

**RAPPORT D'ACTIVITÉ 2017**  
ANNUAL REPORT 2017



**cnés**  
CENTRE NATIONAL  
D'ÉTUDES SPATIALES





# “ La foi dans la technologie, la construction européenne, la coopération internationale, sont définitivement l’ADN du CNES. ”

— **2017 a été dense pour le CNES en terme de coopérations, d’applications, deancements... Quel bilan tirez-vous de cette année ?**

En 2017, le CNES a poursuivi son évolution avec la création de la Direction des Systèmes Orbitaux (DSO) et la Direction du Numérique et des Opérations (DNO), qui complètent celle de la Direction de l’Innovation, des Applications et de la science (DIA) et qui sont très structurantes pour la vie de notre établissement.

Nous avons eu aussi la mission Proxima avec Thomas Pesquet qui nous a beaucoup fait rêver, lors notamment de ses sorties extravéhiculaires et le Président de la République est venu au Siège du CNES, le 2 juin, pour assister en direct au retour sur Terre de Thomas.

L’année a donc été menée tambour battant avec beaucoup de sujets liés à l’innovation, à l’exploration ou encore au climat avec le « One Planet Summit ».

— **Justement, au cours du « One Planet Summit », la Déclaration de Paris a été adoptée pour mettre en place un « Space Climate Observatory ». Quel rôle le CNES entend-il y jouer ?**

La lutte contre le changement climatique est au centre de notre action depuis la COP 21 en 2015, pour laquelle nous avons organisé une réunion des agences spatiales qui s’est conclue par la Déclaration de Mexico sur le rôle des satellites.

Puis, la Déclaration de New Delhi a suivi en 2016, concernant le suivi des gaz à effet



**JEAN-YVES LE GALL**  
PRÉSIDENT DU CNES  
CNES PRESIDENT

de serre. Elle a conduit à lancer le développement de MicroCarb et Merlin. Cette même année, nous nous sommes également retrouvés durant la COP 22 à Marrakech, sur les problématiques liées à l’eau.

Et en 2017, le Président de la République a souhaité célébrer le deuxième anniversaire de l’Accord de Paris en organisant, le 12 décembre, le « One Planet Summit » qui a réuni plusieurs dizaines de Chefs d’État et de gouvernement. Nous avons proposé à cette occasion, que l’on mette en place un « Space Climate Observatory » et depuis, nos équipes travaillent activement à lui donner vie. Il sera officiellement présenté en juin, au Toulouse Space Show.

L’idée est de standardiser les données utilisées pour la lutte contre le changement climatique et cela, quels que soient les satellites et aussi de proposer un libre accès

de ces données aux scientifiques. Il n’y a donc pas de doute, le CNES est véritablement devenu au niveau mondial, l’agence spatiale du climat.

— **L’exploration est une thématique forte du CNES, quels sont nos nouveaux défis à relever ?**

L’exploration occupe en effet une place très importante au CNES parce que nous avons en France, une communauté scientifique du meilleur niveau mondial et que nos équipes sont à la pointe de la technologie. C’est le cas pour l’exploration de Mars : nous avons livré en 2017 l’instrument SEIS, développé au Centre Spatial de Toulouse, qui va « écouter battre le cœur de Mars » et qui vient d’être lancé le 5 mai. Nous irons aussi sur Mars en 2020 avec les missions ExoMars de l’ESA et Mars 2020 de la NASA et plus tard, nous rapporterons un échantillon de Phobos avec la mission japonaise MMX.

Nous avons aussi su capitaliser sur l’héritage des missions ATV et aujourd’hui, le CNES est donc extraordinairement bien armé pour se positionner dans le domaine de l’exploration, aussi bien au niveau européen que mondial. Notre rôle de tout premier plan au sein de l’ESA et nos coopérations avec les États-Unis, la Russie ou le Japon le démontrent amplement.

— **L'innovation est plus que jamais au cœur de l'action du CNES, notamment dans le domaine des applications. Quelle est la stratégie du CNES en la matière ?**

L'innovation est la colonne vertébrale de l'action du CNES depuis que nous avons signé, en décembre 2015, notre Contrat d'Objectifs et de Performance justement baptisé « Innovation & Inspiration ». Cette innovation se décline sur chacun de nos cinq domaines d'intervention pour lesquels nous avons une partie classique et aussi une partie disruptive : Prometheus pour Ariane, MMX pour la science, CO3D pour l'observation, Angels pour les télécommunications et OTOS pour la Défense. Et pour les applications, nous intervenons dans tous les secteurs de la société pour lesquels le CNES peut apporter sa technicité. Dernier exemple, le fonds CosmiCapital, fruit d'un long travail réalisé en 2017 pour aider les start-ups à évoluer dans le secteur spatial et dont nous venons d'annoncer la création.

