

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

CNESmag

N° 58 • 07/2013

GASTRONOMIE
DÉLICES DE GUYANE

Gastronomy
Made in Guiana

Littoraux **DES MILIEUX** **CONVOITÉS**

Coasts

An environment under pressure



VIVIANE MOORE

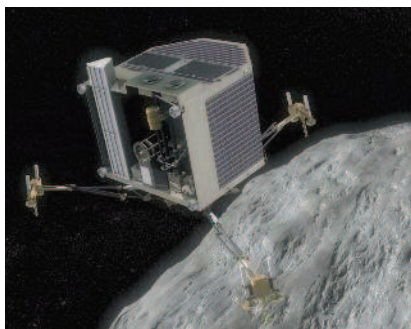
Une romancière à l'inspiration céleste

A novelist inspired by the skies



SOMMAIRE

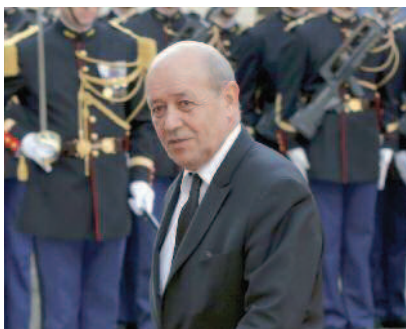
contents
N° 58 - 07/2013



4 NEWS

- Rosetta, préparation au cordeau pour l'atterrissage
- Swarm, dans la salle d'attente
- C'Space, 50 ans et toujours dans le vent

*Rosetta - Pre-landing preparations gather pace
SWARM - Ready and waiting
C'Space - 50 and as popular as ever*



18 POLITIQUE

- Interview de Jean-Yves Le Drian, ministre de la Défense
- Financement de la base spatiale, renouvellement du contrat Esa-CNES

POLITICS
*Interview with Jean-Yves Le Drian, Minister for Defence
Funding the Guiana Space Centre - ESA - CNES agreement renewed*



46 SOCIÉTÉ

- Délices de Guyane
- Appel à idées, comment ça marche ?

SOCIETY
*Gastronomy made in Guiana
How calls for ideas work*



30 DOSSIER

PROTECTION DU LITTORAL, LES SATELLITES AUX AVANT-POSTES

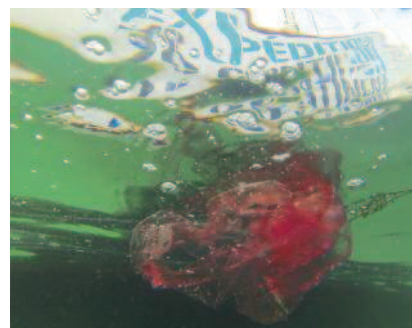
SPECIAL REPORT
Coastal protection - Satellites in the front line



56 INTERNATIONAL

- Indonésie, le plus beau contrat de CLS à l'exportation
- Canada, amplification de la coopération

*Indonesia - Biggest export contract yet for CLS
Canada - Cooperation steps up a gear*



65 CULTURE

- « 7^e continent », un constat édifiant
- Journées européennes du patrimoine, Les promesses de l'espace

ARTS & LIVING
*7th continent - A wake-up call
European Heritage Days - The promises of space*



Supplément pédagogique
CNESMAG Educ
Educational supplement



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 membre de l'Union des journaux et journalistes d'entreprises de France. This review is a member of the French union of corporate publications and journalists.

Abonnement/ Subscriptions:
cnesmag@cnes.fr

Directeur de la publication/Publication director: Jean-Yves Le Gall

Responsables éditoriaux/Editorial directors: Pierre Tréfouret, Joëlle Bami. Rédactrice en chef/Editor-in-chief: Brigitte Thomas. Rubrique News: Liliane Feuillerac. Écopolitique/Business & Politics, Dossier/Special Report, Société/Society, International: Brigitte Thomas. Culture/Arts & Living: Marie-Claude Siron.

Avec l'aide de/Contributors:

Jacques Arnould, Karol Barthélémy, Anne Bellanova, Marine Bernat, Nathalie Bertrand, Christophe Bonnal, Laurent Braack, Pascale Bresson, Fabienne Casoli, Sylvain Charrier, Selma Cherchali, Philippe Collot, Antoine Custaud, Chantal Delabarre, Romain Desplats, Henry de Roquefeuil, Danièle DeStaerke, Claire Dramas, Claire Edery-Guirado, Delphine Fontannaz, Alain Gaboriaud, Philippe Gaudon, Guillemette Gauquelin-Koch, Anita Gonzalez, Joëlle Guinle, Nathalie Journo, Séverine Klein, Olivier Lamarle, Juliette Lambin, Sandra Laly, Philippe Landiech, Carole Larigauderie, Laurent Lebegue, Frédéric Manon, Élisabeth Moussine-Pouchkine, Bruno Millet, Jacques Mongis, Jean-Gabriel Parly, Xavier Passot, Gabriel Pons, Martine Pringaut, Amélie Proust, Nathalie Ribeiro, Francis Rocard, Michel Rouzé, Christophe Salomon, Aurélie Sand, Mathilde Savreux, Anne Serfass-Denis, Florence Serroussi, Claire Tinel, Pascale Ultré-Guéard, Michel Viso, Bernard Zappoli.

Traduction/English text: Boyd Vincent.

Conseil iconographique/Artwork and picture consultant: Serge Delmas.

Photothèque/Photos:

Marie-Claire Fontebasso.

Crédits photos/Photo credits:

Voir page 71/See page 71. 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 Nouailhetas. Impression/Printing: Ménard: ISSN 1283-9817.

Couverture/Cover: Extrait du littoral guyanais à Kourou (Pléiades 2012).

Subscene of the French Guiana coastline in Kourou (Pléiades 2012)

© CNES 2013-Distribution Astrium Services/Spot Image S.A.



BILLET D'HUMEUR

Pierre Tréfouret

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



De l'espace pour tous

Chacun d'entre nous gardera du dernier Salon du Bourget son album personnel de souvenirs. Pour ma part, l'un des plus étonnants est sans doute d'avoir vu François Hollande, le Président de la République, profiter de sa visite au pavillon du CNES pour, littéralement, se pencher, s'agenouiller sur l'image produite par le satellite Pléiades de la région Île-de-France.

Comme nombre des 32 000 visiteurs de notre pavillon, il s'est prêté à l'exercice de retrouver son domicile ainsi que le palais de l'Élysée, et de suivre le trajet qu'il emprunte chaque matin pour rejoindre son bureau ! Ainsi l'espace, celui que nous construisons, celui que nous fournissons à nos concitoyens, n'en finit-il pas de nous rapprocher de la Terre, de nos lieux de travail et de vie, de nous permettre de mieux nous approprier ces derniers. Jamais peut-être la Terre n'a été autant la nôtre... grâce à l'espace. Pour autant, je n'oublie pas l'esprit des lois spatiales, en particulier l'idée de non-appropriation, de patrimoine commun de l'humanité ; une idée somme toute assez singulière au moment où elle a été acceptée (en pleine guerre froide), et aujourd'hui encore, reconnaissons-le. Un deuxième souvenir du Salon en offre une surprenante illustration. Laurent Fabius devait visiter notre pavillon. Jean-Yves Le Gall et moi-même l'attendions ; nous savions qu'une dizaine de minutes après lui, nous recevions François Fillon. Le premier est retardé, si bien qu'au moment où il ressort de sa visite, en compagnie du président du CNES, il croise le second, que je venais d'accueillir. Les deux anciens Premiers ministres (l'un de la majorité et l'autre de l'opposition parlementaire) se saluent fort chaleureusement. Le plus amusant est que, lorsqu'ils étaient jeunes ministres, ils avaient eu l'un et l'autre parmi leurs attributions la politique spatiale : ils savent donc que l'espace appartient à tous, sans que personne ne puisse le revendiquer, ni y perdre son identité, même politique !

Au-delà enfin de cette appropriation collective, l'esprit de l'espace doit surtout être celui de nos efforts en faveur de l'innovation et d'un de ses corollaires les plus essentiels, l'emploi. Nous devons avoir cette ambition, et nous en avons les moyens. Ce Salon du Bourget en a témoigné.

Je profite de ce billet d'humeur estival pour souhaiter d'excellentes vacances à chacune et à chacun d'entre vous. Peut-être sur l'un de ces littoraux que vous découvrirez dans ce numéro depuis le plus beau de nos balcons.

Viewpoint / Space for all

Each one of us will have their own memories to keep of the last Paris Air Show. One that marked me in particular was seeing President François Hollande in the CNES pavilion, literally on his knees to get a better look at the Pleiades satellite image of the Paris region. Like many of the 32,000 visitors who came through our pavilion, he was looking for his home, the Elysée Palace and the route he takes to his office every morning. That kind of response just shows how the space we deliver to our fellow citizens is bringing us closer to Earth, to where we live and work, in so many ways. Indeed, we have possibly never felt so at home on this planet... thanks to space.

That said, the spirit of the regulations governing space is never far from my thoughts, particularly the idea that nobody can appropriate our shared human heritage; this was in fact a quite unique idea when it was first accepted at the height of the Cold War and, it has to be said, it still is today. A second memory from the show offers a surprising illustration of what I'm getting at here. Foreign Minister Laurent Fabius was scheduled to visit our pavilion. Jean-Yves Le Gall and I were waiting for him, and we knew that François Fillon would be coming 10 minutes later. Mr Fabius was delayed, so that on leaving the pavilion with the CNES President at the end of his visit, he and Mr Fillon, whom I had just met, ran into each other. The two former Prime Ministers—the first from the current majority and the second in opposition—greeted each other warmly. The funny thing is, as young ministers both had been in charge of space policy: so they know that space belongs to everyone, that nobody can claim it for themselves or lose their identity—political or otherwise—in the process.

Beyond this collective sense of ownership, the spirit of space must be driven by our efforts to spur innovation to sustain employment. This must be our ambition, and we have the means to achieve it, as this Paris Air Show amply demonstrated. I would like to take this opportunity to wish all our readers an excellent summer holiday. Perhaps you will be spending it on one of the coasts viewed in this issue from the sumptuous balcony of space.

VISITER LES SAVANES

SPACE SAFARI

C'est visiter la base autrement, avec un guide de l'ONF qui vous fait découvrir la richesse de la flore et de la faune du Centre spatial guyanais, parmi les grands espaces protégés de Guyane. Chaque mois, des randonnées inédites sont organisées sur le sentier Ébène, entre matitis et pripris, savanes sèches ou gorgées d'eau.

Visit the Guiana Space Centre (CSG) and then take a trip of a different kind with a guide from ONF, the French forestry commission, to discover the area around the spaceport, one of the country's largest protected habitats, and its rich flora and fauna. Each month, special walks are organized on the 'Ebène' path, taking in 'matitis' (dry savannah) and 'pripris' (swamp).



www.
cnes.fr/
webmag

L'ESPACE DANS LE MÉTRO

URBAN SPACE AT LUXEMBOURG STATION



Les quais du RER B parisien exposent six problématiques urbaines à travers des images Pléiades. La RATP, en partenariat avec le CNES, présente Ma ville par satellite à quelques millions de voyageurs qui transitent chaque jour par la station « Luxembourg ».

Pleiades imagery focusing on six urban issues is on display on the platforms of Luxembourg station in Paris (Line B of the RER regional express network). Paris public transport operator RATP, in partnership with CNES, is presenting 'My city by satellite' to the millions of commuters who pass each day.

Les gratte-ciels du nouveau district de Pudong, dans une boucle du fleuve Hangpu, contrastent avec le tissu urbain resserré de la vieille ville. Sur le fleuve, on reconnaît grâce à sa sphère l'ombre immense de la « Perle de l'Orient », tour de télévision de 470 m de haut.

CNE
Shanghai, District de Pudong

aimer
la ville



cnès

De l'Espace pour la Terre



« NOS RAYONS POUR UN SOLEIL »

UN TOUR DU MONDE SPÉCIAL ET SPATIAL

Depuis plus de trois mois, Sylvie Deneu et Hubert Remaury pédalent de par le vaste monde ! Ils cumulent rencontres humaines et kilomètres au bénéfice d'enfants handicapés. Le Medes, clinique de l'espace, veille sur eux, via un Smartphone satellitaire et personnalisé.



Courir le monde, libres comme l'air, c'était leur rêve ! Sylvie et Hubert sont en train de le réaliser ! Hier en Pologne, demain en Mongolie, ces dynamiques sexagénaires sont partis pour un voyage au long cours d'un an. Avec comme motivations chevillées aux talons : l'aventure, les rencontres humaines, la solidarité. Car, via leur blog, Sylvie et Hubert collectent, au fil des kilomètres cumulés, des dons pour doter un enfant handicapé d'un chien accompagnant. Pour limiter les aléas durant le périple, le service de médecine du sport du CHU de Toulouse les a conseillés, avant le départ, sur l'aménagement de leur tandem, un Pino, dénommé « Camel Bike ». Il a également défini les paramètres de surveillance qui renseignent, à distance, sur leur condition physique. Leur dotation médicale a été adaptée aux impératifs du voyage et nos deux cyclistes ont suivi une formation personnalisée. Restait à mettre en réseau l'ensemble des moyens. C'est le Medes qui s'est chargé de cette mission. « Il est parti d'une feuille blanche. Pas à pas, il a élaboré le cahier des charges pour l'adapter aux conditions d'itinérance », explique Hubert, qui salue ce travail. La clinique de l'espace a, en effet, développé le logiciel de télésanté MediTrip sur la base d'une plateforme de suivi personnalisé. MediTrip assure la déclaration des symptômes (température, pression artérielle, etc.), des données d'analyse de sommeil, la consultation par Web sécurisé de fiches médicales, le recueil de données de géolocalisation, etc. Les renseignements sont saisis et transmis via un terminal Smartphone. Les télécommunications de type médical utilisent le satellite. En cas d'urgence, Sylvie et Hubert peuvent alerter à tout moment le service Cospas-Sarsat. « Ce voyage constitue un banc de test idéal pour évaluer un service de télésanté utilisateur de services satellites », dit Laurent Braak, directeur du Medes.

Côté utilisateurs, « la saisie des données est simplissime. Même si, dans certaines conditions de bivouac, ce n'est pas facile, nous nous efforçons de les remplir quotidiennement », commente Sylvie. « Le fil d'Ariane constitué par le Medes est rassurant. Nous savons qu'à l'autre bout des ondes, nos messages sont réceptionnés, interprétés ; c'est un gage de sécurité. Par ailleurs, grâce à l'application, nous pouvons envoyer des messages à nos proches, famille, groupes de soutien. Nous voyageons en toute sérénité », concluent-ils de concert.

PEDAL POWER RAISES MONEY

Space supports special round-the-world trip

For over three months now, Sylvie Deneu and Hubert Remaury have been pedalling their way around the world. As they clock up the miles and meet people along the way, the pair are raising money for disabled children. The MEDES space clinic in Toulouse is keeping an eye on them via a specially developed satellite smartphone.

For Sylvie and Hubert, travelling the world is a dream come true. Poland yesterday, Mongolia tomorrow—the spirited sixty-somethings will be on the road for a year. Their reasons? Adventure, chance encounters and solidarity. Via their blog, Sylvie and Hubert are raising money to provide a guide dog for a disabled child. To limit risks, the sports medicine department at Toulouse central hospital advised them to use a PINO tandem (aka 'Camel Bike'). It also specified the parameters for monitoring their physical condition. The two cyclists did a medical training course before their departure and are carrying a medical kit adapted to the rigours of the trip. They just needed a way to stay connected with HQ. The MEDES space clinic was asked to devise a solution. "They started with a blank sheet of paper, looked at the conditions we would encounter and drew up specifications accordingly," explains Hubert. MEDES developed a tele-health software app called MediTrip, based on a customized monitoring platform. MediTrip lets user declare symptoms (temperature, blood pressure, etc.) and sleep analysis data, access online medical records and capture geolocation data. Information is entered and transmitted via a smartphone. Medical data are sent via satellite. In an emergency, Sylvie and Hubert can alert the Cospas-Sarsat service at any time. "This trip is an ideal opportunity to test a satellite-based user tele-health service," says Laurent Braak, Director of MEDES. For users, "entering data couldn't be simpler and we try to do it every day, though it's not always easy in improvised camp conditions," says Sylvie. "The support from MEDES is reassuring," the couple conclude. "We know our messages are being received and interpreted at the other end, and we're in good hands. Plus the app lets us send messages to our family, friends and support groups. It gives you real peace of mind!"



Take Five en Midi-Pyrénées, la suite / Depuis début juillet, les séries temporelles d'images acquises dans le cadre de la mission Take Five de Spot 4 peuvent être diffusées, sur demande, auprès des structures publiques et privées, pour des travaux non commerciaux. Acquisées sur Midi-Pyrénées, ces séries ont été traitées par le pôle thématique Surface continentale du CNES.

Take Five in Midi-Pyrenees / From 1 July, the satellite image time series acquired by the Take Five experiment will be distributed on request to public- and private-sector organizations for non-commercial use. These image sets of the Midi-Pyrenees region were processed by CNES's land surfaces data hub.

www.
cnes.fr/
webmag

Plus d'infos – nosrayonspourunssoleil.blogspot.com
Find out more at nosrayonspourunssoleil.blogspot.com

EYE-SAT

Un cubesat qui en vaut trois

Élèves ingénieurs, Adrien Palun et Antoine Ressouche mettent à profit leur année de césure pour plonger « les mains dans le moteur » du spatial. Au CNES, ils développent un projet novateur dans le cadre du programme Janus¹. « Depuis le mois de septembre, ils mènent une étude de faisabilité sur un cubesat à trois unités, Eye-sat. Ce sera le premier de ce type », explique Alain Gaboriaud, chef de projet au CNES. Eye-sat sera dédié à l'observation de la lumière zodiacale en visible non polarisé et polarisé. Il restituera également l'image profonde globale de la Voie lactée en couleur. Formation, définition de la mission en collaboration avec des scientifiques du Latmos² et de l'OMP³, recherche de technologies possibles au sein du Centre spatial de Toulouse, les futurs ingénieurs portent entièrement le projet. L'université Paris-Sud-Cachan réalisera les maquettes de structure et d'accommodation du nanosatellite et du microtéléscope d'observation de la galaxie. Deux PME seront associées, Novanano et Systheia.

¹ Janus : Le programme du CNES pour les nanosats étudiants.

² Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales.

³ Observatoire Midi-Pyrénées.

EYE-SAT

Three-in-one cubesat

Engineering students Adrien Palun and Antoine Ressouche are gaining hands-on experience of space working on an innovative project for CNES's Janus programme. "Since September, they've been doing a feasibility study of a cubesat called Eye-Sat, which will be the first of its kind," explains Alain Gaboriaud, project leader at CNES. Eye-Sat will observe zodiacal light in the visible spectrum and produce a complete, deep-field colour image of the Milky Way. The future engineers are conducting training, mission definition—with scientists at the LATMOS research laboratory and the Midi-Pyrenees observatory—and analysis of potential technologies at CNES's Toulouse Space Centre (CST). The Cachan Institute¹ in Paris will produce the structure and accommodation mock-ups of the nanosatellite and microtelescope. SMEs Novanano and Systheia are also involved.

¹ Cachan university institute of technology, attached to the University of Paris-Sud



SWARM

DANS LA SALLE D'ATTENTE

Fin prête, la mission Swarm, qui met en synergie trois satellites, attend son heure. Reporté une première fois en juillet 2012, le lancement s'est décalé dans le temps. La prochaine opportunité de départ est repoussée vers la fin de l'année. Mais le lanceur Rockot doit auparavant s'acquitter d'une mission gouvernementale russe. Les équipes ont mis à profit ce report pour réaliser des travaux additionnels sur les satellites. Stockés dans leurs conteneurs de transport, « les magnétomètres absolus, excessivement précis, qui équipent les trois satellites ont été démontés. Retournés au CEA-Leti¹, qui les a conçus, ils ont fait l'objet d'une nouvelle qualification », commente Mioara Manda, responsable des programmes Terre solide au CNES. Ces magnétomètres fournis par le CNES représentent la contribution française à cette mission de l'Esa. Cette instrumentation va apporter des données très précises sur les variations temporelles et spatiales du champ magnétique terrestre. La géométrie de la formation Swarm (trois satellites identiques placés sur des orbites différentes) permettra d'isoler plus facilement les différentes sources du champ géomagnétique, d'origine interne ou externe.

¹ Laboratoire du Commissariat à l'énergie atomique.

SWARM

Pre-landing preparations gather pace

The three-satellite SWARM mission is ready and waiting to fly. Already postponed in July 2012, the launch has been pushed back again towards the end of the year. The Rockot launch vehicle chosen to orbit the three identical craft must first complete a Russian government mission. The teams have taken this opportunity to perform additional work on the satellites. Stored in their shipping containers, the "ultra-precise magnetometers have been dismantled and returned to CEA-LETI¹, which designed them, for a further qualification process," says Mioara Manda, head of solid Earth programmes at CNES. These absolute magnetometers, provided by CNES, are France's contribution to the ESA-led mission and will provide extremely precise data on space-time variations in Earth's magnetic field. The geometry of the SWARM formation—three identical satellites in different orbits—will make it easier to isolate these different components of internal and external origin.

¹ LETI electronics, technology and instrumentation laboratory, part of the French atomic energy agency



Biomass acceptée par l'Esa / Son objectif : mesurer la biomasse forestière mondiale de façon répétitive afin d'en établir une cartographie actualisée à l'échelle mondiale. Cette nouvelle mission emportera un radar à synthèse d'ouverture (SAR) à basse fréquence qui pourra caractériser la structure 3D des forêts. Au-delà de la couverture forestière, le sondera aussi la glace et le sol des milieux arides. Après Smos, Biomass est la seconde mission du Cesium¹ inscrite par l'Esa au programme Earth Explorer Core.

¹ Centre d'études spatiales de la biosphère.

ESA approves BIOMASS mission / BIOMASS will measure and compile a constantly updated map of the biomass and carbon stored in the world's forests. This new mission will use a low-frequency synthetic-aperture radar to characterize the structure of the world's forests in 3D. It will also study ice sheets and subsurface geology in arid regions. After SMOS, BIOMASS is the second mission proposed by the CESBIO biosphere research centre and included in ESA's Earth Explorer Core programme.

SWARM Vidéo : Swarm, scruter l'invisible. Video: SWARM surveys the invisible.

C'SPACE

50 ANS ET TOUJOURS DANS LE VENT !

Vingt-cinq fusées expérimentales, 39 minifusées, 10 CanSat, 3 ballons expérimentaux..., pour son 50^e anniversaire, C'Space voit grand. Et pour cause ! La manifestation, pilotée par le CNES, Planète Sciences et la DGA-EM¹, fédère des étudiants de France, mais également ceux en provenance d'Allemagne, d'Autriche, d'Inde, du Japon et de la Russie. Initiée en 1963, cette campagne de lancement dédiée aux étudiants a su renforcer son attractivité. Et la gamme des projets présentés s'en ressent. Parmi les nombreuses fusées lancées du 26 au 30 août 2013 à Biscarrosse, le C'Space mettra sur son orbite quelques spécimens hautement technologiques, tels que les deux démonstrateurs du projet Perseus de la Direction des lanceurs du CNES et 3 fusées supersoniques. Dix équipes participent au challenge CanSat France. Concentrés de technologies, ces engins ont un format « canette » mais une feuille de route grande nature : ils doivent réaliser des expériences scientifiques telles qu'imagerie, sondage atmosphérique, etc. Enfin, si C'Space est tourné vers l'avenir des sciences spatiales, il l'est aussi vers celui des étudiants. La manifestation met un point d'honneur à favoriser la rencontre entre jeunes et professionnels du secteur spatial au cours d'une journée VIP riche en échanges.

¹ Direction générale de l'armement.



C'SPACE

50 and as popular as ever

With 25 experimental rockets, 39 mini-rockets, 10 CanSat launches and three experimental balloons, C'Space is thinking big for its 50th anniversary. The event, organized by CNES, Planète Sciences and DGA EM, the French defence procurement agency's missile test facility, attracts students from France, Germany, Austria, India, Japan and Russia. First held in 1963, this annual launch campaign for students has continued to grow in popularity. Among the rockets launched from the Biscarrosse base, 26 to 30 August, C'Space will orbit several high-tech models, including two demonstrators for the Perseus project run by CNES's Launch Vehicles directorate, plus three supersonic rockets. Ten teams will take part in the CanSat France challenge. Packed with technology, these small craft—the size of a Coke can—have big ambitions, performing a range of science experiments. C'Space focuses on the future of space sciences and fosters face-to-face dialogue and exchange between students and space professionals on the VIP day.



MTBion Des données significatives en exploitation / Le 19 mai, la biocapsule Bion est redescendue sur Terre après un mois passé en orbite. Et avec elle 5 souris, suivies par le CNES et le Laboratoire de biologie neuro-vasculaire et mitochondriale intégrée de l'université d'Angers. « Seules 2 souris étaient en vie à l'arrivée avec un suivi de la pression artérielle réalisé pendant tout le vol. Toutefois, des données significatives ont été collectées, pendant les dix premiers jours, sur 4 d'entre elles », note le docteur Marc-Antoine Custaud, de l'université d'Angers. Elles sont donc indicatives des changements intervenus dans le système cardio-vasculaire des rongeurs en situation de microgravité. Une vidéo enregistrée à bord va corroborer les données recueillies. Dans le même temps, un panel de souris a été observé au sol, dans des conditions habituelles de vie. La troisième phase d'observation est en cours. Il s'agit de réaliser ces mêmes mesures sur un groupe de souris au sol. Celles-ci sont placées dans les mêmes conditions de température, de variation de pression et dans le même habitat que les passagers de MTBion. L'objectif final est d'éclairer la compréhension des effets de la microgravité et de l'inactivité physique sur le système cardio-vasculaire humain.

MTBion - Significant data / On 19 May, the Bion capsule returned to Earth with the five mice monitored by CNES and the BNMI integrated neurovascular and mitochondrial biology laboratory at the University of Angers. "The mice's blood pressure was monitored throughout the flight," notes Dr Marc-Antoine Custaud of the University of Angers. "Only two mice were alive on return, but significant data were collected on four of them for the first ten days." These data indicate the cardiovascular changes in rodents under microgravity conditions. Information from the onboard video camera will be used to corroborate data gathered. At the same time, a control group of mice was observed in normal conditions on the ground. The third observation phase is now underway, with another ground control group placed in the same compartment as the MTBion group and subject to the same temperature and pressure variations. The ultimate goal is to better understand the effects of microgravity and physical inactivity on the human cardiovascular system.

www.
cnes.fr/
webmag

C'SPACE Le C'Space sur le site Jeunes du CNES. C'Space on the CNES Youth website.
MTBION Des données significatives en exploitation. Significant data.

ÇA BUZZ SUR LE WEB DU CNES

Partagez notre actualité spatiale et participez à des hangouts, conversations vidéo en direct sur Google+ !

Get the buzz in the CNES webspace
See our latest space news and join us for Google+ hangouts!

<http://www.cnes.fr/le-buzz>
et dites « +1 » !

Connect at <http://www.cnes.fr/le-buzz>
and say "+1"!

EUCASS

L'innovation en tribune

La cinquième édition de l'Eucass¹ a pris ses quartiers d'été, début juillet, à Munich. Cette conférence internationale a été pendant quatre jours le théâtre d'échanges de haute portée dans les domaines du spatial et de l'aérospatial. Lancé à l'initiative de scientifiques et d'ingénieurs, « ce forum à connotation R & T fait la part belle aux avancées et innovations », souligne Christophe Bonnal, expert à la Direction des lanceurs du CNES et membre fondateur d'Eucass. Au-delà des séances techniques, nombreuses et denses, les ateliers ont porté les regards sur demain : évolution des matériaux, des technologies, défis du programme européen spatial, traitement d'images, débris spatiaux, etc. Sous les communications pointaient aussi des thématiques très en phase avec l'actualité, une forme de recherche appliquée en quelque sorte. Bisannuel, ce congrès est fortement soutenu par le CNES.

¹ European Conference for Aeronautics and Space Sciences.

EUCASS

Innovation in the spotlight

EUCASS 2013, the fifth European Conference for Aerospace Sciences, was held in Munich, 1 to 4 July. EUCASS is a high-level forum for exchange for players from across the aviation and space industries. Launched at the initiative of scientists and engineers, this "R&T-oriented event is a real showcase for latest advances and innovations," says Christophe Bonnal, domain expert at CNES's Launch Vehicles directorate and founding member of EUCASS. As well as the many technical sessions, workshops focused on future developments in materials, technologies, image processing, space debris and the challenges ahead for Europe's space programme. Papers looked at the applications of current research in a range of key areas. EUCASS is held every two years and is supported by CNES.



DÉCLIC

HTI-R SE CRISTALLISE SUR LE SEL

Le 15 juin à 15 h 48, l'ATV Albert-Einstein s'amarrait à la Station spatiale internationale avec à son bord l'insert HTI-R¹ venu compléter l'instrument Déclic. Ce mini-laboratoire optique développé par le CNES étudie en apesanteur le comportement des **fluides critiques** et la solidification de matériaux modèles transparents. En service depuis le début juillet, HTI-R est la suite de l'expérience HTI, menée précédemment sur l'eau pure à haute température et haute pression. Elle va aborder un nouveau volet des recherches en observant, dans les mêmes conditions, un mélange d'eau et de sel dilué. Pendant six mois, HTI-R étudiera la solubilité du sel au voisinage du point critique de l'eau. « Les caractéristiques retenues pour ce mélange simulent celles qui règnent au fond des océans. Elles doivent nous éclairer sur les phénomènes qui se produisent notamment au niveau des volcans océaniques. Elles préparent aussi le développement des techniques de destruction de déchets organiques par chimie verte », précisent Bernard Zappoli et Gabriel Pont, qui suivent ce programme au CNES. Outre le développement de l'insert lui-même, le CNES est en charge de la conduite des opérations et de la diffusion des données pour le compte du Nasa-GRC², l'investigateur scientifique de l'insert.

DÉCLIC

HTI-R to study salt solubility

On 15 June at 15:48 CET, the ATV Albert Einstein docked with the International Space Station. Its cargo included the HTI-R¹ insert for the DECLIC instrument on the ISS. This optical bench was developed by CNES to study the behaviour of supercritical fluids and the solidification of transparent media in microgravity. Operating since early July, HTI-R is the follow-on to the HTI experiment, previously conducted on pure water at high temperature and pressure. This new phase will observe a salt/water mixture under the same conditions. Specifically, HTI-R will study salt solubility near the critical point over a six-month period. "This mixture simulates the physical properties of water on the ocean floor," explain Bernard Zappoli and Gabriel Pont, in charge of the programme at CNES. "It will provide new insight into phenomena occurring around submarine volcanoes and will also support development of techniques using supercritical water for green combustion of organic waste on Earth." As well as developing the insert itself, CNES is managing operations and distributing data on behalf of the NASA Glenn Research Center, Principal Investigator.

¹ High Temperature Insert-Revol.
² Glenn Research Center.

¹ High Temperature Insert - Reflight

Lexique

Glossary

L'état critique est le 4^e état des fluides après les états liquide, solide et gazeux.

Facule : Une facule est un « point lumineux ». Elle nomme certaines caractéristiques géomorphologiques des surfaces solides des planètes telluriques et des satellites naturels.

Supercritical is the fourth state of matter, after liquid, solid and gas.)

Faculae: Bright spots that describe certain geomorphological features of the solid surface of telluric planets and natural satellites.)

¹ Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales.

MISSION PICARD

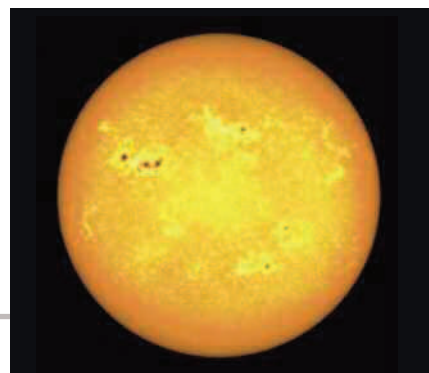
Sodism sur la bonne longueur d'onde

Chargée d'étudier les relations entre la variabilité solaire et le climat de la Terre, la mission scientifique Picard a pris fin en mars. Elle avait débuté en juin 2010. Pendant ce laps de temps – presque trois ans –, l'instrument Sodism, développé par le Latmos¹, a acquis plus de 1 million d'images. Sodism a notamment observé à une longueur d'onde particulière la raie du calcium (Ca II K) dans la partie bleu nuit du spectre solaire. « Dans ces conditions, la mission révèle les régions de la chromosphère et détecte les régions actives du Soleil comme les **facules** et les **taches** », dit Michel Rouzé, chef de projet au CNES. Ces images sont destinées à l'étude de l'activité solaire, et permettent en particulier la mesure de la rotation différentielle. Ce phénomène touche les étoiles comme le Soleil, mais peut aussi concerner certaines planètes gazeuses dans des conditions particulières. Si Picard a terminé sa mission, une phase d'opérations technologiques est en cours sur le satellite. Le CNES a toutefois souscrit à la demande des laboratoires d'acquies, dans la mesure du possible, des données scientifiques lors de ces opérations technologiques.

PICARD MISSION

SODISM on the right wavelength

The PICARD mission to study the relationship between solar variability and Earth's climate ended in late March. Over almost three years, the SODISM instrument developed by the LATMOS research laboratory acquired over 1 million images. In particular, SODISM observed at a wavelength called the Calcium (Ca) II K line in the deep blue portion of the solar spectrum. "This reveals the regions of the chromosphere and active regions of the Sun, such as **faculae** and **sunspots**," says Michel Rouzé, project leader at CNES. These images are being used to study the Sun's activity and differential rotation. Technological operations are now being performed on the satellite and CNES has responded to a request from laboratories to acquire science data during this phase.



EUCASS Pour en savoir plus : la R&T au CNES. More about R&T at CNES.

MISSION PICARD Pour en savoir plus : www.cnes.fr/picard. More at www.cnes.fr/picard.

CALITOO

BON POUR LE SERVICE !



Aujourd'hui développé par la société Tenum, le photomètre solaire Calitoo va mesurer le taux d'aérosols. Outre ses capacités techniques, cet équipement unique en son genre peut être utilisé dans le cadre de projets éducatifs d'étude de l'atmosphère tels que le programme Calisph'Air du CNES. Son développement a débuté en 2010. Testé lors des campagnes de mesures du LOA¹ aux Canaries, au Sénégal, en Chine..., le photomètre a subi plusieurs évolutions techniques. « *Internationalement reconnus, les experts du LOA ont fait un travail remarquable pour nous aider à le qualifier* », souligne Danielle de Staerke, ingénier au service Jeunesse et acteurs de l'éducation du CNES. Dénommée « Cali », par analogie avec le satellite Calipso², sa première version a été entièrement remodelée; la deuxième a été la bonne. Le principe de Calitoo repose sur l'utilisation d'un capteur optique trichromie numérique, complété par un GPS, et d'un capteur de pression. Le photomètre est actuellement en phase d'industrialisation.

¹ Laboratoire d'optique atmosphérique de Lille.

² Calipso mesure les aérosols de façon globale.

CALITOO

Ready for business

Developed by specialist firm Tenum, the Calitoo Sun photometer will measure aerosols in the atmosphere (aerosol optical thickness). As well as its impressive technical capabilities, this unique device can be used for educational projects to study the atmosphere, such as CNES's Calisph'Air programme. Development began in 2010. Tested during measurement campaigns by the LOA atmospheric optics laboratory in the Canaries, Senegal and China, the photometer has undergone several technical evolutions. "The LOA's world-renowned experts have done remarkable work to help us qualify the device," says Danielle de Staerke, engineer at CNES's Youth and Education department. Nicknamed 'Cali' after the Calipso satellite¹, the first version was completely remodelled. Calitoo comprises a three-colour digital optical sensor, a pressure sensor and a GPS receiver. It is now in production.

¹ Calipso is monitoring aerosols on a global scale



Une rampe de lancement high-tech / L'innovation est au programme du C'Space 2013. Et pas seulement du côté des fusées expérimentales. Les nouveautés sont aussi du côté des équipements. Après deux ans de conception et de réalisation, l'Icam¹ vient de livrer au CNES une rampe de lancement de type Mederix. Depuis septembre 2011, les élèves ingénieurs travaillaient sur ce projet. Soutenus par le département productique et la direction industrielle de l'Icam, trois binômes d'étudiants se sont succédé. L'engin, de 750 kg, utilise un concept novateur qui va simplifier grandement sa mise en œuvre opérationnelle : des vérins à gaz assurent le levage de la cage de la rampe, sans apport d'énergie.

High-tech launch stand / Innovation is on the programme at C'Space 2013 and it concerns both experimental rockets and launch infrastructure. The ICAM engineering school in Toulouse has delivered a Mederix launch stand to CNES, which took two years to design and build. Initiated in September 2011, the project was supported by the school's industry and production automation departments. The 750-kilogram trailer-mounted structure uses a highly innovative system of pneumatic actuators to raise the launch cage into position, making it much simpler to deploy.

www.
cnes.fr/
webmag

ROSETTA www.cnes.fr/rosetta
CALITOO www.calitoo.fr

¹ École d'ingénieurs arts et métiers de Toulouse.

