

# CNESmag

 **CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES**  
**MAGAZINE 07/2014**

**62**

**SÉMINAIRE DE PROSPECTIVE**  
**LA VISION ACTUELLE**  
**DE LA SCIENCE SPATIALE**

La Rochelle seminar  
Space science today



## **TRANSPORT SPATIAL** **LA SAGA ATV**

Space transportation  
The ATV adventure



**PATRICK DEIXONNE**

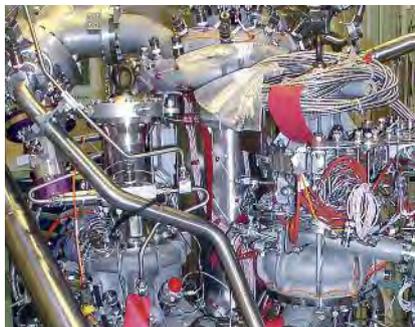
**Le skippeur militant**

A skipper with a cause



# SOMMAIRE

Contents  
N°62 - 07/2014



## 4 NEWS

- **Vinci, dernière étape avant qualification**
- Swot sur les rails
- L'ISO 16290.2013 vient de paraître

*Vinci - Last leg before qualification  
SWOT on track  
ISO 16290.2013 released*



## 18 POLITIQUE

- **Entretien avec François Brottes, commission des Affaires économiques**
- Pléiades, une nouvelle ère pour la diffusion des données

**POLITICS**  
*Interview with François Brottes, economic affairs committee  
Pleiades signals new era for data distribution*



## 48 SOCIÉTÉ

- **Le thon rouge, le pêcheur et la balise**
- **Concours : l'imagination au pouvoir**

**SOCIETY**  
*Bluefin tuna, fishermen and transmitters  
A competition to free up the imagination*



## 58 INTERNATIONAL

- **Copernicus, la Terre sous haute surveillance**
- **Chine, une coopération renforcée**

*Copernicus - Earth under close watch  
China - Closer cooperation*



## 65 CULTURE

- **L'originalité des rencontres d'Aubrac**
- **Nuit Blanche, commande artistique**

**ARTS & LIVING**  
*Aubrac - A festival like no other  
Art commissioned for Nuit Blanche festival*

## 32 DOSSIER

### L'HISTOIRE DU CARGO EUROPÉEN DE L'ESPACE

**SPECIAL REPORT**  
*The story of Europe's space cargo vehicle*



Supplément pédagogique  
**CNESmag Educ** n°23  
*Educational supplement*



CNESmag journal trimestriel de communication externe du Centre national d'études spatiales. 2 place Maurice-Quentin. 75039 Paris Cedex 01.

Adresse postale pour abonnement : 18 avenue Édouard-Belin. 31401 Toulouse Cedex 9. Tél. : + 33 (0) 5 61 28 33 90.

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

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

Abonnement/Subscriptions: [cnesmag@cnes.fr](mailto:cnesmag@cnes.fr)

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

Directrice éditoriale/Editorial director: Marie-Claude Salomé. Rédactrice en chef/Editor-in-chief: Brigitte Thomas.

Rubrique News: Liliane Feuillerac. Politique/Politics: Pierre Tréfouret, Dossier/Special Report, International/ World: Brigitte Thomas. Société/Society: Joëlle Brami.

Culture/Arts & Living: Marie-Claude Siron. Avec l'aide de/Contributors: Laurence Amen, Marie-Françoise Bahloul, Jean-Marc Bahu, Marine Bernat, Richard Bonneville, Pascale Bresson, Laurent Canourgues, Fabienne Casoli, Didier Chaput, Sylvain Charrier, Philippe Collot, Christine Correcher, Sophie Coutin-Faye, Guillaume Deblanchard, Chantal Delabarre, Emline Deseez, Romain Desplats, Danièle DeStaerke, Hubert Diez, Christophe Donny, Franck Durand-Carrier, Claire Dramas, Vincent Dubourg, Claire Edery-Guirado, Pascale Ferrage, Delphine Fontanaz, Joëlle Guinle, Patrice Henry, Nathalie Journo, Séverine Klein, Océane Laroche, Éric Lorigny, Stéphane Louvel, Henry Marquier, Jean-Michel Martinuzzi, Sandra Laly, Didier Lapierre, Denis Laurichesse, Philippe Layeb, Véronique Mariette, Nathalie Melcer, Elisabeth Mousnine-Pouchkine, Stanislas Noyer, Martine Pringaut, Amélie Proust, Laura Ribes Leal, Mathilde Savreux, Anne Serfass-Denis, Florence Serroussi, Anne Thieser, Claire Tinel, Bruno Vieille.

Traduction/English text: Boyd Vincent. Conseil iconographique/Artwork and picture consultant: Serge Delmas.

Photothèque/Photos: Marie-Claire Fontebasso.

Crédits photos/Photo credits: Voir page 71/See page 71. Pour tout renseignement, contacter la photothèque au Tél. : + 33 (0) 5 61 47 48 78. For more information, contact the photo library on +33 (0) 561 474 878.

Création/Réalisation maquette/Design and pre-press: TONGA/Véronique Nouailhetas. Impression/Printing: Ménard: ISSN 1283-9817.

Couverture/Cover: Cap de l'ATV Albert-Einstein vers la Station spatiale internationale. The ATV Albert Einstein heads for the ISS. © NASA

# BILLET D'HUMEUR

**Jean-Yves Le Gall,**  
président du CNES

CNES President



## Un été toulousain

**P**our la quatrième fois depuis 2008, le *Toulouse Space Show* a rassemblé, du 30 juin au 2 juillet, les principaux acteurs européens et mondiaux de l'espace.

Avec 12 000 emplois dans le spatial, la Région Midi-Pyrénées est synonyme d'excellence pour la conception et la réalisation des systèmes spatiaux et de leurs applications. Depuis 2008, chaque édition du *Toulouse Space Show* attire plus d'un millier de participants représentant plus de 50 nationalités, et, cette année, ce record a été largement battu, avec 1 500 participants, confirmant ainsi le rôle de la Région Midi-Pyrénées et de Toulouse comme capitale européenne de l'espace.

Toulouse sera d'ailleurs sous les feux de la rampe tout au long du second semestre de 2014.

Avec le programme européen Copernicus, pour lequel nous avons lancé le premier satellite le 3 avril et dont les données vont être traitées au cœur de l'écosystème toulousain afin de mieux protéger l'homme des menaces de l'environnement, en détectant les catastrophes naturelles ou industrielles, tandis que l'état des sols, des océans, de la végétation, la qualité de l'eau ou de l'air seront mesurés et étudiés pour notre bénéfice à tous.

Avec le lancement du cinquième et dernier exemplaire de l'ATV (*Automated Transfer Vehicle*) pour desservir la Station spatiale internationale, dont l'amarrage à la station sera contrôlé depuis le Centre spatial de Toulouse. La saga de ce programme, décidé par les ministres européens de l'Espace, à Toulouse, en 1995, aura tenu en haleine l'ensemble de la communauté spatiale internationale et ancré définitivement l'Europe comme un acteur incontournable de l'exploration spatiale.

Et avec Rosetta, dont l'arrivée aux abords de la comète Churyumov-Gerasimenko est prévue le 6 août et qui, en novembre, devrait déposer sur le noyau de la comète le petit robot Philae, avec des opérations là aussi pilotées depuis Toulouse. Cette mission a d'ailleurs été longuement commentée au cours du séminaire de prospective scientifique de La Rochelle, où le CNES a, comme tous les quatre ans, rassemblé la communauté scientifique pour préparer l'avenir, et les projets ne manquent pas !

Que ce soit pour l'observation de la Terre, pour le vol habité et l'exploration ou encore pour la science, l'été spatial s'annonce riche et diversifié. Une preuve de plus, s'il en était besoin, que l'espace est partout, et surtout à Toulouse !

### Viewpoint / Toulouse in the spotlight this summer

For the fourth time since 2008, the Toulouse Space Show, held this year from 30 June to 2 July, brought together the key players from across the European space industry and around the world.

With 12,000 jobs in the space sector, the Midi-Pyrénées region is synonymous with excellence in the design and delivery of space systems and their applications. Each edition of the Toulouse Space Show has attracted over 1,000 participants from more than 50 countries. And this year's event broke the record, with 1,500 participants, further confirming Toulouse and the Midi-Pyrénées region's place as Europe's space capital.

Toulouse will be in the spotlight again in the second half of 2014.

For Europe's Copernicus programme, which launched its first satellite on 3 April, the Toulouse space ecosystem will be processing critical data. This programme is designed to protect people from environmental threats by detecting natural and industrial disasters as well as measuring and studying soil status, vegetation and the oceans, water quality and air quality for the benefit of all.

Europe's fifth and final Automated Transfer Vehicle to supply the International Space Station will be launched this year, with docking operations controlled from the Toulouse Space Centre. Approved by European space ministers in Toulouse back in 1995, this amazing adventure has inspired the international space community and consolidated Europe's role as a leader in space exploration.

Another highlight is Rosetta, which will reach comet Churyumov-Gerasimenko on 6 August and will drop the Philae lander onto the comet core in November. Again, the operations will be coordinated from Toulouse. The Rosetta mission was a hot topic at the CNES Space Science Seminar in La Rochelle, where the scientific community meets every four years to look into the future of the space sector—and there was no lack of projects and proposals this time!

From Earth observation and human spaceflight to space exploration and scientific research, the space industry has a busy summer ahead of it everywhere, but especially in Toulouse!





Nouveauté 2014 ! Pour la quatrième édition de la transatlantique en solitaire qui relie le Sénégal à la Guyane, les rameurs vont se mesurer à armes égales : mêmes bateaux, même parcours. Les skippeurs guyanais s'y préparent lors de prologues, comme celui organisé en juin à Montsinnéry-Tonnégrande. Partenaire des débuts, le CNES renouvelle son soutien à cette course, qualifiée « d'Everest de la route Sud ». Top départ le 18 octobre de Dakar !

New for this year's Rames Guyane single-handed transatlantic race from Senegal to French Guiana, all entrants must compete on equal terms: single-design boats and same route. The French Guianese skippers train during 'prologues' like the Montsinnery-Tonnégrande prologue in June. CNES is again partnering the race, known as the 'Everest' of the southern route. The 2014 event gets underway on 18 October.

# RAMES GUYANE À VOS AVIRONS !

RAMES GUYANE TRANSATLANTIC RACE  
TO YOUR OARS!



# « D DAY »

## LA COUVERTURE SATELLITE

D-DAY SEEN BY SATELLITE

Sous un soleil radieux, les commémorations officielles du 70<sup>e</sup> anniversaire du débarquement en Normandie ont eu lieu le 6 juin en présence de 19 chefs d'État et de gouvernement. Ce devoir de mémoire a été couvert par les satellites Pléiades focalisés ici sur les installations de la plage de Ouistreham, la petite commune du Calvados en première ligne le jour J.

On a beautiful sunny day, the official tribute ceremonies to mark the 70<sup>th</sup> anniversary of the Normandy landings were attended on 6 June by 19 heads of state and government. The commemorations were also covered by the Pleiades satellites, here showing the open-air 'stadium' erected for the occasion on the beach of Ouistreham, the small town in the Calvados region in the thick of the action on D Day.



[www.cnes.fr/webmag](http://www.cnes.fr/webmag)



NOS RAYONS POUR UN SOLEIL

## LA PLATEFORME SANTÉ VALIDÉE

Ils étaient partis réaliser leur rêve, boucler le tour du monde à vélo. Après 34 763 km parcourus, dont 10 500 pédalés, Sylvie et Hubert Remaury sont de retour ! L'heure n'est pas au bilan exhaustif, mais, c'est sûr, il sera positif ! « *Nous avons trouvé partout un accueil chaleureux, vécu des rencontres d'une richesse rare* », dit Sylvie. Plus que le défi sportif, ce sont ces échanges humains au profit d'enfants handicapés qui les avaient poussés sur la route (cf. *CNESmag* n° 58, p. 8). Seuls dans l'effort, Sylvie et Hubert étaient suivis de près par le Medes, la clinique de l'espace. L'autre mission était d'évaluer un service de télésanté adossé à des applications satellitaires. Le Medes a développé un logiciel spécifique pour ce profil d'aventure. « *Nous n'avons pas eu de problème de santé, mais nous avons pu tester les protocoles prévus. Ce suivi était psychologiquement rassurant* », commente Sylvie. Côté Medes, on se réjouit aussi : « *Techniquement, la plateforme conçue a fonctionné sans aléa pendant un an. Les données ont été recueillies sans aucun problème en condition nomade, tout au long du parcours, quel que soit le contexte* », dit Yann Lapeyre, chef du projet.

PEDAL POWER RAISES MONEY

### Telehealth platform validated

They set out to realize a dream—circumnavigate the globe by bicycle. After 34,763 kilometres travelled, 10,500 by pedal power, Sylvie and Hubert Remaury are back home. Now is not the time for a full debrief, but it is sure to be positive! “*We found a warm welcome everywhere and met some amazing people,*” says Sylvie. Beyond the physical challenge, it is these human encounters—while also raising money for disabled children—that prompted the pair to take to the road (see *CNESmag* 58 p. 8). Sylvie and Hubert travelled alone, but were closely monitored by the MEDES space clinic in Toulouse. Part of their mission was to evaluate a satellite-based user telehealth service. MEDES developed a special software app for this type of trip. “*We didn't have any health issues, but we tested the protocols as planned,*” continues Sylvie. “*Psychologically, it was reassuring to know we were being monitored.*” The teams at MEDES were equally pleased: “*On the technical front, the platform worked flawlessly for the whole year,*” said Yann Lapeyre, who led the project. “*We picked up all the data at this end with no problems, wherever they were in the world and whatever the situation.*”

FRANCE-JAPON

## Une coopération sur les lanceurs futurs

Dans le cadre d'une coopération suivie, le CNES et la JAXA<sup>1</sup> regardent ensemble vers l'avenir des lanceurs. Des travaux communs sur le transport spatial ont été entrepris au sein de groupes de travail thématiques. L'objectif est d'approfondir des concepts technologiques et de perfectionner les outils de simulation pour améliorer la fiabilité et la performance des lanceurs futurs. Très concrètement, le 25 mars 2014, à Paris, les équipes du CNES recevaient celles de la JAXA. Elles se sont penchées sur les instabilités de combustion des moteurs cryogéniques. « *Le principe de cette coopération est de confronter nos approches respectives, d'échanger des résultats expérimentaux de recherche, afin de vérifier, voire d'améliorer, nos modèles par des comparaisons croisées sur des cas tests* », explique Sandrine Palerm, chef de projet R & T propulsion liquide au CNES. En mai, le sous-groupe Microgravité finalisait des échanges de données expérimentales et de simulations. Au total, quatre groupes vont poursuivre leurs échanges : Microgravité et Instabilités de combustion haute fréquence (2014), Acoustique et Dynamique du rotor (2015).

<sup>1</sup> Agence spatiale japonaise.

FRANCE-JAPAN

### Cooperation on future launchers

As part of their ongoing partnership, CNES and JAXA, the Japan Aerospace Exploration Agency, are working on various aspects of space transportation, with thematic groups set up to investigate technological concepts and further develop simulation tools to help improve the performance and reliability of future launchers. On 25 March, the CNES teams in Paris hosted a delegation of teams from JAXA to focus on combustion instabilities in cryogenic engines. “*The purpose of this collaboration is to compare and contrast our respective approaches and share the results of experimental research and specific test cases to verify and improve our models,*” explains Sandrine Palerm, R&T project leader, liquid propulsion, at CNES. In May, the microgravity sub-group completed an exchange of experimental and simulation data. In total, four groups are continuing to exchange data on microgravity and high-frequency combustion instabilities (2014) and acoustics and rotor dynamics (2015).

## GLOBETROTT'AIR

# Visite guidée entre sciences et nature

**D**u 12 au 14 mai 2014, le CNES a fêté le 10<sup>e</sup> anniversaire de Globe France dans l'air pur des Pyrénées. Mais, aux Angles, l'air était-il si pur que ça ? Plus de 200 élèves ont été invités à s'en assurer au cours de trois journées dédiées à la science. Au programme, se sont enchaînés animations scientifiques et relevés de terrain. Le premier jour, 100 élèves des écoles primaires locales ont participé à des conférences et aux ateliers Calisph'air<sup>1</sup>. Cent vingt collégiens et lycéens ont pris le relais pour une campagne de terrain. Répartis par groupes, ils ont effectué de nombreuses mesures. L'exercice consistait à établir les caractéristiques météorologiques du jour, à partir de l'observation des nuages ou de la mesure de l'épaisseur optique. Les photomètres Calitoo ont fonctionné à plein. L'autre défi était de déterminer la qualité des milieux étudiés : lichens, populations aquatiques, etc. Pris au jeu, les élèves ont produit d'excellentes présentations orales soumises à un jury d'experts. Rien d'étonnant : depuis dix ans, Globe France a sensibilisé et instruit des milliers d'élèves.

<sup>1</sup> Programme pédagogique d'étude de l'atmosphère, de la pollution et du climat.

### GLOBETROTT'AIR

### Science field trip

From 12 to 14 May, CNES celebrated the 10<sup>th</sup> anniversary of the GLOBE France education programme (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) in the pure air of the Pyrenees. But exactly how pure was the air at Les Angles? To find out, over 200 pupils were invited on a three-day trip, which included science activities and in-situ measurements. On the first day, 100 pupils from local primary schools attended Calisph'air<sup>1</sup> talks and workshops. At the same time, groups of middle- and high-school pupils embarked on a measurement campaign in the field. The exercise involved establishing the weather conditions of the day, based on observation of the clouds or optical cloud thickness, using Calitoo photometers. The other challenge was to determine the quality of the environments studied, such as lichens and aquatic ecosystems. The pupils really got into it, and the standard of presentations to the panel of experts was excellent. In its 10 years so far, Globe France has reached out to thousands of pupils, promoting learning.

<sup>1</sup> Schools project dedicated to studying the atmosphere, pollution and climate.



## HYDROLOGIE

# Swot sur les rails

**L**e 2 mai, à Washington, Jean-Yves Le Gall signait avec Charles Bolden, administrateur de la NASA, l'accord de coopération qui mettait « *Swot sur les rails* ». « *C'est une grande fierté pour le CNES, car ce programme est très ambitieux* », soulignait-il. Swot va délivrer des mesures spatiales à haute résolution sur les eaux marines ou douces. Une grande partie de la contribution française a été inscrite au Programme d'investissements d'avenir (PIA). Le CNES fournira le satellite, l'instrument Doris, l'altimètre Nadir et certains sous-systèmes de l'instrument américain à large-fauchée; il aura également la charge du centre de commande et de contrôle, du réseau des stations de réception et du centre de mission français. Du 6 au 8 mai, les équipes françaises étaient au JPL, en Californie, où la revue de définition de la mission marquait la fin de la phase A. Elles préparaient la réunion officielle de passage en phase B, à Washington, le 10 juin. Avec Swot, le CNES confirme son expertise mondiale dans le domaine de l'altimétrie. Il pérennise sa coopération avec la NASA, débutée dans ce secteur en 1992, avec Topex-Poséidon.

<sup>1</sup> Jet Propulsion Laboratory.



Mesures sur le terrain prises par les jeunes au col de la Llose (Pyrénées-Orientales). Youngsters take field readings at the Llose mountain pass in the Pyrenees.



### HYDROLOGY

### SWOT firmly on track

On 2 May in Washington D.C., CNES President Jean-Yves Le Gall and NASA Administrator Charles Bolden signed the Implementing Arrangement for the SWOT programme. Jean-Yves Le Gall stated: "CNES is proud to have put this ambitious programme firmly on track." SWOT will acquire highly precise data on surface water levels and ocean topography. Much of France's contribution is funded under the government's PIA future investment initiative. CNES will provide the satellite, the DORIS instrument, the NADIR altimeter and various subsystems for the U.S. wide-swath instrument. It will also be responsible for the satellite command and control centre, the network of data receiving stations and the French mission centre. From 6 to 8 May, the French teams were at the Jet Propulsion Laboratory (JPL) in California for the Mission Definition Review, marking the end of Phase A. They are now preparing for the next official meeting in Washington D.C. on 10 June, when the programme will enter Phase B. With SWOT, CNES is confirming its world-class expertise in the field of altimetry and is further consolidating its partnership with NASA in this sector, which began in 1992 with the launch of TOPEX/Poseidon.

**EXPOSE R2**

## DES MOLÉCULES EXPOSÉES AUX ULTRAVIOLETS

Le CNES soutient quatre expériences<sup>1</sup> d'astrochimie sélectionnées par l'Agence spatiale européenne de l'instrument Expose R2, destiné à évaluer l'effet de l'environnement spatial sur des objets biologiques (ou molécules) présentant un intérêt pour l'exobiologie et la planétologie. Ces expériences examinent l'action des ultraviolets du Soleil sur des molécules d'intérêt astrophysique et prébiotique. UVolution, Process et Amino ont déjà été réalisées. La dernière, PSS<sup>2</sup>, sera lancée le 24 juillet à bord d'un vaisseau Progress. Elle a été élaborée dans le cadre d'un étroit partenariat<sup>3</sup>. « *Outre l'analyse de la photolyse des molécules exposées, elle va étudier la résistance de différents modèles de biopuces aux contraintes spatiales, comme le rayonnement cosmique et les variations extrêmes de température* », précise Didier Chapat, du CNES. Intégrés dans l'instrument Expose R, les échantillons de PSS seront exposés pendant douze à dix-huit mois à l'extérieur de la Station spatiale internationale. Ils seront placés dans certaines cellules développées et perfectionnées par le CNES dans le cadre de sa R&T. Ce dernier assure également un support lors de l'intégration finale des échantillons dans les cellules, puis lors de l'intégration des cellules dans les supports d'Expose R. Les biopuces pourraient être utilisées au cours de missions planétaires pour aider à la recherche de biomolécules de vie extraterrestre, passée ou présente.

<sup>1</sup> UVolution, Process, Amino et PSS.

<sup>2</sup> Photochemistry on the Space Station.

<sup>3</sup> Ont collaboré au projet PSS: le CNES, le LISA, le CBM d'Orléans, l'observatoire de Bordeaux (LAB), l'université de Montpellier 2 (IBMM), une équipe de NASA AMES, une équipe de l'observatoire de Leiden et une équipe de l'observatoire de Catane.

## ÇA BUZZ SUR LE WEB DU CNES

Vivez, en direct, le lancement et l'amarrage du dernier cargo européen de l'ISS, cet été.

**GET THE BUZZ**

This summer, watch live as Europe's last ATV launches and docks with the ISS.

[www.cnes.fr/atv](http://www.cnes.fr/atv)

Également disponible sur notre application Mobiles.

Or watch via our mobile app

[www.cnes.fr/mobile](http://www.cnes.fr/mobile)



EXPOSE R2

### Exposing molecules to UV radiation

CNES is supporting four astrochemistry experiments<sup>1</sup> selected by the European Space Agency (ESA) for the EXPOSE R2 mission to assess the effects of the space environment on biological objects or molecules of particular interest to exobiology and/or planetology. The four experiments are investigating the action of UV radiation on molecules of interest to astrophysics and prebiotics. UVolution, Process and Amino have already been completed. PSS<sup>2</sup> will be launched on 24 July by a Progress spacecraft. The experiment has been developed under a close partnership.<sup>3</sup> "As well as analysing the photolysis of the exposed molecules, it will also study the resistance of various biochips to the rigours of space, including cosmic radiation and extreme temperature variations," says Didier Chapat of CNES. Loaded into the EXPOSE R instrument, attached to the outside of the International Space Station, the PSS samples will be exposed for 12 to 18 months. They will be placed in cells developed and perfected by CNES, which is also providing support for final integration of the samples in the cells, then for integration of the cells on the EXPOSE R platform. These biochips could be used on planetary missions to support the search for biomolecules and past or present extraterrestrial life.

<sup>1</sup> UVolution, Process, Amino and PSS - <sup>2</sup> Photochemistry on the Space Station

<sup>3</sup> PSS programme partners: CNES, LISA, CBM d'Orléans, Observatoire de Bordeaux (LAB), Université de Montpellier 2 (IBMM) and a team from NASA AMES, the Leiden observatory and the Catane observatory

### MOTEUR VINCI

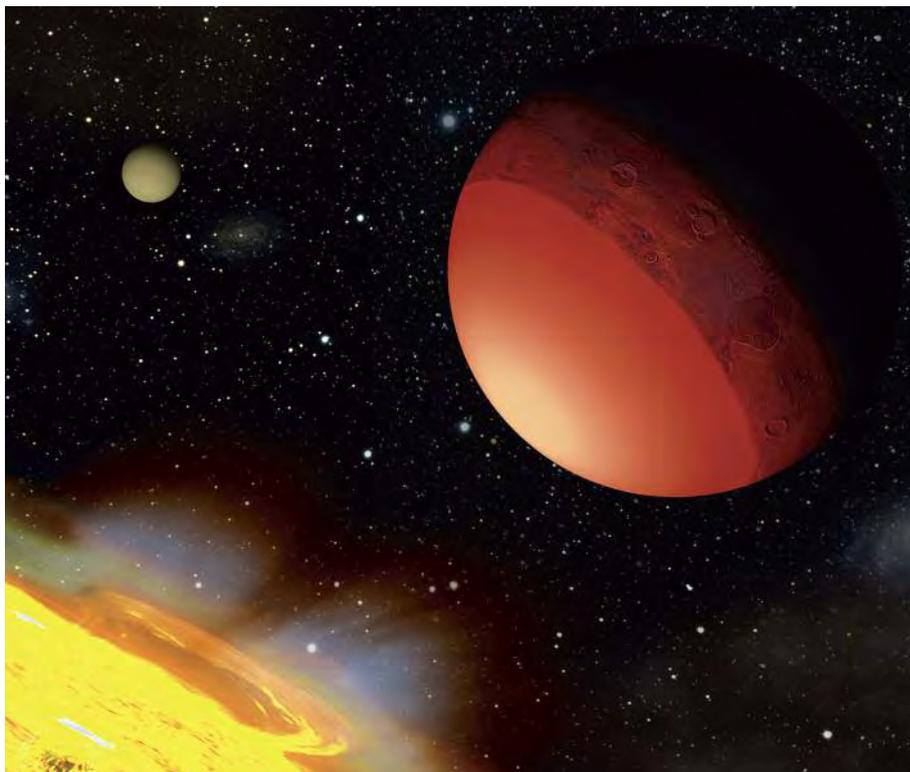
## Dernière étape avant qualification

Depuis 2005, les campagnes d'essais sont des phases cruciales pour le moteur Vinci. Celle en cours, la campagne M5, l'est d'autant plus qu'elle doit déboucher sur sa qualification. Débutée en septembre 2013, elle rentre, en effet, dans sa phase finale. Conçu pour voler sur le lanceur Ariane 5ME, le moteur Vinci sera aussi utilisé sur Ariane 6. Il équipera l'étage supérieur cryotechnique. De haute performance et rallumable en vol, il préfigure les moteurs des lanceurs européens du futur. Depuis l'origine, le concept a relevé tous les défis. Les moteurs testés sur banc l'ont été avec succès. De 2010 à 2012, les campagnes M3, M4, M4R ont assuré le passage jusqu'à la conception finale et démontré la maturité et la robustesse du système. Le moteur Vinci M5 intègre les dernières évolutions de conception, qui conduiront à figer la configuration finale de qualification et de vol. Lors des deux premiers trimestres 2013, il a subi une campagne d'essais dynamiques. Cette phase aura donné lieu à 16 essais à feu. Pendant ces tests, les limites du moteur ont été poussées à l'extrême. Les essais de rallumage (jusqu'à 4 rallumages) ont confirmé la fiabilité du système et sa conformité aux exigences du lanceur Ariane 5ME. De ces résultats dépendait l'entrée dans une nouvelle phase, celle, vitale, de la qualification. Les voyants sont au vert ! M6 et M7, puis Q1 et Q2, ont pris date pour des campagnes de qualification, qui débuteront en 2015 et devraient s'achever en 2017.

#### VINCI ENGINE

### Last leg before qualification

Since 2005, the Vinci engine has been undergoing a series of important tests. The M5 campaign, currently in progress, is particularly crucial, paving the way for qualification. It began in September 2013 and is now entering its final phase. Designed to fly on the Ariane 5 ME launcher, the Vinci engine will also be used on Ariane 6 to power the new cryogenic upper stage. Offering high levels of performance and an in-flight restart capability, it heralds a new generation of engines for the European launchers of the future. From the outset, the concept has met all the challenges and test firings have been successful. From 2010 to 2012, the M3, M4 and M4R campaigns brought the engine through to its final design, demonstrating the maturity and robustness of the system. The Vinci M5 engine incorporates the latest design changes, finalizing its qualification and flight configuration. In the first half of 2013, it underwent a dynamic test campaign, which included 16 hot-fire sequences. During these tests, the engine was pushed to the limits of its envelope. Reignition tests, with up to four restarts, confirmed the system's dependability and compliance with the requirements of the Ariane 5 ME. On the basis of these results, the engine will now enter the crucial qualification phase. The M6, M7, Q1 and Q2 qualification campaigns are scheduled to begin in 2015 and will be completed in 2017.



#### COROT

### FIN DE SERVICE POUR UN PIONNIER

**L**e 17 juin 2014, le télescope spatial Corot, dédié entre autres à la découverte de nouvelles exoplanètes, a tiré sa révérence. L'ultime télécommande a mis fin à plus de sept années d'activités en orbite. Il avait été réalisé sous maîtrise d'œuvre du CNES et sous responsabilité scientifique de l'Observatoire de Paris. En novembre 2012, une panne électronique de la charge utile a interrompu brutalement sa mission d'observation, après six ans, soit le double de la durée initialement prévue. Pendant plus de 2 000<sup>1</sup> jours en orbite, « *il a détecté et mesuré avec une précision cent fois meilleure qu'avant les variations de luminosité des centaines de milliers d'étoiles, en continu et pendant de très longues périodes*<sup>2</sup> », précise Christophe Donny, du CNES. En observant les vibrations des étoiles, Corot a réalisé pour la première fois des « échographies » de certaines d'entre elles. Il a aidé à comprendre leur structure interne, à les caractériser, à estimer leur âge et leur distance. Il a également détecté et mesuré les transits de planètes extrasolaires, dévoilant une diversité d'objets impressionnante. Dans tous ces domaines de l'astrophysique, Corot est une mission pionnière. Des projets tel Plato<sup>3</sup> vont poursuivre et développer ces champs d'activité.

<sup>1</sup> Corot a été lancé le 27 décembre 2006.

<sup>2</sup> Jusqu'à six mois.

<sup>3</sup> Planetary Transits and Oscillations of Stars, télescope spatial de l'ESA.

#### CoRoT

### Curtain call for a pioneer

On 17 June, the CoRoT space telescope, designed to seek out extrasolar planets, was retired from service as the last command sent to the satellite effectively put an end to seven years of operations. CoRoT was developed with CNES as prime contractor and under the scientific responsibility of the Paris Observatory. In November 2012, the payload suffered an electronic failure, abruptly terminating its observation mission after six years—already double its original three-year design life. After more than 2,000 days<sup>1</sup> in orbit, it has “*detected and measured tiny variations in the brightness of hundreds of thousands of stars, continuously, for up to six months at a time and with unprecedented precision—100 times better than before,*” says Christophe Donny of CNES. By observing stellar vibrations, CoRoT has performed the first ‘ultrasound scans’ of certain stars, helping researchers to understand their internal structure, characterize them and estimate their age and distance. It has also detected and measured extrasolar planetary transits, revealing an array of remarkable objects. In all these areas of astrophysics, CoRoT is indeed a pioneering mission. PLATO<sup>2</sup> and other projects will pick up and pursue these themes.

<sup>1</sup> CoRoT was launched on 27 December 2006

<sup>2</sup> PLAnetary Transits and Oscillations of stars, ESA's planned space telescope


**C'SPACE 2014**

### Innovation on the programme

As in previous years, CNES will be at the French defence ministry's missile test range in Biscarrosse, near Bordeaux, for the 51<sup>st</sup> C'Space event, 23 to 30 August. Some 400 young people are expected to attend, including 200 students. From experimental rockets to CanSats (mini-satellites no larger than a Coke can), the projects submitted show a high level of innovation and maturity. Youngsters will have a unique opportunity to launch their experimental rockets and mini-rockets, developed during the school year, in the safest possible conditions. Some 60 rocket launches are planned, including three demonstrators for the Perseus<sup>1</sup> project: HYDRA marks a break with previous models in the series, with the addition of a first-stage engine; Eve5 Reloaded will test a new CanSat ejector; and Princess Leia will support the development of a roll-control system. In the last five years, CanSats have also proved popular, with seven teams competing this year, including a team from Japan. The official visit day on Thursday 28 August is a chance for students to meet space sector professionals and talk to them about career opportunities.

<sup>1</sup> *Projet Etudiant de Recherche Spatiale Européen Universitaire et Scientifique* (European university/science student space research project)

<sup>1</sup> Nouveau système de contrôle d'aérostats.

<sup>2</sup> *Polarized Instrument for Long-Wavelength Observations of the Tenuous Interstellar Matter.*

<sup>3</sup> *Japanese Experiment Module.*

<sup>1</sup> New Operational System for the Control of Aerostats

<sup>2</sup> *Polarized Instrument for Long-wavelength Observations of the Tenuous interstellar matter*

<sup>3</sup> *Japanese Experiment Module*

## RENCONTRES

### L'INNOVATION S'INVITE AU C'SPACE 2014

Cette année encore, le CNES sera présent à Biscarrosse, du 23 au 30 août. Sur le site de DGA-Essais de missiles, il accueillera 400 jeunes, dont 200 étudiants, pour la 51<sup>e</sup> édition du C'Space. Des fusées expérimentales aux Cansats (petits satellites au format d'une cannette), les projets présentés ont gagné en innovation et en maturité. Les jeunes auront l'occasion unique de lancer leurs fusées expérimentales et minifusées, développées tout au long de l'année scolaire, dans des conditions de sécurité optimale. Parmi la soixantaine de fusées prévues, citons les trois démonstrateurs du projet Perseus<sup>1</sup>: Hydra se démarquera des précédentes fusées de la série par l'intégration d'un premier étage de propulsion; Eve5 Reloaded testera un nouvel éjecteur Cansat; Princess Leia affina le développement du système de contrôle du roulis actif. En cinq ans, les Cansats ont aussi fait leur place avec, cette année, 7 équipes en compétition et une équipe japonaise. La journée officielle du jeudi 28 août permettra aux étudiants de rencontrer les professionnels du spatial et de profiter de l'expérience de leurs aînés pour découvrir les possibilités de carrière offertes dans ce secteur.

<sup>1</sup> *Projet étudiant de recherche spatiale européen, universitaire et scientifique.*  
 [www.cnes-jeunes.fr](http://www.cnes-jeunes.fr)

## BALLONS

### Nosyca au cœur de la campagne

La base de Timmins (Canada) accueillera, en août et septembre 2014, sa première campagne de ballons stratosphériques ouverts (BSO). Les vols utiliseront Nosyca<sup>1</sup>, le nouveau système de servitudes. « *Qualifié en septembre 2013, il répond aux exigences actuelles de sauvegarde durant toutes les phases: lâcher de ballon, suivi et pilotage* », remarque Vincent Dubourg, au CNES. Nosyca orchestrera toutes les opérations de cette campagne de gros ballons. La sous-direction Ballons du CNES sera aux commandes de 8 vols, dont 7 vols scientifiques, pour le compte de laboratoires français, allemands et canadiens. Un vol technologique doit qualifier un parachute « lourdes charges ». Ce dispositif servira lors du premier vol de Pilot<sup>2</sup>, dont la nacelle pèse 1,1 tonne ! Dédié à l'étude des interactions entre champ magnétique de la galaxie et poussière interstellaire, Pilot volera en 2015. Cette campagne testera ses modules de servitude de pointage. Des instruments canadiens seront de la partie. Ils seront embarqués sur la nacelle pointée Carmen 2, dernière-née des nacelles génériques du CNES. Développée suivant les exigences d'interfaces de Nosyca, elle allie modularité et capacités d'aménagement optimisées, pour emporter un maximum d'instruments scientifiques. EUSO Balloon sera aussi du voyage. Cette expérience est une maquette de JEM EUSO<sup>3</sup>, qui, installé sur l'ISS, traquera les sources de rayons cosmiques ultra-énergétiques. À Timmins, EUSO Balloon fera principalement des mesures de bruit de fond.

#### BALLOONS

### NOSYCA plays key role in campaign

In August and September, the Timmins launch base in Ontario, Canada, will host its first zero-pressure stratospheric balloon campaign. Flights will use the new NOSYCA<sup>1</sup> aerostat control system. "Qualified in September 2013, it meets current safety requirements throughout all phases, including balloon release, monitoring and control," says Vincent Dubourg of CNES. NOSYCA will coordinate all operations with these huge balloons. CNES's Balloons sub-directorate will be at the controls of eight flights. Seven of these will be scientific flights for laboratories in France, Germany and Canada. The other is a technology flight to qualify a heavy-payload parachute, which will be used for the first flight of the PILOT<sup>2</sup> instrument. PILOT will study interactions between the galactic magnetic field and interstellar dust and will fly in 2015. Its gondola weighs 1.1 tonnes. This campaign will test its onboard support and pointing modules. Canadian instruments will also be along for the ride on this campaign on the CARMEN 2 pointed gondola, CNES's latest generic gondola. Developed to meet NOSYCA's interfacing requirements, CARMEN 2 combines a modular design with layout flexibility to accommodate as many science instruments as possible. EUSO Balloon will also be taking to the skies. This experiment will use a model of the JEM EUSO<sup>3</sup> module, which will be installed on the ISS to track ultra-high-energy cosmic radiation sources. At Timmins, EUSO Balloon will measure background noise.



◀◀ **Nacelle EUSO Balloon.**  
 EUSO Balloon gondola.

# PATRICK DEIXONNE

## Cri d'alarme contre l'océan poubelle

Raising the alarm on ocean debris

Loin d'être un ayatollah écologiste en croisade contre le plastique, le skippeur Patrick Deixonne n'a au départ rien contre. Mais, entre un cœur en plastique qui redonne la vie et des milliards de particules diluées dans les mers qui empoisonnent faune et fonds marins, il y a plus qu'un cap... il y a tout un continent ! Sorte de soupe plastique, cette pollution s'étend sur 6 millions de km<sup>2</sup>, soit une surface équivalente à 8 fois la France. Deuxième volet de son expédition « 7<sup>e</sup> continent », le navigateur s'est attaqué du 5 au 25 mai à un second gyre<sup>1</sup>, celui de l'Atlantique Nord, pour continuer à dénoncer la transformation de l'océan en gigantesque poubelle ! Le CNES est à ses côtés.