— **Quels sont les grands événements qui jalonnent 2018 ?**

2018 sera d'abord riche en lancements avec pas moins de quatre missions fondamentales pour le CNES : InSight qui arrivera sur Mars le 26 novembre, CFOSat qui va étudier les vagues et les vents, BepiColombo qui partira vers Mercure et CSO qui va renforcer les capacités de notre Défense. Nous poursuivrons ensuite les grands programmes engagés avec en particulier pour les lanceurs, Ariane 6 et Vega C. Nous avons d'ailleurs accueilli le Président de la République en Guyane pour qu'il se rende compte de l'avancement des travaux. 2018 marquera aussi les 50 ans du Centre Spatial de Toulouse et du Centre Spatial Guyanais, qui sont de véritables sagas que nous célébrerons avec nos équipes. Et enfin, de façon un peu plus large, nous participerons à l'International Astronautical Congress (IAC) qui se tiendra cette année en Europe, à Brême et à UNISPACE+50 à Vienne. Vous le voyez, si 2017 a été dense, 2018 sera intense avec ces quatre missions et tous nos programmes conduits dans un cadre national, européen ou international et qui rappellent que la foi dans la technologie, la construction européenne, la coopération internationale, sont définitivement l'ADN du CNES. ●

— **2017 was a busy time for CNES in terms of cooperation initiatives, applications and launches. How do you view the year looking back?**

In 2017, CNES continued to move forward with the creation of our Orbital Systems (DSO) and Digital Technologies and Operations (DNO) directorates, complementing the Directorate of Innovation, Applications and science (DIA) and marking a foundational shift for the agency. There was also the Proxima mission with Thomas Pesquet, which kept us all enthralled, especially during his extravehicular activities and when President Macron came to CNES's Head Office on 2 June to watch Thomas's return to Earth live. We kept up a cracking pace throughout the year and were active in many fields related to innovation and exploration, as well as to climate with the One Planet Summit.

— **At the One Planet Summit, the Paris Declaration was adopted to set up a Space Climate Observatory. What role will CNES be playing in this initiative?**

Tackling climate change is central to what we are doing at the agency since the COP21 conference in 2015, where we brought together the world's space agencies for the Mexico Declaration on the role of satellites in this respect. That was followed in 2016 by the New Delhi Declaration on monitoring of greenhouse gases from space, after which development of the MicroCarb and MERLIN missions was launched. The same year, space agencies also met again at COP22 in Marrakesh to focus on water issues. Last year, President Macron decided to mark the second anniversary of the Paris Agreement on 12 December with the One Planet Summit bringing together tens of heads of state and government. We proposed on this occasion to set up a Space Climate Observatory (SCO), which our teams are now working hard to bring into being. It will be officially presented in June at the Toulouse Space Show. The idea behind the SCO is to standardize satellite data serving efforts to tackle climate change and to make them readily available to scientists. We can therefore say without a shadow of a doubt that CNES is today a climate-driven agency on the world stage.

— **Space exploration is a strong focus for CNES. What new challenges does it face in this domain?**

Space exploration is indeed a big part of what CNES does, because in France we have one of the best scientific communities in the world and our teams are developing leading-edge technologies. In the field of Mars exploration, for example, in 2017 we delivered the SEIS instrument developed at the Toulouse Space Centre. SEIS was launched on 5 May and is now on its way to "take the pulse" of Mars. We will also be heading for Mars again in 2020 with ESA's ExoMars and NASA's Mars 2020 missions, and further down

“**Belief in technology, the construction of Europe and international cooperation are deep in CNES's DNA.**”

the track we will be returning samples from Phobos with Japan's MMX mission. We have also built on the heritage of the ATV missions and today CNES is ideally placed to be a pivotal player in space exploration, both at European and world level, as is amply demonstrated by our prime role within ESA and our partnerships with the United States, Russia and Japan.

