

CNESmag

 **CNES** CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES
MAGAZINE 10/2014

63

BALLONS
100% CONNECTÉS
AVEC LOON

Balloons
Loon looks to connect
the world

SATELLITES

CAP SUR LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

Going electric



ALEXANDRE ASTIER

Un one-man-show sur l'espace

A one-man space show



SOMMAIRE

Contents
N° 63 - 10/2014



4 NEWS

- L'heure de Philae
- Mascot à l'assaut de 1999 JU3
- InSight, période charnière pour le sismomètre

Philae landing fast approaching

MASCOT headed for 1999JU3

InSight - Key stage for seismometer



18 POLITIQUE

- Entretien avec Myriam El Khomri, secrétaire d'État à la Ville
- Archivage de la donnée, une mémoire vive sauvegardée

Archivage de la donnée, une mémoire vive sauvegardée

POLITICS

Interview with Myriam El Khomri, Secretary of State for Cities

Data archiving - Safeguarding a living heritage



30 SOCIÉTÉ

- Loon, une kyrielle de ballons pour connecter le monde
- Longue vie aux bourses d'études supérieures en Guyane

Longue vie aux bourses d'études supérieures en Guyane

SOCIETY

Loon - High-altitude balloons to connect the world

Grants for French Guiana's students



38 DOSSIER

L'ÈRE DE LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

SPECIAL REPORT

Electric propulsion comes of age



54 INTERNATIONAL

- Une histoire fraternelle entre la France et l'Inde
- Luxembourg, une mobilisation sans précédent

France-India - A fraternal relationship

Luxembourg - Unprecedented effort



65 CULTURE

- Pariscience, une créativité foisonnante
- Les #CNES Talks reprennent!

ARTS & LIVING

Pariscience - Choice picks aplenty

#CNES talks are back!



Supplément pédagogique

CNESmag Éduc n°24

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.

Directrice éditoriale/Editorial director:
Marie-Claude Salomé. Rédactrice en
chef/Editor-in-chief: Brigitte Thomas.
Rubrique News: Liliane Feuillerac. Politique/
Politics: Guillaume De Blanchard. Dossier/
Special Report, International/ World:
Brigitte Thomas. Société/Society: Joëlle
Brami. Culture/Arts & Living: Marie-Claude
Siron.

Avec l'aide de/Contributors: Laurence Amen,
Yves André, Marie-Françoise Bahloul,
Hélène Bergdoll, Marine Bernat, Richard
Bonnevillie, Pascale Bresson, Fabienne
Casoli, Christian Cazaux, Sylvain Charrier,
Philippe Collot, Christine Correcher, Sophie
Coutin-Faye, Guillaume De Blanchard,
Chantal Delabarre, Muriel Deleuze, Emeline
Deseez, Romain Desplats, Danièle
DeStaerke, Claire Dramas, Vincent
Dubourg, Claire Ederly-Guirado, Philippe
Escudier, Valérie Foix, Philippe Gaudon,
Hugo Gonzalez, Joëlle Guinle, Nathalie
Journo, Séverine Klein, Carine Leveau,
Jean-Michel Martinuzzi, Didier Massonnet,
Sandra Laly, Didier Lapierre, Philippe
Laudet, Nathalie Melcer, Élisabeth
Moussine-Pouchkine, Jean Oswald, Francis
Rocard, Sébastien Rouquette, Mathilde
Savreux, Anne Serfass-Denis, Florence
Serroussi, Michel Viso.

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 ren-
seignement, 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: Essai de cathode pour
propulseur plasmique/ Testing a cathode for
a plasma thruster. © CNES/H. Piraud, 2014.
Photo Alexandre Astier, © Loll Willems.

ÉDITORIAL

Jean-Yves Le Gall,
président du CNES

CNES President



A lors que l'actualité de cet automne s'annonce particulièrement dense et diversifiée, il est important de rappeler que la France a toujours eu une volonté de coopérer avec les autres puissances spatiales. En Europe, bien sûr, où notre pays joue un rôle-clé dans la construction du programme spatial européen. Tout d'abord, grâce à une volonté politique qui l'a poussé à développer des lanceurs et des satellites: la France fut ainsi la troisième puissance spatiale avec le lancement d'Astérix par Diamant. Ensuite, la France possède une capacité technologique exceptionnelle, développée dès les années 1960, avec la création du CNES puis d'une véritable industrie spatiale. Enfin, la France est depuis cinquante ans le principal contributeur de l'Europe spatiale, avec d'importants efforts, sur Ariane notamment, et, aujourd'hui, le CNES est le premier partenaire de l'Agence spatiale européenne (ESA).

Et ces trois atouts sont toujours d'actualité. Nous sommes à la veille d'une réunion ministérielle décisive pour l'avenir de l'Europe spatiale, qui aura lieu en décembre à Luxembourg, et, comme lors des précédentes, la France a la volonté politique, son expertise technique, et sera l'une des principales sources de financement. Parce qu'aujourd'hui l'espace est global. L'essentiel de nos programmes est mené en coopération, ce qui nous permet de jouer un rôle de premier plan, en commençant par l'accès indépendant à l'espace. La coopération en Europe permet notamment de partager les dépenses, avec un effet démultiplicateur au profit de programmes ambitieux tels que Rosetta, qui découvre en ce moment même la comète Churyumov-Gerasimenko.

Mais nous avons aussi d'autres coopérations bilatérales. Je pense à nos accords avec les États-Unis, avec les missions Swot (hydrologie) ou Curiosity, InSight et Mars 2020 (exploration de Mars). À la Russie, puisque la saga des vols habités nous a conduits à implanter Soyuz en Guyane. À l'Inde, avec les satellites Saral-AltiKa (surveillance de l'environnement) et Megha-Tropiques (étude de l'atmosphère), à la Chine, avec qui nous avons signé des accords sur CFOSAT et SVOM (océanographie), ou encore au Japon, avec lequel nous avons de nombreux partenariats technologiques.

Il n'y a aucun doute, la coopération est l'ADN de notre programme spatial.

Editorial

With the busy and diverse schedule of events ahead this autumn, it is important to recall that France has always sought to work with other spacepowers.

Obviously in Europe, where our nation is playing a key role in shaping the European space programme, first of all through the political commitment that drove France to develop launchers and satellites, making it the world's third spacefaring nation with the launch of Astérix by Diamant. France also possesses an exceptional technological capability, first nurtured in the 1960s through the creation of CNES and the subsequent emergence of a genuine space industry. And lastly, it has been the chief contributor to Europe's space effort for 50 years, notably with Ariane, and today CNES is the main partner of the European Space Agency (ESA).

These assets remain relevant today. On the eve of a ministerial meeting set to prove vital to the future of spacefaring Europe, to be held in December in Luxembourg, as at previous meetings France will be showing its political commitment and technical expertise, and will be one of the main providers of funding. Because today, space is a global endeavour. The fact that we are conducting most of our programmes with partners enables us to play a leading role, starting with independent access to space. Cooperation in Europe also allows us to share the burden of costs, generating a multiplier effect for ambitious programmes like Rosetta, which at this very moment is probing the secrets of comet Churyumov-Gerasimenko.

But we are also working bilaterally with other partners. I am thinking in particular of our agreements with the United States on the SWOT hydrology mission and the Curiosity, InSight and Mars 2020 missions to explore Mars; with Russia, since the human spaceflight adventure has brought the Soyuz launcher to French Guiana; and with India, through the SARAL-AltiKa environmental monitoring and Megha-Tropiques atmospheric research satellites, China, with whom we have signed agreements on the CFOSat oceanography and SVOM astrophysics missions, and Japan, with whom we have numerous technology partnerships. Let there be no doubt about it: cooperation is in the DNA of our space programme.

Au cœur du parcours artistique de la Nuit Blanche, l'Observatoire de l'espace du CNES a donné carte blanche à quatre jeunes artistes pour qu'ils s'emparent du premier programme franco-allemand de télécommunications par satellite, Symphonie. Entre sculptures et performances, l'installation éphémère *Contakt* a questionné avec humour la place de l'espace dans la mémoire et l'imaginaire collectifs.

At the heart of this year's all-night culture festival in Paris, CNES's Observatoire de l'Espace gave four young artists *carte blanche* to produce works inspired by Symphonie, the first French-German telecommunications satellite programme. Combining sculptures and performance art, the *Contakt* ephemeral installation offered a humorous take on the role of space in our collective memory and imagination.



CONTACT

SYMPHONIE POUR NUIT



BLANCHE

SYMPHONIE AT THE NUIT BLANCHE FESTIVAL



En se posant sur la comète Churyumov-Gerasimenko le 12 novembre, Philae va relever un authentique défi. En réalisant Philea, sa maquette à l'échelle 1, des lycéens en bac pro et BTS des académies de Créteil, Versailles, Paris et Limoges en font autant. En collaboration avec le CNES, cette réplique pédagogique donne une plus-value exemplaire au projet. Elle est attendue le jour J au musée de l'Air et de l'Espace !

When it lands on comet Churyumov-Gerasimenko on 12 November, Philae will accomplish a truly momentous feat. The achievement of high-school pupils from the Créteil, Versailles, Paris and Limoges education authorities in building Philea, a full-scale model of the lander, is no less impressive. Produced in partnership with CNES, this educational replica lends an extra dimension to the project and is eagerly awaited on comet landing day at the Air & Space Museum in Paris.

DE PHILAE À DE L'ORIGINAL

FROM PHILAE TO PHILEA
REPLICATING THE ORIGINAL

A photograph of three students in a workshop setting. On the left, a male student in a grey hoodie is working on a complex robotic assembly mounted on a blue stand. The assembly is made of aluminum extrusion and contains various electronic components, including a battery, a motor, and a camera. To his right, a female student in a black and white patterned scarf and a male student in a black and white patterned jacket are looking at a small electronic component held by the male student. The background is blurred, showing other people and workshop equipment.

PHILEA À LA COPIE



Réunion des scientifiques, mi-septembre, au Centre spatial de Toulouse, pour choisir le site principal d'atterrissage de Philae et son *back-up*.
Mid-September, scientists meet at the Toulouse Space Centre to choose the primary and back-up landing sites for Philae.

PHILAE

LE SITE J POUR POINT D'ANCRAGE

Site J, sur le petit lobe de la comète 67P/CG..., c'est là, en principe, que l'atterrisseur Philae de la mission Rosetta doit venir cramponner ses harpons le 12 novembre 2014¹. Ainsi en ont décidé les 70 scientifiques et ingénieurs qui ont planché mi-septembre tout un week-end, au CNES à Toulouse. Le choix du site ne s'est pas fait « au doigt mouillé » ; il a fallu compiler de nombreux paramètres pour prendre la bonne décision. Après dix ans² de *road movie* gravitationnel et 6 milliards de kilomètres parcourus agrippé à l'orbiteur, Philae entamera une descente à haut risque. Les pièges à l'arrivée peuvent être nombreux sur la comète Churyumov-Gerasimenko, aux conditions inhospitalières : température de -150 °, relief particulièrement accidenté... « *Cinq sites avaient été déterminés comme potentiellement accessibles. Le point J est le meilleur compromis* », commente Philippe Gaudon, chef de projet au CNES. Il concilie l'intérêt de la science et de la technologie. La configuration du terrain est satisfaisante, avec des pentes à moins de 30 ° et peu de rochers. La durée du jour y est longue, elle permettra de recharger les batteries de Philae et de poursuivre les opérations scientifiques après la décharge de la pile. La durée de descente n'est que de sept heures, avec de bonnes conditions de sécurité. Malgré tout, scientifiques et ingénieurs ont prévu un plan B avec le site C ou site de secours. Situé sur le lobe principal de la comète, le site C cumule moins de critères positifs que le J, mais ses caractéristiques seraient toutefois acceptables. Il rend plus difficile le sondage radar à l'intérieur du noyau de la comète. Site J ou C à 30 km de distance de Churyumov-Gerasimenko, puis à 20 km et peut-être à 10 km les nouvelles données en provenance de Rosetta pourront encore infléchir la décision finale. L'ESA a conçu Rosetta comme un « archéologue du Système solaire » ; Philae en est le bras armé qui fore et analyse le sol pour en connaître la composition. Les résultats de la mission pourraient, en particulier, « *éclairer les recherches des processus à l'origine de la diversité des mondes planétaires et inter-planétaires* », précise Jean-Pierre Bibring, astrophysicien à l'Institut d'astrophysique spatiale. Au CNES, le jour J, les équipes du SONC³ auront les yeux rivés sur le point J. Depuis dix ans, ce centre de mission a participé à toutes les phases de l'aventure.

¹ Date annoncée à l'heure où nous bouclons le numéro.

² La mission Rosetta a été lancée le 2 mars 2004.

³ Science Operation and Navigation Center.

¹ Date announced as we went to press.

² Rosetta was launched on 2 March 2004.

www.
cnes.fr/
webmag



Le site J.
Site J.

PHILAE

Site J marks the spot

Site J on the 'head' of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko is where the Rosetta mission's Philae lander is set to touch down on 12 November¹. The 70 scientists and engineers who spent a whole weekend at CNES in Toulouse mid-September choosing the landing site didn't just 'stick their finger in the air'. They had to factor numerous parameters into their decision. After a 10-year², six-billion-kilometre odyssey stowed away on the Rosetta orbiter, Philae is ready for its high-risk descent to Churyumov-Gerasimenko, where surface temperatures of -150°C and the rugged terrain might hold many potential traps. "Five candidate landing sites were identified and Site J is the best trade-off between all of the selection criteria," says Philippe Gaudon, Rosetta project leader at CNES. It offers the best combination of science and technology value, and the terrain slopes less than 30 degrees relative to the local vertical and has few boulders. There also will be enough hours of daylight to recharge Philae's secondary batteries and continue science operations once its primary battery has drained, and the descent should be completed safely in just seven hours. However, mission scientists and engineers do have a back-up plan with Site C on the main 'body' of the comet. Although this site does not meet as many of the selection criteria as J, it would provide an acceptable alternative, but sounding the comet's nucleus with the lander's radar instrument will be trickier. The final decision will be made as data from Rosetta arrive when it is 30, 20 and possibly as close as 10 kilometres to the nucleus. ESA has designed Rosetta as a 'solar system archaeologist', with Philae's drill capable of acquiring samples of its soil. The mission's results could "shed new light on the processes that have produced such a rich diversity of planetary and interplanetary worlds," says Jean-Pierre Bibring, an astrophysicist at the IAS space astrophysics institute. On landing day, all eyes at the Science Operations and Navigation Centre (SONC) that has been involved in the adventure from day one will be on Site J.

PHILAE Suivez la mission Rosetta au jour le jour sur notre blog dédié. Follow the Rosetta mission on our blog. www.cnes.fr/rosetta-blog

L'IMMERSION SÈCHE

Une nouvelle méthode de simulation

Avec le support de la clinique spatiale Medes, le CNES a décidé de tester une nouvelle méthode, l'immersion sèche, pour simuler au sol les effets de l'impesanteur sur le corps humain. Medes a ainsi acquis en 2014 deux systèmes Medsim¹, sortes de baignoires adaptées dans lesquelles le volontaire se trouve isolé de l'eau par une toile parfaitement imperméable. Une étude pilote sera mise en place fin 2014-début 2015 dans les locaux de la clinique spatiale. Il s'agira d'évaluer les effets de ce modèle et de juger de son intérêt. L'atout principal de cette méthode est l'absence de support : l'appui est réparti de manière égale sur toute la surface corporelle. L'organisme humain l'interprète alors comme une absence complète d'appui, situation comparable à celle de la microgravité réelle. Ce modèle, s'il s'avère efficace, pourrait être complémentaire de celui des études d'alitement prolongé (études *bedrest*), dont le modèle est actuellement privilégié en Europe.

¹Automatic water immersion systems.

DRY IMMERSION

New simulation method

With the help of the MEDES space clinic, CNES has decided to test a new method called 'dry immersion' to simulate the effects of weightlessness on human volunteers on the ground. Earlier this year, MEDES purchased two Medsim automatic water immersion systems. These are specially adapted baths in which volunteers are isolated from the water by a completely impervious fabric layer. A pilot study will be conducted at MEDES in Toulouse late this year and early next to evaluate the new model. The key benefit is the absence of any single point of contact. Instead, support is distributed equally around the entire body, which it interprets as a complete absence of physical support, similar to actual microgravity. If it proves effective, Medsim could be used in conjunction with extended bedrest studies, currently the preferred model in Europe.



MASCOT

À L'ASSAUT DE 1999 JU3

Fin septembre 2014, la sonde japonaise Hayabusa-2 dédiée à la compréhension des petits corps célestes a rejoint le Centre spatial de Tanegashima pour un lancement prévu le 30 novembre. À son bord, l'atterrisseur Mascot¹ va entamer un voyage au long cours pour atteindre en juin 2018 l'astéroïde 1999 JU3. Après plusieurs mois d'observation par Hayabusa-2, Mascot sera largué à une altitude de 100 mètres. Pendant douze heures, l'atterrisseur déroulera sa mission sur trois sites différents et procédera, in situ, à l'analyse minéralogique du sol, en complément des prélèvements d'échantillons de la sonde. Mascot, un poids plume de 10 kg seulement, est le fruit d'une coopération CNES-DLR². Le CNES est responsable de la fourniture du système d'alimentation d'énergie, des antennes et du microscope infrarouge hyperspectral Micromega, instrument principal développé par l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS). Cette mission a tiré parti de l'expérience acquise avec Rosetta et l'atterrisseur Philae. Après un séjour d'un an et demi près de l'astéroïde, Hayabusa-2 repartira fin 2019 et larguera sur Terre la capsule d'échantillons en décembre 2020.

¹ Mobile Asteroid Surface Scout. - ² Agence spatiale allemande.



▲▲ L'instrument Micromega embarqué sur l'atterrisseur Mascot. The Micromega instrument on the MASCOT lander.

MASCOT

Destination 1999 JU3

In late September, Japan's Hayabusa 2 spacecraft, designed to study small celestial bodies, was delivered to the Tanegashima Space Centre for launch on 30 November. It is set to reach its target asteroid, 1999 JU3, in June 2018. After several months of in-orbit observation, Hayabusa 2 will drop a lander called MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) onto the surface from an altitude of 100 metres. For 12 hours, the lander will perform in-situ mineralogical analysis at three different sites to complement samples collected by the spacecraft. MASCOT is a featherweight at just 10 kilograms and has been developed by CNES in partnership with DLR, the German Aerospace Centre. CNES is supplying the power system, antennas and Micromega hyperspectral infrared microscope, the lander's primary instrument, developed by the IAS space astrophysics institute. The mission has drawn on experience gained with Rosetta and the Philae lander. After surveying the asteroid for a year and a half, Hayabusa 2 will begin its long voyage home in December 2019 and drop its sample capsule back to Earth in December 2020.



Contribution de trois juristes CNES au livre *Pratiques juridiques dans l'industrie aéronautique et spatiale* / Philippe Clerc, sous-directeur des affaires juridiques et réglementaires, Julien Mariez, chef du service juridique entreprise, et Antoinette Magnetti, expert propriété intellectuelle, ont participé à sa rédaction. Ouvrage de référence dans le domaine du droit de l'aéronautique et du spatial, il apporte un éclairage sur le droit applicable aux secteurs aéronautique et spatial sur la base des pratiques développées pour et par l'industrie. Il est le fruit d'une recherche pluridisciplinaire réunissant une communauté d'auteurs.

Three CNES legal experts contribute to textbook on aerospace law - CNES legal experts Philippe Clerc, deputy director of legal and regulatory affairs, Julien Mariez, head of the corporate legal department, and intellectual property expert Antoinette Magnetti have contributed to *Pratiques juridiques dans l'industrie aéronautique et spatiale*, a textbook on aerospace law. This book offers insight into the law applicable to the aerospace sector and the practices developed for and by this industry. It is the result of a cross-disciplinary research effort by a community of authors.



JASON 3

LANCÉ PAR LE NOUVEAU FALCON 9

Le satellite d'océanographie Jason 3 attend le feu vert pour partir en campagne de lancement en Californie. Son décollage est prévu fin mars 2015. Le satellite et ses 7 instruments ont subi chez Thales Alenia Space, à Cannes, une batterie de tests, dont l'épreuve majeure de « vide thermique ». « Le satellite a subi des réchauffages et refroidissements par analogie avec ce qui se passe avec le Soleil ou les éclipses en orbite. L'objectif était de vérifier son bon fonctionnement dans son environnement de vol et de déceler d'éventuelles anomalies », précise Sophie Coutin-Faye, chef du service Altimétrie au CNES. Mais ce satellite d'altimétrie, 3^e de la série, sera pionnier cette fois dans le domaine du lancement : il sera mis en orbite par le lanceur Falcon 9¹ pour le compte de la NASA. Un nouveau pas de tir pour ce lanceur et les installations pour l'intégration du satellite ont été construits sur la base militaire de Vandenberg. Les équipes franco-américaines feront face à de nombreuses nouveautés. Elles se préparent à passer plusieurs semaines intenses de campagne de lancement en Californie.

¹ Lanceur de la société américaine privée SpaceX.

JASON-3

Set for launch by the new Falcon 9

The Jason-3 oceanography satellite awaits the go-ahead for the launch campaign in California, with lift-off scheduled for late March 2015. The satellite and its seven instruments have been through a battery of tests at Thales Alenia Space in Cannes, France, including thermal vacuum tests. "The satellite was subjected to repeated heating and cooling to mimic the effects of the Sun and eclipses in orbit," explains Sophie Coutin-Faye, head of CNES's altimetry department. "The aim is to ensure it will work properly in space and to identify any anomalies." The Jason-3 altimetry satellite will be a pioneer: it will be orbited by a Falcon 9¹ launch vehicle for NASA. A new launch pad and satellite integration facility for the Falcon 9 have been built at Vandenberg Air Force Base, California. Various aspects of the launch campaign will be new for the French-U.S. teams, who are preparing for several weeks of intense activity.

¹ Launch vehicle designed and manufactured by private California-based company SpaceX.

Lexique

Altimétrie :

ensemble de techniques de mesure des altitudes et plus généralement des hauteurs, qui permet de mesurer le relief des océans.

Glossary

Altimetry is the science of measuring elevations and heights, more particularly to determine the ocean surface topography.

www.
cnes.fr/
webmag

THD SAT Reportage vidéo sur le 4G par satellite. See our video report on 4G by satellite.

ÇA BUZZ SUR LE WEB DU CNES

Suivez notre blog « La tête en l'air »
Toute l'actualité spatiale en images

Get the buzz in the CNES webspace
Follow our blog: "La tête en l'air".
All the latest space news in the form
of stunning imagery

www.cnes.fr/image

Également disponible
sur notre application mobiles
Also available via our mobile app

www.cnes.fr/mobile

THD-SAT

De la recherche à la filière industrielle

2010, le CNES se posait en précurseur : il proposait aux autorités d'engager le projet de recherche & développement très haut débit satellitaire (THD-SAT). Depuis, le satellite est devenu le complément géographique naturel des réseaux terrestres pour la fourniture de l'accès à l'Internet. Complément de l'ADSL pour le haut débit aujourd'hui, il sera celui de la fibre pour le très haut débit demain. Trente pour cent des 20 satellites commandés en 2014 embarquent des charges utiles multifaisceaux en bande Ka, optimisées pour des services en accès fixe ou mobile (avions, bateaux, etc.). À l'image de Kasat d'Eutelsat, certains pourront être entièrement dédiés à ce type de mission. Ils constitueront une part importante du marché des satellites de télécommunication dans un avenir prochain. L'industrie française se doit donc d'être au tout premier plan dans ce domaine. En finançant, via le Programme d'investissements d'avenir, le projet THD-SAT, les autorités ont apporté leur plein soutien à cette vision. Le but est de développer des briques technologiques adéquates et de mettre en place la filière industrielle nationale correspondante. Le premier volet du projet a été engagé fin 2011, le second le 6 février 2014. De nombreux développements sont en cours. Cet été, un contrat de R&D vient d'être signé avec la société STMicroelectronics. Il vise à développer le **chipset** Astragan, qui sera le cœur des futurs terminaux satellites. Cette brique rendra possi-

ble l'accès à des services THD, équivalents de ceux offerts aux usagers des réseaux fibre optique, du câble ou des versions les plus avancées de la 4G. Ces services seront disponibles pour tous, foyers, entreprises, établissements publics, qu'ils soient ou non situés dans des zones de couverture des réseaux terrestres haut débit fixe ou mobile.

THD-SAT From research to industrial capability

In 2010, CNES put a proposal to the French government for the launch of the THD-SAT research and development project, since when satellites have become the natural complement to terrestrial networks as a way to bring broadband Internet to underserved regions, operating in conjunction with ADSL today and ultrafast fibre-optic in the future. Of the 20 satellites ordered in 2014, 30% will carry K_a-band multiple spotbeam payloads for fixed and mobile services. Like Eutelsat's KA-SAT platform, some of them could be fully dedicated to this type of mission. They will represent a large share of the telecommunication satellite market in the near future and French industry must take a lead in this field. The French government has lent its full support to this vision with funding for the THD-SAT project through the PIA future investment programme to develop the necessary technology building blocks and establish a national industry capability. The first phase of the project was launched in late 2011 and the second on 6 February 2014, with numerous developments now in progress. This summer, an R&D contract was signed with STMicroelectronics to develop the Astragan chipset. Astragan will be a core component of future satellite terminals, enabling access to fast broadband services with speeds equivalent to fibre-optic, cable and the most advanced versions of 4G. These services will be available to everyone, including homes, businesses and the public sector, whether or not they are in areas covered by terrestrial fixed or mobile networks.

Lexique Glossary

Chipset : circuit pré-intégré « sur étagère ». Chipset: Off-the-shelf pre-integrated circuit



PERSEUS

Un été à la campagne pour Éole

En octobre 2013, Éole, le démonstrateur d'un système de lancement aéroporté automatique pour nanosatellite, a été testé en configuration complète avec la fusée expérimentale Arès. Fin juillet 2014, il a passé une nouvelle étape. Sur l'aérodrome de Saint-Yan (Bourgogne), contre vents et marées, les équipes opérationnelles d'Aviation Design et de l'Onera ont réalisé trois vols. « Le but de cette campagne était de faire les premiers tests des lois de navigation. Les informations collectées ont été analysées. Elles ont donné des indications sur les réglages à réaliser. Une campagne d'essais en vol aura lieu à l'automne pour confirmation », précise Jean Oswald, chef de projet Éole au CNES. Du comportement d'Éole pendant ces campagnes dépend le feu vert pour les essais en conditions réelles. Dans un calendrier idéal, ces essais pourraient se dérouler en décembre sur le site de la DGA-EM à Biscarosse. Éole s'inscrit dans le cadre du projet Perseus¹ du CNES.

¹ Projet étudiant de recherche spatiale européenne universitaire et scientifique.

¹ Projet Etudiant de Recherche Spatiale Européenne Universitaire et Scientifique (European university/science student space research project).



PERSEUS

Busy summer for ÉOLE

In October 2013, the ÉOLE reusable launch aircraft demonstrator was tested in full configuration with an ARÉS experimental rocket. In July this year, the project moved to a new phase. At Saint-Yan airport in eastern France, the operational teams from Aviation Design and ONERA, the French aerospace research agency, conducted three flights in difficult conditions. "The purpose of this initial campaign was to test how the demonstrator behaves in flight," says Jean Oswald, ÉOLE project leader at CNES. "The data collected have been analysed and adjustments made accordingly, which will be confirmed at the next flight test campaign in the autumn." If ÉOLE performs well during these campaigns, tests in real conditions could begin as early as December at DGA EM, the French defence procurement agency's missile test facility in Biscarosse, near Bordeaux. The ÉOLE airborne launch system for nanosatellites is part of CNES's Perseus¹ project.

SOURIS

DE LA BIOCAPSULE À LA CENTRIFUGEUSE

En mai 2013, le retour de la biocapsule Bion sur Terre ne marquait pas la fin de la mission MTB¹ qui avait fait séjourner durant un mois dans l'espace un groupe de souris. Des données significatives de leur pression artérielle et des indications sur leur système cardio-vasculaire avaient été relevées en situation de microgravité. Mi-novembre, l'expérience² va entrer dans une nouvelle phase. Des essais seront menés au sol pour reproduire le plus fidèlement possible, au sein d'une centrifugeuse, le profil d'accélération de la fusée Soyuz au lancement. Lors de ces essais, pression artérielle et fréquence cardiaque de 10 souris seront télémesurées en continu. Les observations recueillies devraient donner des clés de lecture sur les variations des paramètres hémodynamiques enregistrés sur les souris. Il s'agit notamment de comprendre pourquoi la fréquence cardiaque des souris a chuté de l'ordre de 50 % pendant les phases d'accélération du Soyuz. L'objectif final est d'apporter des informations concrètes sur les effets de la microgravité et de l'inactivité physique sur le système cardio-vasculaire.

¹ Mouse Telemetry on Bion-M1.

² L'expérience MTB dans le laboratoire Plexan de l'Inserm à Saint-Étienne (France).

MICE

From capsule to centrifuge

The return of the Bion capsule to Earth in May 2013 was not the end of the MTB¹ mission. During its month in orbit, significant data on blood pressure and cardiovascular function were collected from mice in microgravity conditions. In November, the MTB experiment² will enter a new phase with tests in a centrifuge on the ground to accurately reproduce the acceleration profile of a Soyuz rocket at launch, during which the blood pressure and heart rate of 10 mice will be continuously measured. The data gathered should help scientists understand the hemodynamic parameters previously recorded in the mice, particularly why their heart rates dropped by as much as half during the acceleration phases. The ultimate goal is to provide concrete data on the effects of microgravity and physical inactivity on the human cardiovascular system.

¹ Mouse Telemetry on Bion-M1.

² Conducted at the INSERM (French national institute for health and medical research) PLEXAN laboratory in Saint-Étienne.

INSIGHT

PÉRIODE CHARNIÈRE POUR LE SISMOMÈTRE

Depuis plusieurs missions spatiales, la planète martienne fait l'objet de toutes les attentions. InSight ne déroge pas à la règle. Car cette mission va certes s'attaquer à la compréhension de l'évolution de la formation des planètes rocheuses, mais surtout se focaliser sur Mars. Fort de son expérience, le CNES réalise l'instrument scientifique principal de l'atterrisseur, le sismomètre Seis. Pièce maîtresse, il est à une période charnière. Le CNES a terminé l'intégration du modèle d'ingénierie qui a été livré début août à LMSSC¹ pour montage sur l'atterrisseur. Simultanément, au CNES, a commencé l'intégration du modèle de qualification. « *Il est quasi représentatif du futur modèle de vol. Il est confronté à des situations extrêmes. Les niveaux de tests sont supérieurs à ceux requis sur le modèle de vol. C'est une marge de sécurité nécessaire, on s'assure que tous les paramètres seront maîtrisés: variations de temps, vibrations, chocs, rayonnements* », précise Philippe Laudet, chef de projet Seis au CNES. Essais de jour comme de nuit, activités denses, mais équipes confiantes et motivées, le programme se poursuit de manière nominale. En octobre, les premiers éléments du modèle de vol arriveront au CNES dans la nouvelle salle Stella, spécialement créée pour ce projet. Ils y seront intégrés, assemblés et testés. Le modèle de vol sera livré en février 2015.

¹ Lockheed Martin Space Systems Company, au Colorado.



INSIGHT Key stage for seismometer

Mars is currently the centre of attention and the InSight lander mission is no exception. This new mission to the red planet will seek to shed light on how rocky planets form and evolve. CNES is supplying the SEIS seismometer, the lander's main science instrument, which has now reached a key stage of development with the completion by CNES of the engineering model, delivered to Lockheed Martin Space Systems Company in Colorado in August to be mated with the lander. At the same time, CNES has begun integration of the qualification model. "It's virtually identical to the final flight model," says Philippe Laudet, SEIS project leader at CNES. "It will be tested at a higher level than the flight model and subjected to extreme conditions, which gives us an important safety margin and covers all time variation, vibration, impact and radiation parameters." The programme is moving forward as planned, with a busy schedule ahead, including tests during the day and at night, but the teams are confident and enthusiastic. In October, the first elements of the flight model will be delivered to CNES's new Stella facility, specially set up for this project, for integration, assembly and test. The flight model will be delivered in February 2015.

▲▲
Intégration du sismomètre Seis (Seismic Experiment for Interior Structure). SEIS (Seismic Experiment for Interior Structure) undergoing integration.

▼▼
Sol martien vu par le rover Curiosity. Surface of Mars viewed by Curiosity.



www.
cnes.fr/
webmag

MARS 2020

La NASA choisit SuperCam

La NASA a dévoilé, fin juillet 2014, les instruments embarqués lors de la mission Mars 2020. SuperCam est de ceux-là; il comporte une contribution française majeure. Placée sous la maîtrise d'ouvrage du CNES, celle-ci sera développée par l'IRAP¹ en association avec plusieurs laboratoires français. Conçu à partir d'un analyseur de la composition élémentaire de la roche et de plusieurs spectromètres, SuperCam comprendra aussi une caméra couleur et fournira des images à très haute définition de la texture de la roche. L'instrument doit poursuivre et affiner les études menées avec ChemCam, actuellement en opération à bord du rover Curiosity. Outre la caractérisation géologique des roches martiennes, il cherchera les « biosignatures » d'une éventuelle vie passée. L'instrument jouera un rôle essentiel dans la caractérisation et la sélection d'échantillons, prélevés et stockés, qui pourraient être rapportés sur Terre à l'occasion de missions ultérieures. Projet scientifique international, SuperCam associe le Los Alamos National Laboratory (États-Unis), l'IRAP (France) et l'université de Valladolid (Espagne). Il sera livré en 2018 au JPL².

¹ Institut de recherche en astrophysique et planétologie (Toulouse).

² Jet Propulsion Laboratory (États-Unis).

MARS 2020

NASA selects SuperCam

In late July, NASA announced its choice of instruments for the Mars 2020 rover mission. Among them is SuperCam, which involves a major French contribution. Overseen by CNES, it will be developed by the IRAP astrophysics and planetology research institute, in partnership with several French laboratories. SuperCam will comprise an analyser to study the elementary composition of rock, several spectrometers and a high-definition camera, which will collect images of rock textures. The instrument will pursue and refine studies conducted with the ChemCam instrument on the Curiosity rover. As well as investigating the red planet's geology, it will also look for the 'biosignatures' of past life and will play a key role in characterizing and selecting samples for collection, preservation and eventual recovery and return to Earth. SuperCam is an international science project led by the Los Alamos National Laboratory (United States), IRAP (France) and the University of Valladolid (Spain). It will be delivered to the Jet Propulsion Laboratory in 2018.

INSIGHT Reportage vidéo sur la mission InSight d'étude de Mars. See our video report on the InSight mission to survey Mars.

ALEXANDRE ASTIER

Un one-man-show comique sur l'espace

Space's own stand-up comedian

Pour son retour sur scène, le comédien Alexandre Astier aborde un des sujets d'astronomie les plus fantasmés, la vie extraterrestre, avec un savant mélange d'érudition et de comique qui a fait le succès de sa série *Kaamelott* sur M6. Point de départ de ses extrapolations burlesques, il oscille sans cesse entre le vrai et le faux. Dans *L'Exoconférence*, il se rit de la technologie, détourne les théories et analyse par l'absurde les hypothèses. Extrêmement documenté auprès de nombreux experts, dont ceux du CNES, le spectacle est un superbe hymne à l'espace !

GUEST COLUMN



ASTIER



Croyez-vous à une vie extraterrestre ?

Oui, complètement. En revanche, ce sont les visites d'extraterrestres qui me semblent improbables. Même si elle reste inconnue, la taille de l'Univers permet d'autres exceptions que la nôtre. Je ne vois pas comment on serait la seule forme de vie dans cet infiniment grand. En revanche, on est enfermés dans un anthropocentrisme. À mon avis, il existe des tas de choses qui dépassent notre imagination. Maintenant, ce qui me semble le plus fou, c'est le voyage interstellaire.

On vous connaît comme humoriste et on est surpris du sérieux avec lequel vous abordez le sujet. Est-ce votre face cachée de passionné d'astronomie qui s'exprime là ?

Pour moi, la comédie est un grand art qui induit du travail. Je fais toujours un trajet pour être un cran devant les spectateurs dans la salle.

*Actor and comedian Alexandre Astier is back on stage with a stand-up show all about one of astronomy's most fantastical and fantasized-about aspects: extraterrestrial life. In *Exoconférence*, his ludicrous extrapolations are a clever mix of scholarship and humour, which has worked so well in his TV series *Kaamelott*. Constantly moving between fact and fiction, he makes fun of technology, overturns theories and analyses the absurdity of an array of assumptions. Extremely well researched, with input from CNES and other experts, the show is a superb ode to space!*

Do you believe in aliens?

Yes, totally. But I don't think they'll ever visit us. The Universe is a big place and allows for other exceptions, whether or not we ever find them. It's hard to believe we're the only lifeforms in the infinity of space. And yet as a race we're so wrapped up in ourselves. I'm sure there's no end of things simply beyond our imagination. What seems more incredible to me right now is the idea of interstellar travel.



Sinon, cela n'a pas d'intérêt, et l'humour est difficile à trouver. Sur les visites d'extraterrestres, j'ai changé d'avis en me penchant sur le sujet. Au départ, je suis parti d'une mythologie que je trouvais belle. Puis j'ai été surpris, même un peu déçu par les informations objectives recueillies. Je me suis permis de me forger un avis, d'en changer et de le retravailler. J'ai essayé de savoir si cette nouvelle posture méritait un spectacle. Le résultat est un mélange des deux. J'ai été très heureux que les astrophysiciens rencontrés me portent à comprendre les choses. On a une manière d'imaginer des appareils qui ne sont ni plus ni moins qu'une réplique plus perfectionnée des nôtres. C'est un manque d'imagination criant et une certaine forme de la prétention puisque tout est censé nous ressembler. Or l'étude justement permet l'humilité et l'humilité, l'écriture. Il faut chercher, il faut fouiller: le trajet est aussi important que la fin. Je suis allé au CNES pour faire mon spectacle, mais j'ai aussi fait un peu mon spectacle pour aller au CNES. C'est un tout!

