »
Space law symposium

Toulouse

www.cnes.fr

28/08/2011

Management de l'innovation :
des concepts au terrain.
Regards croisés entre recherche
et acteurs industriels.
Managing innovation: from
concept to the field, combined
perspective of research and
industry

Toulouse

<http://cct.cnes.fr>

27/09/2011
29/09/2011

Colloque SMOS science
workshop
SMOS science workshop

Arles

www.smos2011.org

08/10/2011
16/10/2011

La Novela, le festival des savoirs
partagés
Novela festival of shared
knowledge

Toulouse

<http://novela.toulouse.fr>

24/10/2011
29/10/2011

L'espace dans ma ville
Space in my City

Montauban, Chalons-sur-Saône

www.cnes.fr

26/10/2011
30/11/2011

Les enjeux de l'espace
The Challenges of Space

Vannes

www.cnes.fr

15/11/2011
17/11/2011

PV2011, Ensuring Long Term
Preservation and Adding Value
to Scientific and Technical Data

Organisateur: CNES. Toulouse

Organizer: CNES Toulouse

www.cnes.fr ; <http://www.pv2011.com>



CETTE RUBRIQUE EST LA VÔTRE

THIS IS YOUR COLUMN

N'hésitez pas à nous poser des questions, nous faire part de vos interrogations, de vos réactions sur l'actualité spatiale ou sur vos sujets d'étude. Nos spécialistes vous répondront. Drop us a line with your questions, opinions on space news or requests for information on subjects you're studying, and we'll put our experts on the case...

Françoise, 32 ans, professeur des écoles *Pourquoi déplace-t-on les satellites hors d'usage dans l'espace ?*

Les scientifiques considèrent que les satellites en orbite basse (à moins de 2000 km de la Terre) ne doivent pas rester plus de vingt-cinq ans dans cette zone. C'est pourquoi, en fin de vie, les satellites sont placés dans l'atmosphère, où ils se consomment. En revanche, il n'est pas possible de faire redescendre des satellites en orbite géostationnaire (36 000 km de la Terre). Les ingénieurs les déplacent alors à 200 km au-dessus de l'arc géostationnaire, l'arc utilisé pour les satellites de télévision ou de télécommunication, où ils restent au moins cent ans. Cette décision de désorbiter un satellite intervient dans plusieurs cas: lorsque les instruments (télescope, etc.) ne fonctionnent plus, lorsque les responsables de missions considèrent que la moisson de données obtenues est suffisante. Les scientifiques peuvent aussi choisir d'anticiper un risque de panne, ou

consacrer le peu de carburant restant aux opérations de fin de vie du satellite. (Bernard Cabrières)

Françoise, 32, school teacher

Why are spent satellites moved out of their operational orbits?

Scientists believe that low-Earth orbiting satellites, at altitudes of less than 2,000 kilometres, should not remain in this part of space beyond 25 years. At the end of their lives, they are moved to a lower orbit, where they burn up in the atmosphere. However, television and telecommunication satellites in geostationary orbit, 36,000 kilometres from Earth, cannot be moved to such a low orbit. So engineers raise them to a 'graveyard' orbit, 200 kilometres further away, where they remain for 100 years or more. A satellite may be deorbited if its telescope or other instruments no longer work, or when the mission controllers decide that enough data has been gathered. They may also be decommissioned if scientists predict a fault is about to occur, or if the last remaining fuel is needed for end-of-life manoeuvres. (Bernard Cabrières)

Julie, 27 ans, éducatrice

Pourquoi va-t-on lancer Soyouz depuis la Guyane ?

Tout d'abord, la position équatoriale de la Guyane permet aux lanceurs de bénéficier d'un effet de fronde grâce à la vitesse fournie par la rotation de la Terre. Ainsi, Soyouz pourra mettre en orbite 50% de poids en plus par rapport à un lancement réalisé depuis Baïkonour sur l'orbite géostationnaire (à 36 000 km dans l'espace). Par ailleurs, grâce à cette nouvelle base de lancement, Russes et Européens vont élargir leur marché commercial. Les satellites ont des poids variables et, pour être rentables, les lanceurs doivent être adaptés à la taille des satellites. Soyouz offre aux Européens une capacité complémentaire de celles d'Ariane (gros lanceur) et de Vega (petit lanceur) et, aux Russes, une capacité de lancement accrue. Soyouz emportera ses premiers satellites depuis le Centre spatial guyanais d'ici à la fin de l'année. (Jean-Marc Astorg)

Julie, 27, educator

Why are we launching Soyouz from Kourou?