ROSETTA

Préparation au cordeau pour l'atterrissage

À l'approche de la comète Churyumov-Gerasimenko, la sonde Rosetta est encore maintenue en hibernation pour six mois. Elle a été placée dans ce mode de fonctionnement en juin 2011. Son réveil est prévu le 20 janvier 2014. Mais au sol personne n'hiberne. Plus d'une centaine de scientifiques travaillant sur les instruments de l'orbiteur ou sur ceux de l'atterrisseur se sont retrouvés à Paris du 22 au 24 mai. « *La motivation était là, accompagnée d'un début de trac, comme avant un grand rendez-vous* », note Philippe Gaudon, chef de projet Rosetta au CNES. D'un autre côté, les centres de contrôle et de mission de Rosetta et de Philae réalisés lors du lancement (mars 2004) ont été refaits à neuf. En particulier, le Sonc¹ de Toulouse a été doté de nouveaux moyens. Il va contribuer fortement aux phases très variées d'approche de la comète : recette en vol complémentaire, sélection du site d'atterrissage, optimisation de la trajectoire de descente, optimisation des opérations scientifiques avant et après l'atterrissage. Reste une inconnue de taille à ce stade, la cible ! On ne sait rien d'elle : quelle forme, quelle rotation, quelle masse, quel relief, quel dégazage ? Il faudra tout apprendre et s'adapter dans les trois mois précédant l'atterrissage.



ROSETTA

Pre-landing preparations gather pace

The Rosetta spacecraft was put into 'hibernation' mode in June 2011 until 20 January 2014. Here on the ground, over 100 scientists met for a three-day session in Paris, 22 to 24 May. At the same time, the Rosetta and Philae mission control centres have been upgraded. New systems have been installed at the Science Operations and Navigation Centre (SONC) in Toulouse in readiness for the approach to Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko: additional checkout, selection of landing site and optimization of descent trajectory and science operations before and after landing. One major unknown remains at this stage—the target! All this will become clear in the three months prior to landing, and the mission will be adapted accordingly.

VIVIANE MOORE

Une romancière habitée par le ciel

A novelist inspired by the skies

Le 16 juin 1963, la Soviétique Valentina Terechkova devenait la première femme à tourner autour de la Terre. Un demi-siècle plus tard, seulement 57 femmes sont devenues spationautes, contre plus de 470 hommes ! Avec son livre *L'Autre Moitié du ciel*, plus carnet de vol que manifeste, Viviane Moore a résolument choisi de rendre hommage à ces pionnières qui ont bravé dangers et interdits pour conquérir les airs. Qui, mieux qu'une passionnée du ciel, pour trouver les mots de celles qui ont affronté la cordillère des Andes, passé le mur du son ou séjourné dans l'espace ? Rencontre avec une romancière à l'inspiration céleste.

GUEST COLUMN



L'INVITÉ



Qu'est-ce qui vous a poussée à écrire ce livre ?

Très clairement, deux passions d'enfance (l'écriture et le ciel), réunies dans une rencontre exceptionnelle avec Catherine Maunoury, championne du monde de voltige. J'ai volé sur différents types d'avions, mais la sensation ressentie lors de mon baptême de voltige est sans commune mesure. L'approche de l'espace est ici quasi physique : le corps éprouve des sensations proches de l'apesanteur. Cette rencontre a débouché sur une résidence d'auteur avec la ville de Rambouillet et le musée de l'Air et de l'Espace. Elle a duré deux ans. J'ai écrit deux livres, dont *L'Autre Moitié du ciel*. J'ai eu envie de faire connaître ces grandes oubliées, ces femmes pilotes, spationautes qui ont mené un combat social, politique, voire, pour certaines, une recherche de citoyenneté.

*On 16 June 1963, Soviet cosmonaut Valentina Tereshkova became the first woman to orbit the Earth. Half a century later, just 57 women have flown in space, compared with 470 men! In her book *L'autre moitié du ciel*—more flight log than manifesto—Viviane Moore pays tribute to these pioneers who have defied danger and taboos to conquer the skies. Who better than an aerospace enthusiast to speak for those women who have braved the Andes, broken the sound barrier and spent time in space? We talk to a novelist inspired by the skies.*

What prompted you to write this book?

Two childhood passions—writing and flying—which came together after an extraordinary meeting with world aerobatics champion Catherine Maunoury. I've flown various types of planes, but what I experienced on my first aerobatics flight was something else completely. Physically, it's similar to space

Comment s'est fait le choix de ces femmes ?

De façon complètement subjective, un choix de cœur. Quand j'ai commencé à étudier leur parcours, il y a eu les incontournables, comme Valentina Terechkova¹, et les moins connues dont l'histoire m'a touchée. L'idée



était de faire passer un sentiment et non d'être exhaustive. Je suis avant tout une romancière, pas une documentaliste. À travers des anecdotes, des citations, je voulais montrer à quel point leur féminité était un plus, de façon même touchante. J'ai eu la chance de rencontrer Valérie André; j'en ai eu d'autres au téléphone. Mes contacts universitaires et différentes sources d'information ont fait le reste.

Ont-elles un trait commun ?

L'émerveillement de la première fois. C'est la quête de l'homme par excellence. Pour ces femmes, c'est le bonheur de voler pour la première fois. Elles ont un rapport plus charnel à leur environnement et ont su l'expliquer avec une espèce d'évidence. On peut difficilement comparer les premières pilotes, comme une Élise de Roche sur son petit avion sans cockpit, à une pilote de chasse ou une spatonaute, comme Claudie Haigneré. Pourtant, elles ont deux points communs : sortir de soi et porter un nouveau regard sur le monde. Avec la conquête spatiale, on passe d'une aventure individuelle à une aventure collective. Mais il y a toujours cette vision qui donne un point de vue différent du monde.

Est-ce que l'espace fait partie de vos sources d'inspiration ?

Oui. Dans *L'Œil des anges* (2008), mon personnage part habiter dans une station orbitale et prend conscience de son humanité en regardant par le hublot. Cette nouvelle a été reprise en milieu scolaire, accompagnée de commentaires d'Hubert Reeves. Dans *Ilianday* (2011), je me suis largement inspirée du témoignage sur la gravité de Sergueï Krikaliev, que j'ai approché à sa fondation. Dans ce livre de science-fiction, mon personnage vit hors du temps dans un monde en perspective. Il réside dans une des nombreuses stations spatiales qui gravitent autour de la Terre et que l'on rejoint par des ascenseurs spatiaux. Le second livre que j'ai écrit lors de cette résidence à Rambouillet aborde encore d'une autre manière ce thème qui m'est cher.

Un souvenir en lien avec l'espace...

Le ciel de mon enfance, dans le Gers, que je ne me lassais pas de scruter les soirs d'été. Combien de « Nuits des étoiles » j'ai passées, à Fleurance, bercée par les commentaires d'Hubert Reeves. Comme pour tous les grands asthmatiques, l'air est très important pour moi. À cause de cette difficulté à respirer, j'essaie de m'envoler de plein de façons possibles ! ■

and the body is subject to sensations close to weightlessness. That meeting led to a two-year stint as writer-in-residence with the City of Rambouillet, near Paris, and the Le Bourget air and space museum. I wrote two books, including *L'autre moitié du ciel*. I wanted to talk about those forgotten heroes, the female pilots and astronauts who engaged in a social and political struggle and, in some cases, a battle for citizenship.

How did these women get into flying?

It was completely subjective, they were ruled by their heart. When I started looking at their lives, there were the famous names like Valentina Tereshkova* and some lesser-known individuals as well, whose stories really struck a chord. The idea was to capture the feel of it, rather than trying to be exhaustive. After all, I'm a novelist, not a documentary maker. Using anecdotes and quotes, I wanted to show how their femininity was a strength, and in a way which readers can relate to. I was lucky enough to meet Valérie André. Others I spoke to on the phone. My university contacts and various sources of information did the rest.

Do these women share a common trait?

The excitement of attempting something new. It's what drives a lot of people. For these women, it was the sheer joy of flying for the first time. They have a more physical rapport with their environment, which they conveyed with a real sense of clarity and immediacy. It's hard to compare the first pilots, like Elise de Roche, in her small cockpit-less aircraft, with a fighter pilot or an astronaut, like Claudie Haigneré. Yet they have two things in common: they stepped out of their own skins and saw the world in a new way. With space exploration, we move from an individual to a collective endeavour. But there's still this vision, which gives a different perspective on the world.

Is space one of your sources of inspiration?

Yes. In *L'œil des anges* (2008), my character goes to live on an orbital station and, as he looks out through the window, he becomes aware of his own humanity. The book is now being used in schools, with annotated notes by Hubert Reeves. In *Ilianday* (2011), I drew inspiration from Sergei Krikaliev and what he said about gravity, which I studied in detail. It's a sci-fi novel, where my character exists outside time and lives on one of many space stations orbiting a future world, with space elevators connecting them to the surface. The second book I wrote as writer-in-residence approaches this same subject, which I really love, but from yet another angle.

Do you have any particular memories about space?

As a child, growing up in a remote part of Southwest France, staring up at the sky and studying it on summer evenings. I spent countless nights studying the stars and reading Hubert Reeves. Like many people with serious asthma, the air is really important to me. Because I had trouble breathing, I would imagine myself flying off in every way possible! ■

*To mark the anniversary of the famous flight by Valentina Tereshkova, a textile worker at the time, the Cité de l'Espace is putting on an exhibition on "50 years of women in space" in the Astralia building, with profiles, testimonials and insights into the great exploits and lesser-known stories. Aimed at visitors of all ages, it also includes a fun quiz to test your knowledge.



¹ À l'occasion de l'anniversaire du vol de la Russe Valentina Terechkova, ouvrière à l'époque dans le textile, la Cité de l'espace présente l'exposition "50 ans de femmes dans l'espace, à l'Astralia, avec nombre de portraits, témoignages, clin d'œil à la grande et petite histoire. À voir en famille avec un quiz ludique pour tester vos connaissances tout au long de la visite.



MAVEN

UNE QUESTION D'ATMOSPHÈRE

La sonde spatiale Maven se prépare pour un voyage de dix longs mois. Lancée en novembre 2013, elle devrait atteindre Mars en septembre 2014. Après Phoenix, elle est la 2^e mission du programme Mars Scout¹ de la Nasa. Grâce à ses observations, la sonde devrait contribuer à la compréhension de l'évolution de l'atmosphère martienne et de ses interactions avec le Soleil. « Elle déterminera en particulier le rôle joué par la perte des composés volatils tels que le dioxyde de carbone et l'eau dans l'histoire de l'atmosphère et du climat de Mars », précise Francis Rocard, responsable des programmes d'exploration du Système solaire au CNES. Maven pourrait aussi éclairer sur l'éventualité d'une habitabilité passée sur la planète rouge. En particulier, elle fera cinq passages à très basse altitude (125 km) afin d'étudier in situ la haute atmosphère de la planète. Huit instruments l'équipent. Ils recueilleront des données selon trois thématiques : le vent solaire, l'ionosphère et l'atmosphère. Le CNES assure la maîtrise d'ouvrage et apporte son soutien financier au senseur Swea, développé par l'Irap² : Swea est plus spécifiquement dédié à l'analyse des électrons du vent solaire.

¹ Missions de reconnaissance.

² Institut de recherche en astrophysique et planétologie.

MAVEN

All about atmosphere

The MAVEN space probe (Mars Atmosphere and Volatile EvolutionN) is readying for a 10-month voyage. Launched in November 2013, it will reach Mars in September 2014. MAVEN is the second mission in NASA's Mars Scout programme, after Phoenix. The probe's observations will help us understand how Mars's atmosphere has evolved and how it interacts with the Sun. "In particular, it will determine the role that the loss of carbon dioxide, water and other volatiles from Mars's atmosphere to space has played through time," explains Francis Rocard, head of solar system exploration programmes at CNES. MAVEN may also provide clues to whether the Red Planet could once have supported life. In particular, it will make five 'deep dips' to an altitude of 125 kilometres to sample the upper atmosphere. Its eight instruments will gather data on the solar wind, ionosphere and atmosphere. CNES is responsible and provided funding for the Solar Wind Electron Analyzer (SWEA), developed by the IRAP astrophysics and planetology research institute. SWEA will measure solar wind and ionospheric electrons.

NOSYCA

SÉCURITÉ RENFORCÉE POUR LES BALLONS

Depuis quarante ans, le CNES a porté l'activité ballons à un niveau d'excellence. Pour rester en phase avec les nouvelles réglementations, une adaptation des outils de contrôle et de télémesure était nécessaire. En ce sens, la sous-direction Ballons s'est dotée d'un nouveau système aérostatique de contrôle, Nosyca¹. « La mise à niveau fournie par Nosyca répond aux exigences nouvelles et accroît la sécurité des populations survolées. L'architecture a été conçue sur la base de systèmes redondés dont la fiabilité a été démontrée. Au stade opérationnel, l'infrastructure rendra possible les vols de ballons stratosphériques ouverts n'importe où dans le monde », commente Jacques Mongis, chef de projet au CNES. Par ailleurs, des liens de coopération ont été tissés entre le CNES et l'ASC, l'agence spatiale canadienne. À ce titre, le CNES va contribuer à développer une activité de vols stratosphériques au Canada. Une nouvelle base de lancement de ballons a été construite à Timmins, dans l'Ontario (cf. article p. 59). Ce site est lui aussi en cours de validation avec une campagne programmée en deux temps : en juin, les procédures et les interfaces opérationnelles sur une nouvelle base ont été validées. Mi-août, deux vols de recette en vol devraient clôturer la campagne.

¹ New Operational System for the Control of Aerostats (ou NOUveau SYstème de Contrôle des Aérostats).

NOSYCA

Better safety for balloons

CNES has conducted balloon operations to a high standard of excellence for 40 years. To meet new regulations, it needed to upgrade its control and telemetry tools. To this end, the Balloons sub-directorate has installed a new aerostat control system called NOSYCA¹. "The NOSYCA upgrade meets new requirements and further improves safety for populations on the ground," says Jacques Mongis, project leader at CNES. "The

architecture is based on redundant systems with proven reliability. Now at the operational phase, the new infrastructure allows us to fly zero-pressure stratospheric balloons anywhere in the world." In addition, CNES has entered a partnership with the Canadian Space Agency (CSA) to help develop stratospheric balloon operations in Canada. A new balloon launch base has been built in Timmins, Ontario (see article p. 59). The facility is currently being validated, with a two-stage campaign. In June, operational procedures and interfaces were signed off. Two checkout flights will conclude the campaign in mid-August.

¹ New Operational System for the Control of Aerostats



www.
cnes.fr/
webmag

MAVEN www.cnes.fr/maven

NOSYCA Pour en savoir plus : le site aérostats du CNES. More on the CNES aerostat website.

PLÉIADES 1B

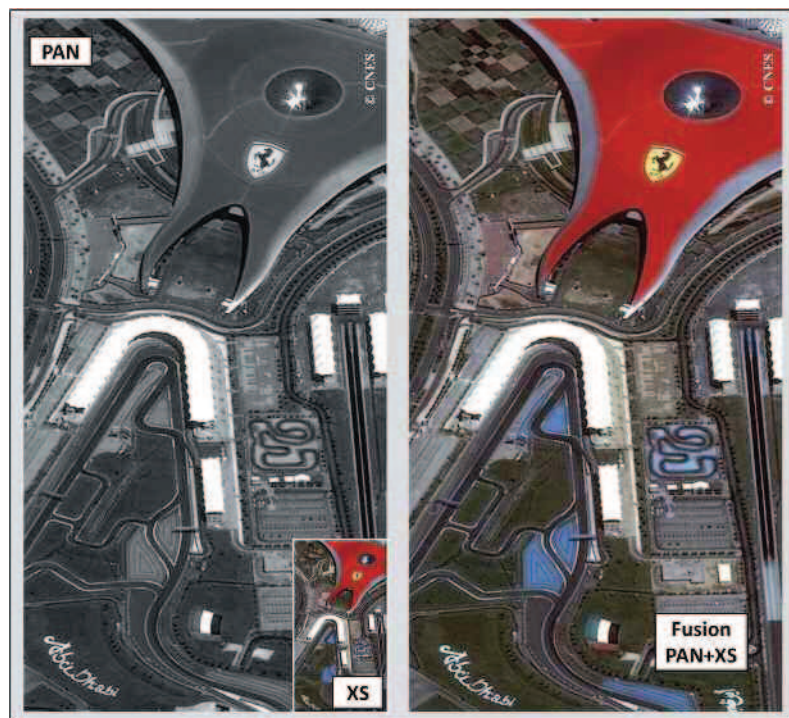
EXCELLENCE CONFIRMÉE POUR LA QUALITÉ IMAGE

Le 4 juin 2013 s'est tenue au CNES la revue de recette en vol de la qualité image pour le satellite Pléiades 1B. La recette a démarré au moment du tir, le 2 décembre 2012, pour une période de six mois. « Cette phase met en évidence les réglages qui doivent être réalisés pour produire des images de qualité à partir des données brutes descendues du satellite », explique Laurent Lebegue, responsable qualité images Pléiades au CNES. L'équipe des experts et des exploitants qualité image du CNES a mené différentes activités d'étalonnage : refocalisation de l'instrument, ajustements d'orientation de la ligne de visée, etc. Des techniques innovantes profitant de la grande agilité du satellite ont été mises en œuvre, comme l'exploitation de prises de vues d'étoiles ou de la Lune. La revue a aussi donné l'occasion de régler le plus finement possible les nombreux paramètres des algorithmes de production des images. Les utilisateurs civils et de la Défense ont confirmé l'excellente qualité des images mesurée par les experts du CNES ; celle-ci est équivalente à celle de son frère aîné, Pléiades 1A, lancé un an plus tôt.

PLEIADES 1B

Excellent image quality confirmed

On 4 June, CNES conducted the 'image quality' in-orbit checkout review of the Pleiades 1B satellite. Checkout began when the satellite was launched on 2 December 2012 and ran for six months. "This phase shows us what adjustments are needed to produce high-quality images from the raw data downlinked from the satellite," explains Laurent Lebegue, Pleiades image quality manager at CNES. The CNES team of image quality experts and operators performed a series of calibration tasks, including adjustment of instrument focusing and pointing. Innovative techniques making the most of the satellite's exceptional agility were used, such as exploitation of images of the Moon and various stars. The review was also a chance to fine-tune the many parameters of the image production algorithms. Civil and defence users alike have confirmed the excellent quality of the images analysed by the CNES experts, judged on a par with Pleiades 1A, launched a year earlier.



Images acquises par Pléiades (à gauche) et produit final fusionné (à droite). Images acquises by Pleiades (left) and final merged product (right).

Lexique Glossary

Bolides : météorites en chute
Bolides: Particularly bright meteors and meteorites.

¹ Groupe d'études et d'informations sur les phénomènes aérospatiaux non identifiés.

² Groupe d'Etudes et d'Informations sur les Phénomènes Aérospatiaux Non Identifiés (unidentified aerospace phenomena research and information group).

GEIPAN

Une caméra grand champ suit les météorites

En février, une caméra grand champ a été installée sur le toit d'un bâtiment du Centre spatial de Toulouse. Depuis, elle scrute le ciel. Elle n'a pas vocation à surveiller le site. Son intérêt est ailleurs : elle détecte les traînées lumineuses produites par les « bolides », les rentrées atmosphériques de débris spatiaux et autres événements remarquables sur un rayon d'environ 100 km. Ces phénomènes font l'objet d'une surveillance soutenue. Or, jusqu'à présent, la caractérisation de ces rentrées atmosphériques était aléatoire, parfois corrélée aux seules assertions de témoins oculaires. Avec la caméra grand champ, le Geipan¹, qui coordonne études et informations, trouve un instrument adapté à sa mission. Il peut ainsi restituer la trajectoire et/ou déterminer une zone de chute avec une précision espérée de l'ordre du km². Le CNES peut alors renseigner rapidement la population sur l'origine du phénomène observé. Sur le plan scientifique, cette réactivité est précieuse pour les astronomes du Système solaire, qui peuvent éventuellement récupérer des météorites fraîchement tombées. Sur le plan informatif, les observations de la caméra vont éclaircir objectivement l'identité des phénomènes, quitte à mettre à mal le mythe des petits hommes verts !

GEIPAN

Wide-field camera monitors meteorites

In mid-February, a wide-field camera was installed on the roof of one of the buildings at the Toulouse Space Centre (CST). But it is not a CCTV camera. Instead, it will monitor the sky and detect the luminous trails left by **bolides**, space debris burning up in the atmosphere and other remarkable events within a radius of some 100 kilometres. While previous attempts to characterize such phenomena were unsystematic and often reliant on eyewitness accounts, they are now being monitored on a permanent basis. With the wide-field camera, the GEIPAN¹ group, which coordinates research and gathers information on unidentified aerospace phenomena, has the ideal instrument for its mission. It will thus be able to calculate trajectories and/or determine impact points with an expected precision in the order of a square kilometre. This in turn will enable CNES to provide local populations with information about the cause of any such phenomena. On the science front, this responsive service is likely to prove useful for astronomers studying the solar system, who could use the data to recover recently fallen meteorites. In terms of public information, the camera will provide objective data on 'unidentified' phenomena and in turn debunk the myth of the little green men!

www.
cnes.fr/
webmag

GEIPAN www.cnes-geipan.fr

PLÉIADES Découvrez les images de Pléiades sur / See Pleiades images at <http://image-cnes.fr/tag/pleiades>

AU CŒUR DE L'INNOVATION

INSIDE INNOVATION

FUSION D'IMAGES

Un algorithme qui change tout

Systématiquement utilisée pour les imageurs satellites à haute résolution, la technique de la fusion livre aux clients des images couleur de grande qualité. En perfectionnant l'algorithme, Sébastien Fourest, ingénieur au CNES, apporte à cette qualité le « plus » qui fait frôler l'excellence.

Clic-clac, c'est dans la boîte ! Pour obtenir une photographie couleur, c'est simple. Pour obtenir une image satellitaire couleur, c'est un peu plus compliqué ! « Une image en noir et blanc est faite en une prise. Mais les contraintes technologiques – la transmission des données vers le sol, en particulier – complexifient l'acquisition couleur. L'image satellitaire couleur est donc le fruit d'un traitement au sol qui superpose un plan noir et blanc haute résolution et plusieurs plans couleur bien moins résolus », dit Christophe Latry, ingénieur au CNES. Tous les satellites fonctionnent ainsi depuis Spot 5, et les opérateurs ont invariablement recours à la fusion pour générer des images en couleur par traitement sol.

Pleiades, le facteur déclenchant

Pour être performant, l'algorithme de fusion doit s'adapter aux défauts liés à l'acquisition des données, en particulier au phénomène d'**aliasing**, qui peut s'avérer particulièrement gênant. Au stade du traitement, il laisse sa marque : en fusionnant les plans, on fusionne aussi les défauts de manière aléatoire. Et le phénomène est encore plus crucial pour la haute résolution. « Plus l'image acquise est nette, plus les défauts apparaissent », commente Sébastien Fourest, ingénieur au CNES et auteur principal de l'innovation, qui a mis la question au centre de ses travaux. La mise en service de Pleiades a nécessité de nombreux réglages. C'est pendant cette période que Sébastien Fourest a travaillé à la résolution du problème sur une idée qui, aujourd'hui, paraît une évidence. « On connaît la géométrie dans laquelle chaque image est acquise. À partir de cette connaissance et de l'image noir et blanc haute résolution, il suffit de reproduire les défauts sur chacun des plans. Grâce à un traitement au sol particulier, d'aléatoire, la fusion des défauts devient maîtrisée. Les autres aléas sont neutralisés. Au lieu de cumuler, on va substituer ! », explique-t-il.

Au final, l'évolution se révèle être une révolution. Réalisés au printemps 2012, les premiers essais se sont montrés totalement convaincants. Testée « à l'aveugle » par les interprètes images de Spot Image, du Sertit et d'organismes de la Défense, l'optimisation de la qualité image a été unanimement reconnue. L'intégration de cette technique est opérationnelle dans le segment sol Pleiades depuis janvier 2013. Cette nouvelle approche a fait l'objet d'un dépôt de brevet et devient le nouveau standard de fusion pour les générations de satellites à venir. ■

IMAGE MERGING

A game-changing algorithm

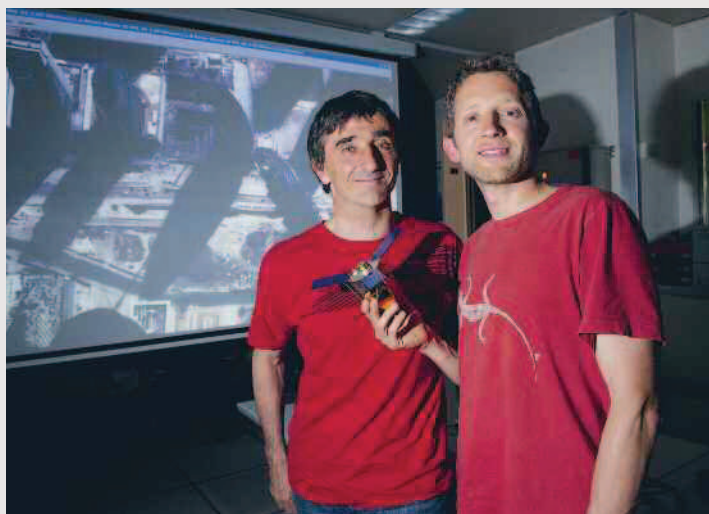
Merging techniques are systematically used with high-resolution satellite imagers to provide customers with high-quality colour images. By perfecting the merge algorithm, CNES engineer Sébastien Fourest is taking image quality to a whole new level, bordering on excellence.

Point, shoot and it's in the bag—here on Earth, taking a colour photograph is easy. Obtaining a colour satellite image is a bit more complicated, however. “A black-and-white image is taken in one shot,” says Christophe Latry, CNES engineer. “But technical constraints, particularly downlinking the data, make colour acquisition a highly complex process. For this reason, colour images are compiled on the ground by superimposing a high-resolution black-and-white layer with several colour layers at lower resolution.” All satellites since SPOT 5 have worked this way, and operators invariably use such merging techniques to generate colour images.

Pleiades, the triggering factor

To perform properly, the merge algorithm must adapt to the imperfections inherent in data acquisition, particularly **aliasing**, which can visibly degrade the final image. The problem begins at the processing stage. When shots are merged, any imperfections are also merged with them, sometimes unpredictably. The phenomenon is even more critical at high resolutions. “The cleaner the image, the more the imperfections are apparent,” adds Sébastien Fourest, the person behind the innovation, who has made tackling this issue a central focus of his work. The new Pleiades satellites called for a whole raft of adjustments. During this period, Sébastien Fourest worked on a

solution, based on an idea that now seems obvious. “We know the image acquisition geometry,” he explains. “Based on this information and the high-resolution black-and-white image, we simply reproduce the defects on each of the shots. Thanks to a specific algorithm on the ground, the process of merging these flaws, previously unpredictable, is now fully controlled. Other imperfections are neutralized. Instead of reproducing them, we replace them!” Ultimately, this evolution has proved to be something of a revolution. The first tests performed in early 2012 were entirely convincing. The improvement in image quality was confirmed after ‘blind’ testing by image interpreters at Spot Image, French defence bodies and the SERTIT regional image processing and remote sensing service. The technique has been integrated into the Pleiades ground segment and is operational since January 2013. The approach has set a new standard in image merging for generations of satellites to come and a patent application has been filed. ■



Lexique Glossary

L'Aliasing ou repliement du spectre se produit lors de l'échantillonnage d'un signal.

Aliasing occurs when signals are sampled at an insufficient rate.

Découvrir les images Pleiades

See Pleiades images at <http://image-cnes.fr/tag/pleiades>

ENTRETIEN AVEC JEAN-YVES LE DRIAN

CONNAISSANCE-ANTICIPATION

Les fonctions stratégiques de l'espace

Le Livre blanc sur la Défense et la Sécurité nationale a été rendu public par le président de la République le lundi 29 avril 2013. Il fixe les orientations stratégiques des quinze prochaines années et servira de socle à la future loi de programmation militaire (2014-2019).

Son analyse est fondée sur les évolutions intervenues depuis le précédent Livre blanc (2008) : crise économique, printemps arabe, amplification du risque de cyberattaques, etc. C'est pourquoi pour surveiller, écouter, voir, se protéger, la France continuera à investir, entre autres, dans le renseignement spatial. Condition de notre autonomie stratégique, le renouvellement des satellites est reconnu, dans ce document, d'utilité publique pour le recueil d'informations, l'alerte et la veille. Le ministre de la Défense, Jean-Yves Le Drian, s'explique.

Comment l'espace contribue-t-il à la mise en œuvre de la politique de Défense nationale ?

J.-Y. L. D : Le nouveau Livre blanc sur la Défense et la Sécurité nationale réaffirme la volonté de la France de préserver sa souveraineté et son autonomie stratégique. Les moyens spatiaux apportent une contribution essentielle à la poursuite de cet objectif. Les investissements réalisés de manière constante par la France, depuis les années 1960, lui ont permis d'être reconnue comme une puissance spatiale maîtrisant l'ensemble des technologies du domaine. Ils ont également contribué à la mise sur pied d'une base



KNOWLEDGE AND ANTICIPATION

The strategic functions of space

The White Paper on Security and Defence was made public by French President François Hollande on Monday 29 April. The paper charts the strategic course for the next 15 years and will be the basis for the future 2014-2019 military spending plan. Its analysis focuses on the shifting context that has emerged since the previous white paper in 2008, fuelled by the ongoing economic crisis, the Arab spring, increased risk of cyber-attack and other factors. Space-based intelligence is therefore an area where France will continue to invest, to be able

to surveil, eavesdrop, watch and defend itself. Satellites are key to our strategic independence and the new white paper recognizes the need to renew them to sustain intelligence gathering, alerting and surveillance. The Minister for Defence Jean-Yves Le Drian explains the rationale behind this policy.

How is space helping to implement France's defence policy?

Jean-Yves Le Drian: The new White Paper on Security and Defence reaffirms France's intention to protect its sovereignty and strategic

independence. Space assets are vital to this aim. Our sustained investment since the 1960s has affirmed our status as a space power able to marshal the full range of space technologies and helped to establish a strong and competitive industrial base. This status gives our nation strong credibility and strategic stature in the international arena and in Europe. From a military standpoint, space asset planning has lagged in recent years in crucial areas. The next military spending plan signals a positive turn in this respect. Our space assets are instrumental for assessment and independent decision-making. They







NOS CAPACITÉS DE RENSEIGNEMENT D'ORIGINE SPATIALE SERONT ÉGALEMENT RENFORCÉES PAR LE PROGRAMME CERES.



“Our space-based intelligence gathering capabilities will also be boosted by the CERES electronic intelligence satellites.”

industrielle solide et compétitive. Ce statut confère à notre pays, sur la scène internationale et en Europe, une crédibilité et une stature stratégique fortes. Sur le plan militaire, la programmation de ces équipements a pris du retard ces dernières années dans des domaines cruciaux. La prochaine loi marquera de ce point de vue une inflexion positive. Les moyens spatiaux, dont dispose la Défense, contribuent largement à l'appréciation des situations et à l'autonomie de décision des autorités politiques françaises. Ils tiennent une place privilégiée dans la fonction stratégique « connaissance-anticipation ». Comme l'ont montré les opérations militaires récentes, les capacités offertes par l'espace (renseignement, localisation, communications) contribuent directement au renforcement de l'efficacité des armées en opérations. Devenues indispensables pour la mise en œuvre optimale des systèmes d'armes ainsi que pour le commandement et la conduite des opérations sur des théâtres lointains très étendus, elles constituent un catalyseur de force qui confère un véritable avantage sur l'adversaire.

Quelles sont les capacités spatiales sur lesquelles le nouveau Livre blanc affiche une priorité ?

J.-Y. L. D : Les limitations intrinsèques de la durée de vie des satellites imposent d'assurer, au cours de la période qui s'ouvre, le renouvellement des capacités actuelles vieilliss-

santes et leur adaptation aux défis de la génération à venir, suivant une mise en place progressive à partir de 2017. Cette démarche concerne en premier lieu l'observation spatiale, qui repose aujourd'hui essentiellement sur l'imagerie de haute résolution fournie par Hélios-2, complétée depuis 2012 par les produits duaux issus du système Pléiades. Les satellites CSO du programme Musis (successeurs d'Hélios-2) permettront de disposer d'une génération encore plus performante de satellites d'imagerie spatiale. Ce système plus agile, doté d'instruments balayant un spectre élargi, offrira des possibilités de prises de vues nettement améliorées. Par ailleurs, nos capacités de renseignement d'origine spatiale seront également renforcées par le programme de satellites d'écoute électromagnétique Ceres (opérationnel en 2020). Tirant profit de l'expérience acquise avec les démonstrateurs Essaim et Elisa, ce nouveau moyen détectera et caractérisera l'activité électromagnétique des moyens de communication et des radars adverses hors de portée des capteurs terrestres. Enfin, une priorité sera accordée au renouvellement de nos télécommunications spatiales sécurisées. Celles-ci reposent actuellement sur le système Syracuse-3, qui fournit des liaisons résilientes et hautement protégées pour les communications militaires. Pour faire face à l'augmentation rapide des besoins des armées en matière de débit de télécommunications,

hold a special place in the strategic knowledge and anticipation function. As recent military operations have shown, space-based intelligence, positioning and communications capabilities have a direct impact on force effectiveness on the ground. They are vital to optimal operation of weapon systems and for command and control in remote theatres of operation, making them a force multiplier that delivers a real advantage over adversaries.

What space assets does the new white paper give priority to?

JYLD: The inherently limited lifetime of satellites means that in the coming years we must assure the renewal of our currently ageing assets and adapt them to next-generation challenges, phasing them in from 2017. This mainly concerns space-based observation, which today relies chiefly on high-resolution imagery from Helios-2, complemented since last year by dual-use products from the Pléiades system. The CSO satellites for the MUSIS programme, set to succeed Helios-2, will give us a new generation of even better imaging satellites. More agile and with instruments covering a wider spectrum, this system will offer significantly enhanced image acquisition performance. Our space-based intelligence gathering capabilities will also be boosted by the CERES electronic intelligence satellites set to enter service in 2020. Drawing on the heritage of the Essaim and ELISA demonstrators, these new assets will detect and characterize electronic activity from enemy communications and radar outside the range of ground-based sensors. Lastly, we will be giving priority to renewing our secure satellite

telecommunications, currently provided by the Syracuse-3 system, which supplies resilient, highly protected links for military communications. Additional assets acquired through the French-Italian Sicral-2 military satellite and Athena-Fidus dual-use government satellite will soon complement this system to serve the armed forces' burgeoning broadband needs. And the Comsat-NG programme, soon to be launched under the next military spending plan, aims to provide continuity of the secure capabilities offered by Syracuse-3 and Sicral-2 when they reach the end of their lifetimes in 2020.

What kind of cooperation are you expecting with our partners, particularly in Europe, in military space?

JYLD: The new white paper underlines the absolute need to exploit all possible avenues of cooperation, especially with our European partners, while preserving our strategic independence and freedom of action. The sovereignty issues tied to space mean that we need to conceive cooperation arrangements to craft better compromises between governance and guaranteed access requirements, and shared investment and industrial strategy concerns. In Earth observation, the cooperation scheme for Helios has nurtured an optical imaging community led by France and spawned two bilateral agreements with Italy and Germany to exchange optical imagery against radar imagery. This partnership will be pursued and extended under CSO/MUSIS. One of the challenges here is to build a third satellite to complete the initial constellation, while maintaining the cross-exchange principles established for Helios-2

and protecting France's position in optical imagery. Access to this imagery could also be opened up to the European Union, under price terms and other restrictions to be defined. Space situational awareness and the free utilization of space are also a key issue given the importance of the services and missions supported by space assets. A European approach will be preferred to sustain existing assets—like the Graves radar—and develop new ones. France would like to see current efforts in this field by the European Commission moving in this direction.

How do you see the relations between CNES and the defence establishment?

JYLD: Except for a few specific areas, France's military space assets rely heavily on dual-use technologies. The close ties the defence establishment has long sustained with CNES are therefore very important. The French procurement agency DGA calls on CNES's high-level expertise whenever required to develop and build space systems for the armed forces. For example, CNES is overseeing the CSO/MUSIS satellites on behalf of DGA, as well as the Pléiades and Athena-Fidus dual-use satellites. The military authorities are making a significant contribution alongside CNES on readying future space technologies through the P 191 dual-use research programme. DGA is also working closely with CNES to ensure that 80% of funding is invested in projects generating spin-offs for security and defence applications. And my ministry is also taking care to make sure that policy decisions are targeted at boosting the competitiveness and sustaining the skills of key space industry players in France. ■



les moyens supplémentaires acquis dans le cadre des programmes franco-italiens Sicral-2 (satellite militaire), puis Athéna-Fidus (satellite dual à usage gouvernemental), viendront très prochainement compléter ce système. Le programme Comsat-NG, qui sera lancé dans le cadre de la prochaine loi de programmation, vise à assurer la continuité des capacités spécifiques sécurisées offertes par Syracuse-3 et Sicral-2 à leur fin de vie (2020).

Qu'attendez-vous de la coopération avec nos partenaires, en particulier européens, dans le domaine du spatial de défense ?

J.-Y. L. D. : Le nouveau Livre blanc souligne l'impérieuse nécessité d'exploiter toutes les possibilités de coopération, en particulier avec nos partenaires européens, tout en préservant notre autonomie stratégique et notre liberté d'action. Les enjeux de souveraineté portés par le domaine spatial nous conduisent à imaginer des schémas de coopération en vue de trouver les meilleurs compromis entre des exigences de gouvernance et de garantie d'accès, et des problématiques d'investissement partagé et de stratégie industrielle. Dans le domaine de l'observation, le schéma de coopération associé à Hélios a développé une communauté d'échange d'imagerie optique sous leadership français, et abouti à deux accords bilatéraux, avec l'Italie et l'Allemagne, pour l'échange d'images optiques contre des images radar. La poursuite et l'approfondissement de ce schéma partenarial sont recherchés dans le cadre de CSO-Musis. Un des enjeux de cette démarche est la réalisation du troisième satellite destiné à compléter la constellation initiale, tout en préservant les principes d'échanges croisés établis sur Hélios-2, ainsi que le positionnement français sur l'imagerie optique. Il pourrait en outre être envisagé d'ouvrir à l'Union européenne un accès à ces images, selon des conditions financières et des limitations à définir. Enfin, la surveillance de l'espace et sa libre utilisation constituent un enjeu majeur au regard de l'importance des services et des missions auxquelles pourvoient les moyens spatiaux. Une approche européenne sera favorisée dans ce domaine pour assurer la pérennité des moyens existants (comme le radar Graves) et le développement de moyens nouveaux. La France souhaite que les démarches actuelles de la Commission européenne en la matière s'inscrivent dans cet esprit.