Comment s'est passée la rencontre avec les organismes scientifiques ?

J'ai trouvé des gens extrêmement généreux de ce qu'ils savaient et prêts à m'accompagner. J'ai rencontré l'équipe du Geipan au CNES, le physicien Étienne Klein, beaucoup de chercheurs de l'Observatoire de Paris, ainsi que des spécialistes en exobiologie. Dans le système scientifique, que je connaissais mal, on vérifie, expérimente et propose. Ça fait partie du jeu d'être malmené, contrecarré, de devoir confirmer ses thèses et de les voir infirmer par d'autres. Le projet scientifique est humble: je ne sais pas, et je vais tâcher de savoir. C'est l'inverse de la mythologie: je ne sais pas, donc je remplis le vide par des choses dont j'ai besoin, voire qui dénoient. Or, rencontrer quand on écrit des gens qui ne fantasment pas, cela fait beaucoup de bien.

Alors, justement, quel a été l'apport du Geipan, seul organisme officiel au monde à traiter de phénomènes aérospatiaux non identifiés (PAN), dans votre cheminement ?

Xavier Passot est un responsable du Geipan qui ne cherche pas les extraterrestres. Il se définit comme quelqu'un qui reçoit les observations et les étudie pour donner une réponse. Quatre-vingt-quinze pour cent du temps, il a la réponse. Il aborde chaque cas dans une optique d'enquête, car la fonction de cette structure est de donner une explication. Il n'en demeure pas moins qu'il reste 5 % de choses inexplicables. Et c'est le métier de la fiction que de s'emparer de ce vide et d'inventer les choses dont nous avons besoin. Que peut-on espérer d'une civilisation qui aurait des millions d'années d'avance sur nous ? Ils ont pu potentiellement vaincre toutes les impossibilités du voyage interstellaire. Or qui sait où en sera la physique dans des millions d'années...

Pourquoi ce personnage de conférencier ?

Son existence sert à dire aux gens, avant d'inventer des choses incroyables, levez le nez et regardez le ciel. Le problème, c'est que l'on vit dans une société qui ne connaît pas l'Univers. On l'a appris à l'école, et c'est très loin. Du coup, c'est complètement en dehors de leur vie. Or ce conférencier se place là. Il n'est pas en train de dire qu'il y a très peu de chances que ça existe. Il dit surtout: le ciel reste magnifique, il faut s'intéresser. C'est un hymne à la curiosité. Il n'y a pas de posture scientifique: il y a la science et des hommes. ■

You're known as a comedian, yet you take a surprisingly serious approach to the subject matter. Are you a 'closet' astronomy enthusiast?

Comedy is a fine art, which requires work. For me, it always involves a journey, so that I'm at least one step ahead of the audience. Otherwise, there's no real point and it's hard to come up with the gags. About alien visitors, I changed my mind when I started looking into it. At the start, I was working on the basis of a mythology I

thought was wonderful. But I was surprised and actually rather disappointed at the objective information I was finding. I allowed myself to form an opinion, but also to change it and refine it. I began wondering whether this process could be the basis of a show. The result is a mix of the two schools of thought. I was delighted at how the astrophysicists I met helped me understand things. We have a way of imagining lifeforms and spaceships that are nothing more than a slightly more advanced version of ourselves. There's a glaring lack of imagination and a kind of pretentiousness, because everything is somehow supposed to look like us. So for me, study leads to humility, which feeds into the writing process. It's about searching and asking questions. The journey is as important as the destination. I went to CNES to do my show, but I also did my show as a way to go to CNES. The two go together!

You worked with various scientific organizations. What was your experience?

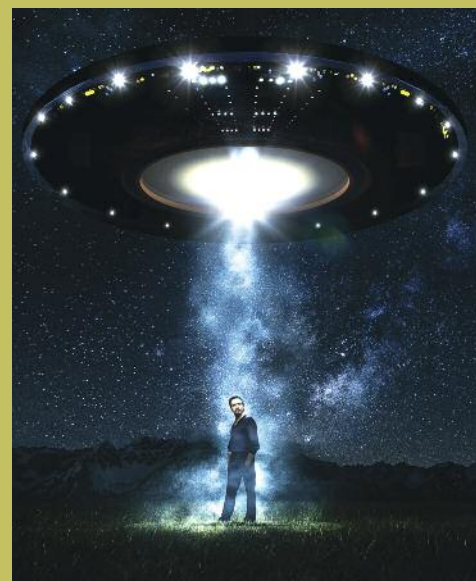
The people I met were so keen to share their knowledge and to help me. I met the GEIPAN team at CNES, the physicist Étienne Klein, a lot of researchers at the Paris Observatory and various specialists in exobiology. In the scientific system, which I don't know much about, it's about verifying, testing and proposing ideas. It's part of the process to be given a hard time and contradicted and to have to justify your theories, only to see them invalidated by others. Science is a humble endeavour. You admit you don't know, so you try to find out. It's the opposite of mythology, where you don't know, so you fill the void with what you need, even if it doesn't fit the facts. When you're writing, it's really good to meet people who don't just make things up.

GEIPAN is the only official group in the world dedicated to unidentified aerospace phenomena. How did it contribute to your journey?

Xavier Passot is one of the guys working there, who says he's not looking for aliens, but simply receives and studies observations in order to offer a response, which he does 95% of the time. He approaches each case as an investigation, because GEIPAN's role is to provide an explanation. Nonetheless, 5% of cases remain unexplained. That's where fiction comes in. It fills that void by inventing what we need. If there's a civilization out there that's millions of years ahead of us, what would they be like? Maybe they'll have overcome the impossibilities of interstellar travel, because who knows what physics will have achieved in the next million years or so.

Why did you take on the role of a lecturer?

My character's role is to tell people that before they start inventing incredible things they should lift their eyes to the skies. The problem is that we live in a society that doesn't really know or understand the cosmos. We learn about space at school but that was all a long time ago. It's completely off their radars. So that's where the lecturer character comes in. He's not saying the mythical doesn't exist, or is unlikely to exist. His point is that the sky's an amazing place and we ought to take an interest in it. It's an ode to curiosity. He doesn't take any particular scientific line either; just that there are people and there's science. ■



VOLS PARABOLIQUES

L'A310 Zéro-G prépare la relève

Le 24 juin 2014, Novespace signait l'acte d'achat d'un nouvel aéronef, un Airbus A310. Appelé à succéder à l'A300 Zéro-G, il sera affecté aux vols paraboliques. Vingt-cinq ans jour pour jour après sa première mise en service, l'A310 se voit offrir, pour cadeau d'anniversaire, une belle cure de jouvence. Ex-propriété du gouvernement allemand, l'appareil a transporté la chancelière Angela Merkel; il prend un cap différent mais se prépare à un avenir excitant. Pendant l'été, deux séries de vols de qualification ont testé sa compatibilité avec ses missions futures. En septembre, l'A310 est reparti à Hambourg pour y être modifié. Jusque-là conditionné pour des déplacements VIP, il a été reconfiguré pour se transformer en laboratoire volant. Capitonnage de la carlingue, appareils de mesures, câblage électrique... les adaptations répondent aux exigences des expériences en apesanteur. Le vol de réception, qui ramènera l'avion chez Novespace, va vérifier la conformité aux standards attendus. Début avril 2015, l'A310 Zéro-G réalisera sa première campagne opérationnelle dans le cadre d'un programme conjoint ESA-CNES-DLR. La première campagne de vols paraboliques du CNES devrait avoir lieu début mai 2015.

PARABOLIC FLIGHTS

A310 Zero-G readies for new role

On 24 June, Novespace purchased an Airbus A310 to replace its A300 Zero-G as the company's workhorse for parabolic flight campaigns. Exactly 25 years to the day after it first entered service, the A310 will be given a new lease of life. Formerly used by German Chancellor Angela Merkel for official visits, it is now readying for a new and exciting role. Over the summer, two sets of qualification flights tested the A310's suitability for parabolic missions. In September, the aircraft returned to Hamburg for modifications. Previously fitted out for VIP duties, it has now been reconfigured as a flying laboratory to host experiments in microgravity, with padded cabin, measuring equipment, electrical wiring and more. The acceptance flight, from Hamburg to Novespace's facility at Bordeaux-Mérignac airport, will verify standards compliance. In April 2015, the A310 Zero-G will perform its first operational campaign as part of a joint ESA/CNES/DLR programme. CNES's first parabolic flight campaign with the new aircraft is scheduled for May.



PHARAO

L'HORLOGE ATOMIQUE LIVRÉE À L'ESA

Après la livraison de son dernier élément par l'industrie début 2014, le sprint final a commencé pour Pharaos : fin février, l'horloge était intégrée, fin mars, elle avait satisfait aux tests de performance, et fin juin, à ceux de compatibilité électromagnétique. Elle a finalement rejoint l'ESA le 16 juillet. « La livraison du modèle de vol couronne des années d'efforts pour les équipes du CNES chargées de son développement », précise Didier Massonnet, chef de projet. Les autres éléments de l'ensemble ACES¹ seront maintenant ajoutés à Pharaos au fur et à mesure de leur disponibilité. Après une série de tests au sol, ACES rejoindra la Station spatiale internationale en 2016. À l'issue d'une recette en vol et d'une validation de six mois, la mission comparera les horloges atomiques aux horloges terrestres pendant sa phase opérationnelle, d'une durée de trois ans. Ultra-précise, Pharaos a été conçue pour tester la théorie de la relativité d'Einstein. Au-delà de la physique fondamentale, la métrologie temps/fréquence et la géodésie tireront aussi profit de cette mission.

¹ Atomic Clock Ensemble in Space.

PHARAO

Atomic clock delivered to ESA

The final element of the PHARAO atomic clock was delivered by industry at the start of this year. The final sprint then began, with integration in February, successful performance tests in March and electromagnetic compatibility tests in June. The flight model was delivered to ESA on 16 July. "This milestone is the culmination of years of effort by development teams at CNES," says Didier Massonnet, project leader. The other elements of the ACES payload (Atomic Clock Ensemble in Space) will now be added to PHARAO as they become available. After a series of tests on the ground, ACES will be flown to the International Space Station in 2016. After a six-month in-orbit checkout and validation phase, the three-year mission will compare atomic clocks with terrestrial clocks. The ultra-precise PHARAO clock is designed to test Einstein's theory of general relativity. As well as fundamental physics, time-frequency metrology and geodesy will also benefit from this mission.

En cours d'aménagement, le nouvel Airbus A310 Zéro-G (à gauche) va prendre le relais de l'A300 Zéro-G (à droite de l'image) en avril 2015. ▼

The new Airbus A310 Zero-G (left) is being fitted out to take over from the A300 Zero-G (right) in April 2015. ▲



PHARAO Reportage vidéo sur l'horloge atomique Pharaos. See our video report on the PHARAO atomic clock.

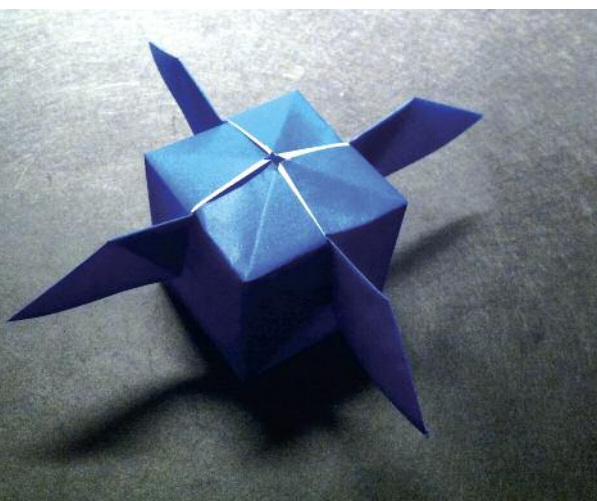
www.
cnes.fr/
webmag

ACTINSPACE

UNE PREMIÈRE ÉDITION À SUCCÈS

A 99 %, ils ont dit « oui » à une seconde édition. C'est dire si les 201 participants du premier ActInSpace ont apprécié l'initiative prise par le CNES. Métissage entre un Hackathon et un *start-up week-end* par son côté entrepreneurial, ActInSpace a séduit les 42 équipes engagées dans 5 villes françaises : Bidart, Cannes, Mérignac, Saclay, Toulouse. En vingt-quatre heures chrono pour la réflexion et sept minutes pour la présentation, elles ont conçu des projets innovants, certes, mais réalisables. « *ActInSpace n'est pas un simple concours d'idées; l'objectif est d'aider les auteurs de projets à faire aboutir ceux-ci via la création de start-up. L'action des membres de l'ESA BIC Sud-France et de nos autres partenaires vise, en effet, à promouvoir cette émergence de jeunes entreprises* », explique Didier Lapiere, responsable de la Valorisation et du transfert de technologies au CNES. Originales, novatrices, les solutions proposées pour répondre aux défis ont toutes été adossées aux technologies du spatial. Le pliage des panneaux solaires « façon Origami » dans la coiffe d'Ariane 5 a fait florès : plusieurs équipes ont proposé des concepts déployables qui pourraient être utilisés, par exemple, dans des régions défavorisées (sinistres, guerres, régions en développement); ces concepts peuvent générer de l'électricité pour un maximum de personnes en conditions précaires. Parmi les projets remarquables, un système de navigation sur Smartphone ou tablette, sans contact avec l'écran, une application très « grand public ». Le dispositif couple un capteur magnétique interne au dispositif et un système passif sous forme

de bague ou de bracelet... et ça marche ! Le prix national, assorti d'un voyage en Guyane, a, lui, été décerné par un jury d'experts du spatial et de l'industrie. Il est revenu à une équipe toulousaine pour le projet ThynCam, un procédé de captation vidéo 3D immersive qui pourrait révolutionner le paysage culturel; il peut réaliser simplement une scène en 3 dimensions à l'aide de caméras 2D traditionnelles. ThynCam s'appuie sur la chronodation, une technologie issue du spatial qui synchronise des appareils optiques avec une extrême précision.



ACTINSPACE

Successful first event

No less than 99% of the 201 participants at the first ActInSpace event said they want CNES to run another session. A cross between a hackathon and a start-up weekend, with its entrepreneurial focus, ActInSpace was hailed a success by the 42 teams at five locations across France: Bidart, Cannes, Mérignac, Saclay and Toulouse. With just 24 hours to brainstorm and seven minutes to present their work, the teams came up with some innovative and practical solutions. "ActInSpace isn't just about ideas," explains Didier Lapiere, in charge of technology spin-off at CNES. "It's about helping people turn their ideas into reality by creating start-up businesses, with the support of the ESA BIC Sud France business incubator and the other event partners." Each of the solutions to the problems set by CNES was highly original and based on space technologies. Origami-style folding solar panels, like the deployable solar arrays designed to fit inside Ariane 5's payload fairing, proved a popular idea. Several teams proposed deployable concepts for developing regions or areas affected by conflicts or disasters, for example, where they could generate electricity for large numbers of people in precarious conditions. Other notable projects included a navigation app for smartphones and tablets, combining a built-in magnetic sensor and a passive system in the form of a ring or bracelet, with no screen contact required. The national prize, which includes a trip to French Guiana, was awarded by a panel of space and other industry experts to a Toulouse team for ThynCam, an immersive 3D video capture process with the potential to revolutionize the cultural landscape, thanks to its ability to generate 3D scenes quickly and easily using conventional 2D cameras. ThynCam is based on time-date tagging, a space technology used to synchronize optical instruments with extreme precision.

www.
cnes.fr/
webmag

ACTINSPACE Reportage vidéo sur le 1^{er} rendez-vous ActInSpace en 2014.
See our video report on the first ActInSpace event in 2014.

MICROSCOPE

Le cœur d'instrument en intégration

F in septembre 2014, le cœur de Microscope¹, satellite destiné à vérifier avec une précision inégalée le principe d'équivalence, a été livré au CNES par l'Onera. Extrêmement sensible, il est constitué de deux senseurs : l'un pour évaluer la précision de la mesure, l'autre le principe d'équivalence avec une précision cent fois supérieure aux meilleures mesures actuelles. Après des années de développement et de nombreuses difficultés techniques, cette livraison signe le succès de la coopération technique CNES-Onera et paie de retour l'implication des experts. Le dernier élément de vol de l'instrument, l'électronique numérique, sera livré courant mars 2015 en vue d'un lancement en 2016.

¹ Microsatellite à traînée compensée pour l'observation du principe d'équivalence.

MICROSCOPE

Payload core ready for integration

In late September, the core element of the Microscope¹ payload was delivered to CNES by ONERA, the French aerospace research agency. It comprises two extremely sensitive sensor units: one to test the equivalence principle with a level of precision 100 times higher than any experiment so far, the other to determine the exact level of precision achieved. After years of development and many technical hurdles, this milestone is a tribute to CNES's successful partnership with ONERA and the hard work of the experts involved. The final flight element of the instrument, the digital electronics, will be delivered in March 2015 ahead of launch in 2016.

¹ MICRO-Satellite à traînée Compensée pour l'Observation du Principe d'Equivalence.



▲▲ Les deux accéléromètres différentiels de vol.
The two differential flight accelerometers.

AU CŒUR DE L'INNOVATION

INSIDE INNOVATION

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Le laboratoire transportable

L'exploration des sols terrestres peut-elle tirer parti des techniques d'exploration martienne? Ingénieure au CNES, Muriel Saccoccio en est sûre. Après avoir adapté pour Mars des technologies terrestres, elle imagine des transpositions inverses pour valoriser les investissements réalisés et vise des applications profitables au secteur industriel.

Muriel Saccoccio a le goût de l'innovation et le sens de la persévérance. Spécialiste des lasers, elle a conçu le laser ChemCam¹ et piloté l'équipe française qui a réalisé l'instrument. Cette mission exceptionnelle a eu un effet déclencheur. S'investir dans des innovations technologiques pour une mission martienne et limiter leur utilisation à la planète rouge était pour elle un peu réducteur. Aussi elle s'est interrogée sur la possibilité de transférer ces technologies du spatial au terrestre. « *La spécificité du sol martien, tantôt caillouteux, tantôt sableux, ralentit considérablement le déplacement du rover Curiosity. Or, pour optimiser son efficacité, mieux vaut éviter les déplacements inutiles* », explique-t-elle. C'est un des rôles dévolus à ChemCam. La caméra analyse rapidement la composition chimique élémentaire du terrain. « *On sélectionne alors les cibles les plus intéressantes pour déplacer le robot. Ainsi les autres instruments nécessitant un contact avec la roche et des analyses plus longues sont utilisés efficacement.* »

Une alternative au carottage

« *Ce principe est transposable sur Terre* », en a déduit Muriel Saccoccio. De manière pragmatique, la jeune ingénieure a recensé les secteurs d'activité qui pourraient en tirer bénéfice. Tout naturellement, on pense à ceux qui sollicitent l'exploration des sols : géologie, minéralogie précieuse, industrie minière, pétrolière... « *L'évaluation d'un site peut durer un an ; les opérations de carottage sont chronophages, coûteuses en moyens techniques et humains. Elles nécessitent manutention d'échantillons, transport, interventions en laboratoire. En utilisant une caméra chimique in situ, on gagne un temps précieux et on réduit les coûts.* » Le principe a fait l'objet d'un dépôt de brevet. Si le procédé n'est pas encore en exploitation, des industriels s'y intéressent.

Dans la continuité de sa réflexion, Muriel Saccoccio a envisagé un autre niveau d'application de cette solution. « *La dronautique est en pleine expansion* », poursuit-elle, mais avec des applications centrées sur l'imagerie. « *Embarquer un instrument d'analyse chimique à distance à bord d'un drone, en plus de caméras de reconnaissance, représente une réelle plus-value pour l'exploration d'un site, sur Terre comme sur Mars...* » Là aussi, le concept a été protégé et des études de faisabilité pourraient être menées. De manière globale, Muriel Saccoccio plaide pour la valorisation de la matière grise développée par les ingénieurs du spatial au bénéfice de la science, sur la planète rouge comme sur la planète bleue. ■

¹ L'œil du rover Curiosity de la mission américaine MSL dédiée à l'étude du sol martien.

TECHNOLOGY TRANSFER

A deployable laboratory

Could ground surveying here on Earth benefit from techniques developed for Mars? CNES engineer Muriel Saccoccio certainly thinks so. Having adapted terrestrial technologies to Mars, she is now working in the other direction, unlocking the value of investments made and developing profitable solutions for industry.

Muriel Saccoccio has a flair for innovation and is persevering. A laser specialist, she designed the ChemCam¹ laser source and led the French team for the development of the whole instrument. Her involvement in this extraordinary mission prompted another question. Investing in technological innovations for Mars and never using them anywhere else—are we missing something here? So she began looking at whether these technologies could be transferred from space to Earth. “*The Martian surface is rocky in places and sandy in others, which slows down the Curiosity rover's progress,*” she explains. “*To make the maximum use of resources, it's important to avoid any unnecessary detours.*” This is one of the tasks assigned to ChemCam. The camera quickly analyses the basic chemical composition of the terrain. “*We then select the most interesting targets and navigate the rover accordingly. As a result, other instruments requiring contact with the rock and longer analysis times can be used more efficiently.*”

An alternative to core boring

“*This principle is just as useful on Earth,*” continues Muriel Saccoccio. Pursuing a pragmatic approach, the young engineer listed the sectors of industry likely to benefit. The obvious candidates are sectors involving ground surveys, such as geology, precious minerals, mining and oil and gas exploration. “*Investigating a site can take a year. Core boring is time-consuming and requires extensive human and technical resources. It involves handling samples, transporting them and analysing them in a laboratory. Using an in-situ chemical camera can save precious time and money.*” A patent application for the principle has been filed. It is not operational yet, but companies are already showing an interest. Continuing her line of reasoning, Muriel Saccoccio has envisioned another application for the solution. “*Drones are being used increasingly, but mainly for imagery-based applications,*” she adds. “*Installing a remote chemical analysis instrument on a drone, coupled with reconnaissance cameras, could add real value for site surveys, whether on Earth or on Mars.*” Here again, the concept has been protected and feasibility studies could be conducted. Muriel Saccoccio's broader message is that we could make wider use of our space engineering capabilities, developed for scientific applications both on the Red Planet and here on Earth. ■

¹ The ‘eye’ of the Curiosity rover, part of the U.S. MSL mission to study the Martian surface.



ENTRETIEN AVEC MYRIAM EL KHOMRI

J'ai pour les quartiers un rêve réaliste

Suite à « l'été chaud » dans la banlieue lyonnaise en 1981, un vaste chantier était lancé par l'État pour ne pas laisser les jeunes à eux-mêmes pendant les vacances d'été. Le dispositif Ville-Vie-Vacances voyait le jour, avec l'éducation et l'accès au savoir au cœur de la dynamique. Le CNES avait alors pris rang, avec l'opération Espace dans ma ville. À l'occasion de ses 10 ans, la secrétaire d'État à la Ville, Myriam El Khomri, revient sur cette opération et, plus largement, sur sa politique en direction des jeunes des quartiers.

Quel bilan faites-vous du dispositif Ville-Vie-Vacances ? En êtes-vous satisfaite ou souhaitez-vous l'amender ?

Myriam El Khomri : Le dispositif Ville-Vies-Vacances propose des activités à la fois ludiques et instructives à des jeunes de 11 à 18 ans pendant les vacances scolaires. Sa finalité peut se formuler simplement : redonner le goût de découvrir et d'apprendre à des jeunes pour qui l'école est trop souvent un milieu hostile. Ville-Vie-Vacances constitue en quelque sorte un lointain écho de la conception antique du savoir

selon laquelle on n'apprend jamais mieux que librement et sans contrainte. Ainsi, c'est en favorisant la connaissance libre de soi-même et du monde qu'on préviendra le mieux l'exclusion (scolaire, professionnelle, sociale) et toutes ses conséquences. Créé en 1982, ce qui en fait l'un des dispositifs les plus anciens de la politique de la ville, Ville-Vie-Vacances bénéficie chaque année à plus de 360 000 jeunes, qui retrouvent la fierté d'être eux-mêmes au travers d'ateliers éducatifs, de réflexion sur la citoyenneté ou encore d'activités sportives ou artistiques. Le succès de Ville-Vie-Vacances n'est

...

INTERVIEW WITH MYRIAM EL KHOMRI

"I have a realistic dream for our inner cities"

Following the turbulent summer in the suburbs of Lyon in 1981, the government launched a vast initiative called 'Ville-Vie-Vacances' to provide activities for youngsters over the holidays, with a focus on education and learning. CNES has contributed to this effort through the 'Space in my City' operation, now in its 10th year. Secretary of State for Cities Myriam El Khomri talks about this operation and her policy for inner city youths.

How do you rate the achievements of the Ville-Vie-Vacances initiative? Are you satisfied with it or are you going to make changes?

The Ville-Vie-Vacances initiative organizes fun, instructive activities for 11-to-18-year-olds during the school holidays. Its aim is simple: to give youngsters for whom school is too often a hostile environment the chance to rediscover the joy of learning. Ville-Vie-Vacances in some ways echoes ancient notions of knowledge that believed we learn best when free of all constraints. It is by cultivating

awareness of self and of the world around us that we will combat exclusion—at school, at work and in everyday life—and all its consequences. Ville-Vie-Vacances was conceived in 1982, which makes it one of the longest-running inner city policy initiatives. It reaches out every year to more than 360,000 youngsters, restoring their self-respect through instructional workshops, sessions on citizenship and sporting or artistic activities. It is an unqualified success: my ministry has funded no fewer than 3,500 projects this year. That is why,

...





donc plus à démontrer : pas moins de 3500 projets ont ainsi été financés par mon ministère en 2014. C'est pourquoi, malgré le contexte budgétaire difficile qui est le nôtre, nous avons décidé de maintenir son financement à hauteur de 9 millions d'euros pour l'année 2015.

Quelles seront plus largement vos priorités en matière de politique de la ville ?

M. El K. : J'ai pour les quartiers ce que j'appellerai un « rêve réaliste ». Rêve d'abord, parce qu'on ne peut rien faire si on n'est pas ambitieux. Réaliste ensuite, parce que nous savons avec Patrick Kanner, ministre de la Ville, de la Jeunesse et des Sports, que tout ne sera pas réglé en un jour et, surtout, que nous n'y arriverons pas tout seuls. Pour remporter la bataille pour l'emploi dans les quartiers, pour les arrimer aux dynamiques économiques, sociales et culturelles de leur agglomération et de notre pays, je dois avant tout mobiliser tous les acteurs, publics, privés, mais aussi les habitants, autour des nouveaux contrats de ville, qui

définissent, pour chacun des 1300 quartiers prioritaires, les grandes lignes de notre action pour les six ans à venir. Mais je dois aussi mobiliser le gouvernement tout entier sur l'urgence qui est celle des quartiers. Je suis très confiante sur ce point : en simplifiant la carte de la géographie des quartiers prioritaires par la loi Lamy de février 2014, en maintenant le budget annuel de mon ministère à 338 millions d'euros pour les trois prochaines années, en lançant un nouveau plan de renouvellement urbain de 5 milliards d'euros, en renforçant la participation des habitants des quartiers aux débats et aux décisions qui les concernent, le gouvernement a d'ores et déjà pleinement démontré qu'il était décidé à mener une politique de la ville « ambitieuse », pour citer le Premier ministre.

À l'origine du dispositif, les initiatives d'organismes publics étaient bienvenues. Le CNES avait lancé l'opération Espace dans ma ville. Une opération complètement atypique, pour ne pas dire unique.

despite current budgetary constraints, we have decided to maintain €9 million in funding for 2015.

What are the broader priorities of your inner city policy?

I have for inner cities what I would call a realistic dream. A dream because we have to be ambitious; realistic because my colleague Patrick Kanner, Minister for Urban Affairs, Youth and Sport, and I know that it's going to take time and above all that we can't do it alone. To create jobs in inner cities and tie them into the local and national economic, social and cultural web, I must start by getting public/ private stakeholders and populations behind the new 'city contracts' that outline what we intend to do in 1,300 priority inner city areas over the next six years. I must also mobilize everyone in the government to grasp the urgency of the challenges facing our inner cities. But I'm very confident about that: by simplifying the map of priority inner city areas through the Lamy statute of February 2014, maintaining my ministry's annual budget at €338 million over the next three years,

launching a new €5-billion urban rejuvenation plan and giving inner city residents more say in the issues and decisions that concern them, the government is clearly showing its intention to pursue an ambitious inner cities policy, to quote the Prime Minister.

Initiatives from public bodies were welcomed from the outset and CNES conceived its own quite unique 'Space in my City' operation. Ten years on, it is still proving a big hit with cities. What do you think of this initiative?

This superb initiative launched by CNES is a fine illustration of what we can accomplish together: ministries, many non-profit associations, local authorities, the family benefits office (CAF) and the national holiday voucher agency (ANCV) invest in it every year. Its huge success, reaching out to some 6,000 youngsters every year, shows that space is a source of wonder, curiosity, ambition and dreams for our youth. In partnership with the Planète Sciences non-profit association, this operation organizes a host of exciting activities, getting

participants to launch water rockets, build micro-rockets, train in a pool like an astronaut or assemble satellites. The role of inner city policy is to offer new horizons to youngsters who too often feel physically and socially 'housebound'. 'Space in my City' helps to achieve that.

Do you think it should be perpetuated and in what form?

If by that you mean should we set things in stone, I don't think that would be in the spirit of the Ville-Vie-Vacances initiative. All actions undertaken are assessed yearly. The objective is not to change a range of activities that has proved so successful, but rather to adapt them to the aspirations of inner city youth. So 'Space in my City' must evolve with the inner city areas, something it has been doing since its inception in 2005.

Young girls are turning away from science subjects, often because they are ill-informed. Are you going to initiate specific actions to get them interested in science and engineering?

Dix ans plus tard, elle fait chaque année toujours autant d'émules auprès des villes. Que pensez-vous de cette initiative ?

M. El K. : Lancée par le CNES, cette belle initiative démontre à elle seule les bienfaits de la mobilisation collective : des ministères, des associations en grand nombre, des collectivités, la CAF ou encore l'Agence nationale des chèques vacances s'y investissent chaque année. Le plein succès du dispositif, qui touche aujourd'hui environ 6 000 jeunes par an, montre à quel point l'espace fascine, combien il constitue un objet d'interrogation, d'ambition et de rêve pour tous nos jeunes. Menée en partenariat avec l'association Planète Sciences, cette opération se décline en activités passionnantes, telles que le lancement de fusées à eau, la construction de microfusées, des séances d'entraînement spatial en piscine ou encore la construction de satellites. Le rôle de la politique de la ville, c'est d'ouvrir l'horizon de tous ces jeunes qui, trop souvent, ont le sentiment d'être assignés à résidence, physiquement et socialement. Espace dans ma ville y contribue efficacement.

Pensez-vous qu'elle devrait se pérenniser, et sous quelle forme ?

M. El K. : Si vous entendez par pérennisation le fait de fixer des modalités précises d'intervention d'une année à l'autre, je ne crois pas que ce soit l'esprit du dispositif Ville-Vie-Vacances. Toutes les actions de ce dispositif sont l'objet d'une évaluation annuelle, qui, en l'occurrence, ne vise aucunement à remettre en cause un ensemble d'activités qui rencontrent un vif succès, mais à les adapter aux attentes des jeunes dans les quartiers. L'opération Espace dans ma ville doit ainsi évoluer avec la réalité des quartiers, ce qu'elle fait depuis son lancement, en 2005.

Poor careers advice, lack of information and self-censorship are just some of the many obstacles preventing young girls from studying science subjects, particularly in inner city areas. That's why we are aiming to get the proportion of young girls participating in Space in my City up to 50%. But these barriers to careers in science are of course only one aspect of the inequalities facing women in inner city areas. The number of women in work there dropped from 57.3% in 2006 to 52.6% in 2012, while it rose in other areas of the country, so that gives some idea of the immense task facing us. The equal work opportunities week from 9-15 October must also spearhead our efforts to achieve equality between men and women in inner cities and all over France. My ministry has set up a mission for just this purpose and I will soon be meeting Pascale Boistard, Secretary of State for Women's Rights, and the Minister for Education, Higher Education and Research Najat Vallaud-Belkacem to discuss all of these issues and step up our efforts to promote equality. ■

Il s'avère que les filières scientifiques sont délaissées, souvent par méconnaissance, par les jeunes filles. Allez-vous mettre en place des actions spécifiques de terrain pour les familiariser à une pratique scientifique et technique ?

M. El K. : Dysfonctionnements en matière d'orientation, déficit d'information, autocensure... Nombre d'obstacles font barrage à l'accès aux filières scientifiques pour les filles, tout particulièrement dans les quartiers. C'est pourquoi, dans le cadre d'Espace dans ma ville précisément, nous nous fixons l'objectif de 50 % de participantes. Mais cette inégalité d'accès aux métiers scientifiques n'est bien sûr qu'un aspect de l'inégalité qui frappe les femmes dans les quartiers. La chute de leur taux d'activité, qui est passé de 57,3 % en 2006 à 52,6 % en 2012, alors que le taux d'emploi féminin a progressé dans les autres territoires, donne l'idée de l'ampleur de la tâche. Aussi, la semaine de l'égalité professionnelle, du 9 au 15 octobre 2014, doit être un temps fort de notre combat pour l'égalité hommes-femmes dans les quartiers et partout sur le territoire. Une mission a été montée en ce sens dans mon ministère, et je vais prochainement rencontrer Pascale Boistard, secrétaire d'État chargée du droit des femmes, ainsi que Najat Vallaud-Belkacem, ministre de l'Éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, pour évoquer tous ces sujets et renforcer notre action collective pour l'égalité. ■

Espace dans ma ville UNE OPÉRATION ATYPIQUE ET UNIQUE

Créée en 2005, l'opération Espace dans ma ville s'inscrit dans le dispositif Ville-Vie-Vacances, soutenu par l'Agence nationale pour la cohésion sociale et l'égalité des chances (ACSE), composante essentielle des contrats urbains de cohésion sociale (CUCS). Son objectif : accompagner la politique de la ville en allant vers les jeunes peu enclin en général aux sciences et au spatial. Durant une semaine pendant les vacances scolaires, le CNES et Planète Sciences s'installent au cœur des quartiers et proposent aux 8-14 ans des animations sur le thème de l'espace. En 2014, onze villes ont accueilli l'opération : Ajaccio, Bastia, Douai, Lens, Les Mureaux, Marseille, Montereau-Fault-Yonne, Roubaix, Salon-de-Provence, Toulouse, Vénissieux.

'Space in my City' A quite unique operation

Created in 2005, 'Space in my City' is part of the 'Ville-Vie-Vacances' initiative implemented by ACSE, the national agency for social cohesion and equal opportunities, a key component of urban social cohesion contracts. Its aim is to support inner city policy by reaching out to youngsters who are generally not inclined to show an interest in science or space. For one week during the school holidays, CNES and Planète Sciences set up shop in the heart of inner cities and organize space-themed activities for 8-14-year-olds. This year, 11 cities took part: Ajaccio, Bastia, Douai, Lens, Les Mureaux, Marseille, Montereau-Fault-Yonne, Roubaix, Salon de Provence, Toulouse and Vénissieux.

ARCHIVAGE DE LA DONNÉE

UNE MÉMOIRE VIVE SAUVEGARDÉE

Le système de transfert et d'archivage STAF du CNES dont les bras servent à manipuler les bandes.
The STAF data transfer and archiving system at CNES. Its arms handle the data tapes.

Une mission spatiale a un début et une fin. Et après ? Les données acquises ont-elles une vie après la vie ? Oui ! Mission après mission, depuis trente ans, le CNES stocke, classe et pérennise images, données, mesures... Il sauvegarde et valorise un patrimoine inestimable de plus d'un pétaoctet. Visite guidée en sous-sol.

Une mission spatiale n'est pas un voyage d'agrément. Les données recueillies ne sont pas des souvenirs dans l'album de la grande famille scientifique. « *Comment comprendre l'évolution des phénomènes qui nous entourent, sans disposer de bases d'observation, de comparaison sur des années* », explique Jean-Pierre Gleyzes, directeur adjoint du Système d'information au CNES. « *L'archive spatiale, c'est de la matière vive qui doit être consultable rapidement et éternellement.* » Dans les années 1980, chaque service stockait ses données sur des bandes magnétiques. Mais, très vite, le CNES a considéré ce matériau comme précieux, tout en constatant le vieillissement des supports. Sa préservation a été alors conçue comme une mission à part entière. Dès 1987, l'établissement a cherché des solutions pérennes. Une tâche titanesque qui a abouti en 1995 à l'opérationnalité d'un service de stockage indépendant et transverse.

Une démarche délicate mais volontariste

L'histoire interne retiendra 1990 comme une date clé dans cette politique volontariste. C'est là que la mise en œuvre s'est véritablement enclenchée. Elle a été assortie d'une vaste opération de migrations des données : le démarrage d'un service de stockage commun, unifié, structuré, placé sous la responsabilité de la direction du Système d'information. Mais à quoi peut ressembler le stockage de données spatiales ? Il faut imaginer des dizaines de milliers de bandes, des formats hétéroclites, des copies à la lisibilité parfois problématique, pour comprendre que tout a été à inventer en matière de contenu comme de support. « *Il fallait arriver à constituer des collections de fichiers selon une logique applicative, sans que l'utilisateur final ait à se soucier des évolutions des systèmes et des technologies* », fait remarquer Jean-Pierre Gleyzes. Il a fallu trouver l'antidote au vieillissement des médias de stockage, à l'obsolescence des formats informatiques, les anticiper pour ne pas voir



disparaître ce patrimoine dont l'immatérialité constitue un handicap puisque, constate Jean-Pierre Gleyzes, « si l'on n'y prend pas garde, sa perte ou son altération ne se voient que lorsqu'on en a besoin ».