— **Innovation is driving CNES's actions more than ever before, notably where applications are concerned. What is the agency's innovation strategy?**

Innovation forms the backbone of CNES's actions since our Innovation & Inspiration objectives and performance plan signed with the government in December 2015. This focus on innovation feeds into each of our five domains of activity, where we are pursuing both conventional and disruptive actions: Prometheus for Ariane, MMX for science, CO3D for Earth observation, ANGELS for telecommunications and OTOS for defence. As for applications, we are working in all areas of society where CNES can offer its technical expertise. The latest example is the recently created CosmiCapital investment fund, which is the result of a long effort in 2017 to help start-ups break into the space sector.

— **What are the key milestones that will mark 2018?**

There will be a full schedule of launches and no fewer than four fundamental missions for CNES, with InSight arriving on Mars on 26 November, CFOSat to study waves and winds, BepiColombo to explore Mercury and CSO to strengthen our defence capabilities. We will also be pursuing major programmes already underway, in particular for the Ariane 6 and Vega C launchers. President Macron has been to French Guiana to see for himself how work on the future infrastructures is progressing. 2018 will also mark the 50<sup>th</sup> anniversaries of the Toulouse Space Centre and the Guiana Space Centre, which we will be celebrating with our teams. And we will be taking part in the International Astronautical Congress (IAC), which is being held this year in Europe, in Bremen, and in UNISPACE+50 in Vienna. So, as you can see, 2017 was a busy year and there will be no let-up in 2018 with these four missions and all the national, European and international programmes to which we are contributing, which show that belief in technology, the construction of Europe and international cooperation are deep in CNES's DNA.



# UN ESPACE À PARTAGER

**L**a Terre ne cesse de rétrécir. Parce que nous sommes de plus en plus nombreux à y vivre... ou, malheureusement, à y survivre pour beaucoup d'entre nous et parce que nous nous y déplaçons de plus en plus rapidement. Mais aussi parce que nous sommes désormais capables de prendre de la hauteur, de faire un pas de côté, pour observer notre planète depuis son voisinage spatial.

Dans le même temps, l'espace ne cesse de s'accroître. Grâce à nos sondes qui explorent méticuleusement les planètes voisines, les moindres recoins de notre système solaire et même au-delà. Mais aussi grâce aux progrès et aux innovations dans les multiples domaines de l'aéronautique, comme dans ceux de la gestion de nos programmes ou de l'acquisition de connaissances.

Rétrécissement d'une part, accroissement de l'autre ? Nous devons plus que jamais nous engager à partager l'espace pour le bien de tous les Terriens.

**JACQUES ARNOULD**, Expert éthique au CNES

## SPACE TO SHARE

Earth is getting ever smaller, as more and more of us are living—or, it has to be said, in many cases struggling to survive—on this planet we call home and because we are able to get around the globe faster than at any time in human history. But also because we are now capable of taking the high ground, stepping to one side and observing it from the vantage point of space.

At the same time, we are venturing ever further into space with probes exploring every nook and corner of our planetary neighbours, the solar system and beyond. And due to progress and innovations in many areas of astronautics, and in the way we manage our programmes and acquire new knowledge.

While one world is shrinking, another is expanding, or so it would seem. More than ever before, we must endeavour to share space for the good of everyone on Earth.

**JACQUES ARNOULD**, CNES Ethics Officer

## 465

brevets (systèmes et lanceurs)  
ont été déposés en 10 ans  
par le CNES.

Patents (for systems and launchers)  
have been filed the last years  
by CNES.

## 32

accords internationaux  
signés en 2017.

International agreements  
signed by CNES in 2017.

## 53 000

jeunes ont été touchés  
en 2017 par les actions  
proposées par le CNES.

Young people reached in 2017  
by CNES actions.