GUEST COLUMN



L'INVITÉ



### Comment de pompier devient-on explorateur ?

Quand j'étais pompier à Paris, j'ai été muté pour quatre ans au Centre spatial guyanais. Je suis littéralement tombé amoureux de ce département. À l'issue de ma mission, j'ai choisi de changer de métier pour rester en Guyane. Je suis devenu guide forestier. Au regard de ma connaissance de la forêt équatoriale, j'ai été sollicité par les scientifiques pour des missions spécifiques. Face à la demande, j'ai été amené à monter de véritables expéditions tant sur terre que sur mer. J'ai alors intégré la Société des explorateurs français, où j'ai pu conjuguer mes deux passions : l'exploration et la navigation.



*Patrick Deixonne is no eco-warrior crusading against plastic and had nothing against it at the start. But between life-giving devices like an artificial heart and the billions of plastic particles contaminating the ocean and choking marine life, there's no longer a gulf—there's a problem the size of an entire continent. The Great Pacific Garbage Patch, a sort of plastic soup, covers approximately six million square kilometres, an area eight times the size of France. On his second 7<sup>th</sup> Continent expedition, 5 to 25 May, the skipper turned his attention to the North Atlantic Garbage Patch, as he continues to denounce the growing accumulation of debris turning our oceans into a giant rubbish tip. And CNES is with him!*



## Est-ce votre participation à la course transatlantique Rames Guyane<sup>1</sup> qui vous a fait prendre conscience de cette pollution ?

Oui, c'est quelque part le point de départ. Un jour, j'ai percuté un pare-chocs de voiture en plein océan Atlantique. Là, j'ai eu vraiment le déclic ! Par ailleurs j'étais impliqué dans le projet pédagogique Argonautica pour sensibiliser les jeunes Guyanais au milieu marin via l'espace. Nous avons donc décidé avec Daniele de Staerke, responsable du projet au CNES, d'y inclure cette problématique. De là l'idée a germé de retourner sur place. Ainsi est née l'expédition « 7<sup>e</sup> continent », dont le nom traduit l'ampleur du problème.



## Comment le projet a-t-il pris de l'ampleur ?

Au fur et à mesure des rencontres et des discussions, des laboratoires scientifiques ont été intéressés par des retours d'échantillons. La première mission a été organisée en mai-juin 2013 avec l'aide du CNES. Face au constat édifiant, nous avons médiatisé l'opération pour sensibiliser l'opinion. La presse a bien relayé l'info : nous avons fait tous les « 20 heures », toutes les radios. Le sujet a été repris dans 18 pays. Aujourd'hui, 8 personnes sur 10 connaissent le phénomène. Cette prise de conscience générale nous porte à poursuivre notre investigation. L'expédition 2014 est plus étoffée en moyens et en équipes avec des objectifs scientifiques clairement définis. Néanmoins, cette approche ne nous empêche pas de poursuivre notre sensibilisation auprès des jeunes afin d'influencer leur comportement futur. Ils doivent réaliser qu'en jetant un gobelet à la source d'un fleuve il se retrouve en mer : 80 % des déchets plastiques maritimes viennent du milieu terrestre !

## Comment l'espace a-t-il été associé à l'aventure ?

En 2013, l'expédition « 7<sup>e</sup> continent » se situait dans un gyre localisé par Mercator océan (bulletin des mers) entre la Californie et Hawaï. Nous avons élaboré la suite du programme à raison d'une expédition par gyre (cinq sont localisés) et par an. Cette année, nous nous sommes attaqués au gyre de l'Atlantique Nord, situé au nord de la mer des Sargasses. Nous avons utilisé les satellites Pléiades et des satellites radar pour établir une cartographie précise. Mercator océan a réalisé le modèle de dérive des objets. Nous nous sommes rendus directement au point critique, là où il y avait le plus de concentration de plastique. Grâce aux balises Argos, les jeunes d'Argonautica ont pu nous suivre au jour le jour. L'Agence de l'eau Seine-Normandie, qui a rejoint ce programme éducatif, a été l'un des partenaires moteurs de l'expédition. ■

<sup>1</sup> Rames Guyane est une course transatlantique à la rame qualifiée d'« Everest de la route Sud » tant son parcours est sélectif, rude et d'une grande exigence physique et morale. Ex-Bouvet Guyane, elle est organisée chaque année entre le Sénégal et la Guyane et disputée par une trentaine de navigateurs solitaires à bord de canots monotypes de 8 mètres de longueur.

### Lexique

### Glossary

**Gyre :** Un gyre océanique est un gigantesque tourbillon d'eau océanique formé d'un ensemble de courants marins. Au nombre de cinq, les gyres sont provoqués par la force de Coriolis.

**Ocean gyre:** An ocean gyre is a large system of rotating ocean currents caused by the Coriolis effect. There are five main gyres around the world.

## How did you go from firefighter to explorer?

When I was a firefighter in Paris, I was posted to the Guiana Space Centre for four years. I literally fell in love with French Guiana. At the end of my posting, I decided to stay there. So I changed careers and became a forest guide. With my knowledge of the equatorial rainforest, I was called on by scientists to support specific missions. As demand grew, I was asked to organize full-scale expeditions. This led to me joining the Société des Explorateurs Français, which enabled me to combine my two passions in life—exploring and sailing.

## When did you first become aware of marine pollution? Was it during the Rames Guyane<sup>1</sup> transatlantic race?

That's basically where it began—I actually collided with a car bumper, among other things, in the middle of the Atlantic! I was involved in CNES's Argonautica project to introduce Guianese pupils to the marine environment and how satellite data are used to study it, so we decided with Danielle de Staerke, who was overseeing the project, to include the topic of marine debris. That's how the idea came about to go back and take a closer look. Hence the 7<sup>th</sup> Continent expedition, a name chosen to highlight the scale of the problem.

## How did the project become so important?

Over the course of meetings and talks, science laboratories said they wanted us to bring back samples. The first mission was planned for May and June 2013, with support from CNES. Seeing the potential interest, we promoted the operation in the media to raise awareness. The press gave us wide coverage and we made all the TV evening news programmes and radio channels. The story was picked up in 18 countries. Today, eight out of ten people know about the problem. This growing recognition prompted us to pursue our investigation. For the 2014 expedition, we've got a larger crew, more equipment and clear scientific aims. At the same time, we'll still be working with young people to raise awareness and influence their behaviour in the future. They need to understand that if you throw a plastic cup in a river, it'll end up in the sea. 80% of the plastic waste in the sea comes from land-based sources!

## How is space contributing to this endeavour?

The 7<sup>th</sup> Continent expedition in 2013 focused on a gyre located by Mercator Ocean (via its ocean bulletin service) between California and Hawaii. We're continuing the programme on the basis of one expedition to one new gyre each year (five have been located). This year, we attacked the North Atlantic Gyre, situated to the north of the Sargasso Sea. We used the Pleiades satellites and radar satellites to compile a precise map. Mercator Ocean produced a model for predicting how objects drift at sea. We went straight to the critical point, where the concentration of plastic debris is highest. We were carrying Argos transmitters, so Argonautica classes could track our position each day. The Seine-Normandie water agency was already partnering the schools programme and really got behind the expedition. ■

<sup>1</sup> Rames Guyane is an extremely tough transatlantic rowing race, described as the 'Everest' of the southern route because it is so physically and mentally demanding. Previously known as the Bouvet Guyane, it is contested each year by 30 single-handed rowers in eight-metre-long one-design boats.



## RÉFÉRENTIEL

# L'ISO 16290.2013 vient de paraître

La définition ISO 16290.2013 est disponible, à la grande satisfaction du CNES! Depuis 2005, à son initiative, un travail méthodique d'harmonisation était en cours. « *S'agissant de technologies embarquées, il fallait créer une échelle des niveaux de maturité que l'ensemble des utilisateurs puisse interpréter de la même manière* », explique Franck Durand-Carrier, expert senior au CNES. Issus des méthodes de la NASA dans les années 1960, ces TRL<sup>1</sup> étaient jusqu'alors évalués sur une échelle, la Mankins 95, qui faisait référence, mais dont l'interprétation pouvait différer. En accord avec les agences spatiales, le CNES avait proposé d'harmoniser un référentiel plus précis. En 2009, une première coordination européenne avait été faite dans le cadre de l'ECSS<sup>2</sup>. Puis, confiée à l'ISO<sup>3</sup>, cette nouvelle nomenclature est devenue, en octobre 2013, un standard international. Elle s'applique désormais aux matériels relatifs aux systèmes spatiaux, mais, dans de nombreux cas, les définitions peuvent aussi être utilisées dans un domaine plus large.

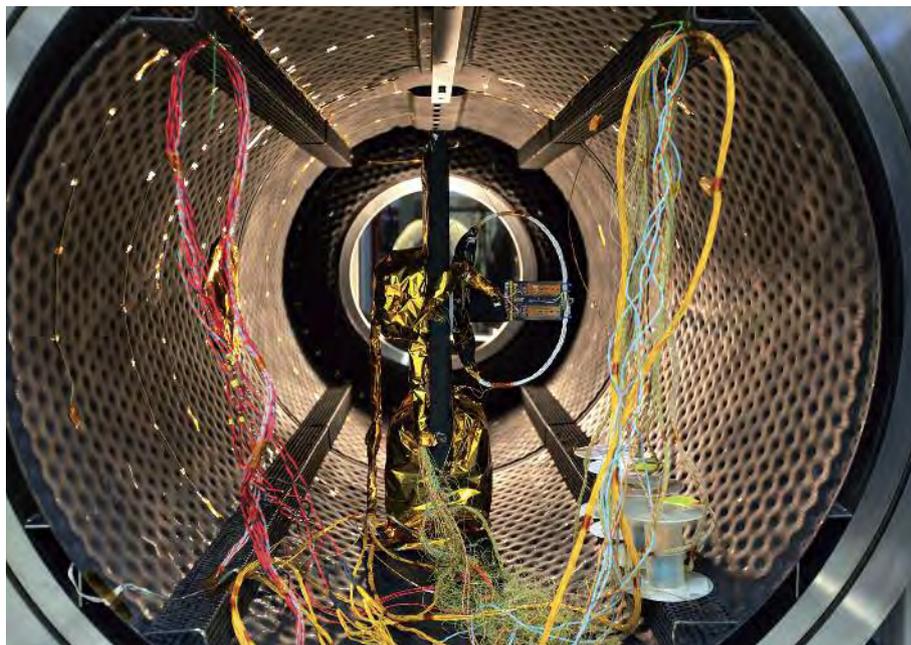
<sup>1</sup> Technology Readiness Levels.  
<sup>2</sup> European Cooperation for Space Standardization.  
<sup>3</sup> International Organization for Standardization.

TRLs

## ISO 16290:2013 released

CNES is delighted to note the publication of the ISO 16290:2013 definition of Technology Readiness Levels (TRLs) for space system hardware. At CNES's initiative, a methodical harmonization programme has been in progress since 2005. "Because these are embedded technologies, we needed to create a scale of maturity levels that all users can interpret in the same way," explains Franck Durand-Carrier, senior expert at CNES. Based on methods first developed by NASA in the 1960s, the maturity of evolving technologies has until now been assessed on a discrete scale defined by John C. Mankins in 1995. This scale served as a reference, but was open to differing interpretations. In agreement with the various space agencies, CNES suggested the need for harmonization and a more precise system. In 2009, the ECSS<sup>1</sup> issued a first set of coordinated standards for European space activities. This new system was later submitted to the International Organization for Standardization and in October 2013 became an international standard. It is applicable primarily to space system hardware, but the definitions could be used more widely in many cases.

<sup>1</sup> European Cooperation for Space Standardization



## TARANIS

# IMPRESSION 3D DE MAQUETTES

Mission scientifique dédiée à la compréhension de la face cachée des orages, Taranis<sup>1</sup> va étudier le couplage magnétosphère-ionosphère-atmosphère à travers des phénomènes transitoires. La charge utile est composée de 7 instruments scientifiques, distincts mais très liés. Certains sont constitués de plusieurs senseurs. Une expérience technologique de nano-caméras est également embarquée. Son environnement très contraint, à la limite de la faisabilité, a poussé les architectes du CNES et leurs partenaires à s'appuyer sur les outils de conception numérique. Ces moyens CAO<sup>2</sup> sont utilisés pour définir l'aménagement de l'ensemble et prévoir les développements des différents éléments. « *Jusqu'à-là, c'est assez classique. Grâce aux moyens d'impression 3D, le pas à franchir entre CAO et fabrication de maquettes n'est plus très grand. Taranis a sauté ce pas. Il a réalisé des maquettes très représentatives de l'ensemble des instruments et équipements de la charge utile qui valideront les couches MLI (isolation thermique multilouches)* », commente Florent Canourgues, du CNES.

<sup>1</sup> Microsatellite issu de la famille Myriade du CNES. <sup>2</sup> Conception assistée par ordinateur.  
Plus d'informations • <http://smc.cnes.fr/TARANIS/Fr>

TARANIS

## 3D printing of scale models

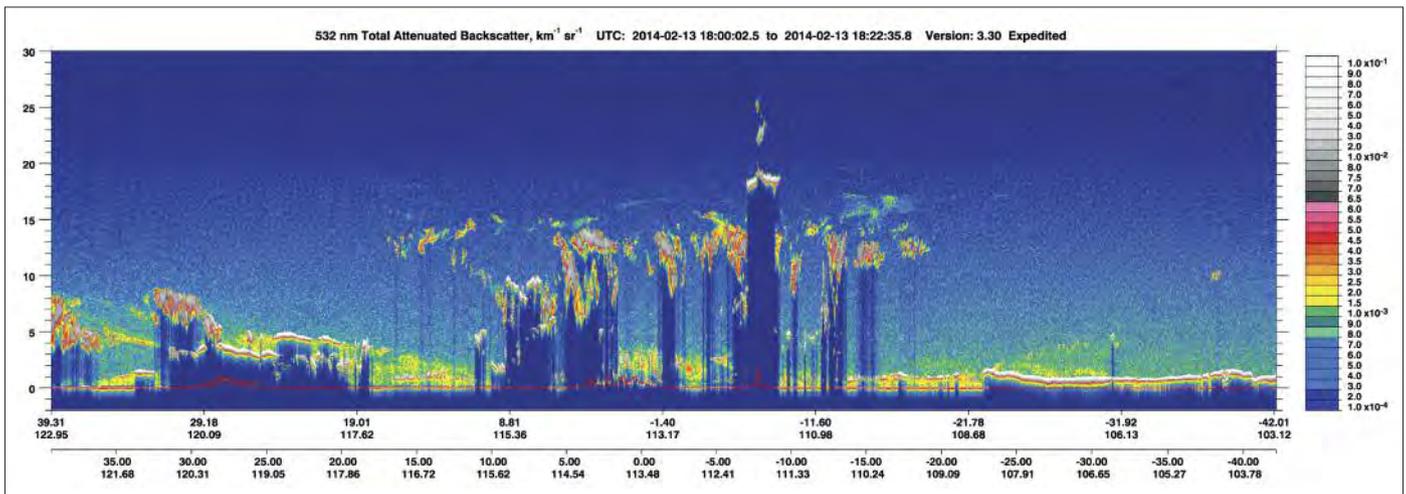
The Taranis science mission will observe the 'hidden side' of thunderstorms. Specifically, it will study transient luminous events and other phenomena in the upper atmosphere to provide new insights into the linkages between the magnetosphere, ionosphere and atmosphere. Its payload comprises seven separate but closely connected instruments, some with multiple sensors. Taranis will also fly a nanocamera technology experiment. Its highly constrained environment, stretching the limits of feasibility, prompted CNES and its programme partners to turn to CAD<sup>2</sup> tools to specify the layout of the various elements and help plan the associated developments. "Up to that point, our approach was still fairly conventional," says Florent Canourgues of CNES. "We then used 3D printing to bridge the gap between CAD designs and physical scale models. We've produced highly representative mockups of all payload instruments and subsystems, which will now be used to validate the multi-layer insulation."

<sup>1</sup> Microsatellite built on CNES's Myriade bus <sup>2</sup> Computer-aided design  
More information at <http://smc.cnes.fr/TARANIS/index.htm>



**Terminologie spatiale /** La Délégation générale à la langue française et aux langues de France (DGLFLF) publie, en association avec le CNES, un glossaire du vocabulaire des sciences et techniques spatiales, pour permettre aux acteurs de l'excellence technologique française de s'exprimer directement dans notre langue. Retrouvez l'ensemble des termes officiellement recommandés sur le site : • [www.franceterme.culture.fr](http://www.franceterme.culture.fr)

**Space terminology /** The DGLFLF (General Delegation for the French Language and the Languages of France, to give its English title), in association with CNES, has published a glossary of space science and technology vocabulary to help French-speakers working in these fields to express themselves correctly. Search the glossary on the website: [www.franceterme.culture.fr](http://www.franceterme.culture.fr)



▲ 13 février : observations en fin de journée de la structure nuageuse par l'instrument Calipso durant une vingtaine de minutes.  
13 February: cloud structure observed for 20 minutes by the Calipso instrument at dusk.

## CALIPSO SERVICE PROLONGÉ

Après huit ans en activité, le satellite Calipso<sup>1</sup>, dédié à l'observation des nuages, des aérosols et du cycle de l'eau, constitue toujours une source précieuse pour la communauté scientifique. Pour preuve, la mission franco-américaine partie en 2005 pour trois ans se poursuivra au-delà de 2015. Grâce à son lidar embarqué, Calipso comble un vide en fournissant des informations inégalées sur les profils verticaux des aérosols et des nuages. La sensibilité élevée de l'instrument permet la détection des nuages d'eau, mais aussi des nuages de glace. Sa complémentarité avec les autres missions de l'A-Train, premier observatoire spatial en orbite autour de la Terre, est un atout. « La combinaison des observations recueillies par l'ensemble des instruments de cette constellation fournit des paramètres clés sur le comportement de l'atmosphère », note Pascale Ferrage, du CNES. La poursuite de la mission est aussi vitale pour cette compréhension. Pour analyser les processus climatiques, il est nécessaire de disposer de longues séries temporelles d'observations. Calipso y contribue pleinement.

<sup>1</sup> Cloud Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations.

### CALIPSO Mission extended

After eight years in operation, the Calipso<sup>1</sup> satellite, dedicated to observing clouds, aerosols and the water cycle, continues to provide valuable data for the science community. For this reason, the French-U.S. mission, launched in 2005 for a planned three years, has been extended beyond 2015. Calipso uses a lidar to collect unprecedented information on vertical profiles of aerosols and clouds. This highly sensitive instrument is able to discriminate between the water vapour and ice content of clouds. Calipso is designed to complement the other missions in the A-Train, the first space observatory in orbit around our planet. "The combined observations of all instruments in this constellation are providing key insights into our atmosphere and how it behaves," says Pascale Ferrage of CNES. Continuing the Calipso mission is therefore vital to this ongoing endeavour. To analyse climate processes, we need long time-series of data, and Calipso is making a key contribution.

<sup>1</sup> Cloud Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations

## UNIVERSPACE Séjour d'été spatial pour les étudiants

Du 7 au 18 juillet, la première édition d'Universpace n'a pas été conçue comme un séjour de vacances. En revanche, elle pourrait avoir été le facteur déclenchant de vocations. En tout cas c'est le souhait de l'université Toulouse III, de la Région Midi-Pyrénées et du CNES, coorganisateurs de cette université d'été sur les systèmes orbitaux. « Ce programme est destiné aux étudiants bac + 1 à bac + n, déjà passionnés ou indécis dans leur orientation, mais qui envisagent d'intégrer des formations intéressantes le secteur spatial », précise Hubert Diez, chef de projet au CNES. Le domaine spatial est plus que jamais un secteur répondant à des enjeux stratégiques, économiques, scientifiques, techniques ou encore éthiques. C'est pourquoi Universpace vise à apporter un éclairage sur tous ces aspects et à donner une vision plus explicite du spatial à l'échelle mondiale. Le programme a concilié harmonieusement cours, travaux dirigés, visites et échanges avec des professionnels : astronautes, enseignants ingénieurs, industriels, opérateurs... Les présentations ont été faites en français.



### UNIVERSPACE

## Space summer school for students

The first Universpace summer school, focusing on orbital systems, took place from 7 to 18 July. But it was no holiday. The organizers—the University of Toulouse 3, Midi-Pyrenees regional council and CNES—envisioned it as a place where career aspirations might be launched. "The programme is aimed at students in higher education, whether they are passionate about space or undecided about their futures but considering space-related courses," says Hubert Diez, project leader at CNES. More than ever, the space sector is responding to the strategic, economic, scientific, technical and ethical challenges of our time. Universpace offers insights into all these aspects and a clearer vision of the global space industry. The course combined lectures, tutorials, field trips and discussions with astronauts, engineers, operators, industrial partners and other professionals. Talks were in French.

# AU CŒUR DE L'INNOVATION

INSIDE INNOVATION

METAMATERIALS

## Helping improve precise positioning

*In most people's minds, space is about satellites. But to receive a signal from a positioning satellite, you need an antenna. And the quality of the mission or service depends also on the quality of reception. To this end, Telecom ParisTech and CNES antenna engineer Dr. Nicolas Capet have been working on a metamaterial concept.*

Formation flying and rendezvous techniques are set to be used on future deep-space exploration missions. Formation flying allows us to distribute different elements of an instrument between several satellites, for example. This in turn allows us to develop larger instruments offering high levels of performance. CNES first began looking at this question while working on the PRISMA formation-flying demonstrator mission. "For it to work, we needed to achieve a perfectly stable satellite formation in orbit, calling for high-precision control and navigation technologies," says Nicolas Capet. However, the PRISMA measurement campaign revealed certain errors, attributed to multiple signal paths between the positioning system antennas. Closer analysis showed that these errors were due to signals bouncing off the outside surfaces of the satellites. The root cause was the materials used to make the panels, which are conducive to this type of parasitic reflection. With the support of Telecom ParisTech, Nicolas Capet started looking for a solution to reduce or eliminate the problem. The answer came in the form of metamaterials.

### A tailored solution

Unlike natural materials, metamaterials are artificially manufactured and their properties can therefore be tailored to their intended use. "In a positioning system, we control the antennas, their locations and their environment," adds Nicolas Capet. "We simply need to develop metamaterials that are absorbent enough to suppress these disruptive signal-reflection effects. Using this technology, we're able to create an ultralight and highly absorbent material, suitable for the space environment." Rather than a fixed configuration, Nicolas Capet and Telecom ParisTech have gone one better by creating an infinitely adjustable class of metamaterials. In practice, the material's design can be tailored to the requirements of each programme, without modifying the manufacturing process. As a result, it can easily be supplied on demand. Originally designed for space, the now-patented solution has potential applications in all areas where parasitic reflection or absorption effects are a problem, such as telephony, civil aviation and shipping. It is also generating interest for the protection of people and buildings located near transmitters. ■

## MÉTAMATÉRIAUX

# Des alliés pour la précision du positionnement

Dans l'imaginaire collectif, le spatial, c'est un satellite. Or pour recevoir le signal de positionnement du satellite, il faut des antennes ! De la qualité de cette réception dépend au final la qualité de la mission ou du service. Telecom ParisTech et Nicolas Capet, ingénieur en antennes au CNES, ont planché sur la question. Leur réponse se trouve dans les métamatériaux.

Le vol en formation et le rendez-vous font déjà partie des futures missions d'exploration de l'Univers. Le vol en formation permet, par exemple, de répartir un instrument sur plusieurs satellites. Ils volent de concert pour obtenir un instrument de plus grandes dimensions, donc plus performant. Nicolas Capet s'est intéressé à cette question à partir de Prisma, démonstrateur pour les technologies du vol en formation. « Pour assurer la mission, la stabilité de la formation des satellites en vol doit être parfaitement maîtrisée. Cela nécessite l'utilisation de technologies de contrôle et de navigation de haute précision », commente-t-il. Or, la campagne de mesures Prisma a mis en évidence certaines erreurs attribuées aux multi-trajets entre les antennes du système de positionnement. À l'analyse, ces erreurs étaient imputables aux rebonds multiples du signal sur la surface du satellite. En cause, les matériaux présents sur les parties externes du satellite qui favorisaient ces rebonds pénalisants. Avec le soutien de Telecom ParisTech, Nicolas Capet a donc cherché une réponse pertinente pour réduire, voire supprimer, ces effets indésirables. Elle est venue des métamatériaux.

### Les métamatériaux, une réponse individualisée

Au contraire des matériaux naturels, les métamatériaux sont des composites fabriqués artificiellement. Leurs caractéristiques peuvent donc être ajustées en fonction de leur utilisation. « Dans un système de positionnement, on connaît les antennes, leurs emplacements sur le satellite et leur environnement. Il suffit de concevoir le métamatériau absorbant adéquat pour supprimer les rebonds indésirables du signal. À partir de cette technologie, on peut créer un matériau ultraléger, fortement absorbant et spatialisable », note l'ingénieur.

Nicolas Capet et Telecom ParisTech n'ont pas figé une configuration précise. Leur stratégie est encore meilleure : ils ont créé une classe de métamatériaux ajustables à l'infini. En pratique, les motifs du métamatériau peuvent être ainsi « personnalisés » pour répondre de manière optimale au besoin sans modifier le procédé de fabrication. Le métamatériau peut donc être facilement fourni « à la demande ». Le concept est aujourd'hui breveté. Adaptée au spatial, cette solution peut servir tous les domaines sujets à effets parasites ou absorption d'ondes : téléphonie, aviation civile, transports maritimes... Elle suscite aussi un grand intérêt pour la protection des personnes ou des bâtiments dans des zones situées à proximité de diffusion d'ondes. ■







qu'ils connaissent mieux cette filière d'excellence de la France. Il est vrai que nous avons plutôt tendance à débattre de secteurs qui ont des projets de loi en cours de discussion ou des problèmes immédiats à affronter. Pourtant, cette filière est confrontée, comme beaucoup d'autres, à une phase de mutation, et notamment de concurrence accrue. Nous savons pertinemment que les enjeux stratégiques de notre siècle se joueront dans les airs, donc dans l'espace. Dans cette perspective, il y aura forcément à prendre des décisions. Il faut donc faire de la pédagogie auprès des élus pour prendre les bonnes décisions!

**Le CNES s'implique fortement dans l'innovation. Quelle place l'innovation spatiale occupe-t-elle dans vos débats ?**

Je suis partisan de l'audace, qui nous permettra de faire des progrès significatifs. Cela ne veut pas dire que tout ce que l'on cherche et tout ce que l'on trouve ait vocation à être utilisé. Mais il ne faut pas se brider au niveau de la recherche. Il est clair, par exemple, que, dans le spatial, les objets vont devenir de plus en plus communicants (montres, lunettes, etc.). Or la communication repose sur l'échange des données d'un point à un autre, d'un point vers plusieurs autres, de plusieurs points vers plusieurs autres. La solution à l'échelle du globe passe par les satellites dans leur prolongement de mise en œuvre. Si bien que l'espace n'est plus aujourd'hui

l'apanage de la Défense, des médias ou de la conquête spatiale. Il doit désormais contribuer à offrir un chemin de fer sans obstacle aux données. Cette innovation est au rendez-vous du spatial. Par ailleurs, la filière spatiale n'est pas un puits sans fond. Ce qui coûte aujourd'hui rapportera demain. Dans notre pays, l'histoire de cette filière montre justement que 1 euro investi en rapporte 20! Nous continuerons donc à investir dans l'innovation spatiale. Ce serait pure folie que d'arrêter. Face à une concurrence qui s'organise, il nous faut préserver notre avance. La commission en a évidemment conscience. Maintenant, elle doit le partager un peu plus.

**Airbus et Safran viennent d'annoncer la création d'une co-entreprise dans les lanceurs. Qu'en pensez-vous ?**

Oui, les dirigeants de ces deux groupes ont présenté leur projet au président de la République, il y a quelques jours. Ils se rapprochent pour donner une réponse à l'arrivée d'Ariane sur la mise en orbite de satellites de télécommunications, avec une offre qu'on peut qualifier de low cost, qui bénéficie, semble-t-il, du soutien de la NASA. Simplifier la chaîne industrielle et réduire les coûts, faire en sorte que les responsabilités des acteurs soient clarifiées et que « *la prise de risque relève des industriels* », comme l'a dit la secrétaire d'État Geneviève Fioraso, c'est la bonne méthode. C'est aussi la réponse de l'Europe, qui va permettre de faire évoluer Ariane 5 et de lancer un programme Ariane 6

mustn't be stifled. For example, it's clear that in space objects like watches and glasses are going to be increasingly communication-enabled, and such communication relies on transferring or broadcasting data. At the global scale, satellites are going to help drive this shift, to the extent that space today is no longer the preserve of defence, the media or exploration missions. It must now provide an unfettered channel for data transmission. It's also important to realize that money spent on space isn't being poured into a bottomless pit: what we invest today will pay off in the future, as we know that every euro invested in this sector generates 20 euros in return. So we shall continue to invest in space innovation, we would be mad not to. With competition ramping up, we need to stay ahead. Our committee is obviously aware of that and now we must work harder to get the message across.

**Airbus and Safran have announced the formation of a joint space launch venture. How do you view this initiative?**

Yes, the two companies' management teams presented their project to President François Hollande recently. They are joining forces in response to the competition from U.S. firm SpaceX, which will be vying with Ariane to orbit telecoms satellites with what can be considered a low-cost offering, apparently backed by NASA. Streamlining the supply chain and cutting costs, clarifying responsibilities and "transferring risk to industry",

as the Secretary of State Geneviève Fioraso has said, is the right response. That is also the response from Europe, to evolve Ariane 5 and initiate an Ariane 6 programme capable of competing and maintaining Europe's leadership.

**You affirmed that space is at a turning point. What is your view of the shift towards electric propulsion?**

It's vital to grasp what this shift means for the industry. The same debate is going on with regard to aviation and more broadly the energy transition, for example from petrol-driven to electric vehicles. So it's not just space that's impacted and it's not a taboo subject. But we need to carefully consider what's at stake. That's why out of the 34 projects initiated under France's NFI new industrial policy, CNES has been appointed to lead the one on electric-propulsion satellites. Geostationary telecommunications satellites are a domain where French industry excels and a market with great growth potential, chiefly for export. As the number one in Europe's space industry, France must quickly adapt to new market trends being driven by the emergence of lighter and cheaper electric-propulsion spacecraft buses. This changing demand from users concerns the entire French space sector.

**Under the government's PIA future investment plan, CNES is devoting €70 million to the THD-SAT research and development project to nurture an industry sector capable of delivering**

**satellite fast-broadband Internet access. Do you support this initiative?**

One day we will no doubt overcome the current limits of satellite broadband technologies, but for the time being they cannot offer the same upload data rates as fibre-optic networks. And they are too costly. On the other hand, they are a perfectly acceptable solution for download. In the same way that I consider myself an 'energy agnostic', I am also not wedded to any particular telecommunications technology. I think that the technologies currently available complement one another. We shouldn't see them as opponents, which is always the risk if we focus solely on costs, because satellites can deliver services that fibre-optic cable will never be able to deliver, for example in desert, mountain and remote rural areas. The current limit concerns data upload rates, even though key innovations have been achieved through data compression. Progress here will come more from telecommunications than satellites, but the technologies are transferrable.

**Do you think CNES has an important role to play in innovation in the international arena?**

By its very nature, space transcends borders and the people working in this sector have to constantly tour the globe, for many nations would like to join the select band of space players. That means we must take care to secure the right partnerships and agreements. In this respect, I would like to commend CNES's president for the essential job he is doing on the international stage. ■



qui soit capable de faire face à la concurrence et de maintenir le leadership européen.

**Vous soulignez que nous sommes dans une période charnière. Que pensez-vous de l'évolution qui s'opère dans le spatial en faveur de la propulsion électrique ?**

Une sensibilisation aux enjeux du passage à la propulsion électrique est indispensable. Nous avons le même débat sur l'aviation, sur la transition énergétique, etc. On évoque ainsi le transfert d'usage du pétrole vers l'électricité dans l'automobile. Il n'y a donc pas que le spatial qui soit concerné. Nous ne sommes pas là sur un sujet tabou. En revanche, il est nécessaire d'en mesurer les enjeux. C'est pourquoi, dans les 34 projets de la Nouvelle France industrielle, le CNES a été désigné chef de projet des satellites à propulsion électrique. Domaine d'excellence de l'industrie française, les satellites géostationnaires de télécommunication représentent un marché avec de fortes perspectives de croissance, principalement à l'exportation. Numéro 1 européen de l'industrie spatiale, la France doit rapidement s'adapter aux évolutions du marché, issues de l'apparition des plateformes à propulsion électrique, plus légères et moins chères. Cette évolution de la demande des utilisateurs concerne l'ensemble de la filière spatiale française.

**Dans le cadre du volet économique du PIA, le CNES consacre 70 M€ au projet de Recherche et Développement THD-SAT pour aider une filière industrielle à se mettre en place, capable de proposer des réseaux satellitaires d'accès très haut débit à**

**Internet. Soutenez-vous cette initiative ?**

Aujourd'hui, il existe encore une limite technologique, qui sera certainement dépassée un jour. Le satellite n'est pas aussi performant pour les signaux de voie montante qu'un réseau de fibres optiques. Les coûts demeurent inaccessibles. Mais, pour les signaux de voie descendante, il propose une offre tout à fait acceptable. Alors, de même que je dis que je suis un laïque de l'énergie parce que je n'ai pas de « religion » particulière, je suis un laïque des télécommunications. Je pense que les supports sont complémentaires et qu'il ne faut pas les opposer les uns aux autres. Il y a toujours ce risque lorsqu'on parle de coûts. Or le satellite rend des services que la fibre ne pourra jamais rendre, comme par exemple la couverture du désert, des zones de montagne, des sites isolés, etc. La limite actuelle concerne la remontée des données, même si une innovation capitale a été réalisée avec la compression de ces données. C'est un progrès qui relève plus du domaine des télécommunications que de celui des satellites, mais les technologies sont transférables.

**Pensez-vous que, dans le domaine de l'innovation, le CNES a sa place sur la scène internationale ?**

L'espace n'a, par nature, pas de frontière, et celui ou ceux qui portent cette filière et ses projets se doivent de faire le tour du monde en permanence. Car, s'il y a peu de pays qui jouent dans cette cour, beaucoup y aspirent. Nous nous devons d'être vigilants dans les partenariats à monter ou les accords à trouver. Je veux saluer à ce sujet le travail du président du CNES à l'international, parce qu'il est vital! ■

Discours d'ouverture de la CIEE par Geneviève Fioraso, secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, en présence de Jean-Luc Moudenc, maire de Toulouse (à gauche), et Bertrand Auban, président du GPE (à droite).

Geneviève Fioraso, Secretary of State for Higher Education and Research, delivers the opening speech at the EISC, accompanied by Toulouse Mayor Jean-Luc Moudenc (left) and Bertrand Auban, chair of the GPE parliamentary space group (right).



**Présidence française de la CIEE /** Présidée cette année par le Groupe français des parlementaires pour l'espace (GPE), la 16<sup>e</sup> Conférence interparlementaire européenne de l'espace (CIEE) s'est tenue à Toulouse les 14 et 15 avril 2014. Une importante délégation de parlementaires provenant des Groupes espace de nombreux États européens a visité l'ensemble de l'écosystème spatial, dont le Centre spatial de Toulouse. La CIEE entend promouvoir le rôle essentiel que l'Europe doit mener au niveau international, tout en cherchant à garantir son indépendance dans les activités spatiales et le développement des technologies qui en découlent.

**France chairs EISC /** Chaired this year by France's interparliamentary space group (GPE), the 16<sup>th</sup> European Interparliamentary Space Conference (EISC) was held in Toulouse on 14 and 15 April. A large delegation of MPs from parliamentary space groups in numerous European nations was able to visit the entire space ecosystem, notably the Toulouse Space Centre. The EISC intends to promote the key role that Europe must play on the global stage, while seeking to assure its independent capability to operate in space and develop space technologies.





## SÉMINAIRE DE PROSPECTIVE

# LA VISION ACTUELLE DE LA SCIENCE SPATIALE

Tous les cinq ans, le CNES organise un séminaire de prospective afin d'identifier les futures missions spatiales, prioritaires aux yeux de la communauté scientifique nationale. Cette année, 350 personnes se sont retrouvées à La Rochelle, du 18 au 20 mars, pour en débattre. Les conclusions des groupes de travail ont été examinées par le Comité des programmes scientifiques, qui en a tiré un ensemble de recommandations. Retour sur ce temps fort pour la science spatiale.

Après Deauville, Saint-Malo, Arcachon et Biarritz, c'était au tour de La Rochelle d'accueillir le conclave de la communauté scientifique française intéressée par l'espace. L'édition 2014 n'a pas dérogé à la règle de la passation de pouvoirs et de devoirs entre l'ancien et le nouveau Comité des programmes scientifiques (CPS) du CNES, composé de 12 membres. La présidente, Catherine Césarsky, a passé le relais à Jean-Louis Puget, après avoir dressé un bilan très positif de « *cinq années glorieuses* » pour la science, depuis le séminaire de Biarritz (mars 2009), malgré l'abandon du projet Simbol X (projet de vol en formation pour l'astronomie X), qui avait jeté un froid à l'époque ! Pour cette nouvelle édition, les équipes tech-

niques du Paso (Plateau d'architecture des systèmes orbitaux) et de la direction de la Stratégie des programmes du CNES ont été sur le pont depuis l'automne 2012 : organisation de l'appel à idées, mise en place des groupes de travail, analyse des propositions... Mobilisés durant des mois, les comités Tosca (sciences de la Terre et de l'environnement) et Ceres (sciences de l'Univers) ainsi que les groupes de travail thématiques ont restitué, le premier jour du séminaire, la synthèse de leurs travaux. Les ateliers de la seconde journée ont permis de débattre des priorités dégagées (pour certaines jusqu'à tard dans la nuit) et de diverses questions transverses. Quant à la dernière matinée, elle a été consacrée à la présentation des conclusions aux participants et aux représentants des organismes partenaires. Comme

BRIGITTE THOMAS, CNES

d'habitude, des missions prioritaires dans les sciences spatiales ont été identifiées. Le CPS doit maintenant travailler sur leur contexte de réalisation et les niveaux d'engagement envisageables. Cela implique d'avoir, dans le PMT (plan à moyen terme) du CNES, une marge suffisante dans les trois années à venir pour réaliser des études d'avant-projet (phases 0 ou A) ainsi que d'éventuelles missions d'opportunité (comme, par exemple, les futures missions de *Cosmic Vision*) indispensables à l'optimisation du retour scientifique.