Quelle est votre perception des relations entre le CNES et la Défense ?

J.-Y. L. D. : À l'exception de domaines spécifiques, les moyens spatiaux de la Défense reposent pour beaucoup sur des technologies duales. La coopération étroite que la Défense entretient depuis longtemps avec le CNES est donc très importante. La DGA s'appuie, chaque fois que nécessaire, sur l'expertise de haut niveau du CNES pour le développement et la réalisation des systèmes spatiaux destinés à équiper les armées. Ainsi, le CNES assure, au profit de la DGA, la maîtrise d'ouvrage déléguée des satellites CSO-Musis, ainsi que celle des programmes duaux Pléiades et Athéna-Fidus. Par ailleurs, la Défense participe avec le CNES aux activités de préparation des technologies spatiales futures à travers le programme de recherche duale (P 191) auquel elle contribue de manière significative. La DGA poursuit également une concertation soutenue avec le CNES, visant à ce que 80 % des financements consentis soient investis sur des projets générant des retombées au profit d'applications de défense et de sécurité. La Défense veille également à ce que les orientations prises soient ciblées sur le renforcement de la compétitivité et la pérennisation des compétences des acteurs clefs de la filière spatiale française. ■

Pour en savoir plus :
les programmes
spatiaux de défense.
More about military
space programmes.



CAROLINE LAURENT, directrice de l'unité de management Espace et système d'information opérationnel, DGA/Head of Space and operational information systems, DGA

CNES-DGA DES LIENS DE TRENTE ANS

Les programmes spatiaux militaires ont toujours reposé sur une collaboration fructueuse entre le CNES et la DGA, même si la forme de celle-ci a évolué au cours du temps. Les experts en missiles avaient déjà contribué activement au développement d'Ariane, avant même qu'il ne soit question d'utilisation militaire de l'espace et de programmes spatiaux militaires. À partir d'août 1984, la Défense a utilisé les satellites Télécom-1, puis Spot, tous deux développés par le CNES, avant de se doter de ses propres moyens. Concernant les charges utiles militaires sur les satellites Télécom-2 et pour les programmes Hélios-1 et 2 (lancés entre 1991 et 2009), la DGA a délégué au CNES leur maîtrise d'ouvrage et la responsabilité de leur contrôle en orbite. Pour les satellites Syracuse 3A et 3B (lancés en 2005 et 2006), le CNES a participé à l'équipe de programme intégrée tout en ayant la responsabilité de l'ensemble des revues durant leur développement. À partir de 1995, des démonstrateurs de systèmes d'alerte et d'écoute ont permis



d'explorer de nouvelles applications militaires: Cerise, Essaim, Spirale, Elisa. Pour la plupart d'entre elles, le CNES a assuré la conception et conduit les opérations en orbite, le développement se déroulant en équipe intégrée. Avec les systèmes duaux Pléiades et Athéna, un nouveau type de collaboration a vu le jour. Ainsi, le CNES a assuré en propre la maîtrise d'ouvrage du système d'observation très haute résolution Pléiades, dont les militaires et les civils se partagent les droits. Les agences spatiales française et italienne ont, quant à elles, développé le système de télécommunications haut débit Athéna, qui sera lancé début 2014 au profit des ministères en charge de la Défense et de la Sécurité dans les deux pays. Aujourd'hui, les satellites du programme Musis, successeurs d'Hélios, sont en cours de développement sous la houlette du CNES. Le système d'écoute Ceres, après une phase de conception menée par le CNES, devrait faire l'objet du lancement de sa phase de réalisation au cours de la prochaine loi de programmation militaire. La conduite sera assurée par une équipe intégrée CNES-EMA-DGA. Conventions, protocoles, marchés se sont succédé au fil des ans pour officialiser ces relations. La forme a changé pour s'adapter aux contraintes de la réglementation en vigueur, mais l'esprit de collaboration et de recherche de l'excellence reste toujours intact, comme au premier jour! ■

CNES-DGA

30 years together

Military space programmes have always been founded on fruitful collaboration between CNES and the French defence procurement agency DGA, even though this collaboration has evolved over time. Missile engineers played an active role in developing Ariane, well before the advent of military space programmes. From August 1984, the military used the Telecom-1 and then SPOT satellites, both developed by CNES, before acquiring its own assets. For the military payloads on the Telecom-2 satellites and the Helios-1 and -2 programmes, launched between 1991 and 2009, DGA delegated oversight and orbit control responsibility to CNES. On the Syracuse-3A and -3B satellites, launched in 2005 and 2006, CNES was on the integrated programme team while also conducting reviews during the development phase. From 1995, early-warning and signals and electronic intelligence demonstrators like Cerise, Essaim, Spirale and ELISA explored new military applications. CNES conceived most of these systems and performed on-orbit operations, their development being managed by an integrated team.

The Pleiades and Athena dual-use systems ushered in a new form of collaboration. CNES oversaw the Pleiades very-high-resolution Earth-observation system—shared by military and civil users—in house. The French and Italian space agencies developed the Athena broadband satellite system to be launched early in 2014 for the ministries in charge of security and defence in both countries. Today, CNES is developing the satellites for the MUSIS programme to succeed Helios. The CERES electronic intelligence system, after the design phase led by CNES, is expected to enter the construction phase during the next military spending plan, under an integrated team comprising CNES, the armed forces Joint Staff (EMA) and DGA.

A series of agreements, memoranda and contracts have formalized these ties over the years. They have evolved in line with regulatory constraints, but the relationship is still driven by the same team spirit and pursuit of excellence of the early years. ■

►►
Signature du contrat
Esa-CNES entre
Antonio Fabrizi, directeur des
lanceurs de l'Esa (à gauche), et
Bernard Chemoul,
directeur du CSG (à droite).
ESA Director of Launchers Antonio
Fabrizi (left) and CSG Director
Bernard Chemoul (right) sign the
ESA-CNES agreement.



CONTRAT ESA-CNES FINANCEMENT SPATIAL GUYA

Les pays membres de l'Agence spatiale européenne participent, via leur contribution à l'Esa, au financement des coûts fixes du Centre spatial guyanais, port spatial de l'Europe. Depuis 1975, ce financement se fait au travers d'un contrat entre l'Esa et le CNES, renouvelé tous les cinq ans. Le 20 mars 2013, Bernard Chemoul, directeur du CSG, et Antonio Fabrizi, directeur des Lanceurs de l'Esa, ont renouvelé leur accord pour la période 2013-2017. Explications.

Q u'il s'agisse des investissements nécessaires à l'évolution et à l'optimisation des activités de la base spatiale ou du maintien en conditions opérationnelles (MCO) des équipements et des installations, les coûts du Centre spatial guyanais font l'objet d'un financement assez particulier. « Ce contrat prévoit que les deux tiers des coûts fixes du CSG soient financés par l'Agence spatiale européenne, un tiers restant à la charge de la France, résume Pierre Lafuma, adjoint du directeur du CSG, en charge du contrat Esa-CNES. Le nouveau contrat 2013-2017 a pour objet principal le maintien en conditions opérationnelles de la base, ce qui recouvre deux grands domaines: les activités de maintenance et d'exploitation des moyens techniques concourant aux lancements, ainsi que l'investissement. » Et Giovanni Carra, chef de la division Infrastructures et base de lancement à la Direction des lanceurs de l'Esa d'ajouter: « On établit le coût de maintien en conditions opérationnelles en fonction d'un modèle de mission nominal (6 Ariane, 2 Vega et 2 Soyouz par an). Le CNES a donc deux contrats: l'un avec l'Esa pour les coûts fixes, l'autre avec Arianespace pour les coûts variables induits par l'exécution des campagnes de lancement. Cinquante pour cent de la contribution de l'Esa aux coûts fixes du CSG est payée par ses États membres en fonction de leur PNB, et 50 % en fonction du retour géographique résultant de l'exploitation des lanceurs. Arianespace contribue également aux coûts fixes du CSG pour la partie allouée à Soyouz. »



ANNE BELLANOVA pour le / for CNES

DU CENTRE NAIS

Retours géographiques

Le principe de retour géographique est une des contraintes de ce financement : chaque État membre doit obtenir, pour son industrie, un volume d'activité proportionnel à sa contribution aux programmes de l'Esa. C'est ce qui explique le patchwork industriel de la filière Ariane, où les éléments du lanceur sont fabriqués en Europe par l'industrie européenne, puis transportés en Guyane pour l'assemblage final. « Une autre exigence, découlant de cette contrainte de retour européen, c'est celle de l'eupéanisation des effectifs, rappelle Pierre Lafuma. L'exécutif de l'Esa a souligné que, dans la mesure où les délégations européennes ont accepté de contribuer au financement de la masse salariale du CSG, qui entre dans les

coûts d'exploitation et de maintenance, il fallait en contrepartie s'assurer de l'emploi de personnels européens non français sur la base. L'engagement du CNES est d'employer au minimum 20 Européens non français. » « Ces exigences ne sont toutefois pas toujours évidentes à respecter, renchérit Giovanni Carra, car, pour qu'une entreprise s'installe en Guyane, il faut qu'elle ait une masse d'activité qui lui permette de vivre; ce qu'on appelle la "masse critique". Sinon, elle risque d'être plus chère, ce qui ne va pas dans le sens d'une optimisation des coûts. Le volume d'activités généré par l'arrivée des lanceurs Soyuz et Vega est donc essentiel pour la recherche de synergies et pour l'optimisation des coûts sur la base. Nous y travaillons avec le CNES. »

Autre volet de cette exigence de retour européen, la nécessité de doter la base d'une image européenne qui mette en valeur la contribution des États membres à son financement. Là encore, l'Agence s'assure, au travers des différents reportings réalisés par le CNES chaque trimestre, que des efforts sont faits dans ce sens. Cela passe notamment par la signalétique, la présence des drapeaux à l'entrée du CSG, de la mention « Port spatial de l'Europe » sur les différents supports de communication, etc. « Pour faciliter la planification de ces dépenses pour les États, normalement, les prix sont fixés de façon forfaitaire sur trois ans, avec une possibilité d'extension sur deux ans, dans la limite d'un montant plafond. C'est une façon d'assurer la stabilité du système, assure Giovanni Carra. Cela permet aussi à la base de continuer de fonctionner dans le cas où, par exemple, les États membres n'ont pas encore décidé de leur contribution pour la période suivante. » Et c'est là que le retour d'expérience du CNES prend tout son sens, notamment en termes d'identification et de planification des risques. « C'est d'autant plus important que les prix des trois premières années ne sont pas modifiables ». ■

Pour en savoir plus : Histoire et acteurs au CSG.
More: History and people of the CSG.



ESA-CNES AGREEMENT

Funding the Guiana Space Centre

Member states' contributions to the European Space Agency (ESA) help to fund the fixed operating costs of the Guiana Space Centre, Europe's spaceport. Since 1975, funds have been appropriated through an ESA-CNES agreement, renewed every five years. On 20 March, the centre's director Bernard Chemoul and ESA's Director of Launchers Antonio Fabrizi signed the new agreement for 2013-2017.

Be it for investments to upgrade and optimize activities at the launch base or for through-life support of equipment and facilities, the funding arrangements for the costs incurred at the Guiana Space Centre (CSG) are somewhat special. "This agreement provides for funding of two-thirds of the CSG's fixed operating costs by ESA and one-third by France," notes Pierre Lafuma, the centre's Assistant Director, in charge of the ESA-CNES agreement. "The new agreement for 2013-2017 is geared chiefly towards assuring the base's through-life support, which covers two main areas: maintenance and operation of launch systems, and investments." Giovanni Carra, head of the launch base's Infrastructure Division at ESA's Directorate of Launchers, adds: "We calculate through-life support costs on the basis of a nominal mission model—six Ariane, two Vega

and two Soyuz launches a year. CNES therefore has two agreements: one with ESA for fixed operating costs, and one with Arianespace for variable launch campaign costs. Half of ESA's contribution to the CSG's fixed costs is paid by member states according to their GDP, and half according to the geographic return resulting from operation of the launchers. Arianespace also contributes to fixed costs incurred for Soyuz at the CSG."

Geographic returns

The geographic return principle applies to funding of the launch base: each member state must obtain for its industry a volume of business proportional to its contribution to ESA programmes. This explains the manufacturing work share for Ariane, with launcher elements built in Europe by European industry and then shipped to French Guiana for final assembly. "Another requirement dictated by this geographic return constraint is the employment of European nationals," notes Pierre Lafuma. "ESA's Executive Board has stressed that, to the extent that European delegations have agreed to fund the CSG's payroll, which is part of its operating and maintenance costs, then non-French European nationals must be employed at the base. CNES thus commits to employ at least 20 European nationals." "These requirements aren't always easy to comply with," stresses

Giovanni Carra, "because before a company sets up in French Guiana it needs to have the critical mass to survive. Otherwise, it's going to be more expensive and costs won't be optimized. Business generated by the Soyuz and Vega launchers is therefore vital to seeking synergies and optimizing the base's costs. That's something we're working on with CNES." Another aspect of the geographic return rule is the need to project a European image that highlights member states' funding contributions. Here again, the agency keeps a check through quarterly reports from CNES. This requirement is achieved in particular through signage, flags at the base entrance, use of the term 'Europe's spaceport' on communications materials and so on.

"To facilitate planning of expenditures for member states, we usually set prices for three years, with an optional extension over two more years, within a ceiling amount. It's a way of ensuring the system remains stable," explains Giovanni Carra. "It also allows the base to continue operating if, for example, member states haven't yet approved their contribution for the next funding period." This is where CNES's experience really comes into its own, notably when identifying and planning for risks. "It's especially important given that prices for the first three years can't be altered." ■

LE CNES AU BOURGET AFFLUENCE RECORD

Une fois encore, la participation du CNES au Salon du Bourget n'est pas passée inaperçue. Installé au pied des maquettes d'Ariane 1 et d'Ariane 5, le pavillon du CNES a invité les visiteurs à embarquer, cette année, pour un voyage à multiples escales dans l'espace. Première étape: devant l'entrée, décollage virtuel simulé par une image au sol de l'Île-de-France vue par Pléiades – la plus grande jamais présentée (plus de 100 m²). Deuxième étape: dès la porte franchie, cap sur le Centre spatial guyanais, à Kourou. Troisième étape: présentation des lanceurs européens, avec en vedette le futur Ariane 6 commenté par des ingénieurs du CNES, non pas en chair et en os, mais en hologramme. Quatrième étape: encore plus loin, l'Univers, avec projections géantes, miroirs et images en 3D (sans lunettes), pour une expérience immersive au sein des sciences spatiales. Passé ce sas de l'infiniment grand, le voyage amorçait un retour vers la Terre à travers des applications aussi bien militaires que civiles. Enfin, l'atterrissage dans une salle baignée de lumière faisait découvrir des applications concrètes de la vie quotidienne. Deux belles surprises attendaient là le visiteur: un écran en ultra haute définition diffusant en direct par satellite des images d'une qualité quatre fois supérieure à la haute définition actuelle, et une maquette en Lego du centre de contrôle Jupiter, à Kourou, pour évoquer l'apport du spatial à l'imaginaire, la création et les activités pédagogiques. Outre ces espaces d'exposition, le CNES a proposé plusieurs activités sur place (ateliers pédagogiques et animations) et en ligne, sur le site et sur les réseaux sociaux (tchats vidéo thématiques). Malgré le mauvais temps, pas moins de 32 000 visiteurs auront fréquenté le pavillon, au nombre desquels de hautes personnalités, dont le Président de la République, le Premier ministre, les ministres de la Recherche, de la Défense, de l'Économie numérique, des Affaires étrangères, ainsi que des instances parlementaires et territoriales et des délégations étrangères.

CNES AT THE PARIS AIR SHOW

Record turnout

Once again, CNES was a big presence at this year's Paris Air Show. Standing at the foot of the life-size mock-ups of Ariane 1 and Ariane 5, the CNES pavilion invited visitors on a journey with several stopovers in space. Braving the bad weather, no fewer than 32,000 visitors came through the pavilion, among them a string of VIPs including French President François Hollande, Prime Minister Jean-Marc Ayrault, the Ministers for Research, Defence, the Digital Economy and Foreign Affairs, MPs and councillors, as well as delegations from abroad.

Revoir les photos et vidéos du CNES au Salon du Bourget
<http://www.cnes.fr/bourget2013>



François Hollande



Geneviève Fioraso

Jean-Marc Ayrault

Claude Bartolone



François Fillon

Laurent Fabius





Jean-Yves Le Drian



Fleur Pellerin



Johann-Dietrich Wörner (DLR)



Martin Malvy

Pierre Cohen



Délégation de la commission du développement durable de l'Assemblée nationale, menée par son président, Jean-Paul Chanteguet.



Rencontre entre Geneviève Fioraso et Maria Chiara Carrozza, ministre italienne de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



Délégation de la commission des affaires économiques du Sénat, menée par son président, Daniel Raoul.



Naoki Okumura (Jaxa)



Les parlementaires autour de Geneviève Fioraso.



Le préfet Thomas Degos accompagné du président de la région Guyane, Rodolphe Alexandre.



Alain Lamassoure



Conventions signées entre le CNES et Universcience, le musée de l'Air et de l'Espace, la Cité de l'espace, le Futuroscope et la Coupole.



Bruno Le Roux



Kader Arif



Jean-Luc Mélenchon

LILIANE FEUILLERAC pour le / for CNES

EarthLab®

LA GÉO-INFORMATION, UNE AIDE UTILE À L'ENVIRONNEMENT

Fruit d'engagements croisés, EarthLab® a trouvé sa terre d'ancrage, l'Aquitaine, et un accueil à résidence privilégié sur l'Aerocampus de Latresne. Centre opérationnel de géo-information, ce nouveau service conçu par Telespazio France va fédérer intérêts économiques et environnementaux sur cette région. Nicolas Vincent, directeur Géo-information chez Telespazio, confirme: « *Aujourd'hui, environnement et économie ont cause liée, et la géo-information offre une gamme étendue de produits susceptibles d'aider au bon équilibre. Dans ce panel, le spatial est une brique du système grâce aux capteurs radar et optiques, notamment l'OTB¹ du CNES. EarthLab® va jouer sur la complémentarité des technologies. Nous optimiserons ainsi la réponse concrète fournie aux utilisateurs finaux.* »

La région Aquitaine est un excellent terrain d'application. À titre d'exemple, les satellites captent des informations précieuses pour la gestion de la forêt ou du vignoble: croissance des végétaux, zones de sécheresse. « *Ces données renforcées par d'autres sources peuvent orienter des stratégies de développement vertueuses et efficaces, dans le respect des écosystèmes. Les ressources, images, solutions logicielles, travaux, etc. seront rendus accessibles de manière rapide et opérationnelle. Il faut que les professionnels du secteur puissent s'en saisir facilement* », explique Nicolas Vincent. Concrètement, EarthLab® vient de composer une équipe de plus de 20 personnes pour affiner la corrélation entre demande-produits finaux et constituer les catalogues de services utiles. En devenir, ce centre sera aussi plateforme de formation, de recherche et de développement dédiée aux laboratoires, aux thésards, aux PME. À terme, le service va s'étendre à la gestion des espaces côtiers, à l'occupation du sol, etc. Mieux que les fées, c'est le président de la République, François Hollande, qui s'est penché sur le berceau d'EarthLab® le 10 janvier 2013 en paraphant la convention de partenariat entre Telespazio France, Aerocampus et le conseil général d'Aquitaine. ■

¹ L'ORFEO Toolbox (OTB) bibliothèque open source du Cnes.

EARTHLAB®

Geo-information aiding the environment

EarthLab® has put down its roots in the Aquitaine region of Southwest France on the Latresne Aerocampus. This new operational geo-information centre conceived by Telespazio France is set to federate economic and environmental interests in the region. Nicolas Vincent, head of geo-information at Telespazio, confirms: "*Today, the environment and the economy are tied together and geo-information offers a broad spectrum of products that can help to get the balance of the two right. Space-based radar and optical sensors are key elements of the system, notably CNES's OTB¹. EarthLab® will exploit complementary technologies to optimize solutions supplied to end-users.*"

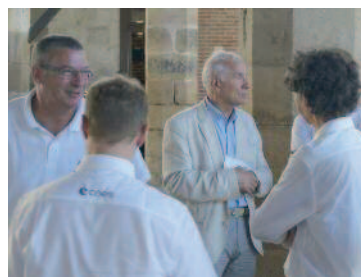
Aquitaine is an excellent case in point. For example, satellites acquire valuable information on plant growth and soil moisture for managing forests and vineyards. "*Added to data from other sources, this information helps to guide virtuous, effective and eco-friendly development strategies,*" says Nicolas Vincent. "*Data resources, imagery, software solutions and other work will be accessible quickly and operationally, as professionals need to be able to get to grips with them easily.*" EarthLab® now has a team of more than 20 people working to match products closely to demand and build up catalogues of useful services. The growing centre will also be a platform for training, research and development for laboratories, PhD students and SMEs. Ultimately, it intends to widen its scope to coastal management, land occupancy and other applications. And EarthLab® could not have wished for a better start in life, as French President François Hollande himself was there to sign the partnership agreement between Telespazio France, AeroCampus and the Conseil Général d'Aquitaine on 10 January. ■

¹ ORFEO Toolbox, an open-source library

« Le ciel sur Cordes » DEUXIÈME ÉDITION

Parmi les grands sites de Midi-Pyrénées, Cordes-sur-Ciel est un des plus beaux villages de France. Haut lieu du catharisme, cette bastide médiévale construite en 1222 a pris goût au spatial et renouvelle l'opération « Le ciel sur Cordes » de l'été 2012. Avec la mairie, le CNES, l'Esa et Arianespace organisent cette nouvelle édition en deux temps. Tout d'abord, les 13 et 14 mai 2013, les élèves de l'école intercommunale, accompagnés par la directrice, Aline Redo, et ceux du collège, encadrés par le conseiller principal d'éducation, Didier Huc, ont pu découvrir « Questions d'espace » à travers l'exposition du CNES destinée aux jeunes, qui propose un panorama exhaustif des activités spatiales. Ils ont également pu participer grâce au Spatiobus, véhicule pédagogique du CNES, à des ateliers de construction de fusée et de localisation par satellite, à des quiz et des conférences. Durant l'été, du 29 juillet au 9 août, ce sera au tour des Cordais et des vacanciers de visiter cette fois l'exposition De l'espace pour la Terre. Ce magnifique site historique servira alors de théâtre aux maquettes de satellites dédiés à l'exploration de l'Univers, à l'observation de la Terre et aux télécommunications. Un grand rendez-vous culturel et scientifique est d'ores et déjà fixé avec projection de film, conférences, et surtout un direct depuis la base de Kourou pour le lancement du satellite de télécommunications Alphasat. Paul Quilès, maire de Cordes et ancien ministre de l'Espace, de 1988 à 1992, sait de quoi il parle en présentant ce programme pluri-

disciplinaire et multi-culturel sur plusieurs années. Vu le succès qu'a connu cette manifestation en 2012, gageons que l'édition 2013 connaîtra un réel engouement. ■



SPACE IN CORDES-SUR-CIEL

Back for more

After the success of last year's Le Ciel sur Cordes operation, Cordes-sur-Ciel in Southwest France—bastion of the Cathar faith and one of France's most beautiful old walled towns built in 1222—is pursuing its discovery of space. This year's event, organized by the town council, CNES, ESA and Arianespace, is taking place in two stages. First, on 13 and 14 May primary school pupils with their headmistress Aline Redo and junior high-school pupils with their head school counsellor Didier Huc saw CNES's Questions d'Espace (All about Space) exhibition, designed to give young people a broad picture of space activities. The agency's Spatiobus space bus also got them involved in rocket-building and satellite-positioning workshops, quizzes and conferences. Second, this summer from 29 July to 9 August, the picturesque town and the many tourists who flock there will be treated to the Space for Earth exhibition. It will also be the backdrop for mock-ups of space exploration, Earth-observation and telecommunications satellites. A major science and culture event is in store, with a film showing, conferences and above all a live broadcast of the launch of the Alphasat telecommunications satellite from Kourou. And who better to present this multidisciplinary and multicultural programme than Paul Quilès, Cordes' mayor and former Minister for Space from 1988 to 1992. ■

INTERVIEW

Propos recueillis par / Interview by
LE GÉNÉRAL HENRY DE ROQUEFEUIL

Sortie du Livre blanc sur la Défense et la Sécurité nationale, vote de la loi de programmation militaire, prochain lancement du satellite Athéna-Fidus pour les communications civiles et militaires, l'année 2013 est résolument marquée du sceau de la Défense. Une occasion pour le général Yves Arnaud, commandant interarmées de l'espace, et Jean-Yves Le Gall, président du CNES, de revenir sur les liens très forts qui lient l'espace et la Défense.



ESPACE ET DÉFENSE

Une tradition de coopération

Comment fonctionnent les relations entre le CNES et le commandement interarmées de l'espace ?

G^{ral} Y. A. : Le commandement interarmées de l'espace (CIE), créé le 1^{er} juillet 2010, s'inscrit dans la longue tradition des liens tissés entre les armées et le CNES, et ce depuis près d'un demi-siècle. Les attributions étendues du CIE, voulues par le Livre blanc sur la Défense et la Sécurité nationale de 2008, en font le point d'entrée des armées pour les affaires spatiales les concernant. Elles confortent et donnent une nouvelle impulsion à la collaboration avec le CNES, qui se décline aujourd'hui à trois niveaux. Tout d'abord, une relation de travail quotidienne est assurée par le conseiller militaire du président du CNES auprès du général commandant le CIE (GCIE). Ensuite, une équipe intégrée dite CNES-Défense, composée d'experts du CNES, d'officiers du CIE et d'ingénieurs de la Direction générale de l'armement (DGA), constitue une force de proposition. Enfin, une enceinte de concertation à haut niveau, le comité de

pilotage CNES-Défense, coprésidé par le CNES, la DGA et l'état-major des armées (EMA), permet le suivi des programmes spatiaux et l'orientation des études de R&D.

J.-Y. L.G. : Au-delà d'être l'une de nos tutelles, la Défense est notre client privilégié. Aussi sommes-nous très attentifs aux liens que nous entretenons avec elle. Nous voulons être à l'écoute de ses besoins et l'aider dans ses arbitrages entre coûts, délais et performances, en nous appuyant sur notre expertise technique. En parallèle des accords formels que nous avons signés avec la DGA, j'attache une grande importance aux travaux de l'équipe CNES-Défense, à laquelle participent le commandement interarmées de l'espace et la DGA. C'est à elle que revient la préparation des programmes de demain pour que les technologies et les industriels soient prêts, lorsque la Défense décidera de lancer ceux qui répondront le mieux à ses besoins. Le rapport trimestriel qu'effectue l'équipe devant le comité de ●●●

pilotage offre aux autorités de la Défense et du CNES l'occasion de partager informations et avis sur les orientations de ces projets. Véritable boîte à idées, l'équipe réfléchit aux programmes futurs ou à ceux en phase de conception, et tous les services du CNES sont à sa disposition pour l'aider dans sa mission.

La constellation Pléiades est aujourd'hui opérationnelle et fonctionne bien. Est-ce présager que l'avenir est aux programmes duaux ?

G^{ral} Y. A : Avec une expérience opérationnelle de plus d'un an, la Défense peut constater l'apport de Pléiades dans le domaine optique visible pour les missions de renseignement, de ciblage et de géographie. La couleur avec les bandes multispectrales, le nombre de prises de vue sur un théâtre d'opérations alliant agilité et réactivité avec une haute priorité de programmation, sont des atouts majeurs pour la satisfaction des besoins des forces en opérations. Ces atouts ont de plus préservé la contrainte militaire de protection des données de programmation et des données images. Exploité simultanément par la Défense et l'industrie au titre d'une délégation de service public, Pléiades fait donc la preuve de la faisabilité technique et opérationnelle d'un système d'observation de la Terre dual. Sa réussite laisse la porte ouverte à la dualité pour les futurs programmes spatiaux de défense.

J.-Y. L.G. : À l'occasion des opérations au Mali, le CNES a entendu avec beaucoup de fierté la satisfaction exprimée par les armées concernant les satellites Hélios 2 et Pléiades, dont il a la charge. L'originalité du programme Pléiades est, comme vous le soulignez, son caractère dual.

Très innovant, il soutient également la compétitivité industrielle. En même temps, dans cette voie de l'imagerie spatiale haute résolution, nous conduisons avec la DGA le programme CSO-Musis, successeur d'Hélios, dont le premier satellite devrait être opérationnel en 2017. Et nous préparons déjà les futurs successeurs de ces programmes qui devront répondre aux besoins des armées, avec un souci accru de réduire leurs coûts. La question que vous posez est au cœur de nos études : la dualité est l'une des solutions pour atteindre les économies recherchées. Elle intéresse donc la Défense, et c'est une option que nous étudions avec elle. Mais il en existe d'autres, comme la coopération avec des partenaires ou des instances européennes. La réponse à cette question appartient à la Défense, et la mission du CNES est de lui apporter les éléments pour qu'elle puisse choisir et décider.

Quel est le modèle de coopération entre les armées et le CNES dans le domaine de la surveillance de l'espace ?

G^{ral} Y. A : Les responsabilités et les missions des armées et du CNES sont différentes, mais leurs moyens et leurs ressources sont complémentaires. En effet, le code¹ de la Défense confie aux armées la charge de recenser les objets en orbite à des fins de renseignement et d'évaluer les risques qui pèsent sur nos territoires (rentrées atmosphériques). Cette situation spatiale repose essentiellement sur les données fournies par le radar de veille et de trajectographie Graves, complétées par des données d'autres sources (radars de l'armée de l'air Satam, du bâtiment d'essais et de mesures Monge, etc.). Ces données sont aussi fournies au CNES, qui les valorise grâce à son expertise

¹Nom d'une loi qui régit le fonctionnement de la Défense dans certaines missions.

SPACE AND DEFENCE

A long history of cooperation

With the release of the White Paper on security and defence, approval of the next military spending plan and the forthcoming launch of the Athena-Fidus civil and military communications satellite, 2013 is a banner year for defence. CNESMAG took the opportunity to talk to General Yves Arnaud, Chief of Joint Space Command, and CNES President Jean-Yves Le Gall about the strong ties that exist between space and defence.

How do CNES and Joint Space Command work together?

General Yves Arnaud: The Joint Space Command formed on 1 July 2010 grew out of the longstanding ties that the armed forces and CNES have forged over nearly half a century. The Command's extended purview as set out in the White Paper on security and defence in 2008 makes it the first point of contact for our armed forces where space is concerned. It also gives fresh impetus to our collaboration with CNES, which exists today at three

levels. First, the CNES President's military advisor is in daily contact with the Chief of Joint Space Command. Second, an integrated CNES-Defence team made up of CNES experts, Command officers and engineers at DGA, the French defence procurement agency, acts as a sort of think tank. And third, a high-level CNES-Defence steering committee co-chaired by CNES, DGA and the Joint Chiefs of Staff (EMA) keeps track of space programmes and guides R&D work.

Jean-Yves Le Gall: Besides being one of our overseeing ministries, the Ministry of Defence is also a key customer. So we take a lot of care to cultivate our relationship. We want to listen carefully to its requirements and contribute our technical expertise to help it make cost, schedule and performance trade-offs. Alongside the formal agreements with DGA, I attach a great deal of importance to the work of the CNES-Defence team of which Joint Space Command and DGA are a part. This is the team preparing the programmes of tomorrow so that the technologies and industry are

ready when the ministry decides to launch those most suited to its requirements. The quarterly review that the team presents to the Steering Committee gives the military authorities and CNES the opportunity to share information and views about the directions these programmes should be taking. The team is a great source of ideas for future programmes and those still in the early design phase, and it can call on all of CNES's departments to assist it.

The Pleiades constellation is now operational and working well. Is this a sign that dual-use programmes are the shape of the future?

YA: With the operational experience gained in the last year or so, we are seeing the benefits of Pleiades in the visible optical spectrum for intelligence, targeting and mapping missions. Multispectral colour bands and the ability to acquire multiple images of a theatre of operations, with priority satellite tasking combining agility and quick response, are key advantages for forces in the field. It also meets the military requirement for effective



◀◀ Préparation du satellite Athéna-Fidus pour des essais de vide thermique chez Thales Alenia Space, à Cannes. The Athena-Fidus satellite is prepped for thermal vacuum testing at Thales Alenia Space, Cannes.

en matière de mécanique spatiale. En retour, le Centre d'orbitographie opérationnelle (COO) apporte son soutien aux armées par la fourniture de méthodes et le développement de logiciels afin qu'elles exploitent au mieux les données dont elles disposent. Un lien opérationnel fort existe donc entre les armées et le CNES.

J.-Y. L.G. : Dans les armées, le commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes surveille l'espace aérien et l'espace exo-atmosphérique au profit des autorités. Le CNES surveille l'espace pour protéger les satellites qu'il met en œuvre et pour exercer ses responsabilités dans le cadre de la loi sur les opérations spatiales.

Nos missions sont donc adjacentes. La Défense dispose de radars (Graves, Satam, radars DGA) et de compétences dans ce domaine. Notre expertise est ancienne autour du Centre d'orbitographie opérationnelle de Toulouse, qui offre maintenant aux opérateurs le service probatoire anticollision Caesar, qu'il a créé pour nos besoins et auquel contribuent de nombreux services du CNES. La coopération entre la Défense et le CNES a pour objet de valoriser l'expertise et les moyens de la France dans ce domaine. Elle nous permettra d'offrir, avec l'Allemagne, une certaine autonomie à l'Europe et, à l'international, elle optimise notre relation avec les États-Unis, qui nous fournissent des données. ■



protection of tasking and image data. Operated by the military and industry under a delegated public service agreement, Pleiades has proved that a dual-use Earth-observation system is technically and operational feasible. Its success paves the way for future dual-use military space programmes.

JYL: CNES was very proud during the military operations in Mali to hear the armed forces' satisfaction with the Helios-2 and Pleiades satellites for which we are responsible. As you underline, what makes the Pleiades programme special is its dual-use nature. It is also supporting our industrial competitiveness through its high level of innovation. Alongside Pleiades high-resolution satellite imagery, we are working with DGA on the CSO MUSIS programme to succeed Helios, with the first satellite scheduled to come on line in 2017. And we are already preparing the future successors of these programmes to meet the armed forces' requirements at lower cost. Dual use is a key concern for us, as it is one way we can achieve the desired savings. So it's an option we're looking at

with the military authorities. But there are others, including cooperation with partners or European bodies. The answer to this question lies with the Ministry of Defence and CNES's mission is to inform its decision.

How are the armed forces and CNES working together on space situational awareness?

YA: The armed forces and CNES have different responsibilities and missions, but their assets and resources are complementary. The armed forces are tasked with surveying objects in orbit for intelligence purposes and to gauge the risks of any such objects re-entering the atmosphere over our territories. Our space situational awareness relies chiefly on data from the Graves surveillance and trajectory-tracking radar, complemented by information from other sources like the French Air Force's SATAM radars and the Navy's *Monge* test and measurement vessel. These data are then analysed by CNES's spaceflight dynamics experts. In return, the Operational Orbit Determination Centre (COO) supplies methods and develops software to

enable the armed forces to get the most from their data. So there are close operational ties between the armed forces and CNES.

JYL: Within the armed forces, the Air Defence and Air Operations Command watches over airspace and near space. CNES watches over outer space to protect the satellites we operate and carry out our remit under the French Space Operations Act (FSOA). So our missions are closely related. The military have their Graves, SATAM and DGA radars, and expertise in this area. Our longstanding expertise draws on the heritage of the Operational Orbit Determination Centre in Toulouse, which now offers satellite operators the trial Caesar collision-avoidance service, created to meet our own needs and supported by numerous CNES departments. Cooperation between the military and CNES aims to exploit France's expertise and resources in this field. With Germany, it will enable us to give Europe a certain degree of independence, and internationally it optimizes our relationship with the United States, which supplies us with data. ■



DOSSIER *Special report*

© CNES 2012 DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.

www.cnes.fr/webmag



Dossier réalisé par / Special report by BRIGITTE THOMAS, CNES
et rédigé par / written by SOPHIE LHERM

Protection du littoral

LES SATELLITES AUX AVANT-POSTES

Le littoral français est d'une exceptionnelle beauté. Mais aussi particulièrement vulnérable. Vous aurez l'occasion de le constater durant tout l'été grâce à la livraison des toutes nouvelles images très haute résolution acquises par les satellites Pléiades 1A et 1B. Parmi ces images, celles de dix sites ont été rassemblées dans le cadre d'une exposition estivale proposée par le CNES, le Conservatoire du littoral et Astrium Services. Plus largement, ces images accompagnent l'avènement d'applications nouvelles pour les disciplines spatiales. Explication.

Coastal protection Satellites in the front line

France is blessed with an exceptionally beautiful but also very vulnerable coastline. This will be plain to see when the latest very-high-resolution images come in from the Pleiades 1A and 1B satellites. CNES, the Conservatoire du littoral—France's coastal protection agency—and Astrium Services have selected images of 10 sites for an exhibition this summer. From a broader perspective, such images are ushering in new applications for space.



La côte basque par Pléiades,
prise de vue du 25 juillet 2012.
The Basque coast imaged by
Pleiades, 25 July 2012.

ENTRE TERRE ET MER DES SITES EXPOSÉS

Aussi riches que convoitées, les zones côtières françaises sont de plus en plus vulnérables. La croissance démographique y est deux fois plus élevée que dans le reste de la France. Les risques naturels majeurs y sont de fait potentiellement dévastateurs. Quels sont les enjeux inédits nés de cette évolution ?