# SOMMAIRE

CONTENTS

02	Éditorial Foreword	08	Applications Applications	12	Environnement Environment	16	Coopération Cooperation
06	Gouvernance Governance	10	Innovation & prospective Innovation and the future	14	Les apports du spatial The contributions of space	18	RSE CSR

## DOMAINES D'INTERVENTION

DOMAINS

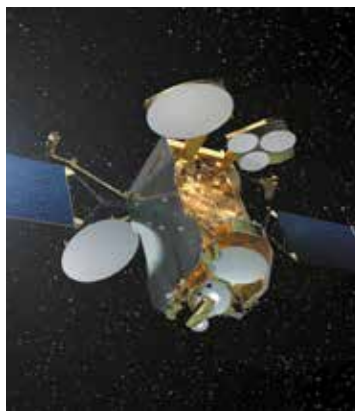


20  
**ARIANE**  
ARIANE



34  
**OBSERVATION**  
OBSERVATION

28  
**SCIENCES**  
SCIENCES



40  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS**  
TELECOMMUNICATIONS

46  
**DÉFENSE**  
DEFENCE



52	Les centres Centres	55	Mission informer Outreach & Communication	58	Mission recruter Recruitment	60	Mission financer Financial
----	------------------------	----	--	----	---------------------------------	----	-------------------------------

# CONSEIL D'ADMINISTRATION DU CNES Juin 2018

CNES BOARD OF DIRECTORS June 2018

## JEAN-YVES LE GALL

Président du CNES  
CNES President

### MEMBRES NOMMÉS EN QUALITÉ DE REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT GOVERNMENT REPRESENTATIVES

## JEAN-LUC MOULLET

Représentant du Premier ministre  
Representing the Prime Minister  
Directeur de programme,  
Commissaire général  
à l'investissement  
Programme Director,  
Commissioner General  
for Investment

## MARIE-HÉLÈNE TUSSEAU-VUILLEMIN

Représentante du ministre  
chargé de la Recherche  
Representing the Minister  
for Research  
Ministère de l'Enseignement  
supérieur, de la Recherche  
et de l'Innovation  
Ministry of Higher Education,  
Research and Innovation  
Direction générale  
de la Recherche et  
de l'Innovation (DGRI)  
Directorate General of Research  
and Innovation (DGRI)

## PIERRE VALLA

Représentant du ministre  
chargé de l'Espace  
Representing the Minister  
for Space  
Ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enseignement supérieur,  
de la Recherche et de l'Innovation  
Ministry of Higher Education,  
Research and Innovation

## ARNAUD JULLIAN

Représentant du ministre  
chargé du Budget  
Representing the Minister  
for the Budget  
Ministère de l'Action  
et des Comptes publics  
Ministry of Public Action  
and Accounts  
Sous-directeur, chargé  
de la 3<sup>e</sup> sous-direction  
de la direction du Budget  
Deputy Director, 3<sup>rd</sup> Budget  
Sub-directorate

## CAROLINE MALAUSSENA

Représentante du ministre  
chargé des Affaires étrangères  
Representing the Minister  
for Foreign Affairs  
Ministère de l'Europe  
et des Affaires étrangères  
Ministry of Europe  
and Foreign Affairs  
Direction des entreprises,  
de l'économie internationale  
et de la promotion du tourisme  
Director, Business, Global  
Economy and Promotion  
of Tourism

## CAROLINE LAURENT

Représentante du ministre  
chargé des Armées  
Representing the Minister  
for Armed Forces  
Délégation générale  
pour l'Armement  
French defence  
procurement agency (DGA)

### MEMBRES ÉLUS PAR LES SALARIÉS MEMBERS ELECTED BY CNES EMPLOYEES

## CAROLE LARIGAUDERIE

Centre Spatial de Toulouse  
Toulouse Space Centre

## DOMINIQUE BOURCIER

Centre Spatial de Toulouse  
Toulouse Space Centre

## THIERRY JAMIN

Centre Spatial de Toulouse  
Toulouse Space Centre

## VIRGINIA RANDADO

Centre Spatial de Toulouse  
Toulouse Space Centre

## ANNE PARADIS

Centre Spatial Guyanais  
Guiana Space Centre

## VINCENT LEUDIÈRE

Direction des Lanceurs Paris/Daumesnil  
Launch Vehicles Directorate, Paris/  
Daumesnil

### MEMBRES CHOISIS EN RAISON DE LEUR COMPÉTENCE DANS LE DOMAINE D'ACTIVITÉ DU CNES MEMBERS APPOINTED FOR THEIR EXPERTISE IN CNES AFFAIRS

## EDWIGE BONNEVIE

Directrice du pôle MR  
Directeur central de la Sécurité - CEA  
Director, Risk Management -  
Security Director - CEA