### Quoi de nouveau côté Terre ?

L'importance de considérer la Terre comme un système unique, dont les diverses composantes interagissent de manière complexe, a été soulignée. Le besoin de disposer d'observations à haute résolution spatiale et temporelle et d'assurer la continuité des mesures a également été rappelé. Cinq missions ont été identifiées en lien avec les grands enjeux environnementaux de notre société : **Thirsty** (évolution de la mission *Mistigri*), dédiée à la mesure des températures de surface dans l'infrarouge pour déduire les bilans énergétiques et hydriques des surfaces tant végétalisées qu'urbaines ; **Grasp**, destinée à fournir un référentiel terrestre absolu à 1 mm de précision et d'exactitude, soit une amélioration significative d'un ordre de grandeur par rapport à l'état actuel ; **Ocapi**, sur la couleur de l'eau depuis l'orbite géostationnaire pour informer sur la dynamique à fine échelle des populations phyto-planctoniques dans l'océan hauturier et côtier. L'originalité de cette mission tient à sa haute revisite temporelle, qui devrait permettre de faire le lien entre la production primaire, le cycle océanique du carbone et leur rôle sur le climat. Quant à la mission **Microcarb**, elle concerne les concentrations de CO<sub>2</sub>

atmosphérique avec une précision de l'ordre de 0,5 %. L'importance relative des sources et puits de gaz carbonique, notamment naturels, pourrait être déterminée de manière plus précise. L'expertise développée autour de cette mission doit être maintenue en attendant que la situation de la mission *Carbonsat* (présélectionnée dans le cadre ESA *Earth Explorer 8*) soit clarifiée. Enfin, **Strateole-2** devrait, à l'aide de ballons, fournir des informations à moyenne et petite échelle sur les processus et les mécanismes de transport dans la haute troposphère et basse stratosphère équatoriale. Les données spatiales, les observations in situ ou aéroportées et les modèles numériques s'inscrivent dans une stratégie globale. La continuité des données, leur accessibilité et leur archivage ont été des points récurrents. Concernant les pôles thématiques,

Le sondeur atmosphérique de **Microcarb** dédié à l'observation du CO<sub>2</sub>.  
The **Microcarb** atmospheric sounder designed to observe CO<sub>2</sub>.



LA ROCHELLE SEMINAR

## Space science today

*Every five years, CNES organizes a seminar with the national scientific community to identify future space mission priorities. This year, 350 people attended the latest seminar in La Rochelle from 18-20 March. Its working groups' findings have been reviewed by the agency's Scientific Programmes Committee (CPS), which has established a series of recommendations. CNESMAG reports on this key event in the space science calendar.*

After Deauville, Saint-Malo, Arcachon and Biarritz, it was the turn of La Rochelle to play host to France's scientific community for CNES's 2014 space science seminar. As at previous seminars, this year's gathering also marked the transition to CNES's newly appointed 12-member Science Programmes Committee (CPS). Handing over the reins to her successor Jean-Louis Puget, CPS chair Catherine Césarsky was very upbeat about the "five glorious years" for science since the last seminar in Biarritz

in March 2009, despite getting off to an inauspicious start with the cancellation of the *Simbol X* project. Engineering teams at the agency's PASO orbital systems architecture department and Programme Strategy Directorate had been hard at work preparing for this latest seminar since the autumn of 2012, organizing the call for ideas, setting up working groups, reviewing proposals and plenty more besides. On the first day of the seminar, the TOSCA Earth and environmental sciences and CERES universe science committees and working groups summed up the results of many months of effort. The workshops on the second day debated priorities and cross-disciplinary issues. The final morning was devoted to presenting working groups' findings to participants and representatives of partner organizations. As usual, a number of priority space science missions were identified. The CPS must now flesh out the concepts and consider levels of funding, for which CNES will need to maintain sufficient margin in its medium-term plan for the next three years to conduct preliminary

studies (phases 0 or A) as well as missions of opportunity—like future *Cosmic Vision* missions—vital to ensure maximum science return.

### New on the Earth science front

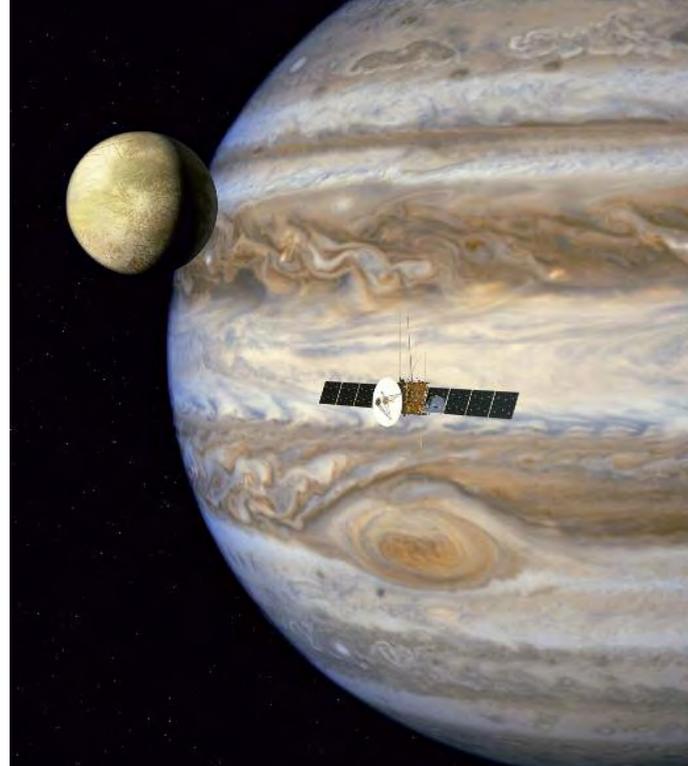
The seminar underlined the need to view Earth as a single system of complex, interacting components, to acquire measurements at high spatial and temporal resolutions, and to assure data continuity. Five missions focused on the major environmental challenges facing society were identified: **Thirsty** (follow-on from *Mistigri*) to measure surface temperatures in the infrared in order to calculate the energy and water budgets of green and urban land surfaces; **GRASP** to provide an absolute terrestrial reference frame accurate to one millimetre, significantly better than the current reference; **OCAPI** to observe ocean colour from geostationary orbit and learn more about the fine-scale dynamics of phytoplankton in the open ocean and coastal waters, employing frequent revisits to establish the link between primary production, the

►► La mission Juice du programme Cosmic Vision étudiera, d'une part, l'atmosphère de Jupiter, sa magnétosphère et son couplage avec ses satellites naturels, d'autre part, les trois lunes Europe, Ganymède et Callisto, qui renferment un océan liquide sous une croûte glacée. The Cosmic Vision programme's JUICE mission will study Jupiter's atmosphere and magnetosphere, and the gas giant planet's interactions with its moons. It will also observe the Europa, Ganymede and Callisto moons, which harbour a liquid ocean under their icy crust.

à côté de Theia, dédié aux surfaces continentales, deux autres ont été mis en place: Form@ter et un sur l'océan (en quête de nom!). Quant aux pôles Ether et Icare, dédiés à l'atmosphère, ils sont en voie de fusionner. Avec comme consigne commune à tous: ouverture à l'Europe!

### Sciences de l'Univers, de la vie et de la matière en micropesanteur

Le bilan très positif de la recherche spatiale dans le domaine des sciences de l'Univers depuis le colloque de Biarritz a fait l'unanimité, en particulier avec le succès spectaculaire de Planck et Herschel, l'exploitation pleinement réussie de Corot, la poursuite de l'exploitation des missions planétaires en opération et les bons résultats des coopérations sur l'exploration robotique de Mars. Les sélections des missions du programme Cosmic Vision de l'ESA, Solar Orbiter (M1), Euclid pour l'étude de l'énergie noire (M2), Plato pour la recherche des exoplanètes (M3) et Juice pour l'étude des satellites glacés de Jupiter (L1) ont considérablement clarifié le paysage programmatique. Les équipes françaises y sont très présentes. Les thèmes des futures grandes missions européennes ont été choisis: pour l'univers chaud et violent, Athena, un grand observatoire en rayons (L2), et e-Lisa, une observation d'ondes gravitationnelles pour ouvrir une nouvelle fenêtre d'observation astrophysique (L3). Le Ceres affiche donc une forte priorité en faveur des programmes de l'ESA. L'importance des analyses in situ de Mars a été rap-



pelée (Exomars avec l'ESA, Mars 2020 avec la Nasa) ainsi que l'absence de nouveaux projets scientifiques pour les micro et minisatellite relevée. Dans le domaine des sciences de la vie, il est apparu impératif de poursuivre l'étude de l'impact de la microgravité sur divers aspects de biologie fondamentale (végétale, animale ou humaine). Par ailleurs, la présence continue de l'homme dans l'espace depuis 1985 et les enjeux associés nécessitent de repenser les approches développées depuis cinquante ans sur les contre-mesures, en se focalisant sur des approches intégrées, l'utilisation de

ocean cycle and its impact on climate; **Microcarb** to measure concentrations of atmospheric carbon dioxide with a precision on the order of 0.5%, thus enabling more precise comparison of the relative importance of carbon sinks and sources, notably natural ones. Expertise developed for this mission must be sustained pending clarification of the situation regarding CarbonSat, shortlisted as a candidate for ESA's eighth Earth Explorer mission; and lastly, **Strateole-2**, a balloon mission designed to collect medium- and small-scale data on transport processes and mechanisms in the equatorial upper troposphere and lower stratosphere. Satellite data, in-situ or aerial observations and digital models all tie into a broader strategy sustained by data continuity, accessibility and archiving. Alongside the Theia land surfaces data hub, two more data centres—Form@ter and another ocean data centre yet to be named—have been set up, while the ETHER and ICARE atmospheric data centres are in the process of merging. Their common goal is to adopt a European vision.

### Universe sciences - Life and matter in microgravity

Participants were unanimous in drawing a very positive picture of space research in Universe sciences since the last seminar in Biarritz, in particular with the spectacular success of Planck

and Herschel, the great results achieved by CoRoT, the pursuit of ongoing planetary missions and successful cooperation on robotic exploration of Mars. The selection of missions for ESA's Cosmic Vision programme—Solar Orbiter (M1), Euclid (M2) to study dark energy, PLATO (M3) to look for exoplanets and JUICE (L1) to study Jupiter's icy moons—brought welcome clarity to the programmatic landscape, with French teams closely involved. The themes of Europe's future large missions have also been chosen: ATHENA, a large X-ray observatory to study the hot and violent universe (L2), and e-LISA, an interferometry mission to detect gravitational waves that will provide new vistas for astrophysics (L3). The CERES committee is therefore giving high priority to ESA programmes. The seminar also underlined the importance of in-situ analyses on Mars (ExoMars with ESA and Mars 2020 with NASA) and noted the lack of new science projects for microsatellites and minisatellites. In life sciences, delegates agreed it is imperative to continue studying the impact of microgravity on the fundamental biology of plants, animals and humans. New challenges raised by the uninterrupted presence of human crews in space since 1985 mean it is time to rethink approaches to countermeasures developed over the last 50 years, focusing on integrated approaches, the use of new so-called 'exotic' animal models and further study of radiobiology aspects. These priority avenues of

research call for development of innovative instruments, especially in cellular biology, cardiovascular research and continuous monitoring of astronauts' physiology. Thomas Pesquet's mission on the ISS could serve this purpose. The ISS also remains the principal platform for material sciences in microgravity, even though parabolic flights also play a key role. Continued use of the DECLIC instrument was therefore recommended. The seminar also offered the chance to advance or confirm a number of broader questions concerning the future of space research in France. The partnership between CNES and the scientific community in the research laboratories of universities and leading institutions works very well. Sharing of skills and expertise has put French space research in the top tier and this partnership must be preserved. However, close attention is needed to the kind of problems that could derail this model, some of which had already been highlighted in the conclusions of the Biarritz seminar, like cuts in technical human resources in laboratories, be it for instrument design or data exploitation. The situation gives much cause for concern because this decline has accelerated in the last five years. A CNES-INSU-IN2P3-CEA working group is looking at a set of proposals to remedy this situation and put forward new ways of working for CNES and its partner laboratories. ■

nouveaux modèles animaux (dits exotiques) et le développement des problématiques de radiobiologie. Ces axes prioritaires de recherche requièrent le développement d'instruments innovants, en particulier en biologie cellulaire, en recherche cardiovasculaire, et sur le monitoring physiologique en continu de l'astronaute. Dans ce contexte, le vol de Thomas Pesquet pourrait être valorisé. Quant aux sciences de la matière en microgravité, l'utilisation de la Station spatiale internationale reste le moyen d'emport principal, bien que les vols paraboliques jouent un rôle important. La poursuite de l'utilisation de Déclat est recommandée.

Le séminaire a été l'occasion de faire émerger ou de confirmer des questions génériques importantes dans l'évolution du dispositif de la recherche spatiale en France. Le partenariat entre le CNES et la communauté scientifique dans les laboratoires universitaires ou laboratoires propres de grands organismes fonctionne très bien. Le partage de compétences et de métiers a mis la recherche spatiale française au meilleur niveau. Ce partenariat doit être impérativement préservé. Cependant, une grande attention devra être portée à des problèmes qui pourraient remettre en question ce modèle. Certains étaient déjà mentionnés dans les conclusions du séminaire de Biarritz, comme la réduction des ressources humaines techniques dans les laboratoires, que ce soit pour la réalisation des instruments ou pour l'exploitation des données. Cette situation est alarmante en raison de l'accélération de cette dégradation depuis cinq ans. Un groupe de travail CNES-INSU-IN2P3-CEA réfléchit à un ensemble de propositions qui pourraient y remédier, notamment en proposant de nouveaux modes de travail entre le CNES et les laboratoires. ■

## Homage DOMINIQUE BAUDIS



▲▲ Le nouveau centre de calcul (NCC) Évariste-Galois, du Centre spatial de Toulouse, inauguré le 21 octobre 1994 par Dominique Baudis, en présence de Jean-Daniel Levi (DG du CNES), Michel Courtois (directeur du CST) et Gérard Raphanel (sous-directeur des Techniques informatiques). The new Evariste Galois computing centre at the Toulouse Space Centre (CST), opened on 21 October 1994 by Dominique Baudis, with CNES Director General Jean-Daniel Levi, CST Director Michel Courtois and Gérard Raphanel, Deputy Director of Information Technology.

**H**omme de grande valeur, serviteur de l'État, Dominique Baudis est décédé à Paris, le 10 avril 2014, à l'âge de 66 ans. Journaliste de formation et grand reporter spécialisé sur le Proche-Orient, il présenta le journal télévisé de TFI (de 1978 à 1980), puis celui de FR3 (jusqu'en 1982). Sur les traces de son père, il démarra, à partir de 1983, une carrière politique qu'il consacra essentiellement à sa région, en tant que maire de Toulouse, député, président du conseil régional de Midi-Pyrénées et député européen. Il aimait profondément Toulouse. Il a servi sa ville en lui offrant son talent de communicant et sa vision de bâtisseur. Il s'attacha à la moderniser tout en respectant son histoire. À l'origine de la Cité de l'espace, il fit de Toulouse la « ville de l'espace », non sans fierté. Il soutint le développement du Centre spatial toulousain, incita l'industrie à s'installer à proximité, supporta le tissu économique régional en lien avec l'espace, etc. Après dix-huit ans de vie consacrés au rayonnement de Toulouse, il fut amené à occuper d'autres fonctions, celles de président du Conseil supérieur de l'audiovisuel (2001), puis de président de l'Institut du monde arabe (2007), avant d'être nommé Défenseur des droits (2011), véritable engagement de sa part. Les drapeaux du Capitole ont été mis en berne à l'annonce de son décès ; de nombreux Toulousains sont venus lui rendre un dernier hommage. Un lien affectif qui n'a jamais cessé, malgré son départ du Capitole en janvier 2001 !

### Tribute to Dominique Baudis

Dominique Baudis, a man of great stature and a tireless servant of the nation, passed away in Paris on 10 April at the age of 66. A journalist and reporter specializing in the Near East, he followed in his father's footsteps, embarking in 1983 on a career in politics, mainly in his region as Mayor of Toulouse, MP, President of the Midi-Pyrenees regional council and MEP. He was deeply attached to Toulouse, a city he served with his talent as a communicator and vision as a builder, seeking to modernize it while preserving its heritage. As the initiator of the Cité de l'espace space theme park, he made Toulouse the 'space city', not without pride. He supported the development of the Toulouse Space Centre, encouraged industry to locate nearby and nurtured the region's space economy. After 18 years working to further Toulouse's influence, he moved to new pastures, being named President of the CSA, France's broadcasting watchdog, in 2001, and then of the Arab World Institute in 2007, before being appointed Human Rights Ombudsman in 2011. The flags were flown at half-mast on Toulouse city hall on the announcement of his death as crowds of local people paid their last respects to a man still well-loved and never forgotten after his retirement as mayor in January 2001.



Figure du gaullisme social, Jean Charbonnel est décédé à Paris, le 19 février 2014, à l'âge de 86 ans. Député de la Corrèze, maire emblématique de Brive pendant près de trente ans, il fut également secrétaire d'État aux Affaires étrangères chargé de la Coopération de 1966 à 1967, sous le général de Gaulle, et ministre du Développement industriel et scientifique de 1972 à 1974, sous Georges Pompidou. Défenseur de l'espace à des moments stratégiques, il se déplaça en personne pour l'inauguration, le 29 octobre 1973, du Centre spatial de Toulouse

Jean Charbonnel, a leading figure of 'social Gaullism', passed away in Paris on 19 February at the age of 86. MP for Corrèze and the emblematic mayor of Brive for nearly 30 years, he was also Secretary of State for Foreign Affairs in charge of Cooperation from 1966 to 1967 under President Charles de Gaulle, and then Minister for Industrial and Scientific Development from 1972 to 1974 under President Georges Pompidou. A staunch advocate of space, he opened the Toulouse Space Centre (pictured) in person on 29 October 1973.

## PLÉIADES

# UNE NOUVELLE ÈRE POUR LA DIFFUSION DES DONNÉES

Agilité, réactivité, très haute résolution... la Recette thématique utilisateurs (RTU) a entériné l'efficacité de la constellation Pléiades. Elle a aussi salué l'accompagnement proposé par le CNES aux institutionnels, scientifiques et acteurs publics. À l'issue de deux ans de rodage, celui-ci vient de passer le relais à l'IGN pour la diffusion des images aux acteurs publics.

Les *Pléiades Days* se sont déroulés début avril 2014 à Toulouse. Le CNES attendait beaucoup de cette seconde édition. Elle a tenu ses promesses. Arrivée à maturité, la constellation a fait l'unanimité auprès des 400 utilisateurs institutionnels présents. « *Après plus d'un an d'opérationnalité, la constellation offre des résultats remarquables, à savoir 1 000 000 km<sup>2</sup> de capacité d'acquisition maximale par jour et par satellite. Depuis juin 2013, la qualité image fournie est à 100 %* », a confirmé Thierry Duquesne, directeur de la Prospective, de la stratégie, des programmes, de la valorisation et des relations internationales au CNES. Preuve de sa fiabilité et de sa réactivité, Pléiades a été intégrée à la Charte internationale espace et catastrophes majeures dès juillet 2012. Mais, au-delà des performances technologiques, c'est aussi l'intelligence du « mode préparatoire » qu'il a salué la communauté utilisatrice.

## Un long processus préparatoire

Le satellite peut apporter des réponses pertinentes aux gestionnaires des politiques publiques ; il fallait les amener à se saisir de cette technique. Le CNES a anticipé en s'intéressant, très tôt, aux besoins concrets des acteurs publics. En la matière, il a fait preuve d'un exceptionnel volontarisme. « *Depuis dix ans, le CNES travaille en amont pour rendre accessibles les images Pléiades à ces utilisateurs* », explique Claire Tinel, responsable du programme préparatoire dans le service Analyse et produits images au CNES. Cette préparation est allée crescendo jusqu'à la manipulation de données au sein de groupes thématiques. Le programme d'accompagnement Orfeo<sup>1</sup> a développé en parallèle un

volet méthodologique pour faciliter l'exploitation des images. « *Le CNES a consenti des moyens importants pour la mise à disposition des produits Pléiades. Au fil des années, une véritable communauté s'est créée, qui reste, encore aujourd'hui, très impliquée* », note Delphine Fontannaz, également engagée dans le programme. Dans la pratique, le CNES a confié la distribution exclusive des données Pléiades à Airbus Defence and Space, dans le cadre d'une délégation de service public (DSP). Pour une utilisation non commerciale, les institutionnels bénéficient d'une tarification spécifique, qui correspond au coût de production de l'image ; 40 % de la capacité du système Pléiades sont réservés à cet usage. Les *Pléiades Days* ont consacré la pertinence et l'utilité de cette préparation, et montrent que l'appropriation par les acteurs publics ne fait que commencer !

## Le CNES reste l'interlocuteur de la communauté scientifique

Comme il le faisait pour les images Spot, le CNES met à disposition de la communauté scientifique des moyens d'accès gratuits aux images Pléiades via deux dispositifs : le pôle thématique surface continentale Theia<sup>2</sup> et le pôle terre solide ForM@ter. Si les données recherchées ne sont pas disponibles dans ces pôles thématiques, les scientifiques peuvent acquérir des images Pléiades via le programme ISIS<sup>3</sup>. Le CNES prend alors à sa charge 85 % du coût des données, les 15 % restants étant à la charge du demandeur.

## L'IGN prend le relais pour les acteurs publics sur le territoire national

Maître d'œuvre du système Pléiades, le CNES passe la

<sup>1</sup> Le programme préparatoire Orfeo-Pléiades a été mis en place afin de préparer, accompagner et promouvoir l'utilisation et l'exploitation de ces images.

<sup>2</sup> ([www.theia-land.fr/](http://www.theia-land.fr/))

<sup>3</sup> Incitation à l'utilisation scientifique des images Spot. (<http://www.isis-cnes.fr/>)

<sup>4</sup> Institut national de l'information géographique et forestière.

LEGOS

## L'évolution des glaciers étudiée en détail

Utilisateur des données Spot 5 pour observer les glaciers, le Legos<sup>1</sup> a, naturellement, testé Pléiades. « *Aujourd'hui, l'influence des glaciers sur l'élévation du niveau de la mer et sur les ressources en eau est avérée. Disposer de modèles numériques d'élévation et de cartes de vitesses est à la fois nécessaire et urgent pour analyser ces phénomènes* », fait remarquer Étienne Berthier, glaciologue au Legos. Il est formel : Pléiades cumule les bons points. Le système apporte haute résolution et mesure précise de l'évolution des glaciers. Ses performances radiométriques sont excellentes. L'option stéréo pour construire des modèles numériques d'élévation ou monoscopique pour mesurer les vitesses est un autre atout ; il faut y rajouter, par exemple, la disponibilité des données. Enfin, en qualité d'utilisateur, Étienne Berthier salue « *l'effort particulier fait pour la validation des mesures Pléiades avec les mesures de terrain. Aujourd'hui, la précision altimétrique est de l'ordre du mètre sur les glaciers* ». Et demain ? Les géologues, archéologues, glaciologues, sismologues, vulcanologues rêvent de séries temporelles, voire d'une constellation de satellites type Pléiades qui balaierait en permanence la topographie de la surface terrestre pour suivre son évolution à trois dimensions !

<sup>1</sup> Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales.

LEGOS

### Close-up on changing glaciers

As it uses SPOT 5 data to observe glaciers, the LEGOS<sup>1</sup> space geophysics and oceanography research laboratory has naturally put Pleiades through its paces. "Today, the impact of glaciers on rising sea level and water resources is proven," affirms Etienne Berthier, a glaciologist at LEGOS. "So we urgently need digital elevation models and velocity charts to study these phenomena." And for Berthier, Pleiades has a lot going for it, giving him high resolution and the ability to precisely measure how glaciers are evolving. Its radiometric performance is excellent, while the stereoviewing option for building digital elevation models and monoscopic viewing to measure velocities are other key advantages, added to the data's ready availability. As a user, Etienne Berthier also comments "the special efforts to validate Pleiades data against ground measurements; today, the elevation accuracy for glaciers is on the order of one metre." And what about tomorrow? Geologists, archaeologists, glaciologists, seismologists and volcanologists dream of obtaining time-series of data or a constellation of satellites like Pleiades able to constantly scan and track Earth's shifting surface topography in three dimensions.

<sup>1</sup> Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales

Glacier de Bionnassay (massif du Mont-Blanc). Outre les crevasses abondantes, l'image Pléiades, acquise à la fin de l'été 2012, montre l'important couvert détritique de cette langue glaciaire, indicateur du mauvais état de santé des glaciers du massif du Mont-Blanc. The Bionnassay glacier in the Mont Blanc massif. Besides the many crevasses, this Pleiades image acquired in late summer 2012 shows the thick detrital cover of this glacier's tongue, an indication of the degraded state of health of glaciers in this massif. ▼▼



▲▲ La très haute résolution de Pléiades révèle l'échouement du navire de pêche *Pescana-Endurant*, en juillet 2013, dans la passe de la Havannah du récif Nguetu. Trace de la coque sur le récif et impact sur le corail laissé par le passage du bateau avant qu'il s'immobilise.

Pleiades' very high resolution reveals where the fishing vessel *Pescana Endurant* ran aground in July 2013 in the Havannah Pass of the Nguetu reef, showing where the hull hit the reef and coral before coming to a stop.

## NOUVELLE-CALÉDONIE

### Qëhnelö, la plateforme participative

Particulièrement vulnérable aux cyclones, tsunamis et autres phénomènes naturels violents, la Nouvelle-Calédonie a adopté une attitude préventive. Pour protéger sa population autant que ses lagons, inscrits au patrimoine de l'Unesco, les collectivités publiques élaborent un projet fédérateur, le Riskpac, grâce à la technologie développée par Bluecham. Riskpac s'inscrit dans un schéma de *cloud computing* géospatial ; il s'agit de créer une chaîne continue depuis les données satellitaires jusqu'à la mise à disposition sur une plateforme participative d'information. Cette plateforme, Qëhnelö, est dédiée aux applications spatiales. Opérationnelle, elle est accessible à de nombreux acteurs formés : décideurs, techniciens, services de secours... « *Les données très haute résolution de Pléiades ont, de fait, été intégrées dans Qëhnelö* », dit Rémi Andreoli, de Bluecham, société conceptrice du produit. « *Le degré de précision d'information apporté par la très haute résolution spatiale et la revisite temporelle est un incontestable atout. Elles optimisent la surveillance des zones de submersion ou des impacts du changement climatique.* » Dans le cadre de ce projet, Pléiades contribue à l'acquisition de mesures précises liées aux phénomènes naturels et à leurs conséquences sur les populations. Ces données sont naturellement rendues accessibles aux utilisateurs de Qëhnelö, dont la technologie interopérable est en constante évolution.

NEW CALEDONIA

### A participatory platform called Qëhnelö

Given its extreme vulnerability, New Caledonia has adopted a preventive approach to cyclones, tsunamis and other severe natural events. To protect its populations and UNESCO World Heritage lagoons, local authorities are working on a federating project called Riskpac, which employs technology developed by local firm Bluecham. Riskpac is part of a geospatial cloud computing scheme aimed at creating a continuous chain from satellite data acquisition to distribution via a participatory public platform dedicated to space applications, called Qëhnelö. This operational platform is accessible to decision-makers, technicians, emergency services and many other stakeholders. "Pleiades very-high-resolution data have already been integrated in Qëhnelö," says Bluecham's Rémi Andreoli. "The level of detail from very high spatial resolution and frequent revisits are key advantages for optimized monitoring of flooded areas or climate change impacts." For this project, Pleiades is helping to acquire precise measurements of natural phenomena and their impacts on populations—data which it naturally makes available to users of Qëhnelö and its constantly evolving and interoperable technology.

main à l'IGN pour la diffusion opérationnelle des données. Pour les utilisateurs institutionnels français non scientifiques, le point d'accès aux données est désormais l'IGN<sup>4</sup>, avec lequel il a mis en place une convention de partenariat. C'est vers lui que vont transiter les demandes. L'IGN recensera les besoins et établira un programme annuel de nouvelles acquisitions. L'institut a également pris le relais pour gérer la base de données des images d'archives. Testée pendant la RTU, la coordination CNES/IGN/Airbus

Defence and Space sera maintenue pour une gestion optimale de la ressource. Le CNES poursuit ses efforts au bénéfice de communautés ciblées pour lesquelles il crée notamment des outils de traitement d'images spécifiques (bibliothèque OTB, logiciel Monteverdi, logiciel Terr'Image). Le pôle applications satellitaires du Cerema/Medde, par exemple, en est l'un des bénéficiaires, et contribue également à la promotion auprès des collectivités territoriales et des services décentralisés. ■

PLEIADES

## Data distribution enters a new era

*Thematic commissioning has confirmed the Pleiades constellation's agility, responsiveness and very high resolution, with CNES being commended for the support provided to institutions, scientists and public users. After two years running in the system, CNES recently handed over responsibility for distributing Pleiades imagery to public users to the French survey and mapping agency IGN.*

CNES had great expectations for the second Pleiades Days event in early April in Toulouse, and it was not disappointed. The constellation has now reached maturity and the 400 institutional users present were unanimous in their praise. "After over one year in service, the constellation is delivering remarkable results, with a maximum daily coverage of one million sq.km. on each satellite. Since June 2013, image quality is 100%," confirmed Thierry Duquesne, Head of Planning, Strategy, Programmes, Valorization and International Relations at CNES.

With that kind of reliability and responsiveness, the International Charter on Space and Major Disasters wasted no time enrolling Pleiades as early as July 2012. But besides the constellation's technological prowess, the user community has also been impressed by how the thematic commissioning phase has been managed.

### Long preparatory process

Potential users responsible for managing public policies needed to be encouraged to take up Pleiades technology, which is why CNES began analysing their needs from the outset. "CNES has been working tirelessly for 10 years to get Pleiades imagery to these users," explains Claire Tinel, in charge of the preparatory programme at CNES's Image Analysis and Products department. This programme was progressively ramped up through thematic groups, while the ORFEO<sup>1</sup> support programme developed methodologies to make it easier for them to exploit the imagery. "CNES has devoted a lot of resources to getting Pleiades products to users. Over the years, a true

community has emerged," says Delphine Fontannaz, who is also working on the programme. In practical terms, CNES has delegated exclusive distribution rights to Pleiades data to Airbus Defence and Space. Institutional customers can order imagery for non-commercial uses under a delegated public service arrangement at cost price and 40% of the system's capacity is reserved for such applications. The Pleiades Days confirmed the utility and value of the preparatory phase and showed that uptake by public stakeholders is set to shift up a gear.

### Close to the scientific community

As with SPOT imagery, CNES is offering the scientific community free access to Pleiades imagery through two channels: the Theia<sup>2</sup> land surfaces data hub and the ForM@ter solid Earth data hub. If these hubs do not have the data scientists are looking for, Pleiades imagery can also be acquired through the ISIS<sup>3</sup> programme, for which CNES bears 85% of the cost of data, the remaining 15% being charged to the user.

### IGN the new point of contact for French public stakeholders

Having acted as prime contractor for the Pleiades system, CNES is now handing over to IGN, the

French survey and mapping agency, with which it has signed a partnership agreement, for operational data distribution to non-scientific institutional users in France. All data requests will go through IGN, which will canvass needs and establish a yearly programme to acquire fresh imagery. It is also now managing the database of archive imagery. The coordination between CNES, IGN and Airbus Defence and Space, tried and tested during the thematic commissioning phase, will be maintained to assure optimal management of capacity. CNES is also pursuing its efforts to reach out to targeted communities for which it has developed custom image-processing tools like the OTB software library and the Monteverdi and Terr'Image software applications. One such community to benefit from this arrangement is the Satellite Applications hub at the Cerema expertise centre at the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy (MEDDE), which is also helping to promote Pleiades data with local authorities and agencies. ■

<sup>1</sup> The ORFEO Pleiades Preparatory Programme was set up to prepare, support and promote use of this imagery.

<sup>2</sup> [www.theia-land.fr](http://www.theia-land.fr)

<sup>3</sup> Incitation à l'utilisation Scientifique des Images SPOT (<http://www.isis-cnes.fr/>)

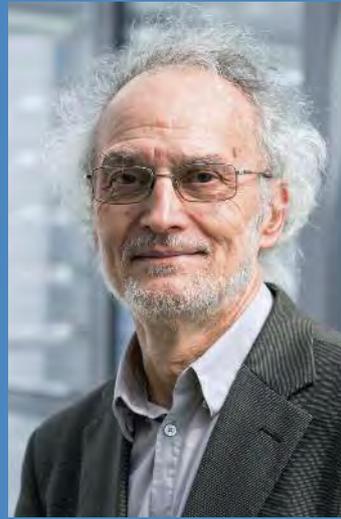


▲▲ Les *Pleiades Days* au Centre des congrès Pierre Baudis (Toulouse). Pleiades Days event at the Pierre Baudis congress centre in Toulouse.

## INTERVIEW

Propos recueillis par / Interview by  
RICHARD BONNEVILLE, CNES

Afin de définir avec la communauté scientifique nationale les orientations à moyen terme des programmes scientifiques spatiaux français, le CNES a tenu à La Rochelle, du 18 au 20 mars 2014, son séminaire quinquennal de prospective scientifique. Comme toujours, la liste des projets est dense : au Comité des programmes scientifiques (CPS) d'en arrêter les priorités. Jean-Loup Puget, président du CPS, et Jean-Yves Le Gall, président du CNES, nous font la synthèse de ce rendez-vous qui détermine les choix programmatiques pour l'avenir.



## SÉMINAIRE DE PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE

# L'heure des choix



### Quelle est votre impression sur le bilan accompli de Biarritz à La Rochelle ?

**J.-L. P. :** Ayant participé aux séminaires de prospective du CNES depuis celui des Arcs, j'ai été chaque fois impressionné par les bilans, cinq ans plus tard, des actions proposées. Bien sûr, tout ce qui était envisagé n'a pas toujours été réalisé dans les cinq ans, mais la plupart des grandes priorités scientifiques ont connu un début de mise en œuvre. C'est encore le cas si on regarde les recommandations de Biarritz. En sciences de l'Univers, le CNES a mis les équipes scientifiques en position de soutenir efficacement les missions du programme Cosmic Vision sur les thèmes jugés prioritaires à Biarritz et à y participer de façon importante (par exemple Euclid ou l'analyse des données de Gaia). En sciences de la Terre, les scénarios de mise en œuvre sont plus variés (ESA ou collaboration bilatérale). Les missions sélectionnées dans cette période permettent de remplir les objectifs des thématiques prioritaires, en optimisant la distribution entre ces deux types de missions. Ainsi, la mission Merlin va contribuer à répondre à la question fondamentale des causes du réchauffement climatique. Sur certains thèmes importants comme

le suivi du CO<sub>2</sub>, les études préliminaires vont permettre de comparer et de choisir entre les scénarios de mise en œuvre. Dans l'exploration du Système solaire, le programme européen de préparation d'un retour d'échantillon martien, avec le programme Exomars, n'a pas pu être maintenu dans une collaboration avec les États-Unis. La collaboration avec la Russie, scénario maintenant adopté par l'ESA, pose des problèmes de calendrier et de mode de collaboration avec ce pays sur de grands programmes de ce type.

**J.-Y. L.G. :** Je ne veux pas me livrer à une énumération fastidieuse, mais, si je me réfère aux recommandations du Comité des programmes scientifiques rédigées en 2009, aussitôt après la fin du séminaire de Biarritz, il me semble que la plupart d'entre elles ont été effectivement mises en œuvre, qu'il s'agisse d'engager de nouveaux projets ou de lancer des études d'avant-projet. Quant aux résultats, la recherche scientifique spatiale a vécu une période brillante, et je souhaite bien entendu qu'elle se poursuive ! Dans le domaine des sciences de l'Univers, on peut citer par exemple les résultats de Planck en cosmologie, ceux de Herschel pour l'étude de l'Univers froid, le lancement de Gaia en décembre 2013





NOUS DEVRONS  
SANS DOUTE  
À L'AVENIR  
TRAVAILLER  
AUTREMENT  
AVEC LES LABO-  
RATOIRES.



“ In the future, we shall no doubt have to work differently with laboratories. ”

et, cette année, la rencontre de Rosetta avec la comète Churyumov-Gerasimenko. Je veux aussi souligner l'importance des coopérations internationales, notamment avec les États-Unis, dans le domaine de l'exploration robotique de Mars, avec le succès de Curiosity, le lancement de Maven et la signature de l'accord Insight. Dans le domaine des sciences de la Terre, on peut citer les études d'avant-projet relatives aux gaz à effet de serre, Merlin pour le suivi du méthane atmosphérique, en coopération avec l'Allemagne, ou Microcarb pour le suivi du CO<sub>2</sub>, le lancement des deux satellites d'observation optique Pléiades et nos réalisations avec Eumetsat sur Iasi puis Iasi-NG. Je veux, là encore, souligner l'importance des coopérations internationales, et notamment la qualité de la coopération avec les États-Unis dans l'océanographie, filière d'excellence, avec Topex-Poséidon, la famille Jason et maintenant Swot.

### Quelles sont les principales sorties du séminaire de La Rochelle ?

**J.-L. P. :** Le CPS a commencé à analyser, dès sa première réunion à l'issue du séminaire de prospective, les propositions du Ceres, du Tosca et des groupes de travail sur les sciences en microgravité. Il a endossé les priorités générales, qu'elles portent sur les grandes questions scientifiques ou les questions programmatiques, en particulier sur la participation aux programmes européens. Les études amont soutenues par le CNES avant la sélection des missions dans les thématiques prioritaires (où les équipes scientifiques et techniques françaises sont en pointe) constituent une méthode qui doit être maintenue. Les succès, depuis Biarritz, ont montré que les moyens affectés à ces études sont largement rentabilisés par la suite. C'est pourquoi le CPS a proposé au CNES d'augmenter son enveloppe. Il va également analyser en détail les thèmes et missions prioritaires qui n'ont pas été classés par les groupes, et identifier les choix au vu des contraintes budgétaires et moyens humains aussi bien du CNES que des laboratoires. Chaque fois qu'un tel arbitrage probable sera identifié, il participera à un premier classement, de façon à proposer au CNES une optimisation de la répartition des moyens mis sur ces études amont. Le CPS sera particulièrement attentif aux problèmes posés par la partie du programme scientifique de l'ESA qui se trouve dans les programmes optionnels (Aurora). Les programmes scientifiques doivent être sélectionnés sur les priorités scientifiques et les contraintes et atouts technologiques. Le Comité fera donc des propositions au CNES pour que ces programmes coûteux et à long terme soient menés avec une vision stratégique sur les missions robotiques d'exploration du Système solaire, donnant à l'Europe une autonomie vis-à-vis de ses partenaires.