Exposition
J'aime ma mer,
sur la préservation
du littoral, à
l'Aquarium de Paris
(5 juin-31 août 2013).
Exhibition
highlighting coastal
preservation at the
Paris Aquarium
(5 June to 31 August
2013).

Avec 7000 kilomètres de côtes pour la seule métropole et le deuxième espace maritime mondial grâce à ses territoires ultramarins, la France est particulièrement concernée par toutes les évolutions du littoral. Espaces exceptionnellement denses, d'une grande richesse écologique, plus vulnérables et convoités que d'autres, les littoraux sont un enjeu majeur de développement durable pour notre pays. Cela sera encore plus le cas demain, avec l'installation attendue de plus de 4 millions d'habitants supplémentaires d'ici à 2040 et le développement prévisible

de nouvelles activités (urbanisation, énergies renouvelables, routes maritimes, etc.). Face à cette vague démographique, un autre facteur de perturbation reste à anticiper : le changement climatique. Depuis des événements comme la tempête Xynthia en 2010, venant après beaucoup d'autres, on sait que les espaces littoraux sont particulièrement exposés à des risques naturels majeurs. Les scientifiques du GIEC expliquent d'ailleurs que le changement climatique va sensiblement amplifier ce potentiel de risques. La montée du niveau moyen des mers, des houles plus fréquentes et plus fortes, le réchauffement et l'acidification



des océans, la modification des courants marins auront pour effet une accélération du recul de certaines parties du littoral, des submersions plus fréquentes, une fragilisation des cordons dunaires et des ouvrages de protection, ainsi qu'une dégradation des écosystèmes côtiers. Tout cela aura naturellement des répercussions non négligeables sur les dynamiques de développement de ces territoires. Ce qui explique la volonté des pouvoirs publics de parvenir à une approche dite « intégrée » de la gestion du littoral.

Le rôle de l'observation satellitaire dans la « gestion intégrée » du littoral

Par « gestion intégrée », le Conseil de l'Europe entend : « l'aménagement et l'utilisation durable des zones côtières prenant en considération le développement économique et social lié à la présence de la mer, tout en sauvegardant, pour les générations présentes et futures, les équilibres biologiques et écologiques fragiles de la zone côtière et les paysages ». Cette gestion relève d'un processus qui a pour objectif de réunir autour d'un même projet de développement durable des acteurs aux intérêts souvent divergents. Ses outils sont notamment les schémas de mise en valeur de la mer, les volets littoraux des schémas d'aménagement régionaux (SAR) et l'ensemble des instruments développés dans le cadre du Grenelle de

BETWEEN LAND AND SEA

Coasts under threat

France's rich and prized coastlines are increasingly vulnerable. Population growth is twice as high as anywhere else in the country, so major natural disasters could have a devastating impact. Where is this new trend likely to lead us?

With 7,000 kilometres of coastline in metropolitan France alone and the world's second largest maritime area due to its overseas territories, coastal development is a matter of special concern for our country. Our coasts are exceptionally dense, ecologically rich and more vulnerable and sought after than any other region, so they are facing significant sustainable development challenges. And that's not going to change in the future, as four million more people are expected to be living in coastal areas by 2040, bringing with them increased urban growth, more renewable energies, shipping routes and other attendant activities. Another factor thrown into the mix by this new influx of populations is climate change. In the wake of severe weather events like windstorm Xynthia in 2010, we know that coasts are highly exposed to major natural disasters, and scientists on the IPCC¹ stress that climate change will seriously amplify the likelihood of such disasters. Rising sea level, stronger and more frequent swells, warming and acidification of the oceans, and shifts in ocean currents will accelerate the retreat of certain parts of the shoreline, leading to more frequent flooding, weakening sand dunes and sea defences as well as degrading coastal ecosystems. All of this will obviously affect development of these areas, which is why government is seeking an integrated approach to coastal management.

Satellites supporting integrated coastal management

The Council of Europe defines "integrated management" as "the sustainable development and use of coastal zones which takes into consideration economic and social development linked to the presence of the sea, while protecting landscapes and the coastal zone's fragile biological and ecological balances for present and future generations." Integrated coastal management is driven by a process that aims to get players with often

diverging interests working together on the same project, through tools such as coastal management plans, the coastal sections of regional development plans and the set of instruments developed under France's wide-ranging Grenelle maritime policy review. In this context, radar or optical satellite data are key to establishing and maintaining a shared information system crucial to achieve integrated and sustainable coastal management.

Constantly shifting zones

What makes this especially difficult is the fact that coastlines are constantly shifting under the combined effects of sea water (sea level, swell, tides and currents), climate, natural changes (geological structure) and human activities. In some places the sea carries away part of the land and in others it replenishes it. The coast is the visible limit of the continents, the point where land and sea meet. But the land extends beneath the sea to form the continental shelf. And how much of this shelf lies below the surface depends on sea level, which varies according to ice melt, tides, atmospheric pressure, winds and other factors. This changing environment is therefore the result of a complex alchemy that means the shoreline is not a clear dividing line between land and sea. In addition to these shifts, the many interactions between shipping, tourism and fishing activities in these often fragile zones are threatening biodiversity and causing erosion. This is why a wide variety of overlapping measures have been applied to coastal zones through a series of international, European, national and local laws and regulations. The Framework Water Directive and other EU texts on bathing water, shellfish, urban wastewater and so on recognize the fact that water flowing from the land into the sea is the principal source of sea pollution. The Marine Strategy Framework Directive therefore aims to implement action plans and measure the impacts of anthropogenic pressures. At the same time, awareness-raising actions are also being engaged. For example, CNES has teamed with the Conservatoire du littoral and Astrium Services to put together the 'Around the French coast by satellite' exhibition, for which 10 sites were imaged by the French Pleiades satellite. They will be on display from 5 June at the Paris Aquarium as part of the *J'aime ma mer* (I love the sea) exhibition and at the 10 coastal sites throughout the summer. ■

¹ International Panel on Climate Change



4 MILLIONS D'HABITANTS SUPPLÉMENTAIRES
SONT ATTENDUS SUR NOS LITTORAUX D'ICI À 2040.



"Four million more people are expected to be living in coastal areas by 2040."

EXPOSITION MON LITTORAL PAR SATELLITES

« Cette première collaboration ouvre des perspectives de travail intéressantes »

Pourquoi avoir choisi et rassemblé ces dix images Pléiades à l'occasion de cette exposition ?

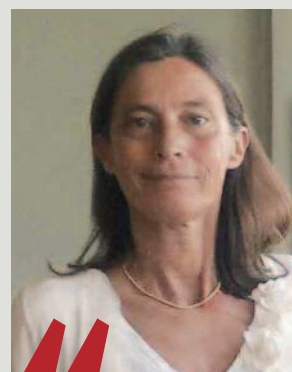
O. G. : Le CNES s'est rapproché du Conservatoire du littoral pour lui proposer de valoriser les nouvelles images satellites issues de la mission Pléiades. Le littoral s'y révèle particulièrement captivant, la beauté des images interpelle et fascine. Leur définition permet de visualiser précisément les sites protégés par le Conservatoire du littoral. Ces images ont une forte valeur pédagogique, et nous avons décidé en commun d'en proposer une dizaine au grand public durant l'été, exposées dans dix maisons de sites du Conservatoire du littoral. Ces images sont tirées sur un lino fixé au sol de 4 m × 3 m et sont associées aux problématiques de gestion propres à ces lieux. Les visiteurs des sites découvriront (ou redécouvriront) dix lieux emblématiques de nos rivages, comme la corniche basque, la baie de Somme, l'Agriate, en Corse, ou encore la Camargue. Parallèlement, l'ensemble des images sera exposé durant tout l'été à l'Aquarium de Paris, dans le cadre de l'exposition que nous avons organisée avec la Fondation d'entreprise P&G pour la protection du littoral, J'aime ma mer.

En quoi l'outil spatial peut-il être une aide à la préservation du littoral ?

O. G. : La qualité et la haute résolution de ces images satellites offrent une approche inédite des enjeux de la préservation. Les territoires s'y révèlent dans leur complexité, mettant en valeur les milieux, mais également les connexions entre milieux. Les questions de trame, de continuité écologique prennent toute leur dimension. Par exemple, l'image de la corniche des Maures du littoral varois démontre la pertinence d'une protection qui englobe le massif dans son ensemble, des lignes de crête au rivage.

Le CNES et le Conservatoire du littoral sont-ils appelés à collaborer davantage à l'avenir ?

O. G. : Nous ferons un bilan en fin de saison estivale avec les gestionnaires des maisons de sites où ont été exposées les images. Cette première collaboration ouvre des perspectives de travail intéressantes. On pourra peut-être à l'avenir reconduire cette approche avec, par exemple, les rivages lacustres des grands lacs français, qui sont également l'objet d'enjeux de préservation importants, ou encore ceux de l'outre-mer. Notre pays a fait le choix depuis une quarantaine d'années de préserver son littoral, il est important que le public puisse mesurer cet engagement !



3 questions à Odile Gauthier, directrice du Conservatoire du littoral.
Q&A with Odile Gauthier, Director of the Conservatoire du littoral.

EXHIBITION:
AROUND THE FRENCH COAST BY SATELLITE

"This first collaboration holds a lot of promise."

What was the reason for choosing 10 Pleiades images for this exhibition?

Odile Gauthier: CNES contacted the Conservatoire du littoral with an idea to stage new satellite images from the Pleiades mission. There are some really beautiful and captivating images of the coast and their level of detail shows a precise picture of the sites protected by the Conservatoire. They are a great outreach tool, so we decided together to put 10 of them on public display this summer, in 10 houses at sites managed by the Conservatoire. The images are printed on a 4-metre-by-3-metre synthetic sheet fixed to the floor. Each one illustrates specific coastal management issues and will show visitors emblematic places along our coastline, like the Corniche Basque, the Bay of Somme, l'Agriate in Corsica or the Camargue. All of the images will also be on display throughout the summer at the Paris Aquarium as part of an exhibition we're organizing with the P&G Foundation, entitled *J'aime ma mer* (I love the sea).

How can satellites help to protect our coastline?

O.G.: The quality and high resolution of these satellite images offer a new approach to preservation issues. The images reveal and highlight different environments in all their complexity, showing how they are interlinked and underlining the importance of ecological corridors and continuity. For example, the image of the Corniche des Maures on the Mediterranean coast demonstrates the utility of protecting the massif as a whole, from its ridges to the shore.

Will CNES and the Conservatoire du littoral be working more often together in the future?

O.G.: After the summer holiday season we'll see how things went with the people managing the sites displaying the images. This first collaboration holds a lot of promise. We could perhaps pursue the same approach in the future, for example focusing on the shores of our large lakes, which are also facing significant conservation challenges, or the coasts of our overseas territories. France has chosen over the last 40 years to preserve its coastline and it's important to make the public aware of this commitment.

Les 10 images de l'exposition Mon littoral par satellite, publiées chaque semaine sur le site du CNES :
The 10 images in the 'Around the French coast by satellite' exhibition, each week on the CNES website.

<http://image-cnes.fr/tag/littoral>



© CNES 2012-DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.

la mer. Dans ce contexte, l'observation satellitaire, optique ou radar, constitue le socle de base pour l'établissement et la maintenance d'un système d'information partagé indispensable à la gestion intégrée et durable du littoral.

Des zones géographiques en perpétuelle mutation

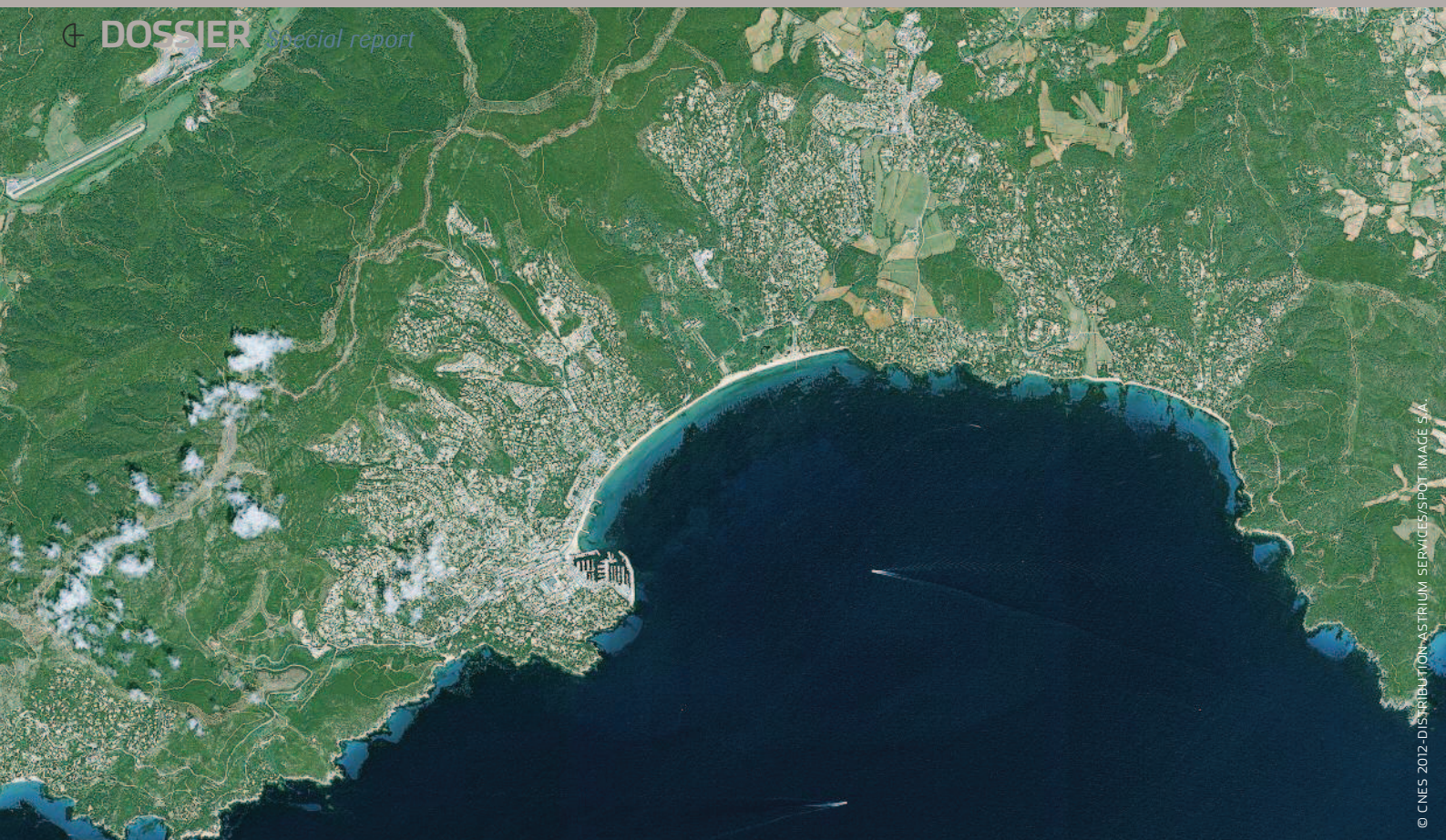
La difficulté en la matière tient au fait que ces zones géographiques, les côtes en particulier, sont en perpétuelle mutation. Elles changent sous l'influence combinée des eaux marines (niveau de la mer, houle, marées et courants), du climat global, des évolutions naturelles (structure géologique) et des effets générés par les activités humaines. À certains endroits, la mer emporte une partie de la terre ; à d'autres, elle apporte de nouveaux matériaux. La côte représente la limite visible des continents, le point de rencontre entre la terre et la mer. Mais la terre s'étend aussi sous la surface de la mer, formant ce que l'on appelle le « plateau continental ». Et la surface immergée de ce plateau dépend en fait du niveau de la mer, lequel varie à son tour en fonction du volume de glace des calottes polaires, des marées, de la pression atmosphérique, des vents... Alchimie complexe, ce perpétuel mouvement interdit de faire une stricte dichotomie sur le trait de côte entre terre et mer.

À ce mouvement perpétuel s'ajoute un grand nombre d'in-

teractions entre les activités de transport maritime et celles de tourisme, de pêche sur ces zones souvent fragiles et changeantes (biodiversité menacée, érosion). Si bien qu'une grande variété de mesures de gestion s'entrecroisent sur ces zones littorales pour l'application de textes internationaux (réserves de biosphère, zones Ramsar), européens (directive-cadre sur l'eau, directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin », etc.), nationaux et locaux (loi sur l'eau, loi littoral, etc.). La directive-cadre sur l'eau ainsi que d'autres textes communautaires (concernant les eaux de baignade, la conchyliculture, les eaux résiduaires urbaines, etc.) tiennent compte du fait que c'est l'eau venant de la terre qui véhicule la majeure partie de la pollution en mer. La directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin » vise, dès lors, à mettre en œuvre des plans d'action et à mesurer les impacts liés aux pressions anthropiques.

Parallèlement, les actions de sensibilisation auprès du grand public sont engagées. Le CNES s'est ainsi associé au Conservatoire du littoral et à Astrium Services pour l'exposition Mon littoral par satellites, qui est aujourd'hui proposée au public français. Dix sites du littoral métropolitain ont été photographiés par le satellite français Pléiades. Les photos sont exposées depuis le 5 juin 2013 à l'Aquarium de Paris, dans le cadre de l'exposition J'aime ma mer, et sur dix sites du littoral français durant tout l'été. ■

▲▲
L'île de Ré par
Pléiades, prise
de vue du
19 septembre 2012.
Île de Ré imaged
by Pléiades,
19 September 2012.



▲▲ La corniche des Maures par le satellite Pléiades, prise de vue du 2 mai 2012. Corniche des Maures imaged by Pleiades, 2 May 2012.

GESTION DU LITTORAL L'APPORT INÉDIT DE L'ESPACE

Une des grandes nouveautés du travail scientifique de la dernière décennie est de proposer à partir des données spatiales, complétées par des relevés sur site et des modèles, une expertise aux autorités publiques, aménageurs du territoire et élus locaux. Retour sur cette évolution et tour d'horizon des perspectives ouvertes.

La communauté du littoral s'intéresse au spatial. C'est un fait nouveau. Jusqu'à il y a peu, les données d'observation de la Terre semblaient inadaptées à la gestion de ces territoires, ne serait-ce que parce qu'un satellite ne suit pas le trait de côte. Mais, avec l'avènement de données d'observation d'excellente qualité, les choses ont changé. Car une photographie à un instant T ne suffit pas : pour ces zones d'interface en perpétuelle mutation, l'objectif est de savoir comment cette photographie – cet aménagement du littoral, cette digue, ce récif corallien – va évoluer dans le temps. Aujourd'hui, les données satellites très haute résolution et les séries temporelles à haute revisite pour le suivi dynamique permettent de construire des cartes de changement et d'évolution temporelle. Ainsi, avec l'arrivée des constellations Sentinelle du programme européen Copernicus-GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*),

va commencer la moisson de données très haute résolution (10 m) avec une grande revisite temporelle (5 jours) et une acquisition systématique. Déjà, les images Pléiades haute résolution (70 cm) offrent des perspectives inédites. Pas question, bien sûr, d'affirmer que l'outil spatial suffira à la bonne gestion du littoral. Mais il est déjà devenu un élément à la fois essentiel et complémentaire des réseaux de données in situ (bouées Argos, etc.) et de la modélisation.

Des disciplines spatiales imbriquées

Ce nouvel intérêt de la communauté du littoral pour les données satellites est allé de pair avec les évolutions de deux grandes disciplines spatiales : l'altimétrie, qui fournit les mesures de hauteur de mer, et l'optique, qui fournit les images haute résolution. Une évolution née de leur convergence vers un objet d'étude commun : les zones côtières au sens large (incluant les estuaires), ces milieux d'interface

►► L'île d'Ouessant par Pléiades, prise de vue du 13 juin 2012. Ile d'Ouessant imaged by Pleiades, 13 June 2012.

entre lithosphère, atmosphère et hydrosphère marine et continentale. Au CNES, deux expertes, responsables thématiques, sont à pied d'œuvre pour coordonner les programmes existants et imaginer ceux du futur. Juliette Lambin est responsable des programmes Océans et Cryosphère. Et Selma Cherchali, responsable des programmes Environnement continental et Hydrologie à la Direction de la stratégie et des programmes. Elles occupent des bureaux contigus, et ce n'est pas un hasard. « Nous essayons d'apporter le meilleur de chacune de nos disciplines, explique Juliette Lambin. Dans l'observation des océans, on est depuis toujours attentifs à l'aspect revisite, c'est-à-dire échantillonner ce qu'on observe à la fois dans le temps et l'espace pour pouvoir décrire complètement des phénomènes dynamiques. » Selma Cherchali encourage ce rapprochement : « Les zones côtières au sens large présentent une richesse paysagère et environnementale remarquable. Cette richesse est associée à la position géostratégique des littoraux, en particulier des estuaires, qui attirent une urbanisation grandissante et la multiplication d'activités économiques portuaires, industrielles et touristiques, dont les objectifs ne sont pas toujours compatibles avec la préservation de cette zone tampon et de sa biodiversité. L'avènement des données optiques avec une revisite et une résolution spatiale accrues ouvre des perspectives pour le suivi de la dynamique de l'occupation du sol. »

Du grand large à l'océanographie côtière opérationnelle

Les mesures de hauteur de mer fournies par l'altimétrie sont essentielles pour comprendre les mécanismes à l'œuvre le long du littoral, prévoir les courants ou l'arrivée de nappes d'algues toxiques ou de polluants, par exemple. Ces courants sont modélisés à partir, entre autres, des données produites par les satellites d'océanographie. Pour obtenir un maillage de l'océan le plus fin possible, on utilise aujourd'hui la combinaison d'un satellite de référence,

COASTAL MANAGEMENT

A new view from space

One of the major scientific advances in the last decade is the ability to combine satellite data with in-situ surveys and modelling to inform the decisions of government, land planners and local authorities. We trace the origins of this evolution and survey the new prospects it offers.

The coastal management community's interest in satellite data is quite new, since until recently Earth remote-sensing data were thought ill adapted to land planning, because a satellite's ground track doesn't follow the shoreline. But the quality of satellite data now available is a game-changer. A snapshot is not sufficient to track our constantly shifting shores: we need to know how they evolve over time. Today, very-high-resolution satellite data and frequent-revisit time series allow us to map change. For example, the future Sentinel constellations of Europe's Copernicus-GMES' programme are set to systematically acquire data at a resolution of 10 metres with revisit intervals of no more than five days. Pleiades 70-cm imagery is already offering new insights. Satellites are not going to solve all our coastal management problems, of course, but they have already become a vital source of information to complement in-situ networks and modelling.

Interlocking fields of study

The coastal management community's new-found focus on satellite data comes with the latest developments in satellite altimetry (sea-surface height) and high-resolution optical imagery, driven by convergence towards a common field of study: coastal zones in the broadest sense (including estuaries), where the

lithosphere, atmosphere and the marine and continental hydrosphere meet. At CNES, two domain experts are coordinating current programmes and envisioning new ones: Juliette Lambin, in charge of Oceans and Cryosphere, and Selma Cherchali, head of Continental Environment and Hydrology at the Strategy and Programmes directorate. "We try to provide the best that each of our fields has to offer," explains Juliette Lambin. "For ocean observation, the focus has always been on revisit rates, on sampling what we see spatially and temporally to fully describe dynamic phenomena." Selma Cherchali's office is next door to her colleague's, reflecting the close connections between their fields: "Coastal zones offer remarkably rich landscapes and environments. Plus, the geostrategic location of coastlines, particularly estuaries, is attracting urban growth and economic activity around ports, industry and tourism, whose aims don't always square with the preservation of this buffer zone and its biodiversity. The advent of optical data with increased spatial resolution and shorter revisit times will bring a new perspective on the dynamics of land occupancy."

From the high seas to operational coastal oceanography

Sea-surface-height data from altimetry satellites are vital to understand the mechanisms at work along coastlines and to predict currents or the arrival of toxic algal blooms or pollutants, for example. Data from oceanography satellites are used to model currents. And to obtain the finest resolution possible, sea level anomaly (SLA) measurements from Jason are combined with those from the ERS, Envisat and SARAL satellites. But as we get closer to the coast, the shoreline poses some specific challenges. "The coast is a bit like the frontier on the horizon that we're trying to reach," says Juliette Lambin. "The synoptic picture from satellites nevertheless gives us some context. Knowing the currents off a coast enables us to establish a more sophisticated local model, by tweaking measurements at the water's edge." Local models have thus been generated of the natural harbour at Brest, forced at its boundaries with the global Mercator ocean model. This customization of generic tools is being pursued by stakeholders working on upstream applications—like the EPOC research laboratory in Bordeaux—and by the private sector, where ACRI-ST is playing a particularly active and innovative role.

Landcover maps and tracking of coastal construction

Coastlines all over the world are being subjected to complex anthropogenic pressures. For while coastal development may be necessary, it needs to be organized



Jason, qui sert pour la mesure climatique de la montée du niveau de la mer, accompagné de trois satellites complémentaires en vol simultané (ERS, Envisat, et Saral). Mais, dès que l'on s'approche du littoral, la découpe du trait de côte pose des défis très particuliers à ces satellites. « *Le littoral, c'est un peu la frontière que l'on essaie d'atteindre, mais qui se dérobe*, explique Juliette Lambin. *La vision globale du satellite sert néanmoins d'environnement. Connaître les courants au large d'une zone côtière permet d'élaborer un modèle local plus sophistiqué, en jouant avec les mesures spécifiques faites depuis le bord de l'eau.* » Le modèle océanique global Mercator a ainsi servi à produire des modèles locaux de la rade de Brest, forcés aux frontières par le modèle global. Cette customisation des outils génériques est aujourd'hui en cours, portée par le secteur aval (comme le laboratoire Epos de Bordeaux) et le secteur privé (la société Aciri-ST, particulièrement active et innovante).

Les cartes d'occupation des sols et le suivi de l'artificialisation du trait de côte

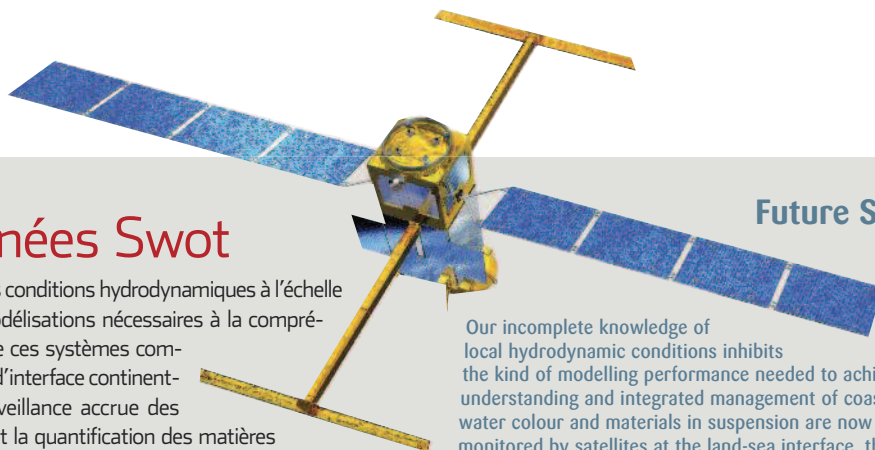
Les littoraux, à l'échelle mondiale, sont engagés dans un processus d'anthropisation complexe. Car, même s'il est nécessaire, le développement de la frange littorale doit être organisé et raisonné afin d'assurer d'une part la préservation de la biodiversité, enjeu aussi bien économique qu'écologique pour ces territoires, et d'autre part de permettre au

trait de côte d'évoluer naturellement au gré des « caprices de la nature ». Or, les moyens d'observation et de mesure spatiaux décrivent non seulement l'occupation du sol ainsi que la succession de ses états et sa dynamique temporelle, mais analysent également les processus qui gouvernent son évolution. « *Concrètement*, explique Selma Cherchali, *les données optiques très haute résolution spatiale (THRS) Pléiades – celles du programme Copernic-GMES avec les Sentinel-2 – ou enfin les données radar THRS (TerraSAR-X et CosmoSkyMed) sont particulièrement adaptées à la cartographie de l'occupation des sols et, in fine, à la gestion des milieux.* »

Des outils de surveillance de la qualité des eaux fluviales et estuariennes

L'altimétrie, qui a révolutionné l'océanographie opérationnelle, met aujourd'hui au service de l'hydrologie ses nouvelles techniques les plus performantes. Dans le cas des pollutions d'origine terrestre qui arrivent en mer via les fleuves, le territoire à prendre en compte concerne alors l'ensemble des bassins versants concernés. Et ce sont les observations satellitaires de la couleur de l'eau qui constituent une source de données indispensables à la connaissance de la variabilité naturelle de la turbidité des eaux. « *Dans le cas de la Gironde*, explique Selma Cherchali, *la mesure des matières en suspension à partir des données Spot et Modis a été démontrée. Maintenant, il va s'agir de coupler la télédétec-*

►►
Swot.
SWOT.



Future SWOT data

Les futures données Swot

Le manque de connaissances sur les conditions hydrodynamiques à l'échelle locale limite les possibilités de modélisations nécessaires à la compréhension et à la gestion intégrée de ces systèmes complexes que sont les littoraux. Si les zones d'interface continent-océan ont fait et font l'objet d'une surveillance accrue des satellites concernant la couleur de l'eau et la quantification des matières en suspension, l'étude de la variabilité hydrologique par altimétrie est peu développée, faute de capteurs adaptés à la complexité de l'hydrodynamisme de ces milieux. La mission spatiale Swot (*Surface Water and Ocean Topography*) d'altimétrie à large fauchée, née d'une coopération entre la Nasa et le CNES, permettra pour la première fois, en 2020, de mesurer l'étendue des surfaces en eau, mais aussi d'acquies des mesures 2D des hauteurs d'eau correspondantes et de suivre leurs variations spatio-temporelles. Ce qui représente une avancée significative pour l'océanographie côtière, le suivi des grands fleuves et estuaires. Ces informations serviront à affiner en particulier notre connaissance des réserves d'eau et des débits moyens et, après assimilation dans les modèles régionaux, à améliorer entre autres la modélisation des effets des facteurs hydro-météo-marins sur la variabilité des hauteurs d'eau. Les données acquises par Swot sur les estuaires et le littoral, dont des régions inondables, aboutiront à mieux comprendre la dynamique des interactions entre les eaux marines et continentales.

Our incomplete knowledge of local hydrodynamic conditions inhibits the kind of modelling performance needed to achieve a better understanding and integrated management of coastal systems. While water colour and materials in suspension are now more closely monitored by satellites at the land-sea interface, the study of hydrological variability with altimetry data is still in its infancy due to a lack of sensors able to resolve the complex dynamics at work in these environments.

The SWOT (Surface Water and Ocean Topography) wide-swath satellite altimetry mission, a joint endeavour of NASA and CNES, will in 2020 enable the first measurements of the extent of water bodies, as well as 2D measurements of sea-surface height and their spatial and temporal variations. It will thus mark a significant step forward for coastal oceanography and tracking of large rivers and estuaries. SWOT data will allow scientists to refine their knowledge of water reserves and mean flows and, after assimilation in regional models, to improve modelling of the effects of hydrological, meteorological and marine factors on sea-surface-height variability. Data on estuaries and coasts, including flood-prone areas, will tell us more about the dynamic interactions of marine and continental waters.



▲▲ Le Mont-Saint-Michel par Pléiades, prise de vue du 6 novembre 2012. Mont Saint-Michel imaged by Pleiades, 6 November 2012.

tion et la modélisation hydro-sédimentaire pour améliorer nos connaissances. Nous attendons beaucoup de l'apport des futures données Swot. » (Cf. encadré.)

Le rôle du CNES

Pour Selma Cherchali, « le rôle du CNES est non seulement de développer des missions spatiales et de nouvelles observations, mais aussi d'accompagner et de promouvoir l'utilisation des données spatiales pour répondre à des enjeux aussi bien scientifiques que sociétaux ». La communauté du littoral est une communauté à cheval sur plusieurs thématiques : océanographie, terres émergées, terres solides. C'est une communauté encore peu structurée, sans compter la multiplicité d'organismes régionaux impliqués dans le cas français (les réseaux biodiversité, les agences de l'eau, les réseaux territoriaux, etc.) « Le CNES, avec d'autres organismes et acteurs, a donc pour vocation d'accompagner la structuration de cette communauté, ajoute-t-elle, en particulier via le pôle thématique surfaces continentales Théia (cf. article p.40). Avec ce réseau des centres régionaux d'expertise scientifique, le littoral sera un des grands axes scientifiques et sociétaux. Il s'agira de fédérer les équipes, d'optimiser les moyens pour développer les méthodes et les chaînes de traitement adéquats, et ainsi de répondre aux demandes des politiques et décisionnaires pour une meilleure gestion de ces zones d'intérêt stratégique. »

L'enjeu du pôle thématique surfaces continentales Théia sera ainsi non seulement de fournir des données, mais de fluidifier l'accès à ces données. ■

and integrated to preserve biodiversity—for both economic and ecological reasons—and allow the shoreline room to evolve with the 'whims' of nature. Space-based remote-sensing systems detail not only land occupancy and track its successive evolutions over time, they also support analysis of the underlying processes. Selma Cherchali explains: "Very-high-resolution (VHR) optical satellite data from Pleiades, data from the Copernicus-GMES programme's Sentinel 2 satellites or VHR radar data from TerraSAR-X and COSMO-SkyMed are well suited to mapping land occupancy and, ultimately, to environmental management applications."

Monitoring fluvial-estuarine water quality

Satellite altimetry has revolutionized operational oceanography and is today supplying new techniques for hydrology. When pollution comes from the land and flows via rivers into the sea, the area to be monitored includes all of the catchments concerned. And satellite water colour data are key to understanding the natural variability of water turbidity. "The utility of SPOT and MODIS data has been demonstrated for measuring materials in suspension in the Gironde in Southwest France," says Selma Cherchali. "The next step is to

combine remote sensing and hydro-sedimentary modelling to improve our knowledge. We are eagerly awaiting the data from the future SWOT mission to help us do that." (See box)

The role of CNES

In Selma Cherchali's view, "CNES's role is not only to develop space missions and new remote-sensing data, but also to support and promote use of these data in pursuit of scientific and social challenges." The coastal management community is not yet well structured and in France many regional bodies—biodiversity networks, water boards, territorial networks, etc.—are involved. "The vocation of CNES, alongside other bodies and stakeholders, is to help this community to structure itself," adds Selma Cherchali, "particularly through the Theia land surfaces data hub (see article p.40). This network of regional scientific centres will federate teams, optimize resources for developing methods and processing systems, and thus meet demand from policy-makers and decision-makers for better management of these areas of strategic interest." The challenge facing the Theia land surfaces data hub will therefore be not only to supply data but also to ease access to them. ■

¹ Global Monitoring for Environment and Security

Podcast : les océans sous l'œil des satellites. Dans le cadre des Mardis de l'espace.

Podcast: Satellites watching over the oceans, in the Tuesday space talks series.

<http://podcasts-cnes.fr/tag/ocean/>

ACTION STRUCTURANTE DU CNES THÉIA AU SERVICE DE LA COMMUNAUTÉ DU LITTORAL

De la multiplicité des acteurs impliqués dans la gestion intégrée du littoral est remonté un besoin unanime : disposer d'une structure fédératrice pour considérer les phénomènes à une échelle interrégionale afin de pouvoir agir de concert. Le pôle thématique surfaces continentales Théia, dont la convention a été signée le 6 décembre 2012 entre neuf organismes¹, devrait répondre à un ensemble de besoins, dont celui du littoral. Présentation.

¹ CEA, Cirad, CNES, CNRS/Insu, IGN, Irstea, IRD, Inra, Météo-France.

Le pôle thématique surfaces continentales Théia est une structure nationale interorganismes ayant pour vocation de faciliter l'usage des images issues de l'observation des surfaces continentales depuis l'espace. Il est fait pour inciter les chercheurs à accroître l'utilisation de la donnée spatiale en complémentarité de celles in situ et aéroportée. À cette fin, Théia met à disposition, aussi bien de la communauté scientifique nationale et internationale que des politiques publiques de suivi et de gestion des ressources environnementales, une vaste panoplie d'images à différentes échelles. Son objectif est non seulement de faciliter la mesure de l'impact des pressions anthropiques et du climat sur les écosystèmes et les territoires, d'observer, quantifier et modéliser les cycles de l'eau et du carbone, mais aussi de suivre les évolutions des sociétés (notamment leurs pratiques urbaines, agricoles et forestières) et de comprendre les dynamiques de la biodiversité. Pour ce faire, le pôle développe des produits, des méthodes et des services liés

à l'observation depuis l'échelle des écosystèmes et des territoires jusqu'à l'échelle planétaire. De qualité contrôlée, produits et services couvrent de larges territoires et de longues périodes : couvertures satellitaires annuelles du territoire national, séries temporelles de réflectance de surface à haute ou très haute résolution, séries temporelles de produits bio géophysiques à l'échelle globale (biomasse, hauteurs d'eau, humidité de surface), etc.

Un réseau de centres régionaux d'expertise scientifique

Pour mener à bien son action, le pôle s'appuie sur des centres d'expertise scientifique (laboratoires ou regroupements de laboratoires déjà organisés ou en passe de l'être) qui mobilisent les données spatiales sur des problématiques « surfaces continentales ». Ces derniers ont une double vocation. La première est thématique : ils mènent des travaux de recherche, développent des méthodes innovantes sur des thématiques « surfaces continentales » (agri-

Images sur la Camargue, élaborées à partir des données Spot 4-Take Five à des dates différentes.

Elles suivent l'évolution du trait de côte ainsi que les variations de la surface des étangs (contour bleu) en présence de nuages (contour vert), et pour analyser les panaches d'alluvions du Rhône.