Sauvegarde : ceinture et bretelles

Trente ans après, où en est-on ? Quelques racks dans une salle climatisée, des robots qui tournent sans surchauffe et sans bug... Un à un, le CNES a levé tous les obstacles technologiques pour faire fonctionner, en routine, une activité transversale bien huilée. « On ne garde pas pour garder. On stocke et on archive pour exploiter. » Il faut offrir aux utilisateurs accessibilité, réactivité. Sécurité aussi : on double la mise. La donnée est simultanément enregistrée sur deux technologies de médias différentes, hébergées dans deux bâtiments différents. « Si un incident grave se produit dans l'un des sites de stockage, l'autre reste opérationnel. » Dans un service inféodé à l'informatique, la succession des générations de médias (bandes, cassettes, disques, etc.) a nécessité des adaptations qui n'ont pas altéré la qualité du patrimoine. « Des recopies sont régulièrement effectuées. Un remplacement régulier des médias est effectué tous les cinq ou six ans. » Les données sont enregistrées directement par les

serveurs et stockées dans les silos en toute confidentialité. « Nous ne savons pas ce qu'elles contiennent », ajoute Toni Oliva, chef du service Exploitation infrastructures informatiques. « Je peux être bibliothécaire, classer et prêter des livres sans connaître leur contenu s'ils sont écrits dans une langue que je ne connais pas ; c'est la même chose. » Les données stockées doivent être lisibles pour les utilisateurs, pas forcé-

●●●



◀ Baies de stockage informatique de la mission Gaia.
Data storage arrays for the GAIA mission.

DATA ARCHIVING

Safeguarding a living heritage

Every space mission has a beginning and an end. But for the mission's data, life goes on. CNES has been storing, filing and securing imagery, data and measurements for 30 years, safeguarding a priceless heritage that amounts to more than one petabyte. CNESMAG goes down into the agency's data vault.

A space mission is no joyride and the data acquired are not for the scientific family album. "We can't understand how things around us evolve without a record of observations for comparison over the years," explains Jean-Pierre Gleyzes, Deputy Chief Information Officer at CNES. "A space data archive is living matter that must be constantly and quickly consultable." In the 1980s, each of the agency's departments stored its data on magnetic tapes. Realizing these storage media were prone to ageing, in 1987 CNES set about preserving their precious contents. This titanic task was completed in 1995 with the opening of an independent and cross-functional data storage department.

A tricky and painstaking task

1990 proved a key milestone in this effort, as that is when the new data storage mission really came into its own, with a vast data migration operation and a common, unified and structured department reporting to the Information System Director. But what do all these archived space data look like? You need to imagine tens of thousands of tapes, a variety of formats and sometimes hard-to-read copies to understand that teams had to start from a clean slate. "We had to build collections of files according to an applications-based logic so that users wouldn't need to worry about

evolving systems and technologies," notes Jean-Pierre Gleyzes. This involved finding an antidote for ageing storage media and obsolescent data formats, and anticipating in order to protect this intangible heritage. As Jean-Pierre Gleyzes points out, "if you're not careful, you only find out that your data have been altered or lost when you need to retrieve them."

Belt and braces

So, where are we now, 30 years on? Racks and robots operate in the cool, bugless environment of an air-conditioned room... CNES has got round all of the technological obstacles one by one to create a well-oiled mechanism. "We don't keep data for the sake of it. We store and archive with a view to their being used," affirms Jean-Pierre Gleyzes. "Users require accessibility and responsiveness, as well as security, and procedures are doubly safe. Data are recorded simultaneously on two different media technologies hosted in two separate buildings. If a serious incident occurs at one of the storage sites, the other one remains operational," says Gleyze. In a department wedded to information technology, succeeding generations of media—tapes, cassettes, disks, etc.—have called for adaptations without altering the quality of the data legacy. "Regular copies are made and media are replaced every five or six years." The data are recorded directly by the servers and stored safely and confidentially in silos. "We don't know what's on them," adds Toni Oliva, who heads the IT Infrastructure Exploitation department. "Librarians can file away and lend books without knowing what's inside them, especially if they're written in a foreign language they don't understand. It's the same for us." The stored data must be readable for users, not necessarily for the

archiving department. "On the other hand, we guarantee the data's integrity and quality. We use generic tools that can be used by any space project, regardless of its subject matter." This mass of information is catalogued for easy searching, retrieval and distribution to a community of users.

Where sources converge

The data 'repository' covers all sectors of CNES's activities and projects. "The department is now involved right from phase A, so defining the archiving policy at the design stage of projects is vital," says Jean-Pierre Gleyzes. For each mission, CNES establishes service level agreements and specifications set out which space data need to be stored long term. These data are received from processing centres. "From the end of qualification and throughout a satellite's operating life, these centres process and ready data for distribution to the scientific community, notably data from Earth-observation, Universe sciences and microgravity missions," explains Martine Larroque, in charge of the SERAD¹ data-archiving department. "Once the mission is over, data worth keeping in the long term are selected and stored." SERAD and the processing centres also index archives to facilitate catalogue searching. The data from some 100 missions over more than 30 years have been stored, filed and catalogued. "Our archive is currently one Petabyte (10¹⁵ or one million billion bytes), replicated at our second site. You would need 4.7-Gb DVDs piled as high as the Tour Montparnasse to contain all that data!" points out Jean-Pierre Gleyzes. And with the challenges in store in the years ahead, data volumes are set to grow exponentially. "We're forecasting between 18 and 20 Pb by 2020. That's a step change and CNES is already working on it." ■

¹Service de Référencement et d'Archivage des Données

ment pour le service d'archivage. « Par contre, nous garantissons l'intégrité et la qualité de la donnée. Nous avons adopté des outils génériques, car ils peuvent être utilisés par tout projet spatial, indépendamment de sa thématique. » Cette masse d'informations fait l'objet d'un catalogage pour faciliter la recherche, l'accès et la diffusion auprès d'une communauté d'utilisateurs.

¹Service de référencement des données et d'archivage.

À la convergence des sources

Le « fonds documentaire » informatique est alimenté par tous les secteurs d'activité du CNES. Et la « mémoire » couvre l'étendue des projets : « Le service est désormais impliqué dès la phase A. Définir la politique d'archivage depuis la conception d'un projet s'avère primordial », dit Jean-Pierre Gleyzes. Pour chaque mission, le CNES passe des contrats de service. Le cahier des charges définit les données spatiales à stocker sur le long terme. Ces dernières sont transmises par les centres de traitement. « À partir de la fin de la qualification et pendant toute la phase d'exploitation du satel-

lite, ces centres traitent les données pour les mettre à disposition de la communauté scientifique, notamment pour les missions d'observation de la Terre, des sciences de l'Univers et de micro-gravité, rappelle Martine Larroque, responsable du Serad¹. La mission finie, une partie de ces données mérite d'être pérennisée. Une sélection est faite en ce sens. » Parallèlement, le Serad et les centres de traitement opèrent un référencement pour faciliter la recherche d'archives dans le catalogue. Depuis plus de trente ans, une centaine de missions passées ou en cours sont stockées, classées, cataloguées. « Actuellement, nous sommes à 1 pétaoctet (soit 10¹⁵ octets ou 1 million de milliards d'octets) archivé et autant en répliquant sur notre deuxième site. Stocké sur des DVD 4,7 GB, on atteindrait la hauteur de la tour Montparnasse », précise Jean-Pierre Gleyzes ! Les enjeux pour les années à venir montrent un accroissement exponentiel de la volumétrie : « Les courbes prévisionnelles indiquent entre 18 et 20 Po d'ici à 2020. Un changement d'échelle s'impose, le CNES y travaille ! » ■

Lexique

Phase A : phase d'analyse de mission et de définition préliminaire.

Glossary

Phase A: Mission analysis and preliminary definition phase

RSE / UN BILAN PROMETTEUR

À scruter l'espace comme il le fait, le CNES sait qu'il est vital de le protéger. Observateur, l'organisme s'est aussi voulu acteur ; il s'est engagé de manière volontariste sur la voie de la RSE¹ dont les mesures sont devenues ses références. Après quatre ans d'efforts, le bilan met l'accent sur des résultats très encourageants.

Né dans les années 1960, adoubé par l'OCDE en 1976 et par l'OIT² l'année suivante, le concept de RSE est inscrit dans le marbre depuis le sommet de Johannesburg en 2002. Le 26 avril 2013, un décret l'impose aux sociétés cotées. « En qualité d'EPIC³, nous ne sommes pas formellement soumis à cotation, mais nous nous sommes sentis concernés par la Stratégie nationale de développement durable (SNDD), proposée par le Comité interministériel sur le sujet, et par cette notion de responsabilité sociétale », explique Isabelle Rongier, directrice de la fonction Inspection générale et qualité au CNES. « Le spatial fournit quotidiennement une observation globale sur l'état de santé de la Terre ; à évaluer l'empreinte écologique des activités humaines, il nous a paru logique d'évaluer la nôtre. »

Un investissement rentable

Dès 2010, dans sa politique qualité ambitieuse, le CNES a placé le développement durable au cœur de sa stratégie. Il s'est soumis aux contraintes des réglementations techniques et aux exigences de la législation nationale et internationale⁴. Par les programmes spatiaux tels que Pléiades, Iasi, Jason..., il contribue à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et de la mer. « Mais nous étions également soucieux de développer une approche cohérente entre nos missions au bénéfice de l'environnement et nos activités », insiste Isabelle Rongier. Certification ISO 14001 pour les sites, HQE pour les bâtiments, premières analyses du cycle de vie pour les véhicules spatiaux, achats responsables, qualité de vie au travail, le CNES s'est appliqué à développer une démarche vertueuse. « S'inspirer des mesures de performance d'un reporting RSE, c'était travailler avec une rigueur qui nous ressemble et qui nous rassemble au sein du CNES, quels que soient le centre d'excellence, le domaine d'intervention, le poste ou la mission pour lesquels nous agissons », commente-t-elle. Aujourd'hui, cette démarche vécue fédère les services, et « nous devons être fiers de cette identité d'entreprise citoyenne ». Après quatre ans d'une réflexion constructive et la mise en place d'initiatives nombreuses, le bilan témoigne d'une conscience d'entreprise bien assimilée, qui a besoin d'être mieux valorisée. Ce bilan n'est pas une fin en soi. Pour la responsable, « c'est aussi un indicateur de notre positionnement socio-environnemental au regard de l'activité spatiale européenne ». ■

¹ Responsabilité sociétale des entreprises. ² Organisation internationale du travail. ³ Établissement public à caractère industriel et commercial. ⁴ Réglementation européenne Reach (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals), en application depuis 2007. La LOS – loi sur les opérations spatiales, parue au JO du 10 juin 2009.

CSR

Encouraging results

CNES knows better than most how vital it is to protect space. The agency is actively engaged in assuring compliance with CSR requirements and the results of four years of effort are encouraging.

Conceived in the 1960s, endorsed by the OECD in 1976 and by the ILO the following year, corporate social responsibility (CSR) is set in stone since the 2002 Johannesburg Earth Summit. As of 26 April 2013, a government order mandated CSR compliance for publicly quoted companies. "We are not formally quoted, given that we are a government agency, but we felt the national sustainable development strategy established by the interministerial committee and CSR in general was something we should take on board," explains Isabelle Rongier, CNES Inspector General, Quality. "Space helps us to gauge the environmental footprint of human activities, so it seemed natural that we should measure our own impact."

Profitable investment

In 2010, CNES set about assuring compliance with technical regulations and national and international laws¹. Through space programmes like Pléiades, IASI and Jason, it is helping to implement the government's new environmental and marine policies. "But we also wanted to develop a consistent approach encompassing our environmental missions and other activities," affirms Isabelle Rongier. CNES thus undertook a virtuous approach, achieving ISO 14001 certification for its field centres and HQE environmental quality certification for its premises, analysing the life cycle of its spacecraft, implementing eco-friendly purchasing practices and enhancing quality of life at work. "Using CSR performance metrics fits well with how we work at CNES, in every area of activity and mission," says Rongier. Today, this approach is federating the agency's departments and after four years of constructive effort and numerous initiatives, the results show the agency's teams have fully assimilated CSR. It now needs to be promoted and that is why the CSR review is not an end in itself. For Isabelle Rongier, "it also gives us an idea of where we stand in socio-environmental terms with respect to European space activities." ■

¹ European REACH regulations (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals) in force since 2007 and the French Space Operations Act (FSOA) promulgated on 10 June 2009.

PHÉNOMÈNES AÉROSPATIAUX NON IDENTIFIÉS

DES TRAVAUX FRUCTUEUX

Sur invitation du CNES, une centaine de scientifiques, ufologues, psychologues, astronomes, forces de police et armée... venus du monde entier se sont retrouvés en juillet à Paris. Ce premier *workshop* international, nommé « Caipan », tenu en France sur ce sujet n'avait rien de nébuleux. Les conclusions plaident pour une qualité d'observation renforcée et une véritable formation des enquêteurs.

Points lumineux en triangle
vus d'un avion lors d'un vol
Barcelone-Paris.
A triangle of light dots seen
from an aircraft on a flight
from Barcelona to Paris.

Les PAN (phénomènes aérospatiaux non identifiés) ont eu raison des ovnis (objets volants non identifiés). Et ce, en toute logique : après enquête, les observations de phénomènes perçus comme étranges s'avèrent être parfois des halos lumineux, des plasmas, des reflets, mais pas forcément des objets matérialisés. L'appellation de « phénomènes aérospatiaux » a donc remplacé celle d'« objets volants ». Elle conserve, en revanche, une caractéristique commune : le « N », pour non identifiés. En France, via le Geipan, c'est au CNES, organisme public, qu'a échu la mission d'étude et d'information sur ces phénomènes. « *Le Geipan n'est pas dédié à la recherche d'existence de vie ou de technologies extra-terrestres avancées. Sa mission est la collecte, l'analyse, l'archivage des témoignages, mais aussi l'information et la communication en direction du grand public. Nous n'avons ni à juger ni à préjuger, juste à apporter, quand nous le pouvons, un éclairage scientifique sur ces phénomènes* », précise Xavier Passot, responsable du Geipan et initiateur du Caipan¹.

L'exception française

Cette rencontre eut une large audience. Plus de cent participants étaient présents, mais pas un seul Martien!!! En effet, au grand soulagement de Xavier Passot, ce premier rassemblement n'a pas cédé au fantasme ! Animés par des scientifiques émérites, des ufologues de renom, les travaux se sont déroulés dans une atmosphère studieuse. Ils avaient pour objectif de confronter les pratiques sur la scène internationale. La position du CNES est effectivement atypique. « *Habituellement, l'étude de ces phénomènes est l'affaire d'associations. La France est un des seuls pays au monde où cette mission est confiée à un organisme d'État* », constate Xavier Passot. La question était donc bien de voir et savoir « *comment fait-on ailleurs ?* ».

Ailleurs, la problématique est à peu près la même ; l'analyse des PAN souffre des mêmes maux : « *La majorité des rap-*



¹ Caipan, pour « collecte et analyse des informations sur les phénomènes aérospatiaux non identifiés ».

ports d'observation envoyés reposent sur des témoignages à vue isolés, voire inconsistants, éventuellement sur des visuels de qualité médiocre. C'est un matériau d'intérêt discutable pour une approche objective et scientifique du phénomène », fait remarquer Xavier Passot.

Qualité et formation, les clés des mystères ?

L'enjeu du workshop était donc de dégager des pistes pour éclairer le travail du Geipan et de ses homologues étrangers. Parmi les priorités, il faut admettre les carences. Pour Xavier Passot, « les témoignages humains sont certes subjectifs,

mais ils seraient certainement de meilleure qualité si ufologues et scientifiques étaient mieux formés pour les recueillir. Que dire des conditions de l'observation ? Comment la replacer, l'évaluer dans un contexte psychologique et émotionnel ? Les psychologues ou les gendarmes sont mieux formés au recueil d'informations, à l'écoute. Ils développent une autre approche individuelle. Leur collaboration est essentielle ; elle contribue à une évaluation plus objective du témoignage ». Autre handicap, « les rumeurs ancestrales dont les PAN sont entachés stérilisent l'information ; certains professionnels exposés à l'observation de ces phénomènes refusent de témoigner ». Or ces PAN peuvent avoir des explications astronomiques, atmosphériques, chimiques..., encore faut-il qu'ils sortent de la clandestinité. Il faut préciser et recouper des témoignages, des observations, pour faire avancer les enquêtes.

Dans ses conclusions, le Caipan s'est voulu pragmatique : formation des enquêteurs, mise en commun des bases de données d'observations, amélioration des techniques d'audition de témoins, systèmes de surveillance automatique... sont autant d'outils « objectifs » à développer pour gagner en compréhension et tenir à bonne distance les histoires de petits hommes verts. ■

• www.geipan.fr

►►
Vue spectaculaire de nuages lenticulaires.
A spectacular picture of lenticular clouds.



UNIDENTIFIED AEROSPACE PHENOMENA

A work-like approach

At the invitation of CNES, some 100 scientists, UFO experts, psychologists, astronomers, police and military personnel from around the world got together in Paris in July for a first international workshop of its kind. Named CAIPAN, which stands for collection and analysis of data on unidentified aerospace phenomena in French, the workshop found that we need better observations and properly trained investigators.

'Unidentified aerospace phenomenon' or UAP has today supplanted 'unidentified flying object' or UFO as the term of choice, a logical step, since after investigation many such phenomena turn out not to be flying objects at all but rather light halos, plasmas or reflections to name a few. The one thing the terms have kept in common, however, is their 'unidentified' nature. In France, it is GEIPAN¹, the French UAP research and information group at CNES, that is tasked with studying and informing about these phenomena. "GEIPAN'S mission isn't to look for extraterrestrial life or advanced technologies," says Xavier Passot, the group's director behind the first international CAIPAN² workshop. "Our mission is to collect, analyse and archive eyewitness reports, and to conduct outreach and communication. We're not

looking to make judgments, but simply to shine scientific light on such phenomena where we can."

The French exception

The CAIPAN gathering was well attended, with more than 100 participants and not a single little green man in sight! Much to Xavier Passot's relief, this first workshop avoided falling into the trap of fantasizing about the subject. Eminent scientists and renowned UFO experts worked together in a studious atmosphere to compare practices in the international arena. CNES's position is somewhat special in this respect. He explains: "Usually, these phenomena are the prerogative of non-profit associations. France is one of few countries in the world where this mission has been entrusted to a state body." So the question was: What is other nations' approach to the problem? The answer is mostly the same and analysis of UAPs is dogged by the same difficulties: "Most observation reports received are based on isolated or even inconsistent eyewitness sightings, sometimes with visuals of mediocre quality," notes Xavier Passot. "The material we have to work with is of questionable value for an objective and scientific approach to the phenomenon."

Quality and training to unlock mysteries?

The workshop therefore sought to open up new avenues to enlighten the efforts of GEIPAN and its foreign counterparts. One of the priorities is to be clear about what needs improving. For Xavier Passot,

"eyewitness reports are obviously subjective, but they would be of better quality if UFO experts and scientists were better trained to collect them. And what about the conditions in which phenomena are observed? How can we put them in their psychological and emotional context? Psychologists and the police are better trained to collect information and listen to witnesses. They are developing an individual approach that is vital to be able to assess witness statements more objectively." Another obstacle in his view is that "the age-old rumours regarding UAPs have a sterilizing effect, as some professionals refuse to say what they've seen when they encounter with this kind of phenomenon." UAPs may have a perfectly valid astronomical, atmospheric, chemical or other explanation, but we will never know if they remain shrouded in secrecy. Eyewitness statements and sightings need to be detailed and compared for investigations to make progress. The workshop's conclusions were pragmatic, focused on training investigators, pooling databases of UAP sightings, improving witness interviewing techniques and employing automatic tracking systems—all 'objective' tools that need to be developed to gain deeper insight and keep stories of little green men at bay. ■

¹ Collecte et Analyse des Informations sur les Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés

² Groupe d'Etude et d'Information sur les Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés

www.cnes.fr/webmag

ARCHIVAGE DE DONNÉES Reportage vidéo au CNES de Toulouse. Data archiving. See our video report from CNES in Toulouse.
PHÉNOMÈNES AÉROSPATIAUX NON IDENTIFIÉS Image du dernier bolide observé depuis le toit du Geipan, au CNES de Toulouse.
Unidentified aerospace phenomena. Picture of the latest object observed from the roof of GEIPAN at CNES in Toulouse.

INTERVIEW

Propos recueillis par / Interview by
JEAN-PASCAL LE FRANC, CNES

La très attendue conférence ministérielle de l'ESA se tiendra le 2 décembre, à Luxembourg, sous la présidence italienne de l'Union européenne. Grande puissance spatiale, l'Italie, à travers son agence spatiale, est impliquée dans les préparatifs. Roberto Battiston, président de l'ASI, et Jean-Yves Le Gall, président du CNES, œuvrent dans la même direction au profit d'une Europe spatiale forte et compétitive.



PRÉSIDENCE ITALIENNE

Bon augure pour la ministérielle de l'ESA

Essentiels pour l'avenir de l'ESA, quels sont les sujets à l'ordre du jour de cette conférence ?

J.-Y. L.G. : Cette conférence traitera de trois sujets importants pour l'Europe spatiale. En premier lieu, elle devra prendre d'urgentes décisions concernant l'avenir des lanceurs européens afin de répondre à la montée en puissance de la concurrence internationale. De la Russie au Japon, en passant par les États-Unis et l'Inde, les réalisations dans ce domaine sont impressionnantes. L'enjeu est de préserver à court terme la prééminence de l'Europe dans les lancements commerciaux et d'assurer à long terme l'autonomie d'accès à l'espace dont l'Europe s'est dotée au prix d'investissements aussi lourds que durables.

Les ministres européens devront aussi se mettre d'accord sur le financement de l'exploitation de la Station spatiale internationale pour les années qui viennent afin de permettre aux scientifiques et aux astronautes européens d'utiliser cette infrastructure au moins jusqu'en 2020. Enfin, l'évolu-

tion de l'ESA, et en particulier de ses relations avec l'Union européenne, devrait faire l'objet d'orientations prises par les ministres, en étroite relation avec la Commission européenne et la présidence de l'Union européenne, assurée au second semestre de cette année par l'Italie.

R. B. : Les sujets à l'ordre du jour ont d'importantes implications sur le plan économique et géopolitique. Notre objectif prioritaire doit être de garantir l'accès à l'espace dans des conditions de compétitivité. Le secteur des lanceurs en Europe est confronté à l'arrivée de nouveaux acteurs sur le marché mondial (notamment SpaceX) qui ne manquent pas d'idées et déploient des stratégies commerciales agressives en adaptant les lanceurs aux besoins d'un marché en constante évolution, en lien avec de nouveaux développements technologiques (la propulsion électrique). L'Europe sera-t-elle capable de suivre la cadence ? Je suis optimiste, car l'expérience commune de l'ESA et

du CNES dans l'industrie européenne est jalonnée de succès et de réalisations exceptionnelles. Arianespace a lancé plus de la moitié des satellites actuellement en exploitation. La société propose un éventail de lanceurs (Ariane 5, Soyouz, Vega) qui lui permettront de conserver une grande part du marché au cours des prochaines années. Mais, à plus long terme, nous devons élaborer une stratégie pour maintenir le leadership européen. Dans ce contexte et dans le cadre plus large de l'ESA, la collaboration entre la France et l'Italie revêt une importance capitale. La Station spatiale est un autre sujet majeur. Elle devrait rester pendant longtemps la plus grande infrastructure spatiale jamais construite. Grâce à elle, nous apprenons une multitude de choses sur la vie dans l'espace comme nous nous préparons à la prochaine grande étape de l'exploration de l'espace par l'homme. De plus, l'ISS envoie le message fort au monde que la science peut franchir les obstacles et les frontières même dans des périodes politiques difficiles. Nous devons éviter par tous les moyens de revenir à des attitudes de guerre froide qui, aujourd'hui, sembleraient réellement dépassées: l'ISS représente la contribution de la science à cet effort, et la participation européenne en est une composante importante. Les États membres devraient allier leurs forces et envisager son avenir avec confiance.

Quant aux relations entre l'ESA et l'UE, les programmes Copernicus et Galileo illustrent, avec le programme Horizon 2020, les liens étroits unissant ces deux entités. Je ne peux pas imaginer l'avenir du secteur spatial européen sans une relation forte et efficace entre ces deux expressions de la même Europe.

Qu'attendez-vous de l'actuelle présidence italienne de l'Union européenne ?

J.-Y. I.G. : L'Italie n'est pas seulement un grand pays fondateur de l'Union européenne, c'est aussi un grand pays spatial. Pour le spatial comme pour l'Europe, la présidence italienne est une excellente opportunité de faire avancer les dossiers. L'accord de délégation entre l'Union et l'ESA sur le programme Galileo a été finalisé et signé sous la présidence de l'Italie: c'est un premier résultat extrêmement important, car les compétences techniques de l'ESA et ses capacités de gestion de projet sont indispensables à Galileo. D'autres dossiers très importants devraient trouver une conclusion heureuse sous ses auspices. C'est le cas de l'accord de délégation entre l'Union et l'ESA sur Copernicus, qui ouvrira la voie au premier système mondial d'observation de la Terre à accès libre et gratuit, ce qui va représenter une vraie révolution pour les services à caractère environnemental. La valeur ajoutée de la présidence italienne pourrait, en outre, s'illustrer par une nouvelle impulsion donnée aux affaires spatiales dans l'environnement communautaire. La France sera aux côtés de la présidence italienne pour défendre de nouvelles initiatives de ce type et continuer à promouvoir l'espace au service des politiques de l'Union et des citoyens européens.

R. B. : En tant que membre fondateur de l'ESA, de l'ESO, du CERN et de l'UE, l'Italie a une solide expérience européenne. Troisième contributeur de l'Agence spatiale européenne, elle a derrière elle une longue pratique des activités spatiales, à commencer par le projet San Marco, il y a exactement cinquante ans. La présidence italienne profitera de

ITALIAN EU PRESIDENCY

Signs good for ESA ministerial conference

The much-awaited next ESA Council meeting at ministerial level is set to take place in Luxembourg this December, under the Italian presidency of the European Union. As a major space power, Italy and its space agency ASI are busy readying for this rendezvous. ASI President Roberto Battiston and CNES President Jean-Yves Le Gall are working in the same direction to forge a strong and competitive European space programme.

What are the issues vital to ESA's future on the agenda for this ministerial conference?

Jean-Yves Le Gall: This conference will be addressing three key topics for spacefaring Europe. Firstly, it will need to take urgent decisions for the future of Europe's launcher industry in the face of growing international competition. Russia, Japan, the United States and India are all making impressive strides in this area. The challenge for Europe in the short term is to preserve its pre-eminent position in the commercial launch market while assuring continued independent access to space, into which it has injected sustained and significant investment. EU ministers will also have to reach agreement on funding for the International Space

Station for the years ahead so that European scientists and astronauts can continue using it until at least 2020. Lastly, ministers are expected to reach decisions on the evolution of ESA, especially its relations with the EU, working closely with the European Commission and the Italian EU presidency during the second half of this year.

Roberto Battiston: The issues on the agenda are vital to ESA's future and have important economic and geopolitical implications. Our priority aim must be to guarantee competitive access to space. Europe's launch services sector is going to have to compete against new players arriving on the world market—notably SpaceX—who are proving to be inventive and deploying aggressive commercial strategies by adapting their launchers to a constantly evolving market and new technologies like electric propulsion. Will Europe be able to keep pace? I am optimistic because together, ESA, CNES and European industry have accomplished many fine successes. Arianespace has launched more than half of all satellites operating today. With its Ariane 5, Soyuz and Vega range of launchers, it is well placed to retain a large share of the market in the years ahead. But looking longer term, we need a strategy to maintain Europe's leadership position. In this context and within the broader ESA framework, collaboration between

France and Italy is of prime importance. The International Space Station is another key topic. It is likely to remain the largest orbital infrastructure yet built for quite some time. Thanks to the ISS, we are learning a great deal about living in space as we prepare for the next big step forward in human space exploration. The ISS also sends a strong message that science can overcome obstacles and reach across borders even in tough political times. We must avoid a return to a Cold War mindset at all costs and the station is science's contribution to this effort in which Europe is playing a major role. The ISS partners should join forces and look to the future with confidence. Concerning ESA/EU relations, the Copernicus, Galileo and Horizon 2020 programmes show that the two entities are working closely together. I cannot imagine the future of Europe's space sector without strong and effective ties between these two expressions of the same European ideal.

What are you hoping to see achieved under the current Italian EU presidency?

JYL: As well as being a great nation and a founding member of the EU, Italy is also a major space power. For space and for Europe, this EU presidency offers an excellent opportunity to move things forward. The delegation agreement between the EU and ESA for the

son mandat pour continuer à améliorer la cohésion des politiques de l'Union, en particulier dans le secteur spatial. La force de l'Europe doit prévaloir sur sa tendance à la fragmentation, laquelle est favorisée par le grand nombre d'États membres impliqués. Matteo Renzi ayant une approche positive du traitement et de la résolution des problèmes, je suis persuadé qu'un pas de plus sera fait notamment dans la direction d'une Europe spatiale plus forte. J'attends une progression des relations ESA-Union sur la base des programmes en cours, ainsi que l'introduction de nouveaux thèmes dans le débat sur la politique spatiale, comme par exemple l'utilisation commune des environnements air, sol et espace pour développer de nouvelles applications telles que les véhicules aériens sans pilote (UAV) pour le transport et les prévisions météorologiques en temps réel. Je considère comme étant de très bon augure le fait que la conférence ministérielle se déroule pendant cette présidence, et que le spatial soit l'un des thèmes en cours de discussion au Conseil compétitivité. Dans l'ensemble, je souhaiterais voir une avancée significative sur les questions liées à l'Europe spatiale d'ici à la fin de la présidence italienne.

Quelles perspectives pour la coopération spatiale franco-italienne ?

J.-Y. L.G. : Les politiques spatiales française et italienne sont très voisines : même intérêt pour les lanceurs, même intérêt pour l'observation de la Terre, même intérêt aussi pour l'utilisation duale, civile et militaire, de l'espace. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que nos coopérations bilatérales ou multilatérales, notamment dans le cadre de l'ESA, soient extrêmement nombreuses : participation de la France à Vega,

programme Orfeo avec Pléiades et Cosmo Skymed, tout récemment Athena-Fidus, satellite franco-italien de télécommunication à haut débit pour les Défenses de nos deux pays, lancé le 6 février avec Ariane 5. Après l'agenda très européen de 2014, avec la préparation de la conférence ministérielle et la présidence italienne de l'Union, 2015 sera sans doute l'occasion de faire le point sur notre coopération bilatérale. À cet effet, nous organiserons un séminaire entre l'ASI et le CNES afin d'évoquer nos nouvelles perspectives de coopération.

R. B. : L'Italie et la France ont une forte tradition de collaboration, tant dans le secteur civil que militaire. Les lanceurs représentent incontestablement un domaine en pleine évolution et susceptible de générer des résultats importants pour les deux pays. Ariane 5 et Vega illustrent la capacité et l'ingéniosité des deux pays dans ce domaine, et la future stratégie de l'ESA, axée sur la famille Ariane 6 et le lanceur Vega (nombreux moyens communs) marque une nouvelle étape dans notre collaboration. Parmi les autres domaines donnant lieu à une coopération efficace figurent l'exploitation commune du système Orfeo à usage dual, avec les constellations Pléiades et Cosmo Skymed, qui assurent une capacité d'observation de la Terre avec une précision exceptionnelle. Le satellite Athena-Fidus pour les applications de sécurité est un autre exemple de programme franco-italien innovant. Pour cette raison, nous tenons régulièrement des réunions bilatérales, dont la dernière s'est déroulée fin mai : la prochaine aura sûrement lieu début 2015. Dans le cadre de la préparation de la conférence ministérielle, nous organisons actuellement un séminaire conjoint pour faire le point sur nos domaines d'intérêt commun. ■



LA VALEUR AJOUTÉE DE LA PRÉSIDENTIE ITALIENNE POURRAIT S'ILLUSTRER PAR UNE NOUVELLE IMPULSION DONNÉE AUX AFFAIRES SPATIALES DANS L'ENVIRONNEMENT COMMUNAUTAIRE.



"The added value of Italy's presidency could also give fresh impetus to space affairs in Europe."

Galileo programme was finalized and signed under Italy's presidency. This is an extremely important first result, as ESA's technical and project management capabilities are vital to Galileo. Other very important matters should also find a successful conclusion, like the EU/ESA delegation agreement on Copernicus, paving the way for the world's first fully free Earth-observation system and driving a real revolution in environmental services. The added value of Italy's presidency could also give fresh impetus to space affairs in Europe. France will be at its side to defend new initiatives of this kind and continue to promote space as a vehicle serving EU policies and European citizens.

RB: As a founding member of ESA, ESO, CERN and the EU, Italy has extensive experience of European affairs. And as the third largest contributor to ESA, it has a long legacy in space, starting with the San Marco project exactly 50 years ago. Italy will use its term as EU president to continue improving the cohesiveness of EU policies, especially in the space sector. Europe's strengths must prevail over its tendency to fragment due to the large number of member states. With Matteo Renzi's positive approach to handling and solving problems, I am sure we will take a new step on the road to building a strong European space effort. I expect to

see progress in ESA/EU relations on the basis of the programmes already underway, and to see new topics entering the space policy debate, for example the use of the air, ground and space environments to develop new applications like unmanned air vehicles (UAVs) in transportation and real-time weather forecasting. I believe the fact that the ESA ministerial conference is taking place during this presidency and that space is one of the topics under discussion by the Competitiveness Council is a very good sign. More broadly speaking, I would like to see significant progress on European space issues by the end of Italy's term as EU president.

What are the future prospects for French-Italian space cooperation?

JYLG: France and Italy have very similar space policies, based on the same interest in launch vehicles, Earth observation and dual-use space applications. Consequently, it is not surprising that we are pursuing many bilateral and multilateral projects together, notably within ESA, such as France's involvement in Vega, the ORFEO programme with Pleiades and COSMO-Skymed, and more recently Athena-Fidus, the French-Italian broadband telecommunications satellite for our two nations' armed forces, launched on 6 February by Ariane 5. After this year's very European agenda, with

preparations for the ESA ministerial conference and Italy's EU presidency, 2015 will no doubt be the right time for us to review our bilateral cooperation. We will be organizing a seminar between ASI and CNES to this end to discuss new avenues for cooperation.

RB: Italy and France have a strong tradition of working together in both the civil and military domains. Launchers are an area that is unquestionably evolving a lot and likely to yield important results for both nations. Ariane 5 and Vega illustrate our capabilities and inventiveness in this field and ESA's future strategy driven by the Ariane 6 family and Vega, where we will be sharing many facilities, marks a new step in our collaboration. Other areas where we are cooperating effectively include the joint operation of the dual-use ORFEO system in which the Pleiades and COSMO-Skymed constellations are providing an exceptionally precise Earth-observation capability. The Athena-Fidus satellite supporting security applications is another innovative French-Italian programme. We hold regular bilateral meetings, the last one at the end of May and the next one very probably at the start of next year. And we are currently organizing a joint seminar to conduct a review of our shared areas of interest in readiness for the ESA ministerial conference. ■

LOON

Une kyrielle de ballons pour connecter le monde

Be loon! Soyez fous et imaginez des milliers de ballons connectant le monde. Un système rapide et bon marché? Vous en rêviez? Google aussi. Il le fait à titre expérimental pour l'instant. L'expertise du CNES en matière de ballons va soutenir ces recherches. En retour, le CNES sera à même de réaliser des missions d'un nouveau type pour la science.



Reportage vidéo sur Loon.
See our video report on Loon.

Loon a surpris. Préparé dans le secret de Google X Lab, ce projet vise à la performance « zéro zone blanche » sur toute l'étendue du globe. L'objectif de Google est bien de connecter à Internet toutes les parties du monde qui ne le sont pas. Or, connexion filaire, fibre optique, satellite, en dépit des technologies complémentaires déployées, Internet est aux abonnés absents pour deux tiers de la population mondiale. Le potentiel est donc non négligeable pour le géant Google, qui a fait le tour de

la question pour passer aux 100 % connectés. L'idée n'étonne pas, ce qui étonne plus, c'est le concept pour parvenir au résultat. Google veut appuyer son système de transmission sur une flotte de ballons stratosphériques dérivants, postés en ribambelle tous les 40 km. Ces ballons voleraient à des altitudes supérieures à celles des vols d'avions commerciaux, soit entre 18 et 20 km d'altitude. Selon un schéma bidirectionnel, les faisceaux de signaux seraient envoyés vers le ballon depuis le sol. Celui-ci les renverrait vers d'autres ballons relais, puis vers le sol, où ils seraient captés grâce à

LOON

High-altitude balloons to connect the world

Is it crazy to imagine thousands of balloons connecting the world to the Internet? Or is it a quick, cost-effective system? Just what you were hoping for? Google thinks so, and its Project Loon is already in the experimental stage. CNES's balloon expertise is going to support Google's research, and in return, CNES will be able to carry out new kinds of science missions.

Project Loon has taken people by surprise. Prepared in the secrecy of Google X Lab, this project aims to offer a connection to places the Internet has still not reached. Two thirds of the world's population remain without Internet, despite technologies to complement wired, fibre-optic or satellite connections. There is an enormous potential for giant Google, which has been envisioning how to make the Internet truly global. The idea in itself is no surprise. What is more surprising is the concept: Google's transmission

system is planned to fly on a fleet of drifting stratospheric balloons stationed at 40-kilometre intervals. The balloons would float some 18 to 20 kilometres above the Earth, higher than commercial airliners. Using a two-way link, the signals would be transmitted up to the balloon from the ground and relayed to other balloons before being sent back down to the ground, where they would be picked up by outside antennas. The connection could be as fast if not faster than current 3G networks. Power for the onboard electronics would be supplied by a



En forme de potiron, ce ballon lobe, composé de matériau plastique léger et d'une structure légère et résistante à base de sangles, a été testé pour la première fois par le CNES en 1978.

This pumpkin-shaped balloon, made of a light plastic material and with a light yet strong strap-based structure, was tested for the first time by CNES in 1978.