**J.-Y. L.G. :** Le CPS a élaboré des recommandations à l'adresse du CNES et de son conseil d'administration. En

retour, le CNES a préparé un plan d'actions qui a été présenté et discuté lors de la réunion de juin du CPS. Le séminaire de La Rochelle a fait émerger des missions prioritaires, pour lesquelles on doit maintenant examiner les contextes de réalisation possibles et les niveaux d'engagement réalistes, compte tenu des contraintes de notre planification à moyen terme. Cela implique de trouver dans notre budget des marges suffisantes pour les trois années à venir pour réaliser des études d'avant-projet pour ces missions, ainsi que d'éventuelles missions d'opportunité permettant d'optimiser le retour scientifique. Cela concerne en particulier la préparation des futures missions L2 et M4 du programme scientifique Cosmic Vision de l'ESA, pour les sciences de l'Univers, et les missions prioritaires identifiées, pour les sciences de la Terre.

### Faut-il envisager de nouveaux modes de travail entre le CNES et la communauté scientifique ?

**J.-L. P. :** Les principes qui régissent les relations entre le CNES et la communauté scientifique restent sains. Les équipes scientifiques sont dans des laboratoires académiques soutenus par les grands organismes de recherche et les universités. Le CNES est chargé de la définition de ce programme scientifique spatial et des moyens spécifiques nécessaires. Cependant, la frontière entre les apports du CNES et des grands organismes de recherche est en train d'évoluer. Les équipes scientifiques ont la responsabilité de contribuer à la définition des thématiques scientifiques prioritaires où le spatial joue un rôle important et des mesures qu'elles impliquent. L'exploitation scientifique reste clairement à la charge des établissements académiques. Le nombre de postes d'ingénieur de recherche du CNRS dans les laboratoires spatiaux a décru depuis cinq ans. Ces postes ont contribué notablement à la réduction des données dans toutes les disciplines et au développement des instruments hors observation de la Terre. Cela a conduit à un grand nombre de contrats à durée déterminée dans les laboratoires pour compenser le désengagement partiel du CNRS. Ce n'est pas une utilisation efficace des moyens du CNES pour des projets scientifiques longs. Des pistes ont été explorées par le groupe de travail CNES-INSU-CEA. Le CPS les analysera et fera des recommandations au CNES en vue des discussions avec ses partenaires du CNRS et du CEA pour redéfinir les contributions relatives dans la recherche spatiale, en accord avec les mandats respectifs de ces établissements. De même, il faudra, dans le cadre de l'élargissement des disciplines utilisatrices des données spatiales, utiliser au mieux les contributions des organismes concernés.

**J.-Y. L.G. :** La situation des ressources humaines et techniques dont disposent les laboratoires fait l'objet de toute notre attention. C'est pourquoi il faut renforcer la mutua-

lisation de ces ressources et élaborer de nouveaux modes de travail entre le CNES et les laboratoires, tant pour le développement des instruments que pour l'exploitation des données des recherches scientifiques spatiales. C'est l'objet du groupe de travail mandaté par le CNES et l'INSU et présidé par Jean-Loup Puget. En particulier, dans le domaine des sciences de l'Univers, le rôle des laboratoires

est essentiel dans la conception et la réalisation d'instruments uniques par leur finalité et leurs performances. Nous devons sans doute à l'avenir travailler autrement avec les laboratoires, par exemple en renforçant, dans le cas d'instruments complexes sous responsabilité française, le rôle du CNES, en allant jusqu'au rôle de maître d'œuvre de consortiums associant les laboratoires et le CNES. ■

## SPACE SCIENCE SEMINAR

**Choices ahead**

*To chart the medium-term course for France's space science programmes with the national scientific community, CNES organized its five-yearly space science seminar in La Rochelle from 18-20 March. As always, the seminar came up with a wealth of projects from which the agency's Science Programmes Committee (CPS) must now set priorities. CPS chair Jean-Loup Puget and CNES President Jean-Yves Le Gall report on the results of this key gathering for future programmatic choices.*

**How far would you say we have come since the last seminar in Biarritz?**

**Jean-Loup Puget:** I've attended every CNES space science seminar since Les Arcs and each time I've been impressed by the actions accomplished in the intervening five years. Obviously, not everything was completed within that time as initially envisaged, but progress was made on most of the main science priorities. I think that's also the case for the recommendations to emerge from the Biarritz seminar. In Universe sciences, CNES has enabled science teams to effectively support missions for ESA's Cosmic Vision programme concerning priority themes identified in Biarritz, and to make significant contributions, for example to Euclid and to analysis of data from GAIA. In Earth sciences, implementation is either through ESA or bilateral collaboration. The missions selected for this period match the objectives of the priority themes while seeking to achieve a good balance between these two types of mission. For example, the MERLIN mission is set to help answer fundamental questions about what's causing global warming. On other important topics like monitoring of CO<sub>2</sub>, preliminary studies will allow implementation scenarios to be compared and chosen. And in solar system exploration, the European ExoMars programme that ESA is now pursuing in collaboration with Russia after the United States was forced to pull out poses a number of challenges concerning the schedule and how to work with the Russians on such big programmes.

**Jean-Yves Le Gall:** I won't attempt to list everything that has been accomplished, but I believe most of the recommendations issued by the Science Programmes Committee in 2009 after the Biarritz seminar have been implemented, either through new projects or preliminary concept studies. Space science research has achieved brilliant results and long may it continue to do so! In Universe science, the results of Planck in cosmology, Herschel in the study of the cold Universe, the launch of GAIA in December 2013 and this year's encounter by Rosetta

with comet Churyumov-Gerasimenko are just some examples. I would also like to underline the importance of international cooperation, notably with the United States on the robotic exploration of Mars with the successes accomplished by the Curiosity rover, the launch of MAVEN and the signature of the agreement on InSight. In Earth sciences, I could mention the preliminary concept studies for greenhouse gas missions, the MERLIN satellite to monitor atmospheric methane in partnership with Germany and Microcarb to track CO<sub>2</sub>, the launch of the two Pleiades optical Earth-observation satellites and our work on IASI and IASI-NG with Eumetsat. Here again, I would like to stress the value of international cooperation, notably the excellent collaboration with the United States in oceanography, which is truly a domain of excellence, through TOPEX/Poseidon, the Jason series and now SWOT.

**What are the main threads to emerge from the La Rochelle seminar?**

**JLP:** At its first meeting after the space science seminar, the CPS began reviewing proposals from the CERES and TOSCA science committees and the microgravity science working groups. It endorsed the broad priorities they set out with respect to the major scientific and programmatic questions, particularly participation in European programmes. We must continue to conduct preliminary studies with support from CNES before missions are selected in priority thematic areas, where French science and engineering teams are in the vanguard. The successes accomplished since Biarritz have shown that the resources devoted to such studies pay off handsomely. That's why the CPS has suggested that CNES should increase funding for them. It's also going to take a closer look at the priority themes and missions that the groups did not classify, and identify choices in line with available budgets and human resources at CNES and at research laboratories. Each time a probable decision is identified, it will help to establish an initial ranking so that CNES can optimize how funding is shared between preliminary studies. The CPS will pay special attention to the part of ESA's Science Programme covered by optional programmes such as Aurora. Science programmes must be selected on the strength of science priorities and technology advantages and constraints. The committee will therefore forward proposals to CNES aimed at ensuring that these costly long-term programmes follow a strategic vision of robotic solar system exploration missions, to assure Europe's independence from its partners.

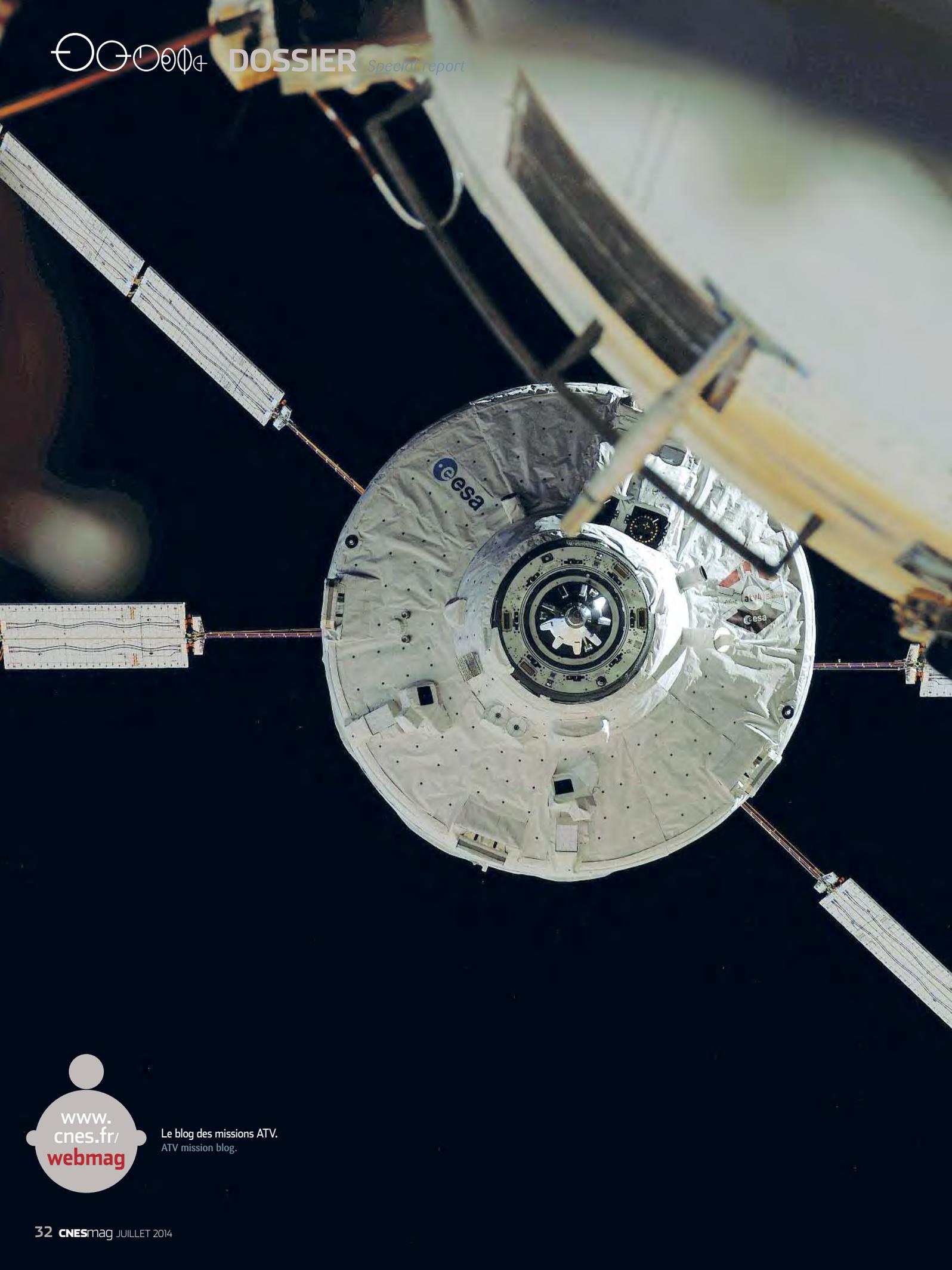
**JYLG:** A number of priority missions emerged from

the La Rochelle seminar and we must now look closely at how they can be accomplished and with what level of funding within our medium-term planning constraints. That means we must find sufficient margins in our budget over the next three years to conduct preliminary studies for these missions, as well as missions of opportunity to ensure maximum science return. I'm thinking in particular of future L2 and M4 missions for ESA's Cosmic Vision programme and priority Earth science missions.

**Should CNES and the scientific community consider new ways of working together?**

**JLP:** The relations between CNES and the scientific community are on solid foundations. Science teams work in their laboratories with support from the big research institutions and universities, while CNES defines the space science programme and specific required resources. However, the lines between what CNES and the major research bodies contribute are beginning to shift. Science teams are expected to assist in defining priority science themes where space plays a central role, as well as the data to be gathered. Exploitation of those data is then clearly the responsibility of research teams. The number of research engineers at CNRS's space laboratories has declined over the last five years. As a result, laboratories have made extensive use of fixed-term contracts to offset this partial shortfall. It's not an effective use of CNES's resources for long-haul science projects. The CNES-INSU-CEA working group has looked at alternatives and the CPS will review them and make recommendations to CNES to inform discussions with its partners at CNRS and CEA with regard to redefining their relative contributions to space research, in line with their mandates.

**JYLG:** We are maintaining a tight focus on the situation regarding laboratories' human and technical resources. We must seek to pool our resources more effectively and develop new ways of working together, both when developing instruments and when exploiting space science research data. That is the remit of the working group, chaired by Jean-Loup Puget, mandated by CNES and INSU, the national institute for universe sciences. In Universe sciences, for example, laboratories play a vital role conceiving and building uniquely sophisticated instruments. In the future, we shall no doubt have to work differently with laboratories, for instance by giving CNES a bigger role in developing complex instruments for which France is responsible, if necessary making it the lead contractor in a consortium with laboratories. ■



www.  
cnes.fr/  
webmag

Le blog des missions ATV.  
ATV mission blog.

# ATV

## L'HISTOIRE DU CARGO EUROPÉEN DE L'ESPACE

**Contribution majeure** de l'Europe à la Station spatiale internationale, l'ATV (*Automated Transfer Vehicle*) est le véhicule le plus complexe jamais élaboré pour la ravitailler. Le dernier vaisseau cargo d'une série de cinq prépare activement son ultime mission. Aux manettes du centre de contrôle principal, situé à Toulouse, le CNES fait partie de l'aventure depuis les premières heures. Après les succès des missions Jules-Verne, Johannes-Kepler, Edoardo-Amaldi et Albert-Einstein, celle de Georges-Lemaître est fin prête. Retour sur une belle page du transport spatial européen.

### ATV

#### The story of Europe's space cargo vehicle

*The Automated Transfer Vehicle (ATV) is a key European contribution to the International Space Station (ISS) and the most complex vehicle ever built to resupply it. The last in the series of five cargo carriers is now readying for its mission. At the controls of the main ATV Control Centre (ATV-CC) in Toulouse, CNES has accompanied the adventure from the outset. After the successful missions of the Jules Verne, Johannes Kepler, Edoardo Amaldi and Albert Einstein vehicles, the Georges Lemaître is now all set to go. This special report looks back on a great chapter in the history of European space transportation.*



L'ATV-4 Albert-Einstein en approche de la Station spatiale internationale, juste avant son amarrage, le 15 juin 2013, piloté depuis le centre de contrôle ATV-CC, à Toulouse.

The ATV-4 Albert Einstein approaching the ISS prior to docking on 15 June 2013, guided by the ATV-CC control centre in Toulouse.

## TRANSPORT SPATIAL

# UN VAISSEAU CARGO EXCEPTIONNEL

Conçu par *Airbus Defense and Space*, le véhicule automatique de l'Europe a rendez-vous quasiment chaque année, depuis 2008, avec la Station spatiale internationale pour l'approvisionner en fret. L'ATV, ce vaisseau cargo de près de 20 tonnes, est le plus performant de sa catégorie. Le dernier vol, celui de *Georges-Lemaître*, est programmé fin juillet. Avec ce cinquième transfert, l'Agence spatiale européenne aura rempli sa mission.

**A**u-dessus de nos têtes, de la taille d'un terrain de football, la plus grande structure spatiale jamais construite par l'homme accueille en permanence six astronautes, depuis 2009. Sa construction a débuté avec un premier module russe, *Zarya*, en 1998. Deux ans plus tard, la Station spatiale internationale (ISS) était habitée.

### Desservir la station orbitale

Ce géant de l'espace, 400 tonnes environ, est placé sur une orbite inclinée à 51° par rapport à l'équateur, à une altitude qui varie entre 330 et 435 km. À bord, les astronautes

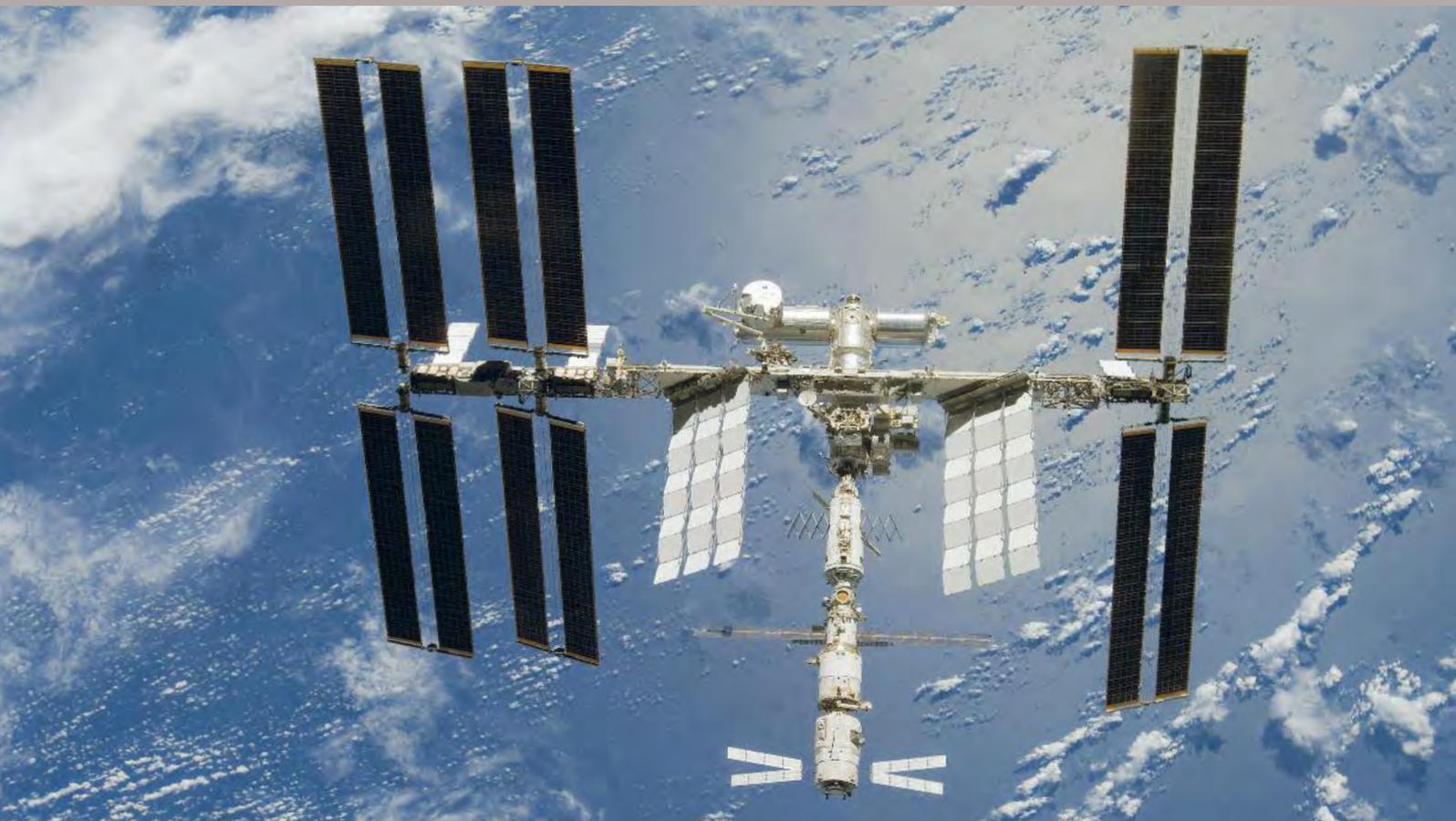
vivent et travaillent ensemble dans un environnement de gravité très faible. Ils y conduisent des expériences sur la matière vivante et la matière inerte à des fins de recherche fondamentale. Leurs travaux visent à adapter les hommes et les technologies à l'environnement spatial, dans l'objectif d'une exploration humaine du Système solaire. « *L'ISS est l'un des plus beaux exemples de coopération internationale, avec, comme partenaires, les États-Unis, la Russie, le Japon, le Canada et 10 pays européens, via l'ESA (Belgique, Danemark, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Norvège, Espagne, Suède et Suisse). Le coût de construction et d'opération jusqu'en 2020 est estimé de l'ordre de 100 milliards d'euros* », souligne Fabienne Casoli, responsable au CNES du programme Sciences de l'Univers, microgravité et exploration.

### Les opérations du centre de contrôle de l'ATV assurées par le CNES

En décembre 1998, le Conseil de l'ESA a décidé d'attribuer au CNES, pour ses compétences dans le domaine des vols habités et celui des opérations de satellites, le développement et les opérations du centre de contrôle principal de l'ATV (ATV-CC), installé au Centre spatial de Toulouse. « *L'Europe est responsable de la fourniture de deux éléments clés de l'ISS: le laboratoire européen Columbus et les cinq véhicules de transport automatiques ATV* », précise Fabienne Casoli. Arrimé en 2008 à la station, Columbus est consacré à la recherche pluridisciplinaire en biologie, physiologie, sciences des matériaux, physique des fluides, technologie, sciences de la vie et éducation. Ce laboratoire offre également la possibilité d'installer des charges utiles à l'extérieur de la station pour la recherche et les applications dans le domaine des sciences spatiales, de l'observation de la Terre et de la technologie. Quant aux ATV, le premier lancement a été réalisé le 9 mars 2008 et l'amarage à la station effectué après quatre semaines de manœuvres d'approche et de tests.



►►  
Mise sous coiffe de l'ATV au bâtiment d'assemblage final du Centre spatial guyanais. The ATV is placed under the launcher fairing in the final assembly building at the Guiana Space Centre.



▲▲ L'ATV, amarré à la Station spatiale internationale. The ATV berthed to the ISS.

## De nouvelles expériences sur l'ATV-5

« Lancé depuis le Centre spatial guyanais, à Kourou, l'ATV transporte jusqu'à 7 tonnes d'eau, de provisions, de carburant et d'expériences scientifiques. Une fois amarré, il peut aussi utiliser ses propulseurs pour rehausser l'orbite de la station », explique Fabienne Casoli. Avant d'ajouter: « L'ATV est le plus performant des systèmes de transport. Comparé aux Progress russes, aux HTV japonais et aux capsules américaines Cygnus et Dragon, il a la capacité d'emporter plus de charge (environ 25 %). Mais, surtout, ce véhicule intelligent de 20 tonnes, dont la plus grande partie de la conception a été effectuée par Airbus Defense and Space, s'amarré à l'ISS en toute autonomie, avec une précision de quelques centimètres. » En juillet 2014, l'ATV-5 Georges-Lemaître permettra d'acquérir de nouveaux types de données optiques durant une phase de vol relatif (*fly-under*) et la phase d'approche



**Fabienne Casoli**, responsable du programme Sciences de l'Univers, microgravité et exploration au CNES. in charge of CNES's Universe science, microgravity and exploration programme.

« LE COÛT DE CONSTRUCTION ET D'OPÉRATION JUSQU'EN 2020 EST ESTIMÉ DE L'ORDRE DE 100 MILLIARDS D'EUROS. »

*"The cost of building and operating it up to 2020 is estimated at about €100 billion."*

## SPACE TRANSPORTATION

## An exceptional cargo space ship

*Designed by Airbus Defence and Space, Europe's ATV has flown resupply missions to the ISS almost every year since 2008. Weighing nearly 20 tonnes, it is the most capable cargo carrier in its class. Its fifth and final flight, by the Georges Lemaître, is scheduled for late July—mission accomplished for ESA.*

Orbiting over our heads and the size of a football field, the ISS is the largest man-made structure in space ever built. It has been permanently manned by six astronauts since 2009. Construction began with the first Russian module, Zarya, in 1998 and two years later its first crew arrived.

### Serving the orbital outpost

This 400-tonne space colossus is posted in an orbit inclined 51° to the equator at an altitude that varies between 330 and 435 kilometres. The astronauts aboard the station live and work in a very-low-gravity environment, conducting fundamental research experiments on living and inert matter. Their work is designed to adapt humans and technologies to space for crewed solar system exploration. *"The ISS is one of the finest examples of successful international cooperation, involving partners like the United States, Russia, Japan, Canada and 10 European nations through ESA (Belgium, Denmark, France, Germany, Italy, the Netherlands, Norway, Spain, Sweden and Switzerland). The cost of building and*

*operating it up to 2020 is estimated at about €100 billion,"* says Fabienne Casoli, in charge of CNES's Universe science, microgravity and exploration programme.

### Choreographing ATV control centre operations

In December 1998, the ESA Council tasked CNES with developing and operating the main ATV Control Centre (ATV-CC) at the Toulouse Space Centre. *"Europe is responsible for supplying two key elements of the ISS: the Columbus laboratory and five ATV vehicles,"* notes Fabienne Casoli. Berthed to the station in 2008, Columbus is devoted to multidisciplinary research in biology, physiology, material sciences, fluid physics, technology, life sciences and education. The laboratory also accommodates payloads outside the station for research and applications in space science, Earth observation and technology. The first ATV was launched on 9 March 2008 and docked with the station after four weeks of approach manoeuvres and tests.

### New experiments on ATV-5

*"The ATV is launched from the Guiana Space Centre in Kourou with up to seven tonnes of water, supplies, fuel and science experiments on board,"* explains Fabienne Casoli. *"Once docked, it can also use its thrusters to raise the station's orbit. The ATV is the most capable space transportation system today, offering about 25% more freight capacity than the Russian Progress, Japanese HTV and U.S. Cygnus and Dragon spacecraft. But*



▲▲ Chargement de l'ATV-5 dans l'ensemble de préparation charges utiles (EPCU S5).  
Loading up the ATV-5 in the payload preparation building.

**E**n 2013, l'ATV-4 Albert-Einstein a acheminé des instruments pour réaliser entre autres des expériences sur la stabilité des émulsions, autrement dit pour étudier le vieillissement de mousses en microgravité. Or ces mousses sont fréquemment utilisées dans de nombreuses applications (alimentaire, cosmétique, revêtement, protection contre le feu, isolation, matériaux de faible densité, etc.) ! Il a également emporté du matériel pour l'expérience « *Energy* ». Son objectif : déterminer les besoins énergétiques des astronautes pendant un vol de longue durée. Après quinze jours passés dans l'espace, leur masse corporelle diminue, ce qui pourrait s'expliquer par un déséquilibre de leur balance énergétique. « *Or il est indispensable de comprendre pourquoi ce déficit apparaît, afin de préparer les vols de très longue durée, notamment vers Mars* », souligne Fabienne Casoli.

### Déclic ou comment recycler des déchets ?

Sur ce même vol, un insert du mini-laboratoire de science des matériaux Déclic, développé par le CNES dans le cadre d'un accord de coopération avec la NASA, a été transporté. Parmi ses objectifs, on trouve l'étude de la solidification de matériaux ainsi que les connaissances de base nécessaires au développement de systèmes de recyclage de déchets organiques en utilisant de l'eau supercritique (c'est-à-dire de l'eau aux propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz). Cet insert, appelé HTI (*High Temperature Insert*), était destiné initialement à l'étude des propriétés de l'eau supercritique pure. Ramené au sol, il a été modifié par le CNES pour étudier l'eau salée supercritique. Cette nouvelle expérience reproduit les conditions rencontrées sur les dorsales océaniques. Le Cadmos<sup>1</sup> travaille aux côtés des laboratoires scientifiques pour la préparation des expériences, la surveillance de l'instrument, l'envoi des séquences d'opération, la récupération des données, ainsi que les modifications des inserts.

### Haptics : piloter un robot dans l'espace

« *Le prochain vol ATV-5 Georges-Lemaître montera, quant à lui, l'expérience Haptics. Cette dernière est destinée à étudier comment un opérateur humain dans l'espace parviendrait à piloter un robot, grâce à un levier de commande à rétroaction haptique* », complète Fabienne Casoli. Et de rappeler : « *Du 18 au 20 mars 2014, à La Rochelle, un nouveau séminaire de prospective a couvert tous les domaines de la recherche scientifique spatiale, dont les sciences de la vie dans l'espace et les sciences de la matière en micropesanteur. Ce séminaire nous a permis non seulement de dresser le bilan des expériences menées dans l'ISS, mais aussi de définir avec la communauté scientifique nationale les orientations à moyen terme des programmes scientifiques spatiaux français (cf. article p 22).* »

<sup>1</sup>Centre d'aide au développement des activités en micropesanteur et des opérations spatiales du CNES.  
<sup>2</sup>Centre d'Aide au Développement des activités en Micropesanteur et des Opérations Spatiales.

## FRET UNE CARGAISON UTILE

Dans ses entrailles, l'ATV a embarqué bon nombre d'instruments pour que les astronautes mènent des recherches fondamentales sur la matière vivante, la matière inerte, et préparent l'exploration humaine du Système solaire. Focus sur quelques expériences, et non des moindres.

Haptics, levier de commande pour robot.  
The Haptics robot-control lever.



▲▲ Le mini-laboratoire Déclic. F  
The DECLIC mini-laboratory.

Lexique Glossary

**Haptique :** Haptic: Tactile sensation par le toucher feedback

**FREIGHT****Valuable cargo**

The ATV has ferried many instruments in its insides for astronauts to conduct fundamental research on living and inert matter and thus lay the groundwork for human exploration of the solar system. CNESMAG looks at some of the experiments performed on the station.

Last year the ATV-4 Albert Einstein ferried instruments to the ISS for experiments on the stability of emulsions, to study how foams age in microgravity—foams frequently used for a broad range of applications in foods, cosmetics, coatings, fire protection, insulation and low-density materials to name a few. It also carried up equipment for the ENERGY experiment designed to determine astronauts' energy needs during a long-duration flight. After two weeks in space, astronauts' body mass decreases, possibly due to an energy imbalance. "It's vital to understand why this weight loss happens in order to prepare for very-long-duration crewed missions, notably to Mars," stresses Fabienne Casoli.

**DECLIC or waste recycling**

This same flight transported an insert for the DECLIC materials science mini-laboratory developed by CNES in partnership with NASA. DECLIC is designed to study the solidification of materials and to acquire fundamental knowledge required to develop organic waste-recycling systems using supercritical water with properties somewhere between those of a liquid and a gas. Called HTI (High Temperature Insert), this insert was initially designed to study the properties of supercritical pure water. On returning to Earth, it was improved by CNES to study supercritical saltwater. This new experiment seeks to replicate the conditions encountered on ocean ridges. CNES's CADMOS' centre for the development of microgravity applications and space operations is working alongside science laboratories to prepare experiments, monitor the instrument, upload operating sequences and retrieve the data, as well as on modifications to the inserts.

**Haptics to control a robot in space**

"The next flight by the ATV-5 Georges Lemaître will be carrying up the Haptics experiment designed to study how a human operator could tele-control a robot in space using a haptic-feedback control lever," continues Casoli. "CNES's latest space science seminar, held in La Rochelle from 18-20 March, covered the full spectrum of space science research from life sciences to material sciences in microgravity. This seminar served not only to review the accomplishments of experiments on the ISS, but also to define directions with the national scientific community for France's space science programmes in the medium term (see article p 22)." ■

vers la station. Des démonstrateurs de caméras, visible et infrarouge, et d'un lidar (un radar optique) ont été développés et installés dans ce but. Ainsi s'achèvera un magnifique programme, avec de nouvelles expériences en complément de la mission traditionnelle de cargo. Le 2 décembre 2014, un Conseil de l'ESA au niveau ministériel va se tenir au Luxembourg, où sont à l'ordre du jour les lanceurs, l'ISS et l'évolution de l'ESA. « *Les Américains ont décidé de continuer les opérations de la Station spatiale internationale jusqu'en 2024. Le principe d'une participation de l'ESA jusqu'en 2020 est acquis, mais la tranche de financement de cette participation devra être décidée lors de ce Conseil* », précise Fabienne Casoli.

**Et après l'ATV...**

Les activités ATV sont une grande réussite, tant sur le plan technique qu'en matière de coopération internationale. Dans le cadre des programmes européens de développement et d'exploitation de la Station spatiale internationale conduits par l'ESA, Airbus Defence and Space et ses partenaires européens ont conçu et fabriqué un fantastique outil de technologie européenne. Le CNES l'a parfaitement mis en œuvre en conduisant les opérations. Cet outil a permis à l'Europe de fournir jusqu'à présent sa quote-part de participation à l'ISS. Pour la période 2015-2020, un échange a été conclu avec la NASA, qui assurera maintenant les activités de cargo que réalisait jusqu'à présent l'Europe avec les ATV. En contrepartie, l'Europe va fournir à la NASA un module de service de son nouveau vaisseau de transport habité Orion, encore appelé MPCV (Multi-Purpose Crew Vehicle). « *Les acquis du programme ATV, notamment en matière de système et de fonctions logistiques en vol, vont être pleinement utilisés pour cette fourniture, dont un deuxième exemplaire pourrait être demandé par la NASA d'ici à 2016* », explique Jean Blouvac, coordinateur des activités exploration au CNES. « *Le véhicule Orion, avec son module de service, pourra desservir la station ou être utilisé pour une mission lunaire ou vers un astéroïde à l'horizon 2020.* » Et de conclure: « *Outre ce programme, l'Europe a de nombreux travaux en phase d'avant-projet pour préparer le futur des activités d'exploration, robotique ou habitée. Rien n'est figé.* » ■

►► Installation du bouclier thermique sur le vaisseau spatial Orion de la NASA. The heatshield is installed on NASA's Orion spacecraft.

above all, this intelligent 20-tonne vehicle, designed chiefly by Airbus Defence and Space, docks automatically with the ISS with a precision of a few centimetres." In July, the ATV-5 Georges Lemaître is set to acquire new optical data during a 'fly-under' phase and as it approaches the station. Demonstrators of visible and infrared cameras and of a lidar—an optical radar—have been developed and installed for this purpose. A superb series of ATV missions will thus conclude with new experiments to complement its traditional resupply role. On 2 December, an ESA Council meeting at ministerial level will be held in Luxembourg, where launchers, the ISS and ESA's future will be on the agenda. "The United States has decided to extend ISS operations through to 2024. ESA's participation up to 2020 has been agreed in principle, but funding will have to be approved at this Council meeting," notes Fabienne Casoli.

**Beyond ATV**

The ATV is a huge engineering and international partnership success. Working for the ISS development and exploitation programmes led by ESA, Airbus Defence and Space and its European partners have designed and built a fantastic technological tool for Europe, operated flawlessly by CNES and serving as Europe's in-kind contribution to the station. For 2015-2020, NASA has agreed to take over the cargo resupply operations previously performed with the ATV. In return, Europe will supply NASA with a service module for its new Orion Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV). "The heritage of the ATV programme, notably its systems and flight logistics features, will be fully exploited for the service module and NASA may well request a second module between now and 2016," explains Jean Blouvac, coordinator of exploration activities at CNES. "The Orion capsule and its service module will be able to serve the station or be used for a lunar or asteroid mission in 2020. Besides this programme, Europe has many projects in the conceptual phase to prepare for future robotic or crewed exploration activities. Nothing is set in stone," he concludes. ■





## CENTRE DE CONTRÔLE L'ANGE GARDIEN DE L'ATV

Décembre 1998 : le Conseil de l'ESA décide d'attribuer au CNES le développement et les opérations du centre de contrôle de l'ATV, au titre de ses compétences dans les vols habités et les opérations satellites. L'ATV-CC est installé au Centre spatial de Toulouse, en interface avec les centres de contrôle de Moscou et de Houston.

**D**ix ans après avoir été mandaté par l'ESA, le CNES opère le premier lancement de l'ATV. Nous sommes alors en 2008. Une cinquantaine de personnes sont présentes dans la salle de contrôle, à Toulouse, pour prendre en charge la conduite et la coordination des moyens sollicités au sol lors des opérations. Quelques 400 ordinateurs tournent à plein régime. « Pendant toute la mission ATV (jusqu'à six mois), la Flight Control Team<sup>1</sup> assure un suivi vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours sur sept du

*véhicule* », explique Patrice Benarroche, chef de projet des opérations ATV au CNES au sein de la sous-direction Opérations. « Nous sommes montés en puissance depuis 2008. Au début, deux personnes étaient chargées de l'interface planning avec les centres de contrôle russe et américain. Aujourd'hui, elles sont douze. Nous avons la responsabilité du déroulement de toutes les opérations de l'ATV, du moment où le cargo se sépare du lanceur jusqu'à sa fin de vie, quand il se désintègre dans l'atmosphère : vol, amarrage, vie attaché à la station, services rendus à la station, désamarrage et rentrée. »

<sup>1</sup>Équipe du centre de contrôle.



**Patrice Benarroche**,  
chef de projet des opérations  
ATV au CNES.  
ATV operations project leader  
at CNES.

« AVEC L'ATV-1, NOUS PENSIONS  
POUVOIR RÉALISER LA MONTÉE,  
AU MIEUX, EN HUIT JOURS.  
AUJOURD'HUI, C'EST  
POSSIBLE EN CINQ JOURS. »

*"With the ATV-1, we reckoned we  
could reach the station in eight days  
at best. Today, we can do it in five."*

Le centre de contrôle ATV-CC mène des activités d'analyse de mission afin d'optimiser chaque nouveau lancement, et de réduire les coûts. Il doit respecter les contraintes formulées par le concepteur du véhicule et les partenaires de la Station spatiale internationale comme la sécurité, la valeur maximale des manœuvres, la mise en route des senseurs, qui doivent s'adapter à de multiples contraintes (éblouissement du Soleil, orientation des panneaux solaires, etc.) tout en minimisant la consommation d'ergols. « Avec l'ATV-1, nous pensions pouvoir réaliser la montée, au mieux, en huit jours. Aujourd'hui, c'est possible en cinq jours », se félicite Patrice Benarroche.

### Une vigilance de tous les instants

Qui dit prendre en charge la conduite et la coordination des moyens sol signifie calculer l'heure de lancement et définir des opportunités de rendez-vous avec l'ISS, analyser l'ensemble des manœuvres et optimiser les trajectoires (phasing, désorbitation et rentrée atmosphérique), évaluer les perfor-

#### CONTROL CENTRE

### The ATV's guardian angel

*In December 1998, the ESA Council tasked CNES with developing and operating the ATV Control Centre (ATV-CC) at its facility in Toulouse. This centre watches over the ATV with the control centres in Moscow and Houston.*

Ten years after receiving its mandate from ESA, CNES launched the first ATV in 2008. A 50-strong team at the Toulouse control centre coordinates all of the ground systems that come into play when operating the vehicle, with some 400 computers working flat out. *"The Flight Control Team monitors the ATV round the clock throughout the mission, which may last up to six months,"* explains Patrice Benarroche, ATV operations project leader at CNES's Operations sub-directorate. *"We have ramped up operations since 2008, when there were just two people coordinating scheduling with the Russian and U.S. control centres. Today, we have 12 people devoted to this task. We are responsible for all ATV operations from the moment it separates from the launcher up to its destructive re-entry, including operations during flight and docking, support operations during the time it stays berthed to the station, undocking and re-entry."*

The ATV-CC also conducts mission analysis to optimize each new launch and reduce costs. It has to work with the constraints imposed by the vehicle's designers and ISS partners with regard to safety, thrust levels during manoeuvres, the sensors' fields of view (which need to adapt to the Sun's glare),

the orientation of the station's solar panels and other factors, while all the time saving fuel. *"With the ATV-1, we reckoned we could reach the station in eight days at best. Today, we can do it in five,"* says Patrice Benarroche with satisfaction.

