

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

CNESmag

N° 59 • 10/2013

PROPULSION
L'ERGOL PASSE AU VERT

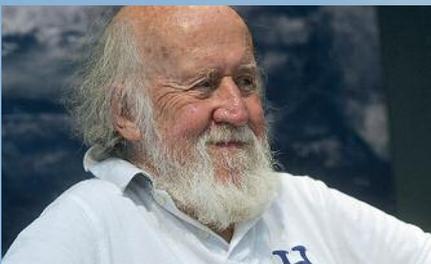
Propulsion
Propellant technologies go green



Transfert
technologique

DE L'INNOVATION AU MARCHÉ

Technology transfer
From innovation to market



HUBERT REEVES

Conteur d'étoiles

The 'starryteller'



SOMMAIRE

Contents
N° 59 - 10/2013



4 NEWS

- Gaia, ultime répétition
- Avec Pilot, l'astrophysique s'envole
- Fin de service pour l'Airbus Zéro-G

*Final dress rehearsal for GAIA
Astrophysics research scales new heights with PILOT
End of road for Airbus Zero-G*



18 POLITIQUE

- Interview de Bruno Le Roux, président du groupe socialiste à l'Assemblée nationale
- InSight, l'excellence française

POLITICS
*Interview with Bruno Le Roux, leader of the socialist group in the French parliament
InSight seeks out French excellence*



48 SOCIÉTÉ

- Les satellites s'invitent dans la prairie
- « Grain » regarde pousser les plantes

SOCIETY
*Satellites watch over mountain pastures
GRAIN for global crop forecasts*



34 DOSSIER

LE CNES OUVRE
LES PORTES DE
SA PROPRIÉTÉ
INTELLECTUELLE

SPECIAL REPORT
CNES spins off its intellectual property



58 INTERNATIONAL

- L'ISS, une vitrine pour la culture japonaise
- Horizon 2020, lancement imminent

*ISS showcases Japanese culture
Horizon 2020 all set for launch*



65 CULTURE

- L'espace pour cible à la Coupole
- Un partenariat spatial autour de l'ours

ARTS & LIVING
*La Coupole sets its sights on space
Space partnership focuses on bears*



Supplément pédagogique
CNESmag Éduc
Educational supplement

BILLET D'HUMEUR

Pierre Tréfouret

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



De Pékin à Toulouse !

Oui, l'espace mérite des rencontres au niveau mondial, et le 64^e congrès de l'IAC, l'*International Astronautical Congress*, qui vient de se tenir à Pékin, en est une belle illustration pour nous rassurer sur la capacité de notre humanité à se retrouver sur l'essentiel, au-delà de sa diversité.

Oui, le nombre de participants, la variété des agences spatiales et des structures présentes interpellent celui qui prend part aux conférences plénières ou aux sessions techniques.

Oui, bien au-delà du partage des expériences, de telles rencontres internationales contribuent, j'en suis convaincu, à faire de l'espace un vrai facteur de coopérations pacifiques. C'est pour cela qu'il est essentiel que le CNES y soit représenté à son plus haut niveau à travers son président Jean-Yves Le Gall. À la place qui est la mienne, la réunion des responsables « Éducation » des principales agences spatiales du monde m'a montré une nouvelle fois que, tous, nous partageons des convictions communes. Parmi elles, celle que l'espace contribue d'une manière singulière à attirer les jeunes vers les domaines d'excellence scientifique, ce qui est vital pour notre avenir.

Coïncidence ... ou évidence qui s'impose à tous : je trouve la même conviction, à mon retour de Chine, dans les propos de Bruno Le Roux, le président d'un groupe politique de l'Assemblée nationale, à travers nos colonnes : « *L'espace, affirme-t-il, est un bon socle pour attirer les jeunes vers la science.* » En effet, si le CNES va à la rencontre de 100 000 jeunes tous les ans et qu'il contribue aussi à la formation de 1 000 de leurs professeurs, c'est bien parce que les sciences leur permettront de trouver un travail, et donc de contribuer au développement de la richesse de notre pays. A contrario, si l'innovation, dont l'espace est un facteur, est source d'emplois, ceux-ci doivent encore trouver des hommes et des femmes capables demain de les assumer.

Ayant en tête la candidature de Toulouse pour accueillir, au nom de la France, l'IAC de 2018, je suis certain que cette ville – et, avec elle, toute la Région Midi-Pyrénées – est prête à porter l'engagement du CNES au service de l'emploi. La devise de la ville, « Pour Toulouse, toujours plus », ne mérite-t-elle pas d'être appliquée à notre champ d'activité ?

Viewpoint / From Beijing to Toulouse

Space deserves events of international standing and the 64th International Astronautical Congress (IAC), recently held in Beijing, is a fine and reassuring illustration that we humans can come together when it matters and put aside our differences.

The number of attendees and the range of space agencies and structures present at this event make everyone who takes part in the plenary conferences or technical sessions sit up and take notice.

And besides providing the chance to exchange experiences, I believe such international gatherings help to make space a key factor supporting peaceful cooperation. That is why it is essential that CNES be represented there at the highest level, by its President Jean-Yves Le Gall.

I myself was at the meeting of officials in charge of education at the world's main space agencies, which confirmed that we all share the same convictions. One of these is that space is contributing in singular fashion to interest youngsters in science, a key challenge for our future.

It may be a coincidence, or rather a self-evident truth, that I found this same conviction on returning from China in our interview in this issue with Bruno Le Roux, the leader of the socialist group in the French parliament. As he puts it, "space is a good way to attract youngsters to science." Indeed, the reason CNES reaches out to 100,000 youngsters every year and helps to train 1,000 of their teachers is because science will provide jobs for them and therefore contribute to our nation's wealth. Conversely, while innovation—of which space is a factor—generates jobs, we still need to find the men and women qualified to do them in the future. Bearing in mind Toulouse's candidacy to host IAC 2018 in France, I am sure that this city, and with it the entire region of Midi-Pyrénées, is ready to support CNES's efforts to stimulate job creation. Does the city's motto—*Pour Toulouse, toujours plus* (Doing more for Toulouse)—not deserve to be applied to our field of activity?

Très récente, cette fissure sur la plaine *Cerberus Fossae* remonte à quelques millions d'années, probablement lors de la dernière grande éruption volcanique sur Mars. Au fil des missions spatiales, la planète rouge dévoile un peu plus de son mystère. Exposées cet été aux rencontres photographiques d'Arles et publiées dans un livre, ces images époustouflantes en noir et blanc, prises par l'instrument HiRISE, sont un hymne à sa beauté.

Relatively recent, this fissure in the *Cerberus Fossae* plain dates back just a few million years, probably to the last major volcanic eruption on Mars. With each new space mission, the Red Planet reveals more of its mysteries. Exhibited in the summer at the Arles photography festival and published in a book, these remarkable black-and-white images, taken by the HiRISE instrument, are a testament to the planet's beauty.

MARS, GLACE OU LAVE ?

ICE OR LAVA?





Prendre des photos et des vidéos avec un drone de moins de 2 kg et les transmettre en direct par satellite partout dans le monde, c'est possible ! L'expérimentation conjointe CNES-Delair-Tech l'a prouvé grâce à une station mobile déployée sur le site de Cessales (Haute-Garonne). Les applications envisagées concernent la surveillance en temps réel de pipelines, de feux, d'inondations, etc.

Taking still and video imagery using a UAV weighing less than 2 kg and transmitting it live via satellite anywhere in the world is now possible! A joint experiment by CNES and Delair-Tech has successfully tested this technology in the field, using a mobile station deployed at the Cessales site near Toulouse. Potential applications include real-time monitoring of pipelines, floods and forest fires.

DRONE, MESSENGER DES TEMPS MODERNES

UAVS
MESSENGERS OF MODERN TIMES



CADMOS

UN BRILLANT PARCOURS



▲▲ À cette occasion, plusieurs spationautes français étaient présents: (de gauche à droite) Michel Tognini, Philippe Perrin, Jean-Pierre Haigeneré, Thomas Pesquet, Claudie Haigeneré, Léopold Eyharts, Jean-Jacques Favier. Several French astronauts were present to mark the occasion: (from left) Michel Tognini, Philippe Perrin, Jean-Pierre Haigeneré, Thomas Pesquet, Claudie Haigeneré, Léopold Eyharts, Jean-Jacques Favier.

1993-2013... Le 15 octobre, le Cadmos a fêté ses 20 ans, retraçant son histoire originale en filigrane des missions spatiales habitées pour lesquelles il a réalisé et suivi bon nombre d'expériences. Son expertise fut légitimée en 1998, lorsque l'ESA le sélectionna pour entrer dans le réseau très fermé de ses neuf Usoc¹ européens. Une forme de label d'excellence. « *En étroite collaboration avec les scientifiques, le Cadmos prépare les expériences, établit les procédures opérationnelles, qu'il teste et valide. Il assure, en temps réel, le suivi de l'expérience. En fin de mission, il recueille, archive et diffuse les données scientifiques* », précise Sébastien Barde, chef de projet au CNES. En relisant l'album, le président du CNES rappelait l'origine du Cadmos, conçu dans le cadre des programmes de vols habités pour la mission franco-russe Altair, et, vingt ans plus tard, la Station spatiale internationale remplace la station Mir sur les écrans radars; le Cadmos est toujours à l'œuvre. Depuis 2008, avec l'installation du laboratoire européen Columbus dans la station orbitale, il est responsable, en s'appuyant sur le Medes, d'expériences de physiologie humaine. À l'horizon 2016, il assurera la responsabilité d'Aces², un ensemble d'horloges ultrasensibles implantées à bord de l'ISS.

¹ Users Support & Operational Centre.
² Atomic Clocks Ensemble in Space.

CADMOS

An outstanding track record

1993 to 2013... On 15 October, the CADMOS centre for the development of microgravity applications and space operations celebrated its 20th anniversary, retracing its unique history and vital ties with human spaceflight missions, for which it has conducted and monitored a long list of experiments. Its expertise and excellence was recognized in 1998, when ESA selected the Toulouse facility to join its network of nine User Support and Operations Centres (USOCs). "Working closely with scientists, CADMOS prepares experiments and establishes operational procedures, which it tests and validates," says Sébastien Barde, project leader at CNES. "It monitors these experiments in real time and, at the end of the mission, retrieves, archives and distributes the science data." Reflecting on its history, CNES President Jean-Yves Le Gall talked about the CADMOS centre's inception as part of human spaceflight programmes for the French-Russian Altair mission. Two decades later, the ISS has replaced the Mir space station, and CADMOS is still at work. Since 2008, with the installation of Europe's Columbus laboratory on the ISS, it is responsible for human physiology experiments, with the MEDES space clinic. In 2016, it will also take charge of the ACES' ultra-sensitive atomic clocks on the Columbus module.

¹ Atomic Clock Ensemble in Space

www.
cnes.fr/
webmag

Lexique Glossary

Composite: l'ensemble de propulsion de la fusée. **Composite:** the rocket's first two stages.

ARIANE 6

Vers l'optimisation des performances

Sept mois après le feu vert du Conseil des ministres européens chargés de l'Espace, Ariane 6 a précisé ses contours. Début juillet 2013, en présence de Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Jean-Yves Le Gall en présentait officiellement le profil. « *L'architecture de référence sélectionnée est celle du concept multi P linéaire, qui fait consensus* », confirmait-il.

Dans ce schéma, le nouveau lanceur souscrita aux impératifs exigeants qui lui sont imposés. À l'horizon 2020, Ariane 6 doit réaliser l'ensemble des missions spatiales institutionnelles et commerciales pour un coût réduit de 30 % par rapport à Ariane 5. Il doit également assurer une fiabilité et une flexibilité opérationnelle accrues. Concrètement, le concept multi P linéaire s'appuie sur deux types de moteurs. L'un à propergols solides (140 tonnes), qui constitue le **composite** inférieur du lanceur. Trois moteurs identiques alignés constituent le premier étage, surmonté d'un même moteur au deuxième étage. L'autre moteur, le Vinci, à propergols cryotechniques rallumable équipe le troisième étage.

Il est identique à celui prévu pour l'étage supérieur d'Ariane 5 dans le cadre du projet Ariane 5ME¹. Issus de technologies matures, ces moteurs pourront bénéficier d'une production en série, soit 2 fois la cadence d'Ariane 5 et 4 fois le même



CADMOS Un brillant parcours: site du CADMOS. An outstanding track record: CADMOS website.

ARIANE 6 Vers l'optimisation des performances: CNESmag 57 spécial Ariane 6 feuiltable en ligne. Boosting performance: previous CNESmag special report on Ariane 6, viewable on line.

moteur pour chaque lanceur. Une revue préliminaire portant sur les spécifications et sur la définition est attendue à l'automne pour consolider la faisabilité et les performances technico-économiques du concept Ariane 6 retenu.

¹Version intermédiaire entre Ariane 5 et Ariane 6.

ARIANE 6

Boosting performance

Seven months after getting the go-ahead from the European ministers responsible for space, the Ariane 6 baseline configuration is taking shape. Jean-Yves Le Gall presented the new concept at a ceremony early in July, attended by Geneviève Fioraso, French Minister for Education and Research. "A consensus was reached on the Multi P Linear architecture concept," he confirmed. This configuration will enable the new launcher to meet the demanding requirements imposed on it. From 2020, Ariane 6 must perform the full range of commercial and institutional missions at a 30% reduction in cost, compared with Ariane 5. It must also offer greater operational flexibility and reliability. The Multi P Linear architecture concept uses two types of engines. It comprises a lower 'composite' of four identical motors, each loaded with approximately 140 tonnes of solid propellant. An in-line stack of three will serve as the first stage, while the fourth will be mounted above as the second stage. The third stage will be an adapted version of the Vinci cryogenic re-ignitable upper-stage engine developed for the Ariane 5 ME¹. Based on mature technologies and with four the same used on each launcher, these engines could be produced in series, effectively halving production times. A preliminary review of specifications and definition will take place in the autumn to consolidate the feasibility and technical/economic performance of the Ariane 6 concept selected.

¹Midlife Evolution, an intermediate version between Ariane 5 and 6



Alphasat sur orbite / Considéré comme le satellite de télécoms le plus sophistiqué au monde, Alphasat n'a connu aucune difficulté lors de son lancement, le 25 juillet 2013. Pour le CNES, ce succès confirme l'excellence de trois de ses pôles, la Direction des lanceurs, qui a conçu une coiffe spéciale de 5 mètres de diamètre, le CSG, qui a procédé au décollage sans faille d'Ariane 5, et le CST, qui, avec l'ESA et l'industrie, a joué un rôle majeur dans le développement de la plateforme Alphabus, dont Alphasat est la première utilisation.

Alphasat in orbit - Alphasat, the world's most sophisticated telecommunications satellite ever built, was launched flawlessly on 25 July. For CNES, this success confirms the excellence of its Launch Vehicles Directorate (DLA), which designed the special five-metre-span fairing, the Guiana Space Centre (CSG), which launched the satellite atop an Ariane 5, and the Toulouse Space Centre (CST), which played a major role in partnership with ESA and industry to develop the Alphabus platform, used for the first time on Alphasat.



GAIA

ULTIME RÉPÉTITION GÉNÉRALE

Un milliard d'étoiles à caractériser, une grande partie de la galaxie à cartographier... le challenge est de taille pour Gaia ! Sixième pierre angulaire du programme scientifique de l'ESA, la mission est dans l'antichambre du lancement, prévu en novembre 2013. Elle fédère plus de 400 scientifiques et ingénieurs européens au sein du DPAC¹. Engagé dans ce consortium en qualité de centre de traitement, le CNES est en ordre de marche pour prendre en charge une partie du traitement des données. Une infrastructure informatique, logicielle et matérielle de très forte puissance a été développée pour traiter les 6 000 milliards d'opérations par seconde qui serviront à calculer la position des étoiles en valeur absolue, leur vitesse, leur spectre, leur température. La dernière répétition générale, qui se déroulait en août, l'a confirmé. « Elle portait sur la chaîne de calibration spectroscopique et la chaîne de détection journalière des objets du Système solaire », explique Véronique Valette, chef de projet au CNES. Cette phase technique a été facilitée par « la qualité de la coordination entre les équipes CNES et les scientifiques. Indispensable dans ces périodes de validation, cette articulation se poursuivra tout au long de la mission », insiste-t-elle. En attente des premières données, les logiciels scientifiques ont été corrigés et améliorés au vu des résultats de ce dernier essai. Mi-septembre, un workshop de préparation des opérations a réuni les représentants des six centres de traitement et des scientifiques. Les premières données Gaia sont attendues début 2014.

¹ Data Processing and Analysis Consortium.

GAIA

Final dress rehearsal

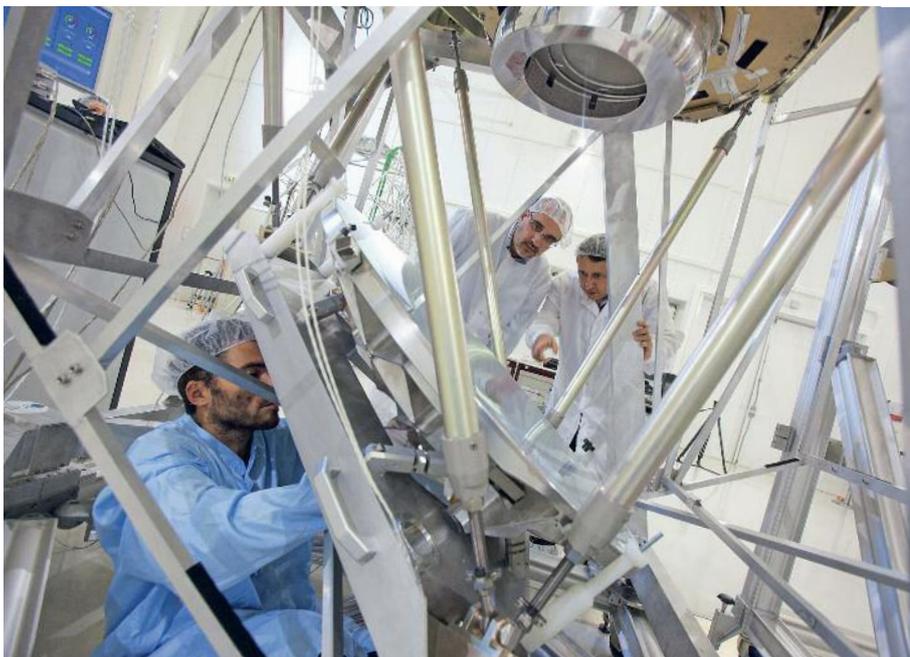
A billion stars to study and a large part of the galaxy to map—GAIA faces a challenge on a grand scale! The sixth cornerstone of the ESA Scientific Programme, the mission is scheduled to launch in November and involves over 400 scientists and engineers through the Data Processing and Analysis Consortium (DPAC). Involved in the DPAC consortium as a data-processing centre, CNES is poised to take on part of the processing responsibilities. An extremely high-power computing infrastructure has been developed to perform the 6 trillion operations per second needed to calculate the absolute positions of stars, as well as their velocities, temperatures and spectroscopic characteristics. The final dress rehearsal in August confirmed CNES's readiness for the task. "It focused on the spectroscopic calibration chain and the system for routine detection of objects in the solar system," explains Véronique Valette, project leader at CNES. This technical phase was made much easier thanks to the "close coordination between the CNES teams and scientists, which is vital during these validation periods and will continue throughout the mission." Pending arrival of the first data, the scientific software has been corrected and improved, based on the results of this final test. In mid-September, a pre-launch operations workshop was attended by scientists and personnel from the six processing centres. The first GAIA data are expected in early 2014.

GAIA Questions et réponses d'internautes sur Gaia : voir et revoir les hangouts* organisés au sujet de la mission Gaia avec les experts du CNES !

Gaia Internet Q&A session: see the hangouts* on the GAIA mission with CNES's experts!

* Video chat with up to 10 people on Google+.

* Tchat vidéo en direct jusqu'à 10 personnes sur Google+.



PILOT

L'ASTROPHYSIQUE S'ENVOLE

Au cœur de l'été, l'expérience Pilot¹ a été pilote à plus d'un titre, notamment en mobilisant de nombreux acteurs internationaux², dont le CNES pour son expertise ballons. Mais son originalité tient surtout aux objectifs scientifiques et techniques qui lui sont assignés. Sur le plan scientifique, Pilot va mesurer l'émission polarisée des grains de poussière du milieu interstellaire dans notre galaxie. Pour cartographier toute la galaxie, la mission nécessitera trois vols. Le premier aura lieu en avril 2015 depuis Timmins, au Canada, le deuxième en 2017 depuis la Suède, et le troisième en décembre 2018 depuis l'Australie. Sur le plan technique, « *l'instrument, embarqué sur une nacelle pointée accrochée sous un ballon stratosphérique ouvert (BSO), est composé d'un miroir de 1 m et d'un photomètre très performant. Par ce moyen, l'expérience peut voler à une altitude d'environ 40 km; elle s'affranchit ainsi quasiment de l'absorption de l'atmosphère terrestre* », explique Yves André, chef de projet au CNES. L'intégration de l'instrument et de la nacelle a eu lieu au Centre spatial de Toulouse au second semestre 2013. Les données recueillies compléteront et amélioreront le traitement des mesures polarisées réalisées par Planck, l'observatoire spatial développé par l'ESA.

¹ Polarized Instruments for Long Wavelength Observation of the Tenuous Interstellar Medium.

² IRAP, IAS, IRFU, ESA, universités de Rome, de Cardiff, Sinergiae.

PILOT

Astrophysics research scales new heights

At the heart of this summer, the PILOT¹ balloon-borne experiment involved a number of international players², including CNES for its balloon expertise. The programme is particularly original in terms of its scientific and technological objectives. On the science front, PILOT will measure polarized emission of dust grains in the diffuse interstellar medium of our galaxy. To map the entire galaxy, three flights will be needed. The first will take place from Timmins, Canada, in April 2015, the second from Sweden in 2017 and the third from Australia in December 2018.

On the technical front, the "instrument comprises a 1-metre mirror and a high-performance photometer. With this type of balloon, we can conduct the experiment at an altitude of around 40 kilometres, thereby minimizing absorption due to Earth's obscuring atmosphere," explains Yves André, project leader at CNES. The instrument was mated with the balloon gondola at the Toulouse Space Centre in the second half of 2013. The data gathered will complement and improve processing of polarized measurements by ESA's Planck space observatory.

¹ Polarized Instrument for Long wavelength Observation of the Tenuous interstellar medium

² IRAP, IAS, IRFU, ESA, Sinergiae and the Universities of Rome and Cardiff

www.
cnes.fr/
webmag

PILOT L'astrophysique s'envole : site des ballons du CNES. Astrophysics scales new heights: CNES ballooning website.

CARDIOSPACE En route pour Pékin : Cardiospace sur le site des missions scientifiques du CNES.

En route for Beijing: Cardiospace on the CNES science missions website.

ÇA BUZZ SUR LE WEB DU CNES

Get the buzz in the CNES webspace

Conversation spéciale Gaïa, le 6 novembre, avec Aimée Cippe (directrice des opérations au CNES), en direct de Guyane.

Special talk on GAIA on 6 November with Aimée Cippe, CNES Director of Operations, live from French Guiana.

<http://www.cnes.fr/hangout>

CARDIOSPACE

En route pour Pékin

Fin octobre, le CNES va livrer à Pékin le modèle de qualification¹ de Cardiospace, un instrument destiné à l'étude du système cardiovasculaire. Les équipes projet française et chinoise vont en effectuer la recette technique avec le support des médecins des hôpitaux de Tours et d'Angers. Ce projet relève d'un accord entre le CNES et l'Agence spatiale chinoise², signé en juillet 2012. Le CNES s'est engagé à développer et livrer cet équipement pour le laboratoire orbital Tiangong 2, dont le lancement est prévu fin 2014. « *Cet équipement doit permettre la mise en œuvre d'expérimentations cliniques. Les observations doivent pouvoir être réalisées à la fois au sol (mesures pré- et post-vol) et dans l'espace* », précise Patrick Aubry, chef de projet au CNES. Les principales expérimentations portent sur la micro-circulation, la macro-circulation et le suivi médical des taïkonautes. Du fait de son utilisation dans le laboratoire chinois, Cardiospace a dû satisfaire à des exigences particulières au travers d'essais de qualification environnementaux. Deux autres instruments, le modèle de vol et le modèle de rechange, doivent être livrés au cours de l'année 2014.

¹ Qualification and Training Model.

² ACC, Astronaut Center of China.

CARDIOSPACE

En route for Beijing

In late October, CNES will deliver to Beijing the qualification and training model of the Cardiospace instrument for technical site acceptance tests. This project is the result of an agreement between CNES and the Astronaut Center of China (ACC) signed in July 2012. CNES agreed to develop and deliver the instrument for installation on the Tiangong-2 space laboratory, scheduled to launch in late 2014. "It will enable the teams to perform clinical studies in space and pre- and post-flight observations on the ground," says Patrick Aubry, project leader at CNES. Cardiospace has undergone specific environmental qualification testing for the Chinese laboratory and the flight model and spare will be delivered in 2014.

TTVS

Rendez-vous avec le futur

Un ouvrage en cinq volumes, tel est le précieux dossier que les participants aux cours TTVS (techniques et technologies des véhicules spatiaux) ont emporté en fin de séjour, lequel a été scindé en deux temps (30 septembre-5 octobre et 14-18 octobre). Ce support consigne la richesse de ces journées, qui se sont achevées le 18 octobre à Toulouse. La formation conçue, organisée et animée par le CNES, suscite un réel engouement auprès des ingénieurs, débutants ou avertis. Elle est ouverte à des professionnels issus ou non du CNES. « *Le programme est très spécifique; il offre une bonne visibilité sur l'évolution du secteur spatial du point de vue des techniques et des technologies. À ce titre, il intéresse aussi le tissu industriel partenaire. Chaque session accueille une centaine d'ingénieurs, et la fréquentation ne décroît pas* », constate Jean-François Poble, responsable de l'organisation technique pour le CNES. Articulés autour de deux sessions, ces cours traitent des contraintes liées à l'environnement spatial. Très structurées, les séquences abordaient cette année les missions, les principaux types de charge utile et leurs techniques. La deuxième session traitait des techniques et technologies utilisées au cœur des plateformes et du développement des véhicules spatiaux.

TTVS

A date with the future

The CNES TTVS training course on spacecraft techniques and technologies was conducted on two non-consecutive weeks from 30 September to 5 October and 14 to 18 October. At the end of the course, held in Toulouse, participants are provided with comprehensive notes in five volumes, which constitute a valuable resource. The course is designed, organized and delivered by CNES and has proved a real hit with engineers at all levels. It is open to professionals at CNES and other space agencies and industrial companies. "The programme is highly specific," says Jean-François Poble, responsible for technical organization at CNES. "It offers real insight into where the space sector is heading in terms of techniques and technologies. For this reason, it is also of interest to industry partners. Each year, it consistently attracts 100 or more engineers." Split into two sessions, the course covers the various constraints associated with the space environment. It is carefully structured and looks at missions, payload types and associated technologies. The second week focuses on the techniques and technologies implemented on space platforms and the development of future spacecraft.



ATHENA-FIDUS

DERNIÈRE LIGNE DROITE AVANT LANCEMENT

En décembre 2009, les ministères de la Défense italien et français, le CNES, l'Agence spatiale italienne (Asi) s'engageaient dans le programme Athena-Fidus. Quatre ans plus tard, en février 2014, le nouveau satellite géostationnaire de télécommunications sera sur le pas de tir au Centre spatial guyanais. « *Les ministères de la Défense et des entités gouvernementales civiles des deux pays ont des besoins croissants en communications spatiales. Ce programme dual va y répondre. Le nouveau système offrira une très grande capacité (autour de 3 Gb/s) de transmission de données, les informations étant protégées par cryptage. De plus, afin d'optimiser les coûts, il utilise les technologies civiles de pointe pour l'accès Internet haut débit, précise le général Henry de Roquefeuil, conseiller militaire du président du CNES. Outre des performances extrêmement élevées, il apportera des services complémentaires à ceux fournis par les flottes de satellites militaires existantes.* » Dans ce projet, les agences spatiales respectives assurent la responsabilité du développement du segment spatial, les directions générales de l'armement étant en charge des segments sol militaires. En phase opérationnelle, Athena-Fidus sera utilisé par les forces armées ainsi que par les services de protection civile français et italien.

ATHENA-FIDUS

Final phase before launch

In December 2009, the French and Italian defence ministries, CNES and the Italian space agency (ASI) committed to the Athena-Fidus programme. Four years later, in February 2014, the new geostationary telecommunications satellite will be on the launch pad at the Guiana Space Centre (CSG). "The defence ministries and civil government agencies in the two countries are making increasing use of space-based communications," says General Henry de Roquefeuil, defence adviser to the CNES President. "This dual-use programme will meet that demand. The new system will offer high data rates—around 3 Gbps—and encrypted transmission. Plus, to reduce costs, it uses state-of-the-art commercial technologies for broadband Internet access. In addition to its extremely high performance, it will also provide complementary services alongside existing military satellite fleets." Under this project, the two space agencies are responsible for developing the space segment, with the respective defence procurement agencies in charge of the military ground segments. Once operational, Athena-Fidus will be used by the French and Italian armed forces and civil protection services.



ATHENA-FIDUS Dernière ligne droite avant le lancement : Athena-Fidus sur le site du CNES.

Final phase before launch: Athena-Fidus on the CNES website.

NANOSATELLITE

NOUVELLE ÉTAPE POUR EYE-SAT

Dédié à l'observation de la lumière zodiacale, le triple cubesat Eye-sat est prêt à franchir une nouvelle étape. À l'issue de la phase de faisabilité, Adrien Palun et Antoine Ressouche, étudiants en école d'ingénieurs, en ont fait la démonstration lors de leur bilan de fin de stage. Depuis octobre 2012, ils se sont attachés à définir la mission. Instrumentation, orbite, architecture, transmission, énergie, ils ont traité avec rigueur les nombreux volets, prévu les aléas et margé les risques. « *Ce nanosatellite sera lancé en 2016 par un Soyouz. Il devrait être le septième après Robusta 1B (2014) et les 5 nanosatellites français du projet QB50¹ (2015)* », se réjouit Alain Gaboriaud, qui coordonne le programme Janus² au CNES. La plus-value était aussi du côté des étudiants : « *Nous avons pu bénéficier d'une formation remarquable lors des journées TTVS³ et CIC⁴ du CNES.* » En effet, le concept d'Eye-sat fait appel à de nombreuses innovations développées en R&T. Le visa pour la phase suivante (dite de définition préliminaire) lui est donc donné. Le relais est passé à deux nouveaux étudiants ; pendant leur stage longue durée, ils devraient réaliser les premiers modèles du nanosatellite.

¹ Constellation de 50 nanosatellites.
² Jeunes en apprentissage pour la réalisation de nanosatellites au sein des universités et écoles de l'enseignement supérieur.
³ Techniques et technologies des véhicules spatiaux. ⁴ Centre d'ingénierie concomitante.



TCS21

Effort payant pour l'innovation et la compétitivité industrielle

« *La France dispose d'une industrie des satellites de télécommunications au premier plan mondial. Sa santé est une clé pour celle de l'ensemble du secteur spatial. Dans ce domaine, le CNES conduit des projets de R&D dans une logique d'innovation au profit de la compétitivité industrielle* », rappelle Bruno Chazal, responsable des programmes de télécommunications, cœur de marché. Dans ce contexte, fin octobre, le bilan de TCS21 (technologies pour les communications par satellite du XXI^e siècle) devrait acter le bon déroulement de ce projet démarré en 2006 dans le domaine des charges utiles de télécommunications. Les retombées des études et développements déployés ont débouché sur des applications concrètes. Via un contrat avec Thales Alenia Space, les études menées ont été focalisées sur les architectures et technologies de charges utiles dans les bandes de fréquence représentant plus de 80 % du marché actuel. Le projet a généré, par exemple, des gains de performance et des baisses de coût d'équipements clés, comme les filtres hyperfréquences. Certains re-design d'architectures ont conduit à des gains de masse, d'encombrement et de coût. Les technologies issues de TCS21 ont été retenues pour la majorité des charges utiles commerciales de l'industriel, volant ou devant voler sur plus de 30 satellites à ce jour.

TCS21 **Efforts pay off for innovation and industrial competitiveness**

« *France has a world-class telecom satellite sector,* » says Bruno Chazal, head of telecommunications programmes, core market. « *The health of this sector is key for the entire space industry. To this end, CNES conducts R&D projects with a particular focus on innovation and industrial competitiveness.* » The final appraisal of the TCS21 project (technologies for 21st-century satellite telecommunications payloads) in late October is expected to affirm the success of this project, launched in 2006. The results of the research and developments implemented have led to a range of concrete applications. Through a contract with Thales Alenia Space, studies have focused on payload architectures and technologies in frequency bands covering over 80% of the current market. The project has generated performance gains and cost reductions for key equipment, such as microwave filters. Certain architecture redesigns have reduced mass, volume and cost. The technologies arising from TCS21 have been adopted on most of the company's commercial payloads on over 30 satellites to date, some in development, others already in orbit.

NANOSATELLITE

Eye-Sat enters new phase

Designed to observe zodiacal light, Eye-Sat, a type of three-in-one CubeSat, is about to enter a new phase. With the feasibility phase complete, engineering students Adrien Palun and Antoine Ressouche demonstrated the nanosatellite's feasibility at their end-of-internship evaluation. Since October 2012, they had been working on mission definition. Instrumentation, orbit, architecture, data transmission, energy—all aspects were rigorously investigated, including uncertainties and risk margins. « *Eye-Sat will be launched atop a Soyouz rocket in 2016,* » explains Alain Gaboriaud, Janus¹ programme coordinator at CNES. « *It will be the seventh CubeSat, after Robusta 1B in 2014 and the five French nanosatellites for the European QB50² project in 2015.* » The project was hugely beneficial for the students: « *The training we've received has been remarkable, particularly through the TTVS³ and CIC⁴ days organized by CNES.* » The Eye-Sat concept draws on numerous innovations developed by CNES's R&T teams. The project now has the go-ahead for the next phase: preliminary definition. During their extended internship, two new students will construct the first models of the nanosatellite.

¹ Jeunes en Apprentissage pour la réalisation de Nanosatellites au sein des Universités et écoles de l'enseignement Supérieur

² Constellation of 50 nanosatellites

³ Techniques et Technologies des Véhicules Spatiaux (spacecraft techniques and technologies)

⁴ Centre d'Ingénierie Concomitante (concurrent engineering centre)

Source d'antenne à 3 fréquences (Ku/Ku+) utilisée sur les programmes Arabsat 5B, Yahsat 1A, Amos.

Tri-frequency (Ku/Ku+) antenna feed used on the Arabsat 5B, Yahsat 1A and Amos programmes.



HUBERT REEVES

Les Étoiles d'Hubert

Starryteller

Le célèbre astrophysicien Hubert Reeves a éclairé de sa présence la troisième édition de Ciel en fête, programmée dans le cadre de la Novela¹ toulousaine. Humaniste, ce scientifique parmi les plus populaires consacre aujourd'hui toute son énergie à plaider en faveur de la *restauration* de notre planète, contre sa *détérioration*. Conteur dans l'âme, il adresse aussi son message aux enfants en leur parlant des étoiles comme nul autre; l'Univers va bien, mais pas la Terre. La sortie du livre-CD *Les Étoiles d'Hubert*, soutenu par le CNES, le met en situation de répondre aux questions du petit Antonin. C'est tendre et lumineux, à son image.



GUEST COLUMN

L'UNIVERS EN FÊTE



Vous êtes un vulgarisateur exceptionnel.

Comment ce goût de la transmission vous est-il venu ?

Mon goût des histoires remonte à mon enfance, où tout le village venait écouter ma grand-mère raconter l'histoire du Petit Poucet. Elle brodait à l'infini, pour notre plus grand plaisir. Tous les jours, elle inventait des rebondissements incroyables. J'étais captivé. Des années plus tard, j'ai eu moi aussi envie de raconter mon domaine de prédilection, qui se prête bien aux histoires. De tout temps et encore aujourd'hui, les étoiles fascinent et font rêver. Dans les programmes scolaires, j'imposerais bien l'astronomie au même titre que l'histoire. Cela relève de la culture générale que de connaître et comprendre le ciel.