¹ Dérivé du mot anglais *balloon*, *loon* signifie « dingue » en anglais

Gonflage d'un ballon pressurisé sphérique.
Inflating a spherical superpressure balloon.



des antennes extérieures. La vitesse de connexion espérée pourrait être égale ou supérieure à celle des réseaux 3G actuels. L'alimentation de l'électronique embarquée serait assurée par un panneau photovoltaïque.

À peine annoncé, aussitôt testé: Loon est déjà en phase expérimentale. Un programme pilote est en cours en Nouvelle-Zélande et a porté sur plus d'une centaine de ballons et une cinquantaine de testeurs. Ce premier ballon d'essai pourrait être étendu à d'autres expérimentations sur des zones de latitude similaire à celle de la Nouvelle-Zélande.

L'expertise du CNES recherchée

Développée depuis cinquante ans, l'activité ballons est un domaine d'excellence du CNES. Cette expertise est reconnue à l'échelle internationale. Se pose donc la question: le CNES va-t-il devenir *loon*¹? La réponse est aujourd'hui, oui, un peu! Ce projet, pour être « dingue », n'est pas techniquement irréaliste. Google a une approche très pragmatique de la question. Pour l'aider à mettre en œuvre sa flottille de ballons, Google Lab cherche le soutien de partenaires repérés pour leur savoir-faire. Le CNES est, bien sûr, de ceux-là. « *Ballons ouverts, ballons fermés, pressurisés, etc., nous adaptons le choix et le dimensionnement des véhicules aux exigences de chaque mission. Mais, quelle que soit l'option choisie, il est difficile de les diriger précisément. Les ballons lâchés lors des campagnes scientifiques dérivent au fil des vents*, explique Philippe Cocquerez, chef de projet au CNES. *Le projet Loon prévoit au contraire que l'on puisse contrôler les ballons, soit dans le sens ascendant, soit dans le sens descendant, sur 2 à 3 kilomètres d'altitude. Pour nous, ce projet nécessite d'approfondir cette question.* » Le CNES a déjà travaillé sur l'évolution des technologies ballons: ballons pressurisés, sphériques ou lobés, montgolfière à infrarouge (MIR)... « *Toutes ces recherches sont déjà disponibles et peuvent être reprises en collaboration et effort partagé avec le projet B-Loon* », précise Philippe Cocquerez. « *On pourrait imaginer une chaîne constituée de ballons pressurisés gonflés à l'hélium ou à l'hydrogène. À l'intérieur, un ballonnet gonflé d'air pourrait être activé en fonction des variations d'altitude voulues et fixées au cahier des charges.* » La mise au point de nouvelles stratégies de vols ballons pourrait élargir la gamme des services proposés par le CNES et profiter à d'autres missions scientifiques ou technologiques. L'accord qui vient d'être conclu entre le CNES et Google va permettre de relancer cette dynamique de recherche, cœur de métier du CNES. À complétude, le réseau Loon comprendrait des dizaines de milliers de ballons dont il faudrait prévoir à la fois la mise en service et le remplacement périodique. Une belle opportunité pour la science, pour la technologie et pour l'économie. ■

solar panel. Shortly after Google's announcement, Loon entered the experimental phase. A pilot programme is currently underway in New Zealand with over 100 balloons and some 50 testers. This first trial could be extended to other areas on a similar latitude to New Zealand.

Seeking CNES expertise

CNES has been flying balloons for 50 years. Its expertise is world-renowned. So is CNES going to become Loon(y) too? Yes, just a bit. It may appear crazy, but the project is not technically unrealistic, and Google has crafted a very pragmatic approach. To help deploy its flotilla, Google Lab is seeking the help of partners known for their excellence in

ballooning. CNES is one. "We match the size and type of balloons to mission requirements, so they could be open or closed, superpressure, etc. But whatever the choice, it's difficult to guide them with any great precision. Balloons released for scientific campaigns just drift on the air currents," explains Philippe Cocquerez, CNES project manager. "Loon involves controlling the balloons within a two-to-three-kilometre vertical range. This'll need more investigations." CNES has already developed balloon technologies, including superpressure balloons, spherical or lobed balloons and infrared montgolfières. "All this research is available and can be kicked off in partnership with B-Loon," points out Philippe Cocquerez. "You could

conceivably set up a chain of helium- or hydrogen-filled superpressure balloons. Each would carry an air-filled unit that could be activated depending on the variations in altitude sought and defined in the project specifications." Developing new ballooning strategies could round out CNES's portfolio of services and benefit other scientific or technological missions. The agreement just reached between CNES and Google will give fresh impetus to research, which is central to what CNES does. When fully complete, the Loon network would include tens of thousands of balloons, all of which will need commissioning and replacing from time to time—a great opportunity for science, technology and the economy. ■

KAROL BARTHÉLÉMY pour le / for CNES

BOURSES D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

LONGUE VIE AU DISPOSITIF GUYANAIS

Le 18 juillet, le CNES et la Guyane célébraient les 30 ans d'un de leurs partenariats les plus prometteurs : les bourses d'études supérieures du Centre spatial guyanais. Jeunes et anciens boursiers, élus de Guyane, ils ont unanimement félicité ce dispositif efficace et éminemment humain. Retour sur une histoire pas comme les autres.

En 1984, le CNES en Guyane doit relever deux challenges : renforcer les effectifs d'ingénieurs et de cadres locaux, promouvoir les cursus scientifiques auprès des jeunes. Pour y répondre, le CSG met en place un dispositif unique de bourses d'études supérieures, destinées aux jeunes Guyanais désireux de poursuivre des études en métropole. À la clé, la possibilité de réaliser le stage de fin d'études sur la base spatiale, voire d'y décrocher un emploi... Trente ans plus tard, le dispositif est ouvert aux études en ou hors Guyane. Le CSG a accompagné 111 jeunes dans leur formation supérieure. Aujourd'hui, les objectifs de départ sont atteints : 74 % des salariés du CSG sont sédentaires, 32 % des 65 boursiers ayant achevé leurs études travaillent sur la base ou en Guyane. Un constat que salue le Conseil général en la personne de M. Clet : « *Nous avons besoin d'une élite guyanaise qui prenne exemple sur le CSG, premier de son secteur.* » Ce qu'a confirmé Montlouis Devas, représentant de la Région Guyane, en félicitant « *le CNES pour son implication totale dans ce dispositif qui apporte un confort moral et mental à ces jeunes pour les mener vers l'excellence.* ». Le terme de « confort » est tout à fait approprié, puisqu'une bourse du CNES représente non seulement une aide financière mensuelle, des cotisations aux caisses d'assurance-maladie et de retraite, une mutuelle, mais aussi un accès privilégié aux stages du CNES, un billet d'avion annuel de Guyane pour se rendre sur le lieu d'étude ou de stage, un suivi des résultats scolaires, des conseils en matière d'orientation, voire, si besoin, un support logistique pour s'installer.

Plus qu'un financement...

À l'occasion de cet anniversaire, les témoignages de boursiers pleuvent. Revenant tous sur la difficulté pour un jeune



Guyanais de s'adapter aux changements d'une vie étudiante en métropole, ils concluent invariablement sur le remarquable accompagnement du dispositif. Jean-Frédéric Sommier, natif de Maripasoula, sur les rives du fleuve Maroni, se souvient : « *La bourse m'a permis d'intégrer l'IUT de Kourou, puis une école d'ingénieurs en métropole. Durant tout ce temps, le CNES m'a servi de deuxième famille. Après mon stage de fin d'études ici, le CSG m'a embauché en 2013 comme responsable des Moyens charge utile (RMCU). Longue vie au dispositif!* » Un cri du cœur que les boursiers de la promo 2014 ont entendu : « *Je suis très heureuse et soulagée d'avoir obtenu une bourse du CNES. Financièrement, ça va beaucoup aider mes parents. Les témoignages des anciens m'ont confortée dans mon souhait de devenir ingénieur biochimiste* », explique Thesly Portut. Comme 8 autres jeunes Guyanais, Thesly a reçu ce jour la confirmation officielle de l'attribution d'une bourse, un pas de plus vers son rêve. Car, pour certains, c'est bien d'un rêve qu'il s'agit, comme en témoignent aussi les propos de Roberto Jean, boursier du CNES-CSG : « *L'esprit libéré des contraintes matérielles pour obtenir une formation de qualité, on est pris dans un maillage qui nous offre tout et ne nous demande rien, sinon de réussir. Parfois, j'ai l'impression de rêver.* »

▲▲ De gauche à droite : Roberto Jean, boursier, et Jean-Claude Maini, chargé du dispositif bourses au service des ressources humaines du CSG. From left: grantee student Roberto Jean and Jean-Claude Maini from the CSG's human resources department.

... un enracinement

En trente ans, le dispositif a mûri, gagné en stabilité et en efficacité: non seulement le nombre de bourses est passé de 1 à 8 par an, puis à 9 en 2010, mais en prime le dispositif s'est ouvert à d'autres filières que scientifiques pour accompagner les besoins économiques de la Guyane. « *Le CNES est particulièrement fier de ce dispositif. Avec plus de 2,5 millions d'euros investis, c'est un pari sur la Guyane et son développement, une mission d'éducation auprès de la jeunesse guyanaise. J'aime à dire que le CSG doit s'enraciner dans l'écosystème guyanais, et ce dispositif de bourses constitue un véritable enracinement* », se réjouit Bernard Chemoul, directeur du Centre spatial guyanais. ■

Thesly Portut, une boursière prometteuse. Thesly Portut, a promising grantee student.



9 BOURSES ATTRIBUÉES EN 2014

En 2014, 27 dossiers de demande de bourse ont été présentés; 16 ont été présélectionnés pour en retenir 9 selon les critères définis par le CNES-CSG: qualité du dossier scolaire, intérêt du projet professionnel pour le CNES et/ou pour la Guyane, environnement familial et social. Le jury, composé du directeur et de représentants du CNES, du recteur d'académie, des proviseurs et professeurs principaux des candidats, a souligné le très bon niveau: 7 mentions très bien et 2 mentions bien au baccalauréat. Parmi eux, 3 ont déjà démarré leurs études supérieures, 1 à l'IUT de Kourou, les 2 autres en classe prépa aux grandes écoles. Tous ambitionnent de devenir ingénieurs: en aérospatiale, biochimie, énergies renouvelables, génie civil, génie mécanique, génie industriel... En 2015, le thème sera: « Les animaux, indicateurs du changement climatique ».

Nine grants awarded in 2014

In 2014, of 27 grant applications, 16 were shortlisted and nine finally chosen in accordance with CNES/CSG criteria: academic record, advantages of the applicant's career project for CNES and/or French Guiana, and finally family and social environment. The jury—comprising the CNES/CSG Director and representatives, the head of the education authority, the applicants' head teachers and main teachers—underlined the excellent level: seven highest honours and two high honours at the Baccalaureat. Of these, three had already moved on to higher education: one at the Kourou University Technology Institute and two in preparatory classes for engineering schools. For they all intend to become engineers in biochemistry, renewable energies, civil, mechanical, electronics, aerospace or industrial engineering, computer science or astrophysics.

HIGHER EDUCATION

Grants for French Guiana's students

On 18 July, CNES and French Guiana celebrated 30 years of one of their most promising partnerships, a system of student grants funded by the Guiana Space Centre (CSG). Old and new grantees joined Guianese officials in praise of this effective and eminently human system. What triggered this exceptional partnership?

In 1984, CNES was faced with two challenges in French Guiana: to consolidate the pool of local engineers and executives, and motivate young people to study science. To this end, the CSG set up a unique system of student grants for young Guianese students wishing to continue their higher education in mainland France. The incentive was a final year internship, or even a job, at the CSG. Thirty years later, the grant system is open to studies in or outside French Guiana. The CSG has supported 111 young students in higher education. Today, the original objectives have been reached: 74% of CSG salaried workers are residents, and 32% of the 65 grant students having finished their studies work at the CSG or in French Guiana. The Conseil Général, represented by M. Clet, commends this achievement: "We need a Guianese elite that will follow the example of the CSG as a leader in its sector." Montlouis Devas, representative for the French

Guiana regional council, agrees, congratulating CNES "for its full involvement in a system that gives students a moral and mental comfort zone to lead them to excellence." The expression "comfort zone" has special meaning here, because a CNES grant represents more than monthly financial support and contributions to social security, complementary health insurance and pension schemes. It also gives priority access to CNES internships, an annual flight from French Guiana to the higher education establishment or internship company, follow-up of academic results, career advice and, if necessary, logistical assistance to help the student settle in.

More than just funding

This anniversary was the occasion for a plethora of testimonials. All the grant students mentioned how difficult it was for a Guianese student to adapt to life in mainland France and invariably cited the system's remarkable support. Jean-Frédéric Sommier from Maripasoula on the banks of the river Maroni explains how "the grant enabled me to go to Kourou technical university then an engineering school in mainland France. CNES was a second family throughout. After my final internship here, the CSG offered me a job in 2013 as payload support equipment manager" before adding "Long live the grant system!" This year's grantees heard this

heartfelt exclamation: "I'm happy and relieved to have this CNES grant. It'll really help my parents financially. Hearing the former students has confirmed my desire to become a biochemical engineer," explains Thesly Portut. Like eight other young Guianese students, Thesly received official confirmation that day of her grant allocation, propelling her one step further towards her dream. Because for some, it is definitely a dream, as testified by CNES/CSG grantee Roberto Jean: "We don't have to think about material aspects yet benefit from high-quality training. We're supported by a system that offers us everything while asking only that we succeed. Sometimes I think I must be dreaming."

Firmly rooted in French Guiana

Over 30 years, the system has become more mature, stable and effective: not only has the number of grants offered increased from one to eight per year, reaching nine in 2010, but it has also been opened up to other disciplines to meet Guiana's economic needs. "CNES is particularly proud of this system. With over €2.5 million invested, it's a bet on French Guiana, on its development and an educational mission among Guianese students. I like to say that the CSG must put down roots in the Guianese ecosystem, and this grant system is a way of doing that," enthuses Bernard Chemoul, Director of the Guiana Space Centre. ■

Robotique

DU NOUVEAU CHEZ LES TONDEUSES PROFESSIONNELLES

Équipée du nouveau système *Mow by Sat*, la tondeuse à gazon automatique professionnelle remplace, à elle seule, une armada de jardiniers. Sorte de *batmobile green*, ce robot s'adapte parfaitement aux grands espaces sportifs, comme les practices ou fairways de golf, terrains de football ou de rugby. Une révolution grâce à la technologie GPS.



Plus besoin de fils périmétriques enterrés : cette tondeuse passe partout et se déplace même en ligne droite. Le système qui l'anime lie un positionnement à haute précision (RTK) de grande fiabilité et un système de guidage automatisé intégré. Grâce à lui, son utilisateur peut définir ses propres paramètres de tonte (délimitation des zones, hauteur de tonte, sens du parcours, etc.). Ce système de guidage a été élaboré par la société toulousaine Nav on Time. Sa PDC, Michèle Poncet, est tombée jeune, dès sa sortie de l'école Sup'Aéro, dans la marmite de la navigation par satellite. Après avoir développé des récepteurs chez Thales Avionique, elle enchaîne sur la définition du système Galileo pour une société de services travaillant pour Thales Alenia Space. Occasion pour elle d'y croiser les experts du CNES ! Vingt ans de travail dans la navigation par satellite plus tard et un héritage l'incite

à se lancer, avec son mari, dans l'aventure robotique. En 2007, le marché s'y prêtait. « À l'époque, l'environnement était favorable, grâce à la société Ublox, qui fabriquait des puces GPS. Ces dernières fournissaient des mesures intermédiaires intéressantes pour des services à valeur ajoutée. Beaucoup moins chers que les bi-fréquence, ces récepteurs mono-fréquence offraient la même précision. Avec cette technologie, nous avons décidé de viser le marché haut de gamme des tondeuses professionnelles pour grands terrains. » Leur spécialité : l'utilisation de la technique GPS au service d'un guidage intelligent très précis. « On rentre la topologie du terrain à partir d'une base de données géo-référencées. Le programme se fait en temps réel, comme dans une voiture. Vous lui dites simplement quelle mission vous voulez faire, et elle s'exécute. De plus, le calcul dynamique conduit la tondeuse le plus directement possible à sa station de recharge, alors qu'auparavant elle faisait le tour du terrain. » La société travaille en B to B avec un fabricant de tondeuses. Aujourd'hui, elle a vendu une exclusivité à un fabricant parmi les leaders mondiaux sur le marché de la tondeuse automatique. Michèle anticipe l'avenir et envisage d'adapter sa technologie à d'autres systèmes robotiques, comme par exemple l'assistance à l'atterrissage automatique de drones ou encore l'entraînement militaire ! Dans cette phase d'étude, elle est en lien avec le CNES, qui lui permet d'entretenir les compétences de ses équipes en utilisant les équipements relatifs à la navigation par satellite, comme son banc de test récepteur (BTR). Il ne lui manque plus à ce stade que la mise en service opérationnel de Galileo, puisque sa technologie est complètement compatible avec ce dernier ! Membre du cluster Robotics Place depuis sa création, en 2013, ce réseau, qui fédère en Midi-Pyrénées les PME de la robotique, lui offre stimulation et visibilité. Pour elle, le robot a de l'avenir, et elle n'a pas dit son dernier mot ! ■

ROBOTICS

Professional mowers go automated

An automated professional mower fitted with the new 'Mow By Sat' system can now replace an army of gardeners. This robot—rather like a green batmobile—can be used for large sports areas such as golf course fairways or practice grounds and football or rugby fields. A revolution is underway thanks to GPS technology.

Gone are the buried wires needed to stake out the perimeter. This mower goes anywhere, and in perfectly straight lines. The control system links the accurate and reliable RTK positioning system to an inbuilt automated guidance system. Users set their own mowing parameters, such as area to be mowed, height of the cutting blade and direction. This guidance system was designed by Toulouse-based firm Nav On Time. Its CEO, Michèle Poncet, headed directly into satellite navigation as soon as she left her studies at

Sup'Aéro, now the ISAE space and aeronautics institute. After developing receivers at Thales Avionics, she went on to help design the Galileo system at a service company working for Thales Alenia Space. That is where she first met experts from CNES. Twenty years of satellite navigation later, an inheritance decided her to take the plunge into robotics, accompanied by her husband. In 2007, the market was ripe. "At the time, the environment was supportive because Ublox had begun making GPS microchips giving intermediate measurements of interest for value-added services. Much cheaper than dual-frequency receivers, these mono-frequency versions still offered the same precision. We decided to aim for upmarket professional mowers for large areas." Nav On Time specializes in using GPS technology for smart, highly accurate guidance. "You enter the terrain topology using a geo-referenced database. The program runs in real time, like in a car. You just tell it what you want it to do and off it goes.

Real-time calculations also guide it to its charging station directly, without having to go all around the terrain like in the past." The company works B to B with a mower manufacturer. Today it has secured an exclusive deal with one of the world leaders in robot mowers. Michèle is already looking ahead and has planned on tailoring this technology to other automated systems like landing assistance for UAVs or military training. During this research phase, she is working with CNES and sustaining her team's skills using CNES satellite navigation equipment, including its BTR receiver testbed. She is eagerly awaiting the operational commissioning of Galileo, with which Nav On Time's technology is fully compatible. Robotics SMEs in the Midi-Pyrenees region have their own "Robotics Place" cluster, set up in 2013. Nav On Time joined from the outset, for the network acts as a stimulus and offers the company visibility. Michèle is convinced that robotic systems are the future, so that is exactly where she is heading. ■



CENTRES CULTURELS TOULOUSAINS

LE CNES DANS LES QUARTIERS

L'idée de départ est simple: le Centre spatial de Toulouse est un lieu inaccessible pour bon nombre de Toulousains. Face à ses conditions d'entrée drastiques, le CNES a décidé d'aller hors ses murs à leur rencontre, dans les centres socioculturels de leur quartier. En deux ans, ce partenariat avec la Mairie de Toulouse a permis, chaque année, à plus de 10 000 d'entre eux de se familiariser avec les activités spatiales. Parole aux animateurs.

Jeunes, familles, séniors, de toutes conditions socioculturelles, à l'image d'une vie de quartier dans sa mixité et sa diversité, ont souvent pour la première fois découvert « à quoi sert l'espace » grâce à ce partenariat. « *Le CNES chez nous !* », s'exclame une maman tenant d'une main son petit garçon et de l'autre un poster d'Ariane 5. Cette exclamation nous l'entendons souvent parmi les Toulousains qui fréquentent les centres culturels de la ville. Même enthousiasme sur le terrain de la part des animateurs, parties prenantes de l'opération. Pour Karima Bendib, coordinatrice des actions culturelles au sein de la direction de l'Animation socioculturelle, « *c'est la première fois qu'un établissement emblématique comme le CNES vient dans les quartiers. C'est une volonté de la Mairie pour susciter des vocations auprès des jeunes. Vos activités sont souvent incarnées par la disponibilité et la pédagogie de vos conférenciers, qui se mettent à notre portée en adaptant leur vocabulaire. Cette collaboration a décomplexé nos animateurs vis-à-vis des hautes technologies et du savoir. Nous souhaitons pour la saison 2014-2015 travailler en transversalité avec d'autres services de la ville de Toulouse, tels que le Muséum d'histoire naturelle, la direction de la Culture scientifique et technique, et mettre en place un partenariat avec la Cité de l'espace.* » L'important pour son collègue Philippe Dubrometz, coordinateur de l'animation scientifique, est d'abord de « *comprendre ce qu'il y a derrière le mot CNES. Le public que je côtoie ne connaît pas ce que vous faites ! Lorsque les centres de loisirs viennent, on*

voit que vos activités suscitent l'intérêt. Maintenant, notre rôle d'animateur va être d'attiser plus encore la curiosité et l'intérêt des jeunes pour le spatial à travers les ateliers pédagogiques. »

Comprendre dans quel monde on vit

Le centre d'animation de la Reynerie est au cœur d'un quartier très populaire, constitué d'une population issue d'une immigration datant des années 1960. Y vivent également des classes moyennes et des étudiants de l'université du Mirail. Le quartier est en mutation, avec une mixité toutefois plus culturelle que sociale. Marie Sorin, jeune animatrice chargée de l'action culturelle et artistique, a fait un travail remarqué auprès d'une centaine de jeunes dans le cadre de l'exposition CNES, « *Les variations climatiques sous l'œil du satellite* ». « *Démocratiser les savoirs scientifiques, c'est permettre aux familles, aux enfants de comprendre dans quel monde ils vivent, d'accéder aux nouvelles technologies. À partir de l'exposition, nous avons réalisé un quiz et des expériences ludiques sur le rôle des courants marins, la salinité de l'eau, qui ont bien accroché les jeunes. Ce partenariat, nous le reconduirons en 2015 avec vous, car nous souhaitons qu'il s'établisse dans le temps. Nous allons également contacter les collèges alentour et espérons tripler en 2015 le nombre de visiteurs pour les familiariser au spatial !* »

Nous sommes assaillis de questions

Autre lieu, la Maison de quartier de Rangueil a l'originalité d'être mitoyenne avec une bibliothèque municipale, favorisant des synergies entre exposition - animation, ouvrages scientifiques et littéraires. À l'origine bourgeois, ce quartier s'est popularisé au fil des ans. Néanmoins il bénéficie d'un environnement « scientifique » avec la proximité de l'université Paul-Sabatier. « *La population, quelle qu'elle soit, est imprégnée par cet environnement* », relève Amel Gueli, l'animatrice culturelle. « *Notre rôle est d'amener les plus fragiles vers les sciences. Par exemple, dans le cadre de l'exposition "Le littoral de la France vu par le satellite Pléiades", je n'avais personne pour assister à l'atelier "Comprendre les océans". Je suis allée vers les habitants, j'ai parlé aux parents, qu'ils soient euro-*

▲▲ Le carnaval du quartier Alban Minville a pris les couleurs de l'espace.
The Alban Minville carnival took on a space flavour.

peens, maghrébins ou africains, et ils ont inscrit leurs enfants. De l'atelier enfants, c'est devenu un atelier parents-enfants qui a pris une autre dimension. Nous avons travaillé le français avec une dictée sur l'expérience océans, le calcul, la physique sur le fonctionnement lune-océan, etc. Le lien humain dans nos activités est nécessaire. Et par-delà la technique, vous êtes dans un domaine qui ouvre à la réflexion. » Du côté des bibliothécaires Didier Jean et Christine Delanoy, les thèmes proposés par le CNES sont repris à la bibliothèque sous forme d'animation scientifique, exposition, sélection d'ouvrages. « Notre bibliothèque est déjà réputée pour la qualité de ses documents scientifiques, nous ne voulons pas accroître notre fonds documentaire mais au contraire le remplacer par des animations fréquentes sur la science et la technologie telles qu'en offre depuis deux ans le partenariat avec le CNES. »

Vous n' imaginez pas l'intérêt déclenché

Le centre d'animation de Soupetard a également accueilli le CNES : sur les traces de Mars avec le rover Curiosity. Ce quartier ancien de Toulouse présente une grande diversité sociale et générationnelle.

Son animatrice Françoise Labrux apprécie que « le CNES ne soit pas visible que place du Capitole ! ». Et poursuit, enthousiaste, sur l'accessibilité du discours des conférenciers : « Ils nous font partir avec eux dans l'espace, ils nous projettent dans l'avenir. Vos activités nous sont devenues plus concrètes, les gens qui sont venus chez nous sont allés voir les expos dans les autres centres, ils nous en parlent ! Quand on entend à la télé parler d'espace, on se sent plus concerné qu'avant. En sortant de vos murs, vous n' imaginez pas l'intérêt que vous avez déclenché chez nous. Ne nous décevez pas, votre présence doit s'inscrire dans le temps ! Le spatial s'est installé dans la vie des gens, et même ceux qui n'ont pas beaucoup d'instruction se posent maintenant des questions sur le devenir de notre planète, les découvertes de l'Univers. » Avec de tels témoignages, le CNES, indéniablement, gagne en sympathie et en proximité auprès des Toulousains ! Ce partenariat est reconduit en 2015 sur le thème « les animaux, indicateurs du changement climatique ». ■

Un remarquable travail pédagogique sur les courants marins a enthousiasmé les enfants du quartier de la Reynerie. A remarkable instructional effort focusing on marine currents wowed children in Toulouse's La Reynerie district.

Toulouse's Cultural Centres

CNES in the community

The original idea is simple. Because of its strict entry conditions, the Toulouse Space Centre is off limits to most people living in Toulouse. CNES therefore decided to meet the city's inhabitants in their local community centres. In two years, the partnership between the agency and the city council has enabled over 10,000 of them every year to become acquainted with space activities.

Young and old alike in Toulouse have often discovered the utility of space for the very first time through this partnership. "CNES in our neighbourhood!" exclaims a mother holding her young son's hand. In the other, she holds a poster of Ariane 5. The visitors to Toulouse's cultural centres are often surprised and their enthusiasm matched by the community workers, who are key players in the operation. For Karima Bendib, cultural coordinator in the city's socio-cultural activities department, "it's the first time a figurehead institution like CNES has reached out into the community. Toulouse wants to bring science into city neighbourhoods to inspire young people. At events like this, they can meet engineers and swap e-mail addresses or phone numbers. CNES's activities are often represented by the speakers who adapt their vocabulary to their audience. This cooperation has put our activity leaders at ease with advanced technologies and knowledge. For 2014-2015, we hope to involve other bodies like the Toulouse natural history museum or the scientific and technical culture department, and set up a partnership with the Cité de l'espace theme park." The key point for her colleague Philippe Dubrometz, scientific coordinator, is firstly to "understand what lies behind the word 'CNES'. The people I mix with don't know what you do. When the leisure centre kids come to take part in the activities we organize, your projects spark a lot of interest. Our role is to encourage young people's curiosity and interest in space through educational workshops."

Understanding our world

The Reynerie community centre is in a working-class neighbourhood swollen by immigration in the 1960s. There are also middle-class residents and students attending Jean Jaurès University. The district is changing, though the diversity is more cultural than social. Marie Sorin, a young community worker in charge of culture and art, did a remarkable job with some 100 young people for the CNES exhibition on climate change seen by satellites. "Opening up science to all means enabling families and children to understand their world and have access to new technologies. Based on the exhibition, we did a quiz and fun experiments on the role of ocean currents or water salinity that really interested the young people. We'll be renewing this partnership in 2015 because we want to make it last. We're also going to get in touch with local schools so we can triple the number of visitors."

Inundated with questions

The Rangueil community centre is right next to the municipal library, fostering synergies between exhibitions, projects, scientific and literary works. Originally bourgeois, this neighbourhood has become more working-class over the years but bathes in a "scientific" environment due to the nearby Paul Sabatier University. "Our role is to make science attractive to children, whatever their level of ability," says cultural coordinator Amel Gueli. "For the exhibition on the French coastline seen by the Pleiades satellite, for example, nobody enrolled for the workshop on understanding oceans, so I went out and talked to parents. They enrolled their children and the children's workshop actually developed into a workshop for parents and children. We worked on French through a dictation on an ocean experiment, and maths and physics by looking at moon/ocean interactions, for example. We really need this human touch. And going beyond technical aspects, this whole area really gets you



thinking." In the library with Didier Jean and Christine Delanoy, CNES topics are explored through scientific projects, exhibits and suggested literature. "Our library is already known for the quality of its scientific documents. We don't want to increase the number of documents available but replace them by frequent events on science and technology, available to us for the past two years through this partnership with CNES."

Kindling the flame

The Soupetard centre has also welcomed CNES through a project on the tracks of the Curiosity rover on Mars. This older part of Toulouse is very mixed socially and in terms of age. Activity leader Françoise Labrux appreciates the fact that "CNES has not confined itself to the city centre." She is also enthusiastic about the way CNES speakers adapt to their audience: "They take us along with them on a trip through space or project us into the future. When we hear about space on the TV, we're more interested now. By coming into the community, you have no idea of the interest you've kindled. Don't let us down; you must stay with us for the long haul. Space is part of people's lives and even people with little schooling are now thinking about the planet's future and space exploration." With such testimonials, CNES has obviously got closer to and gone up in the esteem of Toulouse's inhabitants. This partnership with the city will be renewed in 2015 on the theme of animals as indicators of climate change. ■



Mise à poste L'ÈRE DE LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

La propulsion électrique ne cesse de se développer. Dans nos voitures, bien sûr, mais dans l'espace également. Depuis de longues années, le CNES s'est engagé en faveur de ce mode de propulsion et a redoublé d'efforts, quand la France a compris que ses industriels étaient en train de se faire distancer par les constructeurs américains. Cet été, Airbus Defence & Space vient de remporter les contrats de construction des satellites tout électriques Eutelsat 172B et SES-12, qui seront lancés en 2017. Signe que la France et l'Europe sont de nouveau dans la course.

Satellite positioning Electric propulsion comes of age

Electric propulsion technology is gaining ground, in our cars and now in space. CNES embraced this mode of propulsion very early on and stepped up its efforts when France saw that its industry was starting to lag behind U.S. manufacturers. This summer, Airbus Defence & Space won contracts to build the all-electric Eutelsat 172B and SES-12 satellites that will be launched in 2017—a sign that France and Europe are back in the race.



Assemblage de cathode sur
le premier propulseur plasmique de
Snecma, le PPS®1350, à effet Hall.
Cathode assembly on Snecma's first
Hall-effect plasma thruster, the
PPS®1350.

ENJEUX

RÉPONDRE AUX NOUVELLES RÈGLES DU MARCHÉ

Le premier contrat de satellites électriques décroché par Boeing en 2012 a sonné le départ de la course vers la propulsion électrique. Quels sont les enjeux technologiques, et surtout économiques, de cette course ? Revue des forces en présence.

Dans les années 1970, Steve Jobs expliquait qu'il allait révolutionner l'informatique en fabriquant des ordinateurs dans son garage. Aujourd'hui encore, des effets d'annonce de ce type peuvent jouer le rôle d'accélérateur pour des évolutions qui, bien qu'inéluctables, auraient été beaucoup plus lentes. Aujourd'hui, c'est un autre entrepreneur issu des nouvelles technologies, Elon Musk (cofondateur de Paypal, Tesla Motors et SpaceX), qui prétend avoir inventé une autre façon de faire du spatial – moins coûteuse, et basée sur l'innovation. Provoquant au passage l'entrée dans une nouvelle ère : celle des satellites électriques. Jean-Yves Le Gall, président du CNES, est

lui aussi convaincu depuis longtemps : « *En s'affranchissant des moteurs classiques à base de carburant chimique, les satellites vont marquer une véritable révolution.* »

Du maintien à poste à la mise à poste

De fait, quand en 2012 le département spatial de Boeing annonce la signature d'un premier contrat pour le lancement de deux satellites tout électriques, l'annonce fait l'effet d'un véritable coup de tonnerre. Faisant l'économie de la masse des ergols, ces deux satellites ne pèsent que 2 tonnes, mais pourront embarquer la même charge utile qu'un satellite chimique de 4 tonnes au décollage. Ils doivent être mis en orbite par le lanceur de SpaceX, Falcon 9, début 2015.

►► La sonde BepiColombo dans un grand simulateur spatial (Noordwijk, Pays-Bas).
The BepiColombo spacecraft in a large space simulator (Noordwijk, Netherlands)



Une fois injectés par le lanceur sur leur orbite de transfert, ils effectueront leur mise à poste sur l'orbite géostationnaire en utilisant uniquement leurs moteurs électriques. De même pour le maintien à poste pendant les quelque quinze ans de leur durée de vie. Une première mondiale. « C'est un fait, reconnaît Philippe Roy du CNES, America is back. Jusqu'à récemment, la propulsion électrique était montée à bord des satellites, mais concernait uniquement le maintien à poste. Et puis, un jour, un satellite militaire américain a dû réaliser sa mise à poste par ses seuls propulseurs électriques suite à une panne de son système propulsif chimique. C'est donc un petit coup de pouce du destin qui a contribué à démontrer le bon niveau de maturité atteint par cette technologie ! » Restait néanmoins à convaincre les opérateurs télécoms.

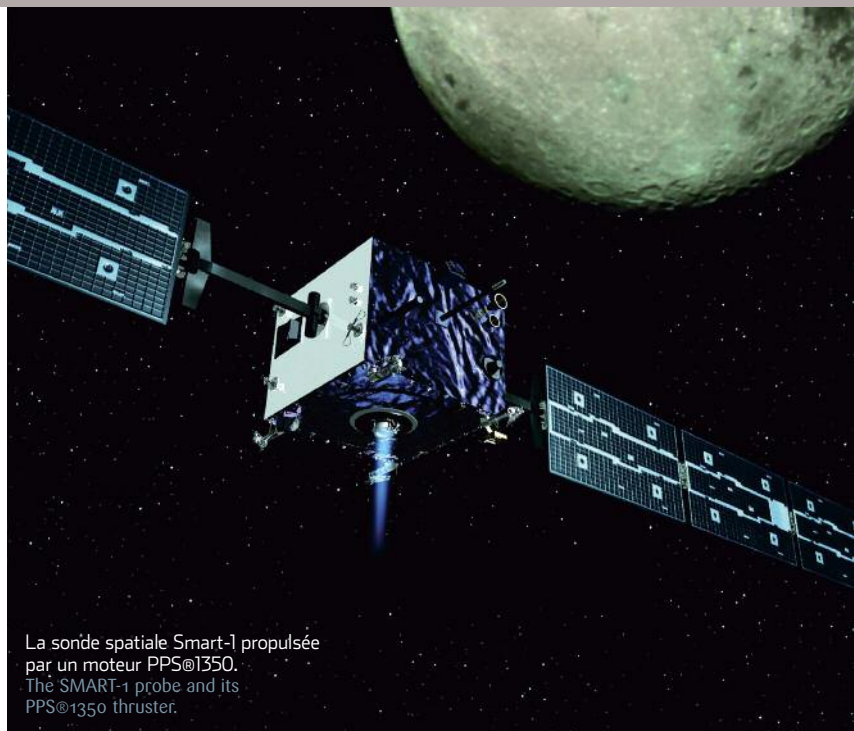
L'exploration planétaire acquise, un *business plan* pour les télécoms

Car, jusqu'à 2012, leurs réticences étaient grandes. La puissance électrique disponible à bord d'un satellite étant limitée, les propulseurs génèrent une poussée faible. Dans ces conditions, il faut compter trois à six mois pour atteindre l'orbite géostationnaire, contre une dizaine de jours avec la propulsion chimique. Cette technologie a très rapidement intéressé les acteurs du marché de l'exploration spatiale. Le premier propulseur plasmique de Snecma, le PPS®1350, a assuré la propulsion principale de la sonde lunaire européenne Smart-1, lancée en 2003 avec seulement 80 kg de gaz xénon. Sa mission s'est achevée en 2006 après un fonctionnement de près de 5000 heures ! Et la sonde BepiColombo, qui ira sur Mercure à l'horizon 2017-2018, utilisera elle aussi la propulsion électrique. Mais, pour qu'une nouvelle technologie s'impose sur un marché commercial, c'est un ensemble de conditions bien plus large qu'il faut réunir.

Si les opérateurs télécoms se sont finalement laissés convaincre, c'est que Boeing ou d'autres maîtres d'œuvre aujourd'hui leur ont présenté un *business plan* très pertinent. L'équation économique est attractive. Pour un satellite de 6 tonnes comprenant 3 tonnes de charge utile et 3 tonnes de propulsion chimique, la propulsion électrique représente un gain de 2 tonnes. Le calcul est simple : à 20000 euros par kilogramme de coût de lancement, l'économie s'élève à 40 millions ! Même si le gain est plus complexe à calculer, car les opérateurs doivent tenir compte de la durée de la mise à poste plus longue, soit un manque à gagner au départ.

Différents choix technologiques

Les satellites électriques devraient donc prendre une importance croissante, estimée selon les acteurs entre un quart et la moitié des parts de marché d'ici à 2020. « Nous sommes dans une phase charnière, explique Philippe



La sonde spatiale Smart-1 propulsée par un moteur PPS®1350.
The SMART-1 probe and its PPS®1350 thruster.

CHALLENGES

Moving with the market

The first all-electric satellite contract bagged by Boeing in 2012 started a new race to adopt electric propulsion. CNESMAG looks at the technological and above all economic challenges this race poses.