First, Kourou's equatorial position allows launchers to benefit from the 'slingshot effect' caused by Earth's rotation. Second, Soyouz will be able to deliver 50% heavier payloads to geostationary orbit from Kourou, compared with launches from Baïkonour. And third, European and Russian cooperation from this new launch complex will extend our combined commercial market. Satellites vary in mass. For a launch to be profitable, the vehicle must be tailored to the size of its payload. Soyouz gives Europe an additional capability, which perfectly complements Ariane, our heavy-lift launcher, and Vega, for small payloads. It also gives Russia an increased payload capacity. Soyouz will orbit its first satellites from Kourou later this year. (Jean-Marc Astorg)

VOS QUESTIONS PAR MAIL :

SEND IN YOUR QUESTIONS BY E-MAIL TO:

cnesmag@cnes.fr



Indiquez vos adresses postale et électronique

Send your full postal address and your e-mail address

- soit par e-mail à / by e-mail to : cnesmag@cnes.fr
- soit par fax au / or by fax : + 33 (0)5 61 28 33 15
- ou par courrier / or by post to:

Centre national d'études spatiales
CNES MAG
BPI 2011 - 18 avenue Édouard Belin
31 401 Toulouse CEDEX 9 France

CNESMAG

Journal trimestriel de communication externe du CNES
CNES' external quarterly news magazine

ABONNEMENT GRATUIT

Sur simple demande / Free subscription offer on request

M. / Mr. Mme / Mrs Mlle / Miss

Nom / Surname:

Prénom / First Name:

Votre adresse postale complète / Full postal address:

.....
.....

Votre adresse e-mail / Your e-mail address:

.....

Souhaitez-vous recevoir par e-mail notre newsletter ?

Chaque mois, vous serez informé(e) de la publication du *Journal de l'espace* (magazine vidéo de 13 minutes) et de notre actualité.

oui non



SMOS SCIENCE WORKSHOP

27-29 September 2011 - Arles - France

FIRST ANNOUNCEMENT
AND CALL FOR PAPERS

<http://www.smos2011.org>



© ESOIL, CALCADA, 2010

CoRoT-7b est la plus proche exoplanète connue de son étoile hôte. Sa masse est équivalente à cinq fois celle de la Terre.
The exoplanet CoRoT-7b is in fact the closest known to its host star. Its mass is five times that of Earth.

Exobiologie / Une exploration au cœur d'un autre monde

LILIANE FEUILLERAC POUR LE CNES

La vie « ailleurs ». Depuis Fontenelle (1686), les écrivains en ont souvent rêvé, les scientifiques continuent à la chercher. En 1995, les astronomes suisses Michel Mayor et Didier Queloz détectent une première planète hors du Système solaire, dans la constellation de Pégase. Cette découverte déclenche une multitude d'observations et stimule les améliorations technologiques. Depuis, toutes méthodes confondues, plus de 560 exoplanètes ont été détectées. Aujourd'hui, l'exobiologie, une jeune science qui rassemble les connaissances de nombreuses disciplines, cherche un signe, une trace d'une vie dans l'Univers et étudie l'origine de la vie sur Terre. Des disciplines scientifiques diverses : physique, chimie, mathématiques, astronomie, biologie, géologie... abordent, chacune avec ses outils, la question de la vie et de l'évolution du vivant. Une large place leur est faite dans les programmes des lycées. S'intéresser aux singularités de la Terre, en étudiant les particularités au regard de sa masse, de sa distance au Soleil, définir les zones d'habitabilité autour des étoiles, comprendre la parenté chimique entre vivant et non-vivant... sont autant de points passionnants, notamment pour les élèves des classes de seconde en SVT.



Portrait Profile
Philippe Laudet
> P. 4

www.cnes.fr

www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs/

Exobiology Exploring worlds apart

LILIANE FEUILLERAC FOR CNES

Ever since Fontenelle (1686), authors have often dreamed of other-worldly life and scientists are still searching for it today. In 1995, Swiss astronomers Michel Mayor and Didier Queloz detected the first planet outside the Solar System, in the Pegasus constellation, a discovery that sparked a flurry of observations and technology improvements. In all, 560 exoplanets have since been found using various methods.