Famous astrophysicist Hubert Reeves was guest of honour at the third Ciel en Fête amateur astronomers gathering, part of the Novela festival in Toulouse. One of France's most popular scientists, he is focusing all his energy on the call to 'restore' our declining planet. A born storyteller, he is also telling children about the stars like no one else could. His message: the Universe is doing fine, but the Earth is not. In his new audiobook entitled Les étoiles d'Hubert (lit. 'Hubert's stars'), supported by CNES, Reeves appears as himself, answering questions from little Antonin. The book is loving and enlightening, just like the man himself.

You're an exceptional popularizer. Where did you get this passion for science outreach?

My love for stories goes back to my childhood, when the whole village would come and listen to my grandmother telling the tales of *Le Petit Poucet* [known in English as *Hop-o'-My-Thumb*]. Every day, she invented new and unbelievable



D'où vous vient cette fascination pour les planètes ?

Quand on a la chance d'avoir des parents curieux, ils vous inculquent naturellement le goût de ce qu'ils aiment. Les passions sont contagieuses, et ils m'ont passé la leur. Ils avaient une grande admiration pour la nature, les plantes, le ciel. J'adorais regarder la voûte céleste avec eux. Pendant la Seconde Guerre mondiale, je n'avais ni livres ni télévision pour passer le temps, alors, avec un ami, j'ai construit mon premier télescope. Il bougeait au moindre souffle et l'image n'était pas bonne. Mais, d'un seul coup, les planètes se trouvaient à portée de main. C'était extraordinaire.

Pour la première fois, une artiste vous dédie une chanson.

Comment est venue l'idée de ce livre-CD ?

J'ai rencontré Dominique Dimey lors d'une émission sur France Culture consacrée à un ami commun, Albert Jacquard, avec qui elle avait réalisé un livre-CD, *Le Jardin d'Albert*. Ensuite, elle est venue m'écouter à une conférence, à Montreuil, et m'a proposé d'en faire un sur « les étoiles d'Hubert ». J'ai accepté le jour où, dans un taxi, elle m'a lu le texte de sa chanson. Militante en faveur de la Terre, elle intervient beaucoup en milieu scolaire et se nourrit de ses échanges avec les enfants. Cette année, elle a d'ailleurs participé à l'opération du CNES « L'espace, c'est classe ! » organisée dans des écoles primaires de la région toulousaine au côté d'ingénieurs du spatial². Elle s'est inspirée de leurs questions comme de nos entretiens pour écrire ce livre.

Est-ce que le ciel de votre enfance est le même que celui des enfants d'aujourd'hui ?

Le ciel reste le même, mais eux ne voient pas les mêmes choses. Ils voient certes le Soleil, la Lune, quelques planètes du Système solaire, mais quasiment plus les étoiles. Il y a trop de lumière dans le ciel. Heureusement, un peu partout, des mouvements luttent contre cette pollution lumineuse, qui est un véritable fléau. Ici justement, au pic du Midi, il existe un mouvement très actif qui a réussi à protéger une des plus grandes zones de la planète. Il faut rendre les étoiles au ciel !

Comme le dit la chanson, « racontez-nous, Monsieur Hubert, est-ce qu'on voyagera... sur la Lune... traversera-t-on l'Univers à des milliers d'années-lumière » ?

Depuis 200 000 ans, l'*Homo sapiens* n'a eu de cesse de coloniser l'espace. Selon cette logique, pourquoi ne pas se propager dans notre galaxie, voire au-delà ! Le problème, c'est qu'aujourd'hui nous sommes bloqués par la vitesse. Aller au-delà du Système solaire prendrait des milliers, voire des millions, d'années. C'est un vrai obstacle si on n'arrive pas à aller plus vite. Certes l'Univers est grand, très grand. Néanmoins il existe des moyens, comme par exemple exploiter la courbure de l'espace, mais, à ce jour, on ne sait pas le faire. Mais pourquoi vouloir coloniser d'autres planètes quand on voit ce que l'espèce humaine fait sur la Terre. Les conditions se dégradent pour la maintenir en bonne santé. Personne ne peut prédire son état dans trente ou cinquante ans. J'ai des enfants et petits-enfants, et je suis inquiet du monde dans lequel ils vivent. Il y a aujourd'hui deux tendances qui s'opposent : la dégradation et la restauration de notre planète. Alors arrivons à bien la gérer avant d'envisager d'aller ailleurs. ■



¹ La Novela, Fête connaissance ! a pour vocation de permettre l'échange, favoriser la rencontre, susciter le débat, éveiller la curiosité autour des savoirs... Depuis sa création, en 2009, ce festival a pris de l'ampleur et s'affirme comme l'un des grands rendez-vous culturels de Toulouse.

² À l'initiative du service Jeunesse et acteurs de l'éducation de la Direction de la communication, chaque année, le CNES s'invite dans les classes d'environ 200 établissements de Midi-Pyrénées. Les ingénieurs et techniciens du Centre spatial de Toulouse parlent aux jeunes du primaire jusqu'au lycée de leur métier et des projets spatiaux.

developments. I was captivated. Years later, I found myself wanting to tell stories, but in my own favourite subject area. The stars have always fascinated and inspired people to dream. If I were in charge of school curricula, I'd make astronomy compulsory, just like history. Understanding the sky is an important part of our general knowledge.

How did you become so fascinated with the planets?

I was lucky enough to have inquisitive parents and they naturally passed their passions onto me! They were great admirers of nature, plants and the skies. I used to love staring up into the canopy of heaven with them. During World War II, I had no books or television, so with a friend I built my first telescope. You only had to breathe and it moved, and the image wasn't great. But all of a sudden, the planets were right there, almost within reach.

For the first time, an artist has dedicated a song to you. How did the idea come about for the audiobook?

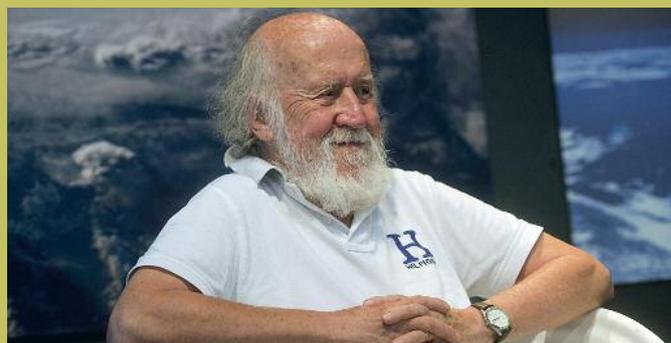
I met Dominique Dimey during a radio show about a mutual friend, Albert Jacquard, who she had produced an audiobook with called *Le Jardin d'Albert*. Later, she came to hear me at a conference in Montreuil and suggested we do a book called *Les étoiles d'Hubert*. She's a real activist for our planet. She does a lot in schools and she also takes part every year in CNES's *L'espace c'est classe* ('space is class') operation in primary schools in the Toulouse region, alongside the space engineers. To write this book, she drew inspiration from children's questions and our own conversations.

Is the sky you so loved in your childhood the same sky our children look at today?

The sky is the same, but children today don't see the same things. Yes, they see the Sun, the Moon and some of the planets, but they can barely see the stars. There's too much light in the sky. Fortunately, efforts are being pursued to combat light pollution. Indeed, here at the Pic du Midi in the Pyrenees, there's an active movement, which has managed to protect one of the planet's largest areas. We need to do everything we can to put the stars back in the sky!

As the song says: "Tell us Mr Hubert—will we voyage to the Moon, will we cross the Universe, thousands of light years away"?

For the last 200,000 years, *Homo sapiens* has continuously colonized space. The problem today is that we're limited by the speeds we can reach. We can't go beyond the solar system, because it would take thousands if not millions of years. The Universe is extremely vast. There are ways, like exploiting the curvature of space, but we don't know how to do that yet. But why would we want to colonize other planets anyway, when you look at what humans are doing here on Earth? Conditions are getting worse and it's getting harder to maintain our planet's health. No one can say what state it will be in, 30 or 50 years from now. I've got children and grandchildren, and I'm worried about the world they will live in. Today, there are two opposing paths in front of us: continuing the decline or doing something to restore our planet. First let's manage our own planet a bit better, before we think about going anywhere else. ■



COCA LOCA

Argos au chevet des tortues caouannes

Le top départ du programme Coca Loca¹ vient d'être donné en octobre 2013. Il vise à mieux identifier, et donc à réduire, les menaces pesant sur les tortues caouannes dans l'océan Indien. Coca Loca a été conçu par Kelonia² avec l'appui technique de l'Ifremer et de CLS. L'objectif de ce projet est notamment de développer l'inter-réactivité avec les pêcheurs pour assurer un suivi de l'espèce. Victimes accidentelles des pêches palangrières, les tortues blessées sont soignées au centre de soins de l'île de La Réunion. Avant d'être relâchées, elles seront équipées de balises Argos pour suivre leurs déplacements, aider à les caractériser génétiquement et ainsi déterminer leur origine. Toutes les informations collectées seront centralisées dans une banque regroupant les données pour les eaux territoriales de la France en océan Indien.

COCA LOCA

Argos tracks loggerhead sea turtles

The Coca Loca programme got off to a flying start in October. Its objective is to better identify and in turn reduce the threats to loggerhead sea turtles in the Indian Ocean. Coca Loca was designed by the Kelonia marine turtle observatory, with technical support from Ifremer and CLS, and aims to foster working relations with the fishing industry to help ensure the species' survival. Injured turtles, often the unintentional victims of longline fishing, are treated at Kelonia's turtle clinic on Réunion island. Before being released, they will now be fitted with Argos transmitters to monitor their movements, help characterize them genetically and determine their origins. All the information collected will be centralized in a database, with data from across French territorial waters in the Indian Ocean.



¹ Coca Loca (Connectivité des populations de tortues caouannes dans l'ouest de l'océan Indien) sert à mettre en place des mesures de gestion locales et régionales.

² Observatoire des tortues marines à l'île de La Réunion.



DROIT ET ESPACE

UN PONT ENTRE JURISTES ET SCIENTIFIQUES

Cruels, mouvements de terrain... une fois les visions chocs et émotion passées, il reste, après un cataclysme, à en mesurer l'impact sur les populations, les infrastructures, l'industrie. Les risques naturels sont aussi des risques économiques dont la prise en charge par les assurances et la responsabilité juridique ne sont pas simples à déterminer. « *Nous devons remercier les scientifiques pour les nouveaux outils qu'ils nous apportent* », a précisé Lucien Rapp, professeur à l'université Toulouse 1, lors du 4^e atelier thématique « Espace, droit et catastrophes naturelles » le 19 septembre 2013. Un peu plus tôt, Antoine Quantin, de la Caisse centrale de réassurance (CCR), avait fait le même constat : « *L'historique des sinistres ne suffit plus pour estimer l'impact des catastrophes naturelles.* » Pour l'aider dans ses missions, il en appelle donc aux moyens spatiaux. Philippe Escudier, du CNES, a conforté ces dires en présentant le potentiel spatial. Avant, pendant ou après la catastrophe, la précision des données propose une lecture objective et rapide des faits. La donnée scientifique peut aussi faire évoluer le droit international. La modélisation, par exemple, pourrait utilement faire bouger les lignes entre principe de précaution et principe de prévention ou redessiner les contours des responsabilités. Très riches, ces travaux sont coorganisés par la Région Midi-Pyrénées, l'université Toulouse 1 et le CNES. Ils ont le mérite de dégager des recommandations à l'intention des décideurs politiques et économiques. Les prochaines éditions aborderont les partenariats public-privé et les débris spatiaux.

LAW AND SPACE

Bridging the gap between law and science

Floods, landslides and other natural disasters—once the pictures of devastation have gone from our screens, the impact on local communities, infrastructure and industry must be measured. Such events also have an economic impact, and determining legal liabilities and assessing insurance claims is not easy. “*We should thank the scientists for the new tools they've given us,*” said Lucien Rapp, lecturer at the University of Toulouse 1, at the 4th thematic workshop on space, law and natural disasters on 19 September. Antoine Quantin of reinsurance company Caisse Centrale de Réassurance drove home the point: “*Previous claims experience is not enough when assessing the impact of natural disasters today,*” he said. He therefore relies on space assets to help. Philippe Escudier of CNES talked about what space systems can do. Before, during and after a disaster, high-precision satellite data offer a rapid, objective picture of the situation. The workshop also looked at how scientific advances can drive developments in international law. Modelling, for example, could shift the boundaries between precautionary and preventive approaches and redefine liabilities. These workshops are organized by the Midi-Pyrenees regional council, the University of Toulouse 1 and CNES. The conclusions are formulated into recommendations for policymakers and business decision-makers. The next sessions will focus on public-private partnerships and space debris.

¹ Connectivité des populations de tortues Caouannes dans l'ouest de l'océan Indien (connectivity of loggerhead turtles in the Western Indian Ocean) to implement local and regional management measures



VOLS PARABOLIQUES

FIN DE SERVICE POUR L'AIRBUS 300 ZÉRO-G

Exploité depuis 1997 par Novespace, l'Airbus 300 Zéro-G arrivera en fin de carrière à l'automne 2014. À cette date, l'avion dédié aux vols paraboliques scientifiques ne sera plus autorisé à voler. Mais la relève se prépare ! Un Airbus A310 Zéro-G devrait prendre le relais au printemps 2015. Ce nouvel appareil est issu de la flotte gouvernementale allemande ; il sera aménagé et adapté aux contraintes du vol parabolique comme l'avait été son prédécesseur. Légèrement plus courte, sa carlingue offre malgré tout la même capacité d'emport en nombre de passagers et d'expériences. L'ancien et le nouvel avion devraient aussi offrir les mêmes prestations en termes de paraboles. En particulier, outre la micropesanteur, le nouvel avion sera qualifié pour effectuer des paraboles en pesanteur lunaire et martienne. « Ces qualifications répondent aux demandes émergentes de la communauté scientifique », note François Spiero, responsable des vols habités au CNES. Pour la seule année 2012, une vingtaine de vols scientifiques effectués par les trois agences utilisatrices (CNES, DLR, ESA) ont été comptabilisés, soit l'équivalent de plusieurs heures en orbite terrestre !

PARABOLIC FLIGHTS **Airbus A300 Zero-G decommissioned**

Operated by Novespace since 1997, the Airbus A300 Zero-G will be retired from service in autumn 2014. From this time, the special aircraft, dedicated to parabolic flights for science, will no longer be authorized to fly. However, its replacement is in the pipeline! An Airbus A310 Zero-G will take over its duties in spring 2015. The new aircraft is currently operated by the German government and, like its predecessor, will be converted and fitted out to meet the specific requirements of parabolic flight campaigns. Slightly shorter, its cabin nonetheless offers the same amount of space for passengers and experiments. It will also offer the same range of parabolic services. In particular, as well as microgravity, the new aircraft will also be qualified to perform Lunar-g and Martian-g parabolic flights. "These authorizations will meet emerging demand from the science community," explains François Spiero, head of human spaceflight at CNES. And demand is significant. In 2012 alone, 20 scientific flights were conducted by the three user agencies—CNES, ESA and DLR, the German aerospace centre—the equivalent of several hours in terrestrial orbit!



Bamed / En deux phases d'observations ciblées sur la Méditerranée, la campagne Bamed a fait le plein d'informations. « Les données recueillies ont pu être exploitées pratiquement en temps réel », précise Philippe Cocquerez, chef de projet au CNES. Une réactivité très appréciée par les scientifiques pour alimenter l'étude du cycle de l'eau en Méditerranée et en améliorer rapidement la modélisation. Composante ballons du programme international Hymex1, la mission des ballonniers s'est étalée de juin 2012 à août 2013. Cette amplitude a favorisé le recueil significatif de données au cours de cinq campagnes. Le CNES a mis en œuvre 35 ballons dans des configurations diverses. En complémentarité d'autres moyens spatiaux, aéroportés ou radar, les résultats de ces campagnes affinent la connaissance de valeurs indicatives : températures, pression, humidité, vent... Certaines données sont déjà disponibles pour les chercheurs associés à Bamed. Mais la fin des opérations ne clôt pas les exploitations : en cours, le traitement d'autres éléments va livrer des clés de compréhension de la thermodynamique de l'air au-dessus de la Méditerranée.

BAMED - Balloon mission accomplished / The BAMED (Balloons in the MEDiterranean) observation mission has provided a wealth of information. "Data gathered were made available for analysis in near-real time," says Philippe Cocquerez, project leader at CNES. A fast turnaround greatly appreciated by scientists using the data to support research into the Mediterranean water cycle. The BAMED mission from June 2012 to August 2013 is the balloon component of the international HyMeX programme (HYdrological cycle in the Mediterranean EXperiment). CNES deployed 35 balloons over five campaigns to collect a significant amount of data. In conjunction with other space, airborne and radar systems, the results provide a closer understanding of indicators like temperature, pressure, humidity and wind. With operations now complete, analysis of balloon and other data continues, providing new insights into thermodynamic processes over the Mediterranean.

PARASOL

Cessation progressive d'activité

Après plus de huit ans en orbite, Parasol prépare sa fin de vie avec la satisfaction du devoir accompli. Lancé en décembre 2004, ce second microsatellite de la filière Myriade partait pour une mission fixée à deux ans. Pendant toutes ces années, il a inlassablement mesuré les caractéristiques directionnelles, spectrales et en polarisation de la lumière réfléchie par les surfaces terrestres. Couplées avec celles des autres satellites de l'A-Train¹, ces données éclaireront la communauté scientifique. Elles précisent l'impact radiatif des nuages et des aérosols sur le système climatique afin de mieux prédire son évolution à long terme. Fin 2009, en raison de son « grand âge », Parasol a été désolidarisé de l'A-Train. Tout en poursuivant sa mission, il a été placé sur une orbite dite « gelée », pour éviter de faire courir des risques aux autres satellites. Les opérations de retrait de service de Parasol sont programmées pour la fin 2013. La mission ne s'arrête pas pour autant. Un retraitement complet des données acquises pendant près de neuf ans sera réalisé en 2014 et de nouveaux algorithmes amélioreront encore la qualité de ces mesures si spécifiques.

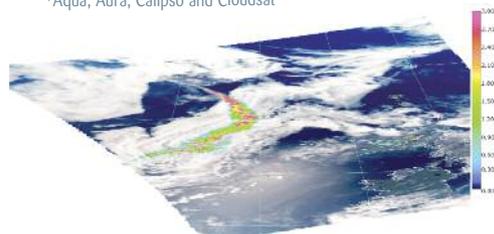
¹ Aqua, Aura, Calipso et Cloudsat.

PARASOL

Phased departure with honours

After more than eight years in orbit, Parasol is preparing to sign off with the satisfaction of a job well done. This second microsatellite in the Myriade series was launched in December 2004 for a nominal two-year mission. Since then, it has tirelessly measured the spectral, directional and polarization properties of light reflected by the Earth. Operating with the other satellites in the A-Train constellation¹, it has provided valuable data for the science community, helping researchers to understand the radiative impact of clouds and aerosols on the climate system and better predict its long-term variation. In late 2009—due to its 'old age'—Parasol was manoeuvred out of the A-Train. While continuing its mission, it was placed in a 'frozen' orbit to avoid any risk of collision with the other satellites. Decommissioning operations are scheduled for late 2013. However, the mission will not stop there. The data acquired over almost nine years will be completely reprocessed next year and new algorithms will further improve the quality of these highly specific measurements.

¹ Aqua, Aura, Calipso and Cloudsat



AU CŒUR DE L'INNOVATION

INSIDE INNOVATION

PROPULSION

CNES develops green propellant technology

By 2020, European regulations could outlaw the use of conventional propellants on satellites. CNES's Propulsion department is looking for alternative solutions offering lower toxicity and greater performance. Development work is already in progress.

"Currently, satellite propellants are based on hydrazine and its derivatives, which are highly toxic," says Nicolas Pelletier, in charge of developing the new propellant at CNES, with Geoffrey Doulsier. The application of REACH¹ regulations in the near future threatens the use of these propellants. CNES sees this as an opportunity. "It has prompted us to look at greener alternatives," continues Pelletier. However, the specifications are not entirely straightforward. The new propellant must combine lower toxicity with greater efficiency, so less fuel is required. It must also be suitable for satellites of all sizes.

First tests on the stand

On this basis, CNES's Propulsion department is conducting an R&T programme, which aims to have a prototype propellant ready by 2014. Working with various scientific partners, the department has been focusing on ionic liquids, one of the most promising solutions to date. The 'green' propellant in development at CNES meets all the initial requirements. It also offers a number of related benefits. It could, for example, reduce the size

of the fuel tanks needed on small satellites. For larger platforms, this type of propulsion would halve the number of tanks, valves and other equipment needed. "In all cases, this means more room for payloads and/or longer missions," says Nicolas Pelletier, which would make a real difference in our efforts to reconcile ecological and economic interests. Lastly, lower toxicity would further improve safety levels and waste management on the ground.

Building on the encouraging results achieved last year, work in recent months has focused on preparations for the chemical synthesis of second-generation candidates. Several properties will be determined:

stability, sensitivity and compliance with pyrotechnic and toxicology regulations. Also in charge of the ignition system, Nicolas Pelletier and Geoffrey Doulsier have designed a laser-based solution. The first tests of combustion initiation are about to be conducted on a special type of test stand called GIMLP², also designed by CNES. Final qualification tests of the stand were performed in September. In 2014, laser ignition tests will be conducted on the first prototype propellants. ■

¹ Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals
² Green Ionic monoPropellant Laser Ignition

PROPULSION

L'ergol passe au vert

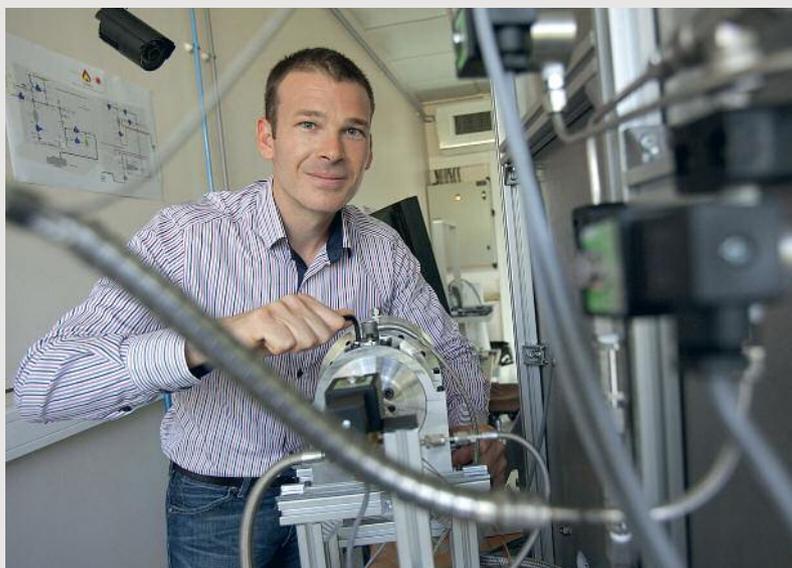
À l'horizon 2020, la réglementation européenne pourrait mettre fin à l'utilisation des ergols traditionnellement utilisés pour les satellites. Le service Propulsion du CNES recherche des solutions alternatives. Un nouvel ergol devrait offrir toxicité réduite et performances accrues. Son développement est en cours.

« **A**ctuellement, la propulsion chimique des satellites fait appel à l'hydrazine et à ses dérivés, des ergols dont on connaît la toxicité », rappelle en préambule Nicolas Pelletier, en charge avec Geoffrey Doulsier, des R&T, du développement de l'ergol au CNES. L'application du règlement Reach¹ menace sous peu d'interdire l'utilisation de ces ergols. Un mal pour un bien. « Cette échéance nous a poussés à investiguer dans le secteur des ergols verts », poursuit Nicolas Pelletier. Le cahier des charges n'était pas simple. Il fallait trouver un ergol cumulant moindre toxicité et faible consommation. L'autre exigence était de produire un ergol déployable à la fois sur des petites et des grandes plateformes.

Premiers essais sur banc

Sur ces bases, le service Propulsion du CNES pilote aujourd'hui une action de R&T. Elle devrait aboutir, en 2014, à la mise au point d'un prototype d'ergol optimisé. Associé à plusieurs partenaires scientifiques, il s'est intéressé aux liquides ioniques, un type de produits qui, aujourd'hui, représente une des solutions les plus pertinentes.

L'ergol « vert » en cours de développement au CNES répond bien aux contraintes définies. Il offre aussi des avantages connexes. Il pourrait, par exemple, réduire le volume des réservoirs des petites plateformes. Pour des grandes plateformes, ce type de propulsion diviserait par deux le nombre d'équipements (vannes, réservoirs, etc.). « Dans tous les cas, on pourrait envisager soit l'emport d'une charge utile plus importante, soit l'allongement de la mission », estime Nicolas Pelletier, un « bénéfice non négligeable » pour conjuguer intérêt écologique et intérêt économique. Enfin, une moindre toxicité améliorerait la sécurité des activités au sol et la gestion des effluents. Grâce aux résultats encourageants obtenus l'an passé, ces derniers mois ont été consacrés à la préparation des travaux de synthèse chimique des candidats de deuxième génération. Plusieurs propriétés seront alors déterminées : stabilité, sensibilité et conformité aux réglementations pyrotechniques et toxicologiques. Également en charge du système d'allumage, Nicolas Pelletier et Geoffrey Doulsier ont conçu un moyen d'allumage par voie laser. Les premiers essais d'initiation à la combustion devraient avoir lieu de manière imminente sur un banc spécifique, Gimli², également conçu par le CNES. Les derniers tests de qualification ont été menés en septembre. Courant 2014, des essais d'allumage par voie laser seront réalisés sur les premiers prototypes d'ergols. ■



¹ Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals.
² Green Ionic MonoPropellant Laser Ignition.

ENTRETIEN AVEC BRUNO LE ROUX

Un défenseur de l'espace dans l'Hémicycle

Féru d'espace, le président du groupe socialiste à l'Assemblée nationale, député de Seine-Saint-Denis, suit de près l'actualité spatiale. Il plaide pour une prise de conscience plus importante et un soutien plus large des parlementaires vis-à-vis de ce domaine d'excellence de la France. La décision attendue en 2014 sur Ariane 6 le mobilise. Pour Bruno Le Roux, l'enjeu est considérable, car le sur-place n'existe pas dans le spatial: « *Soit nous gardons notre place de leader, soit nous la perdons, ce qui serait dramatique.* »

En juillet 2013, vous avez soutenu financièrement, via la réserve parlementaire, le projet éducatif « Volez jeunesse »¹ au musée de l'Air et de l'Espace. Pourquoi est-il important pour vous d'offrir aux jeunes de votre département une ouverture vers le monde scientifique ?

B. L. R. : Je me suis impliqué dans cette opération à double titre : pour procurer à des jeunes qui ne partent jamais en

vacances une part de rêve et pour mettre en lumière le musée de l'Air et de l'Espace, un lieu merveilleux, trop peu connu à mon goût. « Volez jeunesse » a permis à 2 000 jeunes de Seine-Saint Denis de s'amuser tout en réfléchissant. Ce type d'initiative qui conjugue rêve et vulgarisation scientifique se doit d'être encouragé. La science appartient à tous, et sous toutes ses formes. Elle fait réfléchir, s'amuser, comprendre et chercher ! Il nous appartient, à nous élus, de créer les conditions pour que tous et toutes puissent

INTERVIEW WITH BRUNO LE ROUX

A parliamentary advocate for space

Bruno Le Roux, leader of the socialist group in the French parliament, keeps a close eye on what's happening in space and advocates for more awareness and support from his fellow MPs in this sector where France excels. The much-awaited decision on Ariane 6 in 2014 is focusing his attention. For this space enthusiast, standing still is not an option: "Either we maintain our leadership or we lose it, and that would be the worst outcome," he says.

Last July, you funded an outreach project out of parliamentary reserves called *Volez jeunesse*¹ (Fly youth), at the Musée de l'Air et de l'Espace. Why is it important for you to offer youngsters in your constituency a window into the world of science?

Bruno Le Roux: I got involved in this initiative for two reasons: to fire the imagination of youngsters who never get the chance to go away on holiday, and to showcase the Musée de l'Air et de l'Espace, which is a fantastic museum that gets too little

exposure to my mind. *Volez jeunesse* gave 2,000 youngsters from Seine-Saint Denis the opportunity to learn while having fun. This kind of initiative combining the stuff of dreams with scientific outreach needs to be encouraged. Science belongs to everybody, in all its forms. It gets us thinking, it teaches us new things and it's fun! It's the role of elected representatives to lay the groundwork to bring scientific knowledge to all, as that's what drives innovation, inspires creation and encourages initiative and entrepreneurship. I've always been



avoir accès à la connaissance scientifique, élément moteur de l'innovation, de la création, de l'audace et de l'envie d'entreprendre. Une phrase de Marie Curie m'a toujours inspiré : « *Rien n'est à craindre, tout est à comprendre.* » La ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche l'a très bien compris en consacrant près de 200 millions d'euros à des programmes de culture scientifique et technique destinés aux scolaires. L'espace en fait pleinement partie et représente un gisement considérable d'emplois.

¹ Ce projet de vulgarisation scientifique, mené en partenariat par le CNES et le musée de l'Air et de l'Espace du Bourget, avec le concours de l'association Les petits citoyens et de Planète Sciences, est destiné aux jeunes des quartiers de Seine-Saint-Denis. Il s'inscrit dans la diffusion de la culture scientifique et spatiale pour leur donner envie de suivre un jour des filières d'excellence scientifique.

Le spatial est-il un bon substrat pour attirer les jeunes vers la science? Pensez-vous que le CNES fasse un effort suffisant dans ce sens?

B. L. R. : Oui, l'espace est un bon socle pour attirer les jeunes vers la science, d'autant qu'il présente une part de rêve. Les acteurs du spatial ont toujours attaché la plus grande importance aux relations avec le monde scolaire et universitaire. Ce n'est pas un hasard. Du fait de ses missions, le CNES a une obligation de transmission. En offrant des moyens techniques, financiers, et un encadrement adéquat, le défi peut être relevé. Il faut user, comme il le fait, de tous les outils pour susciter l'intérêt. Je ne veux pas être ici un « agent publicitaire » du CNES, mais reconnaissons qu'il fournit un effort considérable en affectant 1 million d'euros à des ateliers qui bénéficient à 100 000 jeunes en France et à la formation de plus de 1 000 professeurs! Par ailleurs, il multiplie les initiatives, comme par exemple l'espace réservé aux jeunes dans son pavillon au Salon du Bourget, un site Internet dédié, des actions en région où le CNES délocalise chaque année conférences, ateliers ludiques et stages courts, les campagnes annuelles de lancement de fusées expérimentales au C'Space, sans oublier le supplément support de cours du CNESmag, les conventions signées avec l'Éducation nationale depuis

1991, la centaine d'allocations de recherche pour les étudiants (thèses, postdoctorants), des rencontres entre jeunes chercheurs et acteurs industriels (JC2)... Le CNES est largement en phase avec la priorité donnée à l'éducation par le gouvernement, même si, dans ce domaine, il convient toujours de se renouveler.

Fasciné par l'espace, vous avez assisté à un vol Ariane en juillet 2009 et expérimenté un vol parabolique en juin 2011. Partagez-vous cette passion avec vos collègues à l'Assemblée nationale?

B. L. R. : Je suis fasciné par les airs : piloter un avion (planeur, de chasse, etc.), assister au décollage d'un lanceur, éprouver l'apesanteur..., c'est un émerveillement personnel, voire générationnel. Né dans les années 1960, j'ai vécu dans une « banlieue rouge » pour qui Youri Gagarine était un mythe (nom de gymnase, de rue). Ma génération a grandi avec la conquête spatiale : Apollo, la construction de l'Europe spatiale, Ariane... ont marqué les esprits, et l'espace, aujourd'hui, fait partie intégrante de notre quotidien. Or, à l'Assemblée nationale, très peu de questions concernent ce sujet. Généralement, elles sont traitées par un petit cercle de députés chargés de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. La majorité de l'Hémicycle estime à tort que ce domaine est réservé à des spécialistes. Même le groupe des parlementaires pour l'espace rassemble des passionnés en lien direct, soit territorial, soit industriel, avec le spatial. Il faudrait que plus de parlementaires intègrent ce groupe pour prendre réellement conscience des enjeux du domaine. Je suis convaincu que la plupart n'en mesurent pas l'importance pour les prochaines années. Or le gouvernement a besoin, surtout en période de crise, de la mobilisation de tous, notamment pour Ariane 6. En termes d'évolution du marché et de concurrence internationale, ce programme nous permettra de rester dans

inspired by the words of Marie Curie: "Nothing in life is to be feared, it is only to be understood." That's why the Minister for Higher Education and Research is devoting some €200 million to science and technology culture programmes for schools. Space is part of this plan and a big purveyor of jobs.

Is space a fertile seedbed to get youngsters interested in science? Do you think CNES is doing enough in this respect?

Yes, space is a good way to attract youngsters to science, because it fires their imagination. It's no accident that space stakeholders have always attached a great deal of importance to their relations with schools and universities. Outreach is part of CNES's mission. By providing technical and financial resources, and with the right educators, this challenge can be met. We must

use all the tools we have, as CNES is doing, to stimulate interest. I'm not trying to 'plug' CNES here, but I must say that it does a great job, allocating €1 million to workshops attended by 100,000 youngsters in France and to training for more than 1,000 teachers. It also sets aside space for youngsters in its pavilion at the Paris Air Show, it has a dedicated youth website, it holds conferences every year in the regions, organizes fun workshops and short courses, conducts annual experimental rocket launch campaigns; and of course it publishes an educational supplement with CNESmag, has ongoing agreements with the Ministry of Education since 1991, 100 or so research grants for doctoral and post-doc students, events bringing together young researchers and industry (JC2)... So CNES reflects the priority to education being pursued

by the present government, even if we must constantly seek new forms of outreach.

Your fascination with space led you to attend an Ariane launch in July 2009 and try out a parabolic flight in June 2011. Do you share this passion with your colleagues in parliament?

I'm fascinated by the idea of being airborne. Whether it's flying a glider or fighter aircraft, watching a launcher lift off or feeling weightlessness, it all gives me a real sense of wonder, it's a generational thing. I was born in the 1960s and raised in a 'red' suburb where Yuri Gagarin was a legend, with the sports hall and a street named after him. My generation grew up with the space adventure: Apollo, the development of Europe's space effort and Ariane all left a lasting impression and today space is part of our daily



l'excellence. Si on ne le lançait pas, il y aurait un risque de dégradation de notre offre, donc de notre place. Il faut que chacun en mesure l'importance, car il y a un investissement à faire. Il y a peu de secteurs où 1 € dépensé engendre autant de retours. Là encore, il y a un travail à faire auprès des parlementaires, qui sont toujours soucieux de l'efficacité de la dépense. S'il y a un domaine où la dépense est efficace et le rend à la collectivité, c'est bien celui de l'espace.

Effectivement, l'année 2014 s'avère fondamentale pour le spatial européen, avec le choix déterminant sur l'évolution de nos lanceurs lors de la prochaine conférence ministérielle de l'ESA. Quelle est votre perception de ces enjeux et quel sera le rôle du Parlement, notamment de votre groupe, pour conforter le gouvernement ?

B. L. R. : Le prochain conseil ministériel de l'ESA sera crucial pour l'autonomie européenne d'accès à l'espace : il s'agira de concrétiser les orientations stratégiques obtenues par la ministre Geneviève Fioraso, à Naples, en 2012.

lives. But very few questions are tabled about space in our National Assembly. Space issues are usually handled by the small circle of MPs with responsibility for higher education and research. Most of the assembly assumes quite wrongly that space is reserved for specialists, even though the GPE parliamentary space group's members are all space enthusiasts with territorial or industrial ties to space. We should have more MPs in this group to really raise awareness of what's at stake. I'm convinced that most MPs don't realise just how important space is going to be for the years ahead. But the government needs all hands on deck, especially in this time of crisis, notably for Ariane 6. This programme will enable us to maintain our excellence and keep pace with the market and international competition. If it doesn't get the go-ahead, our launch services offering and therefore

our market position could suffer. We all need to measure its importance, because there are investment choices to be made. There are few sectors where every euro spent generates such a high return. Here again, we need to brief MPs who are always keen to ensure that money is being spent wisely. If there is one area where spending really benefits society as a whole, it is space.