Images of the Camargue derived from multitemporal SPOT 4/Take Five data to track changes in the shoreline and the surface area of lagoons (outlined in blue when clouds—outlined in green—are present), and to analyse sediment plumes from the Rhône.



culture, forêt, urbain, littoral, montagne, écosystèmes, approches territoriales), et mettent en réseau les acteurs scientifiques au niveau national. La deuxième est territoriale: ils animent dans les régions les échanges entre la communauté scientifique et les acteurs publics et privés concernés par la gestion des territoires, autour de l'utilisation des données spatiales et des méthodes d'analyse associées. C'est dans le cadre Théia que le programme Kalideos – qui fête ses onze ans – s'intègre et affiche plus que jamais sa triple orientation. Il s'affirme sur le plan scientifique comme incubateur de projets R&D innovants autour des données d'observation de la Terre. Il promeut la dynamique de terroir par l'intégration d'utilisateurs régionaux et la mutualisation des moyens. Et, enfin, il se prépare à transformer ses sites en véritables territoires démonstrateurs de services Copernicus-GMES à l'écoute des dynamiques et problématiques régionales.

Des développements pour l'avenir

Le pôle diffusera les données Pléiades, dont la dernière phase du programme **Orfeo**, la recette thématique utilisateurs, a pour objectif la promotion et l'utilisation de ces données auprès d'une communauté d'utilisateurs scientifiques et institutionnels. L'imagerie Pléiades est ainsi exploitée dans le cadre d'études thématiques de recherche et de démonstration dont le niveau de maturité atteint laisse envisager pour certaines le passage à des services opérationnels. L'exploitation des données Sentinel-2 de l'Esa (lancé mi-2014, répétitivité 5 jours avec 2 – satellites, 10 m de résolution) constitue, elle aussi, un des axes majeurs du pôle. Pour ne pas perdre de temps, le CNES a saisi l'occasion de la fin de vie du satellite Spot 4 pour lancer l'expérience Take Five. Elle consiste à faire du satellite, pendant cinq mois, un simulateur des séries temporelles que fournira la mission Sentinel-2. L'orbite de Spot 4 a été abaissée de 3 kilomètres pour lui donner un cycle de

DATA HUB

Theia supporting coastal management

The breadth of stakeholders in integrated coastal management has created a unanimous need for a federating structure to support the study of phenomena at inter-regional scales and to enable concerted actions. The Theia land surfaces data hub, to which nine organizations¹ signed up on 6 December 2012, should meet this need.

The Theia land surfaces data hub is a national, inter-body structure geared towards promoting the use of satellite imagery of land surfaces. It is designed to encourage researchers to use satellite data more often in combination with in-situ measurements and aerial imagery. To this end, Theia makes a broad palette of multi-scale imagery available to the national and global scientific community, as well as to environmental monitoring and management policymakers. It aims not only to make it easier to gauge the impact of anthropogenic and climate pressures on ecosystems and territories, and to observe, quantify and model the water and carbon cycles, but also to track how societies are changing—notably new urban, farming and forestry practices—and understand the dynamics driving biodiversity. To achieve this, the hub is developing remote-sensing products, methods and services at scales ranging from ecosystems and territories to the whole planet. These include annual national satellite mosaics, high- or very-high-resolution time series of surface reflectance and time series of global-scale biogeophysical parameters (biomass, sea-surface height, surface moistures, etc.).

A network of regional centres of scientific expertise

The data hub accomplishes its task through centres of scientific expertise—laboratories or groups of laboratories already operating or in the process of setting up—working with satellite land surface data. These centres have a dual vocation. The first

concerns domain expertise, as they conduct research, develop innovative land surfaces methods—for agriculture, forestry, urban planning, coastal management, mountains, ecosystems and territorial approaches—and create networks of national science stakeholders. The second is territorial, promoting exchange between the scientific community and public and private stakeholders in land planning in the regions, revolving around the use of satellite data and associated analytics methods. For example, the Kalideos programme, now in its 11th year, is an integral part of Theia and more than ever pursuing its triple objective as an incubator nurturing innovative R&D projects in Earth remote sensing, promoting local initiatives by integrating regional users and pooling resources, and paving the way for territorial Copernicus-GMES service demonstrators attuned to regional change patterns and issues.

Future developments

Theia will distribute Pleiades data, currently undergoing final thematic commissioning for the ORFEO programme to promote their use by scientific and institutional users. Pleiades imagery is thus employed for research and demonstration studies now at a level of maturity that could lead to operational services. Exploitation of data from ESA's two Sentinel-2 satellites—set to launch mid-2014 and offering 10-metre resolution and 5-day revisit rates—is another key focus. To get a head start, CNES grasped the opportunity when SPOT 4 reached the end of its mission to initiate the Take Five experiment, for which the satellite simulated time series to be delivered by the Sentinel-2 mission for five months. SPOT 4's orbit was lowered by three kilometres to obtain a repeat cycle of five days. In all, it imaged 42 sites from February to June 2013. These data are being processed and distributed to users by Theia since early July. More than 8¹ laboratories and institutions have expressed the need to test out their methods and processing systems in readiness to exploit data from Sentinel-2. ■

¹ CEA, CIRAD, CNES, CNRS/INSU, IGN, IRSTEA, IRD, INRA, Météo-France

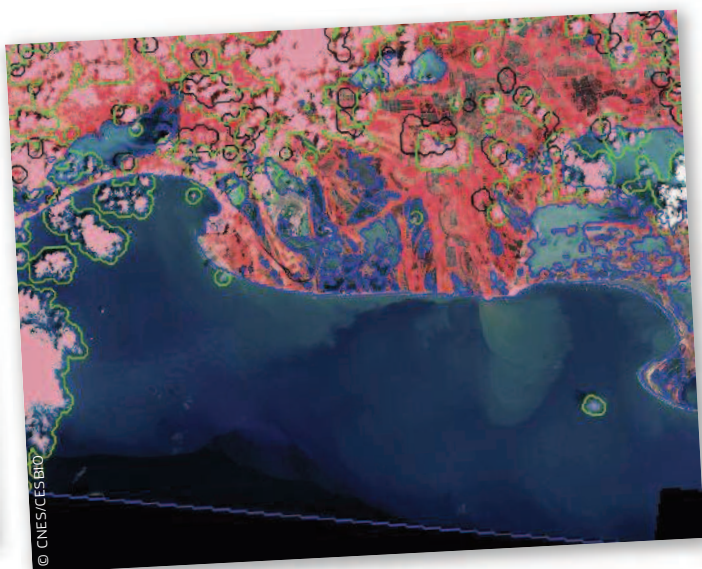
5 jours, ce qui signifie que le satellite a survolé les mêmes endroits sur terre tous les 5 jours. Quarante-deux sites ont ainsi été observés de février à juin 2013. Les données sont traitées et distribuées par le pôle aux utilisateurs depuis le début du mois de juillet 2013. Plus de 81 laboratoires et institutionnels ont exprimé le besoin d'éprouver leurs méthodes et chaînes de traitement pour se préparer à l'exploitation des données Sentinel-2. ■

Lexique

Orfeo: Orfeo est le programme préparatoire Pléiades du CNES pour accompagner l'utilisation des images Pléiades.

Glossary
ORFEO is the Pleiades preparatory programme at CNES supporting utilization of Pleiades imagery.

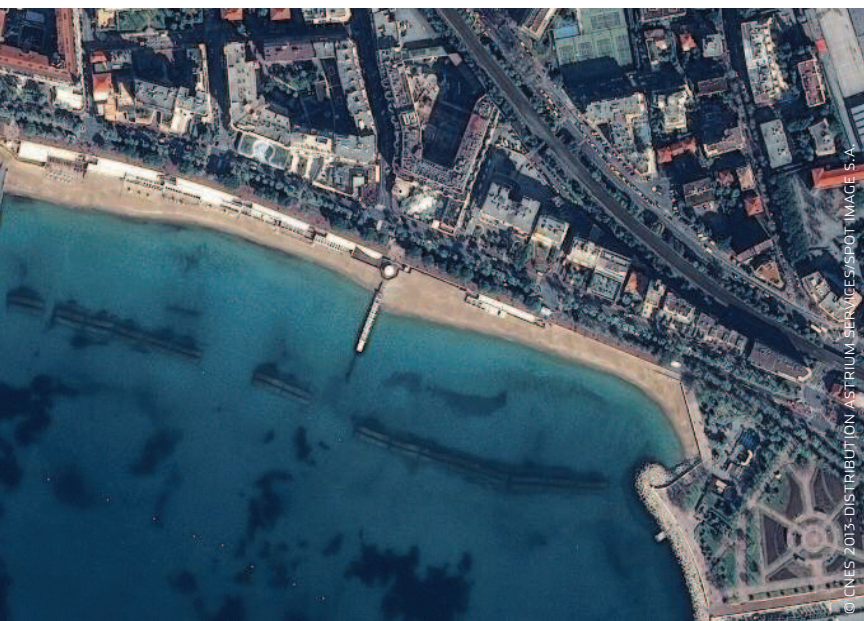
Site Kalideos : Kalideos website:
<http://kalideos.cnes.fr/spip.php?article19>



CINQ SITES POUR CINQ

La surveillance de l'environnement côtier connaît un essor particulier grâce à la mise en application de réglementations au niveau européen. Dans ce contexte, plusieurs études de cas faisant appel à de l'imagerie spatiale très haute résolution, dont les données Pléiades, sont actuellement menées pour des problématiques de suivi environnemental de la zone côtière. L'apport de l'imagerie Pléiades dans ce domaine est en cours d'étude, en raison des lancements récents des deux satellites en décembre 2011 et 2012. Mais, d'ores et déjà, l'utilisation de différentes données d'observation de la Terre par satellite a démontré leur pertinence pour la connaissance et la préservation du littoral.

New EU directives and regulations are today enforcing closer monitoring of the coastal environment. Several case studies using very-high-resolution satellite imagery, including data from Pleiades, are currently being pursued in this direction. The advantages of Pleiades imagery for coastal monitoring are still being weighed, since the two satellites have only been operating since December 2011 and 2012. But satellite remote-sensing data are already proving their utility for improved understanding and preservation of coastlines.



LA PRESSION ANTHROPIQUE : Cannes

Dans le cadre de la recette thématique utilisateurs du programme Orfeo (cf. article Théia p. 40), la société de R&D Acri-ST a eu recours aux images Pléiades pour deux applications spécifiques à Cannes.

Suite à une tempête, la première étude concerne l'évaluation de l'état des installations sous-marines qui protègent le littoral cannois. L'imagerie Pléiades a permis, tout d'abord, de vérifier l'intégrité de la pose et de la tenue de boudins géotextiles qui servent à lutter contre l'érosion. Ensuite, elle a aidé à diagnostiquer les causes de leur détérioration partielle durant les intempéries.

La seconde étude touche les activités récréatives saisonnières, en l'occurrence le stationnement anarchique de bateaux de plaisance, appelé « mouillage forain ». Très proche de la côte, ce type de mouillage spontané n'est, durant l'été, ni supervisé ni organisé. Leur densité et leur localisation agissent négativement sur le milieu naturel. Ces ancrages engendrent des dommages directs sur la nature des fonds (par exemple les herbiers de posidonies – espèce indispensable au maintien d'une grande partie de la biodiversité côtière). De plus, cette présence de plaisanciers est source de pollution sauvage (macro-déchets). Aujourd'hui, il s'avère possible, grâce à l'imagerie spatiale, de quantifier le nombre de bateaux concernés et ainsi de planifier la mise en place de « mouillages organisés ». Les plaisanciers pourront alors s'amarrer à des bouées et disposer d'un service d'évacuation des déchets.

▲▲
Extrait d'une image Pléiades sur Cannes mettant en évidence les boudins, objets oblongs rectilignes sous l'eau, près de la rive (26 février 2013).
Subscene of a Pleiades image of Cannes highlighting the oblong tubes under the water near the shore (26 February 2013).

Anthropogenic pressures: Cannes

For the thematic commissioning phase of the ORFEO programme (see article on Theia p.40), R&D firm Acri-ST used Pleiades imagery for two specific applications in Cannes.

The first case study sought to assess the status of underwater sea defences after a storm. Pleiades imagery was used to check the structural integrity of geotextile tubes laid along the coastline to combat erosion, and to determine why they were damaged during severe weather events.

The second case study looked at seasonal leisure activities, particularly unsupervised and unorganized mooring of boats near the coast. The density and location of these moorings impact negatively on the natural environment, since boat anchors damage the sea bed and the species that live there, like sea grasses vital to sustain coastal biodiversity. The presence of boaters also brings uncontrolled pollution. Today, we can count the number of boats involved in satellite imagery and thus plan for the increased influx of boaters by providing buoys and a waste disposal service.

PROBLÉMATIQUES

FIVE CASE STUDIES IN COASTAL MONITORING

Extrait d'une image Pléiades sur les récifs coralliens longeant la côte de l'île de La Réunion (18 mars 2013).

Subscene of a Pleiades image of coral reefs along the coast of Réunion island (18 March 2013).

LE CORAIL : l'île de La Réunion

La caractérisation des pressions et des altérations que subissent les récifs coralliens de l'île de La Réunion constitue un champ de recherche interdisciplinaire de l'OSU-Réunion¹. Ces recherches visent à définir les indicateurs de perte de résistance et/ou de résilience de l'écosystème récifal. Elles serviront à cartographier des trajectoires des communautés **benthiques**, en raison des perturbations intervenues sur la réserve naturelle marine (RNMR). Les données Pléiades et Spot 5 contribueront à la caractérisation d'épisodes de blanchissement du corail, grâce à une programmation à haute fréquence (1 image tous les 15 jours) sur des périodes à risques (été austral), et à une analyse spécifique. La variabilité de la zone récifale au cours d'un été austral, affecté par des événements cycloniques, est testée sur l'imagerie Pléiades. Par contre sur l'imagerie Spot 5, c'est la trajectoire inter-annuelle des milieux qui est recherchée. La très haute résolution spatiale ouvre ici la possibilité de détecter certains usages des littoraux, dont l'inventaire sert à nourrir les tableaux de bord des aires marines protégées (AMP). L'imagerie Pléiades intervient en complément du protocole développé à partir de survols ULM et de prises de vue obliques. Les premiers résultats ouvrent le débat sur l'opportunité de son déploiement sur d'autres AMP.

¹ L'Observatoire des sciences de l'Univers OSU-Réunion couvre l'ensemble des disciplines relevant des sciences de l'Univers au sens large. Il regroupe, à l'université de La Réunion, trois unités de recherche membres de l'OSU (plus quatre laboratoires ou équipes associées) et quatre stations d'observation, l'ensemble représentant environ 120 personnes (permanents ou temporaires).

Coral: Réunion island

Characterizing the pressures and alterations undergone by coral reefs in Réunion island is an interdisciplinary field of research at the OSU-Réunion¹ universe science observatory. This research aims to define indicators of a loss of resistance and/or resilience in the reef ecosystem and to map the movements of **benthic** communities to track perturbations within the marine nature reserve area. SPOT 5 and Pleiades data will help to characterize coral bleaching episodes using specific image analysis and repeat imagery acquired every two weeks during periods of high risk (southern hemisphere summer). The variability of the reef zone over the summer as a result of cyclone weather events is also being monitored with Pleiades imagery, while SPOT 5 imagery is being used to look at the inter-annual movement of environments. Very high spatial resolution makes it possible to distinguish certain kinds of coastal land use, which can then be inventoried and fed into report cards for protected marine areas. Pleiades imagery is being used alongside the protocol developed from microlight overflights and off-track viewing. First results have paved the way for discussions on the utility of deploying it for other protected marine areas.

¹ The OSU-Réunion universe science observatory covers all fields of Universe science in the broad sense. Based at Réunion University, it encompasses three research units (plus four associated laboratories or teams) and four observation stations, and employs a total of around 120 permanent and temporary staff.

Lexique Glossary

Benthiques:

Ensemble des organismes vivant en relation étroite avec les fonds subaquatiques.

Benthic: Describes organisms living in bottom waters near the sea floor.

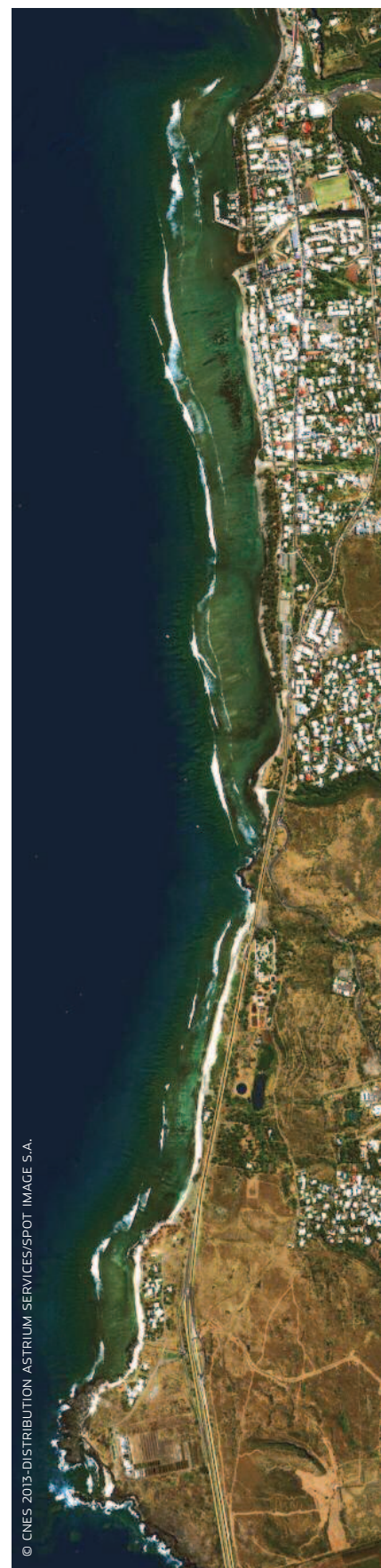
LES ESTUAIRES : la Loire

Dans l'estuaire de la Loire, l'extrême variabilité des conditions du fleuve et de l'océan rend particulièrement complexe le suivi, dans le temps, des paramètres physiques de cette zone et de leur impact sur les habitats naturels. La mise en place du programme Spot 4-Take Five a fait émerger un projet d'études pluridisciplinaires sur différents compartiments de l'estuaire de la Loire, Deteclaire, initié et coordonné par le groupement d'intérêt public Loire Estuaire¹. En effet, la période et la fréquence d'acquisition de Spot 4-Take Five sont propices à l'observation des submersions par la Loire, particulièrement en février, mars et avril. Mois au cours desquels se conjuguent les facteurs

Estuaries: the Loire

In the Loire estuary, the combination of widely varying river and ocean conditions makes monitoring the physical processes at work in this zone and their impact on natural habitats particularly complex. The SPOT 4/Take Five programme has spawned a multidisciplinary research project called Deteclaire to study different parts of the estuary, initiated and coordinated by the Loire Estuaire public interest grouping¹. The revisit frequency of SPOT 4/Take Five and the period at which data were acquired are well suited to observing flooding along the Loire, particularly in February, March and April when hydrological and meteorological factors combine to swell the river. This period is also a good time to monitor vegetation, which enters its

¹ Associant l'université de Nantes, l'université de Bretagne occidentale, l'Ifremer, l'université de Bordeaux et Dreal Pays de la Loire.



© CNES 2013-DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.



LES ESTUAIRES : la Loire (suite)

hydrologiques et météorologiques favorisant les débordements (en nombre et en intensité). Cette période est également propice à la reconnaissance et au suivi de la végétation, dont la période de croissance s'observe en mai-juin. Dans l'estuaire interne et les zones latérales, Spot 4-Take Five va servir, entre autres, à mettre à jour la cartographie des habitats naturels sur l'ensemble de la plaine alluviale. Dans l'estuaire externe et les zones adjacentes, le programme doit aider à mieux connaître la variabilité du panache turbide (quantité de particules sédimentaires) de la Loire. Il permettra alors de caractériser les occurrences d'échanges avec les baies côtières adjacentes, d'une part la baie de Bourgneuf, d'autre part le Mor braz (baies de Vilaine et de Quiberon), qui sont des secteurs conchylicoles de première importance.



growth phase in May and June. In the upper reaches of the estuary and its side channels, SPOT 4/Take Five will help to update maps of natural habitats over the entire alluvial plain. In the lower reaches and adjacent areas, the programme is expected to bring new insight into the variability of the Loire's turbid river plume (sediment in suspension), in order to characterize exchanges with the adjoining coastal bays of Bourgneuf and Mor braz (in the larger bays of Vilaine and Quiberon), which are vital shellfish-producing areas.

¹ University of Nantes, University of Bretagne Occidentale, Ifremer, University of Bordeaux and the Pays de la Loire branch of DREAL, the environment, land planning and housing agency.



Image de l'estuaire de la Loire acquise par Spot 5 (septembre 2002). SPOT 5 image of the Loire estuary (September 2002).

Extrait d'une image Pléiades sur le littoral guyanais (Kourou, 7 juillet 2012). Subscene of a Pleiades image of the French Guiana coastline (Kourou, 7 July 2012).



LA MANGROVE : la Guyane

Deux projets successifs illustrent l'utilisation fructueuse des données d'observation de la Terre pour l'étude du littoral guyanais. Le premier, Proclam, est un projet de cartographie scientifique des écosystèmes littoraux amazoniens réalisé à partir d'images Spot 5, dans le cadre d'un partenariat entre l'IRD¹ et des institutions brésiliennes. Le fleuve Amazone déverse au niveau de son embouchure plus de 800 millions de tonnes par an de sédiments fins dans l'Atlantique Sud, en provenance essentiellement de la cordillère des Andes. Cette décharge sédimentaire donne naissance à l'un des plus vastes ensembles de forêts de mangrove de la planète. Le projet de cartographie a débuté en 2007 pour s'achever fin 2008. Les résultats obtenus se matérialisent par une série de **spatio-cartes** du littoral et de cartographies thématiques des écosystèmes littoraux amazoniens. Le second, OSE-Guyamapa, porte sur l'environnement transfrontalier entre la Guyane et l'Amapa. Le bassin de l'Oyapock, à la biosphère exceptionnelle, est notamment exposé à des dégradations significatives dues à l'exploitation des ressources forestières et minières. Mené en coopération franco-brésilienne, ce projet se traduit par la mise en place d'un système d'observation spatiale des territoires transfrontaliers dans le bassin de l'Oyapock, où sont associés les scientifiques et gestionnaires de l'environnement des deux pays. Son objectif : mettre à disposition des référentiels communs et originaux encore inexistant aux échelles considérées, ce qui est actuellement un frein considérable à la mise en œuvre d'une politique publique concertée et à l'aménagement du territoire.

¹ Institut de recherche pour le développement.

Lexique

Spatio-carte :
carte géographique issue d'image satellite.

Glossary

Satellite imagery map:
Geographic maps derived from satellite imagery.

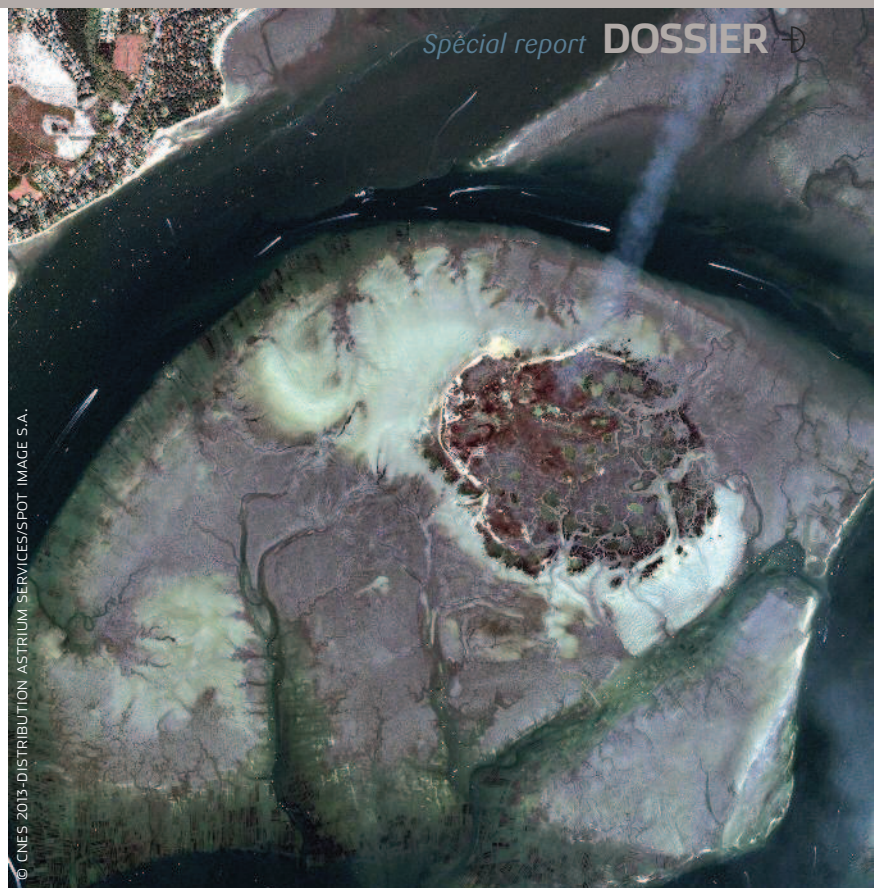
www.
cnes.fr/
webmag

LA LAGUNE : Arcachon

Le syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon est un des premiers utilisateurs de la base Kalideos, notamment sur l'ensablement des passes du bassin et la cartographie des herbiers. À partir des données Spot, l'équipe de GEO Transfert¹ mène une étude sur les variations saisonnières et annuelles de l'étendue des herbiers de *Zostera noltii*, afin de connaître leur proportion dans la composition organique du bassin². Cette cellule de transfert de technologies propose des services et une expertise dans les domaines de la gestion des zones côtières. C'est dans le cadre des projets Synihal et Stella-THR, financés par le CNES, qu'elle a développé une cartographie de l'environnement du bassin ainsi que de la couverture sédimentaire et végétale des dunes littorales. Objectif : définir des indicateurs de l'état du milieu, comme les herbiers à zostères dans la lagune. Une série de données Pléiades multitemporelles a été acquise à cet effet. Elle est en cours d'exploitation. Un service de cartographie en 3D de la **bathymétrie** des petits fonds est également proposé. Cette cartographie sera en mesure de restituer la morphologie sous-marine d'une bande, s'étalant de 0 à 20 m en partant du rivage (application Balist). Basé sur l'exploitation de données optiques et/ou radar (Spot et Pléiades), ce service ambitionne de délivrer des cartes pertinentes dans un délai très court. Son but n'est pas seulement de produire des observations, mais des grandeurs géophysiques exploitables. Les tests devraient être élargis, afin de pouvoir s'adresser à toutes les lagunes de la façade atlantique.

¹ Cellule de transfert de technologies de l'UMR EPOC, université de Bordeaux.

² Cette étude est réalisée à partir de l'indice de végétation NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), qui exprime l'activité chlorophyllienne de la végétation au moyen d'un rapport entre bandes spectrales.



Lagoon: Arcachon

The inter-borough authority managing the Arcachon Basin is one of the premier users of the Kalideos database, particularly with regard to silting of the basin's channels and mapping of sea grass beds. Using SPOT data, the team at G.E.O. Transfert¹ is looking at seasonal and annual variations in beds of dwarf eelgrass (*zostera noltii*) to determine the proportion present in the basin's organic composition². This technology transfer unit offers services and expertise in coastal management. Working for the Synihal and Stella-THR projects funded by CNES, it has mapped the environment of the Arcachon Basin and sediment and plant cover in coastal dunes. The aim here is to define environmental health indicators like the eelgrass beds in the lagoon. A multirate series of Pléiades data has been acquired to this effect. Another service concerns 3D mapping of **bathymetry** of the shallows with the Balist application designed to map submarine morphology inside a strip out to 20 metres from the shore. Using optical SPOT and Pléiades data and/or radar data, this service is intended to deliver useful maps very quickly. It aims not only to provide imagery but also useful geophysical quantities. Tests are expected to be extended to be able to offer the service for all lagoons along the Atlantic seaboard.

¹ Technology transfer unit of the EPOC joint research laboratory at Bordeaux University

² This study is using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) data. The NDVI expresses plant chlorophyll activity as a ratio of spectral bands.

▲▲
Extrait d'une image Pléiades de l'île aux Oiseaux (bassin d'Arcachon, 14 avril 2012). Subscene of a Pléiades image of Ile aux Oiseaux (Bird Island, Arcachon Basin, 14 April 2012).

Lexique

Bathymétrie :
La bathymétrie consiste à mesurer les profondeurs et le relief de l'océan ou de la mer pour déterminer la topographie du sol.

Glossary

Bathymetry:
Bathymetry consists in measuring the depth and relief of the ocean or sea bed to determine the bottom topography.

Mangrove: French Guiana

In French Guiana, two successive projects illustrate how Earth remote-sensing data can be usefully employed to study the coastline. The first, Proclam, is a science project to map Amazon coastal ecosystems using SPOT 5 imagery under a partnership between France's IRD development research institute and Brazilian institutions. The mouth of the Amazon River deposits more than 800 million tonnes of fine sediment every year into the South Atlantic, most of it from the Andes Mountains. This sediment nourishes one of the largest expanses of mangrove forest in the world. The mapping project started in 2007 and was completed end 2008. It generated a series of **satellite imaged maps** of the coastline and thematic maps of Amazon coastal ecosystems.

The second, OSE-Guyamapa, concerns the transborder environment between French Guiana and the state of Amapá in northern Brazil. The Oyapock river basin and its exceptional biosphere are under significant threat from logging and mining. A joint French-Brazilian effort, this project has set up a spatial observation system covering transborder territories in the Oyapock basin, involving scientists and environmental managers in both countries. It aims to provide common baselines not yet available at these scales—a significant impediment to concerted policymaking and land planning.

GASTRONOMIE

Délices de Guyane

Les amateurs de produits exotiques et éventuels connaisseurs de la Guyane peuvent se réjouir : il est aujourd'hui possible de se procurer, en France hexagonale, voire au-delà, des condiments, sirops, confitures et autres punchs « made in Guyane ». Grâce au soutien de la Mission Guyane du CNES, la société Délices de Guyane développe et propose ses créations culinaires originales outre-Atlantique. Alors n'hésitez pas à faire découvrir à vos papilles gourmandes ses recettes exotiques.

« Le CNES nous a aidés financièrement pour la mise en place de la première ligne de conditionnement de nos produits et pour notre activité d'exportation avec l'installation d'un dépôt », résume Bernard Boullanger, créateur de la société Délices de Guyane et défenseur acharné de la production locale. « Cet apport financier a été fondamental, car il nous a permis de moderniser notre chaîne de fabrication et d'innover. » Parmi les missions phares de la Mission Guyane du CNES, en effet, le soutien à la création d'entreprise est une composante essentielle de sa stratégie d'aide au développement économique de cette région, terre d'accueil

des activités spatiales européennes. « La contribution du CNES au titre du contrat de projets État-Région et des programmes opérationnels pour la période 2007 à 2013 s'élève à 26,7 M€ », précise Pierre Zammit, directeur de la Mission Guyane. Dans ce cadre, l'aide aux porteurs de projet permet non seulement de créer de l'activité économique mais également de maintenir ou de créer des emplois, ce qui, dans le contexte démographique guyanais si particulier, répond à un besoin vital pour la société dans son ensemble. « En s'adressant à notre structure, les porteurs de projet trouvent des interlocuteurs qui parlent le même langage qu'eux, celui de l'entreprise », ajoute Pierre Zammit. Nous avons donc une vraie valeur ajoutée en complément des dispositifs

GASTRONOMY

Made in Guiana

If you appreciate tropical produce or are attracted to French Guiana, you will be delighted to learn that it is now possible to buy condiments, cordials, jam and punch from Guiana in Europe. Supported by CNES's Guiana Mission, Guianese SME Délices de Guyane is developing and offering its original culinary creations on the other side of the Atlantic. Why not give your taste buds a treat with its exotic recipes?

"CNES gave us funding to set up the first processing line and to export our products, with the construction of a storage warehouse," says Bernard Boullanger, founding manager of Délices de Guyane and staunch advocate of local production. "This financial support was vital because it helped us modernize our production line and innovate." One of the main tasks of CNES's Guiana Mission is to support new companies, a key component in its strategy to boost the economic development of a region that also hosts Europe's spaceport. "CNES's contribution to the State-Region projects agreement and operational programmes for 2007 to 2013

comes to €26.7 million," notes Pierre Zammit, director of CNES's Guiana Mission. Within this framework, the funding awarded to a project not only stimulates economic growth but is also used to maintain or create jobs, which is vital for Guianese society given its very special demographic context. "When somebody with a project applies to us, they find people who speak the same language as them, the language of business," he adds. "We have a real added value that complements other economic and social development systems." Discreetly located in the Degrad des Cannes industrial estate just outside Cayenne, Délices de



Les différentes étapes de la fabrication d'un jus de fruit, de la livraison des fruits à l'emballage du produit fini. Même le créateur de la société, Bernard Boullanger, met la main à la pâte (photo 6 en partant de la gauche).
The different stages in the production of a fruit juice, from fruit delivery to final product packaging. Even company founder, Bernard Boullanger, helps out on the production line (6th photo from the left).

existant par ailleurs dans le domaine du développement économique et social. » Discrètement établie dans la zone d'activité de Degrad-des-Cannes, dans la banlieue de Cayenne, l'entreprise Délices de Guyane est avant tout une unité de production, avec sa zone de stockage, ses chambres froides, son laboratoire, son atelier de fabrication et de conditionnement et son espace de commercialisation. Et quiconque pénètre dans les ateliers doit s'affubler d'une tenue « propre » qui n'a rien à envier à celles qu'utilisent les équipes Satellites œuvrant au Centre spatial guyanais. Car le respect des normes d'hygiène, de propreté et de qualité est ici une composante essentielle. « Nous nous sommes engagés dans une démarche de certification ISO 9001 en 2010, ce qui nous a permis de nous positionner sur le marché de l'exportation, précise Bernard Boullanger. C'était important, car la Guyane souffre encore d'une image assez négative à l'extérieur. » Aujourd'hui, Délices de Guyane exporte et se fait connaître tant sur le marché européen que sur celui des Antilles, au rythme des foires et des Salons, pour promouvoir l'exception guyanaise. « C'était assez inespéré pour le marché des Antilles, reconnaît Bernard Boullanger, car la Guadeloupe et la Martinique produisent également des condiments, des confitures, des sirops et des punches "péyi". Mais notre force réside dans le fait que nos produits sont fabriqués à base de

fruits frais, sans gélifiant ni acidifiant, et cela fait toute la différence. Nous avons décidé de tabler sur la qualité, et cela finit par payer. »

Entreprise équitable

« Nous ne travaillons qu'avec des producteurs locaux, certifie notre entrepreneur, que ce soit pour les fruits ou les condiments. Mais cela implique évidemment quelques contraintes, car les prix des produits agricoles sont extrêmement fluctuants, de même que leur quantité, ce qui ne facilite pas la planification de la production. Dans la mesure où nous ne travaillons qu'avec des produits frais, il faut sans cesse adapter la fabrication aux fluctuations de la production agricole. » Bien que déterminé à soutenir cette production, il reconnaît qu'il faudrait aujourd'hui mieux structurer la filière agricole en Guyane. « Cela passe notamment par la formation et la valorisation des savoir-faire », constate-t-il. Convaincu de la nécessité de stimuler, chez les jeunes Guyanais, l'envie d'entreprendre et de produire, Bernard Boullanger n'hésite pas à ouvrir les portes de son usine aux scolaires, à participer aux foires et Salons dédiés à l'artisanat, à l'agriculture, à la gastronomie ou plus largement au développement économique. « Nous avons ainsi signé une convention avec la mairie de Matoury pour embaucher 10 jeunes en contrat de réinsertion pour faire de la cueillette, précise-t-il à



Guyane is above all a production unit, with its own storage area, cold rooms, laboratory, manufacturing and packaging unit and sales area. Anyone entering the production unit must wear protective clothing not dissimilar to that used by the satellite teams at the Guiana Space Centre. Hygiene, cleanliness and quality are key. "We committed ourselves in 2010 to achieving ISO 9001 certification, which enabled us to get a foothold in the export market," notes Boullanger. "That was important because French Guiana still has quite a negative image beyond its borders." Today, Délices de Guyane is exporting its products and gaining recognition both within Europe and the West Indies through trade fairs, where it can promote Guianese specialties. "We didn't really dare hope to break into the West Indian market," admits Boullanger, "because Guadeloupe

and Martinique also produce condiments, jams, cordials and punches. But our strength lies in the fact that our products are made using fresh fruits and contain neither gelling nor acidifying agents. It makes all the difference. We decided to make quality our priority and in the end that pays."

Fair trade

"We only work with local producers," explains the entrepreneur, "whether for fruit or condiments. But that obviously raises its own difficulties in that the price of farm products fluctuates enormously, as does the quantity available. It complicates the production schedule. Because we only work with fresh produce, we have to adapt our rate to the ups and downs of farm production." Although determined to source locally, he concedes that the

Guianese farming sector needs to be better organized. "We need training and we need to raise the profile of producers," he believes. Convinced of the need to motivate Guianese youth to enter the world of business and production, Bernard Boullanger never hesitates to open up his factory to schoolchildren or to take part in trade fairs on arts and crafts, agriculture, gastronomy or even economic development. "We've now signed an agreement with the Matoury town council to take on ten young people to pick fruit under a vocational re-integration scheme," he says, by way of example, "and we have a further ten interns for training every year." Sustainable development and fair trade are materialized by Délices de Guyane through their decision to buy traditionally-woven baskets from the Amerindian village of Macouria, an

titre d'exemple, et nous prenons chaque année une dizaine de stagiaires en formation. » Le développement durable et équitable n'est pas en reste puisque Délices de Guyane travaille avec le village amérindien de Macouria pour la réalisation des paniers tressés en arouman, un emballage original des colis-cadeaux proposés aux CE. Dans ces mêmes coffrets-cadeaux, l'entreprise a également ajouté quelques produits de fabrication artisanale 100 % locale comme du chocolat ou du miel. Après l'embauche de trois salariés à l'ouverture de la structure, huit autres emplois ont été créés au fur et à mesure du développement de l'activité. Un développement qui n'a pu se faire qu'au prix d'un travail important sur le marketing (image des produits, emballages, étiquettes), mais également d'investissements encore plus importants dans le matériel: automatisation de la chaîne de remplissage, augmentation de la capacité de mixage, informatisation de l'ensemble des activités, de la production à la commercialisation, création d'un site Internet, etc.