#### Keeping watch round the clock

Coordinating and operating the ATV's ground systems involves calculating the exact launch time and rendezvous windows with the ISS, analysing manoeuvres and optimizing trajectories during orbit phasing, de-orbiting and atmospheric re-entry, assessing navigation and orbit-determination performance with respect to the station, and even calculating the periods when it can communicate with Russian tracking stations and the Artemis and TDRS relay satellites. The ability to relay tracking data between satellites means that far fewer ground stations are needed.

CNES's spaceflight dynamics team is responsible for analysing generic aspects common to all flights, as well as specific mission analysis. As the ATV only flies automatically once it is within about 30 kilometres of the ISS, for the rest of the flight a 15-strong Flight Dynamics System team rotates round the clock to process GPS data, calculate orbit corrections and de-orbiting manoeuvres and then uplink them to the ATV until the end of the mission—a mission that will come to an end when the Georges Lemaître, the fifth and final ATV, burns up in the atmosphere over the Pacific Ocean next February. ■



1



2



3

1 Lancement du cargo à bord d'une Ariane 5 ES depuis Kourou. 2 L'ATV-CC prend en main le véhicule dès sa séparation d'avec le lanceur. Grâce aux panneaux solaires déployés, il établit les premières communications avec le véhicule. 3 Durant le phasing, son approche à proximité de la station est pilotée depuis Toulouse.

▶▶ Avant d'assurer une mission ATV, les futurs opérateurs intègrent au préalable l'ATV Training Academy (ATAC) durant plusieurs mois. Before working on an ATV mission, future operators prepare for several months at the ATV Training Academy (ATAC).



## FORMATION À L'ATAC

# Transmission de connaissances

« L'ATV-CC Training Academy a été créée en 2009, en raison, notamment, du turnover des collaborateurs entre deux vols (30 % jusqu'à l'ATV-3, puis 20 %, et aujourd'hui 10 %), explique le chef de projet des opérations ATV au CNES. Ce parcours de formation spécifique permet de profiter de l'expérience acquise sur les différentes missions. Le cursus est destiné aux nouveaux entrants et aux ingénieurs aux commandes du vaisseau cargo. Il comporte cours théoriques et simulations pratiques. » La formation débute par une session de *basic training* : une série de cours théoriques sur une quinzaine de demi-journées pour acquérir les bases et pouvoir dérouler des opérations : connaissance du système du véhicule, description des interfaces avec les partenaires russes et américains, fonctionnement des équipements du centre de contrôle. La formation est dispensée par les « anciens » et ciblée plus particulièrement sur le métier de chacun. Le second volet de la formation est consacré à de la simulation, pendant quatre mois, au rythme de deux entraînements par semaine. « Nous simulons des opérations réalistes au centre de contrôle avec un simulateur qui joue le rôle de l'ATV et de l'ISS. Nous imaginons des anomalies, des problèmes (perte de communication, incendie à bord de la station, panneau solaire défectueux, manœuvre d'évitement de débris, etc. Nous préparons ainsi les équipes à réagir vite, à acquérir des réflexes et à travailler en synergie. Nous appliquons le principe Learning by doing. Cet entraînement prépare efficacement les opérateurs de l'ATV-CC », affirme Patrice Benarroche.

### ATAC

## Sustaining know-how and expertise

“The ATV-CC Training Academy (ATAC) was formed in 2009, in particular as a result of the turnover of team members between flights (30% up to the ATV-3, then reduced to 20% and today 10%),” explains Patrice Benarroche. “This custom training academy draws on the lessons learned from previous missions. Its curriculum is aimed at new hires and engineers controlling the cargo ship and covers theory and practical simulations.” Training begins with a session on theory over 15 half-days to learn the basics of the vehicle's system, the interfaces with the Russian and U.S. partners, and the control centre's systems. Sessions are led by 'old hands' and targeted specifically at each participant's job. The second part of the training lasts four months, focusing on simulations conducted twice a week. “We run realistic operations at the control centre with a simulator in the roles of the ATV and ISS. We inject anomalies and hitches—loss of communication, a fire on board the station, a defective solar panel, a debris avoidance manoeuvre, etc.—and prepare teams to react quickly, to acquire the right reflexes and to foster synergies. We apply a 'learning-by-doing' approach to get the ATV-CC's operators up to speed,” affirms Patrice Benarroche.



4 Pour le rendez-vous automatisé, les derniers kilomètres sont sous surveillance permanente de l'ATV-CC. 5 L'amarrage est réalisé avec une précision centimétrique, alors que le cargo et la station se déplacent à 28 000 km/h. 6 Une fois amarré (relié aux plans mécanique, informatique, électrique et hydraulique), le cargo devient un module à part entière de la station.

mances de restitution d'orbite et de navigation en fonction de la station, voire calculer des événements orbitaux comme les périodes de communication via les stations de poursuite russes et les satellites relais Artemis et TDRS. La capacité de relayer les données d'un satellite à un autre satellite permet de s'affranchir de beaucoup de stations au sol. L'équipe de mécanique spatiale du CNES prend en charge, quant à elle, l'analyse de mission générique (commune à tous les vols) et spécifique (pour un vol donné) du programme. L'ATV n'étant autonome qu'à environ 30 kilomètres de l'ISS, une équipe (*Flight Dynamics System*) d'une quinzaine de personnes se relaye vingt-quatre heures sur vingt-quatre. Elle est chargée des opérations de traitement des mesures GPS, du calcul de correction d'orbite et de celui des manœuvres de désorbitation, qui seront téléchargées depuis le sol jusqu'à la fin de la mission. Une dernière mission qui prendra fin dans l'atmosphère au-dessus du Pacifique en février 2015, au moment de la désintégration de Georges-Lemaître, le dernier des cinq ATV. ■

- 1 The cargo carrier is launched atop an Ariane 5 ES from Kourou.
- 2 The ATV-CC takes control of the vehicle after separation from the launcher. The ATV's solar panels are then deployed to establish the first communications.
- 3 During orbit phasing, proximity station-approach operations are controlled from Toulouse.
- 4 The ATV-CC constantly monitors the final kilometres for the automatic phase of the rendezvous.
- 5 The ATV docks to the station with centimetre precision as they both fly at 28,000 km/h.
- 6 Once mechanically attached to the station, with all its computer, electrical and hydraulic systems hooked up, the ATV is a fully-fledged module of the ISS.
- 7 At the end of its mission, the ATV is guided by the control centre towards an uninhabited zone over the Pacific Ocean, where it burns up in the atmosphere 48 hours after undocking.



7

7 En fin de mission, l'ATV est guidé par le centre de contrôle vers une zone inhabitée du Pacifique Sud, au-dessus de laquelle il se désintègre dans l'atmosphère, quarante-huit heures après son désamarrage.

## TRANSPORT SPATIAL

# LA SAGA ATV

En attendant le dernier transfert ATV-5, retour sur les péripéties des quatre vaisseaux cargos qui ont mobilisé une centaine de personnes au CNES pendant quelques années. Patrice Benarroche, chef de projet ATV, raconte.

### SPACE TRANSPORTATION **The ATV adventure**

*As the fifth and final flight of the ATV beckons, we look back at the achievements of the four previous cargo carriers that have kept some 100 people at CNES busy these past few years. ATV project leader Patrice Benarroche recounts.*



## ATV-1 JULES-VERNE

**P**remière. C'était le 9 mars 2008. Une version spéciale d'Ariane 5 met en orbite le premier ATV, Jules-Verne. Le centre de contrôle l'amarré à l'ISS après quatre semaines de manœuvres d'approche et de tests. Seule la Russie était parvenue à effectuer un amarrage partiellement automatisé dans l'espace. « *Ce fut un succès, mais l'opération fut difficile. Les Américains et les Russes cumulaient cinquante ans d'expérience en matière de vols habités, et nous avons dû très rapidement nous mettre à niveau. Après ce premier vol, nous avons dû changer tout le parc informatique du centre de contrôle, qui avait plus d'une décennie. Aujourd'hui, il compte quelque 400 ordinateurs connectés avec Houston, Moscou et Kourou. Nous avons aussi décidé de mettre en place, dès 2009, un parcours de formation spécifique destiné aux ingénieurs aux commandes du vaisseau cargo, avec l'ATAC, pour l'ATV-CC Training Academy.* »

9 March 2008, a specially adapted Ariane 5 sends aloft the first ATV, called Jules Verne. The control centre then docks it to the ISS after four weeks of approach manoeuvres and tests. Only Russia has accomplished a partially automated docking in space before. "We succeeded, but not without a struggle. The U.S. and Russia had 50 years of experience between them in human spaceflight, so we had to up our game very quickly. After this first flight, we had to change our entire installed base of computers at the control centre, which was over a decade old. Today, it has some 400 computers connected to Houston, Moscow and Kourou. We also decided in 2009 to establish the ATV-CC Training Academy (ATAC) with a dedicated training programme for engineers piloting the cargo carrier."



## ATV-2 JOHANNES-KEPLER

**L**e 15 février 2011, l'ATV-2 Johannes-Kepler s'envole de Guyane pour rejoindre la station huit jours plus tard. Le CNES a reconfiguré le centre de contrôle de Toulouse pour s'adapter aux nouveaux usages de cette mission. « *Le trafic vers l'ISS était très intense pendant la phase attachée. Nous avons dû effectuer plusieurs boosts (supports propulsifs) afin de donner à la station l'attitude optimale pour recevoir d'autres véhicules visiteurs. Nous avons aussi travaillé sur la gestion du cargo, car, dans l'espace, il est*

impossible de peser la marchandise. Une fois l'ATV vidé, il est rempli de déchets qui brûleront dans l'atmosphère lors de sa rentrée. Il faut donc gérer son centre de gravité en répartissant au mieux les charges pour ne pas déséquilibrer le vaisseau cargo. »

15 February 2011, the ATV-2 Johannes Kepler soars skyward from French Guiana, reaching the ISS eight days later. CNES has by now reconfigured the Toulouse control centre to meet new mission requirements. "There was a lot of traffic to the ISS while the ATV was berthed there. We had to boost the station's altitude several times to put it in an optimal configuration for other visiting vehicles to dock. We also worked on managing the cargo, because you can't weigh anything in space. Once the ATV has been emptied, it is filled with waste that burns up with the vehicle on re-entry. We therefore have to get the weight distribution and centre of gravity right."



## ATV-3 EDOARDO-AMALDI

Pour ce vol, le délai entre deux lancements s'est réduit à un an. Les campagnes d'entraînement et de préparation de mission se sont resserrées davantage. Le 23 mars 2012, c'est donc au tour de l'ATV-3 d'assurer la relève et de s'amarrer dans un délai court, de six jours, à la station. Le vaisseau a rehaussé la station neuf fois et lui a fait atteindre l'altitude record de 427 kilomètres. En raison notamment des débris, la station a été déviée à plusieurs reprises. Il a donc fallu modifier la séquence opérationnelle en discussion avec les Russes et les Américains.

For the ATV's third flight, the turnaround time between launches is shortened to a year and training and mission planning schedules are tightened. On 23 March 2012, the ATV-3 lifts off and docks to the ISS only six days later. During its stay, it reboosts the station's orbit nine times, taking it to a record altitude of 427 kilometres. The station is also moved several times, mainly to avoid orbital debris. This means the operations sequence has to be altered with the Russians and Americans.



## ATV-4 ALBERT-EINSTEIN

Le 5 juin 2013, l'ATV-4 Albert-Einstein est parti pour son rendez-vous avec la station pour lui livrer un fret sec de 2485 kg. À ce moment-là, l'angle d'incidence du Soleil par rapport au plan d'orbite a été particulièrement important (70°). Avec l'ATV « éclairé » en permanence, les équipes de l'ATV-CC ont dû réaménager la totalité de la séquence d'activité entre l'injection et l'amarrage. Le 15 juin, les opérateurs du centre de contrôle ont réalisé un rendez-vous et un amarrage d'une précision jamais atteinte par les précédentes missions. Ce rendez-vous restera une prouesse inédite et remarquable.

5 June 2013, the ATV-4 Albert Einstein embarks on its mission to ferry 2,485 kilograms of dry cargo to the ISS. At the time, the Sun's angle of incidence to the orbital plane is especially high at 70°. With the ATV permanently 'illuminated' as a result, the ATV-CC teams have to completely re-work the sequence of operations from orbit injection to docking. On 15 June, the control centre's operators accomplish a rendezvous and docking of unprecedented precision.

## ATV-CC

# AU CENTRE DU DISPOSITIF

L'ATV-CC a conduit les opérations de quatre véhicules. Le 5<sup>e</sup>, et dernier, doit rejoindre la Station spatiale internationale au cours de l'été 2014. Il est au cœur d'un dispositif extrêmement complexe, en lien permanent avec une cinquantaine de colocataires, tous à son service.

**A**Toulouse, il n'y a pas un centre de contrôle, mais trois : le centre de contrôle nominal, le centre de secours et une plateforme de tests, qui assurent les opérations des missions de l'ATV. Le centre de contrôle nominal peut accueillir 50 personnes. En interface avec les centres de contrôle de Moscou et de Houston, il est chargé de la conduite des opérations de l'ATV et de la coordination de l'ensemble des moyens sol développés spécifiquement pour ces opérations. Le centre de secours, dit de contrôle back-up, a les mêmes fonctions, mais à une plus petite échelle. Vingt personnes peuvent y travailler et reprendre les opérations en cas de catastrophe dans le centre de contrôle nominal. Quant à la plateforme, elle permet de faire des tests sur de nouvelles versions de logiciel parallèlement aux opérations.

Au cours des phases clés de la mission, des représentants de la NASA et du Tsoup, centre de contrôle russe, siègent au premier rang de la salle de contrôle. Dans le centre, il y a environ une dizaine de sous-systèmes qui ont des fonctions très différentes les unes des autres, nécessitant des équipes dédiées. La salle *Flight Dynamics* accueille les ingénieurs en mécanique spatiale, qui effectuent les calculs d'orbitographie nécessaires aux manœuvres de l'ATV. La salle des experts véhicules (*Engineering Support Room*) est occupée par des spécialistes d'*Airbus Defense and Space* et de l'ESA, qui apportent leur support et leur connaissance du vaisseau cargo afin d'aider à la prise de décision tout au long de la mission, ainsi que par un spécialiste de la sécurité de l'équipage de la station. La salle de contrôle principale rassemble plusieurs équipes opérationnelles : les équipes véhicule, responsables de la surveillance du comportement de l'ATV, avec le *Spacecraft Commander*, chargé de l'envoi des télécommandes à l'ATV, le *Mission Director* de l'ESA avec, à ses côtés, les *Flight Directors* du CNES, véritables chefs d'orchestre des opérations, l'*ATV Interface*



ATV-CC

## The linchpin of operations

*The ATV-CC has conducted operations for four vehicles and the fifth and last ATV is set to fly to the ISS this summer. The control centre is at the heart of an extremely complex set-up in permanent contact with 50 other co-workers.*

There are in fact three ATV control centres in Toulouse: a nominal centre, a back-up centre and a test platform, together conducting mission operations. The nominal control centre can accommodate 50 people. Interfacing with the Moscow and Houston control centres, it is responsible for conducting ATV operations and coordinating ground systems. The back-up centre replicates the same functions, only on a smaller scale, as 20 people can work there to restore ATV operations in the event of a catastrophic failure in the nominal control centre. The platform serves to test out new versions of software without interrupting operations.

During key phases of the mission, representatives from NASA and the Russian TsUP flight control centre are in the first row of seats in the control room. The centre has 10 subsystems performing very different functions operated by dedicated teams. The **Flight Control Team**: équipe du centre de contrôle. **Flight Dynamics System**: moyens mécanique spatiale. **Salle Flight Dynamic**: salle de mécanique spatiale. **Spacecraft Commander**: contrôleur. **Flight Director**: directeur de vol. **ATV Interface Officer**: interface avec les partenaires. **Ground Controller**: ingénieur sol. **OPS Manager**: responsable des opérations. The main control room accommodates several operations teams: the vehicle teams monitoring the ATV's behaviour and the Spacecraft Commander responsible for uploading commands to the ATV; the ESA Mission Director, flanked by the CNES Flight Directors who orchestrate operations; and the ATV Interface Officer and Ops Manager, who coordinate operations. Lastly, Ground Controllers keep the ground systems running smoothly and interface with teams at NASA in Houston, at the Moscow control centre and at the Guiana Space Centre for ATV launches. ■



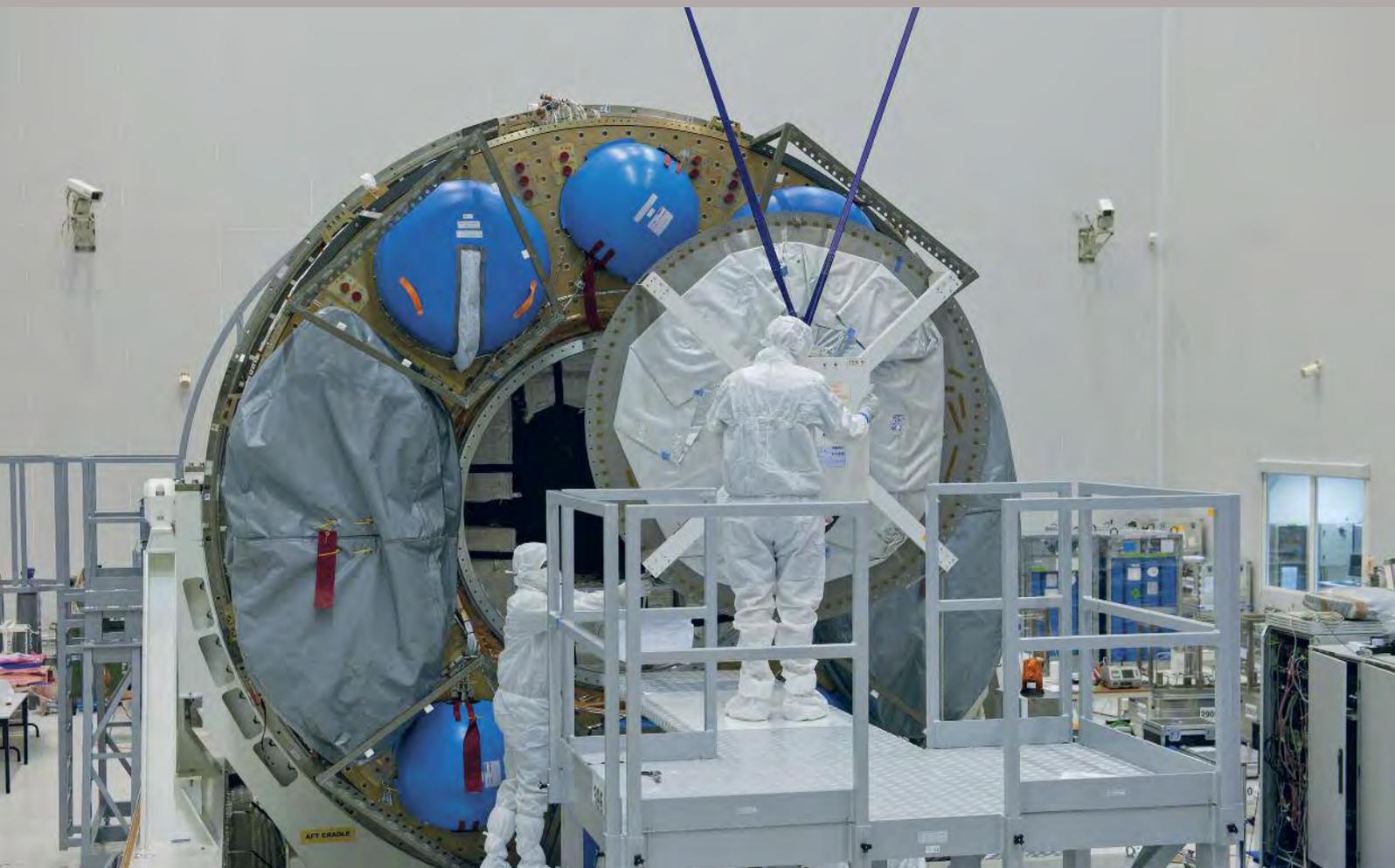
▲▲ Le centre de contrôle installé au CNES Toulouse a été développé spécifiquement pour l'ATV. The control centre at CNES's facility in Toulouse was developed specifically for the ATV.

◀◀ Les spationautes André Kuipers et Oleg Kononenko surveillent l'approche et l'amarrage de l'ATV-3 depuis le module russe Zvezda. Astronauts André Kuipers and Oleg Kononenko monitor the approach and docking of the ATV-3 from the Russian Zvezda module.

*Officer et l'OPS Manager, chargés de la coordination des opérations. On y croise aussi les Ground Controllers, l'équipe sol, qui veillent au bon fonctionnement de l'ensemble des moyens sol et qui assurent l'interface avec les équipes de la NASA, à Houston, du centre de contrôle de Moscou, et avec le Centre spatial guyanais au moment du lancement. Six mois de connexions très live... ■*

### Lexique

**Flight Control Team**: équipe du centre de contrôle.  
**Flight Dynamics System**: moyens mécanique spatiale.  
**Salle Flight Dynamic**: salle de mécanique spatiale.  
**Spacecraft Commander**: contrôleur.  
**Flight Director**: directeur de vol.  
**ATV Interface Officer**: interface avec les partenaires.  
**Ground Controller**: ingénieur sol.  
**OPS Manager**: responsable des opérations.



▲▲  
Fermeture des portes de l'ATV-5 Georges-Lemaître. The ATV-5 Georges Lemaître's doors are closed.

## L'ATV-5

# UN MODÈLE POUR LA FIN DE L'ISS

C'est la fin du programme. Le 26 juillet 2014, l'ATV-5 Georges-Lemaître s'envolera de Kourou vers l'ISS. Le 12 août, il sera à son rendez-vous, à 400 km de la Terre, et amarré pour près de six mois. Cette dernière mission est à plus d'un d'un titre exceptionnelle.

« **A**ctuellement, nous réalisons les dernières simulations d'entraînement. La préparation à ce lancement a débuté en novembre 2013. Nous sommes de mieux en mieux rodés. Seuls 10 % des effectifs ont été renouvelés après l'ATV-4, et, grâce à l'ATV Training Academy, la transmission des connaissances est assurée », assure Patrice Benarroche, du CNES. À partir du 25 juin, juste un mois avant le lancement depuis Kourou, le centre de contrôle principal, à Toulouse, est en pleine opération. « Dès le vol de l'ATV-4, nous avons travaillé sur la préparation de ce dernier transfert. Mais il y a toujours un pincement au cœur en phase finale d'un programme. Il faut aussi maintenir la motivation des équipes », reconnaît le chef de projet. Depuis le centre de contrôle, à Toulouse, plu-

sieurs opérations seront réalisées. La première phase sera, bien sûr, celle du lancement du cargo à bord d'une Ariane 5 ES depuis Kourou, jusqu'à l'injection. Au bout d'une heure et quart de vol, après avoir atteint l'orbite circulaire à 260 km d'altitude, l'ATV-5 volera de ses propres ailes, ses panneaux solaires déployés, et les satellites TDRS installeront les premières communications avec l'ATV-CC.

### Première mondiale: une rentrée à plat

Puis les équipes du CNES entreront dans la phase d'opérations de « phasage », ou comment atteindre le rendez-vous de la manière optimale. L'ATV et la station se déplaçant à la vitesse de 28 000 km/h, ces manœuvres sont particulièrement délicates. L'ATV-5 servira à tester deux

## OPÉRATION LIRIS

# Pour les cibles non coopératives

« **P**our cet ultime rendez-vous avec l'ISS, nous avons pour mission de tester des nouveaux radars de l'ESA conçus pour joindre une cible non coopérative comme, par exemple, un débris ou un astéroïde », explique Isabelle Escanes, responsable des opérations *Flight Director* au CNES. Il s'agit d'un lidar (radar optique) et de trois caméras (visible et infrarouge) qui vont enregistrer des données importantes sur la phase d'approche (position, vitesse, attitude). « La mise en route de ces équipements va multiplier les opérations au sein du centre de contrôle ATV-CC, à Toulouse », souligne Véronique Tyrou, responsable de la dynamique du vol. Dans un premier temps, le lidar étant capable de récupérer des données à courte mais aussi longue distance, la décision a été prise de modifier la trajectoire de l'ATV et de procéder à une manœuvre « *fly under* » pendant le phasage vers la station. Le vaisseau cargo passera donc à 5 km au-dessous de l'ISS. Puis, en cours de rendez-vous, lorsque l'ATV sera positionné à 3,5 km de l'ISS, son attitude sera modifiée pour faire face à la station, afin d'enregistrer les données qui permettront d'analyser les performances des caméras et du lidar. « Du point de vue opérationnel, cette mission n'est pas exceptionnelle. En revanche, l'ATV va participer grandement à l'amélioration des systèmes de guidage, navigation et contrôle (GNC) des nouveaux engins spatiaux européens conçus pour rejoindre une cible non coopérative », insiste Isabelle Escanes. ■

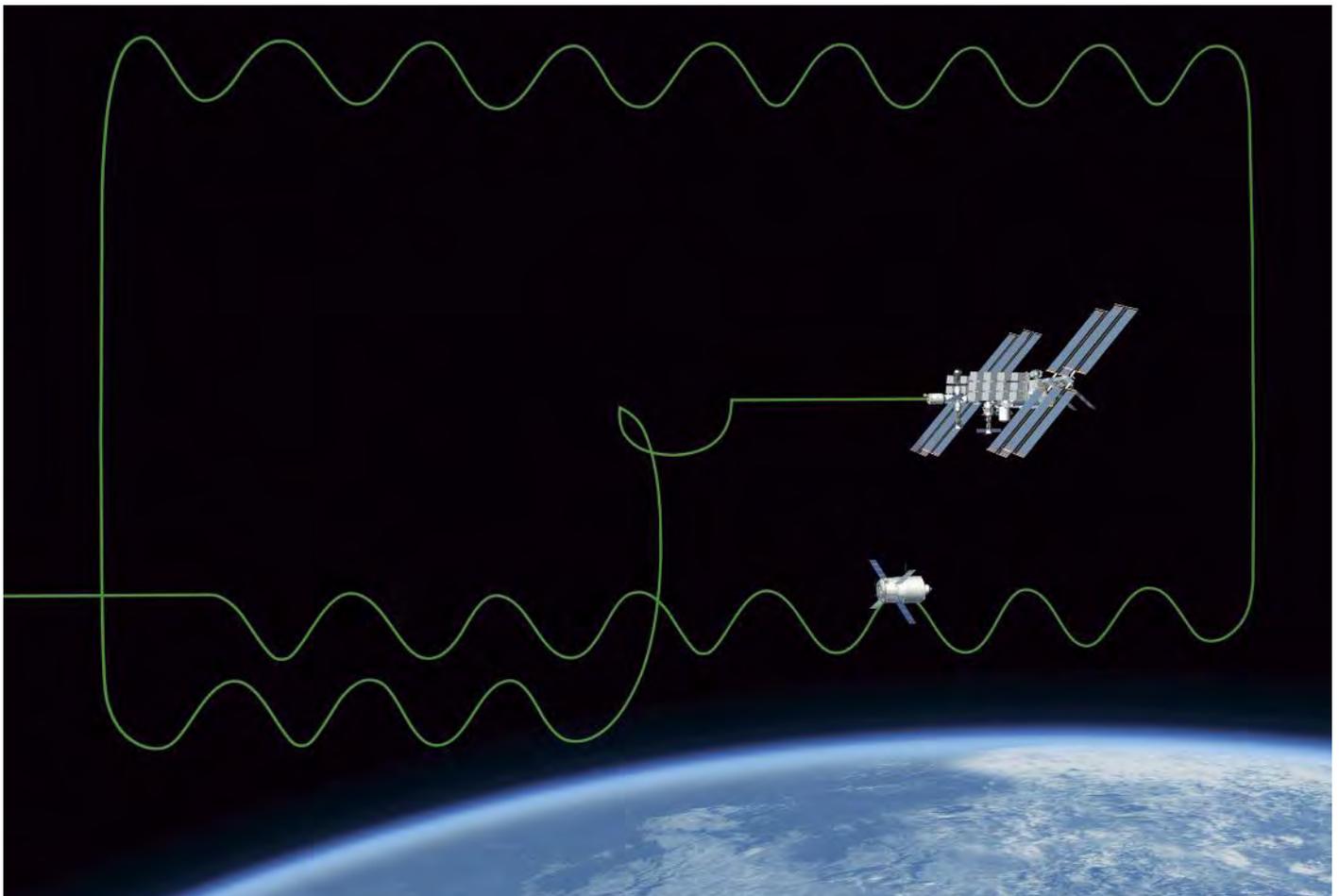
### OPERATION LIRIS

## Targeting non-cooperative targets

“For this final rendezvous with the ISS, our mission is to test new ESA radars designed to intercept a non-cooperative target like a debris object or asteroid,” explains Isabelle Escanes, Flight Director at CNES. The radar in question is in fact a lidar—an optical radar—in combination with three visible and infrared cameras recording important positional, speed and attitude data during the approach phase.

“Starting up these systems will keep operators busy at the ATV-CC control centre in Toulouse,” notes Véronique Tyrou, in charge of flight dynamics. As the lidar is able to retrieve data at both short and long range, it was decided to alter the ATV's initial trajectory and perform a ‘fly-under’ manoeuvre during the orbit phasing stage of the flight, when the cargo carrier will fly five kilometres underneath the ISS. Once the ATV is within three and a half kilometres, it will be pointed at the station to record data and analyse the performance of the cameras and the lidar. “From an operations standpoint, there's nothing exceptional about this mission. But the ATV will greatly help to improve guidance, navigation and control (GNC) systems for future European spacecraft designed to intercept non-cooperative targets,” asserts Isabelle Escanes. ■

Manœuvre « *fly under* » : pendant le phasage, l'ATV va passer à 5 km au-dessous de la station. ‘Fly-under’ manoeuvre during which the ATV will fly 5 km beneath the station.



►  
Photo de désintégration d'un ATV lors de son entrée dans l'atmosphère prise depuis l'ISS.  
Photo of an ATV burning up on re-entry, taken from the ISS.



« LES PROCÉ-  
DURES ET  
MODES DE FONC-  
TIONNEMENT DE  
L'ATV-CC SERONT  
PRÉCIEUSEMENT  
STOCKÉS POUR  
ÊTRE RÉUTILISÉS  
DANS DE NOU-  
VEAUX PROJETS  
NÉCESSITANT  
UN CENTRE DE  
CONTRÔLE.



“ *Operating modes and procedures at the ATV-CC control centre will be carefully stored, ready to be re-used for any new projects requiring a future control centre.* ”

nouveaux capteurs scientifiques européens quand le véhicule sera en chemin vers l'ISS. Une manœuvre « *fly under* » sera également réalisée depuis Toulouse (cf. encadré p 45). Quelques jours après ce *fly-under*, le rendez-vous proprement dit aura lieu. La première partie est réalisée grâce à une localisation GPS, les derniers 250 mètres de l'approche jusqu'à la station seront parcourus grâce à deux systèmes de mesure vidéo haute précision, qui permettront un amarrage avec une précision centimétrique. Une fois amarré, l'ATV deviendra un module à part entière de la station. « *Au cours de la mission, le vaisseau cargo est régulièrement utilisé pour rehausser l'orbite de la station ou mis à contribution pour des manœuvres d'évitement de débris spatiaux ou de correction d'attitude de la station afin d'économiser ses propres moteurs* », précise Patrice Benarroche. Six mois plus tard, le centre de contrôle guidera l'ATV-5 vers une zone inhabitée du Pacifique Sud au-dessus de laquelle il se désintégrera dans l'atmosphère, mais, cette fois-ci, dans des conditions différentes des précédents vaisseaux cargos.

« *Ce sera une première mondiale ! L'ATV va effectuer son retour dans des conditions très particulières, pour préparer la future rentrée de la station (à l'horizon 2024). L'ATV ayant une géométrie similaire, la NASA nous a demandé de rentrer avec les contraintes de l'ISS, donc de procéder à une rentrée à plat.* » Après cette ultime phase, qui devrait avoir lieu en février 2015, le CNES procédera à l'archivage des données. « *L'ensemble du fonctionnement interne des 5 ATV sera archivé et transmis à l'ESA. Les procédures et les modes de fonctionnement du centre de contrôle seront aussi précieusement stockés afin de pouvoir les réutiliser dans le cadre de nouveaux projets nécessitant la construction d'un centre de contrôle* », conclut le chef de projet. ■

## PREMIÈRE MONDIALE

# L'ATV-5 PRÉPARE LE TERRAIN À L'ISS

**A** fin de préparer la rentrée de l'ISS, programmée pour 2024, la NASA a demandé au Centre spatial de Toulouse de procéder à une rentrée de l'ATV-5 similaire à celle de la station. « *Le vaisseau cargo est le véhicule qui, de façon homothétique, ressemble le plus à la station, avec ses quatre panneaux solaires et sa forme cylindrique. L'ATV-5 étant le dernier vol du programme, la fin de mission de ce dernier vaisseau cargo constitue une opportunité unique de test de ce type de rentrée. Le CNES a une grande expérience des rentrées atmosphériques depuis la station russe MIR, dans les années 1990* », explique Laurent Francillout, directeur de vol. Il s'agit de procéder à une rentrée avec un angle d'incidence plus faible à l'entrée dans l'atmosphère, proche des conditions de rentrée de l'ISS, qui ne disposera que des petits moteurs des Progress russes pour faire descendre la station. « *Jusqu'à maintenant, l'ATV a toujours réalisé une rentrée atmosphérique abrupte. En commandant une rentrée "à plat", le vaisseau cargo passera plus de temps dans les couches très hautes de l'atmosphère et nous fournira des données précieuses pour la connaissance de ce type de rentrée* », précise Sylvain Delattre, responsable de l'équipe mécanique spatiale. L'ATV aura à bord deux instruments de haute précision pour analyser des paramètres tels que la position, la vitesse, la pression et la température du véhicule au moment de la destruction. La rentrée sera filmée par les astronautes et sera également observée depuis la Terre, à l'aide du télescope de la station d'Awarua, en Nouvelle-Zélande. ■



Notre playlist vidéo sur les missions ATV.  
See our ATV mission video playlist at  
[http://www.dailymotion.com/playlist/xmxwm\\_CNES\\_atv/l#video=x1lgh81](http://www.dailymotion.com/playlist/xmxwm_CNES_atv/l#video=x1lgh81)

**WORLD FIRST****ATV-5 points way for ISS**

To pave the way for the re-entry of the ISS, scheduled in 2024, NASA asked the Toulouse Space Centre to fly the ATV-5 on a re-entry trajectory similar to what the station will have to perform. "The cargo carrier is the spacecraft that homothetically most resembles the ISS with its four solar panels and cylindrical shape. As the ATV-5 is the last mission in the programme, we have a unique opportunity to test out this kind of re-entry. And of course CNES has acquired extensive experience with atmospheric re-entries since the Russian Mir space station in the 1990s," explains Flight Director Laurent Francillout. The ATV will re-enter the atmosphere at a flat angle similar to what the ISS will have to fly, since it will only be able to rely on the Russian Progress spacecraft's small thrusters to lower its orbit. "Up to now, the ATV has always flown a steep re-entry path," says Sylvain Delattre, who leads the spaceflight dynamics team. "By flying a 'flat' re-entry, it will stay longer in the upper layers of the atmosphere and give us precious data to improve our understanding of this kind of re-entry." The ATV will be carrying two high-precision instruments to analyse a range of parameters including the vehicle's position, speed, pressure and temperature during the destructive re-entry, which will be filmed by the ISS crew and also observed from Earth through the telescope at the Awarua tracking station in New Zealand. ■

L'ATV-4 Albert-Einstein en approche.  
The ATV-4 Albert Einstein during approach.

**ATV-5****Replicating end-of-life re-entry for the ISS**

*On 26 July, the ATV-5 Georges Lemaître will set off from Kourou for the ISS and reach the station on 12 August where it will remain berthed for six months 400 kilometres above Earth—a final mission exceptional in more ways than one.*

*"We're currently running through the final training simulations. Preparations for this flight began last November and we're in really good shape. Only 10% of the teams were changed after the ATV-4 mission and the ATV Training Academy is sustaining and passing on our engineers' know-how,"* says CNES's Patrice Benarroche. One month before the launch from Kourou, the main control centre in Toulouse was already operating at full tilt. "We began working on this last flight during the ATV-4 mission, but the final phase of a programme like this is always quite emotional. It's also important to keep teams motivated," admits the project leader. Several operations will be performed from the control centre. The first will of course be the ATV's launch atop an Ariane 5 ES from Kourou, followed by orbit injection. After circularizing its orbit one and a quarter hours into the flight, the ATV-5 will fly under its own power with its solar panels deployed and the TDRS satellites will establish the first communications with the ATV-CC.

**Shallow re-entry a world first**

CNES teams will then begin the delicate phasing operations to set up the ATV's rendezvous with the station as they both fly at

a speed of 28,000 kilometres per hour. The ATV-5 will test two new European scientific sensors en route to the ISS. A 'fly-under' manoeuvre will also be staged from Toulouse (see article p 45).

The rendezvous with the station will take place a few days after the fly-under. The first part of the manoeuvre will be performed by GPS, then the ATV will fly the last 250 metres to the station using two high-precision video-measurement systems to dock with centimetre precision. Once docked, the ATV will operate as a module of the ISS. "The cargo carrier regularly reboosts the station's orbit during the mission and is used for debris-avoidance or attitude-correction manoeuvres to save fuel," says Patrice Benarroche. Six months later, the control centre will guide the ATV-5 towards a destructive re-entry over an uninhabited region of the South Pacific, only this time it will be a re-entry with a difference. "It will be a world first! As the ATV's geometry is similar to the station's, NASA asked us to fly the re-entry at the same shallow angle as the station will at the end of its life in 2024," explains Patrice Benarroche. After this final phase of the mission set for February 2015, CNES will focus on data archiving. "Every detail of operations on board the five ATVs will be archived and transmitted to ESA. Operating modes and procedures at the ATV-CC control centre will also be carefully stored, ready to be re-used for any new projects requiring the construction of a future control centre," he concludes. ■



## RÉGULATION

# Le thon rouge, le pêcheur et la balise

Méditerranée, Atlantique Est, état des stocks, surpêche, scientifiques, pêcheurs, ONG, spatial, espèces menacées, prix de vente record..., mais de quoi parle-t-on ? Ou, plutôt, de qui parle-t-on ? Du thon rouge, caractérisé par la couleur de sa chair, sa fermeté et, bien sûr, sa saveur ! Effervescence au port de Sète : les pêcheurs se préparent à partir pour un mois, du 26 mai au 24 juin, pas un jour de plus. Avec, pour chacun, un quota bien précis de poissons. Le spatial est aussi de la pêche : les balises Argos équipent non seulement tous les bateaux, mais également quelques spécimens, afin d'aider les scientifiques à mieux connaître leur environnement et leurs migrations.