## SYLVIE JOUSSAUME

Directrice de la Stratégie pour  
l'Armement  
Director of Armaments Strategy  
Laboratoire des Sciences du Climat  
et de l'Environnement  
LSCE climate and environmental  
science laboratory

## BRUNO SAINJON

Président-directeur général  
de l'ONERA  
Chairman and CEO, ONERA

## FRANÇOIS JACQ

Président directeur général  
de l'Ifremer  
Chairman and CEO, Ifremer

### COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT GOVERNMENT COMMISSIONER

## THIERRY BERGEONNEAU

Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation  
Ministry of Higher Education, Research and Innovation  
Chef du service Performance, financement et contractualisation avec  
les organismes de recherche (SPFCO) de la DGRI  
Department head, Performance, Funding and Contracts with Research  
Organizations (SPFCO) at DGRI

# ORGANIGRAMME DU CNES Juin 2018

CNES ORGANIZATION CHART June 2018



**GENEVIÈVE CAMPAN,**  
Chargée de mission  
Advisor to the President



**JEAN-YVES LE GALL,**  
Président  
President



**LIONEL SUCHET,**  
Directeur Général Délégué  
Chief Operating Officer



**JEAN-LUC DUMAY,**  
Agent comptable  
Chief Accountant



**PIERRE TRÉFOURET,**  
Directeur du cabinet  
du Président  
Chief of Staff,  
President's Office



**HENRY DE ROQUEFEUIL,**  
Conseiller militaire,  
Coordonnateur de l'équipe Défense  
Military Advisor, Defence Team  
Coordinator



**PIERRE AMIDEY,**  
Contrôleur général d'État  
State Controller



**MARIE-CLAUDE SALOMÉ,**  
Direction de la Communication  
Communication



**PIERRE LODS,**  
Direction Centrale  
de la Sécurité  
Security and  
Defence, Central  
Security Service



**ANTOINE SEILLAN,**  
Direction Financière  
Finance



**BRIGITTE BEHAL,**  
Direction des Achats, recettes  
et Affaires Juridiques  
Procurement,  
Sales and Legal Affairs



**PIERRE DENTAND,**  
Direction des Services  
Comptables  
Accounting



**JEAN-MARC ASTORG,**  
Direction des Lanceurs  
Launch Vehicles



**DIDIER FAIVRE,**  
Direction du Centre  
Spatial Guyanais  
Guiana Space Centre



**FRÉDÉRIC PRADELLES,**  
Direction du Numérique,  
de l'exploitation  
et des Opérations  
Digital Technologies  
and Operations



**JEAN-PASCAL LEFRANC,**  
Direction de la  
Programmation,  
de l'International  
et de la qualité  
Planning, International  
Relations and Quality



**MARIE-ANNE CLAIR,**  
Direction des Systèmes Orbitaux  
Orbital Systems



**PIERRE ULRICH,**  
Direction des  
Ressources Humaines  
Human Resources



**GILLES RABIN,**  
Direction de l'Innovation,  
des Applications et de la science  
Innovation, Applications  
and Science

# ENCORE PLUS DE SPATIAL POUR LA SOCIÉTÉ

MORE SPACE FOR SOCIETY



Développer les usages du spatial est un enjeu majeur pour le CNES. Les satellites et leurs applications contribuent à l'essor économique, apportent des réponses aux besoins nouveaux de la population et aux ambitions des territoires. Avec la révolution numérique, l'espace est plus que jamais incontournable.

Developing space applications is a core focus for CNES. Such applications are fuelling economic growth, meeting new needs and serving ambitions, and as the digital revolution continues to gather pace, they are increasingly vital to our daily lives.

## ACTEUR DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

DRIVING THE DIGITAL TRANSFORMATION

**L**e CNES et Cap Digital, le pôle de compétitivité numérique d'Île-de-France, ont organisé un événement commun le 30 novembre 2017 : une soirée de « match making » pour mettre en relation des experts du CNES, des startups intégrant les technologies spatiales dans leurs projets ou des entreprises (comme CLS) qui met en œuvre des techniques spatiales de positionnement, de localisation très innovantes et le moteur de recherche Qwant. Le pôle qui réunit plus de 1 000 membres (startups, universités, ETI, grandes entreprises...) et le CNES partagent un but : coopérer pour que

les acteurs de l'économie numérique aient une meilleure connaissance de l'apport des solutions et technologies spatiales. En perspective, de nouvelles opportunités pour participer à l'élaboration de ces nouveaux usages qui transforment le quotidien.