Le défi de l'exportation

« Nous avons commencé à exporter nos produits vers la métropole en 2010, puis vers la Martinique en 2011, annonce fièrement notre ambassadeur des saveurs de Guyane. Suite à notre présence à la Foire de Paris et au Salon de l'agricul-

ture, nous avons été contactés par un important distributeur, qui s'est intéressé à nos produits. Aujourd'hui, nous sommes présents dans de très nombreux magasins en France métropolitaine, mais nous sommes encore mal représentés. On nous place souvent dans les rayons consacrés aux produits du monde alors que nous sommes un département français ! Nous faisons du "made in France". Nous devons encore beaucoup travailler sur notre image, et, au-delà, sur celle de la Guyane. » Cette année, Délices de Guyane a pu répondre à une importante commande de produits pour l'Allemagne, suite à sa présence au Salon international de l'agroalimentaire (SIAL). « Ils nous ont commandé des sirops, des chutneys et des confitures, soit peu de références, mais en très grosse quantité, précise Bernard Boullanger. C'est là que l'on se rend compte qu'on navigue un peu entre deux eaux : nous sommes surdimensionnés pour le marché guyanais mais sous-dimensionnés pour l'export. C'est pourquoi nous allons continuer à investir et à diversifier nos produits. » Au titre des projets d'avenir de la société, figure donc l'achat de nouvelles machines, notamment une nouvelle ligne de capsulage pour diversifier la taille des pots, sécuriser par un capsulage à chaud, mais également faire un vrai travail de réflexion sur l'innovation pour ajouter de la souplesse dans la fabrication sans altérer la qualité des produits. ■

Pour en savoir plus :
la mission Guyane
du CNES.
www.cnes-csg.fr
Learn more with CNES's
Guiana Mission.



original way of gift-wrapping the promotional packages designed for works committees. These special gift packages also contain 100% local homemade produce like chocolate or honey. Three employees were taken on when the production unit got started, since joined by eight more as business has developed. Much time and effort have gone into marketing, to portray the desired image of the products, packaging and labels, but even greater investments were made in the equipment, to automate the filling line, increase the mixing capacity, computerize all tasks from production to sales and create a website.

Export challenge

"We began exporting to mainland France in 2010, then Martinique in 2011," announces the proud

ambassador of Guiana flavours. "Following our participation in the Paris Trade Fair and International Agricultural Show, we were contacted by a major retailer interested in our products. Our products are now on sale in many different shops in mainland France, but we're not yet well represented. They're often on the International shelves, whereas Guiana is a French department! Our products are 'made in France.' We have to work not only on our own image, but that of Guiana itself." This year, Délices de Guyane met a big order for Germany following its participation in the SIAL international food & beverage trade show. "They ordered cordial, chutney and jam: not a wide variety, but in huge amounts," continues Boullanger. "That's when you realize that we're caught in a dilemma, too big for the Guianese market alone yet not big enough for

the export market. So we intend investing even more and diversifying our products." The future investments planned include buying new machines—especially a new capping system with a heat process to be able to diversify jar sizes and secure the lids—and considering ways of innovating to ensure more flexible production without compromising product quality. ■

Pour en savoir plus sur les produits de Délices de Guyane, une seule adresse : www.delices-de-guyane.fr
Pour la vente en ligne, se connecter sur www.couleursdeguyane.com
For more information on the products made by Délices de Guyane, simply follow this link: www.delices-de-guyane.fr
To buy products, go to: www.couleursdeguyane.com

RECHERCHE APPEL À IDÉES, COMMENT ÇA MARCHE ?

Des expériences en neurosciences comportementales permettent d'étudier le rôle de la gravité lors de l'exécution de tâches motrices simples, comme la manipulation d'un objet. Les centrifugeuses offrent une opportunité unique pour le contrôler. Behavioural neuroscience experiments study the role of gravity when performing simple motor tasks, like handling an object. Centrifuges offer a unique way to verify this role. ►►

¹ Les grandes familles des domaines de la recherche scientifique spatiale :
+ Pour les sciences de l'Univers : physique fondamentale, gravitation, astrophysique / astronomie et astrophysique, y compris cosmologie, physique stellaire et planètes extrasolaires / Soleil, héliosphère, relations Soleil-Terre, magnétosphères terrestre et planétaires / planètes et petits corps du Système solaire / astro / exobiologie et protection planétaire.
+ Pour les sciences de la vie et de la matière : sciences de la vie dans l'espace / sciences de la matière en microcosmos.
+ Pour les thématiques Terre, environnement, climat : chimie atmosphérique et atmosphère moyenne / météorologie et climat / océanographie physique, biosphère océanique, cryosphère / étude des surfaces continentales, y compris hydrologie et biosphère / géophysique interne, géodynamique, géodésie et étude de la Terre solide.

Dossier complet sur www.cnes.fr/rubrique « Appel à idées ».

Le spatial, c'est un peu comme la haute couture..., demain se prépare aujourd'hui. Agence de programmes et centre technique, le CNES se projette sur les programmes à venir. Il a pour mission de faire émerger des idées innovantes, des expériences nouvelles. La Direction des programmes s'y emploie sous la forme d'appels à idées. Marche à suivre :



Vous êtes scientifique ! Vous avez un projet original ? Il met en œuvre le spatial ? Rendez-vous sur www.cnes.fr rubrique « Appel à idées ». Vous êtes intéressés ? Choisissez votre thématique, téléchargez, remplissez, cliquez. C'est fait ou presque !

Un appel à idées CNES, c'est quoi ?

C'est une proposition que fait l'agence spatiale française pour anticiper et préparer l'avenir, construire sa programmation scientifique, concevoir de nouvelles missions spatiales. Tous les ans, le CNES lance un appel à idées ; tous les quatre ans, il l'oriente vers l'avenir et vers la prospective.

C'est quand ?

L'appel à idées classique est annuel. Quel que soit son domaine d'intervention, le chercheur peut présenter un dossier. Ce dossier décline quelques renseignements généraux, précise les objectifs scientifiques poursuivis, le programme des travaux, les collaborations éventuelles, les ressources humaines nécessaires, le budget et le calendrier prévisionnels. Tous les quatre ou cinq ans, un appel spécifique cible les

projets scientifiques d'avenir et alimente le séminaire de prospective scientifique. Ce séminaire est un événement majeur ; il fait le point sur les outils spatiaux, sur les recherches en cours et les projets prioritaires à moyen et long terme. Il favorise la rencontre entre chercheurs de communautés scientifiques différentes, aide à se projeter sur la décennie à venir. Les appels à idées pour le séminaire de prospective suivent la même procédure que les appels annuels, mais ils mettent le cap à dix ans ou plus. Le prochain séminaire se déroulera en mars 2014. Il va identifier les missions ou expériences spatiales qui pourraient être développées à l'échéance 2018-2024.

Pour qui ?

L'appel à idées du CNES s'adresse à une large communauté scientifique, sans limite d'âge. Peuvent candidater des scientifiques, des chercheurs, mais aussi des collectifs, des laboratoires. Il couvre tous les domaines de la recherche spatiale¹. Mais les projets peuvent aussi recouper plusieurs thématiques. L'offre est ouverte aux coopérations internationales.

Comment ?

Les dossiers sont téléchargeables directement sur le site. Descriptif du projet, renseignements pratiques..., les pièces qui le composent sont simples, accessibles.

Y a-t-il une sélection ?

Oui, elle est même stricte ! Le CNES, qui va soutenir financièrement et techniquement ces projets, opère une sélection selon deux niveaux d'expertise. Un comité d'experts scientifiques (le comité des programmes scientifiques) et ses sous-groupes spécialisés déterminent si le projet est en lien avec les priorités définies par la communauté scientifique. Les experts techniques du CNES, en particulier le Paso (plateau d'architecture des systèmes orbitaux), étudient la faisabilité technique du projet. Un collège note les atouts de chaque dossier selon plusieurs critères et prend en compte l'avis du CPS et du Paso. La liste ainsi retenue est validée par le comité exécutif du CNES. Le projet peut alors entrer en phase d'avant-projet (dite phase 0), premier pas dans un long parcours.

À quoi ça sert ?

Les propositions retenues dans ce cadre font avancer la recherche et peuvent aller jusqu'à déboucher sur de véritables filières. Zoom sur trois projets générés par des candidats dans les domaines des sciences de la vie et de la matière ou des sciences de l'Univers.

- **La télé-échographie :** En 1982, lors de son premier vol habité, Jean-Loup Chrétien réalise de nombreuses expériences, dont une d'échographie cardiographique. Quelque temps plus tard, dans le cadre des appels à idées « prospective », le professeur Philippe Arbeille, du CHU université de Tours, développe un concept d'échographie à distance. En 2003, grâce à ces travaux, le premier robot téléguidé depuis le sol voit le jour avec le soutien de l'Esa et du CNES. Aujourd'hui, un service complet de télé-

TÉMOIGNAGES

Ils l'ont fait, ils en parlent

Testimonials **A first-hand account**



Olivier White,
université de Bourgogne
University of Bourgogne

L'OUVERTURE AU MONDE

Broaden your horizons

Maitre de conférence à l'université de Bourgogne, Olivier White confesse un parcours atypique. De nationalité belge, il est arrivé aux neurosciences à l'issue d'un parcours universitaire en informatique. Après un postdoctorat à l'université de Bangor (Royaume-Uni), il a intégré l'université de Bourgogne en 2010. Par nature et par expérience, il a donc la culture multidisciplinaire chevillée au corps. S'il s'est engagé dans la procédure d'appel à idées, c'est après avoir vu l'aboutissement concret de projets dans son environnement professionnel. Il trouve à la formule plusieurs avantages. « *Le côté stratégique, prospectif, n'est pas un problème, mais une richesse. Par ailleurs, les appels à projets obligent à s'ouvrir, à travailler ensemble. Cette ouverture est essentielle. Un autre avantage des appels à idées est tout simplement économique : dans le spatial, l'investissement matériel est lourd, et il est toujours intéressant de mutualiser les ressources.* » À 35 ans, Olivier White est un jeune chercheur, mais il partage cette idée que la recherche va avec le risque. « *La prise de risque est fondamentale dans la recherche. Elle réactive l'adrénaline !* » conclut-il.

Lecturer at the University of Bourgogne, Belgian Olivier White has pursued an atypical career path. He ended up in neurosciences after graduating in information technology. He joined the University of Bourgogne in 2010, after postdoctoral research at Bangor University in the UK. By nature and experience, he has multidisciplinary blood running through his veins. He was motivated to reply to calls for ideas himself after seeing the projects generated in his own field. He points out several advantages to this kind of procedure. "The strategic, forward-looking aspect isn't a problem, it's a gold mine. Calls for projects force you to broaden your horizons and work in partnership. It's vital. Then there's the financial advantage—material investments in the space sector cost a lot of money, so it's much better to pool resources." At 35 years old, Olivier White is a young researcher but he agrees that research rhymes with risk. "Risk-taking is essential to research. It's what gets your adrenaline flowing!" he concludes.

RESEARCH

How calls for ideas work

Space is a bit like haute couture, because you have to prepare tomorrow... today. As a programme-driven agency and technical field centre, CNES has to plan ahead, laying the groundwork for future programmes. One of the agency's missions is to develop innovative ideas and new experiments. To achieve this, the Programmes Directorate uses calls for ideas. Here's how they work.

You're a scientist with an original project. If it's space-related, then go to www.cnes.fr and click on the Call for Ideas tab. Interested? Choose your subject area, download the form, fill it in and click. You're almost there.

What is a CNES call for ideas?

It's an invitation by the French space agency to look

ahead, map out its future science programme and come up with new space missions. CNES issues calls for ideas every year, because every four years it focuses on the future with a forward-looking seminar on space science.

When does it happen?

There is a routine call for ideas every year. A researcher can present a project in any subject area. This presentation provides general information, specifies the scientific objectives, work programme, any partnerships, the human resources needed, a budget and the planned schedule. Every four or five years, a specific call goes out for future science projects, which feed into a CNES seminar on the future of space sciences. This is a major event, as it assesses current space resources

and research and determines the priority for medium-to-long-term projects. It provides a forum for researchers from different scientific communities and helps everyone plan the next ten years. The same procedure applies to the call for ideas for the space science seminar as for the annual call for ideas, but the timeframe is different, as the seminar looks at least ten years ahead. The next one, to be held in March 2014, will determine which space missions or experiments could be developed for around 2018-2024, for example.

Who can apply?

The CNES call for ideas is open to all scientists, whatever their age. Applications may be made by scientists, researchers, partnerships or laboratories. It covers all fields of space research¹. Projects can



Philippe Arbeille,
université de Tours
University of Tours

L'APOLOGIE DE L'AUDACE

Dare to dare

►►
Télé-échographie
robotisée réalisée
sur un patient à
Maripasoula (Guyane).
A patient undergoes a
robotic remote
ultrasound scan in
Maripasoula, French
Guiana.



Doctor en physique du solide, docteur en médecine, professeur au CHU université de Tours..., la carte de visite de Philippe Arbeille témoigne d'un solide cursus et d'une activité riche. Développer des projets dans le cadre de l'appel à propositions, « *c'est toujours stimulant* », dit-il. Cette stimulation, il la voit à plusieurs niveaux. « *Sortir d'un cadre sécurisant pour s'engager dans un projet, c'est provoquer le risque, et le risque va de pair avec la recherche. Le CNES le légitime à travers ces appels à propositions. S'inscrire dans sa démarche prospective est donc une entrée en compétition profitable.* » Avec toutefois un regret : le renouvellement des candidats est difficile ; les jeunes générations manquent à l'appel. Et si l'appel à idées reste pour lui « *une excellente opportunité pour échanger dans un large consensus interdisciplinaire, s'il permet de s'ouvrir à l'international et de voir aboutir des projets que, seul, on ne pourrait pas mener* », il regrette le manque d'audace des jeunes générations. « *Quelle que soit la thématique, il faut dire aux jeunes d'oser, les pousser à l'audace. Par effet papillon, le sacro-saint principe de précaution a un peu tué le goût du risque*, déplore-t-il. *Même se projeter à dix ans est de plus en plus difficile, ces appels sont malgré tout de véritables chances à saisir et à tenir.* »

Philippe Arbeille is a Doctor of solid physics, Doctor of medicine and Professor at the University Hospital of Tours. He has a solid resume and his days are very full. Developing projects to respond to calls for ideas “*is always stimulating*,” he explains. Stimulating at different levels, for “*leaving a comfort zone to enter a project involves risk, but risk is an integral part of research. CNES's calls for ideas reflect that. Putting forward proposals for the future is competing for a useful purpose.*” He has one regret, however: the lack of candidates, with younger generations notably absent. He believes that these calls for ideas are “*an excellent chance to create a broad interdisciplinary consensus, with an opportunity for international partnerships and projects that would be impossible to carry out alone.*” Arbeille laments the lack of daring of younger generations. “*Whatever the area of research, we have to tell young people to dare, to push them into taking risks. The sacrosanct precautionary principle has spawned a risk-averse culture. It's becoming more and more difficult to even plan ten years ahead, so these calls for ideas are real opportunities to seize and hold on to.*”

also be cross-disciplinary and involve international cooperation.

How?

Applications can be made directly via the website. Files may be downloaded and all the requirements are simple and accessible, from a project description to more practical information.

Is there a selection process?

Yes, and a tough one at that. CNES is going to give financial and technical support to the chosen project, so there are two stages to the selection process. The CNES Science Programmes Committee (CPS) and its expert sub-groups determine if the project matches the priorities defined by the scientific community. CNES domain experts—and more especially those on the PASO orbital systems design panel—study the project's technical feasibility. Another panel notes the advantages of each application using set criteria and takes into account the opinions of the CPS and PASO. The

resulting shortlist is validated by the CNES Executive Committee. The project can then proceed to preliminary phase 0, the first step in a long journey.

What's the purpose?

The shortlisted proposals drive research and can lead to new applications. Let's focus on three projects chosen in the areas of life & material sciences and in Universe sciences.

Remote ultrasound scans: During his first spaceflight in 1982, Jean-Loup Chrétien performed several experiments, including a heart ultrasound scan. Not long after, Professor Philippe Arbeille from the University Hospital in Tours responded to the call for ideas for future science projects with a concept for remote ultrasound scans. This project led in 2003 to the first remote-guided robot supported by ESA and CNES. Today, a robotic remote ultrasound unit operates between a care home/long-term nursing home and Tours University Hospital in the centre of France.

échographie robotisée est fonctionnel entre une maison médicale et un Ehpad d'une part, et le CHU de Tours en région Centre d'autre part.

● **Cardiospace** est également le fruit d'un appel à propositions dans le cadre du séminaire de prospective. Il s'agit de mener une recherche sur les dysfonctionnements cardiovasculaires induits par un séjour en impesanteur. Le CNES et l'ACC (China Astronaut Research and Training Center) ont signé en 2012 un mémorandum d'entente. L'instrument français Cardiospace assurera le suivi cardiovasculaire des taïkonautes qui devraient occuper, fin 2014, le module orbital chinois Tiangong 3.

● **Neat (Nearby Earth Astrometric Telescope)** est né d'un appel à idées en sciences de l'Univers. La proposition a été soumise initialement en 2011 par Fabien Malbet, de l'Institut de planétologie et astrophysique de Grenoble, et ses collaborateurs du CEA Saclay et de l'IAS à Orsay. Elle concerne la détection d'exoplanètes proches en zone habitable par astrométrie. Neat est aujourd'hui en phase d'analyse de mission avec les équipes du CNES. ■

Cardiospace is another result of the call for ideas for future space science projects. The goal was to investigate the cardiovascular dysfunction induced by microgravity. CNES and the China Astronaut Research and Training Centre signed a memorandum of understanding in 2012, under which the French Cardiospace instrument will monitor the cardiovascular health of astronauts heading in late 2014 to China's Tiangong-3 orbital module. **NEAT—Nearby Earth Astrometric Telescope**—is a Universe sciences project submitted in 2011 by Fabien Malbet from the IPAG planetology and astrophysics institute in Grenoble and partners from the French atomic energy agency in Saclay and the IAS space astrophysics institute in Orsay. It uses astrometry to detect nearby exoplanets that could be habitable. NEAT has currently reached the mission analysis phase with CNES teams. ■

Full details at www.cnes.fr
More information at www.cnes.fr/webmag

JOELLE BRAMI, CNES

NUTRITION

QU'Y A-T-IL AU MENU ?

La nourriture est fondamentale pour les astronautes en mission de longue durée. Pour apprendre à bien se nourrir, un programme particulier est mis en place dans le cadre des expérimentations *bedrest*. Savoir équilibrer sa nourriture se révèle aussi utile pour lutter contre les maladies des sociétés modernes.

CHU de Toulouse-Rangueil, clinique de l'espace du Medes. 11 heures du matin, dans une des chambres, Bruno et Jérôme, volontaires sains de l'expérience *bedrest*, sont allongés depuis quatorze jours, leurs lits inclinés à -6° pour simuler les effets de l'impesanteur.

« Bruno, qu'est-ce qui vous manque le plus dans vos repas ? »

– Les repas sont variés, nous avons beaucoup de légumes, et le fromage, surtout le cantal, est excellent. Mais ce qui me manque : un verre de vin, avec du pâté, de la charcuterie. Après cette expérience, ce qui me fera le plus plaisir, c'est de manger un gâteau !

– Et vous, Jérôme ?

– Les repas sont variés, équilibrés, bien plus qu'à la maison. On apprend à mieux manger, on a un sentiment de satiété sans être ballonné. Malgré tout, ce qui me manque le plus : un café et un carré de chocolat noir ! » (Interdits par le programme scientifique.)

Les expériences de *bedrest* cofinancées par l'Esa et le CNES ont pour objectif de préparer les vols spatiaux de longue durée ; les apports nutritionnels doivent y être bien maîtrisés. Marie-Pierre Bareille, responsable du projet *bedrest* au Medes : « Dans une mission de longue durée, la nourriture pour les astronautes est fondamentale. C'est le carburant de l'organisme, et elle favorise la convivialité, importante du point de vue psychologique. Nous avons constaté qu'en impesanteur la balance énergétique est négative. Les astronautes perdent du poids, soit parce qu'ils ne mangent pas assez, soit parce qu'ils font beaucoup d'exercice. Sur du long terme, leurs performances physiques et psychologiques pourraient en être affectées et le succès des missions compromis. Dans la préparation d'un voyage vers Mars, la nourriture est un problème de santé et de logistique. Une erreur sur la quantité embarquée serait critique pour la santé de l'équipage ou pour le coût de la mission. La production d'une partie de la nourriture grâce à des cultures variées réalisées à bord pourrait être une solution. »

Si ces expériences sur des sujets volontaires sont importantes pour les futurs voyageurs de l'espace, elles permettent aussi d'étudier des phénomènes que l'on trouve dans les maladies chroniques d'origine métabolique des sociétés modernes : diabète, obésité, dyslipidémie (trouble du fonctionnement des lipides), maladies cardiovasculaires. Une meilleure ali-

mentation et des exercices physiques adaptés sont par exemple mis en place pour lutter contre l'obésité infantile.

Côté cuisine

L'alitement conduit à une diminution de la masse et de la force musculaire et osseuse ainsi qu'à une résistance à l'insuline. En restant longtemps alité, les muscles s'atrophient à cause d'une diminution de la synthèse des protéines, phénomène que l'on prévient en apportant davantage de protéines (petit lait) dans l'alimentation. Mais une alimentation riche en protéines abaisse le pH sanguin, ce qui entraîne des problèmes musculaires, osseux et, indirectement, une

Préparation au programme près des repas du dernier *bedrest* à la clinique de l'espace. Meals for the latest *Bedrest* experiment at the MEDES space clinic are weighed to the nearest gram.



diminution de la tolérance au glucose. Pour rééquilibrer le pH sanguin et compenser ces effets, on ajoute aux principaux repas du bicarbonate de potassium. L'apport de protéines associé à un exercice physique (qui en lui-même a des effets positifs sur le capital musculaire, osseux) améliore la sensibilité à l'insuline. Ces réactions internes en chaîne vont être rééquilibrées en partie par des apports très précis dans la confection des plats des 12 hommes volontaires des campagnes *bedrest* 2012-2013. En cuisine, rien n'est simple, tout est pesé, analysé... : jus d'orange 200 g, basilic moulu 0,10 g, poisson meunière 76 g, sel 0,30 g, poulet émincé 55 g, huile d'olive extra vierge 15 g, carottes 200 g, etc. Pascale Vasseur, physiologiste, responsable nutrition au Medes, veille au bon dosage des ingrédients (protéines, glucides, lipides, minéraux, vitamines, etc.) distillés plus agréablement dans un sauté de veau, des pâtes, une sauce huile d'olive-citron ou un fromage blanc-framboises!

« Le contrôle des apports nutritionnels est demandé par l'Agence spatiale européenne afin qu'ils soient les mêmes pour chaque *bedrest* qui se déroule en Europe. Chaque plat est adapté en fonction du métabolisme et de l'activité de chaque volontaire.

Grâce à notre excellent partenariat avec le service hôtellerie-restauration du CHU de Toulouse et à M. Lalande, son responsable, nous avons pu répondre à cette demande. Tous les plats ont été fabriqués spécialement pour la clinique de l'espace : le CHU nous a fourni les entrées et les desserts et nous a mis en relation avec la société Davigel. » Cette filiale de Nestlé implantée à Pontivy, en Bretagne, a réalisé tous les plats chauds et les collations. Anne-Laurence Rouille, ingénieur agronome chez Davigel, est enthousiasmée par ce partenariat, un vrai défi industriel : « Nos plats sont issus d'un fin dosage d'une centaine de macro et micronutriments (calculés par un logiciel de nutrition). Nous avons calculé les valeurs nutritionnelles pour 50 aliments. La technologie "surgelés" couvre les trois campagnes *bedrest*. Nous sommes fiers, dans notre usine, d'avoir travaillé pour la première fois dans le cadre d'un projet scientifique ! »

Dans la petite cuisine de la clinique s'affairent des aides-soignants qui pèsent chacun des ingrédients constituant le plateau-repas. Là, le rouge des betteraves, ici, l'orange des carottes... La décoration du plat est aussi un plaisir des yeux, pour ouvrir l'appétit. Nous sommes loin de l'insipidité des plats habituellement servis lors d'une hospitalisation. ■



*The right diet is essential to astronauts on long-duration missions. To learn how to eat well, a dedicated project has been instigated under the *bedrest* trial programme.*

A balanced diet proves just as useful in combating the diseases of modern society.

Toulouse University Hospital, MEDES space clinic. It is 11 a.m., and in one of the bedrooms healthy volunteers Bruno and Jérôme are on their 15th day of *bedrest*, tilted head down at -6° to simulate the effects of weightlessness.

Bruno, what do you miss most in your meals?

- The meals are varied, with lots of vegetables, and the cheese—especially the Cantal—is excellent. But I must admit I'd like a glass of wine with some *pâté* or such. And once the experiment's over, I'm really going to enjoy some cake!"

How about you, Jérôme?

- The menus are varied and the meals much better balanced than at home. We're learning to eat better, and feel full without being bloated. But what I really miss is a cup of coffee and a square of dark chocolate..."

The *bedrest* experiments jointly funded by ESA and CNES are designed to prepare for long-duration spaceflight, when nutrient intakes must be strictly

NUTRITION

What's on the menu?

controlled. Marie-Pierre Bareille, head of the *bedrest* programme at MEDES, explains: "During a long-duration mission, eating right is vital for the astronauts. It's fuel for their bodies, but meal times together are also good for morale. In microgravity, the energy balance is negative. Astronauts lose weight, either because they don't eat enough or because they do a lot of exercise. In the long term, their performance could be affected and mission success compromised. When preparing a journey to Mars, food is both a health and logistics issue. Taking the wrong amount would be critical for the crew's health and the cost of the mission. One solution would be to grow some of their food on board." While these experiments are important for future space travellers, they also help study the chronic metabolic health disorders of modern life, such as diabetes, obesity, dyslipidemia¹ or cardiovascular diseases. A better diet and suitable physical exercise are recommended to combat child obesity, for example.

What's cooking?

Bedrest leads to a drop in muscle and bone mass and strength, and in resistance to insulin. Long periods of *bedrest* result in muscle wastage, which can be offset by an increase in whey proteins. A protein-rich diet causes the blood pH level to fall, leading to muscular and bone disorders and, indirectly, a lower glucose tolerance. To rebalance blood pH level and compensate for these effects, potassium bicarbonate is added to the main meals. The intake of proteins, when combined with physical exercise (which has positive effects on muscle and bone structures), improves sensitivity to insulin. These internal chain reactions have to be balanced

out partly by measuring very precisely the intake of each ingredient in meals for the 12 male volunteers in the 2012-2013 *bedrest* programme. In the kitchen, nothing is left to chance. Everything must be weighed and analysed. Pascale Vasseur, physiologist, is the head of nutrition at MEDES. He makes sure that not only are all the ingredients correctly proportioned with respect to proteins, carbohydrates, fats, minerals and vitamins, but that they are incorporated in tasty dishes like veal stew, pasta, lemon and olive sauce or *fromage blanc* with fresh raspberries. "ESA asks that all nutritional intakes be monitored, as they must be the same for each *bedrest* campaign throughout Europe," says Vasseur. "Each meal is tailored to the metabolism and activity of each volunteer, working in close partnership with the catering service of Toulouse University Hospital, headed by Mr Lalande. All the dishes were prepared specifically for the space clinic: the hospital catering service provided the first course and dessert and put us in touch with Davigel."

A subsidiary of Nestlé in Brittany, Davigel made all the hot meals and snacks. Anne-Laurence Rouille, agronomist at Davigel, is enthusiastic about this partnership, which is a real industrial challenge. "Our meals are based on accurate doses of around 100 macro and micro nutrients computed by nutrition software. We worked out the nutritional values for 50 different foods. Deep-freeze technology enables us to cover the three *bedrest* campaigns. Our factory is proud to have been part of a science project for the first time ever." In the small kitchen at the space clinic, the healthcare assistants are busy weighing meal ingredients. The presentation is attractive to whet the volunteers' appetite, and a far cry from the tasteless meals normally served in hospitals. ■

¹ A lipid metabolism disorder

Nature et environnement

LA RENCONTRE DU SATELLITE ET DU HÉRISSON

L'impact des applications spatiales s'élargit et descend dans la rue. Il descend aussi dans le champ associatif. Le récent congrès de France Nature Environnement s'intéressait, cette année, à la question des « mobilités de demain ». Pour la première fois, l'imagerie spatiale était en tribune et le hérisson en star.



Regard curieux, allure nonchalante, le hérisson est l'un des animaux protégés les plus sympathiques. Mais que faisait-il en avril à Clermont-Ferrand, au congrès de FNE ? Et qu'a-t-il à voir avec le satellite ? « *Le hérisson est le symbole de notre fédération* », fait remarquer Frédéric Manon, de FNE Midi-Pyrénées. « *Par analogie, il était emblématique de la thématique placée au cœur de ce congrès, celle des mobilités durables. Le hérisson se heurte à la discontinuité de la trame verte et bleue qui constitue les autoroutes naturelles de déplacement des animaux.* » Pour créer des continuités, il faut avoir une connaissance méthodique de l'existant. Observations, inventaire, étude, suivi, alerte..., le travail réalisé régulièrement par les 850 000 bénévoles sur le terrain est colossal, mais pas suffisant. Comment évaluer, cartographier, ces hiatus et maintenir ou créer de véritables corridors écologiques indispensables à l'équilibre environnemental ?

Complémentarité et efficacité

Le recours peut-il venir du ciel ? La FNE le pense, le CNES aussi. L'imagerie spatiale s'avère un outil fabuleux pour ce type de repérage ; on lui doit des cartographies précises, un suivi régulier, des informations automatisées sur la végétation. « *Et dans les prochaines années, avec Pléiades, Spot 6 et 7, ou Sentinel-2-Copernicus, on va vers une augmentation sensible des possibilités d'acquisition* », explique Arnaud Sellé, chef de projet au CNES. Secrétaire général de FNE, Frédéric Manon est aussi ingénieur au CNES, une double appartenance qui a facilité la mise en relation des besoins et des moyens. Mais voilà, contrairement à la géolocalisation ou à l'accès internet HD, l'imagerie spatiale est peu ou mal connue dans la sphère associative. Le congrès de Clermont-Ferrand sur la mobilité était l'occasion de rapprocher les deux mondes et de faire connaître le rôle que l'imagerie spatiale peut jouer dans la surveillance et la protection de l'environnement.

« *Le CNES était invité en tribune. C'était une première, mais pas une dernière, précise Frédéric Manon. L'objectif est d'aller plus loin et d'organiser de manière pérenne un véritable partenariat.* »

Évoqué dans le cadre du Toulouse Space Show 2012, un premier rapprochement CNES-FNE vient de se concrétiser. Avec le concours du Cesbio, via l'imagerie satellite, l'association régionale Nature Midi-Pyrénées, adhérente à FNE, travaille sur la réalisation d'un atlas des coteaux secs en Midi-Pyrénées. Cette collaboration va permettre de préparer des opérations sur le terrain, mais aussi d'identifier des coteaux à ce jour non connus. Mené dans le cadre de Take Five², ce projet concret devrait ouvrir sur des perspectives prometteuses. L'objectif final reste bien sûr l'utilisation des données spatiales pour la création d'un véritable réseau combinant couloirs et zones écologiques qui devrait, on l'espère, aider le hérisson à poursuivre sa route. ■

¹ La fédération France Nature Environnement (FNE) rassemble 3 000 associations.

² Le programme Take Five fournit des séries temporelles d'images.

NATURE AND ENVIRONMENT

Satellites watch out for hedgehogs

Space applications are taking to the streets, or in this case the fields. The recent congress of France Nature Environnement¹ focused this year on "mobility tomorrow". Satellite imagery was up on the podium, alongside the federation's emblematic star, the hedgehog.

So what was a hedgehog doing in April at the FNE conference in Clermont-Ferrand? "We chose a hedgehog as the mascot of our federation," explains Frédéric Manon from the Midi-Pyrenees branch of FNE. "It's an emblem of this conference's focus on sustainable mobility." To create continuity, we need observations, inventories, surveys, monitoring and alerts. The work done by 850,000 volunteers in the field is colossal, but still falls short.

Can help come from the heavens? FNE certainly thinks so, and CNES agrees. Satellite imagery is a godsend, providing accurate maps, regular monitoring and automated information on plant cover. "And in the coming years, we'll be seeing more satellite image acquisition opportunities," comments CNES project leader Arnaud Sellé. But unlike satellite positioning or broadband Internet, satellite imagery is not a familiar tool to non-profit associations. An initial joint CNES-FNE project has just been set up. Supported by the CESBIO biosphere research centre, regional association and FNE member Nature Midi-Pyrénées is using satellite imagery to map dry hillsides with the aim of creating a network combining ecological corridors and zones that should enable the hedgehog to pursue its journey untroubled. ■

¹ France Nature Environnement (FNE) is an environmental protection federation with 3,000 member associations

INDONÉSIE

CENTRE D'OCÉANOGRAPHIE SPATIALE

Le plus beau contrat de CLS à l'exportation

C'est à Bali, île des dieux, que CLS, filiale du CNES et de l'Ifremer, va implanter le futur centre d'océanographie spatiale dédié à la gestion durable des ressources marines, à leur protection et à leur développement. Un centre qui vaut à CLS d'avoir signé fin 2012 un contrat de 23 millions d'euros grâce à son offre intégrée.

Pourquoi l'Indonésie ? Parce que ce pays aussi vaste que l'Europe avec ses 17 000 îles compte plus de 240 millions d'habitants, dont 20 % vivent d'activités maritimes. En pleine croissance, cette puissance régionale émergente s'affirme auprès de ses voisins comme « *un passage obligé entre Moyen et Extrême-Orient pour les transports et le trafic maritime* », explique Christophe Vassal, directeur général de CLS. La société toulousaine ne s'y est pas trompée. Dès 2004, elle s'est implantée dans l'archipel pour équiper 3 000 bateaux de pêche domestiques de balises de localisation Argos. Depuis, l'Indonésie s'est donné pour

objectif de faire sa « révolution bleue » et de devenir le premier producteur mondial de produits de la mer.

Doté d'une végétation luxuriante et d'une biodiversité inestimable, l'archipel indonésien fascine le visiteur. Et, pourtant, ses attraits sont lourds de menaces pour l'économie. Sa richesse maritime attire les convoitises, qui s'embarrassent peu de légalité. En effet, chaque année, la pêche illégale prélève près de 2 milliards de dollars au gouvernement et aux pêcheurs indonésiens. Les massifs coralliens subissent les coups de butoir des pilleurs. Les hydrocarbures polluent les zones de pêche. Tout un ensemble de préjudices auquel CLS, sollicitée par le gouvernement indonésien, a souhaité



SPACE OCEANOGRAPHY CENTRE

Biggest export contract yet for CLS

In Bali, Island of the Gods, CLS, a subsidiary of CNES and Ifremer, is set to open a space oceanography centre dedicated to sustainable stewardship, protection and development of marine resources. The new centre helped it to clinch a contract worth €23 million at the end of last year, thanks to its integrated offering.

Why Indonesia? Because it is as large as Europe, with 17,000 islands and more than 240 million inhabitants, of which 20% depend on the sea for a living. The fast-growing emerging regional power is

affirming its place as "an unavoidable passage between the Middle and Far East for shipping," explains CLS CEO Christophe Vassal. The Toulouse-based firm anticipated this development, gaining a foothold in the archipelago as early as 2004 with a contract to fit out 3,000 local fishing vessels with Argos tracking transmitters. Since then, Indonesia has embarked on its "blue revolution" and aims to become the world's premier producer of seafood. Indonesia's verdant vegetation and precious biodiversity are a draw for visitors. But these attractions also pose a serious threat to its economy. Its maritime riches are eyed greedily by operators paying little

heed to the law. Every year, illegal fishing deprives the government and local fishermen of €2 billion. Coral reefs are the first to suffer from this systematic pillaging, while fishing zones are exposed to oil pollution. Approached by the Indonesian government, CLS has supplied a range of solutions to combat these threats. The INDESO project (Infrastructure Development of Space Oceanography) encompasses management of marine resources, combating piracy, environmental protection, traceability of fish catches for export and assessment of future seaweed and prawn farms for the cosmetics and food industries.





répondre en proposant un éventail de solutions. Le projet Indeso (*Infrastructure Development of Space Oceanography*) comprend la gestion des ressources marines, la lutte contre la piraterie, la protection de l'environnement, la traçabilité des pêches en vue de leur exportation ainsi que l'évaluation de futures zones d'élevage d'algues et de crevettes pour les industries cosmétique et alimentaire.