Today, the young, cross-disciplinary science of exobiology is looking for a sign, a trace of life in the Universe and studying the origin of life on Earth. Each discipline—physics, chemistry, mathematics, astronomy, biology, geology and others—seeks to resolve the riddle of life and its evolution with its own tools. All these fields are widely covered in the high-school curriculum. Studying Earth's singular features with respect to its mass and distance from the Sun, defining habitability zones around stars and understanding how living and non-living things are chemically related are fascinating subjects, particularly for 10th grade life and Earth science classes.

LES EXOPLANÈTES EN TROIS QUESTIONS

Qu'appelle-t-on une exoplanète ?

Une exoplanète est une planète qui tourne autour d'une étoile autre que le Soleil. On les appelle aussi des « planètes extrasolaires ». La plupart des exoplanètes découvertes à ce jour se trouvent autour d'étoiles situées à moins de 400 années-lumière de notre Système solaire.

Comment les détecte-t-on ?

Les deux méthodes les plus utilisées sont celle des vitesses radiales et celle du transit. La mesure des vitesses radiales s'appuie sur l'étude du spectre lumineux de l'étoile. En orbitant autour de son étoile, la planète provoque des perturbations et influence le mouvement de celle-ci. Cette perturbation du mouvement se traduit par une modification par effet Doppler de la lumière reçue par le télescope. Cette altération signe des variations de vitesse radiale de l'étoile. Si elles sont périodiques, elles indiquent la présence presque certaine d'une exoplanète. Ces observations apportent aussi des informations sur la position de l'orbite de la planète ainsi que sur sa masse. Cette méthode de détection est la plus performante pour des planètes massives qui évoluent très près de leur étoile. L'autre méthode consiste à détecter un « transit ». Lorsqu'une planète passe devant son étoile, pendant une courte fraction de temps, elle occulte une partie de la surface, et la luminosité apparente de l'étoile baisse légèrement. Cette mesure fournit des informations très précises sur la taille de la planète. Bien que très utilisée au sol, cette méthode des transits est aussi adaptée aux missions spatiales qui fournissent de grands champs et de longues durées d'observation.

Comment définir une zone d'habitabilité ?

Les astronomes ont défini autour des étoiles une zone d'habitabilité. Une planète se situant dans cette zone peut abriter de l'eau liquide à sa surface, comme la Terre. Trop près, la température serait trop élevée, et l'eau s'évaporerait. Trop loin, la température serait trop basse, et l'eau n'existerait que sous forme de glace. Il ne suffit pas toutefois qu'une planète soit dans cette zone pour être effectivement habitable. Il faut que sa masse ne soit ni trop faible (comme celle de Mars) ni trop élevée. Il faut aussi qu'elle ait assez d'eau et de gaz pour constituer une atmosphère. Mars, avec une atmosphère très ténue (13 millibars, un centième de la pression terrestre), ne peut conserver d'eau liquide en surface, et sa température moyenne est de l'ordre de -60°C .



© NASA/ESA/H. BOND/STCCL

Résultat Hubble de V838 Monocerotis, étoile de la constellation de la Licorne. Elle a produit un éclat très intense en éjectant une coquille de poussières. Hubble image of V838 Monocerotis, a star in the Unicorn (Monoceros) constellation. The star produced a very bright flash, illuminating surrounding dust as it ejected dust shells.

Exoplanet Q&A

What is an exoplanet?

An exoplanet is a planet orbiting a star other than our Sun. Exoplanets are also called extrasolar planets. Most exoplanets discovered so far are orbiting stars at least 400 light-years from our Solar System.

How do we detect one?

The two methods most used are the radial velocity and planetary transit methods. The radial velocity or “wobble” method looks at a star's light spectrum. As a planet orbits its star, it causes it to wobble slightly. This movement can be detected by measuring the Doppler shift in the light spectrum viewed through a telescope, which signals variations in the star's radial velocity. If the variations are periodic, they are almost certainly the result of an orbiting exoplanet. Such observations also yield information about the position of the planet's orbit and its mass. This detection method is the most effective for massive planets orbiting very close to their star. The transit method consists in detecting when a planet crosses in front of its star. When this occurs, it hides part of the star's surface for a short fraction of time and the star's brightness dips slightly. This detection method tells us very precisely how large the planet is. Although widely used with ground telescopes, it is also suitable for space missions affording wide fields of view and long periods of observation.