CNES and Cap Digital, the digital competitiveness cluster in the Ile-de-France region, jointly organized a 'matchmaking' event on 30 November 2017 that sought to bring together the agency's experts, start-ups leveraging space technologies and firms like CLS, which applies highly

innovative space-based positioning technologies, and French search engine provider Qwant. The Cap Digital cluster, with its more than 1,000 members—including start-ups, universities, mid-tier and large firms—and CNES are working together to raise awareness of space solutions and technologies among stakeholders of the digital economy, with the ultimate aim of generating new opportunities to help shape our daily lives.





## Les Régions misent sur les solutions spatiales Regions banking on space solutions

La déclaration d'intention signée le 20 juin 2017 au Salon du Bourget entre le CNES et six présidents de Régions et Collectivités Territoriales en dit long sur la volonté de ces territoires de faire du spatial un levier stratégique de leur développement. Les bénéfices apportés par ces technologies dans la conduite de l'action publique et leur rôle dans la mise en œuvre de services innovants dans de nombreux domaines (mobilité et transports, communication, ville intelligente, ruralité, agriculture et forêt, tourisme...) sont tels que ces élus ont décidé de se positionner en précurseurs. Ils déclarent vouloir collaborer avec le CNES pour favoriser le déploiement de nouvelles solutions en faveur du tissu économique et de la population. Pour accompagner ce mouvement, le CNES envisage de s'appuyer sur des correspondants en région, véritables ambassadeurs du spatial auprès des acteurs locaux.

The statement of intent signed at the Paris Air Show on 20 June 2017 by CNES and six regional and departmental council presidents shows how seriously these authorities are taking space as a strategic lever for their development. Conscious of the advantages that space technologies are bringing for public action and how they are spawning innovative services in such areas as mobility and transport, communication, smart cities, rural planning and development, agriculture, forestry and tourism, elected representatives have decided to take on a precursor role, working with CNES to encourage uptake of new solutions to benefit the economy and populations. To support of this effort, the agency envisions a network of local correspondents to act as ambassadors for space.

## Qualité de l'eau : un partenariat CNES-bioMérieux CNES and bioMérieux partner on water quality

L'expérience Aquapad menée par Thomas Pesquet dans la Station spatiale internationale se poursuit. Issue de la collaboration entre le CNES et bioMérieux, acteur mondial du diagnostic biologique, elle a permis de détecter et de dénombrer très rapidement la microflore bactérienne dans l'eau, avant consommation par les astronautes. Le 15 janvier 2018, les deux organisations ont signé une déclaration d'intérêt commun visant à poursuivre ce partenariat. L'objectif est d'améliorer et d'étendre le processus de détection microbienne pour d'autres éléments comme l'air. Des perspectives de développement sont envisageables pour le diagnostic de syndromes respiratoires ou gastro-intestinaux ou encore le contrôle de l'environnement. Imaginer et faciliter l'intégration de solutions spatiales dans le domaine de la santé est également l'objectif de la journée organisée le 29 mars 2018 par le CNES et le pôle de compétitivité Lyonbiopôle.

The Aquapad experiment conducted by Thomas Pesquet on the International Space Station (ISS) is ongoing. Developed jointly by CNES and bioMérieux, a world leader in in-vitro diagnostics, Aquapad is able to quickly detect and quantify bacterial microflora in a space crew's water before they drink it. On 15 January 2018, the two organizations signed a joint statement of interest aimed at pursuing this partnership with a view to improving and extending microbial detection processes to other elements like air. It also paves the way for development of new microbial detection techniques, notably for diagnosing respiratory, gastro-intestinal and other clinical syndromes, and for environmental testing. CNES and the Lyonbiopôle competitiveness cluster also organized a day of discussion on 29 March 2018 to look at how space solutions can benefit healthcare.

### + FOCUS FOCUS



### Le CNES présent à Station F CNES AT STATION F

En intégrant l'espace « French Tech » au sein du plus grand incubateur du monde, le CNES veut répondre aux besoins des nouveaux entrepreneurs. Cette démarche s'inscrit dans l'initiative « Connect by CNES » qui vise à accompagner les utilisateurs et à aider les fournisseurs de solutions spatiales à développer des services innovants.