In the 1970s, Steve Jobs announced he was about to turn the IT world on its head building computers in his garage. This kind of pronouncement can still act as a catalyst for evolutions that, while inevitable, would otherwise have taken much longer. Today, it is another high-tech entrepreneur—Elon Musk, co-founder of Paypal, Tesla Motors and SpaceX—who claims to have invented another cheaper and innovative way of getting into space. At the same time, this shift is ushering in a new era where electric satellites will be the norm. CNES President Jean-Yves Le Gall has long been convinced this is the way to go: “By freeing themselves from conventional chemical thrusters, satellites are set to undergo a real revolution.”

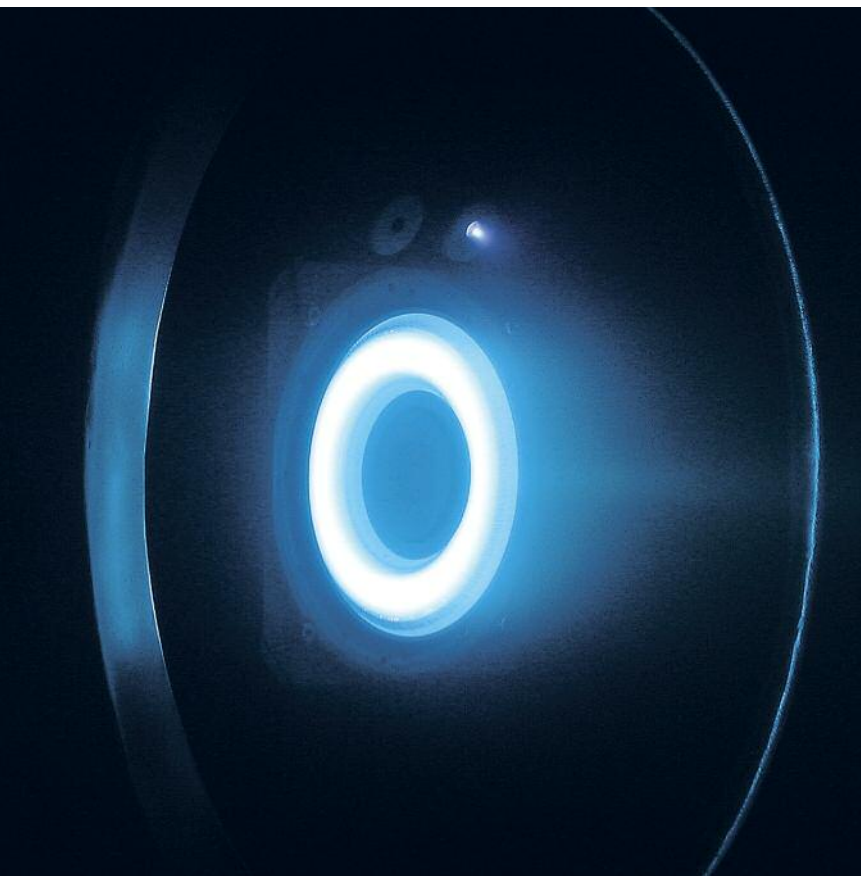
From stationkeeping to positioning

The announcement by Boeing's space division in 2012 that it had signed a first contract for two all-electric satellites came as a real bombshell. By dispensing with the need for heavy fuel, these two satellites weigh only two tonnes and will be able to carry the same payload as a satellite with chemical thrusters and weighing four tonnes at lift-off. They are set to be orbited by a SpaceX Falcon 9 launcher early in 2015. Once injected into transfer orbit, the satellites will be

positioned in geostationary orbit using only their electric thrusters, which will also keep them on station during their 15-year operating lifetime, a world first. “No doubt about it,” says CNES's Philippe Roy, “America is back. Until recently, electric propulsion was only used on satellites for stationkeeping, and then one day a U.S. military satellite was forced to reach its final orbit on electric thrust after its chemical thrusters failed—a turn of fate that helped to demonstrate the technology's maturity!” However, convincing telecom operators would prove another matter.

After planetary exploration, a business plan for telecoms

Until 2012, operators remained extremely cautious. As a satellite only has limited electrical power, electric thrusters generate a small amount of thrust and it takes three to six months to reach geostationary orbit, versus 10 days or so with chemical propulsion. However, this technology soon attracted interest from space exploration missions. Snecma's first plasma thruster, the PPS®1350, provided the main propulsion for the European SMART-1 lunar probe launched in 2003 with just 80 kilograms of xenon gas. By the end of its mission in 2006, it had operated for a total of nearly 5,000 hours. The BepiColombo spacecraft set to go to Mercury in 2017-2018 will also use electric propulsion. But many more conditions need to be met before a new technology can establish itself commercially. What finally won over telecom operators is that Boeing and other prime contractors have crafted a compelling business plan. The economic equation is attractive: compared to a six-tonne satellite with a three-tonne payload and a three-tonne chemical propulsion system, electric propulsion affords a weight gain of two tonnes. With



▲▲
Le moteur à propulsion plasmique PPS@1350-G en essai sous vide. The PPS@1350-G plasma thruster in vacuum testing.

Roy, la propulsion électrique va prendre des parts de marché de plus en plus importantes, mais on a encore beaucoup de mal à les chiffrer. Dans un proche horizon, on peut néanmoins penser qu'entre 20 et 30 % des satellites seront tout électriques. La nouvelle offre en matière de lanceurs contribue à cette redistribution des cartes. Avec le Falcon 9 de SpaceX, un nouveau créneau de satellites intermédiaires de 4 à 5 tonnes pourrait se développer, ajoute Philippe Roy. Et Ariane 6, dont la configuration est en cours de finalisation, couvrira elle aussi ces nouveaux besoins du marché. »

Mais la concurrence au niveau mondial entre les maîtres d'œuvre se joue également sur des choix technologiques. Ainsi, les constructeurs européens de satellites de télécom – Airbus Defence & Space et Thales Alenia Space – ont fait le choix d'un type de propulsion électrique répondant au mieux aux exigences des grands opérateurs satellitaires : la propulsion plasmique à « effet Hall ». Ce choix diffère de l'option actuelle de Boeing, par exemple, qui utilise une technologie plus économe en termes de masse de xénon embarquée, mais qui conduit à une durée de mise à poste bien plus longue, quasiment doublée, du fait de la faible poussée des moteurs. Cette technologie, dite « ionique à grilles », est cependant efficace pour des applications telles que les missions interplanétaires pour lesquelles la réduction de masse embarquée est un critère prépondérant. « Tous les maîtres d'œuvre de la planète veulent s'engouffrer sur



OPTION MOTEURS PLASMIQUES OU IONIQUES

Les moteurs des satellites tout électriques empruntent deux technologies relativement proches. Il y a d'un côté les moteurs ioniques à grilles, et, de l'autre, les moteurs à effet Hall. Les uns et les autres utilisent globalement le même principe : un gaz, le xénon, est injecté dans une chambre. Bombardé d'électrons, il est ionisé pour former un plasma. Les ions sont alors éjectés à très haute vitesse (15 à 25 km/s) par le champ électrique, ce qui fournit la poussée. Les deux technologies précitées diffèrent dans la façon de générer ce champ électrique : grâce à deux grilles polarisées pour la première, et, pour la seconde, par la combinaison d'un champ magnétique et d'une différence de potentiel électrostatique entre une anode et une cathode (cf. CNESmag éduc 24).

OPTION

Plasma or ion thrusters

The thrusters used on all-electric satellites are based on two relatively similar technologies: ion thrusters and Hall-effect thrusters. Both employ basically the same principle, injecting xenon gas into a chamber where it is bombarded with electrons and ionized to form a plasma. The ions are then expelled at very high speed—15 to 25 km/s—by an electric field to generate thrust. Where the two technologies differ is in the manner in which they generate this field: ion thrusters use two polarized grids, while Hall-effect thrusters combine a magnetic field and a difference in electrostatic potential between an anode and a cathode. (See CNESMAG Educ n° 24)

le marché de la propulsion électrique, précise Philippe Roy. Aujourd'hui, il existe trois propulseurs au monde manifestant le meilleur compromis en termes de performances (durée de mise en orbite) et de prix pour le transfert des satellites vers l'orbite géostationnaire. Celui d'Aerojet, qui vole sur des satellites américains, celui du russe Fakel, en fin de développement, mais qui ne vole pas encore sur un satellite commercial, et le propulseur de forte puissance de l'industriel Snecma (groupe Safran). » Ce dernier – dont la conception est soutenue par l'État français et le CNES dans le cadre du PIA (Programme d'investissements d'avenir) – entend bien jouer un rôle essentiel sur le marché. ■

PROPULSION CHIMIQUE VS ÉLECTRIQUE

Avantages et inconvénients

La propulsion électrique n'est pas nouvelle, puisqu'elle est déjà couramment utilisée pour maintenir le satellite sur sa position en orbite géostationnaire, c'est-à-dire pour corriger les dérives de position orbitale. Pour la mise en orbite consécutive au lancement, les ergols chimiques restaient jusqu'à présent la solution jugée la plus efficace. Le principal inconvénient du tout électrique est un délai très allongé de mise en orbite. Il faut en effet plusieurs mois pour transférer ces satellites vers leur orbite définitive, contre quelques jours en propulsion chimique. La masse d'un satellite 100 % chimique est composée pour environ 55 % par le poids des ergols, mais également par celui des réservoirs, de la tuyauterie, sans oublier les vannes et les pompes. Dans le cas du tout électrique, ce ratio passe à environ 20 %. Le satellite électrique, une fois éjecté du lanceur, assure sa propulsion jusqu'à l'orbite géostationnaire grâce à de petits moteurs électriques alimentés par l'énergie de ses panneaux solaires. Recourir à la propulsion électrique pour le transfert des satellites vers leur orbite définitive, c'est donc économiser la masse des ergols et des structures associées. En conséquence, ce mode de propulsion permet soit de lancer des satellites plus légers – à capacité de charge utile égale – avec un gain sur les coûts de lancement, soit de lancer des satellites avec des charges utiles encore plus performantes. Dans les deux cas, cela représente un gain de compétitivité substantiel pour l'opérateur de télécoms. Reste l'un des défis technologiques majeurs pour ces satellites 100 % électriques : la réduction du délai de mise à poste. (cf. *CNESmag éduc n° 24*)

CHEMICAL VS ELECTRIC PROPULSION

Pros and cons

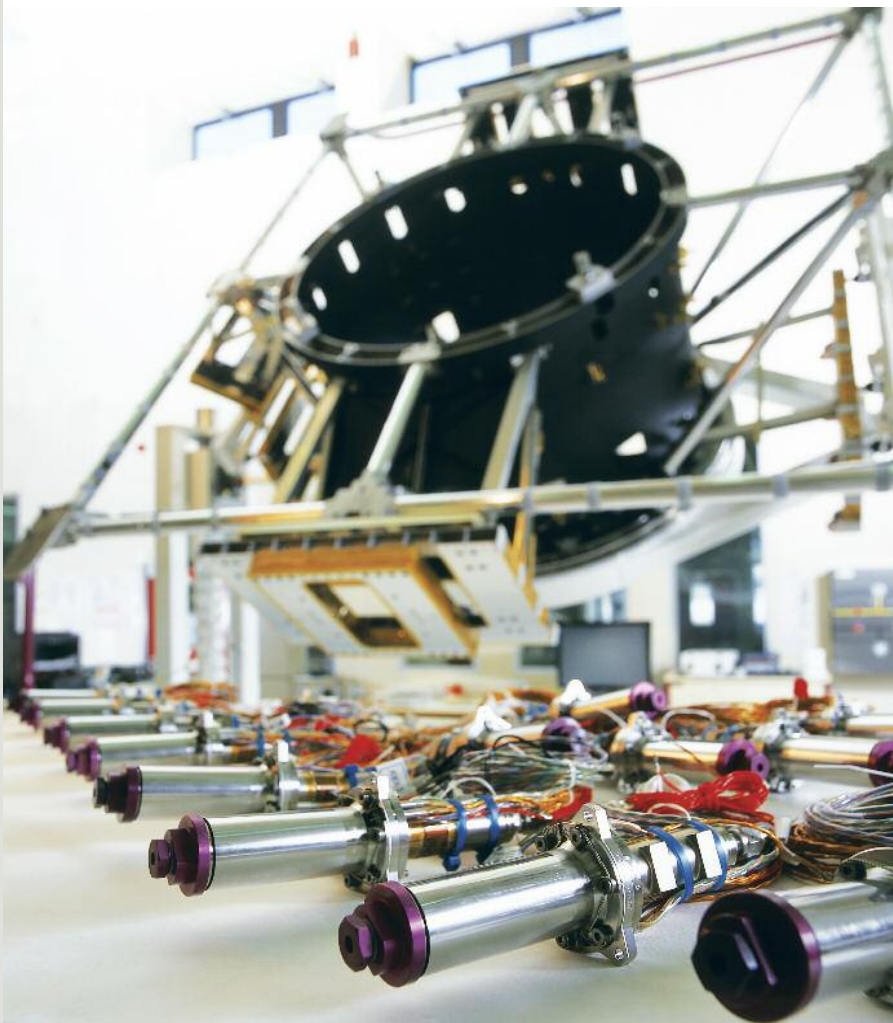
Electric propulsion is nothing new, since it is already used extensively to maintain satellites on station, that is, to correct any drift in their geostationary orbital position. Until now, chemical propellant has been considered the most effective way to position a satellite in orbit after launch. The main drawback of all-electric satellites is that it takes them several months to reach orbit, versus a few days when using chemical propulsion. Approximately 55% of an all-chemical satellite's mass consists of the propellant, to which must be added that of the tanks, piping, valves and pumps. In an all-electric satellite, the propellant only accounts for about 20% of its mass. Once it separates from the launcher, an all-electric satellite gets to geostationary orbit using small thrusters powered by its solar panels. So, using electric propulsion to take satellites to their final orbit saves propellant and structural weight. As a result, satellites can be made lighter—but with the same payload capacity—and cheaper to launch, or they can carry better payloads. In both cases, they are substantially more competitive for telecom operators. One of the main technological challenges for such all-electric satellites is to shorten the time to orbit. (See *CNESMAG Educ n° 24*)

a launch cost per kilogramme of €20,000, that translates into a saving of €40 million, even if the overall gain is more complex to calculate since operators also have to factor in the initial time taken to position the satellite.

Technology choices

Electric satellites are therefore expected to garner a growing share of the market, estimated by industry players at between 25% and 50% by 2020. "We're at a tipping point," explains Philippe Roy. "Electric propulsion is set to gain increasing ground, although it's hard to know exactly how much for the moment. But in the near future it's likely that 20% to 30% of satellites will be all-electric. The new range of launch services now available is favouring this shift. With SpaceX's Falcon 9, a new niche of satellites weighing four to five tonnes could develop," he adds. "And Ariane 6, whose configuration is in the process of being finalized, will also cover these new market requirements." But prime contractors are also competing on technologies. For example, European satellite manufacturers Airbus Defence & Space and Thales Alenia

Space are going for Hall-effect plasma thrusters, as they feel this type of electric propulsion more closely fits the requirements of the major satellite operators. Boeing, on the other hand, uses a technology that saves more mass of onboard xenon but takes almost twice as long to get the satellite to its final orbit due to the low level of thrust generated. This ion thruster technology however proves effective for applications such as interplanetary missions, where weight savings are of the essence. "Every prime contractor on the planet is looking to get into the electric propulsion market," notes Philippe Roy. "Today, there are three types of thruster in the world that offer the best trade-off between performance, i.e. time to orbit, and cost for transferring satellites to geostationary orbit: Aerojet's, which is flying on U.S. satellites, the Russian Fakel's, which is nearing the end of development but not yet flying on a commercial satellite, and Snecma's (Safran group) high-power thruster." The latter, whose design is being funded by the French government and CNES under the PIA future investment programme, intends to become a key player in the market. ■



Les propulseurs hydrazine 15 N, utilisés pour le contrôle d'attitude et d'orbite des satellites, ont équipé les satellites Hélios. The 15N hydrazine thrusters, used for attitude and orbit control, operated on the Helios satellites.

MISSION

LE CNES, CHEF DE PROJET DE LA NOUVELLE FRANCE INDUSTRIELLE

Le satellite électrique est une rupture technologique à côté de laquelle la France ne voulait pas passer. Il fait partie des 34 projets retenus par le gouvernement au titre de la Nouvelle France industrielle. Un projet qui marque le retour de l'État stratège, piloté par le CNES.

Septembre 2013 : le CNES est désigné chef de projet des satellites à propulsion électrique. C'est l'un des 34 projets de la Nouvelle France industrielle jugés prioritaires par le gouvernement. Cette décision s'inscrit dans le prolongement de l'annonce faite une semaine plus tôt par Geneviève Fioraso, secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, de consacrer 50 millions d'euros supplémentaires à l'espace dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir (PIA). La France, qui excelle dans le domaine des satellites géostationnaires de télécommunication (NOTE : Ils représentent près de 8 000 emplois sur notre territoire, 2 milliards d'euros de chiffre d'affaires consolidé, ainsi que de fortes perspectives de marché, en particulier à l'export), se doit d'acquiescer la pleine maîtrise de la technologie de la propulsion électrique. Le plan a pour objectif de repositionner les fabricants français en tant que leaders mondiaux. « Et si le satellite à propulsion électrique fait l'objet d'un financement si important, c'est pour avoir des premières prises de commandes dès aujourd'hui, et des lancements deux à trois ans plus tard, répond Christophe Allemand, responsable des programmes de télécommunication au CNES. La France a la volonté d'être leader en Europe pour mettre sur le marché des satellites à propulsion électrique et éviter de laisser le champ libre à la concurrence américaine. »



LA FRANCE A LA VOLONTÉ D'ÊTRE LEADER EN EUROPE POUR METTRE SUR LE MARCHÉ DES SATELLITES À PROPULSION ÉLECTRIQUE ET ÉVITER DE LAISSER LE CHAMP LIBRE À LA CONCURRENCE AMÉRICAINE.



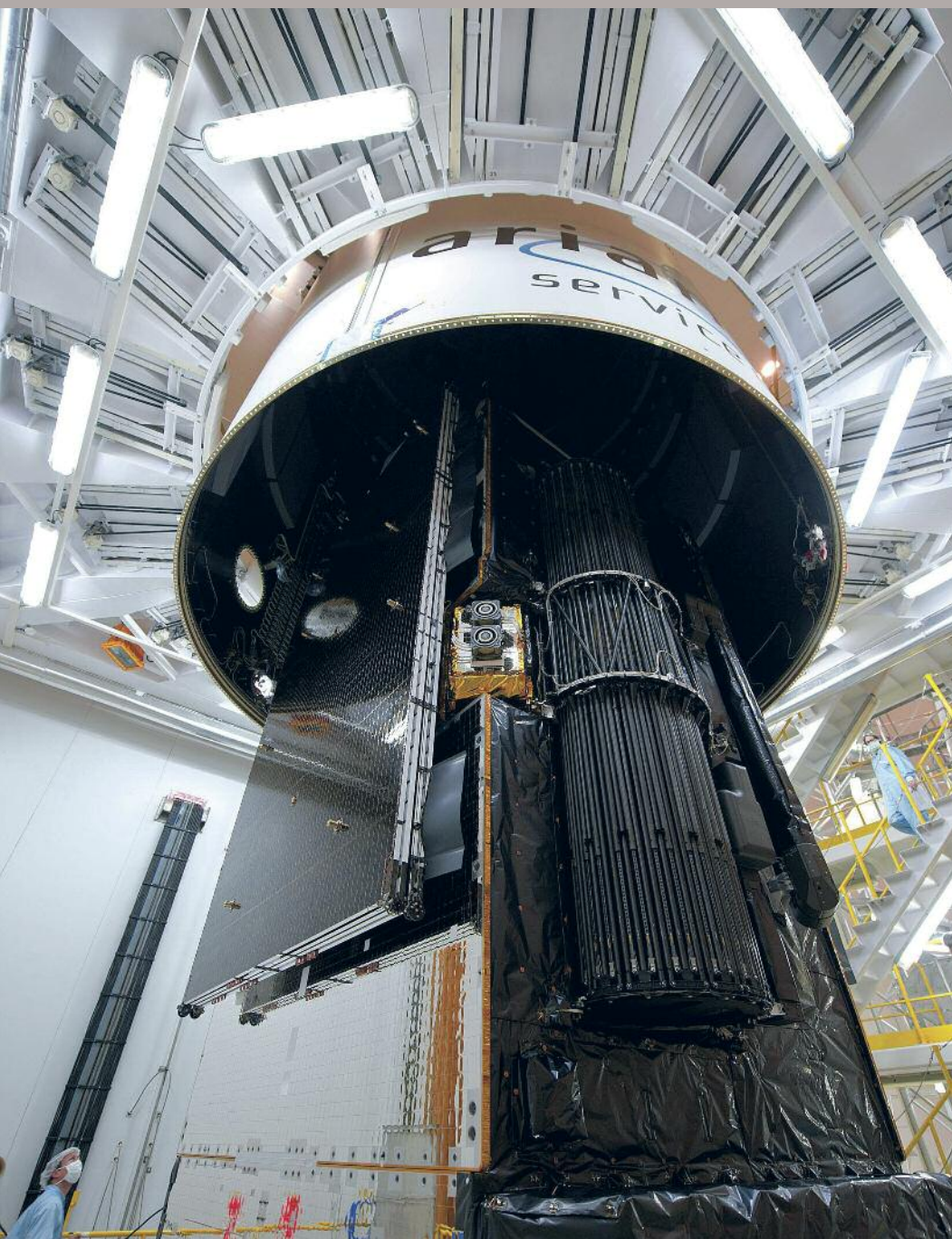
"France is looking to be a leader in Europe and to get electric satellites on the market so as not to leave the field wide open for U.S. competitors."

50 millions d'euros pour booster la filière spatiale

Mis en œuvre par le CNES, au nom de l'État, le programme est structuré autour de deux actions majeures. D'un côté, 25 millions d'euros, dégagés dans le cadre du PIA, doivent être attribués aux principaux industriels du secteur. Safran, le motoriste d'Ariane, va bénéficier de 9 millions d'euros pour accélérer la conception d'un propulseur électrique de forte puissance, le PPS®5000. Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space vont chacun bénéficier de 8 millions d'euros pour mettre à jour leurs plateformes, baptisées respectivement Spacebus et Eurostar. « Ce programme, qui vise à adapter les satellites existants, permet de gagner trois années sur le calendrier européen. L'Agence spatiale européenne et le CNES promeuvent en effet Neosat, une nouvelle plateforme de satellites de télécommunication plus ambitieuse, mais qui ne sera opérationnelle qu'en 2019. Pour nous, les deux démarches sont complémentaires : elles permettent de répondre à l'urgence commerciale tout en préparant le long terme. » Les 25 millions d'euros restants doivent être consacrés aux travaux d'étude de l'agrandissement de la coiffe d'Ariane, où sont abrités les satellites à mettre sur orbite. Une conséquence directe de l'arrivée des satellites électriques : à masse identique des satellites chimiques, ils embarquent plus de charge utile et, donc, sont susceptibles d'être plus volumineux.

Le CNES garant d'une dynamique innovante

Les industriels auraient-ils pu se passer du CNES ? « Ils n'auraient de toute façon pas pu se passer du soutien financier de l'État. Il s'agit d'un investissement extrêmement important, à opérer très rapidement pour ne pas perdre pied sur le marché. » Signal fort du retour de l'État stratège, l'État a non seulement apporté son soutien mais souhaité la mise en place d'une véritable filière nationale incluant le développement et l'utilisation d'un propulseur électrique français. « Grâce au PIA, précise Christophe Allemand,



◀◀ Mise sous coiffe du satellite de télécommunication Alphasat au Centre spatial guyanais.

The Alphasat telecommunications satellite is placed under its fairing at the Guiana Space Centre.

Safran, which builds the engines for Ariane, will receive €9 million to accelerate design work on a high-power electric thruster, the PPS@5000. Thales Alenia Space and Airbus Defence & Space will each get €8 million to upgrade their respective SpaceBus and Eurostar buses. "This programme, which aims to adapt existing satellites, will allow us to gain three years on the European development calendar, as ESA and CNES are promoting NEOSAT, a new and more ambitious bus for telecommunications satellites that will only be operational in 2019. In our view, these two approaches complement one another, responding to an urgent commercial need while also laying the groundwork for the long term," says Christophe Allemand. Second, another €25 million will be devoted to study work to enlarge Ariane's satellite fairing. This is a direct consequence of the advent of electric satellites, which have more payload capacity for the same launch mass as chemical-propulsion satellites and so are likely to be larger.

CNES driving innovation

Could manufacturers have gone it alone? "They couldn't have afforded to forgo government funding. It's a huge investment that had to be made very quickly to maintain our foothold in the market," says Christophe Allemand. The government has not only provided strategic funding but also sought to establish a national production source capable of taking on the development and use of a French electric thruster. "Through the PIA plan, CNES will be managing funding and giving government support to manufacturers. Thales Alenia Space and Airbus Defence & Space are adapting their products. Our job is to ensure the government's aims are attained and to check that money is being well used to conceive innovative and competitive products, while also contributing ideas and expertise where needed," adds Allemand. Manufacturers know how to series-produce telecommunications satellites and Ariane launch vehicles. But when developing new satellite programmes like Alphabus or NEOSAT, they call on CNES. "To innovate, they need government backing. Some manufacturers favour a more entrepreneurial model inspired by what SpaceX is doing, but we mustn't forget that the Falcon 9 launcher and above all its engine have been conceived and developed with funding and engineering support from NASA," points out Allemand.

First two orders secured

The government's decision to support electric satellites through CNES is already bearing fruit. This summer, Airbus Defence & Space signed two contracts for all-electric satellites in July alone. The first is with European operator Eutelsat to build Eutelsat 172B, a new 3.5-tonne telecommunications satellite to be launched in March 2017 riding in the lower position on Ariane 5 ECA and using electric propulsion to get to its final geostationary orbit and then keep it on station. The second is with SES, one of the world's leading satellite operators, to design and build an especially innovative high-power telecommunications satellite for launch in the autumn of 2017. ■

MISSION

CNES leads project to boost French industry

France is keen not to be left behind when it comes to leap-ahead electric satellite technology—a technology covered by a strategic initiative guided by CNES that is one of 34 projects backed by the government's new NFI industrial policy.

September 2013: CNES is appointed to lead the electric satellite project, one of 34 priority projects chosen by the French government under its new NFI industrial policy. This decision follows on from the announcement a week earlier by Geneviève Fioraso, Secretary of State for Higher Education and Research, that an additional €50 million are to be devoted to space under the PIA future investment programme. France excels in geostationary telecommunications satellites—which generate some 8,000 jobs, consolidated revenues

of €2 billion and strong prospects particularly in export markets—and must now develop its own mature electric propulsion technologies. The plan is to reposition French manufacturers as world leaders in the field. "Such substantial investment in electric satellites is geared towards securing the first orders now and launching two to three years later," notes Christophe Allemand, in charge of telecommunications programmes at CNES. "France is looking to be a leader in Europe and to get electric satellites on the market so as not to leave the field wide open for U.S. competitors."

€50 million boost for space

The programme implemented for the government by CNES is structured around two key actions. First, €25 million from the PIA plan will be allocated to the sector's leading manufacturers.



▲▲ Illustration du futur satellite Neosat à propulsion électrique.
Artist's view of the future NEOSAT electric-propulsion satellite.

le CNES, gestionnaire de ces fonds, va pouvoir apporter le soutien de l'État aux industriels. Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space adaptent leurs produits. Nous, nous sommes là pour veiller à ce que les objectifs de l'État soient atteints, contrôler que l'argent est bien utilisé pour rendre ces produits innovants et compétitifs sur le marché – et apporter nos idées et notre expertise quand c'est nécessaire. » Lorsqu'il s'agit de produire en série des satellites de télécommunication ou des lanceurs Ariane, les industriels savent faire et le font très bien. En revanche, quand il s'agit de développer un nouveau programme de satellites comme Alphabus ou Neosat, ils s'appuient sur le CNES. « Pour innover, ils ont

besoin de la puissance publique. Certains industriels militent pour établir un modèle plus entrepreneurial en s'inspirant du modèle SpaceX, mais il ne faut pas oublier que le lanceur Falcon 9 et surtout son moteur ont été conçus et développés avec le soutien financier et technique de la NASA. »

Déjà deux premières commandes

La décision des pouvoirs publics de soutenir la filière électrique, par le biais du CNES, a déjà porté ses fruits. Cet été, le seul mois de juillet a vu la signature des deux premiers contrats d'Airbus Defence & Space pour des satellites tout électriques. Le premier auprès de l'opérateur européen Eutelsat pour la construction d'un nouveau satellite de télécom de 3,5 tonnes, Eutelsat 172B, qui sera lancé en mars 2017 en position basse Ariane 5 ECA et utilisera la propulsion électrique pour sa mise à poste sur l'orbite géostationnaire, puis son maintien à poste. Le second est signé avec SES, l'un des principaux opérateurs de satellites dans le monde, pour concevoir et réaliser un satellite de télécom haute puissance particulièrement innovant qui sera lancé à l'automne 2017. ■



GRÂCE AU PIA, LE CNES VA POUVOIR APPORTER LE SOUTIEN DE L'ÉTAT AUX INDUSTRIELS.



"Through the PIA plan, CNES will be giving government support to manufacturers."

RETOUR D'EXPÉRIENCE DE STENTOR À NEOSAT

Fort de son expérience acquise dès les années 1990 dans le domaine de la propulsion électrique, le CNES met aujourd'hui les bouchées doubles pour aider les acteurs européens à se maintenir dans la compétition. État des lieux des travaux du CNES.

Dès le début du XX^e siècle, les pionniers des moteurs-fusées spéculaient sur la possibilité d'utiliser l'électricité pour propulser les vaisseaux spatiaux. Mais c'est Ernst Stuhlinger – membre de l'équipe de Wernher von Braun, le père du programme spatial américain – qui a concrétisé l'idée au milieu des années 1950. Quelques années plus tard, des ingénieurs du Centre de recherche Glenn de la NASA ont mis au point le premier moteur-fusée électrique fonctionnel, testé avec succès lors d'un vol suborbital d'une demi-heure en 1964.

L'héritage Stentor

De son côté, l'Europe n'a pas attendu les annonces récentes de Boeing pour s'intéresser au sujet. Depuis une vingtaine d'années, la propulsion électrique est à l'étude au CNES. Dès 1990, le programme Stentor est lancé avec pour objectif d'améliorer la compétitivité de l'industrie dans le domaine très concurrentiel des télécommunications spatiales. La plateforme du satellite intègre des innovations très significatives comme la propulsion plasmique à effet Hall, fondée sur l'accélération d'un gaz ionisé au moyen d'un champ magnétique élevé. « À l'époque, explique Michel Faup, chef de service Télécommunication et navigation, le CNES a voulu promouvoir cette technologie innovante en optant pour sa qualification au sol et en orbite, et soutenir en même temps le développement de moteurs ad hoc, afin de mettre en place une capacité de production française. Depuis maintenant vingt-quatre ans, c'est une démarche constante : maîtriser de bout en bout la production, la prise en compte dans le système et la qualification en orbite pour la réduction du risque, faciliter l'embarquement par les maîtres d'œuvre industriels et son adoption par les opérateurs télécoms. » Le motoriste français Snecma a mis au point le propulseur PPS®1350, délivrant une poussée de 80 millinewtons (8 grammes) et une puissance de 1 500 watts. Testé durant plus de cinq mille heures, il devait être validé en orbite sur Stentor. Malheureusement, le lancement en décembre 2002 fut un échec. Mais les développements réalisés au sol ont bénéficié à l'industrie, qui a poursuivi les activités à son niveau, pour aboutir à une validation en orbite de la

propulsion plasmique sur des satellites commerciaux de télécommunication. Les propulseurs de première génération étaient plutôt conçus pour le maintien à poste, et leur utilisation éventuelle en mise à poste aurait conduit à des durées longues (six mois et plus). Les moteurs embarqués sur Stentor étaient les mêmes que ceux qui volent aujourd'hui sur la plateforme Alphabus, et étaient très similaires à ceux qui volent sur Eurostar (SPT-100).

Alphabus intègre la propulsion électrique

Les satellites de télécommunication offrent aujourd'hui de nombreux services qui, dans certains cas, s'accompagnent d'une demande de surcroît de capacité d'emport charge utile : retransmissions TV, accès à Internet, diffusion de la radio numérique ou de la TV haute définition, nouvelle

La nouvelle plateforme Alphabus pour des satellites de télécommunication de plus en plus puissants.
The new Alphabus platform for increasingly powerful telecommunications satellites.





« Vue artistique du PPS@1350-G. Artist's view of the PPS@1350-G. »

R&T DEUX AXES DE RECHERCHE

« **A**u CNES, il existe deux types d'activités R & T autour de la propulsion électrique, explique Nicolas Arcis, chef du service Propulsion. La première, en amont, vise à comprendre les phénomènes physiques mis en jeu lors du fonctionnement des moteurs. La seconde concerne les travaux avec l'industriel Snecma et vise à améliorer ses produits. » La première activité est menée au travers de ce que l'on appelle un « groupement d'intérêt scientifique » (GIS), qui traite de la propulsion par plasma dans l'espace. Font partie de ce GIS le CNRS, l'Onera, le CNES, l'industriel Snecma ainsi que des partenaires universitaires. En matière de propulsion électrique, il existe trois technologies principales qui volent aujourd'hui sur des satellites : la technologie Arcjet, la technologie dite « ionique à grilles » – celle de Boeing et de la future mission interplanétaire BepiColombo, notamment – et la technologie dite « à effet Hall », développée en Russie dans les années 1970 et retenue par la France depuis plus de vingt ans. « L'étude de la technologie à effet Hall, poursuit Nicolas Arcis, requiert des compétences interdisciplinaires (physique des plasmas, électromagnétisme, physique des matériaux, etc.), et l'expertise de la France dans ce domaine est internationalement reconnue, notamment par le biais de publications scientifiques ou de communications dans des colloques spécialisés. »

Dans le cadre de l'activité de R & T appliquée aux produits Snecma, deux moteurs sont en cours de développement. Le premier, PPS@1350-E, est un dérivé du moteur existant PPS@1350-G qui a propulsé la sonde Smart-1 de la Terre à la Lune et vole sur le satellite de télécommunication Alphasat ; il passe ainsi d'une puissance de 1500 W à 2500 W. C'est une version destinée à assurer à court terme la fonction de transfert d'orbite en fonctionnant à puissance plus élevée, offrant une augmentation notable de poussée (+ 55 %) et d'impulsion spécifique. Il a l'avantage de fonctionner avec des interfaces mécaniques, électriques et fluides quasi identiques à celles du propulseur de base, mais il reste encore à le qualifier. Le deuxième moteur en cours de développement est le moteur de nouvelle génération PPS@5000, doté cette fois-ci de 5 kW de puissance. L'objectif est de réduire de façon drastique la durée de mise à poste tout en générant des gains de compétitivité. Cette dernière gamme de moteurs est la mieux adaptée aux plateformes tout électriques.

R&T

Two avenues of research

"We have two types of R&T activities focusing on electric propulsion at CNES," explains Nicolas Arcis, head of the agency's propulsion department. "The first is seeking to understand the physical phenomena at work in electric engines. The second covers work with Snecma and aims to improve their products."

The first activity is being pursued through a scientific consortium. Its members are the French national scientific research centre CNRS, the French aerospace research agency ONERA, CNES, Snecma and partners from academia. Three main types of electric propulsion technologies are currently flying on satellites: Arcjet; ion-grid technology, used by Boeing and the future BepiColombo mission to Mercury; and Hall-effect technology, developed by Russia in the 1970s and the one favoured by France for more than 20 years now. "Research into Hall-effect technology calls for cross-disciplinary competencies (in plasma physics, electromagnetism, material physics, etc.)," says Nicolas Arcis, "and France's expertise in this field is internationally renowned, notably through scientific publications and communications at specialist symposia."

R&T activities for Snecma products concern two thrusters currently in development. The first, the PPS@1350-E, is derived from the PPS@1350-G that took the SMART-1 probe from Earth to the Moon and is flying on the Alphasat telecommunications satellite, which has been upgraded from 1,500 to 2,500 watts. This version is a stop-gap solution for orbit transfer, offering significantly more thrust (+55%) and specific impulse. It has the advantage of employing mechanical, electrical and fluid interfaces that are virtually identical to the thruster on which it is based, but it is yet to be qualified. The second thruster in development is the new-generation PPS@5000, which generates 5 kilowatts of power and aims to dramatically shorten time to orbit while offering gains in competitiveness. This range is also the best adapted to all-electric spacecraft buses.

génération de services mobiles et large bande. Leurs charges utiles deviennent de plus en plus puissantes, lourdes et flexibles. Ces satellites nécessitent donc une plateforme spatiale très performante. La plateforme européenne Alphasat a été conçue pour répondre à ces besoins. « Pour accroître sa capacité tout en limitant la masse du satellite au lancement, explique Michel Faup, du CNES, l'architecture d'Alphasat intègre entre autres la propulsion électrique pour le maintien à poste et, à terme, pour la mise en orbite géostationnaire. » La qualification en orbite dans sa première version est intervenue grâce au lancement, en juillet 2013, du premier satellite issu de cette nouvelle filière : Alphasat, embarquant les propulseurs de la filière française (PPS@1350 de Snecma).