How is a habitability zone defined?

Astronomers have defined what is termed a “habitability” zone around stars. A planet inside this zone may harbour liquid water on its surface, like Earth. It is sometimes called the “Goldilocks” zone because if a planet is too close to its star, temperatures are too hot and water would evaporate; if too far away, temperatures are too cold and water could only exist in the form of ice. But being inside this zone is not sufficient for a planet to be actually habitable. Its mass must not be too low (like Mars) or too high. There must also be enough water and gas to form an atmosphere. Due to its very tenuous atmosphere (at a pressure of 13 millibars, one-tenth that of Earth's), Mars is unable to sustain liquid water on its surface and its average temperature is around -60°C .

🔭 Des méthodes diverses

Plusieurs méthodes sont utilisées pour détecter et observer les étoiles et leurs planètes. Outre la *mesure des vitesses radiales* et le *transit*, les scientifiques peuvent avoir recours à :

- **La microlentille gravitationnelle** — Cet effet se produit lorsque le champ gravitationnel d'une étoile dévie la lumière issue d'une étoile distante située derrière, à la manière d'une lentille. Si l'étoile qui dévie la lumière possède une planète, cette dernière peut être détectée comme une perturbation de la déviation observée.
- **L'imagerie** — La coronagraphie est une méthode de détection directe. Elle va chercher à mesurer directement les photons réfléchis ou émis par la planète.
- **Le chronométrage** — Cette méthode consiste à mesurer une variation dans le temps d'arrivée d'un signal régulier émis par l'étoile. Elle est assez peu utilisée pour observer les étoiles « normales », qui n'émettent pas un signal suffisamment régulier, mais a détecté plusieurs planètes extrasolaires autour d'un pulsar dès 1992.

Detection methods

Several methods are used to detect and observe stars and their planets. In addition to the radial velocity and transit methods (see p.2), scientists also use:

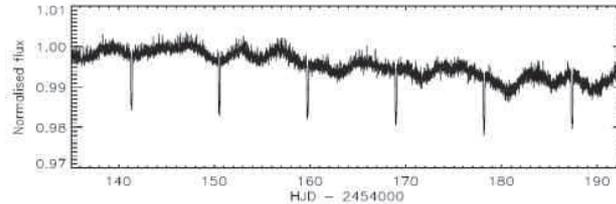
- **Gravitational microlensing** - This effect occurs when a star's gravitational field bends the light from a more distant star behind it, like a lens. If the star bending the light has a planet, the planet can be detected by observing distortion in the deviation of the light from the background star.
- **Direct imaging** - Coronagraphy is a direct detection method that measures photons reflected or emitted by a planet.
- **Pulsar timing** - This method measures a variation in the time taken by a regularly emitted signal from a star to arrive. It is not often used to observe normal stars that do not emit a sufficiently regular signal, but it has detected several exoplanets around a pulsar since 1992.

EXERCICE DE PHYSIQUE

COROT DÉCOUVRE UN SYSTÈME PLANÉTAIRE INÉDIT

Le satellite d'observation Corot utilise la méthode des transits pour détecter des planètes extrasolaires, mesurant l'assombrissement de l'éclat d'une étoile lorsqu'une éventuelle planète, un compagnon, passe « en transit » devant elle. Corot a ainsi découvert très récemment CoRoT-Exo-4b. C'est une planète géante gazeuse semblable à Jupiter: 0,72 fois moins massive et 1,17 fois plus grande qu'elle.

Ci-contre, la courbe de lumière de l'étoile CoRoT-Exo4 donnant le flux lumineux en fonction du temps en jours. The light curve of CoRoT-Exo-4b showing light flux as a function of time in days.



1. En quoi la courbe donnant le flux lumineux en fonction de temps montre-t-elle un événement périodique?

Réponse : On observe sur la courbe un motif élémentaire qui se reproduit à intervalles de temps réguliers.

2. Expliquer pourquoi le flux lumineux diminue brusquement pour une brève durée, et cela à plusieurs reprises.

Réponse : À chaque révolution autour de l'étoile, l'exoplanète occulte une partie de l'étoile, et le flux lumineux reçu par le satellite diminue. Le fait d'observer un tel phénomène lumineux régulier avec une période fixe est, avec cette technique, le premier signe de la présence possible d'une exoplanète autour d'une étoile.