2014 is set to be a key milestone for spacefaring Europe with the crucial choice to be made concerning our future launch vehicles at the next ESA Ministerial Conference. How do you see these challenges and what role will parliament play, particularly your group, to support the government?

The next ESA Ministerial Conference will be critical for Europe's independent access to space, as we



LE CNES EST LARGEMENT EN PHASE AVEC LA PRIORITÉ DONNÉE À L'ÉDUCATION PAR LE GOUVERNEMENT, MÊME SI, DANS CE DOMAINE, IL CONVIENT TOUJOURS DE SE RENOUVELER.



"CNES reflects the priority to education being pursued by the present government, even if we must constantly seek new forms of outreach."

L'Europe doit y confirmer le lancement définitif du développement d'Ariane 6, un nouveau lanceur répondant mieux aux évolutions du marché et de la concurrence mondiale, de plus en plus agressive. L'avenir de la filière européenne des lanceurs est en jeu. La ministre pourra compter sur le soutien du groupe socialiste à l'Assemblée nationale, et (je n'en doute pas tant le sujet dépasse les clivages politiques) sur celui du Parlement tout entier pour faciliter la préparation de cette étape décisive. Par ailleurs, dans le cadre de ses divers contacts avec les autres Parlements européens, l'Assemblée pourra relayer la position de la France, favorisant ainsi le cheminement de notre ambition spatiale pour l'Europe vers les décideurs européens. ■

must seek to consolidate the strategic course secured by our minister Geneviève Fioraso at Naples last year. Europe must give the final go-ahead to develop a new Ariane 6 launcher fit to compete in an increasingly aggressive global market. The future of Europe's launch services industry is at stake. The minister can count on the support of the socialist group in parliament, and I'm sure from across the house, because this key milestone really is a cross-party issue. Through its contacts with other European parliaments, our National Assembly will also be able to relay France's position and convey our space ambition for Europe to European policymakers. ■

¹ This science outreach project, pursued in partnership by CNES and the Musée de l'Air et de l'Espace at Le Bourget, supported by non-profit associations Les Petits Citoyens and Planète Sciences, is aimed at youngsters in underprivileged areas in Seine-Saint-Denis. Its objective is to help diffuse science and space culture, to inspire them to one day pursue careers in science.

Décès L'ONÉRA DOUBLEMENT ENDEUILLÉ

C'est avec émotion que la communauté scientifique a appris le décès, le 8 août 2013, du directeur général de l'Onéra, Denis Maugars (à droite sur la photo), à l'âge de 57 ans. Polytechnicien, ingénieur des mines, il a occupé durant toute sa carrière de hautes fonctions au sein de plusieurs ministères, puis dans les grandes entreprises du secteur aéronautique et spatial. À la tête de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales depuis avril 2003, il a eu pour souci constant d'en faire un acteur primordial de la recherche européenne, notamment celle appliquée à la défense. Défenseur des intérêts de l'organisme auprès des industriels du domaine, il a été un ardent partisan d'une politique d'ouverture, notamment à destination des PME innovantes. Sur le plan international, il a incité l'Onéra à accroître ses coopérations avec de nombreuses entreprises et institutions, dont la NASA. Après avoir débuté en charge des questions industrielles à la Drire¹ Rhône-Alpes en 1982, il a rejoint le ministère de l'Industrie en 1984, puis la Direction du budget en 1986. Il a notamment mis en place le financement d'Ariane 5. Devenu en 1993 directeur adjoint du cabinet de François Fillon au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, il a eu pour mission d'optimiser les moyens de la politique scientifique: budget civil de recherche, recherche industrielle, recherche aéronautique et spatiale. Passionné de science et fervent admirateur de l'esprit entrepreneurial, Denis Maugars était également administrateur du CNES, de l'ISAE, du Cerfacs. Quelques semaines plus tôt, le 15 juin, une autre figure emblématique de l'Onéra, le directeur scientifique général Emmanuel Rosencher (à gauche de la photo) disparaissait, à 61 ans. Brillant chercheur très largement reconnu pour ses travaux de pionnier en optoélectronique,

il était l'auteur de nombreuses publications et de brevets dans les domaines des hétérostructures de semi-conducteurs, de l'optique non linéaire, de la physique du laser et de la détection infrarouge. Sa découverte des puits quantiques asymétriques a ouvert la voie à la réalisation de détecteurs infrarouges aujourd'hui utilisés dans de multiples domaines. ■

¹ Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

Dual loss for ONERA

The scientific community learned with great sadness of the death on 8 August of Denis Maugars (right in photo), Director General of ONERA, the French aerospace research agency, at the age of 57. Denis Maugars spent his career as a high-ranking ministry official and at top aerospace firms. As President of ONERA since April 2003, he worked tirelessly to make it a prime mover of European research. A staunch advocate of open outreach, he also encouraged ONERA to step up international cooperation, notably with NASA. After starting his career in 1982 at the Rhône Alpes branch of DRIRE¹, the French agency responsible for industry, research and the environment, he moved to the Ministry of Industry in 1984 and then the Budget Office in 1986, where he worked to secure funding for Ariane 5. Appointed in 1993 as deputy chief of staff for François Fillon at the Ministry of Education and Research, he was tasked with optimizing science policy resources. A passionate advocate of science and entrepreneurship, Denis Maugars was also an administrator on the boards of CNES, ISAE and Cerfacs. A few weeks earlier, on 15 June, another emblematic figure of ONERA, its Director General for Science, Emmanuel Rosencher (left in photo), also passed away at the age of 61. A brilliant researcher widely renowned for his pioneering work in optoelectronics, he was the author of many publications and patents in semi-conductor heterostructures, non-linear optics, laser physics and infrared detection. His discovery of asymmetric quantum wells paved the way for the infrared sensors used in many domains today. ■

¹ Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

LILIANE FEUILLERAC pour le / for CNES

ATV GEORGES-LEMAÎTRE

DERNIÈRE DESSERTTE EUROPÉENNE POUR L'ISS

Clap de fin! En juin, le Georges-Lemaître sera le dernier ATV à s'amarrer à la Station spatiale internationale. Avec ce cinquième transfert, l'ESA aura rempli sa mission. En 2017, l'expertise acquise sera réinvestie dans le module de service de la capsule américaine Orion MPCV.

En 1995, la conférence ministérielle de Toulouse avait acté l'engagement de l'Europe dans sa contribution à l'ISS. L'ESA fournirait le laboratoire Columbus et un véhicule de transfert automatisé lancé par Ariane. En 1998, au titre de ses compétences dans les vols habités et les opérations satellites, le CNES était mandaté par l'ESA pour assurer le développement et les opérations du centre de contrôle (l'ATV-CC) de ce véhicule de transfert nommé ATV (*Automated Transfer Vehicle*). Dès le premier vol, en interface avec ses homologues de Moscou et de Houston, l'ATV-CC installé au CNES Toulouse était en ordre de marche. Il prenait activement en charge la conduite et la coordination des moyens sol sollicités lors des opérations. Depuis, Jules-Verne, Johannes-Kepler, Edoardo-Amaldi et Albert-Einstein ont précédé Georges-Lemaître¹, dont le départ, prévu en juin 2014, marquera la fin d'un contrat respecté au cordeau.

Une organisation transitoire

L'accord initial prévoyait une exploitation de la station orbitale jusqu'en 2015. Depuis, compte tenu de son fonctionnement exemplaire, l'ISS a vu sa mission prolongée jusqu'en 2020. La NASA et ses partenaires ont confirmé qu'ils soutiendraient, « à des fins scientifiques », son exploitation. Cette décision imposait de repenser la logistique pour desservir



◀◀ Les astronautes Cady Coleman et Ricky Arnold devant le module d'équipage Orion, lors de tests sur les scaphandres, le 13 juin 2013. Astronauts Cady Coleman and Ricky Arnold in front of the Orion crew module during spacesuit tests on 13 June 2013.

l'ISS entre 2015 et 2020. En 2011, l'Europe a pris la décision de ne plus développer d'ATV au-delà du cinquième véhicule, une décision ferme et irrévocable. L'acheminement du fret va donc être assuré par les HTV japonais et les Progress russes, qui opèrent déjà des transferts. Pour sa part, en 2011, la NASA a retiré sa navette spatiale, devenue obsolète. Depuis, elle a recours à des vols commerciaux. Elle livre de manière indépendante des cargaisons vers l'ISS, via des vaisseaux américains appartenant aux compagnies privées Space-X et Orbital Sciences. S'agissant des vols habités, le transfert des astronautes a lieu, depuis 2011, via les seuls Soyuz russes. La NASA soutient son industrie pour que, à partir de 2017, des missions commerciales puissent transporter des astronautes vers la station.

Un module de service pour la NASA

Parallèlement à ces activités en lien avec la station spatiale, la NASA s'est engagée dans le développement d'un nou-

veau vaisseau spatial, le MPCV², dont le mode habité est appelé « Orion »... Le premier vol d'essai devrait avoir lieu en 2013-2014 et le vol de démonstration inhabité, en 2017. Le premier vol habité est attendu en 2021. L'expérience acquise par l'ESA en matière de vols habités sera réinvestie dans ce projet. En effet, en janvier 2013, un accord a été conclu entre l'ESA et la NASA. « Dans le cadre de cet accord, l'ESA va fournir le module de service de ce premier vol inhabité. Dérivé de celui de l'ATV, ce module reprend certains sous-systèmes, notamment au niveau de la propulsion », précise Jean-Louis Counil, responsable des programmes d'exploration au CNES. Cette contribution de l'ESA sera, en quelque sorte, la « monnaie d'échange » pour couvrir la participation européenne dans la poursuite de l'exploitation de la Station spatiale internationale jusqu'en 2020. L'accord ferme porte sur ce premier vol du MPCV, mais une option est envisagée pour un deuxième module, qui serait utilisé pour un vol habité dans le voisinage de la Lune en 2021. ■

▲▲
L'ATV 4 Albert-Einstein en approche de la Station spatiale internationale, juste avant son amarrage, le 15 juin 2013.

The ATV-4 Albert Einstein approaches the International Space Station prior to docking on 15 June 2013.

¹Physicien belge à l'origine de la théorie du big bang.
² Multi-Purpose Crew Vehicle.

ATV-5

Last flight for European vehicle to ISS

Next June, the Georges Lemaître will be the last ATV to dock with the International Space Station and ESA will have accomplished its mission with this fifth flight. In 2017, the lessons learned from the ATV will feed into construction of the Service Module for the U.S. Orion Multipurpose Crew Vehicle.

The 1995 ESA ministerial conference in Toulouse confirmed Europe's commitment to the ISS, under which the agency would supply the Columbus laboratory and an Automated Transfer Vehicle (ATV) launched by Ariane. In 1998, CNES was mandated by ESA to develop and operate the ATV Control Centre (ATV-CC) for this vehicle in Toulouse, in partnership with the control centres in Moscow and Houston. On each of the four ATV flights thus far—the Jules Verne, Johannes Kepler, Edoardo Amaldi

and Albert Einstein—the ATV-CC has actively controlled and coordinated all ground support operations. The flight of the last ATV, named the 'Georges Lemaître', slated for June 2014, will bring to a close a contract that has been accomplished to the letter.

Organization for transition

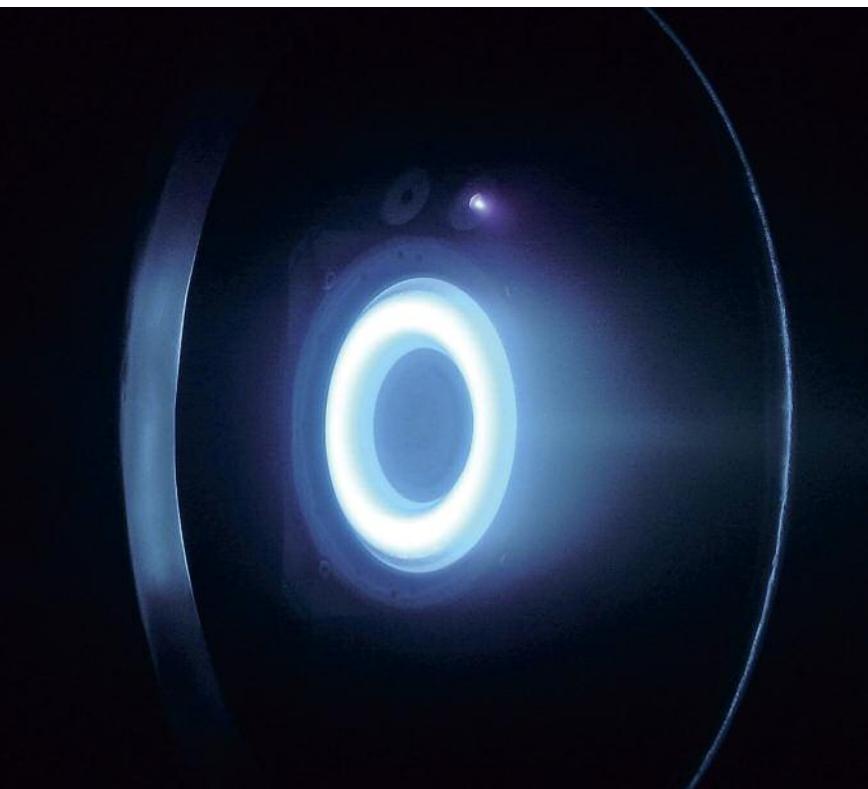
The initial agreement provided for station operations to continue through to 2015, but the ISS

SATELLITES

LA PROPULSION ÉLECTRIQUE SUR ORBITE

En mode recherche depuis les années 1960, la propulsion électrique accélère le mouvement. En signant un premier contrat commercial l'an dernier, Boeing a réveillé les concurrents. Avec Neosat, l'Europe tient sa part de riposte à l'horizon 2018. Et d'ici là ?

Moteur plasmique en essai sous vide. Plasma thruster undergoing vacuum testing.



En avril 2012, le département spatial de Boeing créait la surprise : il officialisait la signature d'un premier contrat pour le lancement de satellites géostationnaires « tout électrique ». Certes, la technologie n'est pas nouvelle, et elle est maîtrisée. Son principe a même été pensé au début du XX^e siècle ! Il paraît simple : dans les propulsions classiques, on accélère les molécules par réaction chimique exothermique. Avec le « tout électrique », l'ergol est ionisé pour former un plasma, mélange d'ions et d'électrons ; l'accélération des ions est ensuite obtenue via une source d'énergie électrique du satellite, le plus souvent les panneaux solaires. Les atouts du « tout électrique » sont eux aussi connus : « Passer de la propulsion chimique à la propulsion électrique, c'est passer d'un moteur V8 essence à un moteur hybride », explique, de manière imagée, Nicolas Arcis, chef de service Propulsion au CNES. Avec la propulsion électrique, on allège considérablement la masse d'ergol nécessaire pour une mission donnée. Ainsi, le client peut, soit accroître la masse de sa charge utile, soit bénéficier d'un lancement moins onéreux. Dans les deux cas, cela représente un gain de compétitivité substantiel. En contrepartie, la propulsion électrique présente un inconvénient : son faible niveau de performance lors des transferts en orbite géostationnaire.

has since proven such a success that its mission has been extended to 2020. NASA and its partners have confirmed that station operations will be sustained for scientific purposes. This forced a rethink of ISS re-supply logistics between 2015 and 2020. In 2011, Europe made the decision to stop developing ATVs after the fifth vehicle, leaving Japan's HTV and Russian Progress spacecraft to ferry cargo to the station. The same year, NASA retired its space shuttle from service and is now using commercial firms, delivering supplies to the ISS on private vehicles provided by Space-X and Orbital Sciences. Since 2011, the Russian Soyuz vehicle is

the sole means of ferrying astronauts to the ISS, with NASA relying on commercial firms to restore a U.S. crew transfer capability starting in 2017.

Service module for NASA

Alongside these ISS-related activities, NASA is pursuing development of a Multipurpose Crew Vehicle (MPCV), called Orion in its crewed version. The first test flight is scheduled this year or next year and an unmanned demonstration flight in 2017, with the first manned flight expected in 2021. ESA will be leveraging the experience it has acquired in human spaceflight for this project, through an

agreement signed with NASA in January. "Under this agreement, ESA will supply the Service Module for the first unmanned flight. The module is derived from the ATV, from which it re-uses certain subsystems, notably for propulsion," says Jean-Louis Council, in charge of space exploration programmes at CNES. This contribution from ESA will serve as the 'barter element' for Europe's continued participation in ISS utilization through to 2020. The firm agreement covers this first MPCV flight, but an option is also being considered for a second module to be used for a crewed flight to the vicinity of the Moon in 2021. ■

¹ Belgian physicist who first developed the Big Bang theory

« Avec un lancement classique, la mise à poste est approximativement d'une semaine; avec la solution électrique, elle peut durer plusieurs mois », dit Nicolas Arcis.

De ce fait, la propulsion électrique faisait plutôt tandem avec les missions scientifiques ou interplanétaires moins exigeantes sur les délais. Sur fond de crise économique, ces contraintes, qui paraissaient rédhibitoires pour les satellites géostationnaires commerciaux, ont fini par devenir acceptables. Avec un business plan très pertinent, Boeing a su convaincre ses clients.

L'alternative à Neosat

Mais que fait l'Europe? Consciente des enjeux, la France a engagé le programme Neosat dans le cadre du Plan d'investissement d'avenir (PIA), programme auquel s'est associée l'ESA lors de la conférence ministérielle de 2012. Depuis une vingtaine d'années, la propulsion électrique est déjà à l'étude, notamment au CNES, mais « elle est utilisée pour le maintien à poste, et non pour la mise à poste », remarque Nicolas Arcis. Le CNES soutient donc ce programme, qui constituera une véritable réponse aux plateformes de nouvelle génération. Neosat doit en effet répondre aux demandes de lancement pour des satellites de 3 à 6 tonnes, soit 80 % du marché des satellites de télécommunications. L'objectif est d'atteindre un gain de compétitivité de 30 %. Adaptable, Neosat proposera une version à propulsion chimique en option.

Mais en attendant? Les acteurs européens du spatial ne restent pas inactifs, et des solutions intermédiaires, évolutives, sont étudiées en parallèle. Dès les années 1990, les travaux du CNES et de Snecma avaient abouti à la qualification d'un moteur plasmique, le PPS@1350. En 2004, ce propulseur plasmique à effet Hall mettait la sonde Smart-1 en orbite autour de la Lune. Aujourd'hui, ce même propulseur est utilisé pour effectuer le contrôle Nord-Sud de l'orbite du satellite Alphasat lancé en juillet. Ce système propulsif électrique offre déjà un gain de masse et de consommation d'ergol appréciable, et il n'est pas au bout de ses performances. Un complément de qua-

lification va lui permettre d'ici à la fin 2014 de fonctionner à une puissance de 2500 W, suffisante pour les plateformes actuelles. Les recherches R&D se poursuivent également et devraient déboucher sur le développement d'un propulseur PPS@5000, plus adapté aux manœuvres de mise à poste, qui fait partie des technologies candidates à Neosat. Cet ensemble de solutions devrait donc aider l'Europe à résister jusqu'en 2018, voire au-delà. ■



◀◀ Future plateforme Neosat nouvelle génération pour des satellites de 3 à 6 tonnes. Future NEOSAT new-generation bus for 3-to-6-tonne satellites.

DERNIÈRE MINUTE

À l'occasion de la présentation à l'Élysée, le jeudi 12 septembre, des 34 projets de la « nouvelle France industrielle », le CNES a été désigné comme chef de projet des satellites à propulsion électrique. Au-delà du développement de Neosat et du satellite à très haut débit (THD), le plan mis en place va permettre d'accompagner les industriels dans la conception, le développement et la maîtrise technologique des plateformes à propulsion électrique ainsi que des processus industriels associés. Pour Jean-Yves Le Gall, « cette décision qui bénéficiera à l'ensemble de la filière spatiale européenne est le parfait prolongement de l'annonce faite par Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, lors de l'installation du Cospace, de consacrer à l'espace un complément budgétaire de 50 millions d'euros, dans le cadre du PIA ».

Stop press - At the presentation on Thursday 12 September announcing 34 projects under the government's NFI new industrial policy at the Élysée Palace, CNES was appointed project manager for electric-propulsion satellites. Besides the projects to develop NEOSAT and the THD fast-broadband satellite, France's new plan seeks to support industry efforts to design, develop and mature electric-propulsion buses as well as the associated industrial processes. For CNES President Jean-Yves Le Gall, "this decision will benefit Europe's entire space sector and ties in perfectly with the announcement by Geneviève Fioraso, our Minister for Higher Education and Research, at the launch of the CoSpace committee last week, that an additional budget of €50 million is to be allocated to space under the PIA future investment plan."

SATELLITES

Electric propulsion changes the game

In continuous development since the 1960s, electric propulsion is now gaining traction. In signing its first commercial contract for an all-electric satellite last year, Boeing has spurred its competitors into action. Europe is marshalling its response through NEOSAT, scheduled to fly by 2018. Until then...

In April last year, Boeing's space division took everyone by surprise with the official announcement of a first contract to launch all-electric geostationary satellites. The technology is

not new and is mature. In fact, its principles were established a century ago. Quite simply, conventional propulsion systems accelerate molecules through an exothermic chemical reaction, whereas electric systems ionize fuel to generate a plasma of ions and electrons, and then accelerate the ions using a source of electrical energy, most often the satellite's solar arrays.

The advantages of all-electric propulsion are well known. "The transition from chemical to electric propulsion is like going from a V8 petrol car engine to a hybrid engine," explains Nicolas Arcis, head of CNES's propulsion department. Electric propulsion

significantly reduces the amount of propellant required for a given mission, which translates into more payload mass or a cheaper launch for the customer. Either way, the solution is substantially more competitive.

The one drawback of electric propulsion, however, is the low level of thrust performance for satellites to be placed in geostationary orbit. "With a conventional launch, it takes about a week to manoeuvre the satellite into position, whereas with all-electric propulsion it can take several months," says Nicolas Arcis.

For this reason, until now, orbit transfer using

SISMOMÈTRE

INSIGHT, L'EXCELLENCE FRANÇAISE

La sismologie relève d'une longue tradition française. Une tradition que l'espace vient aujourd'hui couronner. En août 2012, la NASA avait sollicité la France pour embarquer SEIS, un sismomètre ultrasensible, sur Insight¹, la prochaine mission martienne. Le CNES est tout à la fois maître d'œuvre et maître d'ouvrage de cet instrument, fruit d'un long mûrissement technologique. L'intégration de l'instrument a démarré cet été avec succès au Centre spatial de Toulouse.

Lancée en mars 2016, Insight atterrira sur la surface de la planète Mars six mois plus tard. Un bras articulé déposera le sismomètre SEIS² sur son sol. Instrument majeur de la mission américaine Insight, il commencera alors sa longue enquête, son écoute et ses enregistrements des profondeurs de la planète. « C'est parce qu'ils ont toujours cru dans la performance de cet instrument, fruit d'un lent mûrissement technologique, que le CNES et l'IPGP (Institut de physique du globe de Paris) soutiennent son développement depuis plus de vingt ans. Le choix de SEIS par le JPL (Jet Propulsion Laboratory) est la preuve qu'il est le meilleur pour sonder l'intérieur des planètes », estime Francis Rocard, responsable des programmes d'exploration du Système solaire au CNES. Une ténacité et une confiance qui paient aujourd'hui. Sonder l'activité sismique de Mars nécessite une oreille particulièrement fine. C'est la caractéristique principale de ce sismomètre VBB (Very Broad Band) capable d'enregistrer de longues « vagues », des vibrations de l'ordre du mètre, ondes sismiques les plus révélatrices de la structure interne de la planète.

Mars, combien de pulsations par minute ?

L'objectif global de SEIS est de sonder l'intérieur de Mars pour mieux comprendre sa formation et son évolution, voire sa structure interne (épaisseur de la croûte, du manteau, dimension du noyau, etc.). « Comprendre l'évolution de Mars est capital pour comprendre celle de la Terre. C'est un point de comparaison majeur pour l'histoire de la planétologie », explique Philippe Lognonné, de l'IPGP. Pour effectuer ses calculs, le sismomètre enregistrera trois sources de vibrations. D'une part, les tremblements de Mars. Les scientifiques ont constaté une activité volcanique de fraîche date, marquée par la présence de coulées de lave très récentes. D'autre part, les impacts d'astéroïdes. L'instrument bénéficiera alors de la complicité de la caméra Hirise³, qui lui indiquera la localisation précise des points d'impact au sol. L'enregistrement de la propagation des ondes fournira des données capitales pour calculer la dimension du noyau de la planète. Enfin, SEIS enregistrera l'effet des marées de Phobos, son satellite naturel. Car Mars frémit à chacun de ses passages. « Si vous détectez ces passages 200 fois, le signal sera bien plus évident et son interprétation bien plus fine.

¹ Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport.
² Seismic Experiment for Interior Structures.
³ High Resolution Imaging Science Experiment.

electric propulsion has mostly been implemented on scientific or interplanetary missions, where timing is less important. But in the current tight economic climate, constraints so far considered not negotiable for commercial geostationary satellites have begun to gain acceptance and Boeing has succeeded in crafting a business plan to win over its customers.

Alternative to NEOSAT

So, where does Europe fit into the picture? Realizing the stakes are high, France has launched the NEOSAT programme under its PIA future investment plan, joined by ESA at last year's ministerial conference. Electric propulsion has been under study for the last

20 years or so, notably at CNES, but "it's used for station keeping, not orbit raising," points out Nicolas Arcis. CNES is supporting this programme with an eye on emerging new-generation satellite buses. NEOSAT will meet demand for satellites in the three-to-six-tonne category, which account for 80% of the telecommunications satellite market. It aims to be 30% more competitive and is adaptable, as it will offer an optional chemical propulsion variant. At the same time, Europe's key space players are looking at scalable stop-gap solutions. In the 1990s, work by CNES and Snecma resulted in the qualification of a plasma thruster, the PPS@1350. In 2004, this Hall-effect thruster placed the SMART-1

probe into lunar orbit. Today, this same electric thruster is being used for North/South station keeping of the Alphasat satellite launched in July. Offering appreciable mass and propellant gains, it still has some performance margin to spare. Further qualification tests will allow it to deliver 2,500 watts by the end of 2014, enough to power current-generation buses. Ongoing R&D work is also expected to lead to the development of a PPS@5000 thruster, more suited to positioning manoeuvres and a candidate for NEOSAT. Together, these solutions should allow Europe to hold its own until 2018 and even beyond. ■



◀◀ Préparation aux essais thermiques du sismomètre SEIS dans le caisson de 3 m³, au CNES Toulouse. The SEIS seismometer is prepped for thermal testing in the 3-m³ chamber at CNES in Toulouse.

On saura par exemple si le noyau de la planète est liquide ou solide », explique Philippe Laudet, chef de projet du sismomètre au CNES. SEIS sera en poste une année martienne, soit deux ans terrestres, et plus si possible. « Plus on aura de données dans la durée, plus les informations seront pertinentes et les petits signaux visibles », précise Philippe Laudet.

Une somme de contraintes

Insight emportera plusieurs instruments européens, financés à 75 % par la France et à 25 % en coopération par l'Allemagne, la Grande-Bretagne et la Suisse. Le CNES coordonne ces trois partenaires et assure l'interface avec le JPL. Le CNES Toulouse intégrera l'ensemble des pièces du sismomètre. « C'est la première fois que l'on arrive à ce degré de développement, et nous avons des objectifs de masse

très contraints. Il faut trouver la juste mesure entre une bonne conception et une masse minimisée : le bras mécanique qui déposera SEIS sur le sol ne peut pas supporter plus de 9 kg », explique Philippe Laudet. En raison d'un planning très serré, Sodern, spécialiste en sismomètres depuis 1990, a dû renforcer son équipe dans l'urgence, dès le choix de la NASA. Actuellement, 15 à 20 personnes sont mobilisées pour livrer dans les temps le cœur de SEIS, un modèle de vol de la sphère. Celle-ci accueille sous vide trois pendules reliés chacun à une carte de proximité. Ces cartes sont elles-mêmes reliées à une carte de contre-réaction (fournie par Eremis). C'est cette dernière qui assure l'asservissement des pendules, après mesure des déplacements de leur partie mobile. Or, de la mesure de ces déplacements, est déduite l'accélération enregistrée dans le sol. « C'est un projet de



SPACE SEISMOMETER

InSight seeks out French excellence

Seismology's long heritage in France is about to culminate in a new space mission. Last August, NASA asked France to fly the ultra-sensitive SEIS seismometer on InSight, its next mission to Mars. CNES is providing oversight and acting as lead contractor on this instrument built around technologies matured over many years.

InSight[®] will launch in March 2016 and land on the surface of Mars six months later, where a robotic arm will put down the SEIS² seismometer. A key

instrument of the U.S. InSight mission, SEIS is set to undertake a long investigation during which it will sound the planet's interior. "It's because they have always believed in the capabilities of this instrument, which is the result of a long technology maturation process, that CNES and IPGP have supported its development over more than 20 years. The selection of SEIS by the Jet Propulsion Laboratory (JPL) confirms it is the best seismometer for sounding the insides of planets," says Francis Rocard, head of solar system exploration at CNES. This mission is the reward for their belief and

perseverance. Sounding seismic activity on Mars calls for a very keen ear. That is the main feature of the very-broad band (VBB) seismometer capable of recording long-wavelength vibrations of the order of one metre, the seismic waves that most clearly reveal a planet's interior structure.

Taking the pulse of the Red Planet

The overall objective of SEIS is to sound Mars' interior to better understand how it formed and evolved, and to learn more about the thickness of its crust and mantle, the size of its core and other



développement majeur pour Sodern, l'occasion de relever un défi technique important », considère Gilles Lamour, chef de projet chez Sodern. De son côté, à l'IPGP, Philippe Lognonné doit préparer l'équipe scientifique à l'analyse des données : « L'équipe dispose de quatre-vingt-dix jours d'exclusivité. Elle doit avoir les moyens d'analyser les données, de s'entraîner, de développer des logiciels. Au terme de cette période, les données seront diffusées et accessibles à tous », insiste-t-il. Véritable défi technologique, le sismomètre fait rêver Japonais et Chinois. Il ferait bonne figure dans la panoplie des instruments à emporter dans leurs futures missions lunaires. Philippe Lognonné songe déjà à une version plus sophistiquée de SEIS : un réseau de 4 sismomètres, capable d'enregistrer des données encore plus fines. En attendant mars 2016, cette première fabrication est à flux tendu. « C'est stressant, c'est éprouvant..., mais terriblement palpitant », souffle-t-il. ■

PME SYRLINKS LA MINIATURISATION

« *Small is efficient* ». La devise de Syrlinks, une jeune PME de la région rennaise, résume son activité : la miniaturisation des composants électroniques et des produits de communication pour le spatial. Ce centre d'intérêt s'est ouvert à des applications hors du champ spatial : la défense et la sécurité des personnes, avec la mise au point toute récente d'une montre adaptée au sauvetage.

Syrlinks est une PME spécialisée dans les systèmes de communication et de positionnement adaptés aux environnements sévères. Lorsqu'elle est créée, en 2011, une grande partie de l'équipe travaille déjà avec le CNES. Depuis la fin des années 1980, plusieurs axes de travail nourrissent la collaboration. Le développement de systèmes de communication embarqués sur des microsatellites, l'évolution des normes et la mise au point de composants (Cots) particulièrement résistants aux environnements extrêmes sont les principaux socles de cette coopération. C'est avec le CNES que Syrlinks a initié le développement de l'équipement de la plateforme de Proba V, satellite européen d'observation de la Terre, pour laquelle elle a fourni trois émetteurs.

SEIS avant les essais mécaniques. SEIS before mechanical testing.



CALENDRIER

Décembre 2014 : livraison de SEIS au JPL.
2015 : Lockheed Martin installe les instruments sur InSight.
8 mars 2016 : lancement d'InSight.
De mars à septembre 2016 : voyage de la sonde vers Mars.
SEIS sera déployé dans les jours suivants.

Timeline

December 2014: Delivery of SEIS to JPL
2015: Instruments integrated on InSight by Lockheed Martin
8 March 2016: Launch of InSight
March to September 2016: Journey to Mars
SEIS will be deployed a few days after arrival

features of its deep structure. "Understanding how Mars evolved is vital to understanding Earth's own evolution. It will serve as a key point of comparison in the history of planetology," explains Philippe Lognonné from the Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP). To this end, the seismometer will record three sources of vibrations: Mars quakes, as scientists have noted recent volcanic activity revealed by the presence of fresh lava flows; asteroid impacts, assisted by the HiRise³ camera that will give the precise location of impact points, recording wave propagation data that will prove crucial to calculate the size of the planet's core; and finally, the effect of tidal flexing due to Mars' moon Phobos, as Mars quivers each time it passes. "By detecting these passes 200 times, we can obtain a much clearer signal that can be interpreted in much more detail. For example, we will be able to tell whether the planet has a liquid or solid core," notes Philippe Laudet, seismometer project leader at CNES. SEIS will operate for a full Martian year—two Earth years—and possibly longer. "The more data we can gather over time, the more relevant they will be and the more visible the small signals will be," he adds.

Combined constraints

InSight will be carrying several European instruments, funded 75% by France and 25% in partnership with Germany, the United Kingdom and Switzerland. CNES is coordinating work by the three partners and interfacing with JPL. The agency's Toulouse field centre will be integrating the seismometer. "This is the first time we've reached this level of development and our mass constraints are tight. We need to balance the design and necessary weight reductions, since the robotic arm that will lower SEIS to the surface can't carry more than 9 kilograms," explains Philippe Laudet. To meet the extremely tight schedule, Sodern, a specialist supplier of seismometers since 1990, had to quickly beef up its team after the NASA selection. A 15-to-20-strong team is now working flat out to deliver the core of SEIS, a flight model of the sphere, on time. This sphere holds three pendulums in a vacuum, each connected to proximity electronics that are in turn connected to a levelling system, supplied by Eremis, which provides a feedback loop to the pendulums after the displacement of their mobile mass has been sensed. This measurement is

then used to deduce the 3D ground acceleration. "This is a major development project for us and an opportunity to carry off a huge engineering challenge," says Gilles Lamour, Sodern project leader. Meanwhile, Philippe Lognonné at IPGP is readying the science team to pore over the data: "The team will have exclusive access to the data for 90 days, so it needs the resources to analyse them, train staff and develop software. At the end of this period, the data will be freely available," he notes. The seismometer is a superb feat of technology that Japan and China are also looking at as a possible payload for their future lunar missions. And Philippe Lognonné is already envisioning a more sophisticated version of SEIS, with a network of four seismometers capable of recording even more precise data. Until the mission departs in March 2016, production of the first seismometer is advancing at a fast pace. "It's stressful and exhausting... but also really exhilarating," he confides. ■

¹ Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport

² Seismic Experiment for Interior Structures

³ High Resolution Imaging Science Experiment

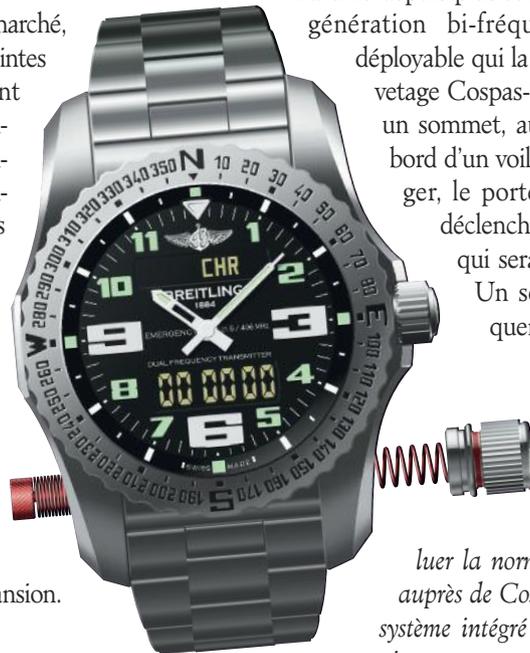
SATION COMME SPÉCIALITÉ

Le marché des nanosatellites

Toujours plus. De nouveaux arrivants sur le marché, les nanosatellites ont augmenté les contraintes auxquelles se confronte quotidiennement l'équipe de Syrlinks. Les produits de communication mis au point pour les microsattelites ont alors été adaptés pour les nanosatellites, des cubes de 10 cm de côté, assemblés en plus ou moins grand nombre, selon les besoins. Des besoins qui, grâce à des prix de revient très inférieurs à ceux des microsattelites, se multiplient à grande vitesse. La PME a dû atteindre des niveaux de performance très élevés en matière de miniaturisation et de consommation pour ce nouveau marché. Elle garantit une durée de vie de ses équipements en orbite de l'ordre de deux à cinq ans. Le marché, encore très largement extérieur, est en pleine expansion. Une aubaine pour l'entreprise.