Neosat, la plateforme nouvelle génération

Neosat, plateforme européenne prévue pour 2019, sera optimisée pour la propulsion électrique, tant pour rehausser l'orbite du satellite jusqu'à le placer sur son orbite définitive après son largage par le lanceur que pour le maintenir ensuite sur son orbite opérationnelle. Les lignes de plateformes Neosat se déclineront en plusieurs versions : tout électrique, hybride (mi-électrique, mi-chimique) et entièrement chimique. L'objectif de Neosat, doté de 4 propulseurs de forte puissance PPS@5000, est ambitieux : mettre à poste en orbite géostationnaire un satellite doté d'une charge utile de 600 kg en moins de trois mois. « La version tout électrique de Neosat va permettre à l'industrie de gagner de nouveaux marchés en proposant un coût de satellite lancé significativement inférieur à celui des solutions actuelles [le but du programme est de parvenir d'ici à 2020 à une réduction de 30 % du coût des satellites en orbite par rapport aux concepts actuels]. Le programme Neosat, s'il est dédié principalement au tout électrique, prévoit également une version hybride pour les clients qui exigent une durée de mise à poste réduite. »

Compétitivité accrue des filières Spacebus et Eurostar

Face à la concurrence provenant principalement des maîtres d'œuvre US, il s'est révélé opportun d'améliorer à court terme la compétitivité des filières existantes. « Dans l'attente de 2019 et de la mise sur le marché de Neosat, nous avons fait le choix d'électrifier les filières existantes Spacebus et Eurostar. Ce sera déjà une étape importante par rapport à des satellites tout chimiques. » Selon l'Agence spatiale européenne, le marché mondial des satellites de télécommunication sur la période 2018-2030 devrait représenter un chiffre d'affaires de 50 milliards d'euros. Le CNES entend ainsi répondre à l'urgence commerciale, tout en préparant le long terme. ■

LESSONS LEARNED

From Stentor to NEOSAT

Leveraging its legacy in electric propulsion from the 1990s, CNES is today pulling out all the stops to help European players stay competitive.

At the start of the 20th century, the pioneers of rocket engines speculated on the possibility of using electricity to propel spacecraft. But it was Ernst Stuhlinger, a member of the team formed by Wernher von Braun, the father of the U.S. space programme, who first conceived an ion engine in the mid-1950s. A few years later, engineers at NASA's Glenn Research Center perfected the first functional electric rocket motor and successfully tested it during a half-hour suborbital flight in 1964.

The Stentor legacy

Europe did not wait for the recent announcements from Boeing to show an interest in this field, and CNES has been studying electric propulsion for 20 years. The Stentor satellite programme was launched in 1990 to give industry an advantage in the highly competitive field of space telecommunications. The

satellite's bus incorporated very significant innovations like Hall-effect plasma thrusters, based on the principle of accelerating an ionized gas with a strong magnetic field. "At the time," explains Michel Faup, head of CNES's telecommunications and navigation department, "CNES sought to promote this innovative technology by qualifying it on the ground and in orbit, while at the same time supporting ad hoc development of engines to nurture a French production capability. For 24 years now, it has followed the same approach: ensure a mature end-to-end production capability, introduce products into the system and qualify them in orbit to reduce risk, encourage industry manufacturers to use them and get telecom operators to adopt them." French engine manufacturer Snecma developed the PPS@1350 thruster, capable of delivering 80 millineutons (8 grams) of thrust and 1,500 watts of power. Tested for more than 5,000 hours, it was to be validated in orbit on Stentor but unfortunately the satellite's launch in December 2002 ended in failure. However, developments on the ground helped industry to pursue the task and validate plasma propulsion in orbit on

GRANDES DATES

2002 – Stentor

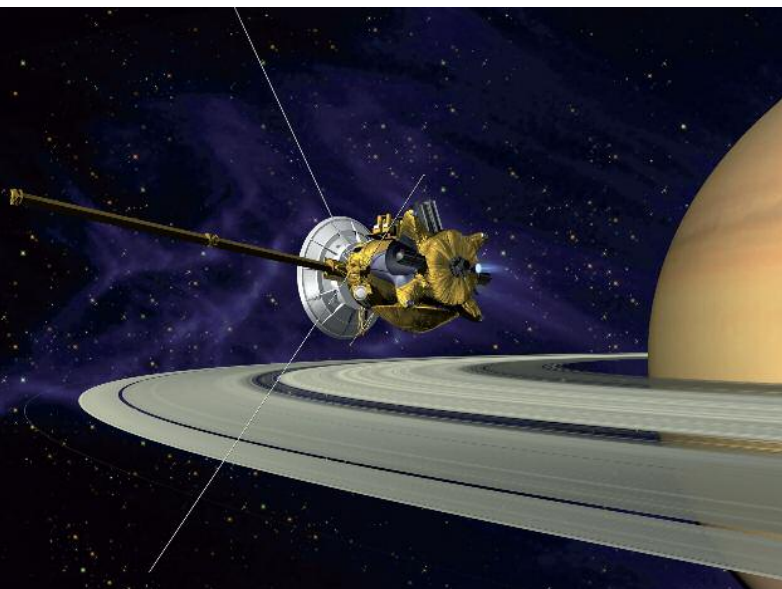
2013 – Alphasat

2016 – Électrification des filières Spacebus et Eurostar

2018-2020 – Neosat

Le satellite Stentor en essais de vibration.
The Stentor satellite in vibration testing.





▲▲
Les sondes
interplanétaires
En haut à gauche:
la sonde Cassini-
Huygens; à droite,
la sonde Viking.
En bas à gauche:
la sonde, Phoenix;
à droite, la sonde
Voyager 1.
Interplanetary
probes
Top: Cassini-
Huygens (left) and
Viking (right)
Bottom: Phoenix
(left) and
Voyager 1 (right).

PROSPECTIVE

QUEL IMPACT SUR LES LANCEURS ET LES VÉHICULES DE TRANSPORT SPATIAL ?

La révolution des satellites électriques ne concerne pas seulement le marché des satellites de télécommunication. Si la configuration de la future Ariane 6 est aujourd'hui au cœur des débats, d'autres applications sont déjà à l'étude concernant les véhicules de transport spatial. Explications.

L'impact de la propulsion électrique sur l'optimisation du couple lanceurs / satellites pour la mise à poste de satellites sur l'orbite géostationnaire (GEO) est au cœur des débats entourant la nouvelle configuration d'Ariane 6, qui doit succéder à Ariane 5 devenue trop chère face à la concurrence américaine de SpaceX. Des débats qui seront aussi en fin d'année au centre des enjeux de la prochaine conférence ministérielle de l'ESA à Luxembourg. « *Ce qui est nouveau*, explique Jean-Marc Ruault de la direction des Lanceurs du CNES, *c'est que nous sommes en train de préparer un nouveau lanceur – Ariane 6 – et en même temps de mettre au point une nouvelle plateforme satellitaire – Neosat. Il est rare que l'on fasse les deux au même moment. Cela permet d'optimiser l'effort de mise à poste entre le lanceur et la plateforme satellite en amont et d'adapter le design en conséquence.* » Le processus complet de mise en conditions opérationnelles de satellites télécommunications comprend l'injection en orbite de transfert, la mise à poste du satellite et son maintien à poste. « *Pour monter en orbite géostationnaire*, rappelle Jean-Marc Ruault, *les satellites utilisent un lanceur jusqu'à l'orbite intermédiaire dite de transfert, puis leur propulsion propre pour atteindre l'orbite définitive (GEO). Le lanceur injecte généralement le satellite sur une orbite de transfert elliptique. À partir de là, le satellite doit avec son système propulsif propre atteindre l'orbite circulaire. Jusqu'ici, on privilégiait la propulsion chimique pour la mise à poste, car elle permettait d'atteindre l'orbite circulaire en huit à dix jours. Actuellement, les projections à cinq ou six ans soutiennent que, pour 2020, la moitié des mises à poste se fera en propulsion chimique, et que l'autre moitié se fera soit en propulsion hybride (chimique plus électrique), soit en tout électrique.* »

Le bon compromis entre le satellite et le lanceur

La principale difficulté est donc de trouver l'optimum entre l'orbite d'injection et le temps de mise à poste. « *Pour minimiser le temps de mise à poste (paramètre fondamental dans l'équation économique des opérateurs), il faut surtout de la poussée*, ajoute Jean-Marc Ruault. *C'est pourquoi l'Europe a fait le choix de la propulsion plasmique pour ces missions.* » Au début de l'été 2013, les équipes du CNES ont pris part à un groupe de travail – avec pour objectif de trouver le bon compromis entre le satellite et le lanceur. Ce groupe de travail réunissait des responsables des deux secteurs – systèmes de transport spatial et systèmes orbitaux. « *Nous nous sommes donné pour critère de minimiser la durée de mise*

commercial telecommunications satellites. First-generation thrusters were designed chiefly for stationkeeping and it would have taken six months or more for them to actually position a satellite in orbit. The thrusters on Stentor were the same as those operating today on the Alphabus platform and very similar to those on Eurostar (SPT-100).

Alphabus goes electric

Today's telecommunications satellites offer numerous services—TV broadcasting, Internet access, digital radio, high-definition TV, and latest-generation mobile and broadband services—that in some cases call for increased payload capacity. As a result, their payloads are getting heavier, more powerful and more flexible. These satellites therefore require a high-performance spacecraft bus. The European Alphabus platform was designed with this requirement in mind. « *To increase its capacity while limiting satellite launch mass, Alphabus's architecture includes electric propulsion for stationkeeping and ultimately for positioning in geostationary orbit,* » explains Michel Faup. The first version was qualified on the Alphabus satellite launched in July last year, the first built around this new bus and carrying Snecma PPS®1350 thrusters.

NEOSAT new-generation bus

The new European NEOSAT bus scheduled to come on stream in 2019 will be optimized for electric propulsion, used both to raise satellite orbits and position them after launcher separation and then to keep them on station. NEOSAT will come in all-electric, hybrid (half electric, half chemical) and all-chemical versions. With its four high-power PPS5000 thrusters, NEOSAT has the ambitious aim of positioning in geostationary orbit a satellite with a 600-kilogram payload in less than three months. « *The all-electric version of NEOSAT will enable contractors to win new business by offering significantly lower satellite launch costs,* » says Michel Faup (the programme aims to reduce the cost of orbiting satellites by 30% over current launch concepts by 2020). « *While chiefly focused on all-electric satellites, the NEOSAT programme also includes a hybrid version for customers who demand a shorter time to orbit.* »

Making Spacebus and Eurostar more competitive

Faced with increasing competition, principally from U.S. prime contractors, short-term action was needed to make existing spacecraft buses more competitive. « *Until NEOSAT comes on the market in 2019, we have chosen to build electric versions of the existing Spacebus and Eurostar buses,* » explains Michel Faup. « *That will be a major step forward from all-chemical satellites.* » According to ESA, the world telecommunications satellite market for 2018-2030 is expected to generate €50 billion in revenues. CNES therefore intends to meet an urgent commercial need while laying the groundwork for the future. ■

LOOKING AHEAD

What impact on launchers and space transportation vehicles?

The electric satellite revolution doesn't concern just the telecommunications satellite market. While the configuration of the future Ariane 6 is now being debated, other applications are already envisioned for space transportation vehicles.

The impact of electric propulsion on the optimization of launchers and satellites for positioning in geostationary Earth orbit (GEO) is now driving the debate about the new configuration of the Ariane 6 launcher to succeed Ariane 5, which has become too costly in the face of competition from new U.S. entrant SpaceX. This debate will also be a key issue at the upcoming ESA ministerial conference in Luxembourg at the end of the year. « *What's new here,* » explains Jean-Marc Ruault at CNES's Launch Vehicles Directorate (DLA), « *is that we're working on a new launcher, Ariane 6, and at the same time developing a new satellite bus, NEOSAT. It's not often we do that concurrently, but it will enable us to optimize the positioning effort between the launcher and the bus and adapt the design accordingly.* »



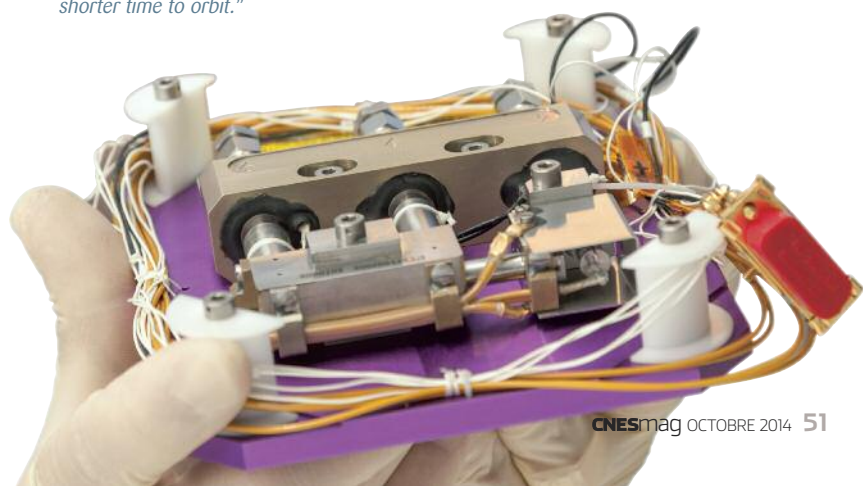
Lexique

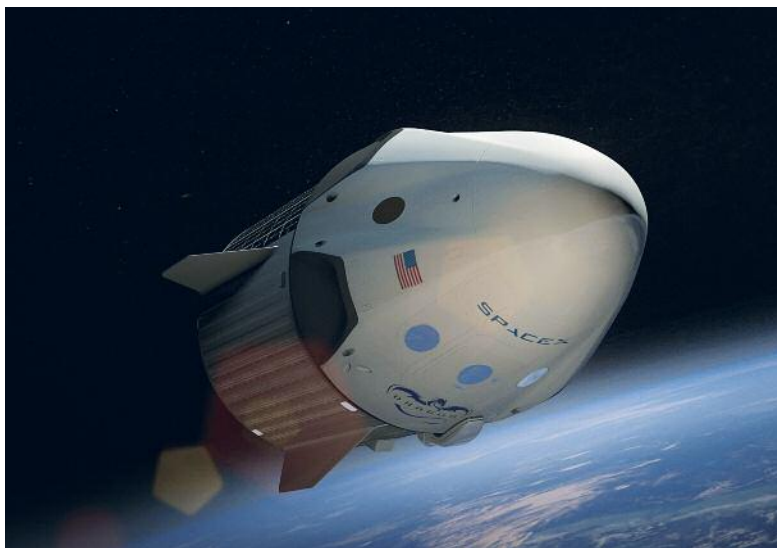
Glossary

Périgée :
Le périégée est le point d'une orbite le plus rapproché de la Terre. En ce point, la vitesse du satellite est maximale.

Perigee is the point on an orbit closest to Earth where a satellite reaches its maximum velocity.

►►
Organe de régulation du xénon.
Xenon gas-flow regulation unit.





▲▲ Illustration de la capsule spatiale Dragon V2 de la société SpaceX. Artist's view of SpaceX's Dragon 2 space capsule.

à poste du satellite. Il fallait par ailleurs faire en sorte que les manœuvres demandées au satellite et l'environnement auquel il serait soumis lors de cette mise à poste soient acceptables. On a donc cherché les orbites d'injection accessibles par le lanceur, admissibles par le satellite. Nous avons travaillé sur différentes classes de satellites (masse, système propulsif). Les contraintes de la loi spatiale (qui demande de ne pas laisser de débris dans des zones précises) ont été prises en compte. Et il est apparu que les meilleures orbites d'injection étaient les orbites de transfert géostationnaire (GTO) avec périégée élevé. Nous sommes arrivés à trouver pour Ariane 6 une durée de mise à poste de l'ordre de trois mois, contre environ six mois

pour le Falcon 9 de SpaceX. Un avantage valorisable, évidemment ! » Le groupe de recherche a aussi fait quelques coups de sonde concernant les satellites à propulsion hybride, et a constaté qu'Ariane 6 était compétitive. « La conférence ministérielle de décembre pourrait conduire à une autre configuration lanceur, note Jean-Marc Ruault, mais le parcours effectué est tout à fait transposable. »

Deux familles d'applications potentielles

Outre la question des lanceurs, des réflexions sont par ailleurs actuellement menées sur les possibilités d'utilisation de la propulsion électrique de forte puissance. Pour l'heure, deux familles d'applications potentielles se détachent. La première concerne des « kick stages lanceur », c'est-à-dire des étages additionnels lanceur : le recours à une plateforme propulsive générique est par exemple envisagé, en vue d'une augmentation de performance pour des missions de libération. Une plateforme propulsive pour un service personnalisé d'injection lors de lancements doubles sur des orbites très différentes fait aussi partie des possibilités. « La seconde famille d'applications potentielles concerne les "tugs", ou véhicules de transport, poursuit Jean-Marc Ruault. On envisage ainsi des missions de service en orbites basses, qui pourraient regrouper des missions de dessertes de stations orbitales, de maintenance et d'inspection de systèmes orbitaux en orbite. Des missions de transport au-delà de l'orbite terrestre sont aussi envisagées : par exemple l'assemblage de trains spatiaux en orbite basse, qu'on enverrait vers la Lune, vers Mars ou vers des géocroiseurs... Il existe beaucoup de possibilités ! ■

NOMBREUSES STRATÉGIES ENVISAGEABLES POUR REJOINDRE L'ORBITE GÉOSTATIONNAIRE. Many possible strategies for reaching GEO.

Pour amener les satellites de communication jusqu'à leur orbite opérationnelle en GEO, différentes orbites d'injection sont possibles. Elles peuvent être :

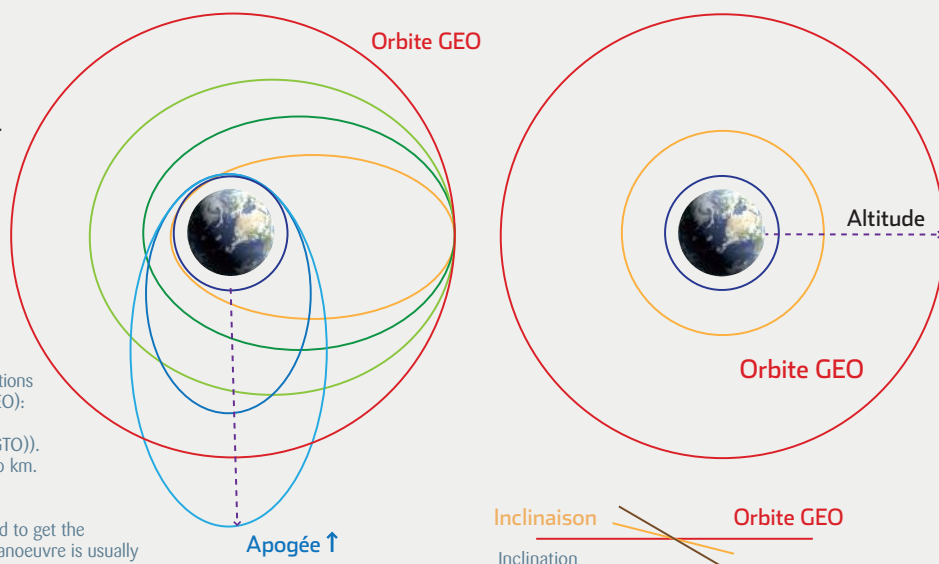
- Elliptiques avec un apogée à l'altitude GEO et des périégées d'altitude plus ou moins élevée (orbites GTO). L'orbite GTO habituellement utilisée sur Ariane a un périégée à 250 km.
- Elliptiques avec un apogée inférieur ou supérieur à l'altitude GEO
- Circulaires

Une correction d'inclinaison du plan de l'orbite est également nécessaire pour amener au final le satellite de communication dans le plan équatorial. La localisation de cette manœuvre est optimisée et généralement couplée avec celle de modification de l'orbite d'injection.

A range of injection orbits can be used to raise communications satellites to their operational geostationary Earth orbit (GEO):

- Elliptical orbits with an apogee at GEO altitude and a lower or higher perigee (geostationary transfer orbits (GTO)). The GTO usually employed for Ariane has a perigee of 250 km.
- Elliptical orbits with an apogee below or above GEO.
- Circular orbits.

The inclination of the orbital plane also has to be corrected to get the communications satellite into the equatorial plane. This manoeuvre is usually performed in an optimal position and at the same time as the orbit injection trajectory correction manoeuvre.





▲▲ Préparation à la Snecma du propulseur électrique PPS@1350-G pour des essais. The PPS@1350-G plasma thruster is prepared for testing at Snecma.

www.
cnes.fr/
webmag

Séquence vidéo sur la propulsion électrique dans notre vidéothèque en ligne. See the video on electric propulsion in our online video archive.

Before a telecommunications satellite can start operating, it has to be injected into transfer orbit, positioned in its final orbital slot and then kept on station. *"To get to geostationary orbit, satellites ride on the launcher to an intermediate 'transfer orbit' and then use their own thrusters to reach final GEO"* points out Jean-Marc Ruault. *"The launcher usually injects the satellite into an elliptical transfer orbit, and from there the satellite uses its own thrusters to circularize its orbit. Until now, chemical thrusters have been the solution of choice for positioning, as they can take the satellite into a circular orbit within 8 to 10 days. Today, projections out to 5 or 6 years estimate that by 2020, half of all satellites will be positioned by chemical thrusters and the other half either using hybrid (chemical plus electric) or all-electric systems."*

Balance between satellite and launcher

The main difficulty is therefore to find the optimal trade-off between the injection orbit and time to final orbit. *"To reduce time to orbit (a fundamental parameter in operators' business cases), you need thrust,"* adds Jean-Marc Ruault. *"That's why Europe has decided to go for plasma thrusters for these missions."* At the start

of summer 2013, CNES teams took part in a space transportation and orbital systems working group tasked with getting the right balance between satellite and launcher. *"Our brief was to reduce time to orbit,"* says Ruault. *"We also had to be sure the satellite would be able to perform the required manoeuvres and withstand the environment to which it would be subjected. So we looked for injection orbits the launcher could reach that would be acceptable for a satellite. We considered different classes of satellites, in terms of mass and propulsion system. We also factored in the constraints of the French Space Operations Act, which stipulates that no debris must be left in specific zones of space. It turned out that the best injection orbits were in geostationary transfer orbit (GTO) with a high perigee. For Ariane 6, we were able to get a time to orbit of around three months, versus about six for SpaceX's Falcon 9. That's obviously an advantage to be underlined!"* The working group also looked at hybrid-propulsion satellites, noting that Ariane 6 will be competitive. *"The ESA ministerial conference in December could change the launcher's configuration,"* notes Jean-Marc Ruault, *"but we should be able to transpose all the work done so far."*

Two families of potential applications

Besides launchers, work is also underway on high-power electric propulsion. For now, two families of potential applications are emerging. The first is launcher kick stages, where a generic propulsion platform is envisioned to boost performance for satellite orbit-raising missions. A propulsion platform capable of offering a custom injection service for dual launches into very different orbits is also a possibility. *"The second family of applications is space tugs,"* explains Jean-Marc Ruault. *"We're envisioning servicing missions in low-Earth orbits that could combine spacecraft capable of serving space stations and maintaining and inspecting orbital systems in orbit. Transportation missions beyond Earth orbit are also being looked at, for example to assemble space trains in low-Earth orbit and then send them on to the Moon, Mars or near-Earth objects... There are multiple possibilities."* These forward-looking studies pursued at CNES's Launch Vehicles Directorate (DLA) could also be optimized using high-power electric systems, provided that ESA and EU are able to take over funding from CNES at a later stage. ■



INDE INDIA
MATHIEU WEISS,
*notre correspondant à Bangalore*¹
*Bangalore correspondent*¹

FRANCE-INDE

Une histoire fraternelle

L'année 2014 marque les cinquante ans de coopération spatiale entre l'Inde et la France. Elle constitue la plus ancienne et la plus importante des collaborations conduites par l'Inde avec un pays européen. L'agence spatiale indienne représente en volume le deuxième partenaire du CNES, après la NASA.

L'observateur occidental situe généralement l'Inde parmi les acteurs récents du secteur spatial, à tort. L'Inde est devenue, dès 1963, le deuxième partenaire international du CNES après les États-Unis. Les échanges engagés au début des années 1960 entre ce qui allait devenir l'agence spatiale indienne (ISRO) et le tout jeune CNES ont posé les premiers jalons d'une fraternité discrète mais continuellement entretenue entre les deux agences spatiales. Ce partenariat pour et par l'espace a souvent servi de poste avancé, nourrissant de son exemple chaque rencontre bilatérale, chaque sommet, chaque réunion du partenariat stratégique franco-indien. Même pendant les phases les plus tendues

de l'embargo américain, alors que les autres Européens s'alignaient, la France ne reniera jamais son affection pour le sous-continent. Ces épisodes restent profondément ancrés dans la mémoire collective indienne. C'est cette confiance démontrée, éprouvée, qui sous-tend chacun de nos échanges bilatéraux, notamment dans le domaine spatial.

Au commencement étaient les fusées-sondes

Le premier accord de coopération spatiale franco-indien remonte à mai 1964. Il porte sur l'attribution des licences pour la construction en Inde des fusées-sondes Bélial et Centaure de Sud-Aviation, et, partant, sur le transfert des techniques de propulsion solide. Sous le patronage des

¹Le bureau du CNES en Inde a ouvert ses portes à Bangalore en août 2013.

¹CNES opened its Indian liaison office in Bangalore in August 2013.

FRANCE-INDIA

A fraternal relationship

Space cooperation between India and France turned 50 this year, making it India's oldest and most important collaboration with a European nation. ISRO, the Indian Space Research Organization, is CNES's number two partner after NASA in terms of volume of activity.

Western observers most often—and quite wrongly—see India as a recent entrant in the space arena. In fact, India became CNES's second international partner in space after the United States back in 1963. Exchanges at the start of the 1960s between what

would later become the Indian Space Research Organization (ISRO) and the fledgling CNES laid the foundations of a low-key but sustained relationship between the two space agencies. This partnership for and through space has often served as a bridgehead, feeding into each bilateral encounter, each summit and each meeting of the French-Indian strategic partnership. Even when tensions were at their highest during the U.S. embargo, France never renounced its attachment to the Indian subcontinent. These episodes of its history are deeply embedded in India's memory and it is this trust built over the years that underpins all of our bilateral exchanges, notably in space.

It all started with sounding rockets

The first French-Indian space cooperation agreement signed in May 1964 covered licences to build Sud-Aviation's Belial and Centaure sounding rockets in India, with the accompanying transfer of solid-propulsion technologies. Under the patronage of the United Nations and overseen by a CNES team led by Jacques Blamont, 50 French rockets were built locally and launched from 1965 onwards at the Thumba equatorial launch site in the State of Kerala. The first ever launch on Indian soil had been conducted by NASA in 1963, with the Nike-Apache sounding rocket carrying a French payload.



Transport de la coiffe de la fusée française Centaure photographié par Henri Cartier-Bresson en 1968. Henri Cartier-Bresson took this picture of the fairing of the French Centaure rocket being transported in 1968.

Nations unies et sous l'égide d'une équipe CNES dirigée par Jacques Blamont, ce sont au total une cinquantaine de fusées françaises construites localement qui décolleront à partir de 1965 du site de lancement équatorial de Thumba, dans l'État du Kerala. Le tout premier lancement depuis le territoire indien avait été effectué par la NASA en 1963. La fusée-sonde Nike-Apache embarquait déjà une charge utile française. À Thumba, le transport des éléments des Centaures vers l'église du village, qui servait de bâtiment d'assemblage, se faisait sur des bicyclettes. La grande part des équipements techniques du site de lancement était fournie par le CNES. Cette épopée fut immortalisée par Henri Cartier-Bresson lors de son voyage en Inde en 1966. Quelques années plus tard, c'est à partir de cette technologie française que l'Inde développera sa toute première fusée, Rohini. La France ira jusqu'à dupliquer ses propres structures et bâtiments sous les cocotiers du Kerala, donnant naissance au Centre technique de Trivandrum. Désormais Vikram Sarabhai Space Center, ces infrastructures restent au cœur même du dispositif de l'ISRO. C'est un ingénieur issu de ce centre qui vient d'être appelé à diriger le bureau parisien de l'ISRO.

monde. Les années 1970, avec les transferts de technologie du programme Diamant puis d'Ariane, resteront dans les esprits comme l'âge d'or du partenariat spatial franco-indien. Les premiers ingénieurs indiens arrivés en France se sont formés aux technologies du lanceur Diamant au centre technique de Brétigny, au sein de la division Lanceurs du CNES. Peu après, ce ne sont pas moins de 40 ingénieurs indiens triés sur le volet qui s'installeront en famille à Vernon. Les échanges se font autant le week-end autour des spécialités culinaires respectives des épouses et à travers les amitiés nouées par les jeunes enfants que la semaine, où l'on travaille avec les équipes de la SEP à la motorisation liquide d'Ariane destinée à être adaptée au lanceur indien, lui aussi en développement. Les licences du moteur Viking sont transférées en 1972. Les échanges dans le domaine des lanceurs se poursuivent jusque dans les années 1980. Certains ingénieurs indiens participeront au développement du moteur cryotechnique HM7B. Ils s'en souviendront lorsque, de retour au pays, l'accès de l'ISRO à la propulsion cryotechnique leur donnera du fil à retordre quelques dizaines d'années plus tard. Quant au moteur Viking, adapté sous la dénomination Vikas, il constitue toujours le cœur de la production de Godrej Aerospace, à Mumbai, et équipe toute la gamme des lanceurs indiens, offrant une sorte de seconde vie à Ariane 4. Au-delà même de la propulsion, les ingénieurs du PSLV n'ont jamais fait mystère de leur source d'inspiration. Même les chiffres de fiabilité, devenus au fil des années aussi époustouffants que ceux de sa cousine, confirment l'air de famille entre PSLV et Ariane 4. Dans le même temps, l'Inde s'est rapprochée politiquement de l'URSS. Les Russes resteront aussi fidèles au sous-continent que les Français.



Site du satellite franco-indien Saral/AltiKa lancé en 2013. See the website of the French-Indian SARAL/AltiKa satellite launched last year.

Les lanceurs, l'âge d'or du partenariat

En 1971, l'Inde lance de grands travaux pour installer sur la côte Est, à Sriharikota, un site de lancement pour sa future famille de lanceurs spatiaux. À la demande de son partenaire du bout du monde, le CNES fournit l'expertise technique nécessaire, et aujourd'hui encore SHAR (*Sriharikota High Altitude Range*) compte avec le Centre spatial guyanais parmi les infrastructures de lancement les plus modernes au

In Thumba, Centaure rocket elements were transported on bikes to the village church that served as the assembly building. Most of the technical equipment for the launch site was supplied by CNES. This adventure was immortalized by Henri Cartier-Bresson during his voyage to India in 1966. Some years later, India derived its very first rocket, Rohini, from this French technology. France even duplicated its own structures and buildings under the coconut palms of Kerala, giving birth to the Trivandrum rocket centre. Now the Vikram Sarabhai Space Centre, these infrastructures remain central to ISRO's facilities and it is an engineer from this centre who was recently appointed to head ISRO's Paris office.

Launcher golden age

In 1971, India began major construction work to build a launch site for its future space launchers at Sriharikota on its eastern seaboard, with CNES providing engineering expertise. Today, the Sriharikota High Altitude Range (SHAR) is with the Guiana Space Centre one of the world's most modern launch infrastructures. The 1970s, which saw the transfer of technologies for the Diamant programme and then

Ariane, will remain in people's minds as the golden age of the French-Indian space partnership. The first Indian engineers to arrive in France received technical training for the Diamant launcher at the Brétigny facility of CNES's Launchers division. Soon afterwards, no fewer than 40 top Indian engineers moved to Vernon with their families. Friendships formed at the weekend as wives took turns to prepare special dishes and children played together, while the engineers bonded during the week with SEP teams working on the liquid engines of Ariane to be adapted to the Indian launcher then in development. Licences for the Viking engine were transferred in 1972. These exchanges in the field of launchers would continue up to the 1980s, with certain Indian engineers helping to develop the HM7B cryogenic engine—an experience they would remember when they encountered problems developing cryogenic propulsion for ISRO tens of years later. As for the Viking engine, adapted under the name Vikas, it still constitutes the core of production at Godrej Aerospace in Mumbai and equips India's entire range of launchers, giving Ariane 4 a sort of second lease of life. The PSLV teams make no secret of an Ariane inspiration, and reliability statistics every bit as

impressive as those of its cousin confirm the family resemblance between PSLV and Ariane 4. At the same time, India forged closer political ties with the Soviet Union and the Russians would prove just as loyal to the subcontinent as France. Indeed, ISRO's international policy was still guided until very recently by this dual relationship. When, in the 1990s, the United States cited non-proliferation concerns to deny India the right to acquire cryogenic technology, negotiations already begun with Snecma, its natural and historic partner, fell through. India thus sided with Russia, which promised it technologies at a very competitive price. But the technology was never transferred and most of the off-the-shelf flight models delivered proved defective. India would regret its decision for 30 years, but besides a loss of trust, this failure spurred it to develop its own, home-grown cryogenic technology and India's first cryogenic engine took to the skies in January this year.

Mutual trust and a legacy of success

It is a very popular picture in India that sums up the prodigious development of its space programme and the ties it has forged with France: an official ISRO



◀◀ Transport vers l'aéroport du premier satellite de communication indien. India's first communications satellite is transported to the airport.

Et jusqu'à tout récemment la politique internationale de l'ISRO se lisait à travers le double prisme du grand frère russe et de la grande sœur française. Quand, dans les années 1990, les États-Unis, sous couvert de non-prolifération, déniaient à l'Inde le droit d'accéder à la technologie cryotechnique, les négociations entamées avec la Snecma, partenaire historique et naturel, achoppent. L'Inde fait alors le choix de la Russie, qui promet un transfert de technologie à un coût défiant toute concurrence. La technologie ne sera jamais transférée et la plupart des modèles de vol livrés sur étagère se révéleront défectueux. L'Inde s'en mordra les doigts pendant trente ans. Au-delà de la perte de confiance, cet échec aura conduit au développement local de la technologie cryotechnique. Le premier moteur indien de ce type finira par voler en janvier 2014.

La confiance réciproque, les succès accumulés

C'est une image, devenue très populaire en Inde, qui résume à la fois le développement prodigieux du spatial indien et les liens dans ce secteur entre la France et l'Inde. Une photographie officielle de l'ISRO montre le transport vers l'aéroport du premier satellite de communication indien, Apple (*Ariane Passenger Payload Experiment*), destiné à être acheminé au CSG pour son lancement par Ariane 1 en juin 1981. On y voit le satellite à l'air libre sous une tente de fortune, arrimé à un char à bœufs, entouré de ses concepteurs qui tentent de le protéger de la poussière tant bien que mal. Depuis cette première expérience, d'Ariane 1 à Ariane 5, l'Inde n'aura de cesse de choisir le lanceur européen à chaque fois que ses satellites s'avèreront trop lourds pour ses propres fusées. Dix-huit gros satellites des séries

photograph shows APPLE (Ariane Passenger Payload Experiment), the first Indian communications satellite, ready to be shipped to the Guiana Space Centre for launch by Ariane 1 in June 1981. In the photo, we see the satellite outside under a makeshift tent, hooked to an oxcart as its designers do their best to protect it from the dust. Since this initiatory experience, from Ariane 1 to Ariane 5 India has chosen the European launcher every time its satellites were too heavy to be orbited by its own launchers. In all, 18 heavy INSAT and GSAT satellites have been sent aloft from Kourou. Conversely, the latest satellites in the SPOT series have been launched by PSLV—SPOT 6 in 2012 and SPOT 7 last June.

Shared climate challenge

Recent cooperation between CNES and ISRO has focused on climate research and environmental monitoring. By supplying precious operational applications and improving the accuracy of monsoon forecasts by several orders of magnitude, these programmes led jointly by the two agencies have brought deeper insight into food security, a key challenge for India. This partnership has spawned

two French-Indian Earth-observation satellites: Megha-Tropiques, launched in 2011 to observe the atmosphere in the Tropics, and SARAL-AltiKa, an oceanography and positioning mission launched in 2013. Both satellites were developed, built and are being operated jointly.

More projects in sight

With the development of the GSLV heavy launcher, the deployment of a satellite navigation system, its national lunar and Mars programmes, and human spaceflight projects that stand a good chance of succeeding, India is today pursuing a full spectrum of space activities and has joined the 'big guys' in space. The 'kid brother' has come of age and the partnership is evolving accordingly. ISRO is now the space champion of the south, offering its neighbours a range of services derived from its technologies. In times of budgetary restraint, the Indian agency stands out for the resourceful methods that have enabled it to achieve numerous successes while keeping a tight rein on costs. The entire nation is behind the young and dynamic agency, conferring its executives the status of football stars. As Jean-Yves

Le Gall pointed out at the prestigious India Today Conclave last March: "Space is a key economic driver in the 21st century. India has reached maturity in this domain and is gearing up to offer new solutions, notably for the Southern nations. We can therefore expect to be working with India even more closely in the future."

And opportunities to work together are not lacking. The success of recent programmes has paved the way for a third joint mission now in definition. At the same time, CNES and ISRO have agreed on the principle of flying a new-generation Argos data collection and location system on Indian satellites. And in the field of science, CNES is considering flying instruments on the ambitious planetary exploration missions that ISRO is preparing. Above all, the two agencies are continually exploring areas of research and technology where they could join forces to exploit efficiencies and economies of scale. In this way, our brother from the South could let us in on the secrets of its frugal engineering methods and may well help us to stay competitive. ■



Delhi LE RENDEZ-VOUS GLOBE

Le programme international Globe a pour objectif de sensibiliser les jeunes générations à l'utilisation de nouvelles technologies, dont celles du spatial, combinées à des expériences sur le terrain pour traiter des questions d'environnement (atmosphère, hydrologie, etc.). Tous les cinq ou six ans, les *Globe Learning Expeditions* (GLE) rassemblent des jeunes venus des pays participants pour présenter leurs projets de recherche. Cette année, plus de 300 participants de 29 pays se sont rassemblés à Delhi du 4 au 8 août pour leur 5^e édition. La délégation française était constituée de Danielle DeStaerke, coordinatrice Globe au CNES, ainsi que de 4 jeunes et 2 enseignants du lycée de la Mer de Gujan-Mestras (33). Les jeunes Français ont présenté la bouée Ostrea, qu'ils ont développée en matériaux écologiques pour assurer un suivi de la qualité de l'eau dans le bassin d'Arcachon, en liaison avec la mortalité importante des huîtres.