3. Déterminer, en jours (au dixième), la période T du phénomène observé.

Réponse : Le premier pic est lisible au 141^e jour, le dernier au 187^e jour. Soit $187 - 141 = 46$ jours pour 5 périodes.
 $T = \frac{46}{5} = 9,2$ jours

4. Conclure sur l'intérêt d'avoir un temps d'observation suffisamment long pour observer un phénomène périodique.

Réponse : L'intérêt est double: 1) Si le temps d'observation est long, il est possible d'observer des phénomènes ayant une période plus longue; 2) pour un phénomène ayant une période donnée, plus le temps d'observation est long, plus le nombre de transits est important, et plus la période calculée est précise.

5. Dans quelle situation une exoplanète qui tourne autour de son étoile ne pourra pas être détectée par la méthode des transits (à ces distances, le satellite, la planète et l'étoile sont assimilés à des points géométriques)?

Réponse : Si l'exoplanète ne passe pas devant son étoile par rapport au satellite, donc si l'orbite de l'exoplanète ne coupe pas le segment défini par les deux points : étoile, satellite d'observation, ou si sa période est trop longue par rapport à la durée de l'observation. Si, trop petite, elle n'occulte pas suffisamment de lumière de l'étoile pour que la variation du signal lumineux soit détectée.

PHYSICS EXERCISE

CoRoT discovers a new planetary system

The CoRoT spacecraft uses the transit method to detect extrasolar planets, measuring the dip in brightness when a companion planet crosses in front of its star. CoRoT recently discovered a new planet called CoRoT-Exo-4b, a gas giant similar to Jupiter: 0.72 times less massive but 1.17 times larger.

1. How does a periodic event show up in the light curve?
 Answer: We can see a dip in the curve repeated at regular time intervals.

2. Explain why the light flux dips suddenly for a short time at several points on the curve.

Answer: On each orbital revolution of its star, the exoplanet hides part of the star and the light flux from it is reduced. With this technique, observing a regular dip in brightness with a fixed period is the first tell-tale sign that an exoplanet might be orbiting the star.

3. Determine, in days (to within 1/10th of a day), the period T of the phenomenon observed.

Answer: The first dip is on the 141st day and the last on the 187th day.
 $T = \frac{46}{5} = 9,2$ days Therefore, $187 - 141 = 46$ days over 5 periods.

4. What is the value in having a long enough observation time to see a periodic phenomenon?

Answer: There is a dual advantage: 1) A long observation time means we can observe phenomena with longer periods. 2) For a phenomenon with a given period, the longer the observation time, the more transits we will see and the more accurately we will be able to calculate the period.

5. In what case would we not be able to detect an exoplanet using the transit method (at such distances, the satellite, planet and star can be equated to geometric points)?

Answer: If the exoplanet does not cross in front of its star within the satellite's field of view; that is, if the exoplanet's orbit does not intersect the segment defined by the star and the observing satellite or if its period is too long with respect to the observation period. And if the exoplanet is too small to block enough light from the star for the variation in its brightness to be detected.

EXERCICE DE SVT

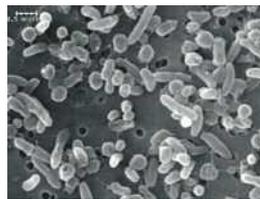
VIVRE EN CONDITIONS EXTRÊMES

En 1977, sont découverts au fond des océans, près de sources hydrothermales sulfurées, des procaryotes (c'est-à-dire, des organismes sans noyau: bactéries et archées) capables de vivre dans des conditions que l'on croyait alors incompatibles avec la vie. Ces micro-organismes ont été baptisés « extrémophiles ». Dès lors, plusieurs micro-organismes présentant ces facultés de vie en milieu extrême ont été découverts.

On distingue, par exemple :

- les hyperthermophiles, capables de résister et de se multiplier à des températures supérieures à 80 °C (certains au-delà de 100 °C);
- les psychrophiles, capables de survivre et de se reproduire en dessous de 10 °C et jusqu'à des températures négatives;
- les acidophiles, présents en milieu ultra-acide, et les alcalophiles, présents en milieu ultra-basique;
- Les barophiles, résistants à de très fortes pressions.