Une rupture pour une montre

Si Syrlinks a contribué à la mise au point d'une montre particulièrement précieuse, Emergency II, fabriquée par Breitling, ce n'est pas un effet de mode. C'est l'aboutissement de savoir-faire très spécifiques, de compétences et d'une collaboration très étroite avec le CNES. La société



travaille depuis plusieurs années sur la nouvelle génération bi-fréquence d'une antenne déployable qui la relie au système de sauvetage Cospas-Sarsat. Où qu'il soit, sur un sommet, au milieu du désert ou à bord d'un voilier, s'il se trouve en danger, le porteur de la montre peut déclencher un signal de détresse qui sera transmis aux satellites.

Un second signal, basse fréquence, facilitera le repérage au moment du sauvetage. « C'est grâce à une collaboration de longue durée avec le CNES que nous avons pu faire évoluer la norme des balises de détresse auprès de Cospas-Sarsat et proposer le système intégré dans cette montre. Une vraie rupture technologique », explique Guy Richard, le président de Syrlinks.

Aujourd'hui, Syrlinks réalise 50 % de son chiffre d'affaires dans le spatial, le reste dans les domaines de la défense et de la sécurité des personnes. Jeune mais sage, elle est ouverte à des activités complémentaires pour faire face aux variations du marché. ■

◀ La montre Emergency II est équipée d'un émetteur conforme au système international d'alerte par satellite Cospas-Sarsat. The Emergency II watch has a built-in transmitter compatible with the Cospas-Satellite international alerting system.

SYRLINKS

Excellence in miniaturization

"Small is efficient" is the mantra of Syrlinks, a small young business from Rennes specializing in miniaturization of electronic components and communications products for the space sector. The firm is now extending its scope of activities outside space to defence and safety-of-life applications, with the recent development of a watch for search and rescue.

Syrlinks is an SME specializing in communications and positioning systems built for severe environments. When the firm was founded in 2011, most of the team was already working with CNES. This collaboration had been ongoing since the end of the 1980s, focusing chiefly on development of communications systems for microsattelites, new standards and commercial-off-the-shelf (COTS) components designed to withstand extreme environments. It is with CNES that Syrlinks began developing systems for the bus of the European

Proba V Earth-observation satellite, for which it supplied three transmitters.

Nanosatellite market

With the arrival of nanosatellites on the market, the constraints Syrlinks has to work with were turned up a notch. The team adapted the communications products it had developed for microsattelites to nanosatellites, which measure 10 centimetres on a side and are assembled to order in small or large numbers. As nanosatellites are much cheaper to build than microsattelites, demand is growing exponentially, forcing the firm to accomplish very high levels of performance in miniaturization and power consumption. Its in-orbit systems come with a two-to-five-year warranty. This burgeoning market, still very much outside the space community, is a godsend for the company.

Ground-breaking watch

Syrlinks has also helped to craft a very special watch for Breitling, the Emergency II, the

culmination of the highly specialized expertise it has developed in close collaboration with CNES. The company has been working for several years now on a new-generation dual-frequency deployable antenna to link the watch to the Cospas-Sarsat search-and-rescue system. Wherever they are, on a mountain top, in the middle of a desert or on a yacht, the wearer of the watch can activate a distress signal. A second, low-frequency signal then helps rescue teams to locate them. "Through a long-term effort in partnership with CNES, we were able to get Cospas-Sarsat to evolve their emergency locator beacon standard for the system that's built into this watch. It's a really ground-breaking technology," explains Guy Richard, Syrlinks' Chairman.

Today, Syrlinks generates half of its revenues from the space sector and the other half from defence and safety-of-life applications. The young firm is pursuing a prudent strategy, ready to adapt to changes in its market. ■

INTERVIEW

Propos recueillis par / Interview by RICHARD BONNEVILLE



Le 16 juillet, le CNRS et le CNES ont mis à jour, pour les trois prochaines années, leur accord de partenariat. Conscients de la complémentarité de leurs compétences en recherche scientifique et technologique, les deux organismes se retrouvent sur la nécessité d'optimiser l'investissement public. Leurs présidents, Alain Fuchs et Jean-Yves Le Gall, sont en phase sur les initiatives à prendre pour définir les priorités.

CNES-CNRS

Un nouvel élan



Comment appréciez-vous le partenariat entre vos deux organismes dans le paysage français de la recherche scientifique ?

A. F. : La coopération entre le CNES et le CNRS est ancienne. Elle concerne de nombreux domaines, comme l'étude de l'Univers dans toutes ses échelles (depuis l'exploration du Système solaire jusqu'aux confins de notre connaissance), ainsi que l'étude et l'observation du système Terre dans ses différentes composantes (atmosphère, océans, surfaces continentales, glaces, terre solide, écosystèmes). Nous travaillons ensemble non seulement sur les sciences de la vie dans l'espace, la physique et les matériaux en micropesanteur, les STIC, mais également sur tout ce qui concerne la R&T, dans le domaine des lanceurs et des systèmes orbitaux, qui prépare l'instrumentation et, par là même, la science de demain. Cette excellente coopération s'est traduite par de nombreux succès remportés au niveau mondial. Je pense, en particulier, à ceux des équipes françaises dans les programmes de l'Agence spatiale euro-

péenne. Grâce à sa participation à l'ESA ou à ses coopérations avec d'autres agences spatiales (américaine, russe, indienne, chinoise, etc.), le CNES offre l'opportunité à la communauté de recherche française, et donc aux équipes du CNRS, d'être responsable de nombreux programmes scientifiques et de missions spatiales.

J.-Y. L. G. : Le CNES n'a pas ses propres laboratoires de recherche. Les programmes de recherche scientifique spatiale sont, en quelque sorte, cogérés par le CNES et la communauté scientifique nationale, au premier rang de laquelle se trouve naturellement le CNRS. Les orientations des programmes scientifiques spatiaux sont fixées par la communauté scientifique elle-même, à travers le comité des programmes scientifiques (CPS) du CNES et les groupes de travail thématiques issus de cette communauté. Les séminaires de prospective scientifique, comme celui qui se tiendra en mars 2014 à La Rochelle, sont l'occasion de faire régulièrement émerger de nouvelles idées et de

nouveaux projets. Ce partenariat, vieux d'un demi-siècle, a largement prouvé son efficacité à travers de nombreux résultats remarquables. Parmi les succès récents, je peux citer les contributions françaises aux missions européennes Mars Express et Planck, à la mission martienne MSL-Curiosity de la NASA, ou encore à la filière d'altimétrie Jason et au sondeur infrarouge IASI installé sur les satellites Metop d'Eumetsat. Ces exemples témoignent d'un partenariat équilibré dans lequel le CNES apporte son soutien technique et financier à la réalisation et à l'exploitation des projets scientifiques spatiaux, tandis que le CNRS apporte les compétences scientifiques et techniques de ses équipes.

Certains laboratoires du CNRS sont dotés de moyens techniques et humains leur permettant, grâce au support technique et financier du CNES, de réaliser des contributions expérimentales complexes à des missions scientifiques spatiales, notamment dans le domaine des sciences de l'Univers. Comment assurer, dans le futur, le maintien de ces moyens ?

A. F. : La première des priorités est de continuer notre travail de prospective scientifique, croisé à la source de nos engagements communs dans les grands programmes spatiaux. Ces exercices de prospective ont toujours été menés de manière concertée et assurent une cohérence globale. Nous devons cependant bien prendre en compte les difficultés budgétaires actuelles, faire des choix tout en assurant nos missions fondamentales. Afin de mieux se préparer aux futurs programmes spatiaux et d'optimiser l'adéquation entre le contenu de ces programmes et les ressources financières et humaines prévisibles, le CNES et le CNRS ont décidé la mise en place d'un groupe de travail conjoint. Ce groupe devra d'abord identifier les perspectives programmatiques des laboratoires spatiaux (sol et espace) ainsi que les évolutions attendues de la démographie des personnels techniques des laboratoires, leurs priorités de recrutement dans ce contexte, et les conséquences sur les futurs programmes. Ensuite, il proposera les mesures qui pourraient être appliquées afin de prendre en compte ces évolutions. Ce travail est mené en concertation étroite avec les principaux laboratoires dits « spatiaux » du CNRS.

J.-Y. L. G. : Il me semble essentiel de préserver la spécificité des laboratoires spatiaux et leurs compétences techniques. Mais, à l'avenir, nous devons peut-être imaginer d'autres moyens de travailler avec eux. Par exemple pour le développement d'instruments complexes, constituer plus souvent qu'auparavant des équipes intégrées CNES-laboratoires. Ces équipes n'ont pas besoin d'être colocalisées ; les instruments des missions scientifiques de l'ESA sont réalisés par des consortiums de laboratoires dispersés dans toute l'Europe. On peut faire également plus largement

appel à la sous-traitance industrielle. Cela a un coût, c'est pourquoi il faudra être encore plus sélectif dans le choix des projets. On peut aussi se demander si, dans le renouvellement des personnels techniques des laboratoires, il faut privilégier les profils de chefs de projet ou ceux de métiers de base ? Les laboratoires spatiaux sont la plupart du temps des unités mixtes dans lesquelles le CNRS est associé à une université ou un grand établissement, qui peuvent également mettre des postes à la disposition des laboratoires. La mise en place généralisée par l'INSU¹ des observatoires des sciences de l'Univers (OSU) vise à impliquer davantage les universités dans le dispositif de recherche. De toute façon, il est essentiel que les laboratoires soient présents en amont dans les phases de conception et en aval dans les phases de validation et de test.

Les sciences de la Terre sont amenées à traiter et archiver des volumes de données de plus en plus considérables. Comment peut-on organiser au mieux ces activités de traitement et d'archivage sur le plan national et sur le plan européen ?

A. F. : Nous prêtons, au CNRS comme au CNES, une grande attention aussi bien au traitement et à l'archivage des données spatiales qu'aux données sol, et ce depuis longtemps. Nous avons créé, il y a une quinzaine d'années, en liaison avec nos partenaires, un certain nombre de pôles thématiques dédiés à ces tâches. Ils regroupent des fournisseurs et utilisateurs de données, des experts scientifiques, et bénéficient de moyens élaborés par les organismes et institutions partenaires dans une logique de mutualisation. Ces pôles ont été conçus au niveau national pour servir la communauté scientifique autour d'une thématique donnée et stimuler l'utilisation de données de missions spatiales.

¹ Institut national des sciences de l'Univers.

Installation aux États-Unis du rover martien Curiosity dans le bouclier thermique du module de croisière de la mission MSL. The Curiosity Mars rover is installed inside the heat shield of the MSL cruise module in the United States.



Depuis cette définition du concept et la mise en place d'un certain nombre de pôles thématiques nationaux, de nombreux éléments ont évolué, tant au niveau national qu'aux niveaux européen et international. C'est pourquoi le CNES et le CNRS ont constitué, fin 2011, un groupe de travail pluri-organismes pour reconsidérer la question. Ce groupe a fait connaître ses premières propositions et doit rendre d'ici à la fin de l'année son rapport final. Nous mettrons alors en œuvre ses propositions. D'ores et déjà, le CNES et le CNRS ont commencé à travailler avec les autres organismes pour les traduire en plan d'actions.

J.-Y. L. G. : Le CNES se doit d'être à l'écoute et au service des utilisateurs de l'espace. D'où l'élaboration, dans le cadre de partenariats CNES-laboratoires, de pôles thématiques consacrés au traitement et à l'archivage des données, principalement dans le domaine des sciences de la Terre. Le CNES ne doit pas pour autant se substituer à eux. Cependant, l'arrivée de grands programmes de sur-

veillance de l'environnement, comme Copernicus (ex-GMES), va modifier le contexte. Ces programmes, dits opérationnels, fournissent des données qui intéressent aussi la communauté scientifique, comme par exemple les programmes de météorologie. Nous pensons qu'à l'avenir les services aux utilisateurs (scientifiques et non scientifiques) devront être pensés dans un cadre européen, en mettant en réseau les pôles thématiques nationaux et les centres similaires existant ailleurs en Europe. Ainsi ils fourniront un accès transparent aux données spatiales ou non spatiales (les utilisateurs combinant les deux). À propos de Copernicus, il faudra établir une gouvernance adaptée. À cet égard, ce qui existe dans le secteur de la météorologie me semble exemplaire. Une agence spécialisée, Eumetsat, opère les satellites et distribue les données aux utilisateurs, tandis qu'elles sont traitées dans des centres spécialisés. Là, les prévisions sont calculées dans le centre européen de Reading (l'ECMWF) et dans des centres nationaux tels que Météo France. ■

CNES-CNRS

Renewing the research pact

16 July, the French national scientific research centre CNRS and CNES renewed and updated their partnership agreement for the next three years. Aware of their complementary scientific and technological research talents, the two agencies agree on the need to optimize taxpayer funding. Their presidents, Alain Fuchs and Jean-Yves Le Gall, share the same vision on the initiatives required to define priorities.

How do you see the partnership between your two agencies within the French scientific research landscape?

Alain Fuchs: Cooperation between CNES and CNRS goes back a long way and covers many domains like the study of the Universe—covering exploration of the solar system and the boundaries of the known Universe—as well as the study and observation of the Earth system (atmosphere, oceans, land surfaces, ice, solid Earth and ecosystems). We are working together not only on life sciences in space, physics and materials in microgravity and information and communication technologies, but also on research and technology in launchers and orbital systems to conceive the instruments and science of tomorrow. This excellent cooperation has spawned numerous international successes. I'm thinking in particular of the French teams working on European Space Agency (ESA) programmes. Through its participation in ESA and its partnerships with other national space agencies, CNES offers the French research community and CNRS teams the chance to lead many scientific programmes and space missions.

Jean-Yves Le Gall: CNES doesn't have its own research laboratories, so space science research programmes are in a way co-managed by CNES and the national scientific community, where CNRS plays

a pre-eminent role. This community sets the directions taken by space science programmes, through CNES's Science Programmes Committee (CPS) and working groups. Space science prospective strategy seminars, like the next one to be held in March 2014 in La Rochelle, serve to regularly hatch new ideas and projects. This half-century-old partnership has amply demonstrated its value with a host of remarkable results. Recent successes include the French contributions to the European Mars Express and Planck missions, NASA's MSL-Curiosity mission to Mars, the Jason series of altimetry satellites and the IASI infrared sounder on Eumetsat's MetOp satellites. These examples attest to the balanced partnership through which CNES provides technical and financial support to set up and operate space science projects, while CNRS contributes its scientific and engineering skills.

Certain CNRS laboratories have the technical and human resources, with technical and financial support from CNES, to devise complex experimental contributions to space science missions, notably in the domain of Universe sciences. How can these capabilities be sustained in the future?

A.F.: The first priority is to continue the advanced science planning efforts driving our joint involvement in major space programmes. These efforts have always been pursued in concerted fashion to ensure they are coherent. However, we have to factor in current budgetary constraints and make choices while sustaining our core missions. To plan more effectively for future space programmes and tailor their content to projected human and financial resources, CNES and CNRS have decided to set up a joint working group. This group will start by identifying the programmatic outlook for space laboratories (on the ground and in space) and the expected trends in staffing at laboratories,

recruitment priorities and their impacts on future programmes. It will then propose measures that could be applied in line with these trends. This task is being conducted in close coordination with CNRS's main 'space' laboratories.

J.Y.L.G.: I believe it is vital that we protect the special status of space laboratories and their technical expertise. But in the future, we may have to imagine new ways of working together. For example, when developing complex instruments we could form integrated CNES-laboratory teams more often. The teams don't have to be co-located; instruments for ESA science missions are built by consortia of laboratories all over Europe. We could also work more often with industry subcontractors. That would imply extra costs, so we would need to be more selective when choosing projects. We could also ask ourselves when renewing engineering staff at laboratories whether we should be looking for project leaders or core skills. Space laboratories are mostly joint research units in which CNRS partners with a university or major research institution, which can also second personnel to the laboratories. The creation of Universe science observatories by INSU, the French national institute for universe sciences, aims to get universities more closely involved in research. Whichever way we look at it, it's essential that laboratories be involved at the earliest design stages of a project and downstream during validation and test phases.

Earth sciences are processing and archiving ever greater volumes of data. How could these processing and archiving activities be better organized at national and European level?

A.F.: CNRS and CNES have always devoted a lot of attention to processing and archiving of both space and ground data. Fifteen years ago, we established with our partners a number of thematic data centres dedicated to these tasks. These centres



◀◀ IASI à bord du satellite Metop-B placé sous la coiffe du lanceur Soyuz. IASI on the MetOp-B satellite, under the fairing of the Soyuz launcher.

comprise data providers and users, and scientific experts, and have access to pooled resources developed by partner bodies and institutions. They are designed to serve the national scientific community and foster utilization of data from space missions. But we've seen many changes at national, European and international levels since this concept was first defined and national data centres created. For this reason, CNES and CNRS set up a multi-organization working group at the end of 2011 to review the situation. The group has submitted its first proposals and is scheduled to file its final report by the end of this year. We will then implement their proposals. CNES and CNRS have

already started working with the other member organizations to translate these proposals into an action plan.

JY.LG: CNES must serve and be attentive to the needs of space users, which is why we have established thematic data centres in partnership with laboratories, chiefly in Earth sciences. But CNES must not seek to take their place. That said, the advent of large-scale environmental monitoring programmes like Copernicus (formerly GMES) is a paradigm shift. Such operational programmes supply data that are also of value to the science community, for example for meteorology programmes. We believe that in the future services

for scientific and non-scientific users will need to be conceived within a European framework, networking national data centres and similar centres elsewhere in Europe. They will thus offer transparent access to space and non-space data for users to combine. For Copernicus, we will need to adapt its governance and I think we could model it on how things are done in the meteorology sector. A specialist agency, Eumetsat, operates the satellites and distributes data to users, while the data are processed at specialist centres; forecasts are then calculated at the European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF) in Reading and at national weather services like Météo France. ■



Cospace, une nouvelle instance sur l'espace / Le comité de concertation État-industrie sur l'espace (Cospace) a été officiellement lancé le 4 septembre 2013 par la ministre Geneviève Fioraso. Un comité de pilotage a été mis en place, coprésidé par Jean-Yves Le Gall, président du CNES, et Marwan Lahoud, président du Gifas. Il regroupe les représentants de plusieurs ministères ainsi que des entreprises du spatial et des organismes de recherche. Dès son premier rendez-vous, les priorités étaient clairement définies : R&T, applications, études de marché. Ce comité rendra compte de ses premiers travaux fin janvier 2014. En associant deux entités complémentaires (les industriels français du spatial d'un côté et le CNES, représentant de la puissance publique, de l'autre), le gouvernement a souhaité constituer une équipe unie et forte pour faire face aux enjeux de l'ensemble de la filière spatiale française.

New CoSpace committee - The CoSpace government-industry space coordination committee was officially launched on 4 September by Geneviève Fioraso, Minister for Higher Education and Research. A steering committee has also been set up, co-chaired by CNES President Jean-Yves Le Gall and GIFAS Chairman Marwan Lahoud, with representatives from several ministries, space firms and research organizations. The committee has already defined clear priorities, focusing on R&T, applications and market surveys, and will report back on its initial work at the end of January 2014. By bringing together the space industry and CNES in this way, the government has sought to establish a strong and united team to meet the challenges facing the French space sector.

www.
cnes.fr/
webmag

SATELLITES La propulsion électrique. Interview vidéo de Pascal Bultel, spécialiste en propulsion. Electric propulsion. Video interview with Pascal Bultel.
ATV-GEORGES LEMAÎTRE Tout sur l'ATV et le centre de contrôle ATV-CC du CNES. All about the ATV and the ATV-CC control centre at CNES.
SISMOMÈTRE La mission Insight sur le site des missions scientifiques du CNES. InSight mission on the CNES science missions website.
SYRLINKS Les PME du spatial en vidéo. Video about SMEs in the space sector.
COSPACE Communiqué de presse en ligne sur le site du CNES. Press release on the CNES website.



TRANSFERT DE TECHNOLOGIES

Le CNES ouvre les portes de sa propriété intellectuelle

Au cœur de l'activité du CNES, l'innovation invente les systèmes spatiaux de demain et génère une multitude de brevets¹. Ces inventions sont à l'origine de grands succès spatiaux avec l'ensemble des partenaires industriels, comme par exemple la filière altimétrique nationale pour ne citer qu'elle. Aujourd'hui, ce patrimoine intellectuel fait l'objet d'une valorisation, hors programmes spatiaux. Depuis un peu plus d'un an, le CNES a accéléré sa stratégie de transfert de technologies et de logiciels vers l'industrie, en particulier vers les PME, tous secteurs confondus. Pour favoriser la diffusion de ce patrimoine, il s'appuie sur les autres acteurs de la valorisation et participe ainsi à la création de start-up avec, à la clé, la création d'emplois. Une nouvelle stratégie à découvrir dans ce dossier.

Technology transfer

CNES spins off its intellectual property

Innovation is central to CNES's mission, inventing the space systems of tomorrow and spawning a multitude of patents¹. Along with the agency's industry partners, these inventions have paved the way for great successes in space, the accomplishments in satellite altimetry being just one example among many. Today, this intellectual legacy is being spun off outside space programmes. For a little over a year now, CNES has started stepping up its strategy to transition technologies and software to industry, particularly towards SMEs across all sectors. To help spread the benefits of this legacy, it is working with key spin-off players to nurture start-ups and create jobs—a new strategy detailed in this special report.



Opération de démasquage d'une pièce de satellite, après la polymérisation de la peinture, chez MAP. Masking is removed from a satellite part after paint curing at MAP.

¹ Cf. dossier sur « L'innovation spatiale au service de la société », paru dans le CNESmag n° 40.
² See Special Report on "Space innovation serving society" in CNESmag N° 40

VALORISATION DE LA RECHERCHE AU-DELÀ DU SPATIAL

La valorisation de la propriété intellectuelle du CNES s'insère dans sa stratégie générale et dans les réflexions au niveau national sur la valorisation de la recherche. Désormais, les entreprises, y compris hors du domaine spatial, peuvent accéder aux technologies innovantes du CNES. Intégré dans de multiples réseaux, il affirme son ambition de transférer ses technologies et logiciels et s'en donne les moyens.



►► Hélicoptère hybride à haute vitesse X3 développé par la société Eurocopter. X3 high-speed hybrid helicopter developed by Eurocopter.

L'Europe mise sur le triptyque Recherche-Formation-Entreprises pour favoriser l'émergence d'innovation porteuse d'emploi, de compétitivité et de richesse. « *La recherche est au cœur du débat sur la compétitivité par l'innovation. La valorisation de la recherche publique est aujourd'hui considérée comme un des axes majeurs pour sortir les sociétés développées de la crise. Le projet de loi du 20 mars 2013 réaffirme le transfert de technologies comme une des missions de service public de l'enseignement supérieur et de la recherche, avec pour objectif de créer des emplois durables et à forte valeur ajoutée d'innovation* », explique Didier Lapierre, responsable de la valorisation et du transfert de technologies du CNES. Un peu d'histoire pour nous rappeler que la valorisation de la recherche est très ancienne, car intimement liée à l'avènement de la recherche elle-même. Newton, de Vinci, Pasteur, Lavoisier... étaient certes des chercheurs

emblématiques, mais également des valorisateurs. En France, en 1982, la valorisation a été inscrite dans la mission des universités et écoles, en plus de la recherche et de l'enseignement. En 1999, la loi sur l'innovation a formalisé la création des incubateurs comme véritables services d'activités industrielles et commerciales. En 2006, le code de la recherche a positionné cette dernière dans une phase de mutation vers l'économie de la connaissance. En 2012, une nouvelle étape a été franchie avec l'avènement des sociétés d'accélération du transfert de technologies (SATT). Fin 2013, elles seront une douzaine en activité.

Permettre à une PME de devenir leader sur son marché

Le CNES s'inscrit dans cette dynamique en décidant de formaliser son offre de transfert de ses technologies, notamment hors du domaine spatial. « *Cette idée n'a pas*

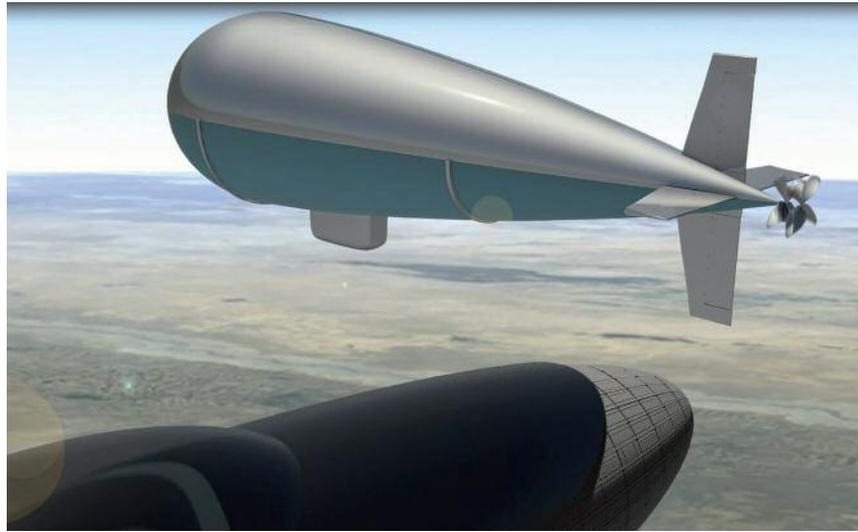
été facile à intégrer, car, culturellement, nous étions plutôt enclins à conserver nos brevets ou à ne transférer nos technologies que vers l'industrie spatiale », reconnaît Didier Lapierre. « Aujourd'hui, il s'agit de permettre à des entreprises dans le secteur automobile, aéronautique, médical... d'accéder à nos technologies innovantes afin de les aider à concevoir de nouveaux produits, à améliorer leur offre, à renforcer leur position sur leur marché, à se protéger d'attaques de concurrents en leur opposant leur licence et, au final, à créer de l'emploi ou du moins à le maintenir. Si nous pouvons soutenir une PME afin qu'elle devienne leader sur son marché grâce à nos technologies et au bénéfice de l'image du CNES, nous devons le faire. » La valorisation de la propriété intellectuelle du CNES s'insère dans sa stratégie générale. Pour y parvenir, il s'appuie sur des partenaires industriels ou publics, mais aussi des acteurs de la valorisation qui ont vu le jour dans le cadre du grand emprunt 2010 (Programme d'investissements d'avenir), lancé par l'État, avec 22 milliards d'euros destinés à l'enseignement supérieur et à la recherche. C'est ainsi que France Brevets, fonds d'investissement et de valorisation des brevets en Europe, a été créé en mars 2011. Ce dernier a signé avec le CNES un accord pour valoriser ses technologies, en particulier de télécommunications spatiales ou de géolocalisation (Cf. article p. 40). Des SATT ont également été mises en place afin de faciliter le transfert des résultats de la recherche publique vers l'industrie. Elles assument la partie la plus risquée du processus d'innovation, la PME se focalisant sur l'industrialisation et la commercialisation. Si profit, des redevances leur sont versées. Le CNES a également développé son action au sein du réseau Curie (Cf. article p. 38), association qui fédère les acteurs de la valorisation de la recherche publique française. Son but : promouvoir, développer, professionnaliser le transfert de technologies, de savoir-faire et de compétences issues du secteur public vers le monde socio-économique.



Didier Lapierre, responsable de la valorisation et du transfert de technologies du CNES. in charge of technology transfer and spin-off at CNES.

« LA VALORISATION DE LA RECHERCHE PUBLIQUE EST CONSIDÉRÉE COMME UN DES AXES MAJEURS POUR SORTIR LES SOCIÉTÉS DÉVELOPPÉES DE LA CRISE. »

"Spin-off from government-funded research is today viewed as a key area to get the economies of developed nations back on track."



▲▲ Projet de plateforme stratosphérique capable d'offrir des services complémentaires aux satellites. Stratospheric platform project capable of offering services that will complement satellites.

RESEARCH SPIN-OFF

Moving beyond space

CNES exploits its intellectual property as part of a broader strategy in line with national policy on research spin-off. Companies inside and outside the space sector now have access to innovative technologies developed by the agency, which is striving through multiple channels to transition these technologies and software to industry.

Europe is banking on research, training and entrepreneurship to spur innovation, create jobs and wealth, and boost competitiveness. "Research is driving the debate on boosting competitiveness through innovation. Spin-off from government-funded research is today viewed as a key area to get the economies of developed nations back on track. The bill of 20 March 2013 reaffirms technology transfer as a core mission of higher education and research, aiming to create sustainable jobs that add a high degree of value in terms of innovation," explains Didier Lapierre, in charge of technology transfer and spin-off at CNES. In this respect, it is worth recalling that research spin-off in fact has a long history. Newton, da Vinci, Pasteur, Lavoisier and their peers were of course eminent researchers, but they also sought to spin off the results of their work. In 1982, France decided to make spin-off a mission of universities and schools, in addition to research and teaching. In 1999, a new innovation statute created a formal industrial and commercial activity department and incubators, while in 2006 the research code shifted the focus of research toward the knowledge economy. And 2012 saw the formation of the first of a new type of companies—called SATTs for

Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologie—geared to accelerating technology transfer. There will be 12 such companies operating by the end of this year.

Making SMEs market leaders

CNES is contributing to this effort and has established a formal framework for transitioning its technologies, notably outside the space sector. "This idea met with some resistance, because culturally we tended to prefer to retain our patents or to transfer our technologies only to the space industry," concedes Didier Lapierre. "Today, we are seeking to allow firms to use our innovative technologies to help them design new products, expand their portfolio, strengthen their market position, protect themselves against competitors and create or at least sustain jobs. If we can support an SME and help it to become a market leader while also boosting CNES's image, then we must go ahead and do that." CNES works with industry or public partners and other bodies created to aid the government's PIA future investment plan, which is devoting €22 billion to higher education and research. One such body is France Brevets, a fund created in March 2011 to invest in and spin off patents in Europe. It has signed a technology spin-off agreement with CNES, encompassing in particular space telecommunications and geolocation (see box p. 40). SATTs have also been set up to advance the transition of government-funded research results to industry. These firms take on the riskiest part of innovation, leaving SMEs to focus on the industrial process and commercialization. If they turn a profit, royalties are paid to the SATTs. CNES is also pursuing actions through the CURIE network (see box p. 38), a non-profit association federating key players involved in research spin-off in France.

►►
Sésame 1 000, système laser d'ablation dédié à la décapsulation des circuits intégrés. (Laboratoire expertise composants du CNES Toulouse.)
Sesame 1000, a laser-ablation system used for decapsulation of integrated circuits (CNES component test lab in Toulouse).



¹ Business Incubation Center.



LE SITE INTÈGRE UNE PAGE POUR INCITER LES PME OU LES GROUPES À EXPRIMER LEURS BESOINS EN TERMES DE NOUVELLES TECHNOLOGIES.



“The site includes a page where SMEs and groups can express their new technology needs.”

Plus de 300 familles de brevets

Depuis septembre 2012, le CNES propose son offre de valorisation sur son site institutionnel à travers 70 fiches (30 supplémentaires chaque année) qui décrivent une sélection de brevets sur plus de 300 familles de brevets CNES, utilisables dans de nombreux domaines : mécanique et énergie, électronique, optoélectronique, optique, radar, télécommunications, navigation, biologie, chimie. Une présentation des logiciels disponibles complète l'offre. Le site intègre une page pour inciter les PME ou les groupes à exprimer leurs besoins en termes de nouvelles technologies. « *Nous pouvons leur apporter notre expertise technique et notre support marketing, fournir ou réaliser avec les PME des études technico-commerciales pour exploiter le brevet au mieux de ses capacités, et les faire profiter de notre réseau de partenaires pour faciliter le transfert* », précise Didier Lapiere. Un dispositif particulièrement attractif pour une petite ou moyenne entreprise. Le CNES propose également de soutenir un entrepreneur porteur de projets (intégrant une technologie du spatial) qui serait candidat aux incubateurs, notamment au tout nouveau ESA BIC¹ Sud France de l'Agence spatiale européenne. Dédié aux jeunes entreprises utilisant des technologies spatiales, l'ESA BIC Sud France, coordonné par le pôle Aerospace Valley, comprend sept autres membres, le CNES, le pôle Pégase et cinq incubateurs (Estia, Paca Est, Bordeaux Technowest, Midi-Pyrénées et Théogone). (Cf. article p. 42).

RÉSEAU CURIE

Le transfert de technologies, un métier

Récemment membre du Conseil d'administration, le CNES amplifie son action au sein du réseau Curie, association qui fédère depuis vingt ans les acteurs de la valorisation de la recherche publique française. Son but : promouvoir, développer, professionnaliser le transfert de technologies, de savoir-faire et de compétences issus du secteur public vers le monde socio-économique. « *Nous avons quelque 180 membres, institutions œuvrant dans le domaine de la recherche publique, tels que des universités, des PRES, des CHU, des grandes écoles, ainsi que des organismes nationaux de recherche* », précise Christophe Haunold, président du réseau. Et d'ajouter : « *Malgré un recul de plus de vingt ans sur les métiers du transfert de la valorisation, les besoins de mises à niveau restent importants en France.* » Curie propose donc des formations destinées aux personnels de la valorisation, axées sur les bonnes pratiques et le renforcement de l'expertise. En juin 2013, l'association a organisé, pour 500 participants, un congrès sur le thème des contributions de la valorisation de la recherche publique et du développement économique régional. « *Nous sommes un lieu d'échanges au service de la performance économique et du progrès social* », insiste Christophe Haunold. La structuration de la valorisation vit une nouvelle étape. Douze SATT ont été créées récemment avec pour objectif de booster l'innovation et l'émergence de nouveaux projets créateurs de valeurs. « *Notre pays a besoin de croissance et, pour cela, l'innovation est fondamentale. Nous avons longtemps souffert en France d'une séparation entre la recherche et l'entreprise. Aujourd'hui, des briques ont été posées pour favoriser la création de liens entre ces deux mondes. Le réseau Curie en est un acteur majeur.* » ■

CURIE NETWORK

Professionalizing technology transfer

CNES recently joined the board of the CURIE network, a French non-profit association federating stakeholders spinning off the results of government-funded research for the last 20 years. The network aims to promote, develop and professionalize the transfer of technologies, know-how and expertise from the public sector to the market. « *Our 180 members are institutions working in public research like universities, teaching hospitals, elite schools and national research bodies,* » says Christophe Haunold, the network's chair. « *Even with more than 20 years of hindsight on research spin-off, France still has some catching up to do,* » he adds. To this end, CURIE dispenses training focused on nurturing good practice and strengthening expertise. In June, the association organized a congress for 500 attendees on how spin-offs from public research benefit regional economic development. « *We are a forum serving the economy and social progress,* » affirms Christophe Haunold. Today, the structuring of research spin-off is moving forward with the recent formation of 12 special vehicles (SATTs) to spur innovation and new projects creating value. « *Our country needs growth, so innovation is vital. France has long suffered from a disconnect between research and business. Today, we have the first foundations to foster links between these two worlds and the CURIE network is playing a key role in this effort.* »



◀◀
Instrument Chemcam: la technique d'analyse spectroscopique induite par ablation laser est une première mondiale. The laser-induced breakdown spectroscopy analysis technique used by the ChemCam instrument is a world first.