1500 m² dédiés à l'océanographie spatiale

Le centre d'océanographie spatiale choisi par le gouvernement indonésien aura une superficie de 1500 m². Il sera doté d'une station de réception et de traitement, en temps réel, d'images satellites radar. Il devra réaliser une suite de modèles régionaux de prévision océanographique simulant

la circulation et la biogéochimie de l'océan ainsi que l'évolution de la population de différentes espèces de thon. Il emploiera une trentaine de personnes parmi lesquelles 13 Indonésiens (9 thésards et 4 masters), qui suivent des cours de français avant de venir prochainement se former en France. Modélisation de l'océan, acquisition, traitement et interprétation de données satellitaires n'auront bientôt plus de secret pour ces ingénieurs. Pour toutes ces informations, CLS aura recours non seulement aux satellites Jason-2, Cryosat-2, et bientôt AltiKa, mais aussi aux satellites radar (SAR) et à l'imagerie visible haute résolution.

La gestion durable des ressources marines est le maître mot d'Indeso. Avec ce projet, l'Indonésie consolide son système de surveillance de la pêche légale, fourni en 2004 par CLS. La surveillance radar et des outils performants de simulation de l'évolution des stocks de thons viennent compléter le dispositif initial. Des outils qui permettront de mieux comprendre l'évolution de ces stocks sous la pression de la pêche et de la variabilité climatique due à El Niño ou au réchauffement global.

Le centre d'océanographie spatiale devrait ouvrir ses portes à l'automne 2014. « *C'est un projet pérenne qui va au-delà de la mise en place de l'infrastructure et qui, outre un travail sur l'amélioration des modèles, nécessite un accompagnement sur le long terme* », souligne Christophe Vassal, tout en ajoutant : « *Si CLS a remporté ce contrat, c'est que nous étions les seuls à proposer une offre intégrée.* » Ce projet s'inscrit dans la volonté de CLS de renforcer sa présence à l'international : 16 bureaux et filiales s'y emploient, deux autres contrats sur la sécurité maritime ont été signés en janvier 2013 avec le Vietnam et en mars 2013 avec le Japon, et le chiffre d'affaires est en augmentation de 7 % en 2012...

Une entreprise dynamique qui ne connaît pas la crise ! ■

►►
Contrôle d'un
bateau de pêche
légale en Indonésie.
A legal fishing
vessel is checked in
Indonesia.



Vidéo : les satellites
contre la pêche illégale
en Indonésie.
Video: Satellite's
combating illegal fishing
in Indonesia.



1,500 sq.m. devoted to space oceanography

The space oceanography centre to be built for the Indonesian government will cover 1,500 sq.m. and be equipped with a station capable of receiving and processing satellite radar images in real time. It is designed to produce a suite of regional oceanographic prediction models simulating ocean circulation and bio-geochemistry, as well as how stocks of different species of tuna are likely to evolve. It will be staffed by a 30-strong team, including 13 Indonesians (9 PhD and 4 Master's degree students) who are currently learning French before coming to France to train for their new job. These engineers will soon be

learning all there is to know about ocean modelling and satellite data acquisition, processing and analysis, for which CLS will be using data from the Jason-2, Cryosat-2 and soon the AltiKa satellites, as well as synthetic-aperture radar (SAR) satellite data and high-resolution optical imagery. Sustainable stewardship of marine resources is the watchword of INDESO. Through this project, Indonesia is consolidating the fishing vessel monitoring system supplied by CLS in 2004. Radar surveillance and high-performance simulation tools to keep track of tuna stocks will complement the initial set-up. These tools will provide a clearer picture of how stocks are holding up under pressure from fishing and climate

variability due to El Niño and global warming. The space oceanography centre is expected to open in autumn 2014. "It's a long-haul project that goes beyond simply setting up the infrastructure and which, besides improving models, will call for support in the long term," stresses Christophe Vassal. "The reason CLS won this contract is that we were the only bidder with an integrated offering." This project ties in with CLS's desire to boost its international presence. It already has 16 offices and subsidiaries around the world, two other maritime security contracts signed in January with Vietnam and March with Japan, and revenues were up 7% last year... In all, it is a thriving business. ■

LE VAN-CHUONG, CNES

CANADA

CNES-ASC AMPLIFICATION DE LA COOPÉRATION



◀◀ Préparation d'un lâcher de ballon depuis la base de Timmins.
Preparing for a balloon release at the Timmins launch base.

Huit mois à peine après le démarrage des travaux, la nouvelle base de lancement de ballons de Timmins, au Canada, a été inaugurée, le 13 juin, par le CNES et l'ASC, son homologue canadienne. Une occasion de faire le point sur une coopération qui est vouée à un bel essor.

Les coopérations spatiales entre la France et le Canada remontent à plus de trente-cinq ans. Les agences spatiales ont donc l'habitude de travailler ensemble, soit en binôme sur des programmes bilatéraux, soit à plusieurs dans les programmes de l'Esa. L'observation de la Terre et les sciences de l'Univers étaient jusqu'à présent leurs domaines de prédilection. Or, aujourd'hui, celui des ballons marque un nouveau tournant et de nouvelles perspectives.

Un démarrage en douceur

Dès le départ, les deux pays ont eu des compétences complémentaires en observation de la Terre : la France dans les systèmes d'observation optiques (Spot) et le Canada dans les systèmes radar (Radarsat). Cela a débouché sur des accords de commercialisation de données entre les entreprises privées. D'ailleurs, depuis des années, les images couvrant l'ensemble de l'Amérique du Nord sont reçues et traitées par une station au sol gérée par le centre canadien de télédétection. Plusieurs accords relatifs ont été passés depuis pour la fourniture de soutien téléométrique de lanceurs

ou de satellites pour les orbites polaires (Scisat-1, Spot 5, Hélios-2, Ariane 5, Pléiades et Soyouz).

En septembre 1991, lorsque la Nasa a lancé le satellite Uars de recherche dans la haute atmosphère, celui-ci transportait un instrument du nom de Windii (interféromètre d'imagerie des vents) mis au point conjointement par l'ASC et le CNES. Mesurant les vents et la température de la haute atmosphère, Windii a fourni des données utilisées par les scientifiques du monde entier dans des applications qui caractérisent ces vents et leurs variations saisonnières. Dix ans plus tard, le CNES et l'ASC se sont retrouvés sur la mission suédoise Odin au double objectif : surveiller l'évolution du trou d'ozone au niveau des pôles (aéronomie) et apporter un éclairage nouveau sur les zones de formation d'étoiles au sein de nuages interstellaires froids (astronomie). Lancée en février 2001, la mission a duré six ans au lieu des deux ans prévus. Le Canada a fourni le spectrographe optique et imageur dans l'infrarouge nécessaire aux études atmosphériques, et la France a mis au point une partie des sous-systèmes d'analyse astronomique construits par la Suède. La coopération alors s'accélère : les scientifiques fran-

Pour en savoir plus :
Podcasts : pourquoi lancer des ballons depuis le Canada ?
<http://podcasts-cnes.fr/tag/timmins/>
More
Podcasts: Why launch balloons from Canada?

Gonflage à l'hélium du ballon avant lancement.
Inflating the balloon with helium prior to launch.



çais participent aux expériences sur la chimie atmosphérique à bord du satellite canadien Scisat-1 (2003), puis c'est le tour du Dr Jaymie Matthews, responsable de la mission scientifique canadienne Most (lancée en 2003), d'être nommé co-investigateur du comité scientifique de Corot (lancée en 2006) pour favoriser le lien entre les deux missions. Elles présentaient des objectifs d'études de planètes extrasolaires assez proches.

Signature de l'accord-cadre CNES-ASC

En mars 2010, à l'occasion des célébrations du 30^e anniversaire de la coopération Esa-ASC, le CNES et l'ASC présentent ensemble une exposition sur la conquête de l'espace en images. Profitant de la venue de responsables canadiens en Europe, le CNES organise une série de rencontres sur plusieurs thèmes (sécurité maritime, Charte espace pour la sécurité, gestion des collisions en orbite, microsatsellites, ballons) en vue d'explorer d'autres opportunités. Ces discussions débouchent sur un accord-cadre entre les deux agences spatiales, mis en place fin 2011 pour accompagner l'émergence de nouvelles coopérations.

Sort scellé par des ballons

C'est dans le secteur des ballons que les échanges ont été le plus fructueux. Le CNES recherchait des opportunités de vol dans des zones de latitudes moyennes hors d'Europe.

La densité de la population rend de plus en plus difficiles les opérations de lâchers de ballons. De son côté, l'ASC cherchait des solutions de vol suborbital pour offrir des opportunités à la communauté scientifique et technique canadienne ainsi qu'à son industrie spatiale. Une fois encore, la complémentarité des compétences et la convergence des attentes ont joué en leur faveur. L'accord de coopération ballons CNES-ASC a été signé en septembre 2012 pour dix ans, renouvelable par période de dix ans. Il prévoit l'assistance du CNES à l'ASC pour le choix d'un site de lancement et le lancement des ballons CNES à partir de ce site. Les agences coopèrent également dans le processus de sélection de missions scientifiques ballons et sur le développement d'une nacelle générique pointée. Cet accord prévoit des échanges de personnel, mais pas d'échange de fonds.

Le site de l'aéroport de Timmins (Ontario) a été sélectionné à la fin de l'année 2012. Sa construction est achevée. La première phase de campagne Ballons CNES a eu lieu en juin 2013 avec des essais de qualification opérationnelle et un lâcher captif. La seconde phase de campagne est prévue en août-septembre 2013 avec les vols de recette technologique d'une nouvelle version de la nacelle Nosyca. En 2014, une dizaine de vols sont prévus à Timmins, parmi lesquels quatre pour les sciences de l'Univers: Pilot, Euso, une nacelle technologique pointée et une nacelle scientifique de l'ASC. Un début des plus prometteurs! ■

COOPERATION STEPS UP A GEAR

Le Van-Chuong, CNES

Barely eight months after work started, the new balloon launch base in Timmins, Canada, was officially opened 13 June by CNES and its counterpart the Canadian Space Agency (CSA). CNESMAG takes a closer look at a partnership destined for great things.

France and Canada have been collaborating in space for more than 35 years. Their space agencies are therefore used to working together, with cooperation hitherto focusing on Earth observation and Universe sciences. Today, they are adding a new string to their bow with scientific balloon operations.

Gradual build-up

From the outset, the two nations developed complementary expertise in Earth observation, France in optical imaging satellites (SPOT) and Canada in radar satellites (Radsat). This led to commercial data marketing agreements between private firms. Imagery of North America has been received and processed for many years at a ground station operated by the Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). Several accords have since been signed to supply telemetry support for satellite launches into polar orbit (SCISAT-1, SPOT-5, Helios-2, Ariane-5, Pleiades and Soyuz). Launched in September 1991, NASA's Upper Atmosphere Research Satellite (UARS) flew the Wind Imaging Interferometer instrument (WINDII)

developed jointly by CSA and CNES. Designed to measure winds and temperature in the upper atmosphere, WINDII provided data to scientists all over the world. Ten years later, CNES and CSA teamed up again for the Swedish ODIN mission to monitor the polar ozone hole and shed new light on star-forming regions in cold interstellar clouds. Launched in February 2001, ODIN operated for six years, far exceeding its scheduled two-year lifetime. Canada supplied the optical spectrograph and infrared imager for atmospheric research, while France developed part of the astronomy analysis subsystems built by Sweden.

From this point on, cooperation stepped up a gear. French scientists worked on atmospheric chemistry experiments flown on Canada's SCISAT-1 satellite in 2003, then Canadian scientist Dr Jaymie Matthews, principal investigator on the Canadian MOST science mission launched the same year, was appointed co-investigator on the science board of the CoRoT mission launched in 2006.

CNES-CSA framework agreement

In March 2010, during the celebrations marking the 30th anniversary of ESA-CSA cooperation, CNES and CSA put on a joint exhibition of pictures chronicling the space adventure. At the same time, CNES organized a series of meetings with Canadian officials in Europe on maritime security, the international space charter, orbital collision mitigation, microsatsellites and balloons. Talks led to

a framework agreement between the two space agencies in late 2011 to encourage new cooperation initiatives.

Balloons seal the deal

But it is in ballooning that exchanges have been most fruitful. CNES was looking for mid-latitude flight opportunities outside Europe, while CSA was seeking suborbital flight solutions for Canada's scientific and engineering community and space industry. The agencies signed a 10-year balloon cooperation agreement in September 2012 that provides for CNES to assist CSA in selecting a launch site and for releases of CNES balloons from the site. They are also working together on the balloon mission selection process and to develop a generic pointed gondola. The agreement covers exchanges of personnel but not of funds. The launch site at Timmins airport, Ontario, was selected late last year. Construction of the facility is now complete. The first phase of the CNES balloon campaign was conducted in June, with operational qualification flights and a tethered release. The second phase is scheduled this August-September, with technology checkout flights using a new version of the NOSYCA gondola. In 2014, 10 flights are scheduled out of Timmins, including four for Universe sciences: Pilot, EUSO, a pointed technology gondola and a science gondola for CSA. The new collaboration looks to be off to a good start. ■



JAPON JAPAN
MATHIEU GRIALOU,
notre correspondant à Tokyo
Tokyo correspondent

POLITIQUE SPATIALE

2013, UNE ANNÉE-PIVOT

Sorti en janvier, le nouveau plan quinquennal sur le spatial japonais amorce un changement de cap d'ici à 2018. Derrière ses maîtres mots d'« indépendance » et d'« utilisation », il s'agit d'en finir avec une logique de développement motivée uniquement par la technologie. Par ricochet, la Jaxa devrait développer les applications commerciales de l'espace au détriment de la recherche scientifique.

Illustration du lanceur japonais Epsilon.
Artist's impression of Japan's Epsilon launcher.

Le Président de la République, François Hollande, a effectué au début du mois de juin une importante visite au Japon, à l'invitation du gouvernement japonais. Il s'agit de la première visite d'État d'un président français depuis 1996. Cette visite de trois jours a placé le Japon sur le devant de la scène diplomatique française, alors qu'il était parfois éclipsé par ses grands voisins asiatiques. En toile de fond, la nouvelle politique économique du Premier ministre Shinzo Abe (« Abenomics ») donne, depuis l'alternance de décembre 2012, un nouvel élan au pays. Mais son objectif n'est pas seulement économique, il s'agit de redonner au Japon un statut de pays « normal » et de sortir une fois pour toutes de l'héritage de la guerre du Pacifique. C'est peut-être pour cela que le développement spatial bénéficie ces dernières années d'un fort soutien politique, car il est traditionnellement associé à l'idée d'un État souverain. Cet appui se traduit par l'augmentation du budget, avec la décision, le 15 mai 2013, d'accorder à l'espace 363 milliards de yens (dont 185 milliards pour la Jaxa). Avec le taux de change actuel, le budget de l'agence spatiale nipponne est semblable à celui du CNES.

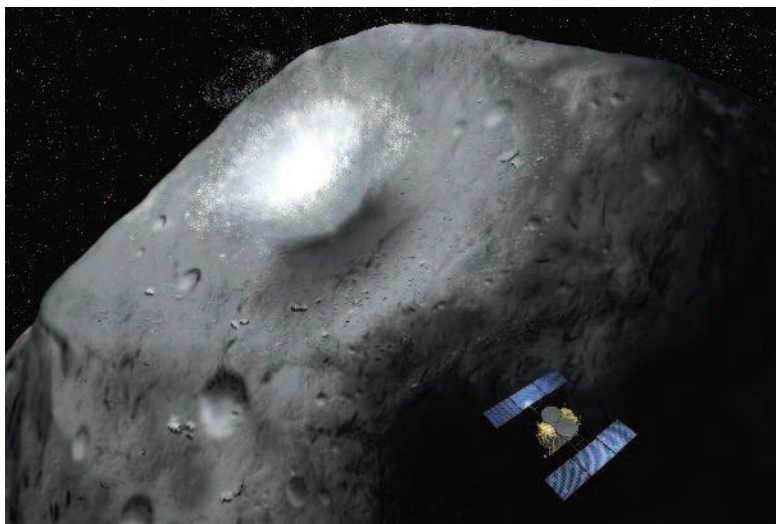
Une nouvelle politique globale

Au-delà de ce climat politique, l'année 2013 sera particulière pour le secteur spatial japonais. Tout d'abord parce qu'elle donne un nouveau cap stratégique à maintenir jusqu'en 2018, avec la publication au mois de janvier du nouveau plan quinquennal, le 2^e Plan spatial fondamental. Ses maîtres mots sont « indépendance » et « utilisation ». Il s'agit de garantir une maîtrise autonome de certains systèmes clés (navigation et lanceurs en premier lieu) et d'en finir avec une logique de développement motivée uniquement par la technologie. Ce plan défini par le Cabinet est maintenant en phase avec le plan à moyen terme de la Jaxa, publié le



1^{er} avril. Du côté des programmes, la priorité demeure toujours la réalisation du système de navigation QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*) avant 2018 et la succession du lanceur H-2A à l'horizon 2020. Pour l'exploration, la mission Hayabusa-2 a pu être sauvée par le soutien du public, mais le Japon s'interroge sur la forme de sa participation au programme de la Station spatiale internationale au-delà de 2020. Dans le domaine de la télédétection, le schisme est consommé entre les missions à orientation scientifique de la Jaxa et la nouvelle filière de satellites commerciaux du Meti, appelée Asnaro: le Japon devra s'atteler à la révision en profondeur de sa politique de distribution des données. Enfin, l'agence spatiale lancera pour la première fois sa nouvelle fusée légère à ergols solides, Epsilon, avec un tir prévu le 22 août.

La mission Hayabusa-2 mission.



Un tournant pour la Jaxa

Cette « année du Serpent » sera aussi l'occasion de célébrer au mois d'octobre le 10^e anniversaire de la création de la Jaxa, issue de la fusion en 2003 des trois anciennes organisations, Nasda, Isas et Nal. C'est d'ailleurs avec un nouveau président qu'elle prépare ces festivités, car le ministère en charge de la Recherche a désigné au mois d'avril le Dr Naoki Okumura pour succéder au Dr Tachikawa. Issu du milieu de la sidérurgie, Naoki Okumura arrive à la tête d'une agence dont les statuts ont été récemment modifiés. La Jaxa dépend maintenant du Cabinet et du ministère de l'Économie (Meti), en sus de ses anciens ministères de tutelle. Elle subira ainsi la pression de la nouvelle politique globale qui, sous l'impulsion du Meti, souhaite développer les applications commerciales de l'espace au détriment de la recherche scientifique. Enfin, 2013 verra aussi la 20^e édition du Forum des agences spatiales asiatiques, une initiative portée depuis le début par le gouvernement japonais. Cette année, ce rendez-vous se tiendra au Vietnam, un pays qui a récemment noué des liens spatiaux très forts avec le Japon.

Mais le Japon de l'espace, c'est aussi une présence croissante dans les organisations multilatérales de haut niveau. Alors que M. Horikawa poursuit son mandat de président du comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (Copuos) des Nations unies, c'est un autre Japonais, M. Higuchi, qui a pris la présidence de la Fédération internationale d'astronautique (IAF). Il aura d'ailleurs fort à faire avec l'organisation du congrès 2013, qui se tiendra à Pékin. Un événement qui, s'il est réussi, pourrait peut-être contribuer à rapprocher les deux voisins asiatiques, sans attendre un dégel politique. ■

SPACE POLICY

A pivotal year

Released in January, Japan's new space plan charts a new course for the next five years. Driven by the dual priorities of independence and utilization, the plan breaks with the previous technology-push development logic. JAXA is now expected to put development of commercial space applications before scientific research.

At the government's invitation, in June François Hollande made the first state visit to Japan by a French President since 1996. While Japan has on occasions been eclipsed by its big Asian neighbours, his three-day stay made it the focus of France's diplomatic attention. At the same time, the economic policy—dubbed 'Abenomics'—of new Prime Minister Shinzo Abe has given the country a fresh sense of purpose. But the objective is not just economic, since the government is looking to free the country once and for all from the legacy of the Pacific War. This is perhaps why Japan's space effort has received strong political support in recent years, since space is traditionally associated with national sovereignty. It was decided on 15 May to increase the space budget to ¥363 billion—¥185 billion for JAXA. At current exchange rates, this

puts the Japanese space agency's budget on a par with CNES's.

New strategic policy

2013 is something of a pivotal year for Japan's space sector, since it has set a new strategic course up to 2018, with the publication in January of the new five-year plan. The watchwords of this plan are 'independence' and 'utilization', its aim being to assure the independence of certain key systems—chiefly navigation and launch systems—and break with a development logic previously driven solely by technology. The plan is now in step with JAXA's Medium-Term Plan released on 1 April. The top priority remains the completion of the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) before 2018 and the successor to the H-2A launcher for 2020. In space exploration, the Hayabusa-2 mission was spared the budget axe as a result of strong public support, but Japan is reconsidering its involvement in the ISS beyond 2020. In remote sensing, the separation is complete between JAXA's science-oriented missions and the new Asnaro family of commercial satellites pushed by the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI): this will mean a root-and-branch review of data distribution policy. Lastly, the new

Epsilon light solid-propellant vehicle will make its first flight on 22 August.

Turning point for JAXA

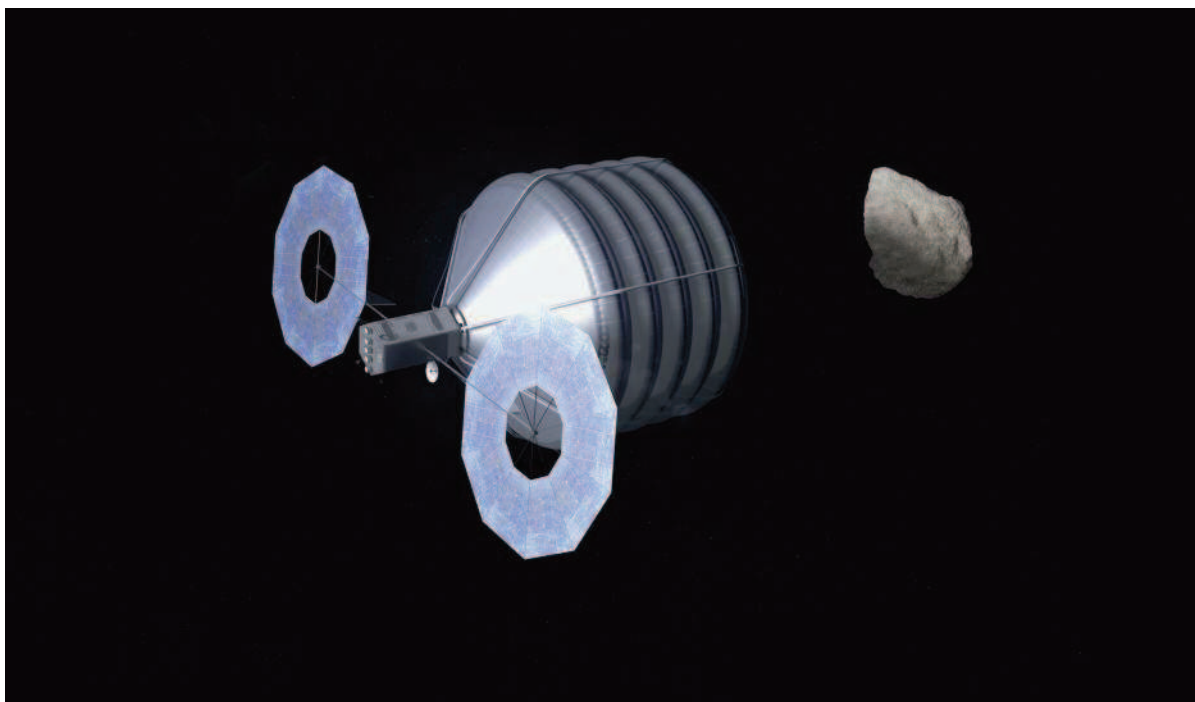
This 'Year of the Snake' also marks the 10th anniversary of JAXA, formed in 2003 from the merger of NASDA, ISAS and NAL. The agency is gearing up for the festivities under new president Dr Naoki Okumura, a stalwart of the steel industry, who succeeded Dr Keiji Tachikawa in April. JAXA now reports to METI, as well as its former overseeing ministries, so it will be under pressure to apply the new policy, which wants to put development of commercial space applications before scientific research. This year will also see the 20th Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAP) in Vietnam, where Japan has recently forged very close space ties. Japan is also stepping up its presence in high-level multilateral space organizations. While Yasushi Horikawa continues his mandate as chair of the UN Committee On the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS), Kiyoshi Higuchi has been appointed President of the International Astronautical Federation (IAF). He will have his work cut out organizing its 2013 conference in Beijing—if successful, the event may help to ease tensions between the two Asian neighbours. ■



ÉTATS-UNIS USA
ARNAUD VEDRENNE
De notre correspondant du bureau de Washington
Washington correspondent

NASA

CAPTURE D'UN ASTÉROÏDE EN DISCUSSION



◀◀
Vue d'artiste
de la capture
d'un astéroïde.
Artist's impression
of an asteroid
capture.

Lorsque la requête budgétaire de la Nasa pour l'année fiscale 2014 a été annoncée, le secteur spatial s'est agité en découvrant la demande de 100 millions de dollars pour l'étude d'une capture d'astéroïde. La mission ARM (*Asteroid Retrieval Mission*) prévoit d'envoyer des astronautes sur un astéroïde d'ici à 2025 et sur Mars dans les années 2030.

Dans la lignée des objectifs à long terme présentés par le président Barack Obama, la Nasa envisage de capturer un astéroïde de 5 à 10 mètres de diamètre (d'environ 500 tonnes) pour le rediriger vers une orbite lunaire en vue d'y effectuer des missions habitées. L'idée est d'amener l'astéroïde à nous plutôt que d'envoyer une mission habitée au-delà de l'orbite lunaire. Actuellement, trois étapes sont clairement définies : identification de l'astéroïde (2013-2016), lancement de la mission pour atteindre l'astéroïde en 2019 en vue de le placer sur l'orbite

lunaire (2017-2021), étude avec la capsule Orion et le lanceur SLS (*Space Launch System*) pour un rendez-vous avec l'astéroïde prévu dès sa mise en orbite (2013-2022).

Avantages/inconvénients

Le premier avantage de ce projet réside dans son caractère inédit. Jamais mission de cette nature n'a été tentée auparavant, ce qui pourrait susciter un regain d'intérêt du public pour le programme spatial américain (un objectif cher aux élus américains). Par ailleurs, sa durée et ses exigences technologiques impliquent le développement de la propulsion ●●●

solaire, qui sera un jour nécessaire à l'exploration lointaine. Ce développement semble déjà ouvert à la coopération internationale. L'ARM pourrait donc servir à mieux connaître les astéroïdes et la manière de les dévier. Cette connaissance s'avérerait précieuse dans le cas d'une collision avec la Terre. Un sujet d'actualité qui préoccupe particulièrement les membres du Congrès américain depuis l'événement de Chelyabinsk, en février 2013. Toutefois, de nombreuses critiques ont été et continuent d'être portées à son encontre. Le processus d'élaboration lui-même est remis en question. Exemple phare, le Small Bodies Assessment Group (SBAG) de la Nasa n'a pas été consulté. Plusieurs membres de la communauté scientifique sont venus remettre en cause jusqu'à la faisabilité de la mission (rotation de l'astéroïde, propulsion nécessaire, etc). Mais les critiques ne s'arrêtent pas là. À la suite des auditions récentes au Congrès, il apparaît que de nombreux membres de la communauté spatiale défendent l'idée selon laquelle un retour sur la Lune serait beaucoup plus pertinent que l'ARM dans l'optique d'aller sur Mars. Enfin, l'intérêt d'une présence humaine sur une météorite de moins de 10 mètres de diamètre, en dehors de son impact médiatique, semble limité.

L'Asteroid Retrieval Mission, bien que novatrice et ambitieuse, ne fait donc pas l'unanimité. La capacité de la Nasa à convaincre le Congrès du bien-fondé de son projet déterminera la mise en place ou non de la mission ! ■

NASA

Asteroid capture mission under study

When NASA's budget request for fiscal year 2014 was announced, the space sector was abuzz on learning that the agency is seeking \$100 million to study an asteroid-capture mission. The Asteroid Retrieval Mission (ARM) would send a crew of astronauts to an asteroid by 2025 and to Mars after 2030.

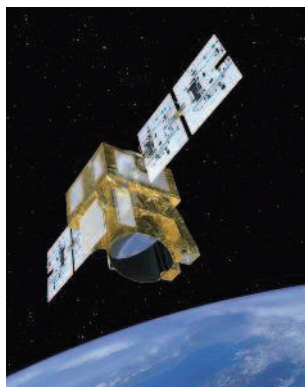
In line with the long-term space goals laid out by President Barack Obama, NASA envisions capturing an asteroid 5 to 10 metres across, weighing some 500 tonnes, and nudging it into lunar orbit for crewed missions. The idea is to bring the asteroid to us rather than send a crew beyond lunar orbit. So far, three steps have been clearly defined:

identify a target asteroid (2013-2016); launch the mission to reach the asteroid in 2019 and then place it in lunar orbit (2017-2021); and study it with the Orion crew vehicle and Space Launch System (SLS) for a rendezvous as soon as it arrives in orbit (2013-2022).

Advantages and drawbacks

The first advantage of the proposed mission is that nothing like it has been attempted before, which could reignite public interest in the U.S. space programme—a winner with Congress and Senate. Its duration and technology requirements also call for development of solar electric propulsion, which will one day be necessary to explore deep space. This development already would appear to be open to international cooperation. ARM could therefore serve to gain more insight into asteroids and how to deviate their trajectory—vital if one was on a

Merlin AU SERVICE DU PROTOCOLE DE KYOTO



Le CNES et le DLR¹ développent, avec la participation d'acteurs scientifiques et industriels, la mission spatiale Merlin, destinée à surveiller la concentration en méthane dans l'atmosphère terrestre. Après le dioxyde de carbone, le méthane est le second contributeur en termes de gaz à effet de serre anthropogénique. Visant à améliorer les

connaissances sur le changement climatique, cette mission franco-allemande constitue un nouvel outil au service du protocole de Kyoto. Pour ce faire, le système Merlin s'appuie notamment sur les observations d'un petit satellite dont la plateforme est issue de la nouvelle filière Myriade Evolutions. « *Merlin devrait être la première mission qualifiant cette filière* », souligne Bruno Millet, chef de projet au CNES. La charge utile est basée sur un Lidar développé en Allemagne. La France, elle, est chargée du développement du satellite et de l'exploitation du système. Les deux pays partenaires procéderont conjointement au traitement et à l'utilisation des données. Le lancement est prévu à l'horizon 2017 et sera suivi d'une exploitation en orbite d'au moins trois ans.

¹ Agence spatiale allemande.

MERLIN

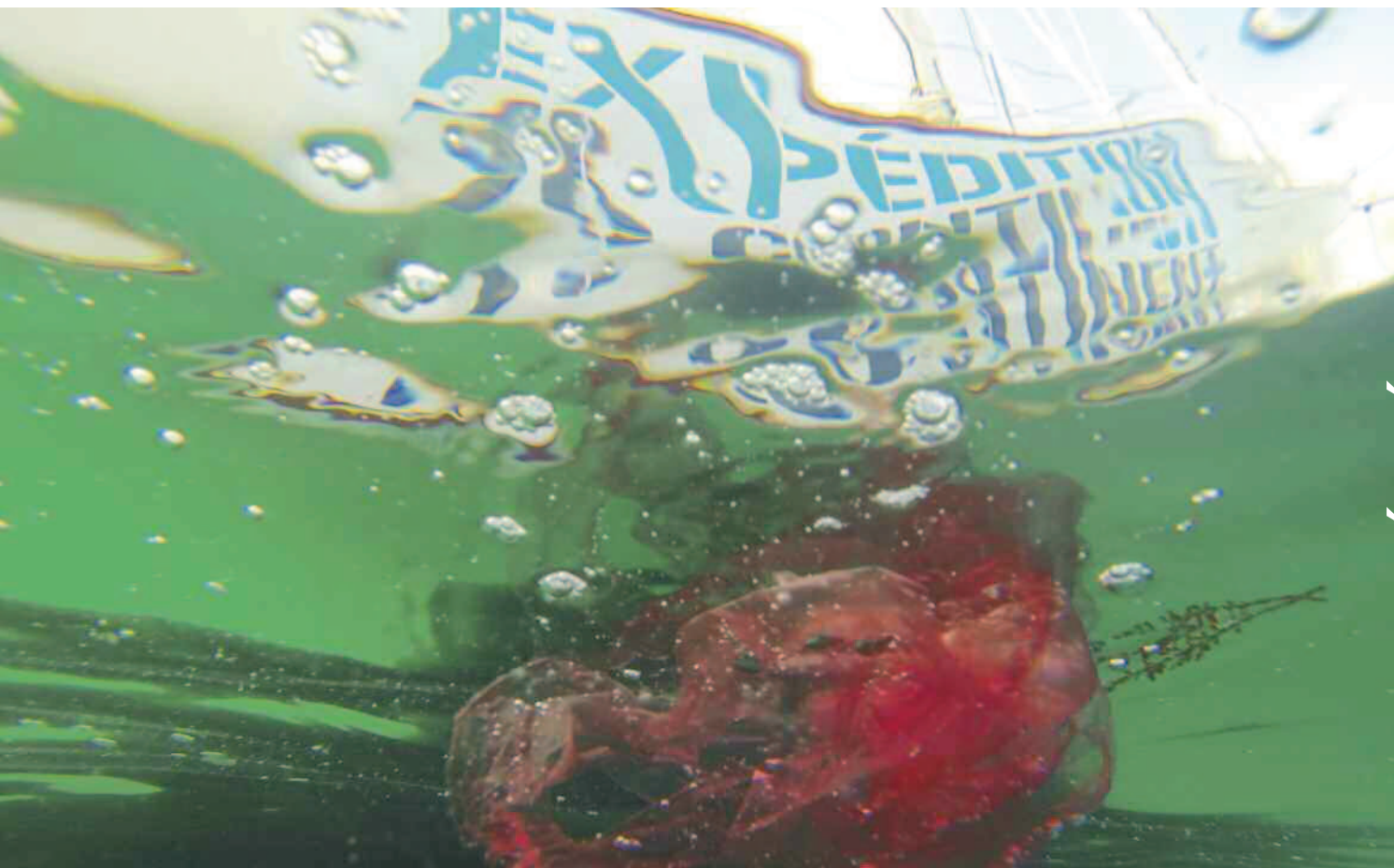
Supporting the Kyoto Protocol

CNES and DLR, the German aerospace centre, are developing the MERLIN space mission with scientific and industrial partners to monitor methane concentrations in Earth's atmosphere. After carbon dioxide, methane is the second most significant anthropogenic greenhouse gas. This French-German mission constitutes a new tool to support the Kyoto Protocol and will provide fresh insight into the mechanisms of climate change. The MERLIN system is based on a small climate-observation satellite, built around CNES's new Myriade Evolutions bus. "MERLIN will be the first mission to use the new bus and will qualify it in orbit," says Bruno Millet, project leader at CNES. The payload comprises a lidar developed in Germany. France is responsible for developing the satellite and operating the system. The two countries will work together on data processing and analysis. Launch is scheduled for 2017, with a mission lifetime of at least three years.

collision course with Earth. This is currently a hot topic in Congress since the Chelyabinsk meteorite event last February. However, numerous objections continue to be raised and the whole mission definition process is under question. A prime example is the fact that NASA's Small Bodies Assessment Group (SBAG) has not been consulted. Several members of the scientific community have even voiced doubts about the mission's feasibility. But that's not all. Recent hearings in Congress showed that many members of the space community believe that returning to the Moon would be more valuable than ARM with a view to later going to Mars. Last of all, besides the media impact, the value of sending humans to a meteorite less than 10 metres across seems limited. So, while innovative and ambitious, ARM is nonetheless controversial. The mission's future is riding on NASA's ability to convince Congress of its utility. ■

www.
cnes.fr/
webmag

CANADA La base de Timmins, site du CNES. CNES's Timmins launch base.



RETURN TO THE 'SEVENTH CONTINENT'

A wake-up call

Location: Station no. 2. GPS coordinates: 30° 35' N, 132° 00' W, in the middle of the Pacific Ocean, deep inside the Great Pacific garbage patch—a huge concentration of plastic waste, suspended in the upper water column, halfway between California and Hawaii. Patrick Deixonne, leader of the CNES-chartered expedition, describes this 'plastic soup' in his log. It has a deadly effect on marine wildlife but is often invisible at the surface. Birds and fish have deserted the area. The French expedition left on 20 May and returned on 8 June. Its mission was to map, study and analyse a section of the garbage patch, aptly called the 'seventh continent' in French.

The mass reaches depths of 30 metres in places and covers an area of 3.5 million square kilometres—six times the size of France. Latest figures suggest it will take between 50 and 1,000 years to degrade.

The situation is alarming. So much so that CNES has got involved, mounting an expedition as part of the Argonautica schools project. For several months, students at the ICAM¹ engineering school in Toulouse worked on the design of a drifting buoy with a suite of sensors to measure the concentration of microplastic waste and plankton to a depth of 30 metres. The Pleiades and Jason satellites and the MODIS sensors on the Aqua and Terra spacecraft also acquired imagery and data of the area. Given the sheer size of the patch, physically reducing it would seem difficult at this time, but we can at least raise awareness of the need to protect the ocean, its flora and fauna.

¹Institut Catholique d'Arts et Métiers



« 7^e continent »

UN CONSTAT ÉDIFIANT

Plus nous pénétrons le gyre, plus il vomit de déchets sous nos yeux! » Nous sommes à la station n° 2, coordonnées GPS : 30° 35' N et 132° 00' O. C'est-à-dire en plein océan Pacifique, au cœur du « 7^e continent », cette masse de déchets plastiques concentrée à fleur d'océan, entre la Californie et Hawaï. Patrick Deixonne, le chef de l'expédition affrétée par le CNES, témoigne de l'ampleur de la « soupe plastique », de la « grande poubelle de l'océan » dans son journal de bord. À côté des particules de plastique, mortelles pour la faune marine mais souvent invisibles en surface, l'expédition navigue au milieu des macro-déchets. Oiseaux, poissons ont déserté l'endroit. L'expédition française partie le 20 mai 2013 (et revenue le 8 juin) a cartographié, étudié et analysé une partie de l'énorme masse de déchets appelée le « 7^e continent » au cours de ces quelques semaines de recherches.