DELHI GLOBE rendezvous

The international GLOBE programme aims to get youngsters interested in new technologies, including space technologies, combined with hands-on experiments addressing environmental issues. Every five to six years, youngsters from participating countries present their projects at a Globe Learning Expedition (GLE). This year, more than 300 participants from 29 countries came together for the 5th GLE in Delhi from 4-8 August. The French delegation was led by CNES's GLOBE coordinator Danielle DeStaerke, accompanied by four pupils and two teachers from the Lycée de la Mer in Gujan Mestras. They presented the Ostrea buoy they have developed using eco-friendly materials to monitor water quality in the Arcachon Basin in an attempt to understand what is causing significant die-off of oysters there.

Insat et GSAT ont été mis en orbite depuis Kourou à ce jour. À l'inverse, les derniers satellites Spot sont lancés par le PSLV, Spot 6 en 2012 et Spot 7 en juin 2014.

La coopération récente entre le CNES et l'ISRO privilégie l'étude du climat et la surveillance de l'environnement. En fournissant de précieuses applications opérationnelles, en améliorant de plusieurs ordres de grandeur la prévision du phénomène de la mousson, ces programmes à parts égales entre les deux agences ont modifié en profondeur l'appréhension de la question de la sécurité alimentaire, l'un des enjeux essentiels pour l'Inde. Ce partenariat a donné vie à deux satellites franco-indiens dans le domaine de l'observation de la Terre : une mission d'observation de l'atmosphère tropicale, Megha-Tropiques, lancée en 2011, et une mission d'océanographie et de localisation, Saral-AltiKa, lancée en 2013. Les deux satellites ont été développés, construits, et sont exploités en commun.

Encore plus de projets pour l'avenir

Avec le développement du lanceur lourd GSLV, la mise en orbite d'un système de navigation par satellite, les programmes nationaux vers la Lune et vers Mars, les projets de vols habités crédités de bonnes chances d'aboutir, l'Inde a complété le spectre de son activité spatiale au point de rejoindre les plus grands. La petite sœur est devenue adulte et le partenariat s'adapte à cette mutation. L'ISRO se place désormais en championne spatiale du Sud, proposant à ses voisins les services issus de ses technologies. Dans le

contexte budgétaire global, l'agence indienne se fait remarquer par ses méthodes astucieuses, permettant de contenir drastiquement les coûts tout en enchaînant les succès. L'ISRO affiche le dynamisme de la jeunesse, entraînant avec elle tout un peuple qui confère à ses dirigeants une aura digne de joueurs de football. Jean-Yves Le Gall ne s'y est pas trompé, déclarant à l'occasion du prestigieux India Today Conclave, en mars 2014 : « *Les activités spatiales occupent une place fondamentale dans l'économie du XXI^e siècle. L'Inde a atteint sa maturité dans ce domaine et se prépare à offrir des solutions nouvelles, adaptées notamment aux pays du Sud. Cela nous conduit à envisager de travailler avec l'Inde encore plus que par le passé.* » Et les occasions de travailler ensemble ne manquent pas. Les succès des derniers programmes conjoints ont ouvert la voie à une troisième mission commune, en cours de définition. En parallèle, le CNES et l'ISRO ont trouvé un accord sur le principe de monter la nouvelle génération du système de localisation et de collecte de données Argos à bord de plateformes indiennes. Sur le plan scientifique, le CNES envisage de monter des instruments sur les ambitieuses missions d'explorations planétaires que l'ISRO prépare. Surtout, les deux agences explorent continuellement les différents domaines de recherche et de technologie dans lesquels elles pourraient joindre leurs forces pour profiter de l'effet de synergie et des économies d'échelle. Notre petite sœur du Sud pourrait alors, en nous mettant dans la confiance de ses méthodes d'ingénierie frugale, contribuer au maintien de notre propre compétitivité. ■



USA US
HUGO PALMER,
notre correspondant de Washington
Washington correspondent

États-Unis

REGAIN D'INTÉRÊT POUR LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

Développés dès les années 1950, les satellites à propulsion électrique n'ont suscité dans les budgets fédéraux américains que peu d'intérêt, en raison de leur faible poussée. En revanche, leur faible masse a intéressé au plus haut point les opérateurs et l'industrie spatiale. Aujourd'hui, l'attrait est double, animé par la volonté de réduire à terme les coûts de lancement et, à plus long terme, par le souhait de développer les technologies nécessaires à une mission habitée sur Mars.



◀◀
Maven, la sonde spatiale à propulsion électrique de la NASA pour l'exploration de Mars.
NASA's electric-propulsion MAVEN spacecraft will explore Mars.

Dans les années 1960, lorsque la NASA était dotée d'un budget colossal (dix fois supérieur à celui d'aujourd'hui, rapporté au budget fédéral¹), la propulsion électrique des satellites était étudiée, aboutissant en juillet 1964 au lancement d'un satellite à propulsion ionique, *Space Electric Rocket Test 1*. Or, très vite, ce projet a été mis de côté du fait de sa lenteur. En effet, la poussée exercée reste très faible: même les technologies les plus récentes atteignent à peine le demi-Newton (le poids de 5 pièces de 1 €), en raison de la faible puissance délivrée par les panneaux solaires embarqués. Cependant, dans l'espace (où les corps en apesanteur ne subissent qu'une force négligeable de frottement), l'application d'une force (même faible) pendant une longue durée

peut permettre d'accélérer un objet à une vitesse très importante. Ainsi, en 2004, le *High Power Electric Propulsion* (HiPEP) a montré sur le banc d'essai qu'il pourrait propulser un engin spatial à une vitesse de 90 km par seconde.

Le but de la NASA : préparer l'odyssée vers Mars ?

L'Agence spatiale américaine, soumise à une certaine pression budgétaire, voit dans la propulsion électrique une opportunité d'effectuer des lancements pour un coût moindre, d'autant plus qu'elle délègue une part croissante au secteur privé. Mais, surtout, elle souhaiterait à terme obtenir du Congrès les financements pour lancer une mission habitée vers Mars, prochaine étape symbolique de la conquête

¹ Le budget de la NASA représentait 4,41 % du budget fédéral en 1966, au cœur du programme Apollo, et a progressivement été diminué pour atteindre en 2012 à peine 0,48 %.

spatiale. Les discours officiels, considérés comme très optimistes, tablent pour la décennie 2030, mais rien n'est encore assuré à ce niveau, compte tenu du contexte macroéconomique américain. Ainsi, selon William F. Ballhaus, ancien PDG de l'Aerospace Corporation, le nombre de lancements nécessaires à une mission habitée vers Mars pourrait passer de douze avec des propulsions chimiques à six seulement avec une propulsion électrique! D'après un rapport du National Research Council de juin 2014, des investissements dans les technologies d'avenir doivent être mis en place rapidement pour préparer une mission de cette ampleur. Les trois technologies dans lesquelles les États-Unis doivent investir massivement à cet effet sont: la protection face aux radiations, l'atterrissage et la propulsion. Pour cette dernière, la solution privilégiée à l'heure actuelle est la propulsion plasmique de forte puissance. À ce propos,

l'administrateur de la NASA Charles Bolden expliquait récemment que « l'Asteroid Initiative est une étape dans la route vers Mars. Elle est cruciale, car elle donne l'opportunité de tester un certain nombre de technologies, comme la propulsion électrique de forte puissance, qui sera nécessaire quand nous nous engagerons dans la mission vers Mars ».

Les États-Unis ont bien compris l'importance de cette technologie d'avenir, au même titre que la France, qui a inclus la propulsion électrique, avec le CNES en tant que chef de projet, dans les 34 plans de reconquête du ministère du Redressement productif. Dans le cadre d'une exploration lointaine, qui ne pourrait se faire qu'en partenariat entre les plus grandes agences spatiales au niveau mondial, nous pouvons espérer que les efforts de développement de la technologie de propulsion électrique à forte puissance soient l'objet d'une coopération transatlantique. ■

Illustration d'un concept de satellite américain à propulsion électrique.
Artist's view of a U.S. electric satellite concept.

UNITED STATES

Renewed interest in electric propulsion



Developed in the 1950s, electric-propulsion satellites have received limited U.S. federal funding because of the low level of thrust they generate. On the other hand, the mass gains they afford have attracted keen interest from operators and the space industry. Today, this renewed interest is fuelled by the desire to reduce launch costs and ultimately to develop the technologies for a crewed mission to Mars.

Back in the 1960s, when NASA had a huge budget—10 times more than today in federal budget terms¹—research into electric satellite propulsion spawned the development and launch in July 1964 of a satellite called SERT-1 (Space Electric Rocket Test 1) using electrostatic ion thrusters. But the project was soon shelved due to the very low levels of thrust generated. Even the latest technologies are only capable of reaching barely half a newton, the weight of five one-euro coins, with the small amount of

power from a satellite's solar panels. However, in space, where the absence of gravity means objects are subjected to negligible friction forces, applying even a small force for long enough can accelerate them to very high speeds. For example, in 2004 ground tests of the High Power Electric Propulsion (HiPEP) ion thruster showed that it could propel a spacecraft at a velocity of 90 kilometres per second.

Electric versus conventional

Conventional satellite thrusters produce thrust by expelling combustion gases at a relatively moderate speed (see Special Report). In a plasma-type electric thruster, the 'fuel' is in fact an ionized plasma. The magnetic field generated by the coils accelerates the xenon ions and expels them at a speed of around 20 kilometres per second, thus producing more thrust than with an equal volume of conventional fuel. This technology also makes electric thrusters much lighter. Electric propulsion therefore affords a dual gain: the thruster itself is much lighter than a chemical thruster, and much less mass has to be carried in fuel. The overall weight gain is about 40%, which leaves room for more payload (measuring instruments, faster transmission rates, etc.) or saves on launch costs.

Rekindling interest

Getting a satellite into orbit can be a long process: it first has to be shipped to the launch site, then technical hitches may delay the launch, and once launched its thrusters have to raise it from geostationary transfer orbit to its final orbital slot, which may take weeks with chemical thrusters or up to nine months with electric thrusters. Until recently, a nine-month gap before a satellite can start generating revenue was seen as a major drawback by telecommunications operators. But today, the main operators already have their constellations in place and most launches are for planned replacement satellites. As a result, they can anticipate such replacements well ahead of time and accept a much longer time-to-orbit that will save tens of millions of dollars in launch costs. Depending on the results of upcoming tests, a growing number of satellites

designers may decide to go with electric propulsion. By significantly reducing the satellite's overall mass, this game-changing innovation would boost demand for light launchers or for dual launches of medium-size satellites, as outlined in the latest forecasts of the U.S. Federal Aviation Administration (FAA).

NASA aiming for Mars?

In these tight budgetary times, the U.S. space agency sees electric propulsion as an opportunity to launch at lower cost, especially now that it is turning over an increasing share of this task to the private sector. Above all, it is hoping ultimately to persuade Congress to fund a crewed mission to Mars, the next symbolic step of space exploration. The official line is optimistic this can be achieved in the 2030s, but that is far from certain given the current U.S. macro-economic climate. According to William F. Ballhaus, former President and CEO of the Aerospace Corporation, the number of launches needed for a manned mission to Mars could be reduced from 12 with chemical propulsion to just six with electric propulsion. A report published by the National Research Council in June underlines the need to invest rapidly in future technologies to conduct a mission of this scale. The three technologies identified where massive investment is required are radiation protection, landing and propulsion. For the latter, the favoured option for now is high-power plasma propulsion. NASA Administrator Charles Bolden explained recently that "the Asteroid Initiative is a crucial stepping stone to Mars that gives us the opportunity to test a number of technologies like high-power electric propulsion, which we will need for our mission to Mars." The United States has fully grasped the importance of this technology of the future and so has France, which has included electric propulsion—with CNES as project leader—as one of 34 plans initiated by the Ministry for Productive Recovery. For deep-space exploration, which can only be achieved together with the world's other leading space agencies, we can hope that high-power electric-propulsion technology will be developed by transatlantic cooperation. ■

¹NASA's budget accounted for 4.41% of the federal budget in 1966 at the height of the Apollo programme, since when it has progressively declined, amounting to no more than 0.48% in 2012.



ÉLISABETH MOUSSINE-POUCHKINE,
notre correspondante à Moscou
Moscow correspondent

Russie ÉCHOS DU COSPAR 2014

Tous les deux ans, l'assemblée scientifique du Cospar¹ se réunit. Cette année, sa session s'est tenue à Moscou, du 2 au 10 août, à l'université Lomonossov, sur le mont des Moineaux. Depuis le départ, son objectif reste inchangé : promouvoir la recherche spatiale au niveau international. Forum d'échange des connaissances, des normes scientifiques et techniques, elle offre une tribune aux résultats scientifiques de la recherche spatiale. Les sujets couverts vont de l'astrophysique, à l'astronomie, la science spatiale, la biologie et la médecine spatiale, sans oublier l'observation de la Terre. Le président en exercice, Giovanni Bignami, a passé le flambeau, pour quatre ans, à Lennard Fisk, de l'université du Michigan, lauréat de nombreux prix prestigieux. Mikhail Panasyuk, directeur de l'institut Skobeltsyn de l'université Lomonossov, a été élu membre du bureau, de même que Catherine Césarsky, du CEA. Lors de la remise des prix, la France a été particulièrement honorée : Jean-Loup Puget, président du comité des programmes scientifiques du CNES (CPS), s'est vu remettre le *Cospar Space Science Award*, qu'il a partagé avec David McComas. Quant à la médaille Zeldovich, elle a été décernée à Jérôme Bouffard, de l'ESA, jeune océanographe travaillant sur le projet Cryosat. Très attentif à la communauté scientifique spatiale, le président du CNES était présent à l'ouverture de cette 40^e session. En marge du congrès, il a rencontré son homologue russe, Oleg Ostapenko, de Roscosmos. Les deux chefs d'agence ont fait le point sur la coopération spatiale entre la France et la Russie et ont échangé des pistes de réflexion afin d'envisager son évolution dans les années à venir. « Cette relation privilégiée mérite aujourd'hui plus que jamais d'être renforcée », a expliqué Jean-Yves Le Gall. Le prochain Cospar se réunira à Istanbul du 30 juillet au 7 août 2016. ■

¹ Committee on Space Research.

RUSSIE COSPAR 2014

COSPAR¹ held its biannual Scientific Assembly this year at Lomonosov Moscow State University from 2 to 10 August. The international organization's aims are unchanged since its inception: to promote space research and serve as a forum for information exchange, preparation of scientific and technical standards, and the presentation and publication of scientific papers in space research. Topics covered span astrophysics and astronomy to space science, biology, space medicine and Earth observation. Current president Giovanni Bignami was succeeded for the next four years by Lennard Fisk of the University of Michigan, a winner of many prestigious awards. Mikhail Panasyuk, Director of the Skobeltsyn Institute at Lomonosov University, and Catherine Césarsky of the French atomic energy and alternative energies commission, were elected to the COSPAR Bureau. France distinguished itself at the awards ceremony, where Jean-Loup Puget, chair of CNES's Science Programmes Committee (CPS), received the COSPAR Space Science Award, shared with David McComas, and ESA's Jérôme Bouffard, a young oceanographer working on the Cryosat project, was awarded the Zeldovich Medal. CNES President Jean-Yves Le Gall was at the opening session of this 40th Scientific Assembly. On the sidelines, he met Oleg Ostapenko, his counterpart at Roscosmos, the Russian federal space agency. The two agency heads took the opportunity to review the current status of cooperation in space between France and Russia and explore how it might evolve in the years ahead. "Today, our close collaborative ties deserve to be strengthened more than ever before," said Jean-Yves Le Gall. The next COSPAR assembly will meet in Istanbul from 30 July to 7 August 2016. ■

¹ Committee on Space Research

Le bâtiment Berlaymont de la Commission européenne. The European Commission's Berlaymont building.



PHILIPPE COLLOT, CNES

Exposition LE FUTUR DE L'ESPACE À BRUXELLES

À l'invitation du BEPA, le bureau des conseillers de politique européenne, le CNES participe à une ambitieuse exposition sur l'espace à l'horizon 2030, « *Space For Our Future* », qui se tiendra dans le bâtiment Berlaymont de la Commission européenne, du 27 octobre au 14 novembre. Son but : donner aux commissaires européens, et plus largement aux visiteurs accrédités (députés européens, journalistes, délégations étrangères ainsi que scolaires et grand public sur invitation), une vision de ce que l'espace pourrait apporter comme solutions innovantes pour répondre aux grands enjeux des prochaines décennies. À travers de grandes fresques visuelles, un parcours est proposé, partant du progrès des connaissances sur l'Univers profond, jusqu'aux applications les plus concrètes dans la vie des citoyens européens, en passant par l'exploration du Système solaire, l'étude de notre planète, la gestion des catastrophes. Cette exposition fait la part belle aux enjeux économiques avec les activités lanceurs et satellites, à l'innovation au service de la compétitivité et de la croissance... Placée sous le haut patronage du président sortant Barroso, celui-ci l'inaugurera en présence des dirigeants des organismes participants le 28 octobre 2014. Cette exposition événement réunit le CNES, l'ESA, et des opérateurs européens ou internationaux comme Arianespace, Inmarsat, Eutelsat, Eumetsat. ■

EXHIBITION

The future of space on show in Brussels

At the invitation of the Bureau of European Political Advisers (BEPA), CNES is taking part in an ambitious exhibition on space called *Space For Our Future*, to be held in the Berlaymont building of the European Commission from 27 October to 14 November. Its aim is to give EU commissioners and accredited visitors a vision of the kind of innovative solutions that space could offer to meet the major challenges of the coming decades. Large frescoes span the advances made in understanding the farthest reaches of the Universe and applications in the daily lives of European citizens, while also touching on solar system exploration, the study of our planet and disaster management. This exhibition puts the emphasis on economic challenges, focusing on launchers, satellites and innovation driving competitiveness and growth. It is placed under the high patronage of outgoing President Jose Manuel Barroso, who will officially open the exhibition in the presence of the heads of participating organizations on 28 October. Besides CNES, ESA and European and international operators like Arianespace, Inmarsat, Eutelsat and Eumetsat will also be there. ■



▲▲
Le Parlement
européen.
The European
Parliament.

ÉRIC CERF-MAYER, CNES

LUXEMBOURG

UNE MOBILISATION SANS PRÉCÉDENT

La préparation de la réunion au niveau ministériel du Conseil de l'Agence spatiale européenne, prévue le 2 décembre 2014 à Luxembourg, s'avère particulièrement dense en regard des enjeux. Avant le jour J, les délégations de chaque pays ont beaucoup discuté pour s'entendre sur les propositions finales. Retour sur deux ans de négociations côté CNES.

Deux ans après la réunion des ministres qui s'est tenue à Naples (Italie) les 20 et 21 novembre 2012, une nouvelle réunion aura lieu en fin d'année à Luxembourg, sous la coprésidence du Grand-Duché de Luxembourg et de la Suisse. Cette coprésidence souligne la spécificité et la place particulière de l'ESA, qui rassemble États membres et non membres de l'Union européenne, dans un esprit de coopération internationale et d'ouverture sur le monde, au-delà des frontières politiques et géographiques de l'Europe. Les deux années écoulées ont été marquées par l'aggravation de difficultés tant économiques que politiques, dans un environnement sur lequel pèsent des menaces de conflit qui ont des répercussions sur les questions soumises à décision à Luxembourg. C'est pourquoi l'espace constitue plus que jamais une grande chance pour l'Europe ; il est un fac-

teur générateur de croissance et d'emplois, de compétitivité, d'innovation, de progrès et d'avancées scientifiques considérables, notamment dans le domaine de l'exploration de l'Univers. Les programmes décidés au sein de l'ESA revêtent une importance particulière et contribuent au développement collectif. Depuis deux ans, le CNES est mobilisé pour promouvoir les priorités nationales et préparer cette réunion autour de Geneviève Fioraso, secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche. Chargée de l'espace au sein du gouvernement français, elle conduira la délégation de la France à la table des négociations finales.

Intenses préparatifs

La méthode suivie en 2012 a été reconduite pour la préparation de la réunion de 2014, pour laquelle trois sujets prin-

cipaux vont être abordés : l'accès à l'espace avec l'avenir des lanceurs, le programme d'exploitation de la Station spatiale internationale (ISS) et l'évolution des relations entre l'Union européenne et l'ESA. Un élément nouveau a fait son apparition depuis 2012 : les accords conclus pour Galileo et Copernicus. La réunion permettra également aux délégations, en position de le faire, de compléter les souscriptions de Naples aux déclarations de programmes en cours.

Un groupe de travail du Conseil de l'ESA (*Council Working Group* ou CWG) a donc été mis en place, présidé par les chefs de délégation du Luxembourg et de la Suisse, et composé de deux délégués de chaque État membre et du Canada. Ce groupe a décidé de se réunir six fois, entre mai et novembre. C'est au cours de sa dernière réunion que devront être finalisés les projets de résolutions soumis pour décision au niveau ministériel, ainsi que les textes finaux relatifs aux programmes de lanceurs et d'exploitation de l'ISS. Le CWG s'appuie, dans ses délibérations, sur les travaux des comités transverses et des comités de programmes de l'ESA, tous mis à contribution pour alimenter la réflexion et l'élaboration des documents finaux. En point d'appui, le plan à long terme de l'ESA, document de cadrage budgétaire, qui est remis à jour grâce à un processus permanent de réévaluation et de consolidation.

Une autre nouveauté 2014 concerne l'intensification de la consultation et de la concertation avec les partenaires industriels, tant au niveau national, grâce au Cospace en France, qu'au niveau de l'ESA, avec le *High Level Forum*. L'ensemble a multiplié les synergies avec tous les acteurs économiques du secteur spatial et enrichi les débats et la réflexion sur l'évolution de l'espace en Europe et les orientations à retenir, notamment en matière de compétitivité. Mais ces réunions

du CWG ne sont que l'une des composantes des préparatifs. L'élément majeur pour arriver à une prise de décision le 2 décembre est l'organisation et la tenue à un rythme soutenu de réunions informelles des ministres, en fonction de l'avancée des dossiers et des sujets traités. La Suisse a offert par définition le terrain neutre idéal pour ces rencontres et négociations, tout comme bon nombre de salles de réunion dans les aéroports européens, tout au long des mois écoulés.

La question des lanceurs

Ainsi, les ministres se seront réunis plusieurs fois pour examiner l'un des points principaux : la proposition qui permettra de garantir un accès indépendant de l'Europe à l'espace pour les clients européens, en priorité pour lancer toutes les missions institutionnelles. Avec en seconde intention de rendre les services européens de lancement compétitifs sur la base de la préférence européenne pour le bénéfice des missions institutionnelles européennes.

Cette proposition est le fruit d'un intense travail de l'ESA avec l'ensemble des acteurs industriels du domaine des lanceurs, le soutien du CNES et des autres agences nationales. Ils ont œuvré sans relâche tout au long de l'été dans les groupes de travail, planchant à la fois sur la configuration des lanceurs pour trouver le compromis idéal et la gouvernance du secteur afin de diminuer les coûts de développement et d'exploitation. Les ministres et leurs délégations disposent désormais d'une proposition conjointe, basée sur une famille de lanceurs européens, Ariane 5, Ariane 6 et Vega, avec des objectifs de coût dans des limites budgétaires réalistes et le souci de valoriser au mieux le patrimoine constitué par les États membres depuis près de cinquante ans. Ce travail remarquable s'inscrit dans le contexte d'une



LE CNES A REÇU UN MANDAT POUR APPORTER SA CONTRIBUTION À LA PROMOTION DES POSITIONS DE LA FRANCE ET À LA RECHERCHE DE L'ADHÉSION LA PLUS LARGE.



"CNES has been mandated to promote France's positions and achieve the broadest consensus possible around the space ministers' table."

LUXEMBOURG

Unprecedented effort

With so many important challenges in sight in the run-up to the next meeting of the European Space Agency (ESA) ruling council at ministerial level on 2 December in Luxembourg, there has been a lot of discussion between member states' delegations to agree on the final proposals. We look back at the last two years of negotiations conducted by CNES.

Two years after their last meeting on 20-21 November 2012 in Naples, Italy, Europe's space ministers will come together in Luxembourg under the co-presidency of the Grand Duchy of Luxembourg and Switzerland. This co-presidency underlines the special nature of ESA, which unites nations inside and outside the European Union in a spirit of international cooperation and openness that transcends Europe's political and geographical boundaries. In the last two years since Naples, economic and political turmoil has increased and the threat of conflicts now weighs on the issues that will

be on the table in Luxembourg. That is why space is more than ever before a great chance for Europe, generating growth and jobs, boosting competitiveness and spurring innovation and significant scientific advances, notably for space exploration. The programmes pursued by ESA are therefore especially important in helping to support development.

For two years now, CNES has been working hard to promote national priorities and prepare for this meeting with Geneviève Fioraso, the Secretary of State for Higher Education and Research with responsibility for space, who will be leading the French delegation at the negotiating table.

Intense preparations

Preparations for the Luxembourg meeting have adopted the same method as for 2012 and three main issues will be addressed: access to space and future launchers, exploitation of the International Space Station (ISS) and the evolution of EU-ESA relations. The new element since 2012 is the signature of agreements on Galileo and Copernicus.

The meeting will also allow delegations that so wish to confirm funding subscriptions decided in Naples to programmes already underway. An ESA Council Working Group (CWG) has been formed, chaired by the heads of the Luxembourg and Swiss delegations and with two delegates from each member state and Canada. The group decided to meet six times between May and November. It is at its last meeting that draft resolutions submitted to ministers will be finalized, as well as the final texts on launchers and ISS exploitation. The CWG's deliberations are informed by groundwork ahead of meetings by cross-disciplinary committees and ESA's programme committee, which both help to draw up final documents with reference to ESA's long-term plan, which sets the budget roadmap and is continuously reassessed and consolidated.

Another major innovation this year is that consultations have been stepped up with industry partners in Europe, both at national level in France through the CoSpace government-industry space coordination committee and through ESA's High-Level Forum. This process has created multiple

menace pressante liée à l'émergence rapide et à la percée spectaculaire de nouveaux acteurs, en particulier aux États-Unis, qui ont placé la recherche d'une compétitivité optimale et de la réduction des coûts d'exploitation au cœur des débats à l'ESA.

Une mobilisation sans précédent

La marque des préparatifs de la réunion de 2014 repose sur la mobilisation sans précédent de tous les acteurs. Objectif : dégager des propositions susceptibles de répondre aux grands défis à relever côté lanceurs et préparer l'avenir du spatial en Europe et dans le monde.

Il reste à sécuriser l'exploitation de l'ISS jusqu'en 2020, voire éventuellement au-delà, et de mener à bien la mission Exomars tout en ouvrant de nouvelles perspectives susceptibles de mobiliser un maximum d'États membres dans le domaine de l'exploration. Par ailleurs, la place de l'ESA doit être renforcée au cœur du dispositif européen, en définissant les contours de son action aux côtés de la

Commission européenne, pour bâtir une politique spatiale européenne au service de tous les Européens et en imaginant aussi les instruments de demain pour mener à bien les programmes qui viendront compléter Galileo et Copernicus. Mobilisation à travers les travaux de préparation décrits plus haut, mais aussi, pour le CNES, multiplication des échanges bilatéraux avec tous les États membres. En effet, une réunion ministérielle s'inscrit et débouche nécessairement sur l'élaboration du compromis qui respectera les priorités du plus grand nombre et les convaincra de poursuivre l'effort financier nécessaire. Le CNES a reçu un mandat pour apporter sa contribution à la promotion des positions de la France et à la recherche de l'adhésion la plus large autour de la table des ministres en charge du spatial dans les États membres de l'ESA ; il est ainsi au cœur des préparatifs de cet événement. À la clé, le maintien de la place éminente de notre continent dans le secteur spatial, fruit du succès de nombreuses réunions au niveau ministériel du Conseil de l'ESA. ■

synergies between all space players and stimulated debate about the future direction that Europe's space programme should take, particularly with respect to enhancing competitiveness. But the CWG's meetings are only one element of preparations. The key to reaching decisions at the council meeting on 2 December is the regular informal meetings held between ministers. Switzerland has provided the ideal neutral ground for these meetings and negotiations, not to mention the meeting rooms at various European airports.

Launcher issue

Ministers have met several times to discuss one of the main items on the table: the proposal to guarantee independent access to space for European customers, giving priority to institutional missions. The second aim of this proposal is to make Europe's launch services more competitive and establish a European preference for European institutional missions. This proposal is the result of ESA's tireless efforts working with everyone in the launch industry and the support of CNES and other national agencies. Working groups have been busy all

summer defining launcher configurations to achieve the right trade-offs and reshaping the governance process to bring down development and operating costs. The ministers and their delegations now have a proposal based on a European family of Ariane 5, Ariane 6 and Vega launchers, with cost targets within realistic budget limits and the aim of leveraging as effectively as possible the legacy that member states have built up over 50 years. This remarkable effort comes at a time when rapidly emerging players are posing a growing threat, particularly in the United States where they have spectacularly entered the market, thus focusing ESA's mind on boosting competitiveness and reducing operating costs.

Unprecedented effort

The preparations for the 2014 council meeting have been marked by an unprecedented effort on the part of all concerned to craft proposals capable of meeting the major challenges that await the launch services sector, while also laying the foundations for the future of space in Europe and around the globe. It remains to secure ISS exploitation until 2020 and possibly beyond and to successfully accomplish the

ExoMars mission, while opening new avenues for space exploration that are likely to gain traction with a maximum number of member states. ESA's role at the heart of Europe must also be strengthened and the scope of its actions alongside the European Commission better defined to build a space policy to serve all European citizens, while envisioning what instruments will be needed tomorrow to pursue the future programmes that will complement Galileo and Copernicus.

In addition to the preparatory work already detailed above, CNES has also conducted numerous bilateral exchanges with all member states. A ministerial council meeting necessarily results in a compromise to fit the priorities of the largest number and convince them to maintain funding. CNES has been mandated to promote France's positions and achieve the broadest consensus possible around the space ministers' table. At stake: the preservation of our continent's pre-eminent position in space—a position that successive ESA ministerial council meetings have worked hard to win. ■

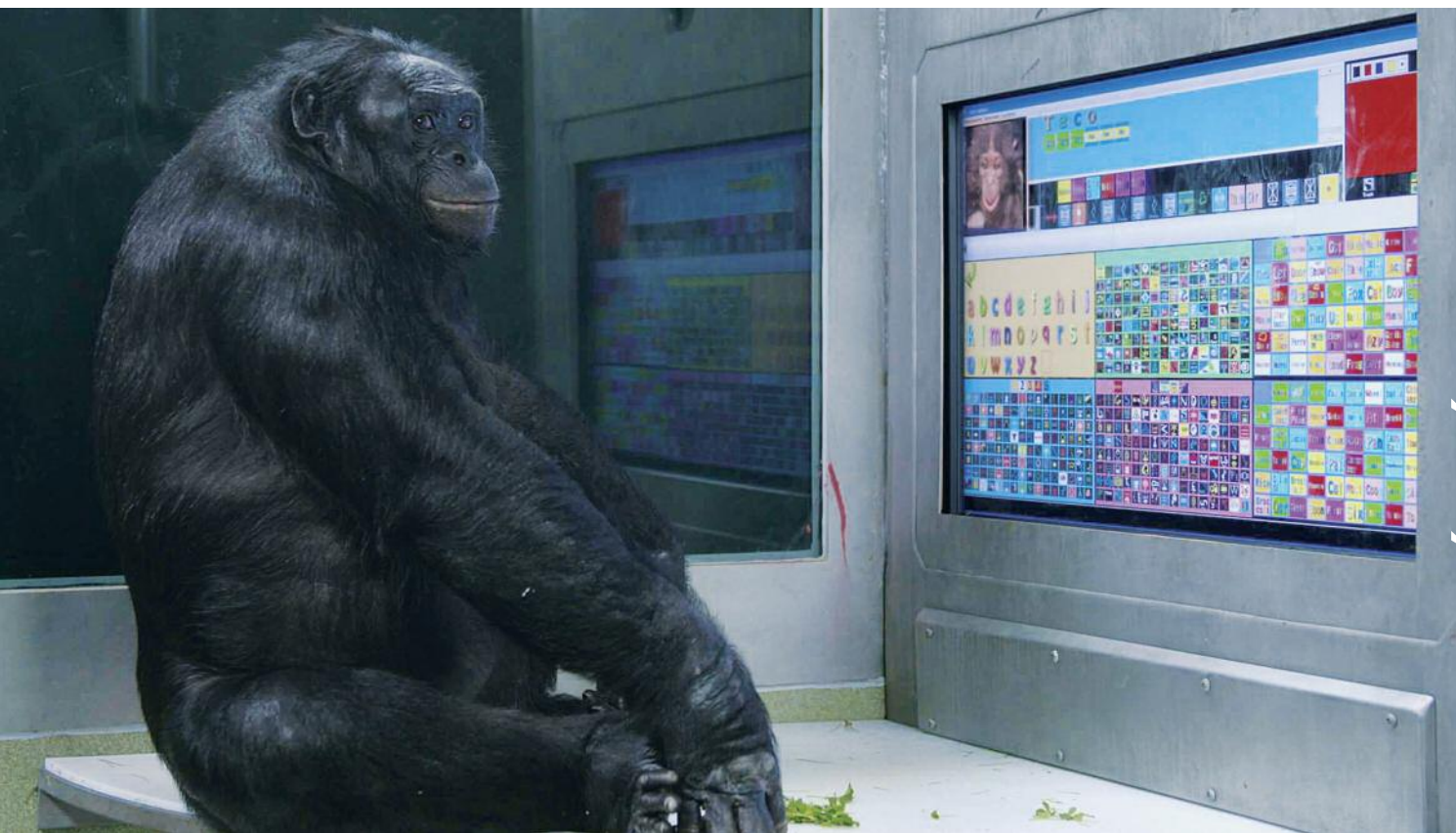


Canada - Congrès annuel de l'IAF / Fidèle au rendez-vous de l'IAF¹, le CNES était présent à Toronto, du 29 septembre au 3 octobre 2014, à son congrès annuel, à travers une exposition et la participation d'une délégation d'ingénieurs à de nombreuses sessions professionnelles. Lieu de convivialité, son stand de 54 m² a délivré un message institutionnel axé sur ses cinq domaines d'intervention (Ariane, sciences, observation, télécommunications, défense). Compte tenu cette année de la localisation canadienne, un focus a été fait sur la coopération franco-canadienne, soulignant le succès de la campagne conjointe CNES-ASC² de lâchers de ballons atmosphériques réalisée au nord de l'Ontario, qui venait de se terminer juste avant l'ouverture du congrès.

Canada - Annual IAF congress - CNES was in Toronto from 29 September to 3 October for the annual congress of the International Astronautical Federation (IAF), where it had a stand and its delegation of engineers attended many trade sessions. Covering 54 sq.m. of floor space, its welcoming stand focused on the agency's five areas of activity—Ariane, sciences, Earth observation, telecommunications and defence. With IAC held this year in Canada, the emphasis was on French-Canadian cooperation and the recent balloon release campaign conducted jointly with the Canadian Space Agency (CSA) from the Timmins base north of Ontario.

¹ International Astronautical Federation.
² Agence spatiale canadienne.





CENTRE STAGE

PARIS SCIENCE FILM FESTIVAL
Choice picks aplenty

The Pariscience international science film festival, now in its 10th year, seeks to strike a balance between scientific rigour and artistic pleasure. To this end, the 2014 programme boasts two new sections: the Big Screen competition, with films showcased at the major international festivals, and Kinetic, which offers a selection of movies noted for their more creative qualities. For five days, scientists, movie buffs and the simply curious are treated to a feast of all things cinematic. The 60 titles selected, whether for their stunning cinematography, imaginative insight or sensitive take on the subject matter, reflect the vitality of international production today. Chimpanzees, elephants, coelacanths, the stomach (our 'second brain'), our relationship with monkeys and time, the 'superpowers' of urine, crime detection and more—the festival also covers human interest, modern life and eminent personalities. One such figure is Joseph-Louis Lagrange, the subject of a 32-minute movie on his vital contribution to space that invites viewers to reflect on the role of scientists in revolutionary politics. CNES has supported the festival for several years and space is a recurring theme. Numerous films are set in space or have connections with it, and various space personalities have volunteered to give talks to young people, including astronauts Claudie Haigneré and Léopold Eyharts, or sit on the selection committees. Organized by Science & Télévision (AST), the festival is free of charge and open to all. A veritable celebration of intelligence, knowledge and creativity!

● The Pariscience international science film festival took place at the Paris natural history museum from 2-7 October.

Palmarès 2014 du festival Pariscience.
2014 festival winners.

www.
cnes.fr/
webmag

Festival Pariscience UNE CRÉATIVITÉ FOISSONNANTE

Privilégier un savant équilibre entre rigueur scientifique et recherche esthétique, tel est l'objectif de l'édition 2014 du Festival international du film scientifique, Pariscience, qui fête ses 10 ans. Une volonté illustrée par la création de deux nouvelles sections: la compétition Grand Écran, qui rassemble des films présentés pour la plupart dans des grands festivals internationaux, et la section Kinetic, portant une attention particulière à la qualité d'écriture.

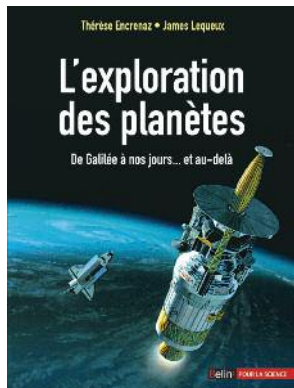
Pendant cinq jours, scientifiques, cinéphiles et curieux se sont retrouvés comme des gourmands face à la devanture d'une pâtisserie. Qu'ils brillent par la sensibilité du regard, par le caractère bouleversant des images, par la puissance de l'imagination, les 60 films sélectionnés témoignent de la vitalité de la production internationale. Chimpanzés, éléphants, coelacanthes, ventre-cerveau, criminalistique, superpouvoirs de l'urine, relations homme-singe, relation de l'homme au temps..., le festival traite aussi d'aspects humains, de vie contemporaine, de personnalités hors du commun. Parmi les films consacrés à ces personnalités, *Lagrange*, film de 32 minutes, offre l'occasion de découvrir ce scientifique capital pour le monde spatial et nous entraîne dans une réflexion sur l'implication des scientifiques dans la vie politique à l'époque de la Révolution.