**T**rès prisé, le thon rouge d'Atlantique (*Thunnus thynnus*) est une espèce mystérieuse qui vit au rythme de migrations saisonnières et dont la cote ne cesse de grimper. Nourri dans les régions froides de l'Atlantique Nord-Est, il vient se reproduire dans les régions plus chaudes, notamment en Méditerranée et dans le golfe du Mexique. Pratiquée déjà par les civilisations phéniciennes et romaines, sa pêche remonte au néolithique.

En Méditerranée, le thon rouge est pêché soit à la madrague (filets côtiers fixes utilisés depuis la plus haute antiquité), soit à la ligne. Au début des années 1960, l'utilisation de la senne fait son apparition et devient le principal moyen de pêche pour la France, l'Italie et la Croatie. À partir des années 1980, la pêche au thon rouge progresse et s'étend à l'Espagne, à la Turquie, à la Tunisie... Filet circulaire de 200 à plus de 1 500 mètres de longueur et de 30 à 200 mètres de profondeur, la senne est déployée par les

### REGULATIONS

## Bluefin tuna, fishermen and transmitters

*What do the Mediterranean, eastern Atlantic, fish stocks, overfishing, scientists, fishermen, NGOs, space, threatened species and record prices make you think of? Bluefin tuna of course, with their characteristic firm red meat, renowned for its full flavour. The port of Sète is bustling with activity as its tuna fishermen ready for their one month's allocated fishing. They have from 26 May to 24 June to land their catches, not a day more, and each has a precise quota of fish. Space systems will be along for the ride, with Argos transmitters on both the fishing boats and*

*some of the tuna themselves, to shed light on their environment and migration patterns.*

The increasingly popular Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) is a species wrapped in mystery that lives to the rhythm of seasonal migrations. After feeding in the cold regions of the North-East Atlantic, it migrates to warmer areas to breed, particularly the Mediterranean Sea and Gulf of Mexico. Fished since Neolithic times, bluefin tuna are documented to have been the prey of Phoenician and Roman fishermen. In the Mediterranean, bluefin tuna are fished either with traditional tunny nets attached to the coastline since ancient times or with a hook and line. In the

early 1960s, seine fishing emerged, becoming the main means of fishing for France, Italy and Croatia. From the 1980s, bluefin tuna fishing increased, spreading to Spain, Turkey and Tunisia. The purse seine is a circular net with a perimeter of 200 to over 1,500 metres. Its weighted bottom edge sinks to between 30 and 200 metres below the surface. It is used by seiners to surround and trap a whole tuna school. A purse-line closes the bottom of the net, which is raised out of the water by powerful winches known as a power block. The tuna thus fished help supply the voracious Asian and above all Japanese market, a major consumer of its thick, flavoursome meat. During this period of abundance, France,



bateaux senneurs autour d'un banc de thons pour l'encercler et le capturer. Fermé par le fond, le filet est ramené au bateau par de puissants treuils. Les thons ainsi capturés vont, entre autres, alimenter la voracité du marché asiatique et surtout japonais, grand consommateur de leur chair épaisse et savoureuse. Durant cette période faste, la France, l'Espagne et l'Italie ont développé leur pêcherie. Face à la profusion de navires, la mise en place d'une réglementation internationale fut laborieuse. Aujourd'hui encore, plusieurs intérêts contradictoires sont à prendre en compte : la pêche et sa capacité à faire vivre des centaines de personnes, la protection de l'environnement, et les nouveaux modes culinaires (dont l'explosion des bars à sushis partout dans le monde). Dans les années 2000, scientifiques et ONG ont alors tiré la sonnette d'alarme. Le stock de thons rouges s'épuisait. En 2007, un plan de reconstitution des stocks a enfin été arrêté par la

Scène courante de pêche avec des bateaux senneurs. All in a day's work for purse seine fishing vessels.



Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (Cicta), qui espère atteindre, en 2022, le rendement durable maximal.

### Les thoniers senneurs équipés de balises Argos

CLS, filiale du CNES et de l'Ifremer, a été sélectionnée par la Cicta pour la mise en place d'un centre de surveillance des navires de pêche au thon rouge dans l'Atlantique Est et en Méditerranée. Le Centre de suivi des pêches reçoit tous les messages récoltés par les différents centres de surveillance : Communauté européenne, Chine, Algérie, Croatie, Islande, Japon, Corée, Libye, Maroc, Norvège, Turquie, Syrie, Tunisie, etc. Ces données (localisation du bateau, nom du bateau) sont transmises par des balises installées sur les navires concernés. Dans le port de Sète, grand port de pêche au thon rouge de la Méditerranée, Bertrand Wendling, directeur général de la Société coopérative maritime des pêcheurs de Sète môle (Sa. Tho. An.), reconnue par l'Union européenne comme organisation de producteurs, confirme bien que « les thoniers senneurs sont équipés de balises Argos ainsi que d'un système de télécommunication par satellite transmettant en temps réel les données de capture ».

### Une pêche réglementée sous haute surveillance

En 2014, le quota de thon rouge pour la France a été fixé à 2470 tonnes. La coopérative de Sète, qui regroupe une cinquantaine d'adhérents dont les bateaux vont de 7 à 45 mètres, a pour sa part un quota de 1238 tonnes (le reste se répartissant notamment entre Agde, le Grau-du-Roi et Marseille). Bertrand Wendling se souvient de moments douloureux pour les pêcheurs : « Les quotas sont passés, pour la zone Atlantique Est et la zone Méditerranée, de 30 000 tonnes, en 2007-2008, à 12 900 tonnes en 2014 ! Les thoniers senneurs

Spain and Italy developed their fisheries. With such a huge fishing fleet, drawing up and enacting international regulations proved a laborious process. Even today, contradictory interests need to be taken into consideration: fishing, and its capacity to create jobs, environmental protection and new culinary fashions (including the huge numbers of sushi bars opening all over the world). In the 2000s, scientists and NGOs issued a wake-up call. Bluefin tuna stocks were dwindling rapidly. In 2007, a recovery plan was established by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), which hopes to reach the maximum sustainable yield in 2022.

#### Seiners fitted with Argos transmitters

CLS, a subsidiary of CNES and Ifremer, the French institute of marine research and exploration, was chosen by ICCAT to set up a vessel monitoring centre for bluefin tuna fishing boats in the East Atlantic and Mediterranean. The Fisheries

Monitoring Centre receives all the messages received by the different monitoring centres in the European Community, China, Algeria, Croatia, Iceland, Japan, Korea, Libya, Morocco, Norway, Turkey, Syria and Tunisia among others. The data (vessel position and name) are sent by transmitters on the boats themselves. In Sète, a major Mediterranean bluefin tuna fishing port, Bertrand Wendling—director general of the Sète Môle Fishermen's Maritime Co-operative Society (Sa Tho An), recognised by the European Union as a Producers' Organization—confirms that “tuna seiners are fitted with an Argos transmitter and a satcom system which transmits catch data in real time.”

#### Fishing under close scrutiny

In 2014, the bluefin tuna quota for France was 2,470 tonnes. The Sète co-operative, which has some 50 members with fishing boats ranging from 7 to 45 metres long, has a quota of 1,238 tonnes (the rest being divided up mainly between Agde, Grau-du-Roi

and Marseille). Bertrand Wendling evokes the difficulties for fishermen: “The quotas have dropped for the eastern Atlantic and Mediterranean regions from 30,000 tonnes in 2007-2008 to 12,900 tonnes in 2014! The tuna seiner fleet in the French Mediterranean has shrunk from 32 to 17 boats. With the announcement of these new quotas, boats have been scrapped and jobs lost. Regulatory measures have become draconian. Tuna fishermen are only allowed to fish one month in the year, from 26 May to 24 June. There are mandatory minimum catch rates which depend on the size of the boat. If they don't reach this minimum, they're not allowed to fish tuna. The boat must have an ICCAT bluefin tuna licence in addition to a European licence, and the fish caught must weigh over 30 kilos. An ICCAT observer stays on board throughout the fishing period to validate catches. The tuna are filmed by digital and stereoscopic cameras for accurate counting. Currently, the surviving tuna fishermen from Sète accept these constraints with better

en France, en Méditerranée, ont chuté de 32 à 17 bateaux! Face à ces nouveaux quotas, des bateaux ont été détruits et des emplois perdus. Les mesures de contrôle sont devenues drastiques, ainsi, le thonier n'est habilité à pêcher qu'un mois dans l'année, du 26 mai au 24 juin. Et des taux de capture minimum sont nécessaires, selon la grandeur du bateau, pour être autorisé à pêcher. Celui-ci doit disposer d'une licence thon rouge Cicta et d'une licence européenne. Les poissons pêchés doivent peser plus de 30 kg. Un observateur de la Cicta est à bord durant toute la durée de pêche pour valider les captures. Les thons sont filmés par des caméras numériques et stéréoscopiques, pour un comptage affiné. Actuellement, les pêcheurs de thon sétois qui ont survécu acceptent mieux ces situations de contrainte. Ils pêchent moins, mais vendent mieux et plus cher leurs poissons (notamment à l'export). » Les dernières estimations semblent indiquer que les stocks de l'Atlantique Est et de la Méditerranée sont en train de remonter.

### Le thon rouge a aussi son « tag » spatial

Après les balises Argos installées sur les bateaux pour une pêche raisonnée, voici que le thon rouge lui-même est équipé d'une balise Argos « pop-up » programmée pour se détacher. Elle est devenue indispensable aux scientifiques pour mieux appréhender l'insaisissable poisson. Patrick Lehodey, de CLS, travaille en étroite collaboration avec les scientifiques de l'Ifremer à Sète. « Depuis une quinzaine d'années, les scientifiques, qu'ils soient américains ou européens, utilisent les marques électroniques de type Argos. Cette balise, qui peut fonctionner plus de cinq cents jours, est mise en place sur le thon rouge par les chercheurs. Elle enregistre les données de température, de pression, de lumière – indication permettant de détecter les heures de coucher et de lever du soleil –, à partir desquelles est calculée la position du thon. Cela permet de reconstituer leur environnement, leurs routes, la profondeur à laquelle ils plongent, les lieux où ils se nourrissent

(déroit de Sicile, golfe de Syrte) et se reproduisent (Baléares, Chypre). Le tag, préprogrammé à une date donnée, se détache du thon, la partie électronique est encapsulée dans de la résine résistante, et son flotteur arrive en surface et délivre les données aux satellites. Elles sont ensuite traitées chez CLS, à Toulouse, et fournies aux chercheurs pour leurs analyses. »

Des centaines de thons rouges sont ainsi marqués. Pour sa part, l'Ifremer en a marqué une quarantaine. Pour Jean-Marc Fromentin, chercheur en écologie halieutique à l'Ifremer, grand spécialiste reconnu du thon rouge: « L'utilisation de l'outil spatial montre que les migrations du thon de l'Atlantique vers la Méditerranée, et vice versa, ne sont pas si nettes. Tous les thons marqués sont restés en Méditerranée, seul un poisson est parti en Atlantique, et a fait demi-tour après une semaine. Nos thons sont probablement résidents! Les balises Argos nous permettent de montrer qu'il y a des sous-populations aux capacités de migration différentes. Grâce aux données spatiales, nous connaissons également mieux les zones de nutrition, par exemple la zone du golfe du Lion, où il y a beaucoup de petits poissons qui se nourrissent du plancton. L'existence de deux stocks de population, atlantique et méditerranéenne, est mise à mal. Les comportements du thon rouge sont complexes et, pour nous, scientifiques, les modèles à élaborer le sont également. » Mais le recours au spatial fournit d'autres types d'informations. Par exemple, l'instrument Meris, embarqué sur le satellite européen Envisat, donne des indications précieuses sur la température et la couleur de l'eau (présence de chlorophylle). C'est aussi un sujet d'étude sur lequel travaille Sylvain Bonhommeau, de l'Ifremer: « Plus ils ont d'énergie, plus les thons rouges se reproduisent. Nous modélisons les flux d'énergie, nous simulons la croissance des individus et leur capacité à se reproduire. » Conclusion: une population de thons qui se portent un peu mieux, des pêcheurs moins hostiles, voire curieux des avancées scientifiques dues, notamment, aux technologies spatiales! ■



▲▲ Thon équipé d'une balise Argos. Tuna fitted with an Argos transmitter.



LES BALISES ARGOS TÉMOIGNENT DE MIGRATIONS DIFFÉRENTES SELON LES POPULATIONS DE THONS.



“ Argos transmitters have shown there are sub-populations of tuna with different migration patterns. ”

grace because although they catch fewer fish, they sell them for more, especially abroad.” The latest estimates appear to indicate that tuna stocks in the eastern Atlantic and Mediterranean are on the rise.

### Bluefin tunas have their own space tag

After fitting Argos transmitters to fishing boats to ensure sustainable fishing, some bluefin tuna specimens have also been fitted with a pop-up transmitter programmed to drop off after a certain period. Such technologies have become essential to scientists wishing to learn more about this elusive fish. Patrick Lehodey of CLS is working closely with Ifremer scientists in Sète. “ For about 15 years, both American and European scientists have been using Argos RFID tags. These transmitters can operate for over 500 days. Researchers fit them to bluefin tuna to record temperature, pressure, light (which is used to calculate time), sunrise and sunset so as to calculate the tuna's position. These data are used to identify their environment, sea routes, dive depths,

feeding grounds (such as the Strait of Sicily and the Gulf of Sidra) and breeding grounds (e.g. the Balearic Islands and Cyprus). The tag is pre-programmed to drop off on a given date, when a small float brings the resin-encapsulated electronics to the surface, where the recorded data are uplinked to satellites. These data are processed by CLS in Toulouse then sent to researchers for analysis.” Hundreds of bluefin tuna have been tagged. Ifremer alone has tagged about 40 of them. Jean-Marc Fromentin, a renowned expert on bluefin tuna currently investigating the ecology of fisheries at Ifremer, explains: “ The use of satellite technology shows that tuna migrations from the Atlantic to the Mediterranean and vice versa are not as clear-cut as all that. All the tagged tuna stayed in the Mediterranean. Only one headed for the Atlantic, but turned around and came back after a week. Our tuna fish are probably residents. The Argos transmitters have shown that there are sub-populations with different migration patterns. Satellite data have also

revealed their feeding grounds, such as the area around the Gulf of Lion where there is a profusion of small fish that feed on plankton. The theory that there are two stocks—one in the Atlantic and the other in the Mediterranean—is now being questioned. Bluefin tuna behaviour is complex and therefore the models we need to build are equally complex.” Satellite technology also provides other types of information. The MERIS<sup>1</sup> instrument aboard Europe's Envisat environmental monitoring satellite is yielding precious information on water temperature and colour (indicating the presence of chlorophyll). This is a research subject being explored by Sylvain Bonhommeau of Ifremer. “ The more energy they have, the more they breed. We are modelling energy flows and simulating individual growth and their breeding capacity.” In conclusion, the tuna population is healthier and fishermen less hostile, if not to say curious about the scientific progress made thanks to space technology. ■

<sup>1</sup> Medium Resolution Imaging Spectrometer

# CONCOURS L'IMAGINATION AU POUVOIR



Deux concours ayant pour cible les jeunes ingénieurs et scientifiques ont fait souffler sur le CNES un vent de compétition très stimulant. Trois minutes pour les uns, vingt-quatre heures pour les autres, le temps est décidément un marqueur déterminant de notre époque. #ActInSpace était organisé par le CNES, et FameLab, dont le CNES était partenaire, par le British Council.

## COMPETITION

### Freeing up imagination

*Two competitions for young engineers and scientists have recently brought fresh stimulus to CNES. Time being of the essence in this day and age, some had three minutes, others 24 hours. ActInSpace was jointly organized by CNES, FameLab (of which CNES is a partner) and the British Council.*

## FAMELAB CHARISME, CONTENU, CLARTÉ

« La science n'a pas à être austère, elle doit procurer du plaisir ou elle ne sert à rien. » C'est par cette phrase de Diderot, quelque peu détournée, que Claudie Haigneré, présidente d'Universcience, remettait les prix du Concours national FameLab. La science, ce 30 avril 2014, n'eut rien d'austère, bien au contraire. Dix candidats, sélectionnés parmi 160, rivalisaient d'ingéniosité pour représenter la France à la finale internationale organisée à Cheltenham, en Grande-Bretagne, le 5 juin 2014.

### Trois minutes pour communiquer

Tout se jouait en trois minutes. Dans ce court laps de temps, le candidat présentait un concept scientifique ou technique en suivant la règle des trois « C » : charisme, clarté, contenu. Créé en 2005 par le Festival de Cheltenham, FameLab se tenait cette année, pour la première fois, en France. Organisé par le British Council et l'AMCSTI, FameLab France associait plusieurs partenaires, dont le CNES, le CERN, l'Inserm et l'université Paris-Diderot. Le concours se tient

chaque année dans plusieurs pays et s'adresse à tous les jeunes scientifiques, étudiants, doctorants, jeunes chercheurs, ingénieurs.

### Une passion communicative

Les dix finalistes issus des quatre finales régionales<sup>2</sup> avaient suivi une master class de deux jours en communication scientifique au CERN. Pour Laura Owens, du British Council, la master class fut le véritable point fort de ce parcours : « Les candidats ont appris à communiquer la passion de la science, à sentir la force des réseaux, ce qui est capital dans toute carrière scientifique. » Ce sont donc les candidats (quatre femmes et six hommes) motivés et captivants qui se sont retrouvés devant une salle comble de l'université Paris-Diderot. Face à eux, délibérait un jury composé de scientifiques et de spécialistes des médias, parmi lesquels Marie-Anne Clair, directrice adjointe des Lanceurs au CNES, elle aussi enthousiaste : « De l'intelligence, du brio et du charisme ! Entre les mains de ces jeunes candidats, la science était vivante, joyeuse, et animée

par l'envie de partager. » La diversité des sujets attirait l'intérêt : l'immense potentiel des cellules souches, les facteurs humains dans la sécurité des barrages hydroélectriques, la stabilité mécanique de bulles en armure de colloïdes..., de quoi découvrir le monde. La démonstration du lauréat, David Davila, « Le langage des signes et le langage parlé utilisent la même zone du cerveau », fut très remarquée. Une pointe d'humour, beaucoup de sérieux, une aura certaine, salle et jury étaient conquis. Le 5 juin 2015, en concurrence avec les lauréats du monde entier, il a remporté le 2<sup>e</sup> prix FameLab International et reçu le Prix du public. En juillet, à l'invitation du CNES, il sera au CST pour le lancement de l'ATV-5. Parmi les candidats de cette première édition française, huit étaient issus du CNES, essentiellement des boursiers, en poste à Toulouse. Conscient de l'importance de savoir valoriser et convaincre dans une carrière, le CNES propose désormais une formation à la communication scientifique ou technique à tous ses ingénieurs nouvellement embauchés. ■

#FAMELAB

## Content, clarity and charisma

“La science n'a pas à être austère, elle doit procurer du plaisir ou elle ne sert à rien.” Claudie Haigneré, the chair of Universcience, adapted this quote from Diderot to the awards ceremony of the national FameLab competition. On 30 April 2014, science was certainly anything but dry or straitlaced. Ten candidates (shortlisted from 160) rivalled each other in ingenuity to represent France at the international final held in Cheltenham, UK, on 5 June 2014.

### Three minutes to convince

Three minutes—that was all the time candidates had to present a scientific or technical concept following the golden rule of the three Cs—content, clarity and charisma. Created in 2005 by the Cheltenham Science Festival, this year was the first time FameLab was held in France. Organized by the British Council and AMCST<sup>1</sup>, FameLab France partners include CNES, CERN<sup>2</sup>, INSERM<sup>4</sup> and Paris Diderot University. This annual competition is held in various countries, aimed at young scientists, undergraduates, PhD students, young researchers and engineers.

### Compelling communication

The ten finalists selected after the four regional finals<sup>5</sup> had followed a two-day master class on scientific communication at CERN. For Laura Owens of the British Council, this class was the highlight of the event: “Candidates learnt to communicate their passion for science and to feel the strength of networking, which is essential in a scientific career.” Ten motivated and captivating candidates—four women and six men—thus found themselves before a full audience at Paris Diderot University. Facing them sat a jury of scientists and media specialists including Marie-Anne Clair, deputy director of launch vehicles at CNES, who enthused: “Intelligence, excellence and charisma... In the hands of these young candidates, science

●●

Speaking  
Silently:  
languages  
and the  
Brain



David Davila  
ÉTUDIANT



# L'ACTINSPACE LES PIEDS SUR TERRE, LA TÊTE DANS LES ÉTOILES

L'ActInSpace, concours lancé par le CNES en partenariat avec l'ESA BIC Sud-France<sup>1</sup>, s'est tenu le 23 mai 2014. Du 23 mai à 13 heures au 24 mai à 20 heures, 200 candidats de 5 villes<sup>2</sup> de France se lançaient dans l'aventure.



## Innovate on the process of valorisation

L'ActInSpace s'inscrit dans la logique de politique industrielle et de valorisation du CNES. Il a pour objectif de promouvoir l'usage des technologies spatiales au bénéfice des citoyens par l'organisation d'un événement grand public. La manifestation réunissait créateurs d'entreprise, étudiants, chercheurs, associations, entreprises, créatifs et experts du spatial autour d'un projet. Chaque équipe, constituée de cinq personnes maximum, devait relever l'un des 17 défis proposés par le CNES: La contribution du spatial aux enjeux de l'eau; Naviguez sur votre Smartphone sans toucher l'écran; La détection de zones de coïtillage au service de la mobilité instantanée, etc.

## Une équipe, un défi

Florian Greff, ingénieur réseau de formation, actuellement en stage de fin d'études, a répondu avec son équipe au défi « Naviguez sur votre Smartphone ». « Je ne connaissais pas mes partenaires. Nous avions des compétences diverses, et c'était gratifiant, dans un environnement stressant et contraint, d'aboutir à un projet complet, avec prototype, business plan, design et une stratégie de marketing », explique-t-il. « À l'université Toulouse-III – Paul Sabatier, sur les six équipes que j'ai suivies, deux ou trois business models potentiels ont émergé, c'est encourageant », précise Fabien Beth, coach en créativité, invité à encadrer ces équipes. Le concours s'est déroulé dans une ambiance stimulante. « On a vu s'allumer les yeux des

▲▲ Remise des prix au Toulouse Space Show. Prizegiving at the Toulouse Space Show.

<sup>1</sup> AMCST: Association des musées de culture scientifique et technique et industriels.  
<sup>2</sup> Villeneuve-d'Ascq, Paris, Toulouse et Anney.

●●

*became lively, fun and driven by a desire to share with others.* The diversity of subjects also attracted interest. Subjects ranged from the immense potential of stem cells or the human factor in the safety of hydroelectric dams to the mechanical stability of bubbles encapsulated in colloidal armour. The demonstration of prize-winner David Davila, who explained how sign and spoken language use the same area of the brain, was outstanding. The combination of a touch of humour, a good dose of seriousness and great charisma won over the audience and jury. On 5 June, competing against national laureates from all over the world, he won the public's vote and was awarded second place in the Famelab International Grand Final. CNES has invited him to Toulouse in July for the launch of ATV-5. Of all the candidates for this first French event, eight were from CNES, most of them post-graduate students in Toulouse. Conscious of the importance of knowing how to capitalize on knowledge and being convincing to further one's career, CNES now proposes a scientific or technical communication training course to all newly-hired engineers. ■

<sup>1</sup> Science should not be dry; if it brings no pleasure, it is of no use.  
<sup>2</sup> Association des Musées de Culture Scientifique et Technique et Industriels - Association of scientific, technical and industrial museums  
<sup>3</sup> Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire - European organization for nuclear research (focusing on particle physics research)  
<sup>4</sup> Institut national de la santé et la Recherche Médicale - French National Institute for Health and Medical Research  
<sup>5</sup> Held in Villeneuve d'Ascq, Paris, Toulouse and Annecy

*étudiants, qui ont perçu autrement le spatial et le CNES* », commente Didier Lapierre, organisateur du concours, responsable de la Valorisation et du transfert de technologies du CNES. Les participants ont rencontré des experts, des inventeurs, enrichi leur carnet d'adresses et, finalement, abouti à une expérience inédite de travail collaboratif, une étape clé pour un avenir d'entrepreneuriat. Le 1<sup>er</sup> juillet, au *Toulouse Space Show*, la finale nationale a rassemblé les équipes gagnantes de chacune des villes pour sélectionner le projet lauréat 2014 et procéder à la remise des prix. Le concours ne s'arrêtera pas pour autant à l'été. L'ensemble des partenaires de l'événement, ainsi que les écoles qui le souhaitent, aideront les équipes éligibles à consolider leur projet d'entrepreneuriat, voire à intégrer l'ESA BIC Sud-France. Une perspective dont Didier Lapierre pèse toute la responsabilité qu'elle implique: « *Maintenant, il faut préparer la suite. On a fait naître beaucoup d'espoirs chez les jeunes. Il s'agit de ne pas les décevoir.* » ■

<sup>1</sup> ESA BIC Sud-France, créé en 2013, est le premier centre d'incubation de l'ESA en France. [www.esa-bic.fr](http://www.esa-bic.fr)  
<sup>2</sup> Bidart, Cannes, Mérignac, Paris-Saclay, Toulouse. [www.cnes.fr/ActInSpace](http://www.cnes.fr/ActInSpace)

#ACTINSPACE

## Feet on the ground, head in the stars

#ActInSpace, a competition initiated by CNES in partnership with ESA BIC Sud France<sup>1</sup>, was held on 23 May 2014. From 1 p.m. on 23 May to 8 p.m. on 24 May, 200 candidates from five French towns<sup>2</sup> rose to the challenge.

### Innovating to add value

#ActInSpace is geared to CNES's industrial and spin-off policy. Its goal is to foster the use of space technologies for citizens through a public event. Entrepreneurs, students, researchers, non-profit associations, companies, inventors and space experts put their heads together on a particular project. Each team of up to five members had to take up one of the 17 challenges proposed by CNES, which included space's contribution to water resource management, getting around your smartphone without touching the screen or detecting car-pooling areas for instant mobility.

### One team, one challenge

The team of Florian Greff, a final-year intern training to be a network engineer, rose to the challenge of "Getting around your smartphone." "I didn't know my partners. We each had different skills and, in a limited and stressing environment, we were thankful that we managed to complete a whole project with a prototype, business plan, design and marketing strategy," he explains. "At Paul Sabatier University in Toulouse, of the six teams I monitored, two or three potential business models emerged," notes Fabien Beth, creativity coach invited along to supervise the teams as they worked away in a stimulating atmosphere. "We saw the eyes of students light up, seeing space and CNES in a different way," comments Didier Lapierre, the competition's organizer and in charge of spin-off and technology transfer at CNES. Participants met experts and inventors, made contacts and lived a novel experience in working together, which is crucial to an entrepreneurial future. The national final, bringing together the winning team from each town, was held on 1 July at the Toulouse Space Show. The overall winner for 2014 will be selected and an awards ceremony held the same evening.

But the competition will not stop there. All the partners, and whichever organizations wish to support the eligible teams, will continue helping them to consolidate their start-up project and even join ESA BIC Sud France. Didier Lapierre is taking this responsibility very seriously: "We now have to prepare the next step. We've raised many hopes among these young people and we don't intend to disappoint them." ■

<sup>1</sup> Set up in 2013, the ESA Business Incubation Centre (BIC) Sud France is the European Space Agency's first such centre in France.  
<sup>2</sup> Bidart, Cannes, Mérignac, Paris-Saclay and Toulouse

## Spatiobus LA ROUTE ET LE SPATIAL POUR TRAJECTOIRES

Montpellier, Saint-Jean-de-Luz, Nointot, en haute-Normandie... En 2014, le Spatiobus s'installera dans plus de 30 villes de France pour organiser des ateliers ludo-éducatifs. « *Les demandes se multiplient* », reconnaît Philippe Layeb, de Planète Sciences Midi-Pyrénées, qui exploite la plateforme pour le compte du CNES. Très sollicité, le Spatiobus cumule les missions: sensibilisation, formation, soutien technique. Il intervient en milieux scolaires, centres de loisirs ou dans des manifestations grand public. Il forme également les animateurs de l'opération Espace dans ma ville, une manifestation « made in CNES » animée par Planète Sciences, présente dans 11 villes de France. Début juillet, il a apporté son soutien technique aux enseignants de l'université d'été « Espace éducation » pour la réception des télémesures. Ses prochains rendez-vous: Astronomades, en pays d'Aubenas (18 au 20 juillet); C'Space, à Biscarrosse (23 au 30 août); Fête de la science, à Salon-de-Provence (7-11 octobre); Scientilivres, à Labège (18 au 19 octobre). On suit sa route sur le blog :

• <http://spatiobus-cnes.over-blog.com>

SPATIOBUS

### Busy schedule for mobile outreach centre

From Montpellier to Saint-Jean-de-Luz on the Basque coast and Nointot in Normandy, the Spatiobus will be running fun educational workshops in over 30 towns and cities across France in 2014. "More and more of them are asking us to come," says Philippe Layeb of Planète Sciences Midi-Pyrénées, which operates the outreach bus for CNES. The Spatiobus is in demand for awareness-raising missions, training and technical support. Venues include schools, leisure centres and public events. It is also providing training for activity leaders involved in CNES's Espace dans ma Ville (Space in my City) programme, coming to 11 cities this summer. In early July, it provided technical support for teachers at CNES's space education summer school, focusing on telemetry data reception. Its busy schedule also includes Astronomades in Aubenas (18-20 July), C'Space in Biscarrosse (23-30 August), Science Week in Salon-de-Provence (7-11 October) and the Scientilivre book festival in Labège (18-19 October).

Follow the Spatiobus on the blog:  
<http://spatiobus-cnes.over-blog.com>



Au mur ou au sol, la beauté des images Pléiades à l'entrée d'une dizaine de « maisons du littoral » a suscité, l'été dernier, un tel engouement auprès des visiteurs que le Conservatoire du littoral et le CNES ont souhaité renouveler l'opération. Cette année, les 15 sites choisis mettent en valeur lacs et zones humides. Un détour à prévoir sur la route de vos vacances !



## CONVENTION

# LE LITTORAL FRANÇAIS VU PAR PLÉIADES

▲▲  
Les bouches de Bonifacio.  
The Strait of Bonifacio.

**L**ittoral. Le mot exhale le grand large, la brise marine, la lande... Cependant, si l'imagination peut décupler nos facultés sensitives, rien de tel que la réalité d'une image pour figer les courbes d'un tracé, les mouvements d'un estuaire ou la dentelure d'une côte. Entre rêve et réalité, l'image permet à celui qui la contemple d'en saisir à la fois toutes les données factuelles et tout ce qui leur échappe, la moiteur de la température, le parfum des genêts, la salinité de l'air. C'est sans nul doute cette rigueur scientifique et cette puissance évocatrice des images qui sont à l'origine du formidable succès qu'a connu l'an dernier l'exposition d'images Pléiades dans 10 « maisons de site ». Gérées par le Conservatoire du littoral (CDL), ces maisons accueillent un public dont l'intérêt pour la protection de l'environnement ne cesse de croître.

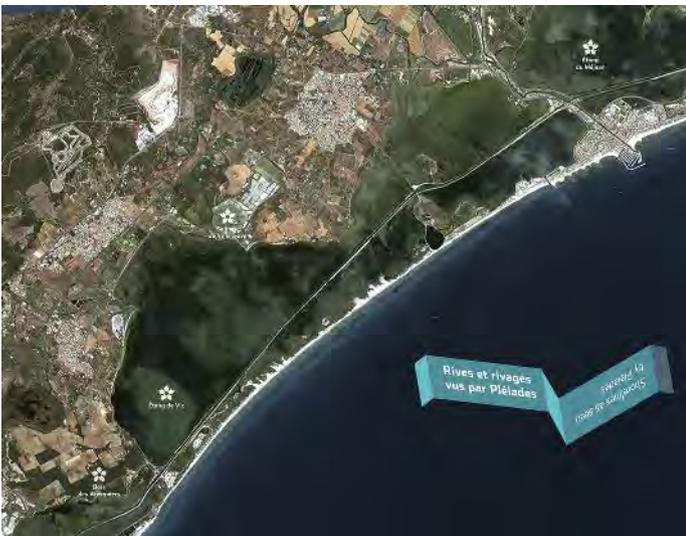
### Nouvelle convention, nouvelle sélection

Cette année, les 15 sites<sup>1</sup> retenus privilégient lacs et zones humides. Cette part belle accordée aux lacs réjouit Anne Konitz, déléguée à la communication et au mécénat du Conservatoire du littoral : « Cette sélection porte un éclairage sur un pan plus méconnu de l'action du Conservatoire. Les lacs sont des territoires intérieurs fréquentés par une population plus quotidienne, moins estivale. » Au phare des Poulains, à Belle-Île, l'image Pléiades sera présentée dans une salle vidée de tout mobilier. « Le cadrage, la finesse de la définition mettent en valeur les milieux naturels sur la partie nord de l'île. C'est à la fois une invitation à la balade et un écho très complémentaire au thème de l'exposition qui se tient actuellement sur le patrimoine naturel », commente Julien Froger, directeur du site. Au marais du Vigueirat, en Camargue, l'image, affichée dès l'entrée du site, fera l'objet

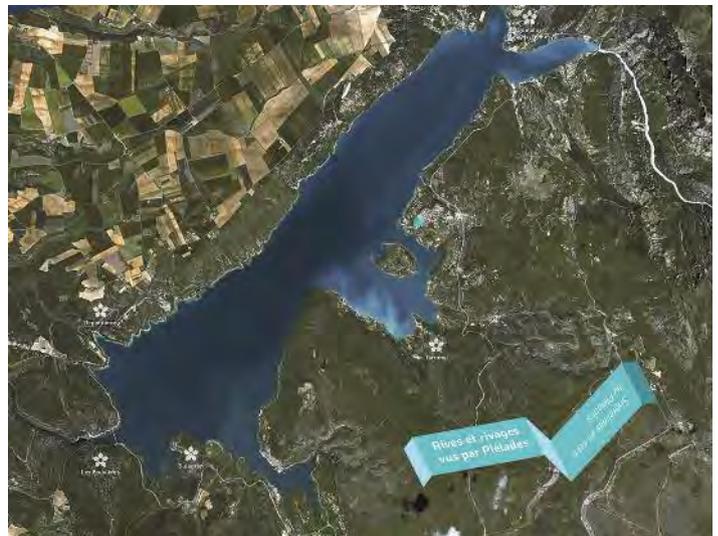
<sup>1</sup> Lacs du Der, de Vassivière, de Grand-Lieu, de Sainte-Croix-de-Verdon, de la forêt d'Orient, Léman, les étangs palavasiens, les marais du Vigueirat, Belle-Île-en-Mer, Plourmanac'h et les Sept-Îles, les falaises de Dieppe, le bassin d'Arcachon, les salins d'Hyères et les bouches de Bonifacio.

d'une animation pédagogique sur l'interprétation des images auprès des scolaires. Les ouvrages du temps n'y font rien, les images présentées en 2013 seront réexposées en 2014. « *On nettoie l'image deux fois par jour, c'est le best-seller de notre exposition sur l'espace naturel; tout le monde veut l'acheter!* », explique Julien Jean, directeur du site du Fier d'Ars, à l'île de Ré. Prises par les satellites Pléiades, conçues et développées par le CNES et commercialisées par Airbus Defence and Space, les images Pléiades illus-

trouent les capacités sans précédent des nouvelles générations de satellites d'observation de la Terre. Offrant à la fois vision d'ensemble et richesse de détails, elles deviennent des outils incontournables d'aide à la compréhension et à la gestion des problématiques environnementales. L'an prochain, le Conservatoire du littoral fêtera ses 40 ans, l'occasion de rééditer une collection de huit cartes de régions de France. Le dessin s'effacera alors au profit de l'image satellite. ■



▲▲ Les étangs palavasiens. The Palavasian lagoons.



▲▲ Lac de Sainte-Croix-du-Verdon. Sainte Croix-du-Verdon lake.

AGREEMENT

## Pleiades watching over the French coastline

*Whether on the wall or the ground, the beauty of Pleiades satellite images in the entrance of around ten French coastal environment centres was such a hit with visitors that CNES and the Conservatoire du littoral, the French coastline conservation authority, have decided to renew their partnership. This year, the 15 chosen sites highlight lakes and wetlands. You'll find the detour well worthwhile.*

The seashore conjures up the open seas, an invigorating breeze and heathlands... But while our imagination can heighten our senses, there's nothing like the reality of a picture to capture the curves of a plot, the swirls of an estuary or the ragged cliffs of a coastline. Between dream and reality, images allow the person viewing them to grasp both the factual data and the other information that escapes them, like the humid atmosphere, the scent of broom or

the salt on the air. It is doubtless the combination of scientific rigour and the imaginative force of pictures that accounts for the formidable success of last year's exhibition of Pleiades satellite imagery in ten coastal environment centres. Run by the Conservatoire du littoral, these centres are visited by a public whose interest in environmental protection is steadily rising.