Objectif: signer un ou deux contrats de licence par an hors spatial

En septembre 2012, le CNES a lancé sa première campagne de valorisation hors domaine avec une sélection de huit brevets. Une deuxième campagne a été lancée en juin 2013. « Nous avons sélectionné des brevets du CNES, parfois en copropriété avec des industriels, pour leur potentiel de valorisation. Nous les avons confiés à un réseau de sociétés de conseil spécialisées dans l'innovation technologique qui réalisent des études de marchés, baptisées "études flashes" », précise Didier Lapierre. L'objectif est de réaliser une dizaine d'études flashes chaque année et de confirmer l'intérêt des brevets hors domaine, en les présentant à des prospects industriels dans tous les secteurs: exploration pétrolière, milieu marin agressif, fond extrême, médical, sécurité... Plus de la moitié des études flashes 2012 ont conduit à une phase d'étude de contrat de licence d'exploitation des brevets. « Chaque campagne doit permettre la signature d'un ou deux contrats de licence. » L'objectif du CNES est de faire connaître son patrimoine intellectuel au plus grand nombre. « Grâce à l'ensemble de ces dispositifs: offre de valorisation sur le site institutionnel, collaboration avec France Brevets, le réseau des SATT, le réseau Curie, ou encore l'ESA BIC Sud France, les entreprises devraient de plus en plus solliciter nos technologies pour générer de l'activité dans tous les domaines de la société, et créer de l'emploi. » L'avenir le dira. ■

More than 300 patent families

Since September last year, CNES's spin-off portfolio is available through its website, where 70 factsheets—30 are added every year—detail a selection of patents from over 300 families, covering a wide variety of domains including mechanical engineering and energy, electronics, optoelectronics, optics, radar, telecommunications, navigation, biology and chemistry. This selection is complemented by a range of software. The site includes a page where SMEs and groups can express their new technology needs. "We can bring them our technical expertise and marketing support, supply or conduct technical/commercial studies with SMEs to ensure a patent is fully exploited, and bring them the benefit of our partner network," says Didier Lapierre. This kind of assistance is especially attractive for small- and medium-sized firms. CNES can also support entrepreneurs looking to develop projects incorporating a space technology with the potential to interest incubators like the European Space Agency's new ESA BIC¹ Sud France. Dedicated to young firms employing space technologies, this incubator coordinated by the Aerospace Valley cluster, comprises seven other members: CNES, the Pégase cluster and five incubators (ESTIA, PACA-Est, Bordeaux Technowest, Midi-Pyrenees and Théogone). It is aiming to nurture 15 start-ups a year. (see article p. 42).

One or two licence agreements outside space every year

Last September, CNES launched its first spin-off campaign outside space with a selection of eight patents. A second campaign was rolled out in June. "We selected CNES patents, some of them co-owned with industry partners, for their spin-off potential. We then entrusted them to a network of consulting firms specializing in technological innovation who carry out 'flash' market surveys," explains Didier Lapierre. The aim is to conduct ten or so such flash surveys every year and confirm the value of patents outside the space sector, by presenting them to industry prospects working in oil exploration, harsh marine environments, extreme cold, medicine, security and other sectors. More than half of the flash surveys in 2012 led to technologies being studied with a view to granting a patent licence. "Each campaign aims to obtain the signature of one or two licence agreements," says Lapierre. CNES's objective is to promote its intellectual heritage to the widest possible audience. "Through the CNES website, our collaboration with France Brevets, the SATT and CURIE networks and ESA BIC Sud France, firms should increasingly be looking to our technologies to generate business and create jobs," concludes Didier Lapierre. ■

¹ Business Incubation Centre



▲▲ Voiture équipée d'un GPS.
Car with a GPS receiver.



▲▲ Composant endommagé, ausculté sous un microscope à balayage laser au CNES Toulouse.
A damaged component is examined under a laser scanning microscope at CNES in Toulouse.

FRANCE BREVETS

Le d'nicheur de brevets

Depuis mars 2011, la France s'est dotée d'un fonds d'investissement et de valorisation des brevets unique en Europe: France Brevets. Ce dispositif créé avec la Caisse des dépôts dans le cadre du PIA vise à renforcer la productivité, la capacité d'innover et à accroître la compétitivité des entreprises. « Notre mission est d'aider la recherche à mieux valoriser ses brevets. Nous constituons donc des portefeuilles dans différents secteurs (technologies de l'information, aéronautique et espace, énergies nouvelles, etc.), auxquels il est plus facile d'accorder des licences sur le marché international qu'à des brevets dispersés », précise Jean-Charles Hourcade, son directeur général. Ainsi, en février 2012, France Brevets a signé un accord avec le CNES, qui souhaite valoriser, en dehors du segment spatial, ses technologies télécoms spatiales ou de géolocalisation, notamment celles relatives au système GNSS¹ de Galileo, dont les applications au sol sont nombreuses: navigation, sécurité, applicatifs pour Smartphones, etc. « En plus du CNES, qui est notre partenaire de référence dans le domaine, nous sommes en cours de négociations avec plusieurs détenteurs de brevets de géolocalisation (EADS, Astrium, etc.), afin qu'ils apportent également des droits de concession de licence à une initiative commune, souligne Jean-Charles Hourcade. Les revenus générés par le licencing² constituent un retour sur investissement en R&D pour les détenteurs de brevets. Ils contribueront à consolider la qualité de leur recherche, à maintenir l'activité de leurs bureaux d'étude et de leurs laboratoires de recherche, et donc l'emploi. » ■

¹ Global Navigation Satellite System.

² Concession de licence à un tiers.

FRANCE BREVETS

Seeking out patents

In March 2011, France set up a special fund called France Brevets to invest in and spin off patents. The first of its kind in Europe, this fund—created with the Caisse des Dépôts under the PIA future investment plan—seeks to boost productivity, spur innovation and make businesses more competitive. “Our mission is to help the research world to get more out of its patents. We do this by building up patent portfolios across different sectors—information technologies, aerospace, new energy sources, etc.—that are easier to license on the international market than separate patents,” explains Jean-Charles Hourcade, the fund's managing director. For example, in February 2012 France Brevets signed an agreement with CNES to spin off the agency's space telecommunications and geolocation technologies outside the space sector, especially those developed for the Galileo GNSS¹ system, which have many applications here on Earth, for example for navigation, security and smartphones. “In addition to CNES, which is our preferred partner in this domain, we are talking to several holders of geolocation patents, including EADS and Astrium, about granting licences through a joint initiative,” says Jean-Charles Hourcade. “Revenues from royalties bring a return for patent holders on their R&D investment, helping them to consolidate their research effort and sustain jobs in their design offices and research laboratories.”

¹ Global Navigation Satellite System

◀◀ Véhicule équipé d'un récepteur de précision Guide, plateforme française d'innovation GNSS (Global Navigation Satellite System).

Vehicle fitted with a GUIDE precision receiver (GUIDE is a French centre of expertise in GNSS (Global Navigation Satellite System) innovation).



▶ Les SpaceUp sont l'occasion de réunir des passionnés aux profils différents, pour s'exprimer sur des sujets liés au spatial, parmi lesquels les nanosatellites, l'astronomie, Mars ou encore le tourisme spatial.

SpaceUps bring together space enthusiasts from different backgrounds to talk about space issues, such as nanosatellites, astronomy, Mars or space tourism.



FUTUR

LE CNES À L'AFFÛT DE NOUVELLES PISTES

Création d'une marque, *Space Conquest...*, le CNES envisage de mettre en place de nombreux dispositifs pour permettre à sa politique de transfert de technologies de continuer à se développer.

Réfléchir à des applications issues des brevets CNES, hors domaine spatial, ne relève pas nécessairement de la compétence des acteurs du spatial. Le CNES envisage donc d'ouvrir ses inventions à une vaste communauté en organisant, en 2014, un événement en partenariat avec les autres membres de l'ESA BIC Sud France¹, voire probablement avec le support du « réseau des Cantines »². L'événement, du nom de « *Space Conquest* », s'inspire du Hackathon dédié à l'espace, organisé en avril 2013 sous l'égide de la NASA (*Space App Challenge*). Des développeurs informatiques, designers, graphistes s'étaient réunis le temps d'un week-end pour répondre à une cinquantaine de défis lancés par la NASA, croisant leurs compétences respectives. Le CNES étudie le lancement d'une action de ce type afin de développer un écosystème autour des enjeux spatiaux, en réunissant créateurs d'entreprise, étudiants, chercheurs, entrepreneurs, développeurs, designers, ou de simples curieux ayant un intérêt pour la conquête de l'espace et ses retombées terrestres. Lors de l'opération, il sera proposé plusieurs activités autour de défis liés au spatial.

Autre idée : la possibilité pour les PME bénéficiant d'un transfert de technologie du CNES d'utiliser une marque dédiée ! Cela devrait être possible à partir de 2014, le nom est en cours de création. Cette marque CNES apportera à l'entrepreneur une caution scientifique de qualité dans ses relations commerciales ou auprès de ses financiers pour obtenir des crédits. Une forme de parrainage très convaincante pour une PME en phase de développement.

FUTURE

Exploring new avenues

CNES is considering many ways to continue expanding its technology transfer policy. Among these is a new event dubbed Space Conquest and a dedicated brand for SMEs.

Space stakeholders are perhaps not the best qualified to think about what kinds of applications outside the space sector could benefit from CNES patents. For this reason, the agency is considering opening up its inventions to a broad community by organizing an event in 2014 in partnership with the other members of ESA BIC Sud France¹, and probably with support from the Cantines² network. Called Space Conquest, the event is inspired by the first Space App Challenge 'hackathon' organized under NASA patronage in April. IT developers and graphic designers gathered over a weekend to work together on 50 challenges issued by NASA. CNES is looking at launching a similar action to develop an ecosystem to address space issues, bringing together start-ups, students, researchers, entrepreneurs, developers, designers or anyone with an interest in the conquest of space and its spin-offs here on Earth. Another idea under study is to create a brand that could be exploited by SMEs employing a CNES spin-off technology. The brand should be ready to roll out next year. Through this brand, CNES will provide entrepreneurs with the scientific backing to develop their commercial contacts or obtain credit, giving them the solid support they need to develop their business.

¹ Pégase, Aerospace Valley et les incubateurs Estia entreprendre, Bordeaux Technowest, CEEI Théogone, incubateur Midi-Pyrénées et incubateur Paca-Est.
² Propriété de Silicon Sentier, La Mêle, la Cantine numérique rennaise et Atlantic 2.0.

¹ Pégase, Aerospace Valley and the ESTIA Entreprendre, Bordeaux Technowest, CEEI Théogone, Midi-Pyrenees and PACA-Est incubators.
² Owned by Silicon Sentier, La Mêle, La Cantine Numérique Rennaise and Atlantic 2.0.

ESA BIC SUD FRANCE

UNE PREMIÈRE EN FRANCE

Coordonné par le pôle de compétitivité Aerospace Valley associé au CNES et au pôle Pégase, ESA BIC¹ Sud France est un incubateur d'entreprises qui favorise la création d'entreprises fondées sur le transfert de technologies issues du domaine spatial et sur les applications spatiales. Un nouvel acteur au service de l'emploi qui complète le dispositif régional.



à disposition de porteurs de projets des moyens pour mener à bien leurs objectifs: accès à des subventions, à un prêt bancaire, à des locaux équipés et à un soutien technique à hauteur de 80 heures de support par les experts du CNES.

En Europe, plus de 200 entreprises lancées grâce aux BIC

« L'accompagnement des entrepreneurs se fait sur deux ans. Notre objectif est de labelliser une quinzaine d'entreprises par an en Midi-Pyrénées, Aquitaine et Paca, soit 75 nouvelles start-up liées à l'espace dans les cinq années à venir. Elles devraient générer 400 emplois et un chiffre d'affaires cumulé de 22 millions d'euros. ESA BIC Sud France devient un acteur majeur du développement de l'économie régionale. Ce dispositif fédère trois régions et cinq incubateurs, localisés à Biarritz, Bordeaux, Toulouse, Toulon et Sophia-Antipolis », précise Philippe Lattes, du pôle Aerospace Valley, contract officer de l'ESA BIC Sud France. Et d'ajouter: « Les premières entreprises labellisées seront connues le 28 novembre 2013. La création d'entreprise ne se décrète pas, nous espérons que ce dispositif suscitera des vocations. » Ce concept a déjà démontré en Europe ses capacités à créer des emplois. Plus de 200 nouvelles entreprises ont été lancées grâce aux incubateurs. « Les entreprises labellisées pourront être du domaine des applications spatiales, mais aussi de tout autre secteur. L'objectif est de leur permettre de développer des services et applications issus des technologies spatiales tous azimuts », raconte Loïc Chanvillard. Et de souligner: « L'ESA BIC Sud France sera aussi un outil précieux pour rendre visible aux entrepreneurs l'étendue du portefeuille de brevets existant dans le spatial, et ainsi les valoriser. Il offre donc des opportunités exceptionnelles aux PME innovantes. » ■

►► Développé par la société Infotron, ce drone IT 180 de type hélicoptère à décollage et atterrissage vertical a été soutenu par le pôle Pégase. The IT 180, a vertical take-off and landing (VTOL) helicopter-type unmanned aerial vehicle (UAV) developed by Infotron, was supported by the Pégase cluster.

Cette belle idée est née à l'initiative de l'Agence spatiale européenne. À ce jour, huit incubateurs ont été créés: deux en Belgique et en Allemagne, un au Royaume-Uni, en Italie, aux Pays-Bas et, depuis juin 2013, un dans l'Hexagone. « La France étant le pays leader du secteur spatial en Europe, il devenait urgent que nous nous dotions d'un tel dispositif », reconnaît Loïc Chanvillard, responsable de l'antenne Paca-Est du pôle de compétitivité Pégase, dont la mission est de fédérer la filière de l'aéronautique dans sa région autour de la construction de « machines volantes » particulièrement innovantes. ESA BIC Sud France a donc été lancé au Salon du Bourget le 20 juin 2013. C'est le premier en France: il était temps. Son principe est de mettre

¹ Business Incubation Center

CINQ ENTREPRISES, CINQ EXEMPLES

de transfert de technologies innovantes du CNES vers l'industrie qui sont la preuve que « ça marche », et que la recherche et le monde économique ont tout intérêt à travailler ensemble.

FIVE FIRMS, FIVE EXAMPLES

of transitioning innovative CNES technology to industry that show research and business have everything to gain from working together.

BIGBEN

Du spatial au jeu vidéo

Les technologies développées dans le cadre de programmes spatiaux redescendent sur Terre jusque dans les jeux vidéo! La société Bigben Interactive, acteur de la convergence numérique, propose une gamme de produits et d'accessoires dans le domaine du jeu vidéo (manette, casque, protection), de l'audio (casque, enceinte) et de la téléphonie (protection Smartphone, chargeur). « Nous sommes présents sur les cinq continents et toujours à la recherche de nouvelles technologies dans notre secteur d'activité », commente Ali Obeid, ingénieur en électronique, responsable technique du laboratoire de recherche. Alors, quand Bigben Interactive prend connaissance d'un brevet déposé par le CNES sur un détecteur qui repère les signaux électromagnétiques émis par les cellules opérationnelles, donc capable de déceler rapidement les cellules défaillantes (notamment sur les satellites), la décision est vite prise. Ce dispositif 3D peut être décliné dans les jeux vidéo afin de rendre la détection du mouvement et la position d'un joueur dans l'espace encore plus performantes. « Depuis dix mois, nous étudions avec le CNES la faisabilité d'adapter les capteurs de cette application spatiale et de les intégrer, entre autres, dans nos manettes de jeux », explique Ali Obeid. L'objectif de Bigben Interactive est de commercialiser un nouveau produit mi-2014. « Ce projet est un bel exemple de l'apport et des interactions possibles entre la recherche et l'industrie », conclut-il. ■



BIGBEN

From space to video games

Technologies developed for space are making their way back to Earth in video games. Bigben Interactive is getting ready for digital convergence with a range of products and accessories for video games (joysticks, headsets, protectors), audio (headset, speakers) and telephony (smartphone protectors and chargers). "We're present on five continents and always on the look-out for new technologies in our sector of business," says electronic engineer Ali Obeid at the company's research laboratory. So when Bigben Interactive became aware of a patent filed by CNES for a sensor able to detect electromagnetic signals from operational cells and quickly identify faulty ones, notably on satellites, it jumped at the chance. The 3D sensor can be used in video games to improve detection of player movements and positions. "We've been working with CNES for 10 months now to study the feasibility of adapting the sensors from this space application and integrating them in our gaming joysticks and other devices," explains Ali Obeid. Bigben Interactive's aim is to have a new product ready for market by mid-2014. "This project is a fine example of how research and industry can interact and benefit each other," he concludes. ■

ESA BIC SUD FRANCE

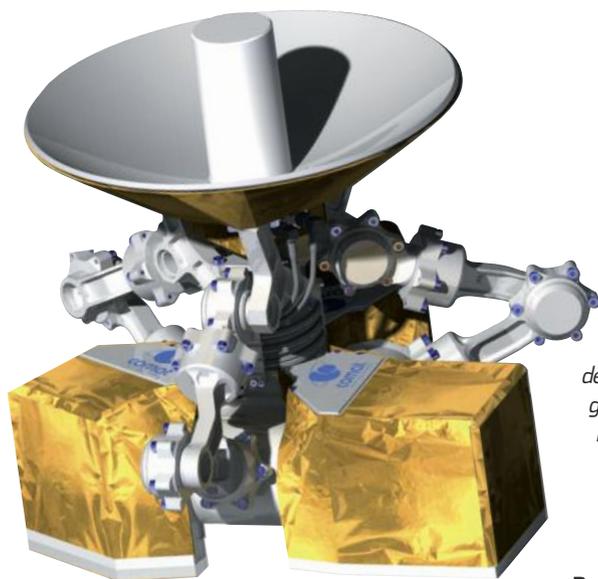
A first for France

Coordinated by the Aerospace Valley competitiveness cluster with CNES and the Pégase cluster, ESA BIC Sud France is an incubator for businesses based on technologies and applications from the space sector that is helping to create jobs in the south of France.

Eight business incubation centres (BICs) have so far been set up on the initiative of the European Space Agency (ESA): two in Belgium and in Germany, and one in the United Kingdom, Italy, the Netherlands and since June in France. "As Europe's leading space nation, France really needed something like this," admits Loïc Chanvillard, who heads the PACA-Est branch of the Pégase competitiveness cluster charged with federating aviation industry players to build highly innovative "flying machines". ESA BIC Sud France—the first incubator of its kind in France—was therefore launched at the Paris Air Show on 20 June. Its purpose is to give project proponents the resources they need to accomplish their aims, offering subsidies, bank loans, premises and 80 hours of technical support from CNES domain experts.

More than 200 new companies created in Europe

"We provide ongoing support for entrepreneurs over two years," says Philippe Lattes at Aerospace Valley, the contract officer for ESA BIC Sud France. "Our aim is to back 15 companies a year in the Midi-Pyrenees, Aquitaine and PACA regions, in other words 75 start-ups in the space sector over the next five years, which are expected to create 400 jobs and generate total revenues of €22 million. ESA BIC Sud France is thus becoming a key player driving development of the region's economy. It pulls together three regions and five incubators located in Biarritz, Bordeaux, Toulouse, Toulon and Sophia Antipolis." He adds: "We hope the announcement of the first start-ups on 17 November will inspire others to create their own companies." The concept has already proven effective in creating jobs in Europe, with more than 200 new companies formed through the incubators. "Firms backed by ESA BIC Sud France may focus not only on space applications but may also come from any other sector. The goal is to help them to develop all kinds of services and applications derived from space technologies," says Loïc Chanvillard. "ESA BIC Sud France will also be a valuable tool to promote and exploit the existing range of space patents with entrepreneurs. It therefore offers unique opportunities for innovative SMEs." ■



▲▲ Mécanisme de robot : ici, le positionneur d'antenne 3POD.
Robot mechanism: here, the 3POD antenna positioner.

COMAT

Future looks bright for tripod

Times are changing. Comat, a firm belonging to the Agora Industrie group that specializes in space engineering, particularly equipment for space stations, is looking to break into aviation markets. "There's less demand for microgravity, so we're seeking new markets," explains Comat CEO Ludovic Daudois. "For space, we developed the Kubik biological incubator, for example, which is currently providing a centrifuge capability for standalone biology experiments aboard the International Space Station." A CNES partner since being formed 30 years ago, Comat is an undisputed expert in mechanical engineering for scientific and industrial equipment. Today, it is looking to confirm its position by developing mechanisms like telescopic booms and tripods.

Good prospects in defence

"In 2008, we initiated an R&T action with CNES to develop a tripod mechanism for positioning satellite antennas," says Ludovic Daudois. With support from CNES's spin-off team, the company recently began transferring this technology to ground-based applications like antennas on military vehicles or ships, and camera positioning for broadcasting. With support from the regional council, Comat was thus able to design a demonstrator for these new applications. "We're now going to launch a sales campaign to capture the aviation and naval market, where we already have some leads with defence customers," Daudois announces. ■

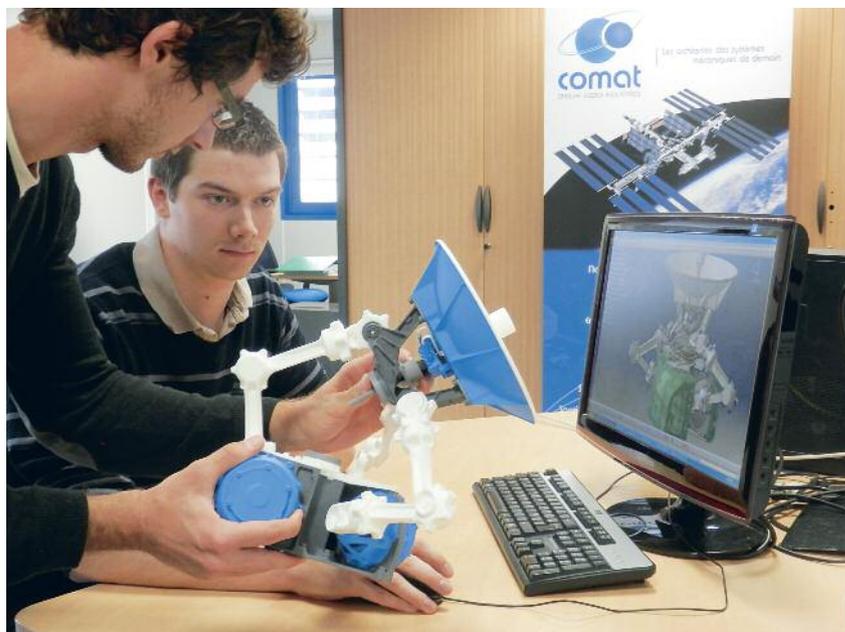
COMAT

Le tripode a de l'avenir

Les temps changent. La société Comat du groupe Agora Industrie, spécialisée en ingénierie spatiale, notamment dans des équipements installés à bord des stations orbitales, cherche à se positionner dans les secteurs de l'aéronautique. « La demande étant moins forte en microgravité, nous cherchons de nouveaux marchés. Dans le spatial, nous avons développé entre autres l'incubateur biologique Kubik. Actuellement à bord de la Station spatiale internationale, cet équipement offre la capacité de centrifugation à des expériences biologiques autonomes », précise Ludovic Daudois, DG de la société. Ce partenaire du CNES depuis sa création, il y a trente ans, est un expert incontesté en ingénierie mécanique dans les équipements scientifiques et industriels. Aujourd'hui, il souhaite confirmer sa position en développant des mécanismes comme les mâts télescopiques ou le tripode.

De belles perspectives dans la Défense

« En 2008, nous avons démarré une R&T avec le CNES sur le mécanisme du tripode, pour le positionnement des antennes sur le satellite », souligne Ludovic Daudois. Or, depuis peu, la société a mis en place, avec le support de l'équipe Valorisation du CNES, un transfert de cette technologie vers des domaines applicatifs au sol tels que les antennes embarquées sur des véhicules militaires, des navires, ou encore dans le secteur audiovisuel pour le positionnement des caméras. Soutenue par la région, la Comat a pu ainsi concevoir un démonstrateur pour ces nouvelles applications. « Nous allons lancer une campagne commerciale pour capter le marché aéronautique et naval. D'ores et déjà, nous avons détecté des opportunités dans la Défense », annonce Ludovic Daudois. ■



▲▲ 3POD en cours d'étude chez Comat.
3POD under study at Comat.

www.
cnes.fr/
webmag

LE CNES OUVRE LES PORTES DE SA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE Tous les brevets du CNES en ligne.

CNES spins off its intellectual property. All CNES patents on line.

VALORISATION DE LA RECHERCHE, AU-DELÀ DU SPATIAL Notre playlist vidéo sur l'espace utile au quotidien.

Research spin-off: Moving beyond space. Video playlist on the daily applications of space.

MAP, LA PEINTURE COMME TREMPLIN Reportage vidéo. MAP: paint leads a long way. Video report.



Utilisée dans la cabine d'un avion en vol, l'antenne permettra aux passagers de connecter un équipement portable personnel (Smartphone, tablette et ordinateur portable) à Internet, via une liaison satellite (Satcom). Used in flight in an aircraft cabin, this antenna will let passengers connect mobile personal devices (smartphones, tablets or laptops) to the Internet via satellite.



FLYOPS L'aviation prend l'antenne

C'est l'histoire de Flyops, jeune société créée en 2009 à Mérignac, qui propose des services d'opérations externalisés pour l'aviation civile et d'affaires. Outre la préparation et le suivi des vols, l'assistance au sol, le conseil dans l'acquisition d'aéronefs ou encore la préparation commerciale ou celle plus administrative des formalités passagers et équipages, Flyops souhaite offrir à ses clients un service performant de communications entre l'avion en vol et le sol. « Bon nombre de nos clients ont besoin d'émettre et de recevoir des informations en dehors des escales. Ils ne peuvent être coupés du monde pendant plusieurs heures. Par exemple, dans le cas d'une catastrophe naturelle où un avion est affrété pour assurer un rapatriement, des informations doivent pouvoir être transmises rapidement à l'équipage et aux passagers : envoyer un mail, un fax ou téléphoner leur est indispensable », explique Xavier Jousaume, président et fondateur de Flyops.

« L'antenne du CNES était la plus adaptée à nos besoins »

C'est ainsi que la start-up a recherché une technologie pour répondre à ce besoin. « Nous avons identifié une trentaine de brevets sur des antennes grâce au service de valorisation de brevets de Bordeaux Technowest. Nous avons retenu celui du CNES, en copropriété avec Satimo (Société d'applications technologiques de l'imagerie micro-onde), dont l'antenne est utilisée pour le géopositionnement de ballons-sondes. » Contact pris, le CNES met à disposition de la société le matériel pour réaliser un prototype. « Collaboratif, ce projet réunit le CNES et Satimo, qui nous ont accompagnés techniquement, Helileo pour la partie GPS, AIES¹, le Labri² et Aeroconseil sur le volet certification. » Fin juin 2013, le prototype était fin prêt et les premiers essais concluants. « Il nous faut maintenant obtenir la certification aéronautique de l'antenne, avant d'engager l'industrialisation et la commercialisation, fin 2014 », annonce Xavier Jousaume. Et de conclure : « Jamais je n'aurais pu imaginer, il y a cinq ans, de travailler en partenariat avec un géant comme le CNES, qui nous a permis de valoriser ce brevet et certainement, à terme, de développer notre activité. » ■

AVIATION

Flyops antenna takes wing

This is the story of Flyops, a young firm formed in 2009 in Mérignac to provide outsourced operations services for civil and business aviation. Besides flight planning and tracking, ground support, aircraft purchase consulting, commercial planning or handling of administrative formalities for passengers and crews, Flyops is looking to offer its customers an effective air-to-ground communications service. "Many of our customers need to send and receive data between stopovers. They can't be uncontactable for hours. For example, in the event of a natural disaster where an aircraft is chartered to bring victims back home, information needs to be sent quickly to the crew and passengers. Being able to send an e-mail or fax or to make a phone call is vital to them," explains Flyops' chairman and founder Xavier Jousaume.

CNES's antenna the best fit

The start-up therefore began looking for a technology to meet this need. "We identified 30 or so antenna patents through the spin-off department at Bordeaux Technowest. We selected a CNES patent co-owned with Satimo (Société d'Applications Technologiques de l'Imagerie Micro-Onde) for an antenna used for geo-positioning on sounding balloons," says Jousaume. CNES then supplied the equipment needed to build a prototype. "This collaborative project brings together CNES and Satimo, who provided technical support, Helileo for the GPS part, A.I.E.S.¹, the LABRI IT research laboratory in Bordeaux and Aeroconseil for certification." End June, the prototype was ready and underwent a conclusive first series of tests. "We now need to obtain aviation certification for the antenna before starting series production and introducing it to the market by end 2014," announces Jousaume. He concludes: "I could never have imagined, five years ago, working with a giant like CNES, which has helped us to exploit this patent and ultimately to develop our business in the long run." ■

¹ Atlantic Innovation Electronic Solutions.
² Laboratoire bordelais de recherche en informatique.

¹ Atlantic Innovation Electronic Solutions

OPEN SOURCE

Des logiciels pour tous

« **N**ous développons de nombreux logiciels couvrant des domaines variés, de la mécanique spatiale au traitement d'images, en passant par le dimensionnement de systèmes télécoms ou les évaluations de performances. Pour un certain nombre d'entre eux, le CNES a fait le choix de les développer sous licences libres et de les mettre à disposition de la communauté internationale », explique Sandrine Lafont, chef du service Applications télécoms et réseaux au CNES. C'est le cas de logiciels créés dans le cadre d'études du CNES sur les réseaux et télécommunications (R&T) et de conception de nouveaux satellites. « Certains de nos programmes peuvent être utilisés en dehors du spatial et répondre à des besoins de communication, comme dans le secteur maritime », précise Emmanuel Dubois, ingénieur de recherche en réseau. Ces logiciels libres sont donc mis à la disposition de la communauté *open source* plutôt que de les laisser confidentiels. Les industriels et les laboratoires ont ainsi la possibilité de les modifier selon leurs besoins, contribuant à l'amélioration du produit, selon le principe des contributions sur Wikipédia.

L'open source génératrice d'activité.

Le CNES a développé, avec le laboratoire collaboratif toulousain TéSA et les industriels Viveris Technologies et Thales Alenia Space, une pile de compression d'en-têtes IP, fondée sur le protocole Rohc¹, pour améliorer la performance de la communication en optimisant le débit. La pile a été mise à disposition de la communauté *open source*. Résultat: un équipementier satellite a demandé à Viveris Technologies de faire, de cette pile, une pile industrielle intégrable dans ses terminaux. Autre réalisation en *open source*: la plateforme OpenSAND, issue d'une volonté commune entre le CNES et Thales Alenia Space France. « Le CNES souhaitait disposer d'une plateforme d'ingénierie pour capitaliser les efforts de recherche dans le domaine des systèmes et réseaux de communication par satellite. Thales Alenia Space France, qui avait développé une plateforme d'émulation de système de télécommunications par satellite, a accepté de l'ouvrir », souligne Sandrine Lafont. Désormais en *open source*, OpenSAND est utilisée sur différents sujets de R&T par le CNES, mais aussi l'université d'Athènes, Thales Avionics, etc. « La communauté utilisant OpenSAND s'agrandit petit à petit. Ainsi, nous voulons promouvoir, améliorer et pérenniser un outil de référence pour les études accès et réseaux pour l'ensemble de la communauté satellite », conclut Sandrine Lafont. ■

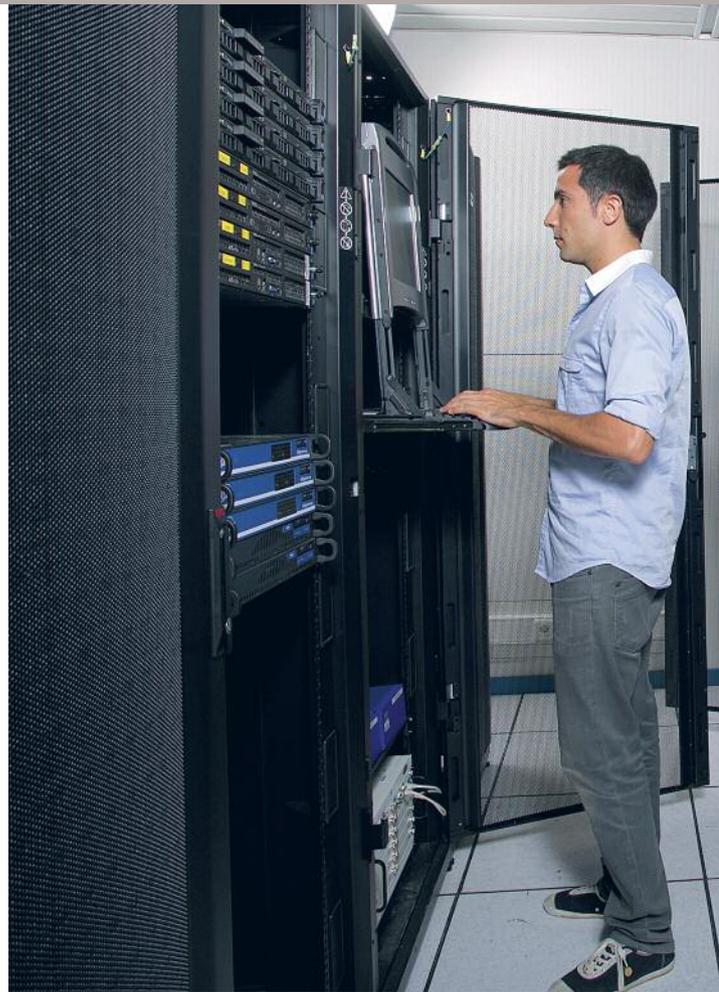
¹ Robust Header Compression.



Sandrine Lafont, chef du service Applications télécoms et réseaux au CNES. head of CNES's telecom and network applications department.

« POUR UN CERTAIN NOMBRE DE SES LOGICIELS, LE CNES A FAIT LE CHOIX DE LES DÉVELOPPER SOUS LICENCES LIBRES ET DE LES METTRE À DISPOSITION DE LA COMMUNAUTÉ INTERNATIONALE. »

“CNES has decided to develop some of its software under open-source licences and make it available to the international community.”



OPEN SOURCE

Software for all

“We develop a lot of software for a varied range of applications, from spaceflight dynamics and image processing to telecom system sizing and performance assessment. CNES has decided to develop some of this software under open-source licences and make it available to the international community,” explains Sandrine Lafont, head of the agency's telecom and network applications department. One example is the software conceived for networks and telecommunications and for new satellites. “Some of our software can be used outside space for other communications needs, for example in the maritime sector,” says Emmanuel Dubois, a network research engineer. Such open-source software can be freely used rather than remaining confidential. Manufacturers and research laboratories can therefore adapt it to their needs and help to improve the product, along the same lines as contributions to Wikipedia.

Open source for business

Working with the Toulouse-based TéSA collaborative laboratory, Viveris Technologies and Thales Alenia Space, CNES has developed an IP header compression stack based on the ROHC¹ protocol to enhance communications performance by optimizing bandwidth. The stack has been made available to the Open Source community. As a result, a satellite equipment manufacturer has asked Viveris Technologies to design an industrial-strength stack that it can integrate in its terminals. A joint initiative of CNES and Thales Alenia Space France, OpenSAND is another open-source platform. “CNES wanted an engineering platform to capitalize on its research effort in satellite-based communication systems and networks. Thales Alenia Space France had already developed an emulation platform, which it agreed to make open source,” says Sandrine Lafont. OpenSAND is now used by CNES for a range of network and telecommunications applications, as well as by the University of Athens and Thales Avionics. “The OpenSAND user community is growing. We want to promote and enhance a lasting benchmark tool for access and network studies for the whole satellite community,” concludes Sandrine Lafont. ■

¹ Robust Header Compression



▲▲ Le centre Cesars du CNES Toulouse : expertise et moyens mis à la disposition de tout type d'entité (industriels, PME, PMI, laboratoires, acteurs publics) pour essayer et tester des solutions de télécommunications par satellite. CNES's CESARS centre in Toulouse provides expertise and resources for industry contractors, SMEs, SMIs, research labs and public bodies to test satellite telecommunications solutions.