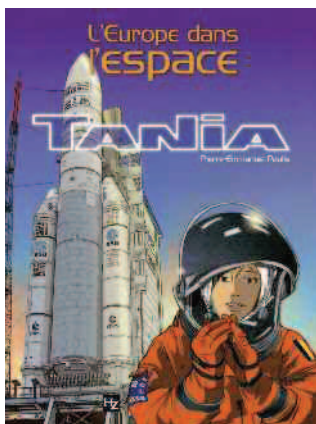
La masse atteint 30 mètres de profondeur par endroits et s'étend sur 3,5 millions de km², soit 6 fois la superficie de la France. Derniers chiffres : le temps de dégradation de ces déchets se situe entre 50 ans et 1000 ans. La situation se montre suffisamment alarmante pour que le CNES s'y implique grâce à une expédition montée dans le cadre du projet éducatif Argonautica. Pendant plusieurs mois, des étudiants ingénieurs de l'Icam¹, à Toulouse, ont travaillé à la conception d'une bouée dérivante équipée de différents capteurs, pour évaluer la concentration respective des micro-déchets plastiques et du plancton jusqu'à 30 mètres de profondeur. Par ailleurs, les capteurs Modis, à bord des satellites Aqua et Terra, ainsi que les satellites Pléiades et Jason ont été sollicités pour des prises de vues et la fourniture de données sur la zone. S'il paraît difficile de résorber le gyre vu son étendue, une action reste à la portée de chacun : sensibiliser les habitants de la planète à la nécessité de protéger l'océan, sa faune et sa flore. Nul doute que la qualité de la vie s'en trouvera améliorée.

Pour en savoir plus : le CNES embarque pour le 7^e Continent
See more: CNES sets sail for the 7th continent

¹ Icam : Institut catholique d'arts et métiers.

LECTURES

BOOKS



Tania – Pierre-Emmanuel Paulis, Éditions Joker, collection « HZ », Bruxelles, 176 pages, 2013.
by Pierre-Emmanuel Paulis – Published by Joker – HZ collection – Brussels – 2013 – 176 pages

Les aventures de Tania

La bande dessinée Tania n'est pas un album comme les autres. Tout d'abord parce qu'il présente trois aventures dessinées de Tania, mais aussi différents articles sur l'espace, sur l'Agence spatiale européenne et sur la vie quotidienne à bord d'une station orbitale. Cet album tout public privilégie les aspects ludiques pour faire découvrir l'espace et ses phénomènes. Tania, une spationaute européenne, en est l'héroïne. Son courage et son sang-froid l'amènent à gérer des situations complexes à quelques milliers de kilomètres de la Terre. Atlantis, Mir, ATV, la fiction pimente la réalité. L'auteur, Pierre-Emmanuel Paulis, conseillé par le spationaute européen Jean-François Clervoy, propose une bande dessinée à la fois passionnante et didactique qui suscitera sans doute des vocations chez les futurs spationautes !

Tania's adventures

Tania is a comic book like no other. It includes three Tania cartoon adventures, but also various articles about space, the European Space Agency and daily life on an orbital station. Aimed at all readers, it offers a fun way to learn about space and space-related phenomena. The heroine is Tania, a European astronaut. Cool, calm and courageous, she finds herself in tricky situations, thousands of miles from Earth. Atlantis, Mir, ATV—fiction gives added spice to reality. The author, Pierre-Emmanuel Paulis, consulted with European astronaut Jean-François Clervoy to bring readers an educational and exciting comic strip set to inspire future careers in space!



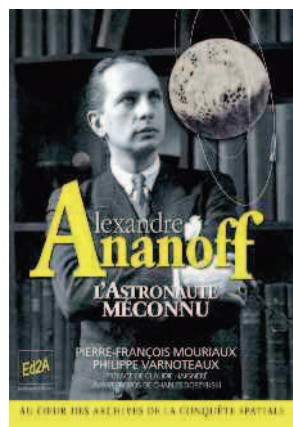
Variations sur un même ciel – Préface d'Hubert Reeves – Éditions La ville brûle, Montreuil, 356 pages, 2012, 37 €
Preface by Hubert Reeves – Published by La Ville Brûle – Montreuil – 356 pages – 2012 – €37

Cosmologie : 25 textes fondateurs

De nombreux scientifiques ont écrit sur les origines de l'Univers, mais savons-nous que des Dogons, Blanqui, Poe, Queneau ou encore Stevenson ont aussi écrit des variations sur ce thème, qu'elles soient mythologiques, fondatrices, modernes ou libres. Plus de 25 textes rares, abordant chacun un modèle cosmologique ou un récit de l'origine de l'Univers, sont présentés par un spécialiste de renommée internationale. Il s'agit d'une démarche de passionnés souhaitant partager avec les lecteurs leur vision subjective d'un texte majeur selon eux. *Variations sur un même ciel* est le premier ouvrage de « La collection infinie », une collection sans limites, ouverte à tous les champs disciplinaires, qui se donne la liberté de croiser les regards de la science, de la littérature, de la philosophie et des arts

Cosmology: 25 foundational texts

Many scientists have published papers on the origins of the Universe. But did you know that the Dogon people, Blanqui, Poe, Queneau and Stevenson also wrote on variations around this theme, whether mythological, foundational, modern or free? Each of these 25 rare texts offers a cosmological model or a theory on how the Universe began. In this endeavour of enthusiasts, world-renowned experts introduce readers to their subjective vision of what each deems to be a major work. Entitled *Variations sur un même ciel*, the book is the first in the publisher's *Infinie* collection, a collection without limits, open to all academic fields and combining perspectives from science, literature, philosophy and the arts.



Alexandre Ananoff, l'astronaute méconnu – by Pierre-François Mouriaux et Philippe Varnoteaux – Éditions/ Published by Auteurs d'aujourd'hui, mars 2013, coll. « Au cœur des archives de la conquête spatiale », 228 pages, 23 €

Biographie d'un vulgarisateur hors pair

Vingt ans après sa disparition, voici la première biographie d'un pionnier oublié de l'astronautique. Né en Géorgie en 1910 et installé en France en 1921, Alexandre Ananoff a été l'un de ceux qui se sont intéressés à la science des fusées et du voyage dans l'espace : l'astronautique. De la fin des années 1920 au lancement du premier Spoutnik (1957), il en a fait la promotion. De conférences en publications, il fut le plus fervent et le plus populaire vulgarisateur de sa discipline. Son ouvrage majeur, *L'Astronautique* a amené le dessinateur Hergé à lui demander conseil pour la préparation des aventures de Tintin sur la Lune. Organisateur du premier congrès international d'astronautique en 1950, l'infatigable animateur a activement contribué à jeter les bases d'une fédération internationale, toujours active aujourd'hui.

Biography of a special space educator

Two decades after his death, the first biography of a forgotten ambassador of astronautics has been published. Born in Georgia in 1910, Alexandre Ananoff moved to France in 1921, where he became interested in astronautics. From the late 1920s to the Sputnik I launch in 1957, Ananoff was the most fervent and popular speaker and writer on this branch of science. His seminal work, *L'Astronautique*, prompted cartoonist Hergé to seek his advice for *The Adventures of Tintin, Destination Moon*. Organizer of the first International Astronautical Congress in 1950, he helped lay the foundations of an international federation, still active today.



Le Livre des univers – John Barrow, Éditions Dunod, 2012, 360 pages, 27,50 € (original title: *The Book of Universes*) by John Barrow – Published by Dunod – 2012 – 360 pages – €27.50

L'Univers de tous les univers

Ce livre repose sur un fait extraordinaire : la théorie de la relativité d'Einstein contient en germe des univers entiers et innombrables que les physiciens s'échinent depuis près d'un siècle à faire émerger de ses équations. Parmi ces univers, certains s'étendent, d'autres se contractent, d'autres encore tournent sur eux-mêmes, chaotiques et imprévisibles. De très rares spécimens autorisent les voyages dans le temps, tandis qu'une infime minorité est compatible avec la vie. Au détour de ce livre, le lecteur découvre les lois de la physique qui changent avec le temps, des dimensions d'espace repliées sur elles-mêmes, des univers éternels ou contenus dans un trou noir, qui naissent d'ailleurs ou surgissent du néant. Et le lecteur se trouve confronté au concept de « Multivers », l'Univers de tous les univers possibles, et face à des spéculations scientifiques dont la portée infinie enflamme l'esprit !

Universe of all possible universes

This book is based on an extraordinary fact: Einstein's theory of relativity contains the seed of a countless series of entire universes, which physicists have been trying to tease out of his equations for almost a century. Some of these universes expand, while others contract. Some rotate, while others are chaotically unpredictable. Some rare specimens permit time travel into the past, but only a few allow life to evolve within them. Readers encounter a range of universes and the concept of the 'multiverse'—the universe of all possible universes—and the most awe-inspiring and far-reaching speculations within the realm of science!

MANIFESTATIONS

EVENTS

TOULOUSE

Nocturnes à la Cité de l'espace



Réservez-vous une belle soirée d'été pour aller flâner dans les jardins et voir les expositions de la Cité de l'espace. Chaque jeudi, du 18 juillet au 22 août 2013, six nocturnes accueilleront les visiteurs de 10 heures à 23 heures. Marcher sur la Lune, embarquer dans d'authentiques vaisseaux spatiaux, voyager aux confins de l'espace, approcher le robot martien Curiosity en taille réelle..., tout un programme d'événements attend petits et grands. À vivre, des expériences hors du commun !

TOULOUSE **New Cité de l'espace open late**

Make the most of a warm summer evening to stroll the gardens and take in the exhibits at the Cité de l'espace. On six Thursdays from 18 July to 22 August, the Toulouse space theme park welcomes late-night visitors, with doors open until 11 p.m. Walk on the Moon, climb aboard authentic spacecraft, voyage to the far reaches of space and inspect a life-size model of the Curiosity rover—a packed programme of unique experiences awaits visitors of all ages!



Women in Aerospace / Après Leiden, Brême, Munich et Bruxelles, c'est à Paris que Women in Aerospace-Europe (WIA-E) a inauguré officiellement une nouvelle antenne, le 24 mai 2013, à l'Espace des femmes (Paris-6^e). Cette association internationale à but non lucratif a été fondée en 2009 par Simonetta di Pippo, ancienne directrice des vols habités à l'Esa, et Claudia Kessler, CEO de He Space. **Women In Aerospace** / After Leiden, Bremen, Munich and Brussels, Women In Aerospace Europe (WIA-E) officially launched its new Paris chapter on 24 May at the *Espace des femmes* exhibition area in Paris.

www.
cnes.fr/
webmag

LE BOURGET

COROT AU MUSÉE DE L'AIR ET DE L'ESPACE

Après plus de six ans en orbite, le satellite Corot a rassemblé bon nombre de résultats, qui ont largement dépassé les attentes. Les grandes « premières » ne se comptent plus, depuis la découverte de la plus petite planète extrasolaire connue à l'époque, jusqu'à la capacité de « voir » les populations d'étoiles à très grande distance au fin fond de notre galaxie. L'exposition Corot au musée de l'Air et de l'Espace (29 juin-29 décembre 2013) présente les résultats engrangés par le satellite depuis son lancement en 2006, leurs prolongements futurs, les méthodes d'observation depuis l'espace de la variabilité des étoiles ainsi que les défis techniques et l'éventail de métiers engagés dans une telle entreprise.

PARIS-LE BOURGET

CoRoT at the Air & Space Museum

After more than six years in orbit, the CoRoT satellite has gathered a huge amount of data and exceeded all expectations. The list of major firsts is impressive, from the discovery of the smallest known extrasolar planet to the telescope's ability to observe star populations at the far ends of our galaxy. The CoRoT exhibition at the Le Bourget Air & Space Museum (29 June - 29 December 2013) presents the findings by the satellite since its launch in 2006, their future repercussions, space-based observation of stellar variability and associated technological challenges as well as the human expertise behind the mission.



PARIS

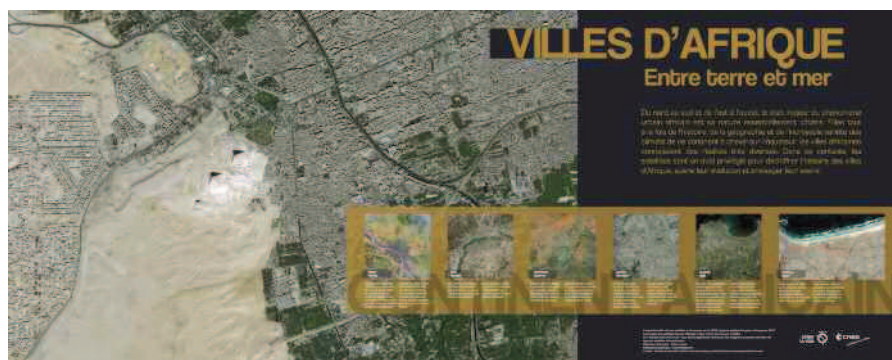
RER B: MA VILLE PAR SATELLITE

L'exposition, organisée par le CNES et la RATP, a pour ambition d'illustrer des problématiques urbaines par le biais de technologies spatiales. Les quais de la station Luxembourg du RER B offrent six grands espaces illustrant l'évolution des villes : villes vues de nuit, îlots de verdure et îlots de chaleur, villes d'Afrique, relief, etc. Depuis 2008 déjà, plus de la moitié des habitants de notre planète habite en ville. Sans les villes et leur bouillonnement économique, technique et culturel, il n'y aurait pas eu de civilisation. Avec les toutes dernières générations de satellites d'observation de la Terre, comme les satellites français Pléiades-1A et 1B, regarder la ville en haute résolution depuis l'espace, c'est embrasser d'un seul coup d'œil son histoire tout en se donnant les moyens d'imaginer son futur. À voir dans le métro parisien depuis début juillet 2013.

PARIS

RER Line B: My city by satellite

This exhibition by CNES and Paris public transport operator RATP looks at urban issues from a space perspective. Six large display areas have been put up since early July on the platforms of Luxembourg rail station on Line B of the RER regional express network, focusing on cities and how they evolve: cities by night, pockets of greenery, heat islands, Africa's cities, relief and so on. By 2008, over half the planet's population was living in cities. Without cities and their ferment of cultural, economic and technological ideas, civilization as we know it would not exist. Latest-generation Earth-observing satellites, such as France's Pleiades 1A and 1B constellation, enable us to observe our cities in high resolution, helping us understand their past and build a better future.



LE BOURGET Corot au musée de l'Air et de l'Espace. CoRoT at the Air & Space Museum.
PARIS RER B: Ma ville par satellite. RER Line B: My city by satellite.

SUR LA TOILE

ON THE WEB



« C'EST PAS SORCIER »

LE CSG EN VEDETTE TÉLÉVISÉE

Quinze ans après sa première venue au Centre spatial guyanais, Fred Courant, l'inséparable animateur globe-trotteur de Jamy dans l'émission « C'est pas sorcier », est revenu sur la base spatiale pour le tournage d'un nouvel épisode¹. « On y parle de la base spatiale quinze ans après, avec ses nouveaux lanceurs, ses nouvelles installations, etc., explique Fred. La Guyane est un terrain très intéressant pour notre émission, et le spatial, c'est un peu le "basique" des émissions scientifiques, surtout lorsqu'on traite du fonctionnement des lanceurs. » Si l'équipe a profité de ce voyage pour tourner deux autres émissions, sur l'or et l'orpaillage et sur les fourmis, le tournage au CSG restera un moment fort de son séjour. « Il y avait un vrai contraste entre le sérieux et la rigueur du domaine d'activité du CSG et la décontraction du tournage. On a été si bien reçus qu'on se sentait presque en famille. »

¹ L'émission sera diffusée en fin d'année sur France 3.

GUIANA SPACE CENTRE

Spaceport stars on TV show

Some 15 years after his first visit, Fred Courant, on-location co-presenter of French educational programme *C'est pas sorcier*, along with Jamy, the show's resident studio expert, is back at the Guiana Space Centre (CSG) to shoot a new episode. "We talk about the spaceport 15 years on, with its new launchers and facilities," explains Fred. "French Guiana is a fascinating location for the show, and space is a staple of science programmes, covering key topics like how rockets work." The crew used the trip to shoot two other episodes as well—on ants and gold panning—but their time at the CSG was the highlight. "There was a real contrast between the exact science of operations at the spaceport and the laid-back atmosphere of the shoot. We were given such a welcome, we felt like part of the family."

¹ The show will be aired on France 3 at the end of the year.



#CNES Talks Les tchats vidéo du CNES sur Google+ / À l'occasion du Salon du Bourget, le CNES a créé sa page Google+ et a organisé des « hangouts », conversations vidéo entre experts et internautes. Ce nouveau format, qui sera proposé régulièrement désormais, vous permet, une heure durant, de dialoguer avec nos ingénieurs sur une thématique spatiale. En suivant le CNES sur Google+, vous pourrez peut-être participer à une prochaine rencontre !

#CNES Talks / CNES on Google+ / For the Paris Air Show, CNES created a new Google+ page and organized a series of hangouts. You, too, can now get involved in these one-hour video chat sessions and talk to our engineers about space topics. Follow CNES on Google+ and you might be able to take part in the next hangout!

Connectez-vous et suivez-nous sur Google+ ! www.cnes.fr/le-buzz

Connect to Google+ and follow us at www.cnes.fr/le-buzz

Pour revoir les #CNES Talks du Bourget : www.strikingly.com/cnestalks

To replay #CNES Talks hangouts at the Paris Air Show, go to www.strikingly.com/cnestalks

www.cnes.fr/webmag

C'EST PAS SORCIER En image : les coulisses du tournage. Behind the scenes with the filming crew.

Le CSG sur Facebook

Pour communiquer avec le Centre spatial guyanais (CSG), inscrivez-vous sur Facebook dès maintenant. Une page d'informations présente les réactions des blogueurs fans de spatial.

www.facebook.com/CSGCentreSpatialGuyanais

Guiana Space Centre on Facebook

To communicate with the CSG, sign up on Facebook today to get latest news, information and reactions from other space bloggers around the world.



Le blog des lancements

Vous souhaitez suivre l'actualité des lancements à partir de la base guyanaise, les prochains décollages d'Ariane, de Soyuz ou de Vega, le CSG met à la disposition des internautes une page dédiée à ces moments forts de l'activité spatiale.

www.csgpreparationlancement.com

Launch blog

The CSG has set up a special website devoted to launch news, with information about all upcoming Ariane, Soyuz and Vega flights.



Guide des lanceurs spatiaux, 3^e édition

Ce guide est une référence dans son domaine depuis plus de vingt ans. 320 pages. Éditions Tessier & Ashpool, 29 €.

Guide to space launchers, 3rd edition / The *Guide des lanceurs spatiaux* has been the standard text in this field since the first edition over 20 years ago. 320 pages - Published by Tessier & Ashpool - €29

OBSERVATOIRE DE L'ESPACE**ESPACE(S) N° 9
« La différence »**

Le thème de la différence, avec toutes les ambiguïtés dont il est porteur, est abordé dans ce neuvième numéro de la revue *Espace(s)*. Des auteurs et artistes explorent ce thème à leur façon afin de déterminer si la différence dans l'espace reproduit celle dont nous sommes coutumiers sur Terre

ou si elle n'acquiert pas d'autres qualités qui nous la feraient percevoir autrement.

Espace(s) no. 9 - 'The difference'

The ninth issue of *Espace(s)* magazine looks at the theme of 'difference'—with all the ambiguities it conveys. Authors and artists explore this idea, each in their own way, to determine whether 'difference' in space reflects the differences we are familiar with on Earth, or whether it takes on other qualities, prompting us to perceive it in other ways.

Espace(s) collection - €19

MARDIS DE L'ESPACE**Nouvelle saison**

Les Mardis de l'espace vous donnent rendez-vous à la rentrée pour une nouvelle saison autour d'un verre ou d'un en-cas au café du Pont-Neuf (Paris). Au programme du dernier trimestre de l'année: le 15 octobre, discussions sur « Gaia, pour mesurer les galaxies lointaines », avec Olivier La Marle, CNES, et Catherine Turon, Observatoire de Paris; le 19 novembre 2013, sur « Les briques de la vie viennent-elles de l'espace? », avec Michel Viso, CNES, et des étudiants; le 17 décembre 2013, sur « À quoi ressemblera le nouveau lanceur Ariane 6? », avec Michel Eymard, CNES, et Marie-Anne Clair, CNES.

TUESDAY SPACE TALKS**New season**

A new season of Tuesday space talks starts in September. Come and enjoy a talk about space over a drink or snack at the Café du Pont-Neuf, Paris. On the programme: 15 October, a talk on "GAIA, measuring distant galaxies" with Olivier La Marle, CNES, and Catherine Turon, Paris Observatory; 19 November on "Did the building blocks of life come from space?" with Michel Viso, CNES, and students; and 17 December on "What will the new Ariane 6 launcher look like?" with Michel Eymard, CNES, and Marie-Anne Clair, CNES.

JEP

LES PROMESSES DE L'ESPACE

Dans le cadre des Journées européennes du patrimoine, les 14 et 15 septembre 2013, l'Observatoire de l'espace, le pôle culturel du CNES, propose au siège parisien *Les promesses de l'espace*, première rétrospective consacrée aux expositions sur l'espace. Le voyage dans la Lune, Première exposition mondiale des machines interplanétaires, Arts et techniques dans la vie moderne, Terre et Cosmos, Science-fiction, Space Art, L'attraction de l'espace, Le musée de l'art extraterrestre..., autant d'expositions qui ont eu lieu en France, en Russie et aux États-Unis, depuis la fin du XIX^e siècle jusqu'à aujourd'hui, et qui traduisent les espoirs et les désirs suscités par l'aventure spatiale au fil du temps. Reconstitutions partielles d'expositions, pièces historiques, archives cinématographiques et documents inédits permettront de mieux appréhender la place qu'occupe l'espace dans l'imaginaire collectif selon les époques. « *Les promesses de l'espace pourrait se comprendre comme la mise en scène des interrogations de nos sociétés* », souligne Gérard Azoulay, commissaire de l'exposition. Pour approfondir la thématique de l'exposition, les éditions de l'Observatoire de l'espace – collection « Musée imaginaire de l'espace » – font paraître à cette occasion un ouvrage de référence sur le sujet.

¹ Exposition au CNES, 2, place Maurice-Quentin, Paris-1^{er}.

EUROPEAN HERITAGE DAYS**The promises of space**

To mark the European Heritage Days on 14 and 15 September, the Observatoire de l'Espace, CNES's cultural outreach unit, is putting on a retrospective at CNES headquarters in Paris called '*Les promesses de l'espace*' (the promises of space). Lunar voyages, the first world exhibition of interplanetary machines, art and technology in modern life, Earth and cosmos, science fiction, space art, the attraction of space and the museum of extraterrestrial art—these are just some of the space-related exhibitions that have taken place in France, Russia and the United States from the late 19th century to today, each reflecting an aspect of the space adventure and the aspirations it inspires. Partial reconstructions of exhibitions, historic pieces, film archives and previously unseen documents offer a unique insight into the role of space in the collective imagination over the decades. "In some ways, *Promesses de l'Espace* shows us what our societies were thinking about or aspiring to at each period in time," says Gérard Azoulay, who organized the event. The Observatoire de l'Espace's publishing department has also produced a guide as part of its *Musée Imaginaire de l'Espace* collection, with further information about the exhibition and the themes covered.

¹ Exhibition at CNES head office, 2 place Maurice Quentin, Paris



Université d'été de la CVA / La 14^e université d'été de la CVA (Confédération des villes Ariane) se tiendra du 20 juillet au 14 août 2013 en Allemagne, à Heilbronn et à Lampoldshausen. Elle aura pour thème « Les futures sources d'énergie pour la propulsion spatiale ».

CVA summer school / The Community of Ariane Cities (CVA) is holding its 14th summer school in Heilbronn and Lampoldshausen, Germany, 20 July to 14 August. The subject of this year's school is energy for future space propulsion.

TOURNOI SCOLAIRE D'ÉCHECS

Un record de participation pour la Ligue corse

Cent classes, 3 000 élèves, 5 niveaux de compétition... Le 7 juin 2013, le village de toile dressé place Saint-Nicolas, à Bastia, a accueilli l'une des compétitions les plus courues de l'île de Beauté: la finale du championnat scolaire d'échecs de Haute-Corse ! Comme chaque année, le CNES a apporté son soutien à la Ligue d'échecs de Corse, organisatrice. « *C'est une opportunité pour toucher de nombreux scolaires motivés: la pratique des échecs forme leur esprit à une approche expérimentale, scientifique et intellectuelle* », commente Claire Edery-Guirado, chef du service Jeunesse et acteurs de l'éducation du CNES. Les trois ateliers en lien avec le spatial proposés aux joueurs ont connu une belle affluence. Les « photos mystères » soulevaient un coin du voile sur l'univers spatial ; aux jeunes d'en identifier le contexte. Par l'expérimentation, ils ont aussi pu se familiariser avec le concept de gravité et de vitesse de satellisation. Ludique et visuel, le troisième atelier a donné les clés de compréhension du système d'émission-réception des satellites.

À revivre sur http://www.corse-echecs.com/La-grande-fete-des-Echecs-a-Bastia_a1260.html



SCHOOLS CHESS CHAMPIONSHIP

Corsican League reports record turnout

Five levels of competition, 100 classes and 3,000 pupils—on 7 June, Bastia's Saint-Nicolas square became a tent village for the finals of the Haute-Corse schools chess championship, one of the island's most hotly contested competitions. As in previous years, CNES supported the Corsican Chess League, the event organizer. "It's a great outreach opportunity because a lot of highly motivated pupils take part and chess trains their minds to take a more experimental, intellectual and scientific view of things," says Claire Edery-Guirado, head of CNES's Youth and Education department. The three space-themed workshops alongside the event proved popular. Mystery photos provided a unique insight into the world of space, inviting youngsters to work out the context, while experiments gave them the chance to learn about gravity and orbital speed. The third workshop offered a fun and visual introduction to satellite transmit-receive systems.

Watch a video report of the day at http://www.corse-echecs.com/La-grande-fete-des-Echecs-a-Bastia_a1260.html



Mon carnet spatial / Conçu pour les jeunes à partir de 11 ans, ce carnet est l'occasion d'aborder le spatial de façon ludique. À compléter seul, aidé d'un parent ou utilisée comme support d'une médiation scientifique, cette nouvelle publication du service Jeunesse et acteurs de l'éducation du CNES a été distribuée en avant-première lors du tournoi scolaire d'échecs, qui a réuni 3 000 jeunes à Bastia le 7 juin 2013.

Space workbook / Aimé at youngsters from 11 years, *Mon Carnet Spatial* (my space workbook) offers a fun introduction to the cosmos. Published by CNES's Youth and Education department, it can be completed alone, with the help of a parent, or used as a resource for science outreach, and was first distributed at the Corsican schools chess championship in Bastia, 7 June, attended by 3,000 pupils.

AGENDA

DIARY

9-11/08/2013

La Nuit des étoiles 2013 sur le thème « Les distances dans l'Univers »
Long Night of Stars 2013 on the theme of "Distances in the Universe"
In partnership with CNES
France En partenariat avec le CNES

www.afanet.fr/nuits/

17-24/08/2013

Tour de Guyane (le CNES est partenaire et sponsor du maillot bleu)
Tour de Guyane cycle race. (CNES is race partner and sponsor of the blue jersey)
Guyane - French Guiana

24-31/08/2013

C'Space
Biscarrosse

www.cnes-jeunes.fr/web/CNES-Jeunes-fr/7990-c-space-le-rendez-vous-annuel-des-etudiants-avec-l-espace-ph

9/09/2013

Clôture de l'appel à idées R&T et sujets de thèses 2014
Closing date for R&T call for ideas and thesis topics 2014
Toulouse

<https://rt-theses.cnes.fr>

19/09/2013

Atelier droit et espace sur « Espace, droit et catastrophes naturelles »
Hôtel de Région
Law and space workshop on "Space, law and natural disasters"
Toulouse

www.espace-midi-pyrenees.com/

23-27/09/2013

64^e congrès international d'astronautique IAC
64th International Astronautical Congress
Pékin - Beijing

www.iafastro.com/index.html?title=IAC2013

30/09-5/10
et 14-18/10

Cours TTVS
TTVS courses
Toulouse

www.cnes.cborg.fr/ttvs/2013/fr/

Octobre

Appel à candidatures « Espace dans ma ville » 2014
Call for applications: "Space in my city" 2014

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/10730-agenda-2013-espace-dans-ma-ville.php>

7-9/10

JC², journées jeunes chercheurs
Cité de l'espace
JC2 young researcher days - Cité de l'espace
Toulouse

<http://cnes.cborg.fr/jc2/2013/>

15/10

20 ans du Cadmos
20 years of CADMOS
Toulouse

15-17/10

Colloque : « From Quantum to Cosmos - Q2C6 »
Symposium: "From Quantum to Cosmos - Q2C6"
Nice

www.q2c6.com/indexfr.html

17-20/10

Scientilivres
Scientilivres science and book festival
Labège

www.deliresdencore.org/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=57

27-13/10

5^e édition de La Novela « Fête connaissance »
5th edition of La Novela "knowledge festival"
Toulouse

www.novela.toulouse.fr

Et si on s'parlait d'espace / Et si on s'parlait publication à l'intention des enfants de 7 à 11 ans de l'association des Petits Citoyens, est distribuée gratuitement dans les réseaux de centres de loisirs Léo-Lagrange. Le dernier numéro a pour thème l'espace. Les personnages de la série découvrent comment les moyens spatiaux participent à la surveillance et à la protection de la planète et combien le spatial est entré dans leur quotidien. **Talking about space /** Non-profit association Les Petits Citoyens publishes a series of short guides called *Et si on s'parlait ?* (talking about...) aimed at youngsters aged 7 to 11 and distributed free of charge via the Léo Lagrange leisure centre network. The latest title in the series is all about space. The characters learn how space systems help monitor and protect our planet, and how space technology is part of our daily lives.



Cette rubrique est la vôtre

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.

THIS IS YOUR COLUMN. 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...

Alex, mécanicien

Parfois, on entend parler de la recette en vol d'un satellite. De quoi s'agit-il ? Quel rapport avec le monde culinaire ?

Le terme « recette », ici, n'a rien à voir avec le monde culinaire ! Dans le bâtiment, ou plus généralement dans l'industrie, on désigne par « recette » les activités liées à la réception et au contrôle des tâches ou travaux demandés par un maître d'ouvrage à un maître d'œuvre, afin de vérifier leur conformité par rapport au cahier des charges. L'origine de ce terme est sans doute à rechercher dans le monde financier. Lorsque le produit est accepté par le client, il y a souvent un paiement associé : ce paiement est une recette pour le fournisseur. Pour nos satellites, la recette en vol consiste à vérifier que le satellite en orbite fonctionne nominalement, que tous les équipements sont en état de marche. On vérifie par exemple qu'ils ont bien supporté les vibrations du lancement et que toutes les performances en orbite sont atteintes pour les divers sous-systèmes (équilibre thermique, recharge des batteries, stabilité de pointage, qualité des images pour un satellite d'observation, etc.) (Alain Gleyzes, CNES)

Alex, mechanic

I've heard people talking about 'recette en vol' (in-orbit checkout) of a satellite. What is it? And what has it got to do with cooking?

The word 'recette' here has nothing to do with fine cuisine! In the building trade and in industry more

broadly, 'recette' refers to the inspection and acceptance of tasks or work requested by the project owner and carried out by the prime contractor, in order to ensure the work meets specifications. The term probably derives from the world of finance. When a product is accepted by a customer, a payment then becomes due to the supplier, which in French is called a 'recette' (English: receipt or revenue). For our satellites, 'recette en vol' (in-orbit checkout) is the procedure for checking that the orbiting satellite is working properly and that all onboard equipment is also functioning as it should. For example, we verify that it has withstood the vibrations experienced during launch and that all performance criteria are achieved: thermal equilibrium, battery charge, pointing stability, image quality (for observation satellites) and so on.

(Alain Gleyzes, CNES)

(Editor's note: 'recette' is also French for 'recipe'.)

Claudia, institutrice

J'ai entendu parler du vent solaire. Comment est-ce possible alors que c'est le vide dans l'espace ?

Si par « vide » on entend « qui ne contient aucune matière », alors l'espace interplanétaire n'est pas vide ; il contient en particulier des noyaux d'hydrogène (protons) et des noyaux d'hélium ainsi que des électrons et des photons. Mais sa densité est extrêmement faible : quelques particules de matière, au mieux quelques dizaines de parti-

cules par cm^3 . Ce n'est vraiment pas beaucoup, si l'on pense que ce qu'on qualifie d'ultravide dans les laboratoires terrestres correspond à quelques millions de particules par cm^3 ! Quant au vent solaire, c'est un flot permanent de particules électrisées, là aussi essentiellement des noyaux d'hydrogène et d'hélium, qui s'échappe de la partie la plus externe de notre étoile, dénommée couronne. Les particules s'échappent de cette région brûlante (plus de 1 million de degrés) à des vitesses considérables, de l'ordre du million de km/h . La densité du vent solaire est de l'ordre de la dizaine à la centaine de particules par cm^3 . On ne comprend pas en détail comment le vent solaire est accéléré à de telles vitesses, mais les astronomes savent qu'il varie en fonction de l'activité du Soleil, et que ses effets se font sentir jusqu'aux confins du Système solaire. (Fabienne Casoli, CNES)

Claudia, teacher

I've heard about solar wind. How can there be wind in the vacuum of space?

If by 'vacuum' we mean 'empty of matter', then space is not a vacuum. It contains hydrogen nuclei (protons) and helium nuclei as well as electrons and photons, for example. But its density is extremely low—just a few particles or tens of particles per cubic centimetre. That's not much, particularly when you think that ultra-high vacuum chambers here on Earth operate at a few millions of particles per cubic centimetre. Solar wind is the constant stream of charged particles, also mainly hydrogen and helium nuclei, escaping from the Sun's corona, or extended outer layer. Particles escape this region of plasma, heated to over a million degrees, at considerable velocities, up to a million kilometres per hour. The density of solar wind is in the order of tens to hundreds of particles per cubic centimetre. We do not fully understand how the solar wind is accelerated to such speeds, but astronomers tell us that it varies according to the Sun's activity and that its effects can be measured even at the far edges of the solar system. (Fabienne Casoli, CNES)



CNESmag

Gratuit. Sur simple demande Free subscription on request
cnesmag@cnes.fr

Crédits photos/Photo credits: ©EDITO : CNES/E. Grimault, 2013 — NEWS : CNES/Onf (p.4-5), CNES/O. Pascaud, 2013 (p.6-7), Nos rayons pour un soleil/S. Deneu et H. Remaury (p.8), CNES/F. Maligne (p.9 haut), CNES/H. Piraud (p.9), CNES/Zetapress/M. Pedoussaut (p.10), Esa-CNES-Arianespace/Optique Vidéo du CSG/P. Baudon (p.11 haut), CNES/Sodism (p.11 bas), CNES/F. Maligne (p.12 haut), CNES/Realfusio P12bas, CNES/O. Pascaud (p.13-14), Lockheed Martin Corporation-P. H. Corkery (p.15 haut), CNES/V. Dubourg (p.15 bas), CNES (p.16), CNES/E. Grimault (p.17) — POLITIQUE : AFP/F. Guillot (p.19), AFP/G. Julien (p.21), ESA/S. Corvaja (p.22), Esa-CNES-Arianespace/Optique vidéo du CSG/L. Mira (p.23), CNES/E. Lefevre (p.24-25), CNES/T. Dortoli (p.26), CNES/S. Godefroy (p.27 gauche), DicoD/B. Biasutto (p.27 droite), CNES/Thales Alenia Space/S. Henri (p.29) — DOSSIER : Conservatoire du Littoral (p.32-33-34), CNES/D. Ducros (p.38), CNES/Cesbio (p.40-41) — SOCIETE : CNES/R. Liétar (p.47-48-49), Dynamic Flight Simulator, QinetiQ, Flight Physiological Center, Sweden (p.50), O. White (p.51), P. Arbellé (p.52 haut), CNES/E. Grimault (p.53-54), B. Manunza/Tips/Photononstop (p.55) — INTERNATIONAL : AFP/Alex Hafford (p.57-58 gauche), CLS (p.58 droite), CNES/V. Dubourg (p.59-60), Jaxa (p.61), Jaxa-Akihiro Ikeshita (p.62), Nasa (p.63), CNES/Photon/M. Regy (p.64) — CULTURE : S. Lardeux/SLO (p.65), Cité de l'espace/M. Huynh (p.67 haut), CNES 2013-Distribution Astrium Services/Spot Image (p.67 bas), Esa-CNES-Arianespace/Optique vidéo du CSG/G. Barbaste (p.68), Hermann Oberth Museum/Karlheinz Rohrwild (p.69 bas), CNES/C. Dramas (p.70)

60+ CETTE ANNÉE-LÀ... *That year in history...*

1986

LA CAMARGUE PAR SPOT 1

Cette première image du littoral français a été prise le 24 avril 1986, deux mois après le lancement du premier satellite d'observation de la Terre de la filière Spot. Système d'imagerie optique très performant, sa résolution est alors de 10 mètres. Initialement conçu pour une mission de trois ans, il a achevé son service en 2003 avec plus de 2,7 millions de vues à son actif.

The Camargue by SPOT 1

This first image of the French coastline was acquired on 24 April 1986, two months after the launch of the first satellite in the SPOT Earth observation series. This powerful optical imaging system offered a resolution of 10 metres. Initially designed for a three-year mission, SPOT 1 was decommissioned in 2003 after clocking up more than 2.7 million images.

 **cnes**

© CNES 2003 DISTRIBUTION / STRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.