### New agreement, new images

This year, 15 sites have been chosen with a special focus on lakes and wetlands, a choice welcomed by Anne Konitz, in charge of communication and patronage for the conservation authority: "This selection sheds light on a less well-known aspect of our work. Inland lakes are visited by a more constant population with less emphasis on the summer period." At the Poulains lighthouse on Belle-Ile, the Pleiades image will be exhibited in an otherwise empty room. "The composition and details really highlight the natural environment in the northern part of the island. The poster is an invitation to explore on foot while echoing the current exhibition on our natural heritage," comments Julien Froger, the centre's director. At the Vigueirat marshes in Camargue, the poster at the

entrance will be used to explain to school children how satellite imagery is interpreted. As these images appear insensitive to the passage of time, the posters displayed in 2013 will be kept for 2014. "We clean ours twice a day; it's the most popular poster in the exhibition on the natural environment, and everyone wants to buy it!" explains Julien Jean, Director of the Fier d'Ars centre on Ile de Ré. Taken by the Pleiades satellites, designed and developed by CNES and marketed by Airbus Defence and Space, these images illustrate the unrivalled capabilities of new-generation Earth-observation satellites. Offering a synoptic view rich in detail, they have become critical in understanding and managing environmental issues. Next year, the Conservatoire du littoral will be celebrating its 40<sup>th</sup> anniversary, and on this occasion a series of eight maps of French regions will be re-issued. Drawings are giving way to satellite imagery. ■

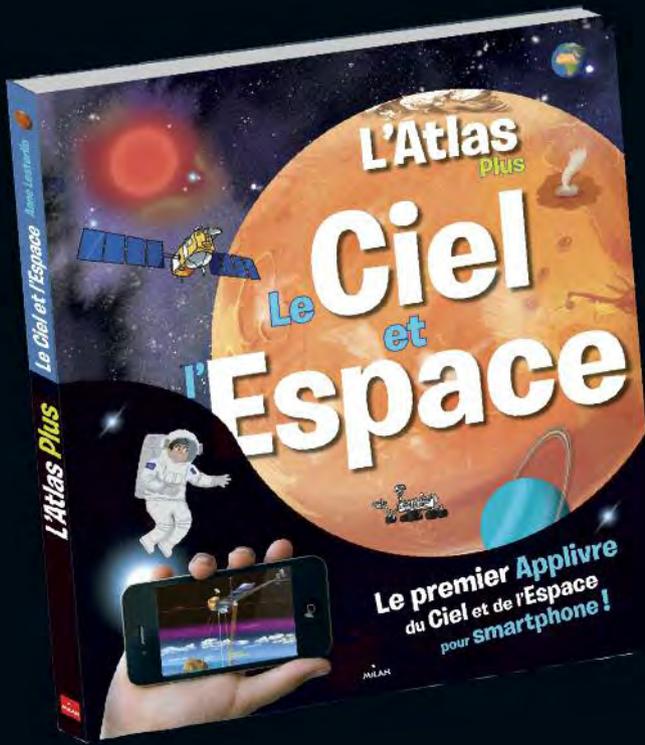
<sup>1</sup> Lakes of Der, Vassivière, Grand Lieu, Sainte-Croix du Verdon, the forest of Orient, Geneva, the Palavasian lagoons, the Vigueirat marshes, Belle-Ile-en-mer, Ploumanac'h and Sept îles, the cliffs of Dieppe, the Bay of Arcachon, the Hyères salt pans and the Strait of Bonifacio.



CONCOURS FAMELAB ET ACTINSPACE La finale nationale de FameLab. National FameLab final at <https://www.youtube.com/watch?v=AMObSPg2b18>  
 Reportage vidéo. Video report at <https://www.youtube.com/watch?v=JrEbdhZoww>  
 Reportage « embarqué » sur #ActInSpace. See close-up report on #ActInSpace at [http://storify.com/CNES\\_Techno/actinspace](http://storify.com/CNES_Techno/actinspace)

# « APPLIVRE » ATLAS PLUS

## LE CIEL ET L'ESPACE



« **C**'est la richesse des contenus qui nous a conduits à réaliser ce projet. L'atlas est un support fascinant, et le format<sup>1</sup> retenu appelle la découverte. » Frédérique de Suremain, responsable éditoriale chez Milan, souligne que ce premier « Applivre » interactif sur le ciel et l'espace (numéro 2 de la collection après l'Atlas Plus Nature, culture, vie des hommes) est nourri de compléments d'informations téléchargeables sur Smartphone. Les pictogrammes renvoient à des animations, images, vidéos... directement accessibles sur mobile, à visionner seul, entre amis ou en famille ! Réalisé en partenariat avec le CNES, l'Atlas Plus Le Ciel et l'Espace est abordable dès l'âge de huit ans. Aussi ludiques qu'éducatives, quatre rubriques regroupent, en 36 pages seulement, l'essentiel de l'information spatiale : les mystères du ciel, la conquête spatiale, le voyage dans le Système solaire et l'espace lointain. Grâce à l'appli, 150 sujets, 400 photos et 220 vidéos démultiplient l'information.

« Le grand format de cette nouvelle collection de documentaires et le côté innovant de son application Smartphone nous ont séduits. Le CNES se réjouit de cette collaboration avec un éditeur reconnu pour la qualité de ses ouvrages jeunesse, remarquablement illustrés. L'enfant s'instruit grâce au Smartphone du parent qui se retrouve ainsi associé à la lecture », commente Claire Edery-Guirado, responsable des activités Jeunesse au CNES.

<sup>1</sup> 31 cm x 35 cm.

Atlas Plus. Le Ciel et l'Espace, Applivre, éditions Milan, 36 pages, parution en août 2014 (17,90 €).



EUROPE

COPERNICUS

# La Terre sous haute surveillance

Avec l'entrée en vigueur du règlement Copernicus, le 25 avril 2014, l'Union européenne affiche sa volonté de rendre opérationnel pour les utilisateurs publics et privés cet ambitieux programme de surveillance de la Terre. Le lancement de Sentinelle 1A marque le début d'une nouvelle ère. La continuité des données sera assurée par le lancement de six familles de satellites, éléments clés de la pérennisation du système et du développement d'un secteur à valeur ajoutée.

**L**e programme, initialement appelé GMES<sup>1</sup>, est une initiative conduite par l'Union européenne et développée en partenariat avec les États membres et l'ESA. Il s'inscrit dans les perspectives financières de l'Union à hauteur de 4 milliards d'euros pour la période 2014-2020. Copernicus vise à fournir des services opérationnels donnant accès à des données fiables et à jour dans les domaines de l'environnement et de la gestion des risques. Il répond aux besoins des politiques européennes et nationales

concernant le territoire, les océans, l'atmosphère, le changement climatique, les risques et la sécurité. Ces informations sont produites à partir de données d'observation de la Terre acquises depuis l'espace et sur le terrain. L'Agence spatiale européenne est chargée de la coordination de la composante spatiale, constituée des missions Sentinelle développées spécifiquement pour Copernicus, des missions contributrices issues des infrastructures nationales, multilatérales ou européennes (existantes ou à venir), et du segment sol pour l'accès aux données.

►► Péninsule antarctique vue par Sentinelle 1A. The Antarctic peninsula viewed by Sentinel-1A.



COPERNICUS **Earth under close watch**

*With the Copernicus Regulation effective since 25 April, the European Union is now affirming its commitment to shift this ambitious Earth-monitoring programme into operational mode for public and private users alike. The launch of Sentinel-1A marks the start of a new era in which a series of six families of satellites will assure data continuity and spur development of a new value-added sector.*

Initially dubbed GMES<sup>1</sup>, the programme is being led by the European Union in partnership with member states and the European Space Agency (ESA), with

funding of €4 billion for the 2014-2020 period. Copernicus is geared toward delivering operational services providing reliable and current data for hazard management, to serve the needs of European and national policies for land surfaces, oceans, the atmosphere, climate change, hazards and security. These data will be generated from satellite Earth imagery and ground measurements. ESA is in charge of coordinating the Sentinel satellites of the space component developed specifically for Copernicus, other existing or future national, multilateral or European contributing missions and the associated ground segment that will provide access to data.

**Combining radar and optical**

The first mission sent aloft from Kourou on 3 April is already acquiring all-weather imagery at a resolution of 5 to 20 metres with its C-band radar. By the end of 2015, Sentinel-1A will be joined by its twin satellite Sentinel-1B, giving the capability to revisit any point on the globe every six days and deliver unique information for mapping sea ice, monitoring the marine environment and maritime security. These observations will yield valuable information for managing natural disasters like floods and earthquakes. More Sentinel satellites are set to be orbited to complement these radar data. Sentinel-2A, scheduled to launch in April 2015, will





## Quand le radar se conjugue à l'optique

La première mission est partie de Kourou le 3 avril 2014. Grâce à son imagerie radar en bande C, elle fournit déjà des images « tout temps » dans une résolution de 5 à 20 m. Dès fin 2015, Sentinelle 1A, rejointe par son binôme Sentinelle 1B, produira, avec une revisite globale de 6 jours, des informations uniques sur la cartographie de la banquise et des glaces de mer, sur la surveillance de l'environnement marin (comme la détection et le suivi des nappes d'hydrocarbure) ou encore pour la sécurité maritime. Ces observations s'avéreront une aide considérable pour la gestion des catastrophes naturelles, telles que les inondations ou les tremblements de terre.

Bientôt, d'autres Sentinelles rejoindront l'espace pour compléter ces données radar. Là, ce seront des données optiques, avec Sentinelle 2A (prévue en avril 2015), qui délivrera des images à haute résolution (10-20 m) avec une répétitivité de 5 jours sur toutes les terres émergées lorsque sa compagne Sentinelle 2B l'aura rejointe douze à quinze mois plus tard. Grâce à la performance de l'instrument imageur multi-spectral développé en France par Airbus Defence and Space, cette mission permettra une meilleure gestion des territoires, tant à l'échelle globale

(suivi de variables bio-géophysiques) qu'à l'échelle régionale et locale. Les cartes d'occupation des sols et leurs changements contribueront à mieux appréhender l'évolution des territoires pour orienter les politiques d'aménagement dans une optique de développement durable et de meilleure gestion de notre planète. Les informations de ces Sentinelles seront très précieuses pour améliorer notre connaissance et le suivi des zones sensibles à l'échelle européenne, comme les zones côtières, les forêts, les prairies, les zones humides, ainsi que les zones urbaines ou encore les situations d'urgence.

## L'expertise du CNES sollicitée

Le CNES a développé, grâce aux programmes d'observation de la Terre Spot et Pléiades, des compétences uniques en Europe dans le domaine de l'imagerie optique. C'est donc tout naturellement que les équipes techniques ont apporté leur expertise et leur support technique à l'ESA dans les domaines de la qualité image, du traitement et de la production des images. Cette coopération très fructueuse se poursuivra avec l'implication du CNES durant la recette en vol des images Sentinelle 2A, puis dans l'élaboration de produits avancés. Là, le pôle thématique

Inondations du village de Balatun, dans le nord de la Bosnie-Herzégovine. Données acquises par Sentinelle 1A. Flooding in the village of Balatun in northern Bosnia-Herzegovina. Data acquired by Sentinel-1A.



deliver high-resolution optical imagery (10-20 metres). Once it has been joined by Sentinel-2B 12 to 15 months later, the two satellites will operate in tandem to revisit all of the Earth's land surfaces every five days. The multispectral imaging instrument developed for this mission in France by Airbus Defence and Space will enable more effective management of land surfaces by tracking biogeophysical parameters at global, regional and local

scales. New land-use and change-detection maps will give a clearer picture of how land occupancy is evolving to inform planning policies with a view to achieving more sustainable stewardship of the planet. The data from these Sentinel satellites will prove a precious aid for tracking and gaining new insights into Europe's coasts, forests, wetlands and urban areas, as well as for handling emergency situations.

## Calling on CNES expertise

CNES has acquired unique competencies in Europe in the field of optical imaging through the SPOT and Pléiades Earth-observation programmes, so its engineering teams have quite naturally provided support to ESA in image quality, processing and production. This fruitful collaboration will continue during in-orbit commissioning of Sentinel-2A imagery and then on advanced product development, where the Theia land surfaces data hub could play a key role. Sentinel-3A will be added to this constellation in the summer of 2015, increasing the volume of data—on ocean colour, surface temperature, ocean topography, currents and winds—from observations of the oceans and coastal zones. These data will be collected by dedicated instruments like the OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) imaging spectrometer and SRAL (Synthetic Aperture Radar Altimeter) developed by lead contractor Thales Alenia Space. Through its close involvement in the TOPEX and Jason programmes, CNES has also acquired renowned expertise in altimetry and positioning, highlighted by its work with ESA. The agency is providing multimission technical support, know-how in altimetry systems and two DORIS precise orbit-determination instruments for Sentinel-3A and Sentinel-3B. It is also supporting

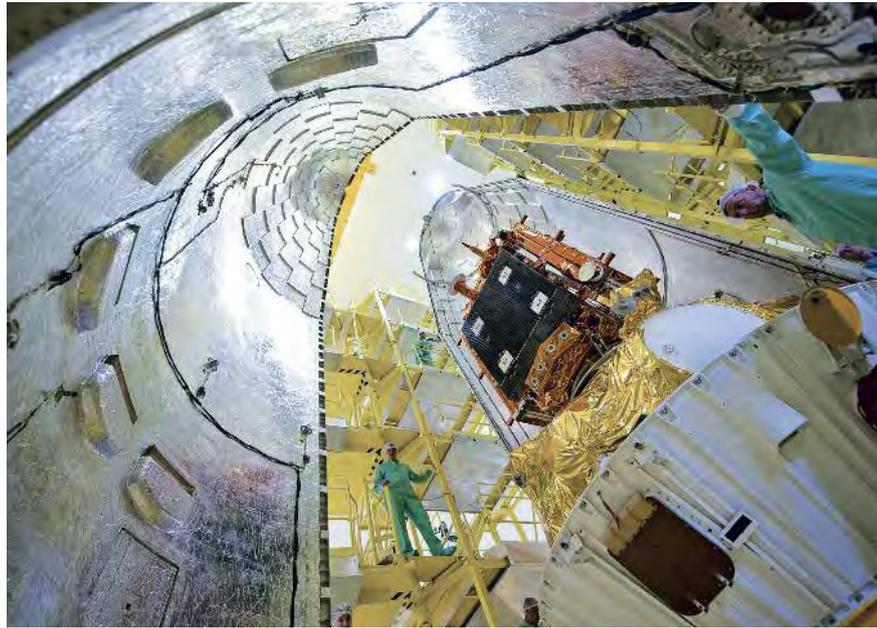
development of the ground segment and advising on implementation of the altimetry processing systems. CNES's SALP\* ground segment is playing a central role in generating Sentinel-3 data products. In France, the already well-honed operational oceanography community, with Mercator Ocean coordinating the MyOcean service, is gearing up to integrate these new data into their value-added processing chain. The Sentinel 1, 2 and 3 satellites will be followed in 2018-2020 by Sentinels 4 and 5 to fly an atmospheric chemistry mission on Eumetsat's weather satellites, one in geostationary orbit on the Meteosat Third Generation (MTG) satellites and the other in low-Earth orbit on MetOp-SG. Jason CS, the follow-on to Jason-3, will be the sixth Sentinel family. CNES is providing support in defining this altimetry mission developed by ESA and Eumetsat and planned for 2020. Copernicus data policy is based on free access to a wealth of multi-sensor data of very high quality. Facilitating data access for public and private users is a prerequisite to spurring innovation and spawning the value-added sector that will prove key to the programme's success. CNES and the other French stakeholders involved are getting ready to assure fast and efficient distribution of Sentinel data in France. The agency is expected to give the go-ahead shortly for phase one of a Sentinel data products platform called PEPS<sup>2</sup>, which initially—for the 2014-2017 period—will be developed as part of the data centre at CNES in Toulouse. After 2018, it will evolve into a coordinated system integrating expertise from French and European industry and using cloud-computing or Big Data technologies.

<sup>1</sup> Global Monitoring for Environment and Security  
<sup>2</sup> Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinelles

Théia, dédié aux surfaces continentales, pourrait jouer un rôle important. À l'été 2015, Sentinelle 3A complétera cette constellation et augmentera la quantité d'informations, notamment sur l'observation des océans et des zones côtières (couleur de l'eau, température de surface, topographie marine, courants, vent). Toutes ces données seront collectées grâce à des instruments dédiés, dont OLCI (spectromètre imageur), pour la couleur de l'eau, et le radar altimètre SRAL, développé par Thales Alenia Space, en charge de l'ensemble de l'équipe industrielle.

La forte implication du CNES dans les programmes Topex et Jason lui assure également une compétence reconnue dans les domaines de l'altimétrie et du positionnement, valorisée par une coopération avec l'ESA. Par conséquent, le CNES apporte un support technique multi-mission, son expertise du système altimétrique, et fournit les deux instruments Doris embarqués sur Sentinelle 3A et Sentinelle 3B pour calculer l'orbite précise des satellites. Il supporte également le développement du segment sol et est consulté sur l'implémentation des chaînes de traitement altimétrique. Le segment sol CNES/SALP (*note*) est fortement impliqué dans la production de produits élaborés à partir de Sentinelle 3. En France, la communauté de l'océanographie opérationnelle, particulièrement structurée (Mercator Ocean, coordinateur du service My Ocean), se prépare activement à intégrer ces nouvelles informations dans sa chaîne de valeur ajoutée. Sentinelle 1, 2, 3 seront ensuite suivies à l'horizon 2018-2020 par Sentinelle 4 et 5, embarquées sur les satellites météorologiques d'Eumetsat pour une mission de chimie atmosphérique, l'une en orbite géostationnaire sur les satellites Meteosat troisième génération, l'autre en orbite basse sur Metop-SG. Jason CS (suite opérationnelle de Jason 3) constituera la sixième famille de Sentinelle. Cette mission d'altimétrie (à l'horizon 2020), développée par l'ESA et Eumetsat, bénéficie d'un support technique du CNES pour la définition du programme.

Par sa politique de données, Copernicus va donc générer un accès libre et gratuit à un grand volume de données multi-capteurs de très haute qualité. Faciliter l'accès à ces données aux utilisateurs publics et privés est une condition nécessaire pour stimuler l'innovation et développer le secteur de la valeur ajoutée, facteur clé du succès de Copernicus. Le CNES, avec les acteurs français concernés, s'organise pour assurer une diffusion rapide et efficace des données Sentinelle en France. Il doit d'ailleurs décider prochainement de la mise en place d'une plateforme d'exploitation des produits sentinelle : PEPS phase 1, qui, dans un premier temps (2014-2017), sera développée dans le cadre du Data center du CNES, à Toulouse. Ce dernier sera ensuite amené à évoluer (à partir de 2018) vers un système coordonné intégrant les compétences industrielles françaises et européennes et s'appuyant sur les technologies nouvelles de type Cloud et Big Data. ■



▲▲ Mise sous coiffe du satellite Sentinelle 1A lors de son intégration au CSG. The Sentinel-1A satellite goes under its fairing at the Guiana Space Centre.

ANNE THIESER / OCEANE LAROCHE, CNES

Global Monitoring Environment and Security.

NOTE : SALP (Service d'altimétrie et de localisation précise) est le projet fédérant au CNES l'exploitation des satellites d'altimétrie (Topex, Jason 1, Jason 2, Envisat, Saral, Cryosat-2, Hy-2A) ainsi que le système Doris d'orbitographie précise (les mêmes + Spot, Hélios, Pléiades). Ces deux missions très complémentaires nécessitent un large travail au-delà des simples opérations du segment spatial. Pour Doris, la performance est liée au bon fonctionnement d'un réseau de 60 balises au sol, réparties sur tout le globe, dont SALP assure la maintenance en partenariat avec l'IGN. Pour l'altimétrie, la grande majorité des usages – en particulier opérationnels – nécessite un traitement aval multi-mission pour assurer la couverture spatio-temporelle et la qualité requise. SALP met ainsi en œuvre le système DUACS, qui traite toutes les missions altimétriques actuellement en opération pour fournir des produits en entrée de My Ocean.

\* Service d'Altimétrie et de Localisation Précise, CNES's altimetry and precise positioning department, exploits altimetry data from the TOPEX, Jason-1, Jason-2, Envisat, SARAL, Cryosat-2 and Hy-2A satellites and the DORIS precise orbit-determination system (flown on the same satellites plus SPOT, Helios and Pleiades).

## France-Suède DES COMPLICES DE LONGUE DATE

Organisée à Paris ce printemps, à l'initiative de l'ambassade de Suède, la deuxième édition des Rencontres spatiales franco-suédoises s'est invitée à la manifestation « 66° Nord : l'attitude suédoise ». Objectif : mettre en perspective les succès spatiaux du passé au profit du futur. Plus d'une centaine de participants se sont retrouvés, le 10 avril 2014, au siège du CNES, pour évoquer une coopération de presque quarante ans et préparer l'avenir, en présence de Gunnar Lund, ambassadeur de Suède en France, Peter Egardt, gouverneur de la région d'Uppsala et président du conseil d'administration de l'Agence spatiale suédoise (SNSB), et Olle Norberg, directeur général du SNSB. Tout au long de cette journée, les équipes du CNES et du SNSB (*Swedish National Space Board*) ont échangé sur les partenariats passés, présents et futurs. Parmi les sujets abordés, quatre thématiques principales se sont dégagées : les moyens d'accès à l'espace, les bases de lancement de Kourou et d'Esrange, l'observation de la Terre, ainsi que les sciences et technologies (expérience suédoise en matière d'ergols verts et son application dans le projet Myriade Evolutions). Les différentes interventions ont évoqué des sujets aussi divers que l'histoire de la coopération franco-suédoise dans le domaine des satellites

CÉLINE BOUHEY, CNES



▲▲ Usine de remplissage de Cryofénix à Esrang, en Suède (AC). Cryofenix's fuelling facility at Esrang, Sweden.

d'observation de la Terre, de Spot à Pléiades, les nouveaux champs de coopération industrielle et technologique, les activités des ballons stratosphériques ou encore les nouveaux types de propulsion. Cette entente se prolonge par la coopération d'étudiants français et suédois sur le projet SERA-1: une preuve que la nouvelle génération a repris le flambeau. Mais l'avenir s'articule surtout autour de Myriade Evolutions, le rendez-vous entre le satellite suédois Prisma et le satellite français Picard (prévu au 2<sup>e</sup> semestre 2014) et la mission Cryofénix (prévue également au 2<sup>e</sup> semestre 2014). Les rendez-vous sont d'ores et déjà pris. ■

**SWEDEN** Longstanding partners

Organized in Paris this spring at the initiative of the Swedish Embassy, the second French-Swedish meeting on space put on as part of the 'Swedish attitude: 66° North' event sought to put past successes into perspective to shape the future. More than 100 attendees gathered on 10 April at CNES headquarters to reflect on nearly 40 years of cooperation in space and to prepare for the future, in the presence of Gunnar Lund, Sweden's Ambassador to France, Peter Egardt, Governor of Uppsala County and Chairman of the Swedish National Space Board (SNSB), and Olle Norberg, SNSB Director General. Throughout the day, teams from CNES and SNSB discussed past, present and future partnerships, focusing on four main topics: access to space, the Kourou and Esrang launch bases, Earth observation and science and technology (the Swedish experimental green propellant and its application on the Myriade Evolutions project). Speakers addressed a wide spectrum of issues including the history of French-Swedish cooperation in Earth-observation satellites (from SPOT to Pléiades), new areas of industrial and technological cooperation, stratospheric ballooning and new types of propulsion. The next generation is pursuing these cooperative ties through the collaboration between French and Swedish students on the SERA-1 project. But future cooperation will be concentrating on Myriade Evolutions, the rendezvous between the Swedish PRISMA satellite and the French Picard satellite and the Cryofenix mission, both scheduled for the second half of this year. ■

# Mexique LA NOUVELLE ALLIANCE

10 avril 2014, Mexico – La France et le Mexique viennent de signer un accord de coopération sur le spatial civil. Une première dans le domaine de l'espace ! Cette signature est l'aboutissement de discussions entretenues entre les deux agences spatiales depuis 2013 et des relations industrielles et commerciales de qualité tissées de longue date entre les deux pays. Le Mexique a choisi l'Europe, avec Arianespace, pour lancer cinq satellites de son programme de télécommunications, et Astrium Geo Services pour commercialiser les images satellitaires auprès de ses ministères. Sans compter que le pays est équipé des stations de réception Spot.

Créée en 2010, l'agence spatiale mexicaine (AEM) s'est dotée d'un programme spatial ambitieux pour la période 2011-2015, reposant sur plusieurs axes stratégiques, dont la formation et le développement des compétences humaines en observation de la Terre et en télécommunications. Aujourd'hui, le Mexique cherche à rivaliser avec d'autres puissances spatiales émergentes, en développant notamment une plateforme de minisatellite multimiSSION. Dans cette optique, il a mis en place un pôle de recherche et développement consacré aux matériaux avancés. Ce pôle a vocation internationale, car la politique spatiale mexicaine mise sur l'affirmation de sa présence sur la scène mondiale.

Le Mexique souhaite acquérir des satellites d'observation de la Terre, et la France entend bien l'aider. Dans cette perspective, le CNES s'efforce de préparer le terrain pour les industriels français par des actions de coopération avec l'AEM. L'objectif de cet accord est d'aider l'agence mexicaine à mener à bien ses projets en observation de la Terre, sciences et techniques spatiales, et télécommunications, voire d'échanger des informations et de former des experts. Des rencontres à haut niveau sont prévues annuellement pour faire le point sur l'état d'avancement et évaluer les nouvelles pistes de coopération. Déjà, le séminaire sur les systèmes spatiaux organisé à Mexico en mars 2014 s'était inscrit dans cette dynamique. La présence d'experts français a permis une avancée concrète, en croisant les besoins mexicains et les compétences des industriels français. ■

**MEXICO** New alliance

On 10 April in Mexico City, France and Mexico signed a framework agreement establishing the basis for cooperation in civil space, marking the culmination of talks ongoing between the two nations' space agencies since 2013 and the excellent industrial and commercial ties they have been developing for many years. Mexico has chosen Europe's Arianespace to launch five telecommunications satellites and Astrium Geoservices to sell satellite imagery to its ministries, and it already operates a number of SPOT receiving stations. Founded in 2010, the Mexican space agency AEM is pursuing an ambitious space programme for 2011-2015, focusing on several strategic areas including training and development of human expertise in Earth observation and telecommunications. Today, Mexico is seeking to rival other emerging spacepowers, notably by developing a multimiSSION minisatellite bus for which it has set up a research and development hub devoted to advanced materials. This hub is international in its outlook, as Mexico's space policy is geared toward stepping up its presence on the world stage. Mexico is also looking to acquire Earth-observation satellites and France intends to help it. CNES is busy laying the groundwork for French industry through joint actions with AEM. The aim of this agreement is to help the Mexican agency to accomplish its plans in Earth observation,

Signature de l'accord de coopération le 10 avril 2014 à Mexico entre Francisco Javier Mendieta, directeur général de l'Agence spatiale mexicaine et Jean-Yves Le Gall, président du CNES. Mexican space agency Director General F. Javier Mendieta and CNES President Jean-Yves Le Gall sign the cooperation agreement on 10 April 2014 in Mexico City.



space science and technology and telecommunications, as well as sharing information and training experts. Yearly high-level meetings are planned to review progress and define possible joint endeavours for the future, following on from the seminar on space systems in Mexico City in March, where the attendance of French experts provided the opportunity to match Mexico's needs and French industry expertise. ■

ALBAN DUVERDIER, CNES

Chine

# UNE COOPÉRATION RENFORCÉE

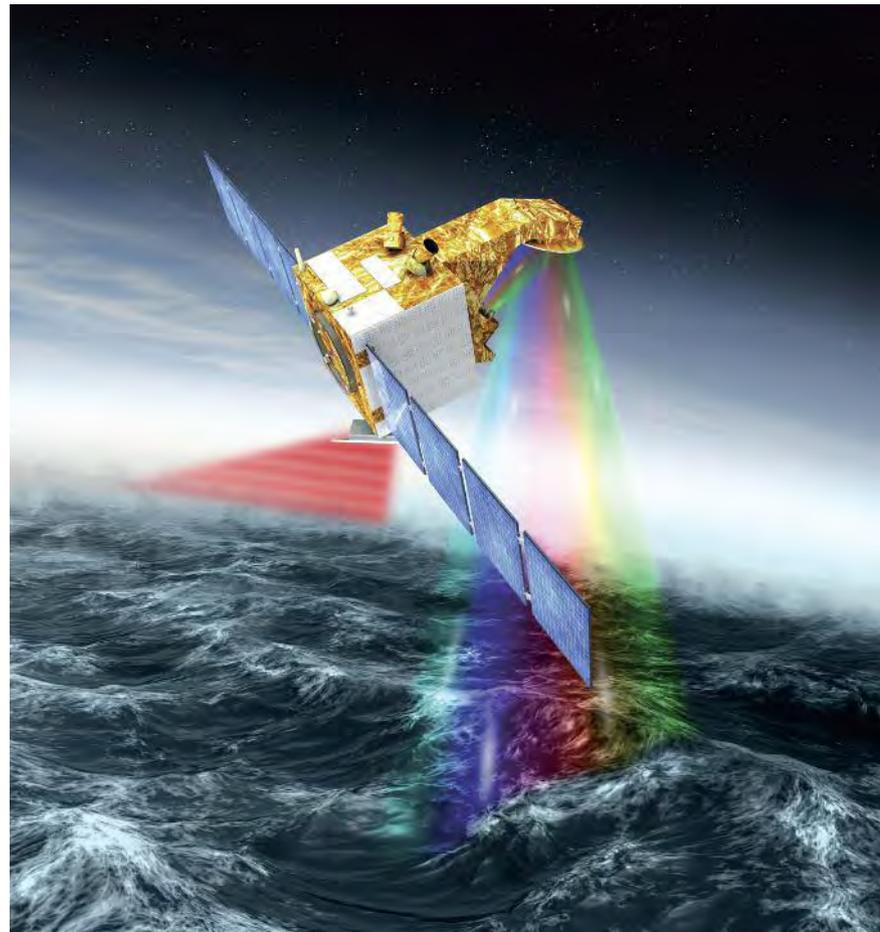
Le 26 mars 2014, Jean-Yves Le Gall, président du CNES, et Xu Dazhe, administrateur de l'agence spatiale chinoise, la CNSA, ont renforcé la coopération entre la France et la Chine par un accord portant sur l'océanographie et l'astrophysique. Cette signature s'est déroulée en présence du président de la République, François Hollande, et de son homologue chinois, Xi Jinping.

La coopération spatiale entre la France et la Chine a été formalisée en 1997 par la signature d'un accord intergouvernemental relatif à la coopération dans le domaine de l'étude et de l'utilisation pacifique de l'espace extra-atmosphérique, pour lequel le CNES et la CNSA (*China National Space Administration*) sont agences d'exécution. Au début des années 2000, les échanges se sont traduits par des groupes de travail sur l'observation de la Terre, les sciences de l'Univers, la médecine spatiale, la microgravité et les applications spatiales. Plusieurs domaines de coopération potentielle ont ainsi été explorés, débouchant par la suite sur plusieurs accords concrets allant du développement de missions conjointes aux applications scientifiques ou opérationnelles.

## Au départ, altimétrie et médecine spatiale

Des premiers résultats concrets sont obtenus en altimétrie suite au lancement, en 2011, du satellite d'océanographie chinois HaiYang 2A, avec, à son bord, l'instrument français Doris<sup>1</sup>. Ce satellite offre une mission altimétrique de haute performance grâce à ses instruments, et ses données sont intégrées dans le système multi-missions altimétriques du CNES. Les produits générés s'avèrent utiles à la communauté scientifique internationale, impliquée dans l'étude de l'océan. Ils répondent aux enjeux de l'océanographie opérationnelle, à savoir consolider les applications actuelles (en particulier le service européen My Ocean) et favoriser l'émergence de nouveaux services d'océanographie.

Un autre aspect de cette coopération a porté sur la médecine spatiale. À partir de 2007, des échanges ont lieu lors



d'expériences au sol, de vols paraboliques et de vols habités chinois tels que ShenZhou 7. Le projet Cardiospace est préparé à partir de 2009 et formalisé en 2012. Il s'agit de développer et de spatialiser un ensemble d'instruments médicaux, dédiés à l'étude du système cardiovasculaire, à intégrer à bord du futur module laboratoire spatial chinois TianGong 2 (lancement prévu en 2015).

## Calendrier revu pour Cfosat et Svom

Enfin, en 2006, deux autres missions ont été décidées. Dédiée à l'étude du vent et des vagues à la surface des océans, Cfosat<sup>2</sup> devrait améliorer les prévisions pour la météorologie marine et notre connaissance de la variabilité du climat. Elle comprend deux instruments principaux, dont un diffusiomètre « vagues », fourni par le CNES, et un diffusiomètre « vent », fourni par la CNSA. L'autre projet concerne l'astrophysique : Svom<sup>3</sup> est destiné à observer et à caractériser les phénomènes les plus énergétiques de

▲▲ Mission Cfosat dédiée au suivi des vents et des vagues de surface des océans. CFSAT mission to study ocean surface winds and waves.

<sup>1</sup> Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite.  
<sup>2</sup> China-France Oceanography SATellite.  
<sup>3</sup> Space Variable Objects Monitor.

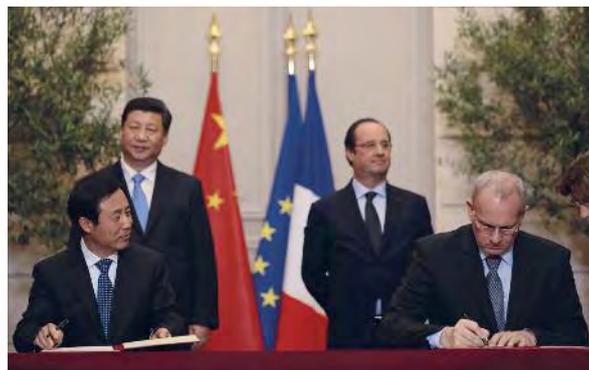
l'Univers, les sursauts gamma. En mars 2014, les deux agences spatiales sont convenues de lancer Cfosat en 2018 et de définir une nouvelle répartition des responsabilités sur Svom, afin d'accélérer son développement pour un lancement, au plus tard, en 2020. Le nouveau calendrier, décidé en 2014, préfigure le renforcement de la coopération entre la France et la Chine dans le domaine spatial. Il va permettre,

en particulier au CNES et à la CNSA, d'exploiter conjointement les données et les applications scientifiques de ces deux missions et d'optimiser leur utilisation dans les domaines des ressources océaniques, de la gestion des catastrophes et de l'exploration de l'Univers. Dans le domaine scientifique, la Chine est désormais un partenaire spatial majeur pour la France et l'Europe, tant par son objectif de disposer d'une station spatiale permanente d'ici à 2020 que par son programme d'exploration, symbolisé par l'alunissage réussi de YuTu, fin 2013. Dans le domaine des applications spatiales, elle offre également de nombreuses opportunités d'embarquement d'instruments spécifiques français ou européens pour l'étude de paramètres terrestres, avec une centaine de satellites lancés tous les cinq ans. ■



▲▲ L'instrument Cardiospace, en essai au Centre spatial de Toulouse, va étudier le déconditionnement cardiovasculaire en ciblant la micro et la macro-circulation. The Cardiospace instrument in testing at the Toulouse Space Centre will study cardiovascular deconditioning, focusing especially on micro- and macro-circulation.

Signature officielle de l'accord de coopération lors du déplacement présidentiel en Chine. Official signing of the cooperation agreement during President Hollande's state visit to China.



CHINA

## Closer cooperation

On 26 March, CNES President Jean-Yves Le Gall and Xu Dazhe, Administrator of the China National Space Administration (CNSA), signed an agreement aimed at establishing closer cooperative ties between France and China in oceanography and astrophysics. The signing took place in the presence of President François Hollande and his Chinese counterpart, Xi Jinping.

Space cooperation between France and China was formally enshrined in 1997 with the signature of an intergovernmental agreement covering the study and use of outer space for peaceful purposes. CNES and CNSA are the agencies charged with executing this agreement. At the start of the 2000s, working groups were formed on Earth observation, Universe sciences, space medicine, microgravity and space applications, exploring various areas for potential cooperation and leading to several concrete agreements concerning joint missions and space or operational applications.

### Altimetry and space medicine for starters

The first tangible results were obtained in altimetry with the launch in 2011 of the Chinese HaiYang 2A

oceanography satellite carrying a French DORIS<sup>1</sup> instrument. The altimetry data generated from this high-performance satellite have been integrated in CNES's multimission altimetry system and its products are a boon to the international oceanography research community. Tailored to the needs of operational oceanography, they are helping to consolidate existing applications like the European MyOcean and to fuel development of new oceanography services. The other early area of cooperation was space medicine. From 2007, teams worked together on ground experiments, parabolic flights and Chinese human spaceflights such as Shenzhou 7. The Cardiospace project was prepared from 2009 and formalized in 2012. This project is designed to develop a suite of medical instruments for space to study the cardiovascular system, to be integrated aboard the future Chinese Tiangong 2 space laboratory scheduled to launch next year.

### Schedule revised for CFOSAT and SVOM

Two more missions were decided in 2006: CFOSAT<sup>2</sup>, a science mission designed to study ocean surface wind and wave conditions with a view to improving forecasts for marine meteorology and knowledge of climate variability; CFOSAT will carry two main instruments: a wave scatterometer supplied by CNES and a wind-field scatterometer supplied by

CNSA; and SVOM<sup>3</sup>, an astronomy mission to observe and characterize gamma-ray bursts, the highest-energy phenomena in the Universe. In March, the two space agencies agreed to launch CFOSAT in 2018 and to redefine responsibilities for SVOM with a view to accelerating its development for a launch no later than 2020. This new schedule prefigures the closer cooperative ties that France and China are seeking to establish in space and will enable CNES and CNSA in particular to jointly exploit the data and scientific applications of both missions, while optimizing their use in the fields of ocean resource monitoring, disaster management and deep space exploration. China is now a key partner for France and Europe in space science, through its permanent orbital space station planned for 2020 and its exploration programme, symbolized by the successful landing of the Yutu lunar rover late last year. In space applications it also offers a wealth of opportunities to fly dedicated French or European instruments to study the Earth system on the 100 or so satellites it launches every five years. ■

<sup>1</sup> Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite

<sup>2</sup> China-France Oceanography SATellite

<sup>3</sup> Space Variable Objects Monitor



CENTRE STAGE

AUBRAC

**A festival like no other**

Every summer for the last 20 years, the village of Aubrac, high in the Massif Central region of south-central France, has hosted the 'Rencontres d'Aubrac' festival. This year's event focuses on the 'imaginative realm of the starry sky' and is aimed at people with a thirst for astronomy and debate. It includes readings of correspondence between Kepler and Galileo, a recording of the 'primitive sounds of the stars' presented by a musician, a live concert on the theme of 'moon and stars' and a talk by astrophysicist Sylvie Vauclair on the 'bodies' of stars. CNES is partnering the event, with Jacques Arnould hosting a debate on space ethics, plus screenings of several space-related films. So what makes Aubrac different from any other festival? "The Aubrac heights are well off the beaten track, which combined with its altitude makes the event a bit 'otherworldly'—almost like another reality," says Francis Cransac, the festival association's chairman. Another unique feature is the social interaction it fosters. Aubrac invites people to a relatively remote location and brings them together, with up to 300 at the evening meals under the stars, on the banks of the Lot river or out on the plateau. Speakers and special guests mix with the crowd, forming friendships and carrying on discussions. The many modes of expression make it a real feast for the mind. "The rich and varied programme is constantly grabbing people's attention, with cinema, poetry, literature, music, moon- and stargazing and more," adds Francis Cransac. "Visitors are curious and eager to learn, so we make sure there's plenty happening."