MAP Paint leads a long way

It all started in the early 1980s when CNES's materials laboratory was looking for a firm to design an industrial process for thermal control coatings it was developing for its launchers and satellites.

MAP expressed an interest. "CNES was not designed to manufacture and commercialize its own products. It needed someone to do that, so it worked with Maestria in Pamiers, which later became MAP in 1986. Technology transfer helped us to really develop the business," explains CEO Olivier Guillaumon.

Twenty years on, MAP is the leading European provider of coatings for satellites and launchers. Its business is flourishing with orders from European space industry and its partnership with CNES has gone from strength to strength. "We're now working on designing new products with CNES and ESA, and with other key space players—through research agreements—on high-tech coatings, under joint CNES-MAP or CNES patents," says Guillaumon.

Customers in China, India, Canada and Brazil

In 1996, MAP moved to start spinning off space technologies, creating an electromagnetic shielding department for electronic equipment like TV sets, and in 2007 a silicon department in response to demand from the solar cell, medical and food markets. It now has an international client portfolio. "We've found new sources of growth, generating 20% of our business from these sectors," stresses Olivier Guillaumon. MAP recently won the Marco Polo Award for its efforts to break into the Chinese market for launcher and satellite paints. With 36 employees, revenues of €6.2 million and an average of 5,000 satellite parts processed every year, MAP has become a go-to supplier and a fine example of successful technology transfer. ■

MAP

La peinture comme tremplin

Tout a commencé au début des années 1980. Le laboratoire matériaux du CNES recherchait alors un acteur capable d'industrialiser les revêtements de contrôle thermique qu'il développait pour les lanceurs et les satellites. La société MAP a été intéressée. « *Le CNES n'avait pas vocation à produire et commercialiser ses produits. Il devait s'appuyer sur une entreprise. Il s'est donc rapproché de la société Maestria, à Pamiers, devenue MAP en 1986. Le transfert de technologie nous a permis de développer considérablement l'entreprise* », raconte Olivier Guillaumon, directeur général. Vingt ans plus tard, MAP est devenue le leader européen des revêtements destinés aux satellites et aux lanceurs. Entre la production de peinture et sa commercialisation, l'entreprise a développé de nouvelles compétences. Des donneurs d'ordre européens de l'industrie spatiale l'ont sollicitée, son activité a prospéré, et le partenariat avec le CNES s'est renforcé. « *Désormais, nous travaillons à la conception des produits avec le CNES, l'ESA, ainsi qu'avec les acteurs majeurs du spatial (sous contrats de recherche) pour la conception de revêtements de haute technologie. Nous exploitons des brevets communs CNES-MAP ou des brevets CNES* », précise le chef d'entreprise.

Des clients en Chine, en Inde, au Canada, au Brésil...

En 1996, MAP s'engage donc dans la valorisation de technologies utilisées dans le spatial. Elle crée un département blindage électromagnétique pour les équipements électroniques, comme les téléviseurs, et en 2007 un département silicone pour répondre à des demandes du marché du photovoltaïque, du médical et de l'alimentaire. Actuellement, ses clients sont internationaux. « *Nous avons trouvé des relais de croissance. Vingt pour cent de notre activité est réalisée dans ces secteurs* », souligne Olivier Guillaumon. Aujourd'hui, MAP vient de se voir décerner le prix Export Marco-Polo pour son ambition de conquérir le marché chinois des peintures sur lanceurs et satellites. Avec 36 collaborateurs, un chiffre d'affaires de 6,2 millions d'euros, MAP est devenue incontournable, avec en moyenne, chaque année, 5 000 pièces de satellites traitées. Un transfert de technologies très réussi. ■



PASTORALISME

Les satellites s'invitent dans la prairie

Les bergers pyrénéens conduisaient et conduisent toujours leurs troupeaux dans les estives de mai à octobre et restent souvent seuls avec leurs animaux. Pour les aider, si un animal est blessé, malade, pour diriger le troupeau vers des zones choisies, pourquoi ne pas faire appel aux satellites ? Le projet de géolocalisation par satellite e-Pasto amorce les premiers pas du pastoralisme version XXI^e siècle.

« Pour les chevaux, il faut nous laisser régler le collier nous-mêmes. » – « J'ai un problème avec les fixations, surtout quand les bêtes se grattent... ! » – Pour les brebis et les vaches, il n'y a pas de problème pour leur mettre un collier. Pour les chevaux, c'est plus compliqué. » – « Il va me coûter combien, ce collier ? » Petites phrases entendues non pas chez un joaillier de la place Vendôme à Paris, mais au Prat d'Albis, estive domaniale du consulat de Foix. Cette estive de 2000 ha, située à 1347 mètres d'altitude, est gérée par le Groupement pastoral du Prat

d'Albis, rassemblant 20 éleveurs de bovins, d'ovins, d'équins. Par une belle journée de fin d'été, quelques-uns de ces éleveurs se retrouvent dans une cabane pastorale pour parler avec des ingénieurs d'un projet de R&D original, e-Pasto (projet européen Agripir), qui va « révolutionner le pastoralisme », soutenu par les pôles de compétitivité Agrimip Sud-Ouest Innovation et Aerospace Valley. C'est que l'espace s'invite maintenant dans les prairies. Les colliers en question sont dotés d'un boîtier équipé d'un GPS et de communications sans fil pour contrôler le troupeau à distance, et ce à partir d'un écran d'ordinateur, d'une



PASTORALISM

Satellites watch over mountain pastures

Pyrenean shepherds have always taken their flocks up to mountain pastures from May to October, often remaining there alone. To help them, if an animal is injured or ill, or even to lead the flock to particular grazing areas, why not use satellites? The e-Pasto satellite positioning project is a first step towards 21st-century pastoral livestock management.

"You'd better let us adjust the collar on the horses ourselves." – "The fastenings don't work very well, especially when the animals start scratching." – "It's easy to fit the collar on sheep or cows, but more

complicated for horses." – "How much is this collar going to cost me?" So float dribs and drabs of conversation over the Prat d'Albis mountain pastures of Foix in the Pyrenees. Covering some 2,000 hectares at an altitude of 1,347 metres, the pastures are managed by the Prat d'Albis pastoral grouping of 20 farmers raising cattle, sheep and/or horses.

One fine day towards late summer, some of these livestock farmers met up with engineers in one of the shepherd's huts to discuss e-Pasto, an original R&D project under the European umbrella programme Agripir. E-Pasto, a project supported by the Agrimip Sud-Ouest Innovation and Aerospace

Valley competitiveness clusters, will revolutionize pastoral habits. Satellites can track grazing animals on mountain pastures. The collars being discussed include a small GPS receiver with a wireless link to check where the flock is from a computer screen, tablet or smartphone. The idea is to save herdsmen the time and trouble of inspecting and repairing kilometres of fencing in mountainous areas. They can check where the animals are and where they are heading via a 'virtual fence' system, enabling them to focus on the animals' health, to guide them away from steep or rough terrain and react rapidly in the event of attacks by predators. The first phase of this pilot project began in the Ariège department







▲▲ Guillaume Terrasson, docteur en micro-électronique (à gauche), et Alvaro Llaría, docteur en télécommunications (à droite), chercheurs à l'Estia, présentent le collier de géolocalisation développé lors de la première phase du projet e-Pasto. Guillaume Terrasson, Doctor of Microelectronics (left), and Alvaro Llaría, Doctor of Telecommunications (right), both researchers at ESTIA, present the geolocation collar developed for the first phase of the e-Pasto project.

tablette ou d'un Smartphone. L'objectif est de libérer les bergers et vachers de la contrainte qu'impose la gestion des kilomètres de clôtures qui délimitent les parcelles, de vérifier la position et le déplacement du bétail dans la montagne, via une clôture virtuelle, pour se consacrer à la santé du bétail, lui éviter des zones accidentées, agir en cas d'attaques de prédateurs. La première phase de ce projet pilote a débuté en Ariège fin mai 2013, au commencement de l'estive, et se terminera lorsque les troupeaux descendront des montagnes aux premiers frimas, fin octobre. Dans le cadre de ce projet transfrontalier France-Espagne, l'étude sera étendue en 2014 dans le pays d'Urola-Erdia (Pays basque espagnol).

Les clôtures virtuelles ne vont pas tuer le métier de berger

« Vous savez, l'éleveur doit s'adapter à la modernité, ils se sont mis au téléphone portable, à Internet, maintenant ils vivront avec le satellite! », s'exclame Thierry Marfaing, animateur pastoral en Ariège. La montagne aussi a changé, elle se partage. « Il y a vingt ans, on ne traitait que de pastoralisme et de gestion forestière. Aujourd'hui, le multi-usage de la montagne s'est développé: tourisme, parapente, VTT, 4 x 4, chasse. Ces activités nécessitent une forme d'adaptation du pastoralisme. S'il n'y a plus d'éleveurs et d'estives, la nature reprendra ses droits. Les frênes, les rhododendrons, la fougère envahiront le paysage! » L'animateur se veut aussi rassurant sur le métier de gardien de troupeaux: « Certains pensent que ces clôtures virtuelles vont tuer leur métier. Depuis 2007, en Ariège, on est passé de 47 à 90 saisonniers! Ils apprivoisent progressivement

les nouvelles technologies et sont curieux de suivre et de participer à ce projet e-Pasto, dans la mesure où ça les allège dans leur travail de gestion des barrières pour se consacrer davantage aux animaux. » Mais qu'en pense le berger Xavier Laroche? « Mes brebis, je les trouve. Le GPS va me faire, peut-être, gagner une heure, surtout par temps de brouillard ou de pluie. En revanche, il y aura un avantage, quand le boîtier me signalera des mouvements anormaux de l'animal à cause d'un prédateur, ours, loup, chien errant... » Alain Lagarde, éleveur de bovins, déclare: « Je joue le jeu, j'ai une estive facile, bien dégagée, mais je reconnais que pour d'autres estives avec des reliefs, la géolocalisation va être utile. » Christian Laguerre, éleveur de chevaux de Mérens, lui fait écho: « Par forte chaleur, c'est vrai qu'on peut avoir du mal à repérer nos chevaux. Ils se cachent bien sous les arbres, mais ils ne vont pas dans des endroits broussailleux. Je reste encore prudent sur cette expérience. J'attends que tout fonctionne bien. Ça me sera utile, surtout s'il y a des problèmes de santé, pour vite intervenir. »

Géolocalisation aujourd'hui, télédétection demain...

Installée à Bidart, l'École supérieure des technologies industrielles avancées (Estia) pilote le projet e-Pasto, dont elle est coordinatrice technique. Alvaro Llaría et Guillaume Terrasson, chercheurs à l'école, recueillent sur un cahier toutes les informations, réclamations, tous les conseils des éleveurs sur le comportement de l'animal, sur le port du collier. « Sur écran, ils peuvent repérer les animaux équipés d'un collier e-Pasto, avec un boîtier contenant le dispositif électronique qui permet la géolocalisation et la transmission des positions en utilisant un système de communications sans



fil innovant, développé par la société Sigfox, et des satellites de télécommunications de type NordNet et Wibox. Le boîtier pèse 50 grammes et a une autonomie de 7 mois; il devrait émettre toutes les heures. Les éleveurs pourront interagir en dirigeant le troupeau vers la zone souhaitée à l'aide de stimuli, sons, vibrations, impulsions. Cela se fait d'ailleurs en collaboration avec des chercheurs de l'INRA. » Par ailleurs, il n'y a pas que la géolocalisation et les télécommunications par satellite qui peuvent aider nos éleveurs, les cartes issues des satellites de télédétection, du type Spot, Landsat ou Deimos, combinées aux données météorologiques et à des modèles de végétation, leur seront utiles pour estimer la biomasse, ou plus simplement la qualité de l'herbe sur la prairie de montagne!

Gérard Dedieu, du CNES, est responsable au Cesbio (Centre d'études spatiales de la biosphère) de l'équipe Systèmes d'observation: « Le satellite Sentinelle 2, dans le cadre du programme européen Copernicus, va permettre en 2015, grâce à sa large fauchée (290 km en 2 passages, résolution de 10 mètres, avec une image du monde tous les 5 jours), de couvrir largement toutes les Pyrénées. Des conseils pourront être donnés aux éleveurs en fonction des saisons pour amener leurs bêtes dans tel ou tel endroit, là où la qualité de l'herbe est la meilleure. » Une expérimentation à suivre donc. Un détail qui a aussi son importance: les vaches, les chevaux et les moutons portent encore un collier avec une cloche, une musique que tous les randonneurs en montagne continuent à entendre. Le GPS, c'est la séduction high-tech en plus. ■



LES ÉLEVEURS POURRONT INTERAGIR EN DIRIGEANT LE TROUPEAU VERS LA ZONE SOUHAITÉE À L'AIDE DE STIMULI, SONS, VIBRATIONS, IMPULSIONS.



"The farmers can interact to guide the flock to another area using stimuli, sounds, vibrations or pulses."



◀◀ Un Mérens équipé d'un collier e-Pasto, avec son éleveur, au Prat d'Albis (09).
A Merens horse fitted with an e-Pasto collar, with its breeder, at Prat d'Albis (Ariège).



Notre playlist vidéo sur l'espace utile au quotidien
Video playlist on the daily applications of space.

in late May 2013, when the flocks and herds were moved up into the mountain pastures, and will end as temperatures fall in late October, signalling the return to lower winter pastures. This cross-border project between France and Spain will be extended in 2014 to the Urola-Erdia region of the Spanish Pyrenees.

Virtual fences no substitute for shepherds

"Livestock farmers have to keep up with the times. They've already adopted mobile phones and the Internet, and now they'll learn to live with satellites!" exclaims Thierry Marfaing, pastoral facilitator in Ariège. The mountain has changed and has to be shared by different users. "Twenty years ago, our work focused on pastoral issues and forestry management. Nowadays, the mountain is used for tourism, paragliding, mountain biking, 4x4 vehicles and hunting. These activities affect the way mountain pastures are run. If there are no more livestock farmers and no more mountain pastures, nature will reclaim the mountains. Ash trees, rhododendrons and ferns will simply take over." Marfaing is reassuring about the role of shepherds: "Some think that these virtual fences will mean the end of shepherds. Since 2007, the number of seasonal workers in Ariège has increased from 47 to 90. They are gradually getting used to the new

technologies and are interested in taking part in the e-Pasto project because the time saved on fence management can be spent on animal welfare." What does shepherd Xavier Laroche think? "I can always find my sheep. The GPS may save me an hour in fog or rain, but its main advantage is in indicating abnormal movements caused by predators such as bears, wolves or stray dogs." For Alain Lagarde, a cattle breeder, "I'm going along with this, but my pastures are quite open so easy to manage. Other pastures with steeper relief will find a use for positioning services." Christian Laguerre, a breeder of Merens horses, continues in a similar vein: "It's true that when it's hot, the horses can be difficult to see. They hide in among the trees, but don't go into scrubby areas. I'm yet to be convinced by this experiment. I'm waiting to see if everything works properly. It'll be useful if there's a problem I need to act on quickly."

Positioning today, remote sensing tomorrow...

The ESTIA industrial engineering school in Bidart is e-Pasto's technical coordinator. Researchers Alvaro Llaría and Guillaume Terrasson note all the information, comments and advice from farmers on animal behaviour and the collars. "On the screen, they can identify the animals fitted with an e-Pasto collar with the built-in electronic unit which

transmits the animal's position to telecom satellites like NordNet and Wibox by an innovative wireless system developed by Sigfox. The 50-gram unit works for seven months, transmitting its position every hour. The farmers can interact to guide the flock to another area using stimuli, sounds, vibrations or pulses. That part involves researchers at the INRA¹ agronomy research institute." Livestock farmers can not only benefit from satellite positioning and telecom services. Maps based on remote-sensing satellites like SPOT, Landsat or Deimos combined with weather data and vegetation models will help them assess biomass, in other words the quality of grass in mountain pastures. Gérard Dedieu from CNES is in charge at the CESBIO biosphere research centre of the Observation systems team: "In 2015, Sentinel 2—one of Europe's Copernicus satellites—will offer 10-metre-resolution images covering 290 kilometres with just two passes, and covering the whole world every five days. The Pyrenees will be well covered. It will be feasible to advise livestock farmers where to find the best grazing."

This is an experiment worth keeping an eye on. And rest assured, walkers will not miss the music of grazing flocks, because the cattle, horses and sheep will continue to wear a collar and bell. The GPS unit is an attractive high-tech addition. ■

¹ Institut National de la Recherche Agronomique

INVENTAIRE FAUNISTIQUE

SAFARI-PHOTO AU CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Furtive mais très photogénique, la faune sauvage de Guyane apprécie le cadre protégé de la base spatiale. La preuve en images : l'ONCFS, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage, a dissimulé des appareils photo automatiques au cœur de la forêt émeraude du CSG. Les premiers clichés sont dignes d'un safari-photo et déjà riches en enseignement.

► Un tamanoir (*Myrmecophaga tridactyla*), le plus grand des fourmiliers de Guyane, avec son petit sur le dos. Cette espèce protégée peut mesurer jusqu'à 3 mètres, queue comprise, et peser entre 22 et 39 kg. A giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), the largest of French Guiana's anteaters, carrying its young on its back. This protected species can reach a length of three metres, tail included, and weighs between 22 and 39 kilograms.



WILDLIFE INVENTORY

Photo safari at the Guiana Space Centre

Camera-shy, yet very photogenic, French Guiana's wildlife appreciates the protection offered by the spaceport. ONCFS', France's national hunting and wildlife commission, has hidden automatic camera traps deep in the CSG's emerald forests. The first photos are not only worthy of a safari, but offer scientists new insights.

As a wildlife sanctuary, the CSG wants to offer observers of Guianese fauna a scientific arena in which to work. ONCFS thus signed a partnership agreement in December 2012 to study large land mammals on the 700-sq.km spaceport. It will first observe red brocket deer, tapirs and jaguars. As the custodian of biodiversity, ONCFS is now discovering "a new observation area, usually difficult to get to and extremely well protected. We're interested in these species because they can be hunted—under our control—or because, like the jaguar, they are a risk for livestock," explains Cécile Richard-Hansen, director of Guianese wildlife studies at ONCFS. In

June, a team hid 72 CNES-funded camera traps deep among the vegetation. "Each of the 36 traps has two cameras facing each other, triggered by movement or heat. Both sides of the animal are photographed at the same time, which is helpful for identifying them through their coat, colour or scars." The photos, to be complemented by a survey, will help estimate movements and abundance of target populations. The first species under observation is the red brocket deer, already the subject of a survey in the Nouragues nature reserve. "We'll be able to compare density on the two sites," adds the wildlife expert.

Three-year agreement

Halfway through the campaign, ONCFS has identified over 24 different species, including the majestic puma, two rare giant armadillos mating and a giant anteater. Once the red brocket has been studied, ONCFS will focus on jaguars and tapirs. "For practical reasons, we can't study several species at once. We're waiting for the dry season, between August and

December, to study jaguars," says Richard-Hansen. "We'll be covering the whole 700 square kilometres of the CSG site, with camera traps spaced several kilometres apart. For the deer, the cameras were 350 metres from each other, and for tapirs we'll be putting one every kilometre." The three-year agreement between CNES and ONCFS will allow scientists to study several species and their habitats. "We'll first focus on the red brocket's forest habitat, then study copse and savannah areas," she adds. Camera trapping is the first step. From October on, a linear transect method will be used. "We determine transect lines then follow them on the ground, counting the animal species we meet over a certain distance, which gives us a kilometric abundance index," explains Richard-Hansen. Looking further ahead, the agreement allows for the capture of individual animals such as jaguars or white-lipped peccaries, to fit them with GPS collars. The project will produce benchmark biology data of particular use in characterizing the habitats of the species under study. ■

¹ Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

Refuge interdit à la chasse pour les animaux sauvages, le CSG se veut un terrain scientifique d'intérêt pour les observateurs de la faune guyanaise. Parmi eux, l'ONCFS a conclu en décembre 2012 un partenariat avec le CNES. Son objectif : étudier les grands mammifères terrestres qui peuplent les presque 700 km² du site de lancement, à commencer par le daguet rouge, le tapir et le jaguar. Gardien de la biodiversité, l'Office découvre là « un nouveau terrain d'études, habituellement difficile d'accès et particulièrement protégé. Nous nous intéressons à ces espèces car elles peuvent être chassées (donc gérées par nous) ou représenter un risque (comme le jaguar) pour les animaux d'élevage », explique Cécile Richard-Hansen, responsable des études sur la faune de Guyane à l'Office. En juin 2013, elle a dissimulé, avec son équipe, 72 appareils automatiques financés par le CNES au cœur de l'épaisse végétation de la base. « Sur chacun des 36 "pièges-photo", deux appareils se font face, qui se déclenchent au mouvement et à la chaleur. Ce dispositif facilite la capture des deux faces de l'animal et son identification grâce à des caractéristiques de pelage, de couleur ou de cicatrices. » Ces clichés, complétés dans un second temps par un comptage à l'œil nu, serviront à déterminer des indices de fréquentation et de densité des espèces cibles. La première d'entre elles est le daguet rouge, mieux connu en Guyane sous le nom de « biche rouge ». Elle a déjà fait l'objet d'une étude de l'ONCFS à l'aide du même dispositif, dans la réserve des Nouragues, au centre du département, « nous pourrions ainsi comparer sa densité sur deux terrains », précise l'experte de la faune sauvage.

Une convention sur trois ans

À mi-parcours de ce camera trapping, l'ONCFS a déjà identifié plus de 24 espèces différentes, parmi lesquelles le majestueux puma, deux rarissimes tatous géants en accouplement

ou encore un tamanoir, le plus grand des fourmiliers de Guyane, avec son petit sur le dos (*photo ci-contre*). « En un mois et demi, plus de 38 000 clichés ont été relevés, avec de multiples prises pour un seul animal ou groupe d'animaux, photographié par rafales de trois prises de vue tant qu'il reste devant l'objectif. » Après la biche, ce sera au tour du *tig marké* (jaguar) et du *maïpouri* (tapir) de passer sous les projecteurs de l'ONCFS. « Pour des raisons logistiques, nous ne pouvons pas étudier toutes les espèces en même temps. Pour le jaguar, nous attendons la saison sèche (entre août et décembre), précise Cécile Richard-Hansen. En ce qui le concerne, la superficie couverte sera de 700 km², avec des stations à plusieurs kilomètres d'intervalle sur tout le CSG, alors que, pour les biches, les stations sont disposées à 350 mètres l'une de l'autre. Pour le tapir, elles seront installées tous les kilomètres. » Signée pour trois ans, la convention entre le CNES et l'ONCFS permettra d'observer certes plusieurs espèces, mais également plusieurs milieux pour le même animal. « Pour la biche rouge, nous nous intéressons dans un premier temps à la forêt. Mais nous envisageons également d'étudier les zones d'alternance bosquet, savane », indique Cécile Richard-Hansen. Le photo-piégeage est une première phase. Il sera complété dès octobre par un dispositif de comptage par transect linéaire, en vue de récolter des données chiffrées sur l'abondance. « Cela consiste à tracer des layons, que nous allons arpenter à heures précises, et à compter le nombre de rencontres avec les différentes espèces animales sur une distance définie. On obtient alors un indice kilométrique d'abondance », explique Cécile Richard-Hansen.

À plus long terme, la convention entre le CNES et l'ONCFS prévoit la capture d'individus comme le jaguar ou le pécaré à lèvres blanches, afin de les équiper de colliers GPS. In fine, ce dispositif délivrera des données biologiques de référence, notamment pour caractériser les zones de vie des espèces visées. ■



Pêche illicite Un palangrier pris dans les filets en océan Indien / Elle est devenue « tendance » sur la table, la légine ! La mode a fait de ce poisson à chair fondante un produit à haute valeur gustative et commerciale. Sa pêche est donc sérieusement réglementée et contrôlée. Au printemps 2013, la surveillance permanente exercée par le Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage de La Réunion (Cross), avec le soutien technique de CLS, filiale du CNES, s'est révélée payante. L'observation par radar-satellite des zones de pêche a révélé la présence d'un bateau sud-coréen en situation de pêche illicite. Sur demande du Cross, la frégate de surveillance *Nivôse*, déployée sur zone, a pu surprendre le palangrier : il était en pleine action de pêche sans autorisation et sans déclaration préalable à l'intérieur de la zone économique exclusive française de Crozet. La visite à bord a permis de confirmer le délit. Le directeur de la mer sud océan Indien (DMSOI) a alors procédé à la saisie du navire et décidé de son déroutement vers l'île de La Réunion sous escorte vigilante !

Illegal fishing - Vessel caught in Indian Ocean / The Patagonian toothfish, marketed as Chilean sea bass in the United States and Canada, has become an extremely popular dish. Fashion has made this fish, with its tender white flesh, a high-value product, both gastronomically and commercially. Fishing for it is therefore strictly regulated and controlled. Last spring, the permanent surveillance by the CROSS regional surveillance and rescue operations centre in La Réunion, with technical support from CNES subsidiary CLS, proved to be effective. Satellite radar observation of the fishery zone revealed the presence of a South Korean registered boat engaged in illegal fishing. At the CROSS centre's request, the *Nivôse*, a French Navy surveillance frigate on patrol in the area, intercepted the vessel, catching it red-handed, with no authorization and no prior notification, in the exclusive economic zone of the Crozet Islands. French naval personnel boarded the vessel to confirm the infraction. The Directorate of the Sea - Southern Indian Ocean (DMSOI) then proceeded to seize the vessel and reroute it to Réunion Island, under close escort.



C'Space UN DEMI-SIÈCLE D'ÉMULATION

Cinquantième anniversaire, 51 projets... À un près, le compte était bon entre bougies et fusées ! À Biscarrosse, l'édition 2013 du C'Space, organisée par le CNES en collaboration avec la DGA et Planète Sciences, avait valeur d'événement. Le 29 août, Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Alain Vidalies, ministre délégué chargé des Relations avec le Parlement, et Jean-Yves Le Gall saluaient l'attrait et la longévité de cette manifestation. Alain Guillemette, qui dirige le centre d'essais de missiles de la DGA à Biscarrosse, ne pouvait que confirmer. Depuis cinq ans, le C'Space se déroule sur ce site, qui offre toutes les garanties de sécurité. Dédiées aux lancements d'engins expérimentaux, fusées, ballons ou CanSat¹, ces journées ont acquis au fil des ans la réputation d'un rendez-vous à haute valeur ajoutée pour les étudiants et les lycéens participants. « *Je suis persuadé que nous avons ici les futurs responsables de la filière spatiale* », confiait le président du CNES.

Pour les 230 jeunes et les 26 clubs participants, le C'Space n'a rien d'une animation estivale, c'est une véritable aventure. À Biscarrosse, après de patients travaux de préparation menés dans leurs clubs ou dans leurs établissements scolaires, ils font le compte à rebours avant lancement ! Et leur travail est souvent payé de retour. Cette année, sur les 19 fusées expérimentales lancées, 79 % ont réalisé des vols nominaux. Entre autres bonnes notes, la Fusex de l'École de l'air aura été qualifiée dès le premier jour. Le projet EVE 5 du club Octave de l'université



d'Évry a fait la démonstration d'une technologie innovante de fusion laser sélective. Enfin la maquette russe Soyouz n° 3 a marqué les esprits, avec une séparation sans bavure de ses quatre boosters ! Vingt-quatre lancements de mini-fusées et un lâcher de ballon stratosphérique ont complété avec succès ce palmarès. Enfin, lancé depuis 2008, le concours Cansat a mis en compétition sept équipes jugées par un jury composé d'experts. Pour cette cinquantième édition, outre les clubs de l'Hexagone, le Japon, la Russie, l'Autriche étaient représentés. La richesse de la formule C'Space réside, sans aucun doute, dans cette émulation entre formations, cultures et technologies différentes. À souligner aussi, la présence de 3000 visiteurs venus participer à la Fête de l'espace organisée par le CNES et la mairie sur l'esplanade de Biscarrosse-Plage. ■



C'SPACE

Celebrating 50 years

C'Space celebrated its 50th anniversary this year with 51 projects, practically one for each year. This year's event in Biscarrosse, organized by CNES, French defence procurement agency DGA and the Planète Sciences association, was rather special. On 29 August, Geneviève Fioraso, Minister for Higher Education and Research, Alain Vidalies, Minister for Parliamentary Relations, and Jean-Yves Le Gall all paid tribute to this enduring and popular event. Alain Guillemette, director of DGA's CEM missile test centre, where the event has been held for the past five years, would certainly agree. The site ensures the safety of participants and bystanders during launches of experimental spacecraft, rockets, balloons or CanSats¹. C'Space has acquired a reputation as a meeting place where students and secondary school pupils can leverage their experience. "I feel sure that these young people are the future leaders of the space industry," confided CNES President Jean-Yves Le Gall.

For the 230 students and 26 clubs taking part, C'Space is no summer outing but a real-life adventure. Their countdown begins before Biscarrosse, as they spend time preparing for the event in their clubs or schools. Their hard work often pays off. This year, 79% of the 19 experimental rockets launched managed nominal flights. The French Air Force Academy's rocket qualified on the very first day. The University of Evry's project, Eve 5, demonstrated an innovative selective laser-fusion technology. Finally, the Soyuz 3 model impressed everyone with its seamless separation of all four boosters. In all, 24 mini-rockets and a stratospheric balloon were successfully launched. Initiated in 2008, the CanSat competition attracted seven teams judged by a panel of experts. For this 50th anniversary edition, French clubs were joined by representatives from Japan, Russia and Austria. The value of C'Space no doubt lies in the emulation it encourages between young people with different technical backgrounds, cultures and technologies. The space festival held by CNES and the Biscarrosse town council attracted 3,000 visitors to the Biscarrosse beach plaza. ■

À l'occasion des 50 ans du C'Space, Geneviève Fioraso, accompagnée d'Alain Vidalies, ministre délégué chargé des Relations avec le Parlement, a été impressionnée par la qualité des travaux présentés. At the celebrations marking the 50th anniversary of C'Space, Geneviève Fioraso, accompanied by Alain Vidalies, Minister in charge of Parliamentary Relations, was thrilled by the quality of work on show.

¹ Contraction de « canette-satellite » – Engin autonome de la dimension d'une canette qui réalise des missions scientifiques. ² Short for "Can Satellite," an autonomous spacecraft around the size of a drink can, designed to perform scientific missions.

LE PALMARÈS

- Prix Fusex CNES : club Octave de l'université d'Évry pour le projet EVE 5.
- Prix DGA : collège Louis-Lumière pour la mini-fusée Escalibur.
- Prix Fusex Planète Sciences : club EIRSpace de l'école ENSEIRB-Matmeca pour la Fusex Héra avec largage de Cansat.
- Coup de cœur mini-fusée de Planète Sciences : club de l'ENSMA pour le projet Skyview Alpha.
- Challenge Cansat-France : ENSICansat de l'ISAE-Ensica pour le projet Soyouz-Cansat
- Prix Innovation : équipe Télécom Sud Paris d'Évry pour le projet Icare.

TYPHANIE BOUJU pour le / for CNES

Nettoyage

EXERCICE DE HAUTE VOLTIGE SUR LA MAQUETTE D'ARIANE 5

Ils sont voltigeurs et un peu chirurgiens esthétiques. En juin 2013, ils ont redonné éclat et blancheur à la maquette d'Ariane 5 – aussi monumentale que la véritable Ariane – qui trône à l'entrée de la base spatiale à Kourou.

Du haut de ses 50,5 m, celle qui apparaît dans tous les albums de souvenirs des visiteurs du CSG mérite bien un lifting aussi régulier que spectaculaire. « *Nous nettoyons la maquette Ariane 5 environ tous les deux ans, au Kärcher, et remplaçons les drapeaux adhésifs de ses boosters, altérés par les UV* », explique Jean-François Lannes, directeur technique de la société Espace Publicité, chargée de la cure de jouvence du lanceur factice. Lui-même est alpiniste du bâtiment depuis vingt-sept ans, ou plutôt « *technicien cordiste* », selon le terme dédié à la profession. « *Les premières fois que j'ai réalisé des travaux de maintenance en altitude, j'étais impressionné, avoue-t-il. Mais pas seulement. De là-haut, on ressent une extrême tranquillité.* » Il faut une semaine aux deux voltigeurs et à la personne au sol qui hisse le matériel à bout de cordes pour accomplir la totalité de ce nettoyage printanier. Dans les nuages, nos ascensionnistes industriels gardent bien la tête sur les épaules. Initialement formés par des guides de haute montagne, ils interviennent sur d'autres infrastructures au sein du CSG. C'est lorsqu'ils pénètrent à l'intérieur de la base qu'ils prennent le plus de hauteur, car la maquette taille réelle d'Ariane 5 n'en est pas le point culminant. « *Nous travaillons souvent à plus de 100 mètres d'altitude, sur les pylônes parafoudres de l'ensemble de lancement Ariane ou les façades du bâtiment d'assemblage lanceur. Après chaque tir, nous intervenons sur le mât de la table de lancement, à environ 40 mètres d'altitude, et sur les pylônes d'éclairage du lanceur pour remplacer les ampoules et les vitrines cassées* », détaille Jean-François Lannes. Et si l'insensibilité au vertige est la qualité première du voltigeur, elle n'est pas la seule à être nécessaire. « *Il faut être attentif, précis, vigilant, énumère-t-il, ainsi qu'en bonne condition physique.* » Après une demi-heure d'ascension de la structure métallique intérieure de la maquette, les varap-peurs, karcher en main et en mouvement, descendent progressivement le long du lanceur, en vis-à-vis afin d'équilibrer les charges. « *Nous faisons ainsi deux allers-retours par jour, précise l'alpiniste. Mais le plus difficile demeure l'installation de la potence métallique sur laquelle nous sommes harnachés pendant l'opération. Elle pèse environ 100 kg, ce qui nécessite de la monter en plusieurs fois.* » Vu du sol, le spectacle est digne d'un numéro de haute voltige. Et le résultat à la hauteur ! ■



CLEAN-UP OPERATIONS

Scaling the Ariane 5 mock-up: a tall order!

For this job, you have to be part high-wire artist and part plastic surgeon. In June, the Ariane 5 mock-up towering over the entrance to the Guiana Space Centre in Kourou was restored to its former glory.

Standing 50.5 metres tall, just like the original, the model that appears in all the photo albums of visitors to the CSG deserves a regular, and somewhat spectacular, facelift. « *We clean the Ariane 5 mock-up about once every two years using a high-pressure hose. We also replace the flags stuck on its boosters because they fade in the Sun,* » explains Jean-François Lannes, technical director of Espace Publicité, the company responsible for rejuvenating the model. Lannes has been a steeplejack—or “rope access technician” to use the exact term—for 27 years. “*I was a little nervous the first few times I did maintenance work up high,*” he admits. “*But there's also this feeling of total calm.*” It takes a week for the two technicians working on the model and the technician on the ground, who has the job of hoisting the equipment up by ropes, to finish spring cleaning the mock-up. Up in the clouds, the industrial steeplejacks have to keep calm and keep their wits about them. Originally trained by mountain guides, they work on other buildings on CSG premises. In fact, the life-size mock-up of Ariane 5 is not as tall as the tallest infrastructure on the spaceport. “*We often work 100 metres off the ground on the lightning masts on the Ariane launch pad or the facades of the BAL final assembly building. After every launch, we have work to do on the launch table's umbilical mast, some 40 metres off the ground. We also need to replace bulbs and broken glass on the launch table floodlights,*” continues Lannes. While a head for heights is a key quality for rope access technicians, it is not the only one. “*You have to stay alert, be precise and never lower your guard. You also need to be physically fit,*” he adds. After a 30-minute climb up the metal ladders inside the mock-up, the climbers and their power hoses gradually move down the launcher, staying on opposite sides to balance out the load. “*We do two trips up and down in a day,*” says the steeplejack. “*But the trickiest part is setting up the metal pole that we're attached to during cleaning operations. It weighs about 100 kilograms, so we need to take it up in parts.*” Seen from below, the clean-up operation is akin to a high-wire circus act, and the result just as spectacular. ■



PRÉVISIONS AGRICOLES

« GRAIN » REGARDE POUSSER LES PLANTES

Après Farmstar, Grain¹ sera le prochain service d'Astrium Services dédié à l'agriculture. Projet de R&D initié en 2012, son objectif est d'évaluer le plus précisément possible les productions agricoles à venir, à l'échelle de la planète. Un cours mondial du grain en quelque sorte !