La bactérie *Herminiimonas glaciei* a été découverte en état de dormance dans un glacier du Groenland, par -56 °C et à plus de 3 000 m de profondeur. Elle a été réactivée par des chercheurs de l'université de Pennsylvanie. Ils l'ont d'abord chauffée à 2 °C pendant sept mois, puis à 5 °C pendant quatre mois. À l'issue de



ce processus, ils ont constaté l'apparition de petites colonies bactériennes.

Questions

1. Recenser les conditions extrêmes évoquées dans ce texte.
2. Effectuer une recherche Internet sur le satellite jupitérien Europe. Montrer en quoi les caractéristiques d'Europe et celles de la bactérie *Herminiimonas glaciei* intéressent les exobiologistes.

Réponses

1. Forte température, basse température, forte pression, milieu acide, milieu basique, milieu soumis à des radiations, dessiccation, milieu avec la présence de substances oxydantes.
2. Europe présente des températures très basses, avec la présence de glace (dont de la glace d'eau) formant des blocs posés sur une partie liquide. Des organismes comme *Herminiimonas*, présent au sein d'un glacier du Groenland, pourraient préfigurer ce à quoi pourraient ressembler d'hypothétiques organismes vivants sur ce satellite.

LIFE AND EARTH SCIENCE EXERCISE

Living in extreme conditions

A discovery was made in 1977 near sulphur-bearing hot springs on the ocean floor: prokaryotes, which are organisms with no cell nucleus (bacteria and archaea), capable of living in conditions previously thought inhospitable to life. A new name was coined for these microorganisms: "extremophiles". Several microorganisms able to survive in extreme environments have since been discovered:

- Hyperthermophiles capable of surviving and proliferating in temperatures above 80°C (and some above 100°C).
- Psychrophiles capable of surviving and reproducing at temperatures below 10°C and even below zero.
- Acidophiles living in ultra-acid environments and alkaliphiles in ultra-basic environments.
- Barophiles able to withstand very high pressures.

The bacteria *Herminiimonas glaciei* was found dormant inside a glacier in Greenland at a temperature of -56°C and a depth of more than 3,000 metres. It was reactivated by researchers at the University of Pennsylvania. After warming the bacteria at 2°C for seven months and then at 5°C for four months, small colonies began to develop.

Questions

- 1) List extreme conditions described in this document
- 2) Do a search on the Internet for Jupiter's moon, Europa. Explain why the features of Europa and of the bacteria *Herminiimonas glaciei* interest exobiologists.

Answers: 1) High temperatures, low temperatures, high pressure, acidic environment, basic environment, environment subjected to radiation, desiccation, environment containing oxidizing substances.

2) Europa has very low temperatures in which ice (including water ice) forms blocks floating on a liquid. Organisms like *Herminiimonas* found in glaciers in Greenland could prefigure what organisms living on this Moon might look like.

Portrait

Philippe Laudet, chef de projet de la contribution française à ExoMars



“ JE FRÉQUENTE DEUX... UNIVERS. C'EST JUSTE UNE QUESTION D'ÉQUILIBRE. ”
"I live in two different worlds... It's all about getting the balance right."

PROFILE: PHILIPPE LAUDET
 French project leader, ExoMars
Living in hybrid worlds

"I'm a child of the Apollo 11 generation. I was 9 when Neil Armstrong first walked on the Moon and that picture has stayed in my mind to this day," says Philippe Laudet. In fact, it has been the backdrop for his life ever since, even though today he has switched his attention from the Moon to Mars as French project leader for ExoMars.

Philippe Laudet was a bright pupil and his abilities in science led him naturally to engineering school in Paris after his Baccalaureate. Several years later, a postgraduate degree in astrophysics took him to Paul Sabatier University in Toulouse... a stone's throw from CNES! There he consolidated his qualifications and developed his passion for the subject with a PhD in astrophysics and Solar System physics on the Sigma mission, immersing himself in the world of X-rays. *"I was working in a science lab, an adventure that kept me fascinated for three years."* This simply confirmed his vocation. In 1988, he joined the Toulouse Space Centre: *"What I like about space, and about CNES in particular, is that in 23 years I've changed jobs at least four times!"* Having been involved with TOPEX/Poseidon, DORIS, Helios 2 and CoRoT, Philippe has seen plenty of exciting challenges. Now French project leader for ExoMars, he acknowledges that *"working in electrical engineering, orbitography, image quality and then astronomy with CoRoT has enabled me to gain a good mix of experience, standing me in good stead for managing science projects. But it's also the human side of the adventure that motivates me, defining team goals and strategies, and then going on a mission together,"* he says. It's a bit like playing music together, the other passion in his life. *"It's very similar. I really got into music at about the same time as space, and it's been with me ever since."* An accomplished trumpet player and pianist, he applies the same rigour to composing and performing as he does to preparing missions. He chose to make the Moon and space his career, and music his hobby, playing concerts and festivals where his inspiration takes him. *"I live in two different worlds... It's all about getting the balance right,"* he quips.