Cette manifestation est soutenue depuis plusieurs années par le CNES, et l'espace y est particulièrement présent. De nombreux films illustrent l'activité spatiale, et plusieurs acteurs de ce domaine se sont portés volontaires pour intervenir auprès du jeune public, tels les spationautes Claudie Haigneré et Léopold Eyharts, ou participer à la sélection en tant que membres de jurys. Organisé par l'AST (Association science & télévision), le festival est gratuit et ouvert à tous. Une véritable fête pour l'intelligence, la connaissance et la créativité.

● Pariscience – Le festival international du film scientifique s'est tenu du 2 au 7 octobre 2014, au Muséum national d'histoire naturelle (Paris).

LECTURES

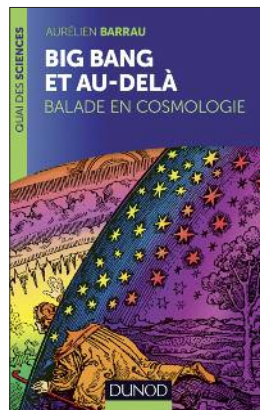
BOOKS



L'exploration des planètes, par Thérèse Encrenaz et James Lequeux, Éditions Belin, coll. « Pour la science », 2014, 223 pages, 24,5 € / by Thérèse Encrenaz and James Lequeux - Published by Belin / Pour la Science - 2014 - 223 pages - €24.50



L'espace en quelques mots, par Éric Dautriat, préface de Jean-Claude Carrière, illustrations de Mathilde Damour, Éditions du Cherche-Midi, 2013, 160 pages, 15 € / by Éric Dautriat - Préface by Jean-Claude Carrière - Illustrated by Mathilde Damour - Published by Cherche-Midi - 2013 - 160 pages - €15



Big Bang et au-delà, par Aurélien Barrau, Éditions Dunod, 2013, 150 pages, 14,5 € / by Aurélien Barrau - Published by Dunod - 2013 - 150 pages - €14.5



Ces Français dans la Lune..., par Jean-Michel Faidit, préface de Philippe Morel, Les Presses du Midi, 2012, 153 pages, 19 € / by Jean-Michel Faidit - Préface by Philippe Morel - Published by Les Presses du Midi - 2012 - 153 pages - €19

Quatre siècles d'exploration

Des montagnes sur la Lune aux satellites naturels en orbite autour de Jupiter, voici ce que découvre Galilée en 1609. Grâce à ces découvertes, il confirme ce que ses prédécesseurs avaient déjà osé formuler : la Terre tourne autour du Soleil et non pas l'inverse. Chemin faisant, les observations à la lunette se multiplient. Des satellites de Saturne sont débusqués, la Lune dévoile ses phases, le Soleil ses taches... Que valent dès lors les paroles de Ptolémée, de Tycho Brahe ou d'Aristote ? Et que conclure de ces astres qui peuvent disparaître du ciel pendant quatre ans ! L'espace est chamboulé, tout est à revoir, à reconstruire. Le ciel est devenu un champ d'exploration que quatre siècles ne suffisent pas à révéler entièrement. Quatre siècles que ce livre retrace, faits d'avancées et de reculades pour conduire l'homme au-delà de sa simple condition.

Four centuries of exploration

From the Moon's mountains to Jupiter's natural satellites, Galileo made some remarkable discoveries back in 1609, confirming what his forebears had dared to postulate: the Earth revolves around the Sun and not vice versa. As time went on, telescope observations revealed Saturn's satellites, the Moon's phases and the Sun's spots, so what could Ptolemy, Tycho Brahe and Aristotle teach us now? And what could we learn from the stars, which could be gone in four years? Space had been turned upside down, with everything up for review. The sky became a vast field of exploration and over the next 400 years would give up its secrets only slowly. The book retraces these four centuries, with all the advances and retreats that would lead humankind beyond its simple condition.

Énumération sélective

Ce petit dictionnaire de l'espace se veut très sélectif. Il y a les gros mots, des mots qui préservent leur mystère (*Hal, Korolev, Peemünde ou Tryphon*) des mots de stars (*Ariane, Gagarine, Jason*), des mots de vacances (*aventure, île, météo, odyssée, rêve ou voyage*), des mots économiques et politiques (*décompte final, guerre des étoiles, investisseur principal, privatisation, souveraineté*), les mots des chiffres – allez savoir pourquoi – comme *dix-sept, onze, treize*... Leur point commun ? Un rapport, même ténu, avec l'espace. À partir de ce fil se déroule un épisode de la vie spatiale, un scénario mythique, un paysage extraordinaire, le portrait d'un passeur de rêves ou l'évocation d'une mission sidérante. Comme dans un dictionnaire, le lecteur entre appelé par un mot, rebondit sur d'autres, avance ou recule, au gré de sa curiosité.

A distinctive dictionary

This short space wordbook includes swearwords, terms shrouded in mystery, stars, holiday vocab, economic and political terms and numbers. So what do they have in common? They are all connected with space, albeit rather tenuously in some cases. This common thread leads to an episode in the space adventure, a mythical scenario, an extraordinary landscape, a profile of a visionary, an awe-inspiring mission and more. As with any dictionary, readers look up a word, then find themselves drawn to other words as their curiosity grows.



Notre librairie en ligne.
See CNES's online bookstore.

Balade en cosmologie

Notre Univers a-t-il un début ? Est-il unique ? Dans ce bref essai, l'auteur décrit en termes simples le cosmos dessiné par la physique d'aujourd'hui. À la manière d'une promenade mêlant physique et philosophie, les piliers et les énigmes du big bang sont abordés les uns après les autres, en passant par les trous noirs, les particules élémentaires, le satellite Planck et la découverte du boson de Higgs. Parce que la science est avant tout une aventure humaine, l'auteur esquisse son expérience en contrepoint des explications physiques fournies dans une langue simple et accessible, glissant ici et là ses convictions et révoltes. Ce petit livre n'est ni un traité de cosmologie ni une autobiographie. Il est une simple balade en cosmologie, légère et sans visée systématique, destinée à tout esprit curieux, sans aucun prérequis scientifique.

A stroll through cosmology

Did our Universe have a beginning? Is it the only one? In this short essay, the author describes in simple terms the cosmos according to physics today. Presented as a journey combining physics and philosophy, the underpinnings of the Big Bang theory and the mysteries surrounding it are addressed one by one, along with black holes, elementary particles, the Planck space observatory and the Higgs boson. Because science is first of all a human endeavour, the author shares his personal experience, convictions and complaints as a counterpoint to the technical explanations. This short book offers a simple stroll through cosmology, in a light and airy style with no systematic agenda. It is aimed at anyone with an interest, with no scientific background required.

Cratères et biographies

Que quelques éminents scientifiques aient exporté leur patronyme sur la Lune ne surprend guère. De même que des poètes tels que Baudelaire, Chénier se soient vu attribuer un espace où poursuivre leurs rêveries. En revanche, que des écrivains tels Hugo, Zola ou Balzac aient poussé leur notoriété sur les dépressions séléniques, voilà qui témoigne d'une belle ouverture d'esprit chez les astronomes, même si ces appellations sont restées « non officielles ». Combien de femmes ont donné leur nom à un cratère ? Marie Curie, Brigitte Catena... On découvre aussi qu'Allemands et Américains sont les plus représentés par les noms de cratères. Viennent ensuite les Français et les Anglais (respectivement 166 et 160 noms). Chaque fiche comporte une présentation du cratère ainsi qu'une courte biographie de son « propriétaire ».

Craters and biographies

Not unsurprisingly, various lunar features bear the names of the scientists who discovered them. Similarly, poets like Baudelaire and Chénier have been given a place in space to pursue their musings. Writers such as Balzac, Hugo and Zola have even extended their influence as far as Mercury, thanks to open-minded astronomers, although these crater names remain unofficial. How many women have lent their name to a crater or catena (crater chain)? Marie Curie and Brigitte Bardot are two examples. According to the author, the Germans and Americans have named the most craters, followed by the French and British, with 166 and 160 each, respectively.

EXPÉDITION

« LA PLANÈTE REVISITÉE » EN GUYANE



Après le Vanuatu, le Mozambique, Madagascar et la Papouasie-Nouvelle-Guinée, la Guyane est la première collectivité d'outre-mer à accueillir une expédition scientifique de découverte de nouvelles espèces, soutenue par le CNES : « La planète revisitée ». Jusqu'en mars 2015, des scientifiques vont se succéder pour explorer terre et mer. Mené conjointement par le Muséum national d'histoire naturelle et Pro-Natura International, l'objectif du programme est d'accélérer la découverte et la description de nouvelles espèces. D'après les chercheurs, il y a urgence : entre 5 et 10 millions d'espèces restent à découvrir, parmi lesquelles un grand nombre sont vouées à disparaître. « Nous sommes la première génération de scientifiques conscients qu'un tiers ou la moitié de la biodiversité disparaîtra d'ici à la fin du siècle et que 80 % n'est pas encore décrite », précise Philippe Bouchet du Muséum national d'histoire naturelle. Ce programme vise les régions du globe particulièrement riches en biodiversité mais jusqu'ici insuffisamment inventoriées. À ce titre, la Guyane est un terrain d'exploration de premier ordre, tant sa biodiversité « négligée » (invertébrés marins et terrestres, plantes, champignons) offre une richesse exceptionnelle. Ces espèces représentent 95 % de sa biodiversité et jouent un rôle fondamental dans l'équilibre des écosystèmes. L'objectif visé est d'intégrer ces espèces dans les actions menées par les organismes de protection et de conservation de la nature, et de les mettre à la disposition des scientifiques pour les étudier. Pour ce faire, les équipes sur le terrain doivent réaliser des inventaires ambitieux et massifs pour que les résultats aient une portée internationale. En tant que propriétaire des îles du Salut, le CNES accompagnera le volet côtier de l'expédition : tout sera mis en œuvre pour faciliter le travail de ces aventuriers qui emboîtent le pas aux naturalistes du XIX^e siècle.

• <http://laplaneterevisitee.org/fr>

EXPÉDITION 'Our Planet Reviewed' in French Guiana

After Vanuatu, Mozambique, Madagascar and Papua New Guinea, French Guiana is the first overseas territory to host *Our Planet Reviewed*—a series of science expeditions to discover new species, supported by CNES. Between now and March 2015, teams of scientists will explore land and sea. Jointly led by the Paris natural history museum and Pro-Natura International, the programme's goal is to speed up the process of discovering and describing new species. Researchers tell us that time is of the essence: between 5 and 10 million species remain undiscovered, with many likely to become extinct before we find them. "We're the first generation of scientists aware that a third or half of the planet's

biodiversity will disappear by the end of the century and that four-fifths of it hasn't been described," says Philippe Bouchet of the Paris natural history museum. The programme focuses on parts of the world with rich biodiversities, but which have not been sufficiently inventoried.

As such, French Guiana is an obvious choice

because its biodiversity, which includes marine and terrestrial invertebrates, plants and fungi, is exceptionally rich, yet largely overlooked. These species represent 95% of its biodiversity and play a crucial role in the balance of ecosystems. The objective is to include them in the actions by protection and conservation bodies and provide scientists with new material for study. To this end, the teams in the field need to conduct ambitious and large-scale inventories to ensure the results have an international reach. As owner of the Îles du Salut, CNES is supporting the coastal component of the expedition and is making all resources available to these adventurers as they follow in the footsteps of the great naturalists of the 19th century.



RENDEZ-VOUS

EVENTS

TOULOUSE FILM ARCHIVE

Season 3

For the 2014-15 season of the Space Odyssey programme, run by the Cinémathèque film archive in Toulouse in partnership with the Cité de l'espace and CNES, speakers from the agency will be giving talks about each of the themes addressed. First up is *Deep Impact* (directed by Mimi Leder, 1998, 120 min.) on Tuesday 9 December at 8 p.m., with Philippe Gaudon, Rosetta Project leader. It is followed by *Silent Running* (Douglas Trumbull, 1972, 89 min.) on Wednesday 14 January, with Laurent Braak from the MEDES space clinic, then *Contact* (Robert Zemeckis, 1997, 150 min.) on Tuesday 10 February, with Xavier Passot, head of CNES's GEIPAN group, which studies unidentified aerospace phenomena.

Les projections en partenariat CNES sur le site de la cinémathèque.
Screenings in partnership with CNES on the film archive's website.

www.
cnes.fr
webmag

CINÉMATHEQUE DE TOULOUSE

SAISON TROIS

« L'Odyssée de l'espace », partenariat entre la cinémathèque de Toulouse, la Cité de l'espace et le CNES, est reconduite pour la troisième année avec une nouvelle programmation 2014-2015. L'originalité de la démarche repose sur la participation d'un conférencier du CNES qui nourrit le propos de chacun des sujets abordés. Premier rendez-vous avec *Deep Impact* (Mimi Leder, 1998, 120 min) **mardi 9 décembre à 20 heures**, en présence de Philippe Gaudon, chef de projet Rosetta, suivi de *Silent Running* (Douglas Trumbull, 1972, 89 min), le **mercredi 14 janvier**, en présence de Laurent Braak, un des responsables du Medes (clinique spatiale), et de *Contacts* (Robert Zemeckis, 1997, 150 min), le **mardi 10 février**, en présence de Xavier Passot, responsable du Geipan qui étudie des phénomènes aérospatiaux non identifiés. À vos agendas.



CONVERSATIONS VIDÉO

LES #CNES TALKS REPRENENT !

Jusqu'en décembre, trois #CNES Talks consacrés à Rosetta seront organisés sur la Toile. L'occasion d'en savoir plus sur les premières découvertes de cette mission hors norme et de mieux comprendre le rôle du petit atterrisseur Philae. Depuis plus d'un an, internautes et salariés du CNES dialoguent lors des #CNES Talks, ces conversations vidéo au long cours diffusées en direct. Douze ont déjà été organisés, traitant de Rosetta, de l'océanographie spatiale ou encore de la politique spatiale française. À voir et revoir sur <http://www.cnes.fr/cnes talks>.



Enjeux des données spatiales pour la société / S'arracher de la surface de la Terre pour voir d'en haut ce qui s'y passe n'est plus un rêve. Des instruments sophistiqués portés par des satellites produisent des flux de données qui, insérées dans des processus complexes d'information, contribuent à la connaissance du « système Terre ». Réalisé dans le cadre du programme de recherche en sciences humaines et sociales du CNES « Espace, innovation, société », l'ouvrage *Observer la Terre depuis l'espace*¹ décrit l'aide précieuse que l'observation satellitaire apporte dans la gestion des milieux naturels, la prévention des risques ou l'action après les catastrophes.

¹ Écrit par Cathy Dubois, Michel Avignon et Philippe Escudier, éditions Dunod, 2014, 24,5 €.

Space data for society / Escaping Earth to get a better view of what is happening here is no longer just a dream. Satellites and the sophisticated instruments they carry are returning huge amounts of data, which are processed by complex information systems to help us understand how our planet works. Produced as part of the CNES-led 'space, innovation and society' research programme, drawing on human and social sciences, a new book entitled *Observer la Terre depuis l'espace*¹ describes the valuable contribution of satellite observation to environmental conservation, risk mitigation and disaster response.

¹ Written by Cathy Dubois, Michel Avignon and Philippe Escudier. Published by Dunod - 2014 - €24.50.

www.
cnes.fr/
webmag

#CNES talks are back!

Between now and December, three #CNES talks about Rosetta will take place on the web. Learn more about what this extraordinary mission has found so far and better understand the Philae lander and its role. For more than a year now, #CNES talks have brought CNES personnel and the public together for live and extended video conversations. Twelve have been held to date, on subjects from Rosetta and satellite oceanography to French space policy. Take part and watch the archives at: <http://www.cnes.fr/cnes talks>.

MARDIS DE L'ESPACE

NOUVEAU CYCLE

La 4^e saison des Mardis de l'espace débute le 21 octobre 2014 à 19h30 au Café du Pont-Neuf (Paris). Cette année fera la part belle à la réflexion et au débat, avec des soirées consacrées aux débris orbitaux, à l'accès à l'eau, aux astéroïdes. La saison démarre avec Jeremy Querenet, auteur de chroniques sur les sciences au cinéma sur France Inter et un spécialiste de la bande dessinée spatiale, Pascal Bultel (CNES). Leur point de convergence: « 2001 : l'Odyssée de l'espace, quand la réalité rejoint la fiction », un film et un manga mythiques. Au programme des prochains mois :

- 18 novembre 2014, « Les débris spatiaux : comment s'en débarrasser ? », avec Christophe Bonnal, CNES, et Jacques Arnould, CNES.
- 16 décembre 2014, « Rosetta : résultats d'une mission spectaculaire », avec Francis Rocard, CNES, et Jean-Pierre Bibring, CNRS.

- 20 janvier 2015, « Swarm : pour comprendre les effets du champ magnétique », avec Mioara Manda, CNES, et Gauthier Hulot, ICGP.



TUESDAY SPACE TALKS

New season

The Tuesday space talks, held at the Café du Pont Neuf in Paris, have entered their fourth season. This year's programme is set to spark analysis and debate, with sessions on orbital debris, access to water and asteroids. The season starts at 7:30 p.m. on 21 October with a talk entitled "2001: A Space Odyssey - reality tested by fiction" by Jeremy Querenet, a science film

columnist with France Inter, and Pascal Bultel, an expert in space comic strips and manga at CNES. Also on the programme:

- 18 November, *Space debris: what should we do about it?* with Christophe Bonnal (CNES) and Jacques Arnould (CNES)
- 16 December, *Rosetta: results of a spectacular mission*, with Francis Rocard (CNES) and Jean-Pierre Bibring (CNRS)
- 20 January, *Swarm and the effects of Earth's magnetic field*, with Mioara Manda (CNES) and Gauthier Hulot (ICGP geophysics institute)

#CNES TALKS www.cnes.fr/cnes talks

MARDIS DE L'ESPACE Programme de la saison 2014-2015 en ligne. Tuesday space talks. See the programme of the 2014-2015 season on line.

FILMS

PROJECTION

Les révélations du désert d'Atacama

La Géode présente en Imax 180° *Hidden Universe*, des images spectaculaires et très récentes de l'Univers prises par les télescopes les plus puissants du monde (le *Very Large Telescope* et le télescope Alma). Grâce à la qualité de l'air de ce désert, la base futuriste de l'ESO (Observatoire européen austral) dans le désert d'Atacama est le plus bel observatoire terrestre. En compagnie de deux jeunes astronomes, les spectateurs pourront découvrir les plus anciennes galaxies, admirer la naissance d'étoiles au cœur de saisissants nuages de gaz et de poussière. Ils seront témoins de la collision de deux galaxies avant de s'engager dans une promenade insolite à la surface de Mars et du Soleil.

• La Géode, Cité des sciences et de l'industrie, Paris.

SCREENING

Secrets from the Atacama Desert

The Géode IMAX 3D theatre at the Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris is showing *Hidden Universe*, which allows viewers to experience spectacular recent images of the cosmos from the world's most powerful telescopes: the Very Large Telescope (VLT) and the Atacama Large Millimetre Array (ALMA). The European Southern Observatory (ESO), also in the Atacama Desert, Chile, offers one of the best locations in the world for ground-based observations, thanks to the dry air. In the company of two young astronomers, viewers are invited to discover the oldest galaxies, witness the birth of stars in striking clouds of gas and dust, observe the collision of two galaxies and walk on the surface of Mars and the Sun.



PROJECTION ATACAMA Bande-annonce du film *Hidden Universe* en ligne. Atacama screening. Trailer of the film *Hidden Universe* on line.

LA TÊTE DANS LES ÉTOILES Tous les rendez-vous du CNES à Agen en ligne. Head in the stars. See the programme of CNES events in Agen on line.

AGEN

LA TÊTE DANS LES ÉTOILES

Durant un mois, la ville d'Agen va ouvrir ses portes, du 11 octobre au 10 novembre, aux « Enjeux de l'espace », une manifestation copilotée par la ville et le CNES. L'hôtel-de-ville va ouvrir exceptionnellement sept jours sur sept sa salle des illustres à l'exposition « De l'espace pour la Terre » (visites libres et guidées). Le Théâtre Ducournau a, quant à lui, programmé un cycle de conférences tous les jeudis soirs à 18h30. Au programme: le 16 octobre, Sylvestre Maurice, astronome à l'Observatoire Midi-Pyrénées, reviendra sur la mission « Curiosity: deux ans d'exploration à la surface de Mars ». Le 23 octobre, Pierre Chadoutaud (CNES) présentera « l'ATV: le cargo de ravitaillement européen de la Station spatiale internationale ». Le 30 octobre, Murielle Lafaye et Jacques Arnould (CNES) se questionneront sur « l'espace pour la Terre: quelles visions en 2030? ». Enfin, le 6 novembre, Bernard Cabrières (CNES) expliquera comment « mieux comprendre et mieux gérer la planète grâce aux satellites ». De nombreuses animations sont également organisées. Il y en aura pour tous les publics!

• Plus d'infos sur : www.agen.fr

AGEN

City sets sights on stars

From 11 October to 10 November, Agen is opening its doors for an event called the *Enjeux de l'espace*, organized by Agen city council in partnership with CNES. The city's main hall is hosting the 'Space for Earth' exhibition, open seven days a week, with free entry and guided tours, and the Ducournau theatre is the venue for a series of talks on Thursday evenings at 6:30 p.m. On 16 October, Sylvestre Maurice, an astronomer at the Midi-Pyrenees Observatory, will talk on "Curiosity: two years of exploration on the Martian surface". On 23 October, Pierre Chadoutaud (CNES) will present "ATV: Europe's resupply mission to the ISS". On 30 October, Murielle Lafaye and Jacques Arnould (CNES) will ask the question "Space for Earth: what is our vision 2030?" And on 6 November, Bernard Cabrières (CNES) will explain how to "Better understand and better manage our planet, thanks to satellites". The programme also includes a host of other installations and activities for visitors of all ages.

¹ The challenges of space - More details at www.agen.fr

EXPOSITION ÉPHÉMÈRE

SYMPHONIE PREND CONTACT

Nuit Blanche est une manifestation artistique annuelle qui propose un parcours dédié à l'art contemporain dans l'espace urbain. Installations et performances investissent, le temps d'une nuit, rues, musées, institutions culturelles et lieux méconnus. C'est dans ce cadre que l'Observatoire de l'espace du CNES a présenté « Kontakt », une exposition éphémère mettant à l'honneur la jeune création. Quatre artistes¹ ont imaginé chacun une œuvre autour des archives méconnues du programme spatial franco-allemand Symphonie, premier satellite de télécommunication européen. Par un travail de réappropriation des archives, chaque création questionne la place de l'espace dans la mémoire et l'imaginaire collectifs. Les œuvres issues de ces regards croisés sur l'histoire spatiale ont montré la vitalité de la construction européenne et sa capacité à susciter des récits contemporains autour de sa propre histoire.

¹ Raphaël Dallaporta, Simon Ripoll-Hurier, Romain Sein, et Simon Zagari. - « Kontakt », 4 octobre 2014, CNES Paris.

EPHEMERAL EXHIBITION

Symphonie makes Kontakt

Nuit Blanche is an annual all-night culture festival in Paris, with tours and trails around the city's museums and cultural institutions as well as contemporary art and other installations at lesser-known venues and in the streets. At this year's festival, CNES's Observatoire de l'Espace presented *Kontakt*, an ephemeral exhibition by four young artists¹, who each produced a work drawn from the largely unknown archives of the French-German Symphonie programme, Europe's first telecommunication satellite. As part of this re-appropriation of archive material, each artist explored the role of space in our collective memory and imagination. The four pieces reflect the vitality of European industry and its ability to inspire new works of art today.

¹ Raphaël Dallaporta, Simon Ripoll-Hurier, Romain Sein and Simon Zagari. - *Kontakt*, 4 October, CNES Paris.



CIEL & ESPACE

Le Prix du livre d'astronomie

Comètes, astéroïdes, étoiles filantes et météorites : oui, le ciel peut nous tomber sur la tête, ainsi qu'on le découvrira dans *Le ciel peut-il nous tomber sur la tête ?* Le 5 août 2014, l'ouvrage a reçu le premier prix Ciel & Espace du livre d'astronomie, lors du Festival d'astronomie de Fleurance. Écrit d'une plume alerte, il est destiné aux enfants, qui y découvriront l'observation des étoiles filantes et les mille et une idées pour protéger la Terre de la chute d'un gros astéroïde. C'est aussi pour les adultes une excellente introduction à la thématique des petits corps dans le Système solaire. Le CNES était partenaire institutionnel de la première édition de ce prix. Le jury comprenait des personnalités du monde de l'astronomie, parmi lesquelles Fabienne Casoli, du CNES. L'auteur, Jean-Pierre Urbain, est éditeur du magazine *Astronomie-Québec* et de l'Annuaire astronomique. Une séance de dédicace est organisée à la Maison de l'Astronomie (Paris) le 15 novembre à partir de 15 heures.

Le ciel peut-il nous tomber sur la tête ? par Jean-Pierre Urbain, Éditions Multimondes, 82 pages, 15,95 €.



CIEL & ESPACE MAGAZINE

Astronomy book prize

Comets, asteroids, shooting stars and meteorites—yes, the sky could fall on your head! Or so we learn in *Le ciel peut-il nous tomber sur la tête ?* which won the first Ciel & Espace astronomy book prize at the Fleurance astronomy festival on 5 August. Written in a lively style, it shows children how to observe shooting stars and offers a host of ideas to protect our planet if a huge asteroid comes our way. For adults, it is an excellent introduction to the topic of small bodies in our solar system. CNES was the institutional partner of this first edition of the prize. The panel included key personalities from the world of astronomy, including CNES's Fabienne Casoli. The book's author, Jean-Pierre Urbain, is editor of *Astronomie-Québec* magazine and the *Annuaire Astronomique*. He will be signing his book at the Maison de l'Astronomie in Paris on 15 November, from 3.00 p.m.

Le ciel peut-il nous tomber sur la tête ? by Jean-Pierre Urbain - Published by Multimondes - 82 pages - €15.95



Un 3^e symposium A-Train / Du 4 au 6 mars 2015 aura lieu, en Californie, le 3^e symposium international dédié à l'A-Train. Ces journées mettront en évidence les avancées scientifiques réalisées grâce au système multi-capteur. Le programme comprendra conférences, séances plénières, tables rondes, mais aussi temps d'échanges. www.smsc.cnes.fr/CALIPSO/Fr

3rd A-Train Symposium / The 3rd International A-Train Symposium will take place in California, 4 to 6 March 2015. The event will highlight the scientific advances made possible by this multi-sensor system. The programme includes talks, plenary sessions, roundtables and discussion times.

www.cnes.fr/webmag

A-TRAIN www.smsc.cnes.fr/CALIPSO/Fr

AGENDA

DIARY

1-5/10/2014	10 ^{es} Rencontres aéronautiques et spatiales 10 th Air and Space Show Gimont www.gimont-aero.com
7-9/10/2014	Symposium « Solar metrology needs and methods » Paris www.solarmetrology2014.com
7-10/10/2014	ICSO, conférence internationale sur l'optique spatiale International Conference on Space Optics (ICSO 2014) Tenerife (Espagne) Spain www.icso2014.org
11/10-10/11/2014	« Les enjeux de l'espace » "Challenges of Space" event Hôtel de ville. Agen.
21-23/10/2014	Lambda Mu, 19 ^e colloque sur la maîtrise des risques et la sûreté de fonctionnement Lambda Mu: 19 th symposium on risk management and dependability Dijon www.imdr.eu/congres.lamda-mu/imdr.eu
27-31/10/2014	New Frontiers of Altimetry. Co-organisation avec Eumetsat. New Frontiers of Altimetry. Jointly organized with Eumetsat Constance (Allemagne) Germany www.oostst-altimetry-2014.com
3-4/11/2014	Troisième colloque Microscope 3 rd Microscope symposium Palaiseau www.microscope3.sciencesconf.org
13-16/11/2014	« Des étoiles et des ailes » "Des Étoiles et des Ailes" aerospace festival Cité de l'espace. Toulouse.
18-20/11/2014	36 ^e édition du Digiworld Summit 36 th Digiworld Summit Le Corum. Montpellier. www.digiworldsummit.com
1-5/12/2014	Salon Pollutec Pollutec exhibition Eurexpo. Lyon.
29/01/2015	Journée R&T systèmes orbitaux R&T day on orbital systems Centre des congrès Pierre Baudis. Toulouse.



C'Space - Record tous azimuts / La 6^e édition de C'Space¹ à Biscarrosse a battu tous les records, fin août 2014 : 49 fusées expérimentales et minifusées, 3 CanSat² et 1 ballon expérimental ont été lancés par les 260 jeunes, majoritairement étudiants. Les projets conçus et développés durant l'année expérimentaient des technologies innovantes. La Fusée Eve 6 du club Octave de l'université d'Évry prouvait l'intérêt de la fusion laser sélective pour la fabrication de la pointe de l'ogive et des ailerons ; la Fusée russe Soyouz n° 4 du club de l'université de Samara a réussi la séparation des 3 boosters et les largages de CanSats. La minifusée ENSaMAre du club de l'ENSMA testait un système de freinage par autogyre.

¹ Cette manifestation est organisée par le CNES, avec le concours de Planète Sciences.

² Concentré de satellite dans une canette de soda.
Contact esa-bic-sud-france@aerospace-valley.com



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...

JC²

Le rendez-vous des jeunes chercheurs

Du 13 au 15 octobre, pendant les JC² 1 2014, la Cité de l'espace (Toulouse) est devenue le QG des jeunes chercheurs, doctorants et postdoctorants cofinancés par le CNES. Étudiants en sciences pour l'ingénieur des systèmes orbitaux et de transport spatial, en sciences de l'Univers, de la Terre, de la matière ou de la vie, ils inventent les techniques spatiales de demain qu'ils utiliseront. « Ces journées sont pour les jeunes chercheurs un rendez-vous incontournable au cours duquel ils peuvent tisser les premiers liens de leurs réseaux professionnels », commente Henry Marquier, président du comité de programme. Le challenge : en un poster et trois minutes, chaque étudiant présente son projet d'étude et valorise son travail, ses résultats scientifiques et les innovations apportées. Ces journées sont l'occasion pour eux d'assister à des conférences et de rencontrer des ingénieurs, des représentants de laboratoires et de l'industrie qui y sont invités.

JC²

¹ Journées jeunes chercheurs.

Young researchers forum

This year's JC² young researchers forum was held at the Cité de l'espace in Toulouse, 13 to 15 October. The annual event brings together the PhD and postdoctoral researchers co-funded by CNES. Focusing on engineering (orbital systems, space transportation, etc.) and science (Universe, Earth, materials and life sciences), they are inventing and preparing to use the space technologies of tomorrow. "For these young researchers, JC² is a key event and an opportunity to make the first contacts in their professional networks," says Henry Marquier, chair of the programme committee. Each student has one poster and three minutes to present their research, findings and innovations. The programme also includes talks and a chance to meet engineers and representatives from laboratories and industry.

Anaïs, étudiante

Pourquoi l'été est-il plus long que les autres saisons ?

La distance entre la Terre et le Soleil n'est pas constante. En effet, la Terre tourne autour du Soleil sur une orbite elliptique et non pas circulaire. Pour l'orbite de la Terre, l'ellipse est très peu aplatie : la distance Terre-Soleil varie de plus ou moins 1,7 % autour d'une valeur d'environ 149 600 000 km... La variation de distance entre la Terre et le Soleil a pour conséquence que la Terre tourne moins vite autour du Soleil lorsqu'elle est plus loin. Ce moment a lieu début juillet : l'été dure donc plus longtemps que les autres saisons. L'été dure presque cinq jours de plus que l'hiver. (Michel Viso)

Anaïs, student

Why is summer longer than the other seasons?

The Earth's orbit is elliptical, not circular. Its distance from the Sun is therefore not constant, but varies by 1.7% (over an average distance of about 149,600,000 kilometres). The Earth moves more slowly around the Sun when it is furthest away. It reaches its furthest point in early July, which is why summer is almost five days longer than winter.

(Michel Viso)

Christophe, instituteur

Comment a été choisi le nom de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko ?

Depuis plus de dix ans, la sonde Rosetta poursuit la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, un nom peu facile à mémoriser. Il provient de l'Union astronomique internationale (UAI), qui affecte aux comètes des noms composés d'abord d'un numéro d'ordre chronologique dans leur catégorie. Dans ce cas, il s'agit de la catégorie des comètes dont la période, P, est inférieure à deux cents ans. La période est définie par le temps que met l'objet céleste à effectuer un tour complet autour du Soleil. En l'occurrence, Churyumov-Gerasimenko met environ six ans et demi pour parcourir son orbite. Ainsi, la comète de Halley porte-t-elle le chiffre 1P, marquant l'ouverture de sa catégorie. L'UAI enregistre les découvertes et leur donne une appellation provisoire. Lorsque la nature de l'objet est confirmée, le découvreur propose un nom (souvent son propre nom) qui est soumis à l'approbation de l'UAI afin d'être officialisé. Dans le cas de Churyumov-Gerasimenko, le nom associe celui de l'astronome découvreur, Klim Churyumov, à celui de sa collègue Svetlana Gerasimenko, qui avait enregistré la plaque photographique en 1969. (Francis Rocard)

Christophe, teacher

How did comet 67P/Churyumov-Gerasimenko get its name?

For over 10 years, the Rosetta spacecraft has been in hot pursuit of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, which we admit is not the easiest name to remember! Its designation was assigned by the International Astronomical Union (IAU). It includes a sequential number, which indicates the order of its discovery, and a letter, in this case P for periodic comet. A comet's orbital period is the time it takes to make one complete orbit of the Sun. Periodic comets have orbital periods of less than 200 years. 67P/Churyumov-Gerasimenko has a period of about 6.5 years. Halley's Comet is officially designated 1P/Halley because it was the first periodic comet to be observed. When an object is discovered, the IAU gives it a provisional designation. Once it is confirmed, the discoverer assigns it a name, usually their own surname, which is subject to IAU approval and then made official. 67P is named after its two discoverers: Klim Churyumov and Svetlana Gerasimenko, who first observed it on photographic plates in 1969.

(Francis Rocard)

CNESmag

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

www.cnes.fr/webmag

Crédits photos/Photo credits: © EDITO : CNES/E. Lefeuvre — NEWS : CNES/S. Godefroy (p.4-5), CNES/H. Piraud (p.6-7), CNES/F. Maligne (p.8 haut), ESA/Rosetta/Navcam (p.8 bas), CNES/H. Piraud (p.9 haut), Medes (p.9 bas), Thales Alenia Space/Menno Ridderhof (p.10), Julien Franc (p.11 haut), SSC RF IBMP RAS (p.11 bas), CNES/J. Chétrit (p.12 haut), NASA/JPL Caltech/MSSS (p.12 bas), Loll Willems (p.13-14), CNES (p.15 haut), S. Rouquette (p.15 bas), Thinkstock (p.16 haut), CNES (p.16 bas), CNES/ E. Grimault (p.17) — POLITIQUE : Hamilton/REA (p.19-20), CNES (p.22), CNES/ E. Grimault (p.23), CNES/Geipan/Temoir (p.25), Météo France (p.26), CNES/F. Maligne (p.27 gauche), ASI (p.27 droite) — SOCIÉTÉ : CNES (p.31-32), ESA/CNES/Arianespace/Optique vidéo du CSG/G. Barbaste (p.33-34), CNES/E. Grimault (p.35-36), Service Animation Socioculturelle/La Reynerie (p.37) — DOSSIER : CNES/H. Piraud (p.38-39), ESA/A. Le Floch (p.40), AOES Medialab/ESA (p.41), Sncma/Safran/E. Drouin (p.42 gauche), Sncma/Safran/P. Stroppa (p.42 droite), Sncma (p.43), CNES/ESA/Arianespace/Optique Vidéo CSG/J.-M. Guillon (p.45), ESA/P. Carril (p.46), CNES/P. Jalby (p.47), Sncma/Safran/E. Forterre (p.48), CNES/P. Le Doaré (p.49), CNES/ESA/NASA (p.50), CNES/H. Piraud (p.51), Space X (p.52), CNES/H. Piraud (p.53) — INTERNATIONAL : Henri Cartier-Bresson/Magnum Photos (p.55), ISRO (p.57), D. Destaerke (p.58), NASA (p.59-60), Air Pano.com (p.61 haut), Thinkstock/G. Images/Anmalkov (p.61 bas), Thinkstock (p.62), Pinpoint National Photography/Alex Webster (p.64) — CULTURE : Diepteschertpe BV/VPRO (p.65), F. Couchy/MNH/PNI (p.67), CNES/S. Godefroy (p.69), CNES/P. Jalby (p.70). 4^e de couv. : © CNES/P. Le Doaré, 2001.

⊕⊕⊕ CETTE ANNÉE-LÀ... *That year in history...*

2001

STENTOR, À L'AVANT-GARDE DE LA PROPULSION ÉLECTRIQUE

En essai sur la propagation des ondes radioélectriques à Cannes, le satellite expérimental Stentor avait pour objectif d'améliorer la compétitivité de l'industrie française dans le domaine des télécommunications spatiales. Il devait emporter à son bord des techniques très novatrices afin de les tester et de les valider, tels les accumulateurs lithium-ion et les tubes à ondes progressives à haut rendement. Le 11 décembre 2002, l'échec du lancement d'Ariane 5 ECA entraîne sa perte.

Stentor - An avant-garde electric satellite

Seen here undergoing radiowave propagation tests in Cannes, the Stentor experimental satellite was designed to offer more competitive solutions for France's space telecommunications industry. It was to test and validate some very innovative technologies devised by R&T programmes, such as lithium-ion cells and high-efficiency travelling wave tubes. It was lost on launch with the failure of Ariane 5 ECA on 11 December 2002.