Sécheresse en Ukraine, gel en Chine, les aléas climatiques n'en finissent pas de perturber les prévisions de récoltes, générant une volatilité des prix agricoles particulièrement déstabilisante pour l'économie d'un pays. Face à cette situation, Astrium Services envisage des prévisions de productions agricoles à grande échelle.

La combinaison de plusieurs types de données

En 1995, Astrium Services a fait du traitement de modèles dédiés à l'étude de la végétation une de ses spécificités. À tel point que, depuis 1998, un partenaire spécialisé dans l'association de modèles de croissance de plantes et de données météorologiques, avec qui il avait l'habitude de travailler, l'a sollicité pour la mise au point d'un modèle de prévision de rendement des récoltes au niveau mondial. Dans ce cas, la méthode utilise un modèle qui met en évi-

dence toute une palette de comportements des plantes, y compris des cas les plus rares. Son principe est simple : faire croître une plante virtuellement et évaluer sur elle l'impact de divers scénarios météorologiques. Pour vérifier, éventuellement corriger, la prévision de ce modèle agrométéorologique, des images satellites sont acquises à des dates clés en fonction de chaque culture. Elles sont ensuite analysées pour s'assurer que les résultats prévus ne sont pas trop éloignés de la réalité. Cela permet de recalibrer le modèle en tenant compte de prévisions à plus long terme et, au final, de garantir un meilleur résultat sur l'anticipation des rendements en fin de saison.

Pour ancrer ce modèle dans la réalité, il importe de recourir aux images satellites ou, comme aime le dire Henri Douche, responsable commercial Agriculture, chez Astrium Services, de « *passer à la vérité terrain par satellite. Le satellite et notre mode de traitement servent à quantifier physiquement le développement de la plante, exactement*

¹ Global Risk Agricultural Intelligence.

comme une mesure faite sur la parcelle ». La méthode nécessite l'utilisation de deux types de satellites : d'une part des satellites moyenne résolution (Meris, dédié aux archives, Modis et prochainement Sentinelle 3) pour comprendre l'évolution d'une région du monde, voire d'un continent, et d'autre part des satellites haute résolution pour zoomer sur des territoires plus restreints, comme Spot 6 (bientôt Spot 7), Formosat-2 ou Deimos-1. En 2012, Astrium Services a mis en place une équipe multidisciplinaire pour s'atteler à la structuration d'un produit commercialisable. Elle s'appuie pour cela sur des archives de données météorologiques, affine le niveau de qualité du modèle et entame un travail de prospection auprès de clients potentiels.

L'agriculteur, le banquier et l'assureur

Mais qui sont ces clients potentiels? Trois groupes d'acteurs professionnels aux intérêts distincts mais convergents se montrent intéressés. En priorité, le groupe traditionnel

de la production céréalière, qui a besoin d'informations précoces, fiables, indépendantes de tout organisme, et homogènes. Ensuite, les banquiers qui préfinancent l'achat de semences auprès des agriculteurs. Enfin les assureurs qui leur proposent des contrats de couverture. En cas de mauvaises récoltes, dans des zones où les surfaces cultivées sont modestes ou les cultures sans trop de valeur (comme le fourrage), l'assureur préférera indemniser à partir d'archives d'images satellites que de se déplacer sur le terrain. Actuellement, même si Grain a fait la preuve de sa pertinence, la maturité du marché et de ses acteurs est encore insuffisante. « Aujourd'hui, nous faisons une pause dans les développements et la consolidation de cette offre de services, mais avons bon espoir d'obtenir un engagement plus appuyé de certains acteurs », explique Henri Douche. Car, si on ne maîtrise pas encore la météorologie, on peut peut-être, d'ores et déjà, en cerner les effets. ■



Chronologie et échelles des prévisions de rendement des cultures produites par des satellites moyenne résolution. Timeline and scales of crop yield forecasts produced with medium-resolution satellite imagery.

SMART FARMING

GRAIN for global crop forecasts

After the Farmstar advisory service set up by Astrium Services, GRAIN¹ may be their next farming project. An R&D initiative kicked off in 2012, GRAIN is designed to assess future global agricultural yields as accurately as possible. The result would be a kind of world grain market price.

From drought in Ukraine to frost in China, climatic events constantly modify crop yield forecasts, resulting in fluctuating agricultural prices which can knock a country's economy off balance. Astrium Services is therefore aiming to provide worldwide yield forecasts.

Combining several types of data

In 1995, Astrium Services began specializing in plant growth models. Three years later, a long-time partner in the habit of combining such models with weather data suggested they develop a global crop yield forecasting model. The resulting model takes into account different types of plant behaviour, however rare. Simply put, you grow a virtual plant and assess the impact of various weather scenarios. To test and refine this agro-weather model, satellite images are acquired at key dates depending on the crop being studied. They are then analysed to ensure that the predicted results match reality. The model is then adjusted for longer-term forecasts, guaranteeing a more accurate forecast of end-of-season yields. Satellite imagery is used to tie this model to the ground truth. As Henri Douche, sales and marketing director for Astrium Services¹

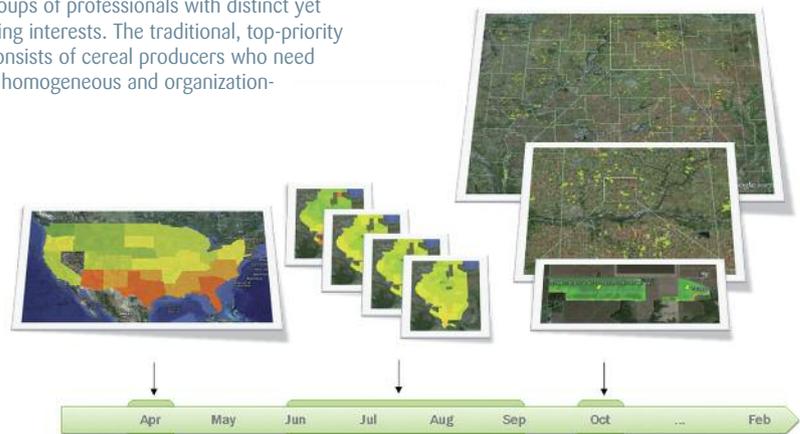
Agriculture department, likes to point out, "satellites provide ground truth. The satellite image and our processing method together offer a physical quantification of plant growth, just like a measurement taken in the field." The method requires the use of two types of satellite: medium-resolution satellites like MERIS for archived imagery, MODIS and, in the near future, Sentinel-3 to clarify the development of a region in the world or a continent, and secondly, high-resolution satellites like SPOT 6 (and soon SPOT 7), Formosat-2 or Deimos-1 to zoom in on smaller areas. In 2012, Astrium Services set up a multidisciplinary team to organize a commercially viable product. Using archive weather data, the team is enhancing model quality and contacting potential customers.

independent information as early in the process as possible. Second come bankers, who finance the purchase of seeds. Finally, there are insurance agents who propose policies. Should yields be poor, in regions where there are few crops or the crops are of little value (such as animal fodder), the insurance company will prefer to base its evaluation on satellite imagery rather than a field trip. Although GRAIN has already proved its worth, the market and stakeholders are not yet ready for it. "We've stopped developing or consolidating this offer for the moment, but we hope to gather more support from certain stakeholders," explains Douche. For while we cannot yet control the weather, we can already see its effects. ■

¹ Global Risk Agricultural INtelligence

Farmers, bankers and insurers

So who are these prospective customers? There are three groups of professionals with distinct yet converging interests. The traditional, top-priority group consists of cereal producers who need reliable, homogeneous and organization-



www.
cnes.fr/
webmag

SAFARI-PHOTO AU CENTRE SPATIAL GUYANAIS

C'SPACE Reportage vidéo. Video report.

LA TRAQUE DE LA PÊCHE ILLÉGALE En images. Tracking down illegal fishing in pictures. <http://image-cnes.fr/tag/legine/>

Galerie photos Flickr des animaux du CSG. Flickr photo gallery of wildlife at the CSG.

« GRAIN » L'agriculture par satellite en vidéo. Video on how satellites are aiding farmers.



JAPON JAPAN
MATHIEU GRIALOU,
notre correspondant à Tokyo
our Tokyo correspondent

JAPON

L'ISS, une vitrine pour la culture japonaise

La Jaxa est un partenaire majeur de la Station spatiale internationale. En fournissant le module Kibo, le cargo HTV et des spationautes, le Japon démontre à la communauté internationale le savoir-faire de ses ingénieurs. Mais, au-delà de sa forte implication, il s'en sert aussi comme vitrine culturelle. Aujourd'hui coup de projecteur sur Kirobo !

Dimanche 4 août 2013, 5 heures du matin, le lanceur H-2B s'élève dans le ciel de Tanegashima avec, dans sa coiffe, le quatrième cargo japonais HTV (*H-2 Transfer Vehicle*), développé pour alimenter l'ISS en fret et en équipement. Pour ce vol, la communication ne s'est pas étendue sur la cargaison mais plutôt sur la présence d'un passager hors du commun, un petit Kirobo. Censé être le premier robot de compagnie envoyé dans l'espace, cet humanoïde de 30 cm a fait le buzz. Loin des *robonauts*

de la NASA, il évoque le Nono du dessin animé franco-japonais *Ulysse 31*. Coup de pub magistral, toute la presse en a parlé ! Cet envoi illustre une fois de plus le rapport que maintient le Japon entre le développement de l'espace et son héritage culturel.

La politique du « Cool Japan »

Un proverbe local résume bien l'état d'esprit japonais : « *Cultive ta rizière plutôt que ton jardin* » ou, si vous préférez, les productions commercialisables sont préférables aux



JAPAN

ISS showcases Japanese culture

A key International Space Station partner, JAXA is supplying the Kibo module, the HTV and astronauts, demonstrating Japanese engineers expertise to the international community. Besides being closely involved in the ISS, it is also using the station to showcase its culture. At the moment, the spotlight is on Kirobo.

Sunday 4 August, 5.00 a.m., the H-2B launcher rockets skyward from the Tanegashima space

base, carrying the fourth Japanese H-2 Transfer Vehicle (HTV) developed to ferry supplies to the ISS. For this flight, the buzz was created less by the cargo than by a 30-cm humanoid 'robot astronaut' called Kirobo, the first of its kind sent into space. Nothing like NASA's 'robonauts', it is styled rather on Nono, the character from the French-Japanese animation series *Ulysses 31*. The feat generated huge publicity and blanket press coverage, confirming yet again the close connection that Japan maintains between developing space and its cultural heritage.

'Cool Japan'

A local proverb aptly sums up the Japanese mindset: "cultivate your rice rather than your garden", meaning that it's better to produce something you can sell than to dwell on creative subtleties. Despite this, Japan has increasingly started to measure the merchant value of its cultural assets over the last decade. Indeed, the 'Cool Japan' concept coined in the days of the Junichiro Koizumi administration has sought to promote Japanese culture as a soft-power diplomacy tool. And even though Asia is the





subtilités de la création. Pourtant, au cours de la dernière décennie, le Japon a pris conscience de la valeur marchande de ses atouts culturels. De fait, l'administration Koizumi a lancé le « *Cool Japan* » ou la diffusion de la culture nipponne comme outil diplomatique de *soft power*. Et même si par affinité et proximité l'Asie est visée en priorité, le phénomène est aussi palpable en France. Par exemple, la Japan Expo de Paris accueille chaque année, en juillet, un nombre croissant de visiteurs (plus de 200 000 en 2013).

Origami, gagaku, renshi, etc.

Le Japon a naturellement réalisé qu'il avait une carte à jouer dans le domaine spatial. La situation lui est d'autant plus favorable qu'il est le seul pays d'Asie à prendre part à l'ISS. La station orbitale lui offre une visibilité non seulement auprès de ses citoyens mais aussi de ceux « au-delà des mers » (expression consacrée aux pays étrangers). Et, si ses spationautes témoignent en priorité de la forte implication du Japon dans l'histoire de l'exploration spatiale, ils n'en demeurent pas moins les meilleurs ambassadeurs de la culture nipponne en se livrant, dans le module Kibo, à des séances de pliage d'origamis, de musique gagaku, de

calligraphie ou encore de cérémonie du thé. Ils se sont même essayés au *renshi*, genre de poème écrit à plusieurs mains. La gastronomie n'est pas exclue. Lors des repas pris en commun avec les autres spationautes, ils font déguster des spécialités japonaises. Car, comme sur Terre, le repas reste dans l'espace un vecteur d'échange culturel. D'ailleurs la Jaxa vient récemment de lancer un nouvel appel à idées auprès de ses fournisseurs pour renouveler les menus!

Des mascottes dédiées

Au Japon, le *kawaii*, la culture du « mignon », « adorable », est omniprésent. Quelle institution, ville ou préfecture ne possède pas son *mascot character*, personnage emblématique inspiré du style manga! Même la police nationale et les forces d'autodéfense en sont équipées. L'espace ne fait pas figure d'exception. Plusieurs satellites sont ainsi déclinés en mascottes, comme Hayabusa ou le cargo HTV. Cette tendance, qui peut être jugée infantilisante en Occident, va ici de soi et fait partie du paysage local. Les multiples facettes de la culture japonaise visibles à travers les projets spatiaux témoignent de la bonne vitalité du domaine. Espérons qu'il en sera encore ainsi pour de nombreuses années. ■

►► Le module japonais HTV 4, amarré ici à l'ISS, avec à son bord le petit robot parlant Kirobo, capable aussi de reconnaître des visages.
The Japanese HTV-4 module, docked here to the ISS, carrying the Kirobo robot, which talks and can also recognize faces.



primary target due to its proximity and affinities, the phenomenon is just as noticeable in France. For example, the annual *Japan Expo* in Paris in July continues to draw increasing numbers, with over 200,000 visitors coming through its doors in 2013.

Origami, gagaku, renshi and friends

Japan naturally realized it had a strong hand to play in space, particularly since it is the only Asian nation contributing to the ISS. The orbital outpost gives it visibility not only with its own citizens but also “beyond the seas”, as the Japanese refer to foreign countries. And while its astronauts attest to Japan's

close involvement in shaping the history of space exploration, they are also great ambassadors for Japanese culture, spending their time in the Kibo module making origami figures and *gagaku* music, drawing calligraphy characters or performing traditional tea ceremonies. They have even tried their hand at *renshi* collaborative poetry. And, in space as on Earth, gastronomy has proven a great way to further cultural understanding as Japanese astronauts invite their fellow crew members to taste Japanese specialities—so much so that JAXA recently issued a new call for ideas from suppliers for new menus.

Dedicated mascots

In Japan, the culture of *kawaii* or ‘cuteness’ is everywhere you look. Every institution, city or prefecture has its own emblematic mascot inspired by manga characters. Even the police force and self-defence forces have one, and space is no exception. Several spacecraft, like Hayabusa or the HTV, have been turned into mascots. While this trend may appear somewhat childish to western minds, in Japan it is taken for granted. The multiple facets of Japan's culture illustrated through its space projects are testimony to the sector's rude health. Let us hope it stays that way for many years to come. ■

SIGN pour le / for CNES

Chine IAF, LA FRANCE CANDIDATE

La Fédération internationale d'astronautique, *International Astronautical Federation* (IAF), s'est réunie pour son 64^e congrès annuel, du 23 au 27 septembre 2013, à Pékin. Placée sous le signe du « *Promoting Space Development for the Benefit of Mankind* », cette édition a réuni près de 3000 participants du monde entier, dont plus de la moitié étaient de jeunes professionnels et étudiants. Près de 40 comités administratifs et techniques ont aidé l'IAF dans sa mission de développement des connaissances sur l'espace et d'encouragement à la coopération internationale. La délégation du CNES, menée par son président, également vice-président de l'IAF, comptait une trentaine de membres. Ils ont participé à 16 comités, piloté 15 sessions techniques et présenté 19 « papiers ». Leur présence a concrétisé l'influence du CNES sur la scène internationale et leur a permis de créer et de renforcer les liens avec leurs homologues industriels et les agences partenaires. Le stand, vitrine du savoir-faire du CNES, a mis en avant ses activités. Un zoom a été fait sur son actualité avec le satellite Pléiades d'observation de la Terre, et sur son futur avec Ariane 6. Cette année, la participation à l'IAC a pris un relief tout particulier, avec l'annonce de la candidature de la France à l'organisation de l'IAC en 2018. Cette candidature est portée par le CNES et l'Association aéronautique et astronautique de France (3AF). ■



▲▲
Li Yuancho, vice-président de la République populaire de Chine, salue ici la délégation des chefs d'agences spatiales.
Li Yuancho, Vice-President of the People's Republic of China, greets the delegation of space agency heads.

Russie NOUVELLE ADHÉSION À LA CHARTE INTERNATIONALE

Roscosmos, l'agence spatiale russe, est devenue cet été le quinzième membre de la Charte internationale espace et catastrophes majeures. La signature officielle a eu lieu le 28 août, à Moscou, durant le Maks, Salon international sur l'aviation et l'espace, en présence des représentants de l'agence spatiale et des membres de la Charte. Les données des satellites d'observation de la Terre Meteor-M et Kanopus-V ainsi que les données d'archives du satellite Resurs-DK1 pourront améliorer la réactivité et les performances de la Charte dans sa mission de support aux mesures d'urgence lors des interventions dépêchées sur le terrain. ■

RUSSIA

New member for International Charter

This summer, Roscosmos, the Russian federal space agency, become the 15th member of the International Charter on Space and Major Disasters. The official signing took place on 28 August in Moscow at the MAKS international air and space show, attended by the agency's representatives and charter members. Earth imagery from the Meteor-M and Kanopus-V satellites, as well as archive data from the Resurs-DK1 satellite, will help the charter to better support emergency relief teams on the ground. ■

Données sur les inondations en Russie en août 2013, fournies par Roscosmos, dans le cadre de la Charte internationale espace et catastrophes majeures.

Data on the floods in Russia in August 2013, supplied by Roscosmos for the International Charter on Space and Major Disasters.

▼▼

France candidate to host IAC

The International Astronautical Federation (IAF) held its 64th annual congress 23-27 September in Beijing. Under the banner "Promoting Space Development for the Benefit of Mankind", this year's event drew close to 3,000 attendees from all over the world, over half of them young professionals and students. Some 40 administrative and technical commissions assisted the IAF in its mission to promote knowledge of space and foster international cooperation. CNES was there with a 30-strong delegation led by President Jean-Yves Le Gall, who is also an IAF Vice-President. The delegation took part in 16 commission meetings, moderated 15 technical sessions and presented 19 papers, thus raising CNES's profile on the world stage and strengthening ties with industry counterparts and partner agencies. The CNES stand showcased CNES's know-how and activities, with a special focus on the Pléiades Earth-observation satellite and the future Ariane 6. This year's event was especially significant for the agency because France announced its candidacy to host the IAC in 2018. This candidacy will be led by CNES and 3AF, the French aeronautics and astronautics association. ■



►► Le Conseil de compétitivité de l'Union européenne du 30 mai 2013, consacré à l'espace et à la recherche, a permis d'adopter des résolutions sur la politique industrielle spatiale et sur le calcul haute performance.

Les ministres ont également débattu des grands enjeux du programme Horizon 2020.

The EU Competitiveness Council meeting on 30 May 2013, devoted to space and research, adopted resolutions on space industry policy and high-performance computing. The ministers also discussed key issues relating to the Horizon 2020 programme.



EUROPE

HORIZON 2020 LANCEMENT IMMINENT

En décembre 2013, le futur programme de recherche et d'innovation de l'Union européenne, Horizon 2020, sera officiellement lancé. Son budget pour la période 2014-2020 s'élèvera à 70,2 Md€. Affecté à la « primauté industrielle », l'espace sera doté de 1,4 Md€. Un concept nouveau dans cette ligne espace, le SRC¹, présente un grand avantage par rapport au 7^e PCRD² : une approche structurée et coordonnée des actions à long terme.

Aujourd'hui, l'espace se place dans un nouveau cadre institutionnel européen, puisque l'article 189 du traité de Lisbonne confère à l'Union européenne une compétence spatiale partagée. De fait, Horizon 2020, comme les programmes Galileo, Egnos et Copernicus, doit être bâti en cohérence et en partenariat avec les États membres et l'ESA (selon le principe de subsidiarité) et refléter le nouveau rôle de l'Union. La DG entreprises et industrie, chargée des affaires « espace », a la responsabilité de définir et gérer cette partie d'Horizon 2020. Elle a donc élaboré et proposé, en septembre 2013, un programme de travail pour les appels à propositions 2014-2015. Elle a également consulté les États membres dans le cadre du « shadow », un comité provisoire sur l'espace, dans l'attente du comité officiel,

qui entrera en vigueur fin 2013 après l'adoption finale du programme. Dans sa logique de large consultation, la Commission avait organisé au préalable deux *workshops*, un en janvier 2013, à Bruxelles, sur les technologies spatiales, un en février, à Madrid, sur les sciences et l'exploration spatiales.

Les objectifs assignés au domaine spatial

Horizon 2020 est structuré en trois volets : « excellence scientifique », « primauté industrielle », « défis sociétaux ». L'espace est recensé comme une composante du deuxième volet, en tant que technologie clé pour l'industrie. L'espace n'est pas mentionné explicitement dans le troisième volet. Cependant, les systèmes spatiaux et les services opérationnels qui en découlent contribuent, d'ores et déjà, à la mise en œuvre des politiques publiques européennes visant à répondre aux grands défis du XXI^e siècle. Ils doivent, dès lors, être intégrés dans les travaux de R&D pour tenter d'apporter des réponses aux enjeux de mobilité durable, d'énergie, de changement climatique, de sécurité, etc. Dans la « primauté industrielle », l'espace a quatre grands objectifs :

- assurer la compétitivité et l'indépendance de l'Europe, ainsi que la promotion de l'innovation dans le secteur spatial européen ;
- favoriser des avancées dans le domaine des technologies

¹ Strategic Research Cluster

² Programme-cadre de recherche et développement.

spatiales (du concept au démonstrateur) et protéger les équipements spatiaux contre les débris et les éruptions solaires ;

- faciliter l'exploitation des données spatiales provenant de différentes sources (coordination des processus de traitement, validation et normalisation des données, dans le cadre d'initiatives telles que GEO, Galileo, etc.) ;

- promouvoir la recherche européenne pour soutenir les partenariats internationaux (en matière de surveillance de l'espace, de projets scientifiques et d'exploration spatiale). La continuité des activités est essentielle dans les secteurs à long cycle de développement. Une gestion pluriannuelle et des agendas stratégiques ont été mis en place sous forme de SRC¹, facilitant ainsi une programmation continue et cohérente des actions entre les acteurs européens concernés (ESA, agences nationales, industrie, monde académique, etc.), tout en évitant redondances et dispersion des efforts.

Le programme de travail 2014-2015

Le premier appel à proposition sera lancé le 11 décembre 2013. Son programme de travail 2014-2015 couvre un large panel d'objectifs et de domaines d'activités susceptibles d'intéresser une vaste communauté industrielle et scientifique. Un certain équilibre entre le support aux programmes Galileo et Copernicus et le soutien à la compétitivité du secteur spatial est attendu. Au-delà de la réussite de Galileo et de Copernicus, la priorité, définie par plusieurs délégations, l'ESA et l'industrie européenne

(Eurosace), porte sur la compétitivité en Europe et la non-dépendance de l'industrie.

Le programme de travail s'articule autour de quatre axes : les applications dans la navigation par satellites, Galileo ; l'observation de la Terre, Copernicus ; la protection des moyens existants dans et depuis l'espace ; enfin la compétitivité du secteur spatial européen à travers le développement des technologies spatiales (technologies pour la non-dépendance, accès à l'espace, propulsion électrique, robotique, démonstration-validation en orbite, technologies bas TRL, etc.) et le soutien à l'exploration et aux sciences spatiales. De nombreux domaines demandent un effort de coordination, principalement avec l'ESA et les États membres qui ont un programme national de R&D, ainsi qu'avec Eurosace (industrie européenne) pour les technologies concernant la non-dépendance industrielle et la compétitivité. Le concept nouveau de SRC, proposé dans le cadre de la ligne espace d'Horizon 2020, présente un grand avantage. Il procure une approche structurée et coordonnée pour les actions à long terme. Il permet d'assurer la continuité des travaux et de préparer les futurs programmes de l'Europe. Les deux SRC prévus dans le programme de travail 2014-2015 portent sur la propulsion électrique et la robotique. D'autres SRC pourraient être initialisés ultérieurement par la Commission. Un SRC « composants critiques » pourrait être rajouté en vue de développer un produit complexe et de le mener jusqu'à sa phase de qualification, voire jusqu'au marché. ■

¹ Strategic Research Cluster

HORIZON 2020

All set for launch

The European Union's future Horizon 2020 research and innovation programme will be officially launched in December. Its budget for 2014-2020 will be €70.2 billion. Space comes under the Industrial Leadership chapter and will get €1.4 billion. The new concept in this space budget line of Strategic Research Clusters (SRCs) offers a big advantage over the 7th Framework Research and Development Programme (FP7), bringing a structured and coordinated approach to long-term actions.

Space is today governed by a new European institutional framework since article 189 of the Treaty of Lisbon made it a shared competency of the European Union. As a result, the Horizon 2020, Galileo, EGNOS and Copernicus programmes must be structured in partnership with EU member states and ESA, according to the principle of subsidiarity, and reflect this new EU role. The Enterprise and Industry DG, in charge of space affairs, is responsible for defining and managing this part of Horizon 2020. This September, it therefore put forward a work schedule for calls for proposals for 2014-2015. It also consulted member states through

the shadow space committee, ahead of the official one that will be set up at the end of this year when the programme is finally adopted. As part of this broad consultation, the European Commission had previously organized two workshops, one in January in Brussels on space technologies, and one in February in Madrid on space sciences and exploration.

Objectives for space

Horizon 2020 focuses on three priorities: Excellent Science, Industrial Leadership and Social Challenges. Space falls under the second of these as a key technology for industry. It is not explicitly mentioned under the third priority, but space systems and the operational services they support are already helping to implement European public policies geared to the major challenges of the 21st century. Consequently, they must be included in R&D work aimed at enabling sustainable mobility, energy, climate change, security and other solutions. The Industrial Leadership section sets out four key objectives for space:

- enabling European competitiveness, non-dependence and innovation in the European space sector;
- encouraging advances in space technologies (from concept to demonstrator) and protecting space

- systems against debris and solar flares;
- facilitating utilization of space data from a range of sources (coordination of processing, data validation and standardization through initiatives such as GEO and Galileo);
- promoting European research in support of international space partnerships (in space situational awareness, scientific projects and space exploration).

Continuity is vital in sectors where development cycles are long. Multi-year management and strategic schedules have therefore been put in place through SRCs to foster continuous and coherent planning of actions by European stakeholders—ESA, national agencies, industry, academia and so on—while avoiding unnecessary duplication of effort.

2014-2015 work schedule

The first call for proposals will be issued on 11 December for a 2014-2015 work schedule covering a wide spectrum of goals and activities likely to interest a broad industrial and scientific community. A certain balance between supporting the Galileo and Copernicus programmes and sustaining the space sector's competitiveness is expected. Aside from assuring the success of Galileo and Copernicus, the priority for a number of

delegations, ESA and European industry (through Eurospace) is focused on Europe's competitiveness and industrial non-dependence. The work schedule hinges on four areas: satellite navigation applications and Galileo; Earth observation and Copernicus; protection of existing assets in and from space; and the competitiveness of Europe's space sector through development of space technologies—to assure non-dependence, access to space, electric propulsion, robotics, in-orbit demonstration/validation, technologies at low readiness levels, etc.—and support for space sciences and exploration. Many of these areas call for close coordination, chiefly with ESA and member states that already have national R&D programmes in place, as well as with Eurospace (for European industry) for technologies impacting industrial non-dependence and competitiveness. The new SRC concept in the Horizon 2020 space budget line offers a big advantage, providing a structured and coordinated approach to long-term actions, assuring continuity of efforts and paving the way for Europe's future programmes. The two SRCs slated in the 2014-2015 work schedule cover electric propulsion and robotics. Other SRCs could be created at a later stage by the European Commission. A 'critical components' SRC could also be added with a view to developing a complex product, transitioning it to the qualification phase and possibly bringing it to market. ■

Europe LIVING PLANET SYMPOSIUM 2013

L'Agence spatiale européenne a convié, pour la quatrième édition, la communauté scientifique européenne à faire le point sur les missions d'observation de la Terre. *Le Living Planet Symposium 2013*, qui s'est tenu à Édimbourg (Royaume-Uni) du 9 au 13 septembre, a remporté le même succès que ceux de Bergen (2010), de Montreux (2007) et de Salzbourg (2004). Quelque 1900 participants ont été réunis autour des résultats issus des missions européennes d'observation de la Terre, en cours et en développement (Sentinelles, EE et missions météorologiques), ainsi que des missions nationales. À cette occasion, les chercheurs ont pris connaissance des résultats récents obtenus grâce à l'exploitation de données fournies par les satellites ERS (*European Remote Sensing*), Envisat, Cryosat, Goce (*Gravity Field and Ocean Circulation Explorer*), Smos (*Soil Moisture Ocean Salinity*). Ils ont également assisté à des présentations sur les futures missions Swarm, EarthCare et Aeolus. Ces échanges ont permis aux professionnels des Sentinelles de se rencontrer et de passer en revue le développement d'applications et de proposer des services opérationnels dans le cadre de Copernic. Parmi les intervenants figuraient des scientifiques français et des représentants du CNES. Le symposium a également été fructueux pour les étudiants et jeunes chercheurs. Des tutoriels ont été développés, dédiés à l'étude de la Terre, de l'océan, de la glace et de l'atmosphère, avant le début de la conférence. Les activités de *school laboratory*, organisées conjointement par l'ESA, UKSA et DLR, avaient un objectif pédagogique, à savoir présenter aux élèves et enseignants des matières scientifiques les dernières technologies dans le domaine de l'observation de la Terre par satellite. ■



Living Planet Symposium 2013

The European Space Agency (ESA) invited the European space community to its fourth Living Planet Symposium in Edinburgh (UK) from 9-13 September. The 2013 event encountered the same success as the previous symposia in Bergen (2010), Montreux (2007) and Salzbourg (2004). Some 1,900 attendees got together to discuss the results of current and future European Earth-observation missions (Sentinels, Earth Explorers, meteorology), as well as national missions. Researchers learned about the recent results to emerge from data acquired by the ERS (European Remote Sensing), Envisat, Cryosat, GOCE (Gravity field and Ocean Circulation Explorer) and SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity) satellites. They also listened to presentations of the future Swarm, EarthCare and Aeolus missions. Discussions enabled professionals with an interest in ESA's Sentinel missions to meet and review progress in developing applications and operational services under the Copernicus programme. Speakers included French scientists and CNES representatives. The symposium also proved fruitful for students and young researchers. Tutorials on the study of Earth, oceans, ice and the atmosphere were given before the start of the symposium, while activities at the School Laboratory, put on jointly by ESA, UKSA and DLR, sought to show science pupils and teachers the latest satellite remote-sensing technologies. ■



CENTRE STAGE

LA COUPOLE MUSEUM
Sights on space

La Coupole (lit. 'the dome') is a World War II bunker complex near Saint-Omer in the Pas-de-Calais department of northern France, which was used to launch V-2 rocket strikes against London. Today, launches from the site are more peaceful, offering instead an unforgettable voyage into space. La Coupole is not only a museum but also a venue for exhibitions and events, with a recently added 3D planetarium. Initially devoted to the history of the Third Reich's secret weaponry and the German occupation, this cultural facility is now developing unique material, not available anywhere else in the Nord region of France, about the history of space exploration. As from June 2013, CNES is partnering La Coupole through an agreement signed at the Paris Air Show. Under this partnership, the museum is hosting permanent and temporary exhibits provided by CNES, including scale models and interactive installations, and is organizing events such as live launch broadcasts and talks. The collaboration will also be extended in the next few months, with specific set designs for the space hardware already on display. In addition, the ultra-modern planetarium will be showing a film about space, projected onto the hemispherical dome. La Coupole reflects CNES's efforts to bring space culture closer to people across the country through a network of venues, which also includes the Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris, the Cité de l'Espace in Toulouse and the Futuroscope theme park in Poitiers.

La Coupole L'ESPACE POUR CIBLE

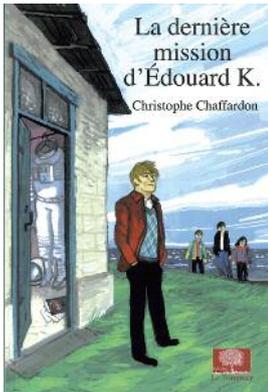
C'est depuis la Coupole que devaient, durant la Seconde Guerre mondiale, décoller les missiles V2 pour frapper le cœur de Londres. Aujourd'hui, le décollage est plus pacifique. L'ancienne base de lancement, située sur le site historique de Saint-Omer, à Helfaut, dans le Pas-de-Calais, offre un voyage inoubliable dans l'espace. La Coupole est devenue non seulement un musée, mais aussi un lieu d'expositions et de manifestations, équipé récemment d'un planétarium 3D. Initialement dédié à l'histoire des armes secrètes du III^e Reich et à l'occupation allemande, ce site culturel développe une offre éditoriale unique en région Nord sur l'histoire de la conquête spatiale. Depuis juin 2013, le CNES est partenaire de la Coupole au travers d'une convention signée au Salon du Bourget. Au terme de ce partenariat, l'établissement accueille de façon permanente ou temporaire du matériel d'exposition du CNES (maquettes, dispositifs interactifs, etc.) et organise des événements tels que des retransmissions de lancement ou cycles de conférences. Cette collaboration va se densifier, au cours des prochains mois, par une scénographie particulière des objets spatiaux déjà présents sur le site. Par ailleurs, le planétarium ultramoderne a ouvert la voie à une autre piste, un projet de film hémisphérique sur l'espace.

La Coupole s'inscrit dans le cadre d'un maillage spatial du territoire. En effet, le CNES a entrepris de porter la culture spatiale au plus près des Français, en constituant des pôles de culture spatiale dans l'ensemble des grandes régions de France. La Cité des sciences et de l'industrie à Paris, la Cité de l'espace à Toulouse, le parc du Futuroscope à Poitiers, en sont quelques autres étapes.

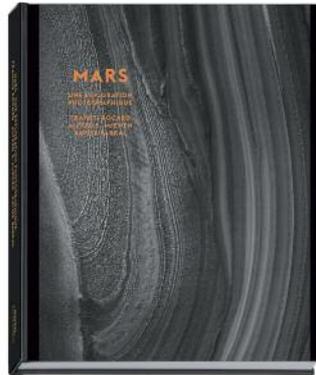
● www.lacouple-france.com

LECTURES

BOOKS



La Dernière Mission d'Édouard K., Christophe Chaffardon, Éditions Le Pommier, 172 pages, 2013, 12 €. / by Christophe Chaffardon - Published by Le Pommier - 172 pages - 2013 - €12



Mars - Une exploration photographique, - Francis Rocard, Alfred S. McEwen, Xavier Barral, Éditions Xavier Barral 2013 - 272 pages, 79 €. / by Francis Rocard, Alfred S. McEwen and Xavier Barral - 2013 - Published by Xavier Barral - 272 pages - €79



L'Espace en quelques mots - D'aventure à Zénith - Éric Dautriat - Préface de Jean-Claude Carrière - Éditions Le Cherche Midi - 156 pages, 2013, 15 €. / by Eric Dautriat - Préface by Jean-Claude Carrière - Published by Cherche Midi - 156 pages - 2013 - €15



Le Soleil, notre étoile - Pal Brekke et Jean-Claude Vial, 170 pages, CNRS Éditions, 2013, 19 €. / by Pal Brekke and Jean-Claude Vial - 170 pages - Published by CNRS Editions - 2013 - €19

Une énigme pour les enfants

Édouard K. est le plus mystérieux des astronautes. Lors de sa mission dans la Station spatiale internationale, il a été confronté à un grave problème... À son retour sur Terre, il vit retiré sur une île, au nord de l'Écosse, et refuse toute sollicitation médiatique. Or c'est justement un autographe d'Édouard K. que cherche Loup, 12 ans, pour en faire cadeau à son grand-père malade. Elle décide alors d'aller chercher cet autographe. Elle est aidée par Bertille, chasseuse d'autographes et fille du directeur de la clinique spatiale, et par Lilly, future astronaute européenne. Christophe Chaffardon, l'auteur, est responsable des activités éducatives de la Cité de l'espace. C'est son second roman. Le livre a été présélectionné pour le prix Le goût des sciences 2013, organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

A real riddle for youngsters

Édouard K is the most mysterious of astronauts. During a mission on the ISS, he encounters a serious problem. Back on Earth, he retires from public life to an island off the north coast of Scotland. All 12-year-old Loup wants is his autograph for her sick grandfather, so she sets out in search of the elusive astronaut, helped by autograph hunter Bertille and Lilly, a future European astronaut. As the adventure unfolds, Loup learns the secret surrounding Édouard K. Author Christophe Chaffardon is in charge of educational activities at the Cité de l'Espace. This is his second book, shortlisted for the 'Goût des Sciences' 2013 prize by the Ministry of Higher Education and Research.