(NDR. Nos remerciements vont à Stéphane Blat et Jean-Paul Castro, professeurs de physique. Yves Darbarie, professeur de SVT, Michel Vauzelle, professeur chargé de mission auprès du CNES, Michel Viso, Philippe Laudet et Olivier Vandemarq, CNES.) / (Editor's note: Our thanks to physics teachers Stéphane Blat and Jean-Paul Castro; life and Earth science teacher Yves Darbarie; Michel Vauzelle, teacher and advisor to CNES; and Michel Viso, Philippe Laudet and Olivier Vandemarq, CNES).

Philippe Laudet, responsable du Centre de mission Corot. Philippe Laudet, CoRoT mission centre manager.

Pour l'hybridation des Univers

« Je suis de la génération Apollo 11, j'avais 9 ans quand Neil Armstrong a marché sur la Lune; cette image ne m'a jamais quitté », précise Philippe Laudet. De fait, cette image va rester la toile de fond de sa vie, même si, aujourd'hui, il est passé de la Lune à Mars, en devenant chef de projet de la contribution française à ExoMars !

Bon élève, Philippe Laudet se place sur la bonne trajectoire via un bac D. Dans la logique, il suit la filière scientifique dans une école d'ingénieurs à préparation intégrée en région parisienne. Un DEA d'astrophysique l'amène à l'université Paul-Sabatier de Toulouse... à deux pas du CNES ! Passion aidant, il consolide son cursus avec un doctorat d'astrophysique et physique du Système solaire consacré à la mission Sigma, une immersion au cœur des rayons X... *« Je menais mes travaux dans un labo scientifique; pendant trois ans, cette aventure m'a passionné. »* Elle n'a fait que confirmer sa vocation. En 1988, il intègre le Centre spatial de Toulouse... Un vrai cadeau, dont il se réjouit toujours: *« Ce qui me plaît dans le spatial, et au CNES en particulier, c'est qu'en vingt-trois ans j'ai changé au moins quatre fois de métier ! »* Topex-Poseidon, Doris, Hélios 2, Corot, son parcours est alors parsemé de défis exaltants ! Chef de projet de la contribution française à ExoMars, il reconnaît: *« Électrotechnique, orbitographie, qualité image, puis astronomie avec Corot, les acquis de ces expériences se mêlent, se mélangent, et me facilitent l'approche du management dans les projets scientifiques. Mais c'est aussi l'aventure humaine qui me motive ! Définir des objectifs en équipe, élaborer des stratégies communes, puis partir en mission ensemble, c'est très valorisant »,* confirme-t-il ! C'est un peu comme jouer en formation sur son autre monde... celui de la musique, l'autre passion dont il ne s'est jamais défait: *« C'est tout à fait parallèle. J'ai découvert la musique à peu près en même temps que l'espace, et ça ne m'a jamais quitté non plus. »* Trompettiste et pianiste confirmé, il met la même rigueur à composer ou à interpréter qu'à préparer les missions dont il est chargé. Il a juste choisi: de la Lune et de l'espace, il a fait son métier, de la musique son hobby, qu'il exerce de concert en festival au sein d'orchestres à géométrie variable... *« Je fréquente deux... Univers. C'est juste une question d'équilibre »,* s'amuse-t-il !

Cursus

- 1978 — Bac D
- 1983 — Diplôme d'ingénieur
- 1984 — DEA
- 1987 — Doctorat
- 1988 — Entrée au CNES
- Career path
- 1978 - Baccalaureate (science)
- 1983 - Engineering diploma
- 1984 - Postgraduate diploma
- 1987 - PhD
- 1988 - Joins CNES