Festival

**L'ORIGINALITÉ DES RENCONTRES D'AUBRAC**

Chaque été, depuis une vingtaine d'années, le plateau d'Aubrac accueille Les Rencontres d'Aubrac. Consacrées cette année aux « Imaginaires du ciel étoilé », elles sont destinées à un public friand d'astronomie et amateur d'échanges. Au programme 2014, des *Extraits de la correspondance entre Kepler et Galilée* seront lus; un enregistrement, *Sons bruts d'étoiles*, sera proposé par un musicien; un concert, *La Lune et les étoiles*, sera donné; l'astrophysicienne Sylvie Vauclair parlera du « corps » des étoiles, etc. Le CNES est partenaire de ces rencontres. À ce titre, Jacques Arnould débattre sur le thème: « Qu'allons-nous faire dans les étoiles? De l'éthique dans la conquête spatiale », et plusieurs films en lien avec l'espace seront diffusés. Mais en quoi ces Rencontres se démarquent-elles des autres festivals? « Il faut faire un pas de côté pour gagner les hauteurs de l'Aubrac. Du coup, le festival se déroule un peu hors du monde, dans une autre réalité », commente Francis Cransac, président de l'association. L'originalité de la manifestation tient aussi à la qualité du lien social qui se crée. Le plateau d'Aubrac isole et rassemble le monde. Les repas réunissent parfois 300 personnes sous les étoiles, sur les berges du Lot ou sur le plateau d'Aubrac, dans une convivialité rare. Les intervenants se mêlent à la foule, estompent les frontières avec le public et prolongent ainsi les réflexions lancées peu avant. La diversité des modes d'expression en fait un moment savoureux pour l'esprit. « L'attention du public est continuellement captée par des modes d'intervention divers: cinéma, poésie, littérature, musique, observation de la Lune et des étoiles. La curiosité des participants est immense, et, pour la satisfaire, nous devons maintenir un rythme soutenu. »

Avec le ciel pour espace, ces journées sont ouvertes aux rêveurs du monde entier, qu'ils soient poètes, écrivains, musiciens, scientifiques ou simples habitants de la planète.

Les Rencontres d'Aubrac • 18-22 août 2014 • [www.rencontres-aubrac.com](http://www.rencontres-aubrac.com)

LECTURES

BOOKS



**Litchi dans l'espace** – par Jacques-Marie Bardintzeff, illustré par Bérangère Delaporte, Éditions Le Pommier, 2013, 42 pages, 14,9 €/ by Jacques-Marie Bardintzeff - Illustrated by Bérangère Delaporte - Published by Le Pommier - 2013 - 42 pages - €14.90



**Chasseur d'aurores** – Jean Lilenstem, Éditions de La Martinière, 2014, 200 pages, 14,5 € by Jean Lilenstem - Published by La Martinière - 2014 - 200 pages - €14.50



**.Concorde 001 et l'ombre de la Lune** – par Pierre Léna, Éditions Le Pommier, 2014, 144 pages, 17 €. Lune by Pierre Léna - Published by Le Pommier - 2014 - 144 pages - €17



**Passport pour les deux infinis - Vers l'infiniment petit** – Ouvrage collectif, Éditions Dunod, 190 pages, 15 €. Various authors - Published by Dunod - 190 pages - €15

**Vacances en soucoupe volante**

Destiné aux enfants âgés de 7 à 12 ans, cet album conduit Jacky, Michèle et Bernard du jardin de leurs grandes vacances aux confins de notre Système solaire. Litchi, leur gentil petit dragon, possède des pouvoirs magiques. Alors pourquoi ne partiraient-ils pas visiter les autres planètes en soucoupe volante ? Sitôt dit, sitôt fait, direction le cosmos ! Au cours de ce fabuleux voyage, ils découvriront les planètes du Système solaire, mais aussi leurs satellites, les astéroïdes, les étoiles et les grands noms de la conquête spatiale. Ils flotteront dans l'espace avant d'atterrir, de marcher sur Mars, de filer entre les astéroïdes, de faire du ski sur Saturne. De retour sur Terre, la Nuit des étoiles filantes sera l'occasion d'apprendre à repérer dans le ciel les principales constellations et de faire un vœu.

**Summer in a flying saucer**

This book for 7- to 12-year-olds propels Jacky, Michèle and Bernard from their garden to the far reaches of the solar system. Litchi, their friendly pet dragon, has magic powers. So why not visit other planets in a flying saucer? No sooner said than done—destination cosmos! In the course of their fantastic voyage, they discover planets and satellites, asteroids and stars as well as some of the big names that have marked the space adventure. They float through space, land on the Moon, walk on Mars, dodge asteroids and go skiing on Saturn. Back on Earth, France's annual 'Nuits des étoiles' stargazing event is a chance to learn how to locate the main constellations and make a wish.

**La passion de la recherche**

Le fil conducteur de ce livre aborde une discipline récente : la météorologie de l'espace. L'image de fond, omniprésente dans l'ouvrage, est celle des aurores boréales. À travers une vingtaine de récits, tous chargés d'humanité, de tension et de bonheur, l'auteur présente son univers, celui de la recherche scientifique, de façon simple et accessible à tous. Le lecteur découvre comment ce métier permet de passer de découvertes sur l'atmosphère de la planète Mars à des spectacles grand public, d'expériences scientifiques sophistiquées à un simulateur d'aurores boréales, de la question de l'impact de l'activité solaire sur le climat à celle du rôle de l'astrophysique dans la marche de la paix. Jean Lilenstem met l'accent sur la dimension ludique et collective de la recherche en astronomie

**Passion for research**

This book looks at the relatively recent discipline of space weather. The theme throughout is the aurora borealis or northern lights. Through 20 chapters, full of human interest, tension and delight, the author offers a clear, simple and accessible insight into the world of scientific research. Readers learn how space weather encapsulates everything from dazzling displays in the night sky to latest discoveries about Mars's atmosphere, sophisticated science experiments to an aurora borealis simulator, solar activity and its impact on our climate to the role of astrophysics in the march for peace. Jean Lilenstem focuses on the fun and collaborative side of astronomy research.

**Un avion légendaire au service de l'observation**

Astrophysicien, passionné de science et d'enseignement, Pierre Léna est aussi un amoureux de l'aventure aéronautique. Le 30 juin 1973, le Soleil se lève sur les îles Canaries. L'éclipse du siècle vient de commencer. Les astronomes au sol vont bénéficier de sept brèves minutes d'obscurité totale pour étudier la couronne solaire. Trop bref pour Pierre Léna et les sept scientifiques qui embarquent à bord de Concorde 001, prototype d'essai d'un avion extraordinaire, qui sera le premier supersonique commercial. À 17 000 mètres d'altitude, l'avion va demeurer dans l'ombre lunaire pendant soixante-quatorze minutes, un record de durée d'observation jamais encore battu, qui permet des mesures exceptionnelles. La science, la technique, l'aéronautique et l'histoire se marient dans le récit d'une aventure humaine singulière.

**Iconic airliner aids space observation**

Astrophysicist Pierre Léna is passionate about science education and loves an aeronautical adventure. Sunrise in the Canary Islands, 30 June 1973. A total solar eclipse is about to begin. Astronomers on the ground will have just seven short minutes of darkness to study the Sun's corona. Not enough for Pierre Léna and the seven scientists on Concorde 001—a test prototype of the extraordinary aircraft, later to become the world's first supersonic airliner. At an altitude of 56,000 ft, it flew along the eclipse path, staying in the Moon's shadow for 74 minutes—a record unbeaten to this day—providing an exceptional data gathering opportunity. Science, technology, aviation and history come together in this account of a remarkable human adventure.

**B. A.-ba des extrêmes**

Deux cents pages pour traiter des deux extrêmes de l'Univers, l'infiniment grand et l'infiniment petit. Plus de trente chapitres abordés dans chacun des deux thèmes, c'est dire le choix fait par le collectif d'auteurs pour parler non seulement de la lumière, des galaxies, de la matière noire, du big bang, mais aussi des particules, des quarks, de l'atome, des neutrinos, de l'antimatière, du boson de Higgs... Ce livre, qui se retourne comme une figure de Janus, convie le lecteur à une double exploration. En deux pages par chapitre, il raconte comment, en regardant le plus loin possible et en explorant les plus petites échelles de notre Univers, on finit par voir l'origine de toute chose et découvrir les particules et les lois qui le régissent. Cet ouvrage a été réalisé en partenariat avec le CNRS, le CEA, l'université Paris-Diderot, l'Observatoire de Paris et le Gis P2i.

**A tale of two extremes**

Just 200 pages to cover the two extremes of space: the infinitely big and the infinitesimally small. With over 30 chapters devoted to each of the two themes, various authors talk about light, galaxies, dark matter and the Big Bang at one end of the scale, and particles, quarks, atoms, neutrinos, antimatter and the Higgs boson at the other. Like the Roman god Janus, the book looks in two directions at the same time and invites readers to an exploration on two fronts. In two pages per chapter, it explains how by peering as far as we can and exploring the cosmos on the smallest possible scale we arrive at the origins of everything and discover the particles and laws governing it. Produced in partnership with CNRS, the CEA, Paris-Diderot University, the Paris Observatory and the P2i scientific interest group.

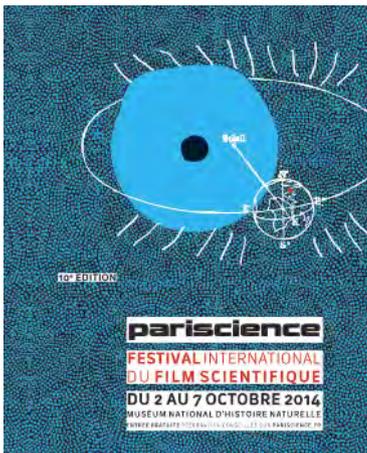
## RENDEZ-VOUS

## EVENTS

## FESTIVAL

## Pariscience fête ses 10 ans

**R**endez-vous incontournable des passionnés de productions audiovisuelles, la manifestation présente chaque année le meilleur de la production française et internationale en matière de programmes scientifiques. Durant six jours, du 2 au 7 octobre, elle rassemble un public en augmentation (près de 10 000 participants en 2013) autour de nombreuses projections-débats dans le superbe cadre du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Organisé par l'association Science & Télévision (AST), le festival contribue à renforcer les échanges entre le secteur audiovisuel et le monde scientifique. Il est soutenu, entre autres, par de grands instituts de recherche (CNES, Inserm, CNRS, Andra, IRD, etc.), de nombreux partenaires institutionnels, ainsi que ceux de l'audiovisuel. L'ensemble des films lauréats sera projeté le 11 octobre 2014 à l'Institut de physique du globe de Paris, dans le cadre de la Fête de la Science.



## FESTIVAL Pariscience turns 10

A must for lovers of films and documentaries, Pariscience presents the cream of science-related films produced in France and internationally. The annual six-day festival, held in the superb venue of Paris's natural history museum, is proving increasingly popular, attracting 10,000 participants in 2013 for the packed programme of screenings and debates. This year's event, the 10<sup>th</sup> in the series, takes place from 2 to 7 October. Organized by Science & Télévision (AST), the festival fosters closer ties between the audiovisual sector and the world of science. It is supported by CNES, CNRS, IRD, Inserm, Andra and other major research bodies as well as numerous institutional and industry partners. All award-winning films will be screened on 11 October at the Institut de Physique du Globe de Paris as part of France's national science week.



## EXPOSITION

## VARSOVIE : LE SPATIAL AU-DELÀ DES GRILLES

**L'**Ambassade de France, l'Institut français de Pologne et le CNES proposent, depuis le 26 mai 2014, une exposition, « Entre la Terre et l'espace », sur les grilles de l'ambassade de France à Varsovie. Composée de 21 panneaux avec photos et explications en polonais, cette exposition présente le savoir-faire technologique et scientifique de la France et du CNES dans le domaine spatial. Les activités spatiales contribuent aux grands défis de notre temps tels que la lutte contre le réchauffement climatique, la prévention et la réduction des risques naturels, la gestion des ressources naturelles, l'aménagement du territoire et la protection de l'environnement, mais également les télécommunications, la sécurité et la défense ou encore la santé. L'exposition invite ainsi à penser l'espace comme un terrain d'avenir et d'innovation pour nos sociétés.

## EXHIBITION Space photos in Warsaw

From 26 May, the French Embassy, the French Institute in Poland and CNES are putting on an exhibition entitled 'Between Earth and space'. Comprising 21 panels with photos and text in Polish, mounted on the railings of the French Embassy in Warsaw, it showcases France's technological and scientific expertise in space. Space programmes are addressing the major challenges of our time, including climate change, natural disaster mitigation, natural resource management, land planning and environmental protection as well as telecoms, defence, security and healthcare. The exhibition presents space as an innovative sector for the future.



## Les nocturnes de la Cité de l'espace /

La Cité de l'espace prolonge son ouverture jusqu'à 23 heures, tous les jeudis de l'été, à partir du 17 juillet, jusqu'au 28 août. Le jeudi 31 juillet, une nocturne spéciale « Petit Prince, naissance d'une légende » est organisée dans le cadre de l'anniversaire des 70 ans de la disparition d'Antoine de Saint-Exupéry, avec lecture d'extraits du *Petit Prince*, musique, projection d'images.

**Cité de l'espace late sessions** / Toulouse's Cité de l'espace space theme park is staying open until 11 p.m. on Thursdays this summer, from 17 July to 28 August. On 31 July there will be a special evening dedicated to Antoine de St Exupéry's *The Little Prince* to mark the 70<sup>th</sup> anniversary of his disappearance, with readings from the book, music and image projections.





ÉDUTHÈQUE

## DES RESSOURCES PÉDAGOGIQUES EN LIGNE

Le portail Éduthèque, service public et gratuit destiné aux enseignants du primaire et du secondaire, rassemble les ressources pédagogiques spatiales de référence, conçues par les établissements publics à caractère scientifique et culturel. Il s'inscrit dans la stratégie globale du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche de faire entrer l'école dans l'ère du numérique. Le CNES s'est naturellement associé à cette initiative en mettant à disposition ses ressources relatives aux sciences et techniques spatiales : accéder à l'espace, concevoir des satellites, observer la Terre, communiquer, localiser, explorer l'Univers, vivre dans l'espace. Ces ressources sont principalement destinées aux enseignants de physique-chimie, SVT, STI ou encore de géographie. Elles seront enrichies régulièrement au fil des nouveaux projets du CNES.

ÉDUTHÈQUE PORTAL

### Online educational resources

The Éduthèque portal is a free public service for teachers at primary and secondary schools, offering high-quality space-related resources from cultural, scientific and other public-sector partners. The portal is part of the strategy pursued by the French Ministry of Education, Higher Education and Research to bring the country's schools into the digital age. CNES is involved in this initiative, providing resources on space science and technology, including access to space, satellite design, Earth observation, communications, geopositioning, deep-space exploration and life in space. These materials are aimed at teachers of physics, chemistry, biology, geography and industrial science and technology, and will be regularly expanded as new CNES projects are launched.

PRIX ROBERVAL

## Expliquez, expliquez, n'abandonnez jamais !!!

Parmi les nombreuses initiatives visant à promouvoir la culture scientifique, le prix Roberval, porté par l'université de technologie de Compiègne, récompense des œuvres littéraires, audiovisuelles ou multimédias consacrées à la vulgarisation des sciences et des techniques. Face à des ouvrages publiés par des éditeurs de renom, le CNES a déposé une candidature, dans la catégorie des Œuvres pour la jeunesse, avec *Mon carnet spatial*, un carnet ludo-éducatif sur l'espace pour les collégiens et lycéens, édité en mai 2013. Résultats en fin d'année.



ROBERVAL PRIZE

### Explain, explain again and never give up!

Of the many initiatives to promote science culture and outreach, the Roberval prize, organized by the Université de Technologie de Compiègne, recognizes and rewards literary, audiovisual and multimedia works that make science and technology simple and accessible to all.

Up against titles from France's top publishers, CNES has submitted an

entry in the Youth category, with *Mon carnet spatial*, a fun educational space workbook for middle- and high-school pupils, published in May 2013. Winners will be announced at year's end.

OBSERVATOIRE DE L'ESPACE

## Les 10 ans de la revue *Espace(s)*

À travers le prisme de la fascination et de l'obsession, la conquête spatiale se révèle avant tout comme celle de nouveaux territoires pour l'esprit humain, accueillant ses plus libres vagabondages et propres à cristalliser ses angoisses et ses espérances les plus existentielles. Ce sont ces territoires que souhaite aborder la revue *Espace(s)* pour son dixième numéro. Cette publication annuelle est dédiée à la littérature et à la création touchant à tous les domaines, du moment qu'un lien, réel ou imaginaire, s'établit avec le monde spatial. Elle s'adresse à un public large, attentif aux évolutions de la littérature et de la création, et aux enseignants et étudiants en littérature.

● *Espace(s)* n° 10, « Obsessions et fascinations », sous la direction de Gérard Azoulay, 16,5 cm x 25 cm, 19 €.

OBSERVATOIRE DE L'ESPACE

### 10<sup>th</sup> issue of *Espace(s)* magazine

Both a fascination and an obsession, the space adventure offers new vistas for the human mind, leaving it free to wander while fuelling its anxieties and most existential aspirations. Such perspectives are the focus of the 10<sup>th</sup> issue of *Espace(s)* magazine, an annual publication devoted to literary and creative arts with a connection—no matter how tenuous—to the world of space. It is aimed at a broad audience with an eye on new trends in literature and creation, and at literature teachers and students.

SUR LA TOILE

ON THE WEB

## Bonne chance, Rosetta !

Écrivez, dessinez votre mot d'encouragement à Rosetta, sur papier libre ou sur la carte postale distribuée durant les Nuits des étoiles, du 1<sup>er</sup> au 3 août 2014. Puis photographiez votre message et postez-le sur les réseaux sociaux avec #RosettaNDE. Les meilleurs seront repris sur les comptes du CNES !

### Good luck, Rosetta!

Write or draw your message of encouragement for Rosetta on a sheet of paper or on the special postcards handed out during the 'Nuits des étoiles' stargazing evenings from 1 to 3 August. Then photograph your message and post it on social media using the hashtag #RosettaNDE. The best entries will be reposted on CNES's accounts!



## Toutes les actus en direct

Photos, vidéos, articles, podcasts audio, dessins de presse, illustrations d'artistes... Une seule et unique adresse Web pour suivre chaque étape de l'aventure Rosetta, jusqu'à l'atterrissage du petit robot Philae sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, une première mondiale, fin 2014.

### Live newsfeed

Pictures, videos, articles, audio podcasts, cartoons, artists' impressions and more—a single web address lets you track every stage in the Rosetta adventure, through to the Philae lander's historic touchdown on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, a world first, later this year. Go to [www.cnes.fr/rosetta](http://www.cnes.fr/rosetta).



**Observer la Terre depuis l'espace – Enjeux des données spatiales pour la société /** Cet ouvrage décrit l'aide précieuse que l'observation satellitaire peut apporter à des domaines comme la gestion des milieux naturels, la prévention des risques ou l'action après les catastrophes. À l'aide d'exemples concrets, le lecteur comprend comment l'observation depuis l'espace offre des ressources cognitives pour habiter la Terre et la protéger. Écrit par Cathy Dubois, Michel Avignon et Philippe Escudier, ce livre est publié aux Éditions Dunod.

**Observing Earth from space/**This book explains why satellite imagery is such a precious aid in managing natural habitats, mitigating hazards, supporting disaster-relief efforts and much more besides. Real-world case studies show the reader how space-based observations can help to sustain good stewardship of the planet.

*Observer la Terre depuis l'espace – Enjeux des données spatiales pour la société* by Cathy Dubois, Michel Avignon and Philippe Escudier, published by Dunod.

NUIT BLANCHE

## COMMANDE ARTISTIQUE

En 2014, l'Odyssée européenne de l'espace a 50 ans. À cette occasion, l'Observatoire de l'espace du CNES souhaite montrer la vitalité de la construction européenne et sa capacité à susciter des récits contemporains autour de sa propre histoire. Dans cette perspective, il lance un appel à proposition à destination d'artistes français et allemands, pour la réalisation d'une création artistique – audiovisuelle ou multimédia – autour d'un projet emblématique de l'histoire européenne, le programme Symphonie : premier satellite de télécommunications européen. Les œuvres issues de ces regards croisés sur l'histoire spatiale seront présentées lors d'une exposition événement au siège du CNES à Paris, à l'occasion de la Nuit Blanche programmée le 4 octobre 2014.

NUIT BLANCHE FESTIVAL

### Art commissioned

This year, the European space adventure turns 50. To mark the anniversary, CNES's Observatoire de l'Espace is seeking to demonstrate the vitality of Europe's industry and its ability to fire imaginations and encourage contemporary creative writing around its history. To this end, the agency's cultural arm is calling for proposals from French and German artists for the production of an audiovisual or multimedia work of art inspired by the iconic *Symphonie* programme, Europe's first telecom satellite. The works arising from this multidisciplinary look at our space history will be presented at an exhibition evening at CNES headquarters in Paris as part of the Nuit Blanche 2014 all-night culture festival on 4 October.

THÈSES ET POSTDOCTORATS

## SÉLECTION DE LA PROMOTION 2014

Le CNES accorde chaque année une centaine d'allocations de recherche doctorale et postdoctorale à de jeunes scientifiques français et étrangers intéressés par les activités spatiales. Le 5 juin 2014, les jurys des commissions thématiques ont fait connaître le résultat de leur sélection. Au total, pas moins de 70 travaux de thèses cofinancés par des partenaires publics ou privés et 38 projets de recherche postdoctorale ont été sélectionnés. Ces études viendront, entre autres, approfondir les recherches sur les systèmes de combustion cryogénique et solide, développer les techniques véhicules, concevoir des instruments ou encore exploiter les données de missions scientifiques. Les jeunes chercheurs retenus démarreront leurs travaux début octobre 2014. En attendant, le CNES prépare déjà la promotion 2015. Il lance, notamment auprès des laboratoires et partenaires externes, un appel à sujets de thèse liés à son programme de recherche et technologie. Il sera diffusé à l'automne.

PHD AND POSTDOC GRANTS

### 2014 recipients announced

Each year, CNES awards around 100 PhD and postdoctoral research grants to young researchers in France and other countries with an interest in space science. On 5 June, the selection committees for the various study areas announced their decisions. In total, no less than 70 PhD projects, jointly funded with public- or private-sector partners, and 38 postdoctoral research projects have been selected. These projects will support research into cryogenic and solid propulsion systems, vehicle technologies, instruments and science mission data processing and analysis. The researchers will begin their work in October. In the meantime, CNES is working with outside laboratories and other partners on the call for proposals for the 2015 academic year. Details will be posted in the autumn.



DU JEU D'ÉCHECS AU SPATIAL

## Une question d'orbite

**M**ille élèves de primaire des écoles corse participant au championnat scolaire d'échecs de Haute-Corse ont aussi joué, à Bastia, les 5 et 6 juin 2014, les ingénieurs en herbe aux ateliers espace du CNES: « Observation de la Terre », « Satellisez-moi », « Quiz et jeux scientifiques autour du rover martien ». Pierre Tréfourret a remis, au nom du CNES, des prix aux lauréats en notant que: « *Raisonnement, concentration et anticipation sont trois qualités indispensables au joueur d'échecs tout comme à l'ingénieur spatial.* » Dans le cadre de sa mission de diffusion de la culture scientifique et spatiale en milieu éducatif, le CNES renouvelle, depuis une dizaine d'années, son partenariat à ce tournoi de jeu d'échecs en milieu scolaire, soutenu par le rectorat de Haute-Corse. Une occasion idéale de sensibiliser aux activités spatiales un nombre important de jeunes élèves déjà motivés par la réflexion.

• <http://uriz.fr/q2i>

FROM CHESS TO SPACE WORKSHOPS

### A question of orbit

The 1,000 primary pupils competing in the Haute-Corse schools chess championship in the Corsican capital of Bastia on 5 and 6 June were also invited to take part in 'young space engineers' workshops organized by CNES. The three topics were Earth observation, satellites and Mars rover, with quizzes and games. Pierre Tréfourret presented the prizes on behalf of CNES. "A sharp mind, concentration and anticipation are key qualities of the chess player and the space engineer," he commented. As part of its mission to promote science and space culture in the education system, CNES has partnered the Corsican schools chess tournament, supported by the local education authority, for 10 years. An ideal opportunity to reach hundreds of smart and motivated pupils with the space message!



▲▲ De gauche à droite/From left: Michel Barat, recteur de Corse/director of the Corsican education authority, Léo Battesti, président de la Ligue corse d'échecs/chair of the Corsican chess league, Pierre Tréfourret, directeur du cabinet du président du CNES/Chief of Staff to the CNES President, Ivana Polisini, adjointe au maire de Bastia, en charge de l'Éducation/Deputy Mayor of Bastia with responsibility for Education, Didier Grassi, adjoint au maire de Bastia, en charge des Associations/Deputy Mayor of Bastia with responsibility for Associations.



**24<sup>e</sup> Festival d'astronomie de Fleurance** / Dans le cadre du Festival d'astronomie de Fleurance (2-8 août), Sylvain Michel, du CNES, donnera une conférence le mercredi 6 août, de 14 h 30 à 16 h 30, sur le thème « Débris spatiaux : situation, risques, prévention, solutions ».

• [www.festival-astronomie.com/categorie/12/fil\\_vet](http://www.festival-astronomie.com/categorie/12/fil_vet)

**24<sup>th</sup> Fleurance astronomy festival** / As part of the Fleurance festival, 2 to 8 August, CNES's Sylvain Michel will be giving a talk on Wednesday 6 August from 2:30 to 4:30 p.m. on the subject of 'Space debris: status, risks, prevention and solutions'.

# AGENDA

DIARY

<b>30/06-02/07/2014</b>	<b>Toulouse Space Show</b> Centre de congrès Pierre Baudis - Toulouse Pierre Baudis congress centre <a href="http://www.toulousespaceshow.eu">www.toulousespaceshow.eu</a>
<b>6-11/07/2014</b>	<b>Symposium conjoint Corot et Kasc</b> CoRoT / KASC joint symposium Toulouse <a href="http://corot3-kasc7.sciencesconf.org/">http://corot3-kasc7.sciencesconf.org/</a>
<b>8-9/07/2014</b>	<b>Caipan, « Collecte et analyse des informations sur les phénomènes aérospatiaux non identifiés »</b> , colloque organisé par le Ceipan GEIPAN symposium: "Gathering and analysing data on unidentified aerospace phenomena" Siège du CNES, Paris CNES headquarters
<b>11-15/07/2014</b>	<b>Université d'été dédiée aux enseignants</b> Space summer school for teachers Cité de l'espace, Toulouse <a href="http://www.cnes.cborg.fr/fue2014/">www.cnes.cborg.fr/fue2014/</a>
<b>15-27/07/2014</b>	<b>Opération « Volez jeunesse »</b> "Volez jeunesse" aviation/space event for youngsters Musée de l'Air et de l'Espace, Le Bourget Paris air and space museum <a href="http://www.museeairespace.fr">www.museeairespace.fr</a>
<b>2-10/08/2014</b>	<b>40<sup>e</sup> édition du Cospar</b> 40 <sup>th</sup> COSPAR Scientific Assembly Moscou (Russie) Moscow (Russia) <a href="http://www.cospar2014moscow.com">www.cospar2014moscow.com</a>
<b>8-12/09/2014</b>	<b>Colloque Herschel : « Galactic and extragalactic star formation »</b> Herschel symposium: "From Galactic to Extragalactic Star Formation" Marseille
<b>29/09-3/10/2014</b>	<b>65<sup>e</sup> congrès annuel de l'IAC (International Astronautical Congress)</b> 65 <sup>th</sup> International Astronautical Congress Toronto (Canada) <a href="http://www.iac2014.org">www.iac2014.org</a>
<b>29/09-3/10/2014</b>	<b>10<sup>e</sup> Rencontres aéronautiques et spatiales</b> 10 <sup>th</sup> air and space show Gimont <a href="http://www.gimont-aero.com">www.gimont-aero.com</a>
<b>7-9/10/2014</b>	<b>Symposium : « Solar metrology needs and methods »</b> Symposium: "Solar Metrology, Needs and Methods" Paris <a href="http://www.solarmetrology2014.com">www.solarmetrology2014.com</a>
<b>7-10/10/2014</b>	<b>ICSO, conférence internationale sur l'optique spatiale</b> International Conference on Space Optics (ICSO 2014) Tenerife (Espagne) Tenerife (Spain) <a href="http://www.icso2014.org">www.icso2014.org</a>
<b>10/10-11/11/2014</b>	<b>Les enjeux de l'espace</b> Challenges of space Agen
<b>13-15/10/2014</b>	<b>JC<sup>2</sup>, les Journées jeunes chercheurs du CNES</b> CNES JC <sup>2</sup> young researchers' forum Cité de l'espace, Toulouse <a href="http://www.icso2014.org">www.icso2014.org</a>
<b>21/10/2014</b>	<b>Mardis de l'espace sur « 2001 : l'Odyssée de l'espace, la réalité à l'épreuve de la fiction »</b> , avec Carole Desbarats, ENS, et Pascal Bultel, CNES Tuesday space talks on "2001: A Space Odyssey - reality tested by fiction" with Carole Desbarats (ENS) and Pascal Bultel (CNES) Café du Pont-Neuf (19 h 30-21 h 30), Paris <a href="http://www.cnes.fr/mardisdelespace">www.cnes.fr/mardisdelespace</a>



## 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...

Stéphane, professeur de mathématiques

**Pour la mission Gaia, on parle de l'immense analyse de données à gérer. A-t-il été envisagé d'utiliser la puissance de calcul de tous les PC disponibles de par le monde ? Le besoin est-il du même genre : puissance de calcul ou plutôt stockage de données ?**

Les objectifs de la mission Gaia sont ambitieux. En effet, la sonde doit cartographier en 3D plus d'un milliard d'objets de notre galaxie avec une précision allant jusqu'à 7 microsecondes d'arc (une seconde d'arc équivaut à 1/3 600 degré), ce afin de mieux comprendre les mécanismes de formation des galaxies. La possibilité d'utiliser la puissance de calcul de tous les PC disponibles n'a pas été envisagée. Le volume des données à échanger et la complexité des interactions calcul/données rend peu envisageable l'idée de tourner sur des PC répartis à domicile. Pour ce qui est du Cloud<sup>1</sup>, nous avons réfléchi à cette éventualité, mais la problématique ne s'y prête pas vraiment. En effet, nous n'identifions pas de pic de charge et pensons pouvoir utiliser « à plein » nos calculateurs dédiés sans « trous » de charge. Le besoin de stockage et de puissance de calcul nous a conduits à choisir la technologie Hadoop<sup>2</sup>, que nous avons adaptée au traitement scientifique dans le domaine spatial. Dans le cadre des traitements Gaia, l'ESA envisage de faire tourner l'un

de ses systèmes sur le cloud. En effet, c'est une application qui tournera ponctuellement (un mois sur six environ) et qui est très demandeuse en puissance de calcul.

<sup>1</sup> Cloud : stockage et traitement de données externalisés. Dans ce cas, on peut l'appeler « calcul distant » ou « cloud computing ».

<sup>2</sup> Hadoop : technologie innovante utilisée par les géants du Web comme Google, Facebook. (Véronique Valette, CNES)

Stéphane, maths teacher

**For the GAIA mission, we're talking about vast amounts of data to be analysed. Have you considered utilizing the processing power of all available PCs around the world? Or do all these data need to be stored as well?**

The GAIA satellite is tasked with an ambitious mission to observe over 1 billion objects in our galaxy and compile a 3D map with a precision of up to 7 micro-arcseconds (1 arcsecond is 1/3,600 of a degree) to help us better understand the mechanisms involved in galaxy formation. The idea of using the processing power of available PCs in people's homes hasn't been considered and is basically impractical, given the sheer volume of data and the complex computation/data interactions involved. We have considered cloud computing<sup>1</sup> but it's not really suited to our needs. We haven't identified any peaks in demand, so we can run our dedicated processors at full capacity. Based on our data storage and processing power requirements, we've chosen Hadoop<sup>2</sup> technology, which we've adapted to science data processing for space. For GAIA, ESA is planning to run one of its processing

systems in the cloud. This particular application will only run for about one month in six and is extremely compute-intensive.

(Véronique Valette, CNES)

<sup>1</sup> Data storage and processing using remote servers

<sup>2</sup> Innovative technology used by web giants like Google and Facebook

Guilhem, technicien

**Certains pensent que les téléphones mobiles fonctionnent grâce aux satellites, qu'en est-il ?**

Votre téléphone ou Smartphone (iPhone, Samsung, Nokia, etc.), généralement, n'utilise pas les satellites. Ces communications mobiles passent par des réseaux cellulaires terrestres utilisant les normes 2 g (GSM), 3 g (UMTS) ou 4 g (LTE). Néanmoins, ces réseaux n'ont pas une couverture globale. Des solutions de téléphonie mobile par satellite, comme Iridium, Globalstar, Inmarsat et Thuraya existent pour fournir du service dans les zones isolées. Les terminaux sont similaires aux téléphones mobiles « terrestres ». Afin de s'adapter à la mode Smartphone, ces opérateurs ont mis sur le marché des accessoires qui permettent de téléphoner et échanger des données depuis votre Smartphone. Ainsi, Iridium et Globalstar ont lancé un

point d'accès WiFi. L'opérateur Thuraya est allé encore plus loin avec le lancement d'une coque pour iPhone et Samsung Galaxy capable de transformer le Smartphone terrestre en terminal satellitaire!

(Hugo Gonzalez, CNES)

Guilhem, technician

**Some people think that mobile phones work via satellites. Is this true?**

Your smartphone—whether it's an iPhone, Samsung, Nokia or whatever—doesn't generally use satellites. Mobile communications are carried via terrestrial cell networks, based on the 2G (GSM), 3G (UMTS) or 4G (LTE) standards. However, these networks don't offer global coverage. Operators such as Iridium, Globalstar, Inmarsat and Thuraya provide satellite phone services in remote regions. Satellite phones look much like normal 'terrestrial' mobiles. Iridium and Globalstar offer satellite-powered Wi-Fi access points, enabling people anywhere in the world to use their smartphones to make calls and send/receive data. Thuraya has gone even further, launching a 'satsleeve', which transforms your iPhone or Samsung Galaxy into a satellite smartphone!

(Hugo Gonzalez, CNES)

CNESmag

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

Crédits photos/Photo credits: © EDITO : CNES/F. Maligne — NEWS : Jody Amiet (p.4-5), CNES 2014, distribution Airbus DS/Spot Image SA (p.6-7), Nos rayons pour un soleil (p.8 haut), CNES/D. Ducros (p.9 haut), Didier Payre (p.9 bas), NASA (p.10), Icarus/F. Catalano (p.11 haut), SNECMA Moteurs (p.11 bas), CNES/M. Pedoussaut (p.12), CNES (p.12 bas), CNES/E. Grimault (p.13-14-17), CNES/P. Jalby (p.15), CNES/NASA (p.16). — POLITIQUE : CNES/O. Pascaud (p.19-p.21 haut), CNES/E. Grimault (p.21-28), CNES/R. Barranco (p.22), CNES/H. Piraud (p.23), ESA (p.24), CNES (p.25 haut), CNES/C. Bardou (p.25 bas), CNES 2013/ distribution Airbus DS/Spot Image SA (p.27 haut), CNES 2012, distribution Airbus DS/Spot Image SA (p.27 bas), CNES/R. Barranco (p.29 gauche), CNES/F. Maligne (p.29 droite). — DOSSIER : ESA/NASA (p.32-33), ESA/CNES/Arianespace/Optique Vidéo du CSG/P. Baudon (p.34), NASA (p.35-37-41-42-43 bas-46-47), CNES/R. Barranco (p.35 bas-36 bas), CNES/ESA/Arianespace/CSG Service Optique/P. Baudon (p.36 haut-42), ESA (p.36 milieu), CNES/S. Girard (p.38), CNES/E. Grimault (p.39 haut), CNES/D. Ducros (p.39 bas-40-41 bas-45), CNES/S. Arribaux (p.40 haut), CNES/S. Girard (p.43 haut), CNES/ESA/Arianespace/CSG Service Optique/L. Barthelet Barateig (p.44). — SOCIETE : Greenpeace/Marco Care (p.49), Greenpeace/Paul Hilton (p.50), CNES/F. Maligne IFREMER (p.51), FameLab France (p.52), CNES/R. Barranco (p.53), P. Layeb (p.54), CNES 2014/Distribution Airbus DS/Spot Image SA (p.55-56). — INTERNATIONAL : ESA (p.59), ESA/European Commission (p.60), ESA/CNES/ Arianespace/Optique vidéo du CSG/ J.-M. Guillon (p.61), CNES/Air liquide (p.62), CNES/D. Ducros (p.63), CNES/E. Grimault (p.64 gauche), Présidence de la République/L. Blevenec (p.64 droite). — CULTURE : F. Cransac/Association A la Rencontre d'écrivains (p.65), Institut français de Pologne (p.67 haut), Cité de l'Espace/Manuel Huynh (p.67 bas), IFPEN/Objetif Image (p.68), CNES/D. Ducros (p.69), CNES/P. Trefouret (p.70). — 4\* de couv : Airbus DS/Spot Image SA/D. Perrone, 2001.

# 2014

## ADIEU VÉGÉTATION 2

La mission Spot-Végétation a connu un franc succès. Destiné à l'étude de la dynamique des écosystèmes sur l'ensemble du globe, l'instrument Végétation 2 a terminé son service le 4 juin. Opérationnel depuis février 2003, ce deuxième instrument embarqué sur Spot 5 a fidèlement emboîté le pas à son prédécesseur, installé sur Spot 4 (1998). Leurs données sur les effets de la déforestation, le suivi des récoltes, etc. ont été exploitées par plus de 10 000 utilisateurs dans le monde.

### Goodbye Vegetation

The SPOT-Vegetation mission has been a spectacular success. Designed for the study of global ecosystem dynamics, the Vegetation-2 instrument ceased operating on 4 June. It had been in service since February 2003 on the SPOT 5 satellite, pursuing the mission of its predecessor on SPOT 4 (1998). The data collected by both instruments on deforestation, crops and much more besides have been exploited by over 10,000 users around the world.



intespace

intespace  
L'Intelligence de l'Environnement