La planète rouge en noir et blanc

Valles Marineris, Arcadia Planitia, Elysium Mons... sont autant de régions martiennes survolées par la sonde américaine MRO, mise en orbite en 2005 pour étudier la surface de Mars. Parmi des dizaines de milliers de relevés d'une résolution sans précédent, l'album rassemble près de 200 photographies en noir et blanc. Depuis les années 1960, de nombreuses sondes nous ont fait parvenir des images de Mars. Mais, en 2005, la caméra Hirise révèle un paysage insoupçonnable qui se dessine depuis plus de trois milliards d'années. Cette exploration nous fait découvrir des formes géologiques familières : cratères, plaines de lave, dunes de sable, canyons et calottes polaires. Ce magnifique album présente un ensemble de photos fascinantes qui sont en parfaites adéquations avec le texte signé Francis Rocard, CNES.

Red Planet in black and white

Valles Marineris, Arcadia Planitia and Elysium Mons are just three of the regions covered by NASA's Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), launched in 2005 to study the planet's surface. Selected from the thousands of images taken with unprecedented resolution, this album presents almost 200 black-and-white photographs showing familiar geographic features such as craters, lava plains, sand dunes, canyons and polar ice caps. But on Mars, the dunes are made of black sand, the volcanoes rise to 22,000 metres, the canyons are 10,000 metres deep and the dry ice sublimates from solid to gas. The captivating pictures in this magnificent album beautifully complement the text written by CNES's Francis Rocard.

Un abécédaire impertinent

À travers une certaine de textes, Éric Dautriat, ancien dirigeant du CNES, nous embarque dans un fabuleux voyage. Il nous livre de multiples secrets et anecdotes sur l'espace et son épopée. Une odyssée qui rend l'aventure spatiale infiniment plus proche. Ces mots d'amour à l'espace font revivre des événements marquants, comme l'équipée d'Apollo 13 ou l'accident de la navette Columbia. Ils plongent le lecteur au cœur des aventures collectives, comme la saga d'Ariane et les projets de vols habités vers Mars. Cet abécédaire souvent impertinent s'adresse non seulement aux adeptes de l'espace, mais aussi à tous ceux qui tournent leurs yeux curieux vers le ciel. Sur le chemin qui va de l'« aventure » de la course au large à la quête d'un « zénith » inaccessible, on croise tous les enjeux, techniques, commerciaux, environnementaux et politiques du secteur spatial.

An impertinent primer

Through 100 texts, Eric Dautriat, formerly a director at CNES, takes us on a fabulous voyage, packed with secrets and anecdotes about space. He talks with care and respect about key events, like the Apollo 13 mission and the Colombia shuttle disaster, and takes readers behind the scenes on such collective endeavours as the Ariane programme and planned crewed missions to Mars. Impertinent at times, this 'space primer' is aimed at enthusiasts and the simply curious alike. From A (adventure in the open skies and beyond) to Z (the quest for the still unattainable zenith), it discusses all the technical, commercial, environmental and political issues of the space sector.

Un disque jaune, plat et tranquille

Le Soleil est un astre que l'on ne peut regarder directement sous peine de s'aveugler. Pourtant il occupe la première place dans toutes les mythologies. Or ce n'est qu'une étoile parmi les milliards qui peuplent notre galaxie. Mais, pour nous, il est unique, il est la source de la vie sur Terre. À l'œil nu, il apparaît comme un disque jaune, plat et tranquille. En réalité, c'est une étoile éruptive et changeante, dont l'étude mêle physique, biologie, chimie et météorologie. L'étude précise du Soleil est une aventure scientifique relativement récente, tant il est difficile de travailler sur un objet que l'on ne peut regarder. D'où vient le Soleil ? Quelle est sa structure ? Comment influe-t-il sur nos existences, sur nos technologies ? Abondamment illustré de photos, diagrammes, dessins, ce livre nous entraîne de découverte en découverte.

A yellow, flat and tranquil disc

The Sun is a star we cannot look at directly, as it would dazzle us or damage our eyes. Yet it plays a central role in so many of our mythologies. Just one star among the billions in our galaxy, for us it is unique and the source of life on Earth. To the naked eye, it looks like a yellow, flat and tranquil disc. But in reality, it is eruptive and ever-changing. Precise research into the Sun is a relatively recent discipline, partly because it is so difficult to observe. Where did the Sun come from? What is its structure like? How does it interact with Earth? And how does it influence our life and technologies? Copiously illustrated with photos, diagrams and drawings, this book invites readers on a journey of discovery.

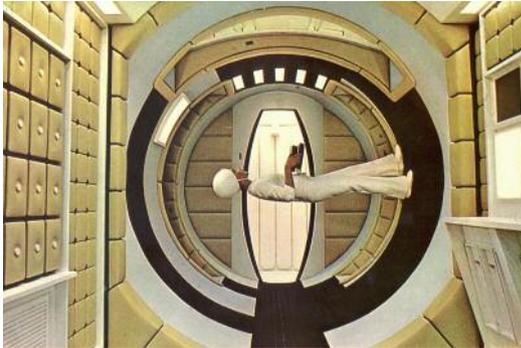
MANIFESTATIONS

EVENTS

CINÉMATHÈQUE DE TOULOUSE

Nouvelle programmation

Un nouveau partenariat a été établi pour 2014 entre la cinémathèque, la Cité de l'espace et le CNES. Les films retenus sont *2001, l'Odysée de l'espace*, de Stanley Kubrick (1968), mardi 14 janvier 2014; *2010, l'année du premier contact*, de Peter Hyams (1984), mardi 25 février 2014; et *En route vers les étoiles*, de Pavel Klouchantsev (1957), mardi 18 mars 2014. Il s'agit d'un documentaire soviétique rare sur la conquête de l'espace, avec les premiers effets spéciaux. Tous ces films seront projetés à la cinémathèque de Toulouse. Des spécialistes du CNES animeront les séances.



CINÉMATHÈQUE FILM ARCHIVE IN TOULOUSE

New programme

A new partnership has been established for 2014 between the Cinémathèque, the Cité de l'Espace and CNES. The chosen films are *2001: A Space Odyssey* by Stanley Kubrick (1968), Tuesday 14 January 2014; *2010: The Year We Make Contact* by Peter Hyams (1984), Tuesday 25 February 2014; and *Road to the Stars* by Pavel Klushantsev (1957), Tuesday 18 March 2014. *Road to the Stars* is a rare Soviet documentary about the conquest of space, with cutting-edge visual effects for the time. All these films will be shown at the Cinémathèque in Toulouse. Space specialists will host the sessions.



www.
cnes.fr/
webmag

CINÉMATHÈQUE DE TOULOUSE Cinémathèque film archive in Toulouse. www.lacinemathequedetoulouse.com

SPATIOGUIDE <http://cnes-spatioguide.lesitevideo.net/SITE> UNIVERSITÉS D'ÉTÉ 2014 2014 summer school. www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs

FÊTE DE LA SCIENCE Le programme complet en ligne. National science week. The full programme on line.

FÊTE DE LA SCIENCE

DES ÉCHANGES FRUCTUEUX

La Fête de la science 2013 a réédité ses succès. Du 17 au 19 octobre, les principaux organismes de recherche français se sont de nouveau associés pour promouvoir auprès du grand public la science et les défis que la recherche relève au quotidien. Hors les murs traditionnels de la recherche, « Sciences au Carré(e) » a été l'un des événements parisiens phares de cette Fête de la science. Léopold Eyharts, astronaute de l'ESA, a partagé son expérience avec le grand public à bâtons rompus pendant une heure. Réunissant une centaine de scientifiques de quatorze organismes de recherche, « Sciences au Carré(e) » a connu des échanges incessants entre scientifiques et flâneurs passionnés ou simplement curieux.

NATIONAL SCIENCE WEEK

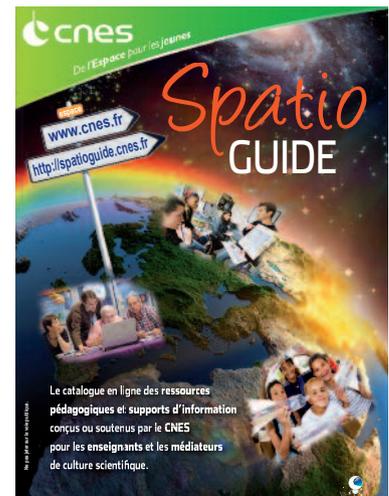
Constructive exchanges

This year's *Fête de la Science*, France's national science week, was another resounding success. From 17 to 19 October, the country's leading research bodies joined forces to promote science and the key issues being addressed by research programmes today. Outside the traditional walls of the laboratory, *Sciences au Carré(e)* was one of the flagship events held in Paris. ESA astronaut Leopold Eyharts shared his experience with the public in an hour-long talk. With the participation of 100 scientists from 14 research institutes, *Sciences au Carré(e)* generated a lot of dialogue and exchange with passers-by, whether enthusiasts or the simply curious.



Pensez au Spatioguide / En ces temps de rentrée scolaire, voici un blog du CNES qui centralise une sélection d'outils ou de ressources conçus ou soutenus par le CNES (thématiques spatiales) spécifiquement pour le monde de l'éducation. Encyclopédies, ouvrages, magazines, dossiers pédagogiques, films, expositions, jeux, sites Internet sont classés par niveau d'enseignement, type de support et grandes thématiques spatiales.

Spatioguide - With the new school year underway, CNES's Spatioguide blog serves as a central repository for a range of space-themed tools and resources designed or supported by CNES for teachers. Encyclopaedias, articles, magazines, classroom materials, films, exhibitions, games and websites are categorized by educational level, media format and subject.



La Terre au programme de l'université d'été 2014 / Une centaine d'enseignants du secondaire vont acquérir la culture spatiale lors de la prochaine université d'été Espace éducation, organisée à l'initiative du CNES. Cette nouvelle session, « La Terre dans tous ses états », centrée sur l'utilisation de l'imagerie spatiale, se déroulera du 11 au 15 juillet 2014 à la Cité de l'espace. Elle est ouverte aux enseignants en physique, SVT, mathématiques et géographie issus de la France entière.

Earth on the syllabus at 2014 summer school - Around 100 high-school teachers have signed up for a bit of space culture at the next 'Espace Education' summer school, organized at CNES's initiative. This next session, on the theme of Earth in all its states, focuses on the use of satellite imagery and takes place at the Cité de l'Espece in Toulouse from 11 to 15 July 2014. It is open to teachers of Earth, physical and life sciences, maths and geography at schools anywhere in France.

TOULOUSE

UN PARTENARIAT SPATIAL AUTOUR DE L'OURS



Jusqu'à l'été 2014, le Muséum d'histoire naturelle de Toulouse ouvre une large vitrine sur « L'ours, mythes ou réalités »¹. Plusieurs approches sont proposées sur la vie du prédateur et en dressent un état des lieux historique, géographique et légendaire. Or, si cette exposition temporaire interroge sur la relation paradoxale homme-ours, elle n'en aborde pas moins la réalité scientifique. Dans ce cadre, elle est en lien direct avec le spatial et avec le CNES. Un focus est dédié à l'ours polaire, particulièrement fragile. Sur le thème « Ours polaire, où te mènent tes pas », un projet pédagogique mobilise pour quelques mois douze classes de CM2 et 6^e qui réalisent des tra-

voux sur l'espèce. « Ce volet est rattaché au suivi par satellite dans le cadre d'Argonimaux² », fait remarquer Danielle de Staerke, ingénieure au service Jeunesse et acteurs de l'éducation au CNES. Pendant leurs recherches, les classes auront recours aux ressources spatiales. Elles rencontreront des scientifiques et participeront à des animations autour de l'ours. En juin, la présentation de leurs travaux, au Muséum viendra conclure ce projet d'envergure. Au-delà de cette manifestation, le CNES et le Muséum poursuivent une collaboration fructueuse. L'espace est devenu indissociable des champs techniques autant que sociétaux. L'exposition de Toulouse prouve que les musées sont aussi au cœur de ces thématiques. Le partenariat s'est imposé comme une évidence. Le CNES met à disposition ses compétences spécifiques. En contrepartie, il bénéficie de la large médiation culturelle dont le Muséum d'histoire naturelle est un acteur majeur. Un accord gagnant-gagnant au bénéfice du public.

¹ Exposition temporaire – octobre 2013- juin 2014. ● www.museum.toulouse.fr/

² Argonimaux est un volet du projet éducatif Argonautica, développé par le CNES pour sensibiliser les jeunes, de la maternelle au lycée, à l'étude du milieu marin, grâce à des données satellites.

TOULOUSE SPACE SHOW 2014

UN NOUVEAU FORMAT

À vos agendas ! Le prochain *Toulouse Space Show* aura lieu du 30 juin au 2 juillet 2014. Cette quatrième édition sera l'occasion de proposer un nouveau format aux futurs participants avec comme fil conducteur les applications spatiales. Elle s'articulera notamment dans ce domaine autour des manifestations suivantes : des tables rondes et ateliers pour favoriser la participation d'utilisateurs et d'institutionnels ; un Salon international du savoir-faire en termes d'infrastructures et d'applications spatiales, vitrine régionale, nationale et internationale du domaine ; des démonstrations ; un service de rendez-vous d'affaires pour mettre en relations PME, grands groupes développeurs et utilisateurs de solutions et applications spatiales existantes. De plus, la manifestation comprendra des événements associés organisés en marge du *Toulouse Space Show* pour valoriser le spatial et ses applications.



L'OURS AU MUSEUM Space partnership focuses on bears. www.museum.toulouse.fr/
TOULOUSE SPACE SHOW 2014 www.toulousespaceshow.eu

TOULOUSE

Space partnership focuses on bears

Until next summer, the Toulouse natural history museum is running a temporary exhibition called 'Bears: myth or reality'. It looks at the life of these predators from various angles and surveys their geographic range, historic decline and role in legend, reflecting on their paradoxical relationship with humans while taking a thoroughly scientific approach. In this respect, the exhibition is directly linked to space and CNES. A dedicated section looks at the polar bear and its fragile status. Over the next few months, 12 fifth- and sixth-grade classes will be working on a schools project entitled "Polar bear, where does your path lead?" "This project includes satellite tracking as part of Argonimaux¹," says Danielle de Staerke, an engineer at CNES's Youth and Education at department. Classes will have access to space resources and will meet scientists and take part in activities about polar bears. In June, at the end of the project, they will present their work at the museum. Beyond this exhibition, CNES and the museum continue to pursue a constructive collaboration. Space has become inseparable from the societal and technological issues. The Toulouse exhibition shows how museums have a key role to play in drawing attention to such issues, as reflected in the partnership through which CNES is contributing its specific expertise. In return, it benefits from the museum's wide-ranging cultural reach—a win-win proposition for the benefit of the public.

¹ Argonimaux is a component of the Argonautica schools programme, developed by CNES to introduce pupils of all ages to the marine environment and how satellite data are used to study it.

TOULOUSE SPACE SHOW 2014

New format

Write it in your diaries—the next *Toulouse Space Show* takes place from 30 June to 2 July 2014. For its fourth year, the show is taking on a new format, with space applications as the central theme. The programme includes roundtables and workshops to encourage the participation of users and institutional partners as well as an

international knowledge fair providing a regional, national and international showcase of know-how in space infrastructure and applications. There will also be demonstrations and a business appointments service to bring together SMEs and large groups, whether developers or users of solutions and applications. The Toulouse Space Show also includes side events to promote space and its applications.

SUR LA TOILE

ON THE WEB



En direct avec les experts du spatial

La nouvelle saison des #CNESstalks (ou hangouts) a débuté! Tous les mois, sur la page Google+ du CNES, un expert converse par webcam interposées avec les internautes. Au menu des prochaines semaines: Gaia, les opérations de lancement depuis la Guyane et Rosetta. N'hésitez pas à candidater et poser en direct vos questions sur Twitter! Un empêchement? Vous pouvez retrouver les vidéos sur notre chaîne YouTube CNESespace.

Pour en savoir plus et retrouver toutes nos activités sur les réseaux sociaux, une seule adresse: www.cnes.fr/le-buzz

Live online with space specialists

The new season of #CNESstalks (or 'hangouts') is underway! Each month on CNES's Google+ page, an expert dialogues with the public via webcam. On the programme: GAIA, launch operations in French Guiana and Rosetta. If you want to take part and ask questions directly on Twitter, don't hesitate to apply! Missed it? Catch up on previous sessions via our CNESespace YouTube channel.

All information about our social networking activities is available at: www.cnes.fr/le-buzz

Formation de l'Univers : le grand calcul

À l'observatoire de Meudon, des scientifiques tentent de mieux comprendre le processus de formation des structures cosmiques dans l'Univers et le moteur de son expansion accélérée. Pour la première fois au monde des chercheurs ont calculé la façon dont la matière a évolué dans la totalité de l'Univers observable depuis le big bang jusqu'à aujourd'hui.

10 min., couleur, grand public, HD, français, anglais - 2013.

Auteur-réalisateur: Luc Ronat (CNRS Images, UPS CNRS).

Producteur: CNRS Images.

Formation of the Universe: the Big Computation

At the Paris-Meudon Observatory, scientists are trying to understand how the Universe was formed and what causes accelerated cosmic expansion. For the first time ever, they have simulated how matter has evolved in the entire observable Universe, from the Big Bang to the present day.

10 min., colour, public audience, HD, French, English - 2013

Author / director: Ronat Luc (CNRS images, UPS CNRS) -

Producer: CNRS Images

ALEXEÏ LEONOV EN 60 TWEETS

Raconter une histoire en tweets? Telle est l'expérience qu'a menée le CNES début septembre. Les 12 000 abonnés au compte Twitter du CNES ont eu la surprise de se voir raconter l'histoire d'Alexeï Leonov et de sa marche historique dans l'espace, en une demi-heure et 60 courts messages. Les internautes s'étant montré très enthousiastes, de nouvelles histoires seront prochainement diffusées sous ce format. Qui était Alexeï Leonov? Le premier homme à réaliser une sortie extravéhiculaire dans l'espace, en 1965. Vous avez manqué la marche, pas de problème. Rendez-vous directement à l'adresse web...

Alexey Leonov in 60 tweets!

Ever tried to tell a story in tweets? CNES ran an experiment to do just that in early September. To their surprise, CNES's 12,000 Twitter followers were treated to the story of Alexey Leonov and his historic spacewalk in 30 minutes and 60 short messages. Feedback was enthusiastic, and other stories in this new format are in the pipeline. Who was Alexey Leonov? The first human to conduct an extra-vehicular activity or spacewalk (in 1965). Missed it? No problem! Simply point your browser at this address: http://storify.com/CNES_France/tweetstory-alexei-leonov



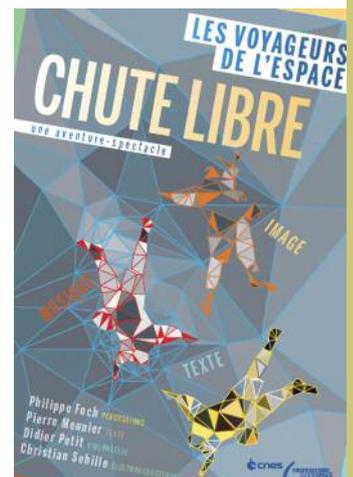
Espace dans ma ville / Créée en 2004 par le CNES pour sensibiliser les jeunes des quartiers populaires à la culture scientifique et technique, Espace dans ma ville va sur ses dix ans! L'édition 2014 aura donc un goût de fête! Pour participer, les communes ont jusqu'à la mi-décembre 2013 pour postuler à l'appel à candidatures.

Space in my City - Launched by CNES in 2004 to bring science and technology culture to young people in some of France's more deprived suburbs, Space in my City celebrates its 10th anniversary next year. For this reason, the 2014 programme will have a festive flavour. To take part, communities have until mid-December to submit their applications.



Nouvelle création / En résidence à Nantes avec Athénor scène nomade, la formation Les Voyageurs de l'espace présente à la maison de quartier des Dervallières, le vendredi 11 octobre à 20 h 30, *Chute libre*, son nouveau spectacle produit par l'Observatoire de l'espace, le pôle culturel du CNES. Les Voyageurs de l'espace seront en tournée en France en avril 2014.

Space travellers on stage - In residence in Nantes with the Athénor Theatre ('nomadic stage'), the Voyageurs de l'Espace theatre group presents *Chute Libre* (lit. 'freefall'), its new play produced with the Observatoire de l'Espace, CNES's cultural arm. At the Maison de Quartier des Dervallières, Nantes, Friday 11 October at 8:30 p.m. The Voyageurs de l'Espace will also be on tour in France in April 2014.



CNESTALK Connectez-vous et suivez-nous sur Google+! ; les prochains #CNESTalks du CNES Connect and follow us on Google+! Next #CNESTalks

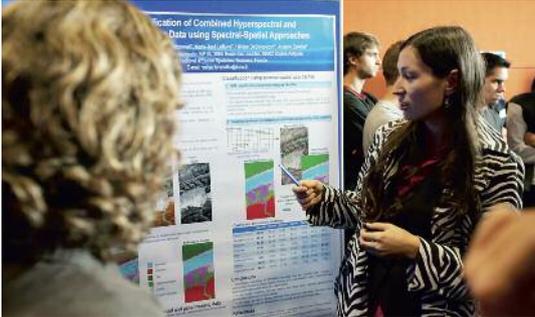
FORMATION DE L'UNIVERS Formation of the Universe. <http://videotheque.cnrs.fr>

ALEXEÏ LEONOV http://storify.com/CNES_France/tweetstory-alexei-leonov

ESPACE DANS MA VILLE Space in my City. www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs/espacedansmaville/



Cent jeunes chercheurs préparent l'espace de demain! / Chaque année, le CNES attribue une centaine d'allocations de recherche (thèses et postdoctorats) pour des ingénieurs (systèmes orbitaux, systèmes de transport spatial) ou des étudiants de disciplines académiques (sciences de l'univers, microgravité, exploration : Terre, environnement, climat). Du 7 au 9 octobre 2013, ces jeunes chercheurs présentent leurs travaux aux ingénieurs et aux responsables de programme du CNES, à des auditeurs universitaires, industriels ou institutionnels. Ces rencontres sont l'occasion de partager et de discuter les résultats les plus récents issus des recherches soutenues par le CNES. Ces journées sont ouvertes à tous et se déroulent à la Cité de l'espace, à Toulouse.



100 young researchers prepare the space systems of tomorrow - Each year, CNES awards around 100 research grants to doctoral and postdoctoral students in engineering (orbital systems, space transportation, etc.) and academic disciplines (Universe, microgravity, exploration, Earth sciences, climate and environment). From 7 to 9 October, these young researchers will present their work to CNES engineers and programme managers and representatives from universities, industry contractors and institutional partners. The forum is a chance to promote and discuss the most recent results from the research programmes supported by CNES. The three-day programme is open to all and takes place at the Cité de l'espace in Toulouse.



Appel à candidatures pour Mission Explore / Programme d'éducation à la santé pour lutter contre l'obésité, Mission Explore est un défi international lancé par la NASA. Les classes participent à des épreuves scientifiques et sportives qui s'inspirent des activités de l'astronaute. Pour la nouvelle édition, l'appel à candidatures sera lancé au 1^{er} trimestre 2014. Le programme sera développé tout au long du 2^e trimestre, pour les classes allant du CM1 à la 5^e.



Call for applications for Mission X - A health education programme designed to combat obesity, Mission X is an international challenge initiated by NASA. Fourth- to seventh-grade classes take part in scientific and physical education exercises inspired by the activities that astronauts use to train. Applications for this year's event open in the first quarter of 2014. The programme runs throughout the second quarter.

AGENDA

DIARY

Octobre

Appel à candidatures « Espace dans ma ville » 2014

Call for applications for Space in my City 2014

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

15/10/2013

Les Mardis de l'espace : « Gaia, pour mesurer les galaxies lointaines »

Tuesday space talk: "GAIA, measuring far-off galaxies"

Café du Pont-Neuf, Paris

<http://www.cnes.fr/mardisdespace>

15-17/10/2013

Colloque : « From Quantum to Cosmos - Q2C6 »

Symposium: From Quantum to Cosmos - Q2C6

Nice

<http://www.q2c6.com/indexfr.html>

17-20/10/2013

Scientilivres

Scientilivres science book fair

Labège

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

19/11/2013

Les Mardis de l'espace : « Les briques de la vie viennent-elles de l'espace ? »

Tuesday space talk: "The building blocks of life—did they come from space?"

Café du Pont-Neuf, Paris

<http://www.cnes.fr/mardisdespace>

27-29/11/2013

Séminaire de prospective « Jeunes »

Space science seminar for youngsters

Montauban

<http://www>

6-7/12/2013

Rencontre finale « Espace dans ma ville »

Final meeting of Space in my city

Paris

<http://www>

17/12/2013

Les Mardis de l'espace : « À quoi ressemblera le nouveau lanceur Ariane 6 ? »

Tuesday space talk: "What will the new Ariane 6 launcher look like?"

Café du Pont-Neuf, Paris

<http://www.cnes.fr/mardisdespace>

23/01-5/02/2013

Les enjeux de l'espace

Challenges of space

Salle des Illustres, Hôtel de ville, Agen

<http://www>

30/01/2014

Journée R&T des systèmes spatiaux

R&T day on space systems

Centre de congrès Pierre-Baudis, Toulouse

<http://www>

20-24/03/2014

Festival Sidération, le festival des imaginaires spatiaux

Sidération festival of space-inspired imagination

Paris

<http://www.cnes-observatoire.net/>

16-20/04/2014

Chute libre, spectacle des Voyageurs de l'espace

"Chute libre" ("freefall")—a show about space travellers

Tournée en France On tour in France

<http://www.cnes-observatoire.net/>

www.
cnes.fr/
webmag

MISSION EXPLORE Mission X www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs



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...

Coline, institutrice

Les météorologues peuvent prédire le temps à huit jours. Alors comment peut-on publier des prévisions sur la sécheresse ou la pluviométrie pour les prochains mois ?

La prévision du temps obéit à une règle simple : plus l'échéance visée est lointaine, moins la prévision est détaillée. Et plus la taille des phénomènes est importante, plus ils sont prévisibles. À partir de modèles couplés (données sur l'atmosphère et l'océan), des prévisions peuvent être élaborées pour les mois à venir : on parle de prévisions saisonnières. Il s'agit alors de prévoir la moyenne sur une période de quelques mois de paramètres météorologiques (température, précipitations), à l'échelle d'une zone comme l'Europe de l'Ouest. Les performances des prévisions saisonnières sont très variables : elles sont meilleures pour la température que pour les précipitations et, pour la température, meilleures en hiver qu'en été. La prévisibilité de la température en Europe de l'Ouest, sans être nulle, reste faible. Cela est dû aux caractéristiques de la circulation générale de l'atmosphère au-dessus de l'océan Atlantique aux latitudes tempérées. Deux semaines à l'avance, il est possible de fournir une indication sur les conditions moyennes (température, précipitations) à l'échelle de la France. Par exemple : température moyenne probablement supérieure de 2 °C à la normale à l'échelle de la France. Trois mois à l'avance, il est possible de donner, éventuellement, un signal qualitatif sur les conditions moyennes (température, précipitations), à l'échelle d'une zone comme l'Europe

de l'Ouest. Par exemple : en Europe de l'Ouest, les températures devraient être supérieures aux normales de saison pour le trimestre à venir. (Philippe Veyre, CNES)

Coline, primary school teacher

If meteorologists can only predict the weather for the next week or so, how can they also publish rainfall and drought forecasts for the months ahead?

Weather forecasting obeys a simple rule: the further ahead you look, the less detailed the prediction. At the same time, the bigger the phenomenon, the easier it is to forecast. Using coupled models—i.e. data on the atmosphere and oceans—forecasts can be extrapolated for the next few months, known as seasonal forecasts. Here, forecasters predict weather parameters, such as temperature or rainfall, over a period of several months and on a large scale, such as Western Europe. The accuracy of these seasonal forecasts varies a lot: they are better for temperature than rainfall, and winter temperature figures are more accurate than summer figures. Temperature forecasts for Western Europe, while not hopeless, remain weak. This is due to the large-scale circulation of the atmosphere over the Atlantic Ocean at the temperate latitudes. Two weeks in advance, it is possible to provide a reasonably accurate indication of average temperature and rainfall conditions at the national scale for France. For example: average temperature probably 2°C higher than normal for the country as a whole. Three months in advance, it is usually possible to provide a qualitative indication of average temperature and rainfall conditions on a scale such as Western Europe. For example: temperatures are likely to be higher than the seasonal average for the next quarter. (Philippe Veyre, CNES)

Julien, ingénieur

Pour qu'il y ait de la vie sur une planète, est-ce qu'il faut forcément qu'elle ait une lune et un soleil ?

Sans soleil, point de planètes. Elles se forment dans le nuage de poussière qui entoure l'étoile naissante. Le rayonnement solaire est indispensable pour chauffer la surface de la planète et y maintenir une température compatible avec la présence de l'eau liquide. Une lune, comme la nôtre, crée un système, comme un gyroscope qui stabilise l'axe de rotation de la planète sur elle-même. Cela évite qu'elle oscille fortement et rapidement (en quelques dizaine de milliers d'années comme Mars) et que le climat soit en perpétuel bouleversement. Ces conditions sont nécessaires pour qu'une forme de vie puisse se développer et persister en surface. Il est possible d'imaginer des écosystèmes qui n'ont pas besoin de la lumière d'un soleil pour apparaître et se développer. L'énergie nécessaire peut être d'origine chimique. Elle doit être suffisante pour initier et entretenir des réactions chimiques combinant des composés comme le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le phosphore et le soufre. Des scientifiques imaginent qu'il ne serait pas impossible qu'au fond de l'océan d'Europe, un satellite glacé de

Jupiter, sous plusieurs dizaines de kilomètres de glace et à plusieurs centaines de kilomètres de profondeur, ces conditions soient réunies et que des formes de vie puissent éventuellement s'y développer. (Michel Viso, CNES)

Julien, engineer

For a planet to support life, does it need to have a sun and a moon?

You can't have a planet without a sun, as a planet forms in the dust cloud around a nascent star. Solar radiation is necessary to heat the planet's surface and maintain a temperature compatible with the presence of liquid water. A moon, like ours, creates a system that acts as a gyroscope, stabilizing the planet's axis of rotation. This stops it wobbling excessively—Mars, for example, wobbles on its axis of rotation in cycles of tens of thousands of years—and its climate from being constantly disrupted. These are the necessary conditions for lifeforms to develop and survive on a planet's surface. It is conceivable there are ecosystems that do not depend on sunlight. The energy needed for them to appear and develop could be of chemical origin. However, there must be enough energy to initiate and sustain chemical reactions combining carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, phosphorus and sulphur. Scientists believe that the conditions could be right for lifeforms to develop in this way at the bottom of the oceans on Europa, Jupiter's icy moon, under tens of kilometres of ice and at depths of several hundred kilometres.

(Michel Viso, CNES)

CNESmag

Gratuit. Sur simple demande Free subscription on request

cnesmag@cnes.fr

Crédits photos/Photo credits: © EDITO : CNES/E. Grimault - NEWS : NASA/JPL/University of Arizona (p.4-5), CNES/S. Girard (p.6-7), CNES/R. Barranco (p.8 haut), CNES/ESA/ill. D. Ducros (p.8 bas), © ESA/CNES/Arianespace /Optique vidéo CG/G. Barbaste (p.9), CNES/F. Maligne (p.10), CNES/TAS/S. Henri (p.11 haut), CNES/ill. O. Sattler (p.11 bas), CNES/E. Grimault (p.12), CNES (p.12 bas), CNES/E. Grimault (p.13-14), Nearad Filip/AP/Sipa (p.15), Jérôme Bourjea (p.15 bas), CNES/S. Rouquette (p.16), F. Waquet, Laboratoire d'Optique Atmosphérique (p.16 bas), CNES/F. Maligne (p.17) - POLITIQUE : CNES/O. Pascaud (p.19-21), Onera (p.22), NASA (p.23), Sncema/Safran/E. Drouin (p.24), ESA/ill. P. Carril (p.25), CNES/E. Grimault (p.27), CNES/J. Chetrit (p.28), Breitling 2013 (p.29), CNES/E. Lefeuvre (p.30), CNRS Photothèque/F. Vernhet (p.30), NASA/Glenn Benson (p.31), Eumetsat (p.33) - DOSSIER : CNES/E. Grimault (p.34-35), A. Pecchi/Eurocopter (p.36), Pole Pégase (p.37), CNES (p.37 bas), CNES/P. Jalby (p.38), CNES/S. Girard (p.39), J.-C.&D. Pratt/Photonostop (p.40 haut-g.), CNES/E. Grimault (p.40 haut d.), CNES/Guide (p.40 bas), CNES/S. Charrier (p.41), Fotolia/Sergio Donà (p.42 g.), Infotron (p.42 d.), Bigben interactive (p.43), Comat Aerospace (p.44), Airbus SAS/C.Brinkmann (p.45), Flyops (p.45 antenne), CNES/E. Grimault (p.46-47) - SOCIÉTÉ : CNES/E. Grimault (p.49-50-51), CNES-ONCFS (p.52), Cross Réunion/MRCC Réunion (p.53), CNES/M. Pedoussaut (p.54), CNES/ESA/Arianespace/Optique Vidéo CG/G. Barbaste (p.55), X.Beguet/Fotolia (p.56), LeitnerR/Fotolia (p.57 haut), Astrium Services (p.57 bas) - INTERNATIONAL : AFP/Source 2013.KIBO-ROBOT (p.59), NASA (p.60), Kibo Robot Project (p.60), CNES/P. Tréfourret (p.61 haut), Roscosmos (p.61), The Council of the European Union (p.62), ESA/M. Cochrane (p.64) - CULTURE : La Coupole (p.65), Collections La Cinémathèque de Toulouse (p.67), CNES/P. Jalby (p.67 bas), CNES/R. Barranco (p.68), TASS (p.69), Planète Sciences (p.69), CNES/P. Jalby (p.70), Arenes Mont de Marsan (p.70) - 4^e de couv. : © Etec

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

1989

HIPPARCOS OUVRE LA VOIE À L'ASTROMÉTRIE

Lancé le 8 août, le satellite scientifique européen Hipparcos a localisé plus de 120 000 étoiles à 1 milli-arc-seconde près, en évaluant la position, le mouvement et la distance de chacune d'entre elles. Trois catalogues d'étoiles ont été produits à partir de ses données. Gaia fera 10 000 fois mieux en quantité et 100 fois mieux en précision.

Hipparcos heralds the era of astrometry

Launched on 8 August, the European Hipparcos science satellite has since located more than 120,000 stars with milli-arcsecond precision, measuring their position, movements and distance. Three catalogues of data have been produced, GAIA will locate 10,000 times more stars 100 times more precisely.