In setting up store within the French Tech co-working space at the world's largest business incubator, CNES is seeking to serve the needs of new entrepreneurs. The agency's presence at Station F is an extension of the Connect by CNES initiative that aims to support users and help suppliers of space solutions to develop innovative services.

# S'ADAPTER ET INVENTER

## ADAPTING AND INVENTING

Le CNES est plus que jamais une machine à inventer. Une direction dédiée et des approches disruptives associées à la maîtrise d'un socle technologique solide donnent naissance à de nouvelles synergies qui feront les applications spatiales de demain et d'après-demain.

More than ever before, CNES's chief mission is to invent. A dedicated directorate and disruptive approaches combined with a solid technological foundation are creating new synergies that are set to fuel space applications tomorrow and further into the future.

## UN OBSERVATOIRE DE PROSPECTIVE SPATIALE

A SPACE SURVEY OBSERVATORY

Quels futurs possibles pour le spatial dans un domaine qui évolue vite et où de nouveaux venus bouleversent un jeu bien établi depuis plus de 50 ans ? Parce qu'un nouvel équilibre est en train de naître, le CNES a souhaité mener une réflexion associant de nombreux intervenants de tous horizons. Le 8 novembre 2017, est né « Space'ibles », un observatoire de prospective pour construire avec 38 partenaires une vision commune de l'écosystème spatial qui façonnera l'avenir du secteur.

*NewSpace, FastSpace, Smart cities, changement climatique...* Mais aussi intelligence artificielle, biotechnologies, nouvelles énergies... Le spatial investit tous les territoires et même ceux dont il est a priori éloigné. Du coup, une nouvelle économie « de l'espace dans l'espace » ne serait-elle pas en train de naître ? C'est ce constat qui a conduit le CNES et ses partenaires à vouloir explorer l'avenir. Pour 2018, l'Observatoire « Space'ibles » a lancé plusieurs ateliers de réflexion autour de thèmes tels que « Besoin d'espace des sociétés futures », « Vivre et produire dans l'espace », « Enjeux éthiques & juridiques ».

What does the future hold for a fast-moving space sector where new entrants are breaking the mould that has been in place for more than 50 years? In this new landscape now taking shape, CNES has sought to combine the visions of stakeholders from all horizons. On 8 November 2017, the agency set up its Space'ibles space survey observatory with 38 partners to build a common vision of the space ecosystem that will shape the sector's future.

*NewSpace, FastSpace, smart cities, climate change, artificial intelligence, biotechnologies, new energies...*

there are few areas that space has not reached, even where we wouldn't normally expect to find it. As a result, a new off-planet space economy is beckoning and it is this trend that is leading CNES and its partners to explore the future.

For 2018, the Space'ibles observatory has set up several workshops focusing on topics like 'Space needs of future societies', 'Living and producing in space' and 'Ethical and legal issues'.



## Vers une fabrique collaborative de projets spatiaux

*Towards a collaborative space project factory*

L'heure est au collaboratif et le spatial n'y échappe pas. L'idée : créer les conditions pour favoriser le développement de projets spatiaux *open source* dans les *fablabs*, *makerspaces*, *hackerspaces* et autres lieux de création collaborative. Le CNES veut ouvrir le domaine spatial à tous et impliquer les citoyens dans la construction d'un monde futur en leur permettant de concevoir et construire de l'*open hardware*. L'initiative « Fédération » a été annoncée, à l'occasion du dernier Salon du Bourget, pour créer et soutenir un écosystème capable de faire émerger de nouveaux concepts spatiaux pouvant être développés de manière collaborative grâce à l'intelligence collective. Cette initiative est devenue l'association « Fédération-Open Space Makers », en octobre 2017. Le CNES participe à la communauté à travers le support d'experts techniques ou juridiques. Réclamée partout, l'association a entamé un tour de France pour soutenir les *makers*, amateurs passionnés par le spatial.

We live in an increasingly collaborative era, and space is no exception. The idea is to create the right conditions for nurturing open source space projects in *fablabs*, *makerspaces*, *hackerspaces* and other collaborative creation structures. CNES is looking to open space to all and to involve citizens in building our future world with open hardware. The FEDERATION initiative was announced at last year's Paris Air Show to create and support an ecosystem capable of fostering new, collaborative space concepts. This initiative spawned the FEDERATION-Open Space Makers non-profit association in October 2017. CNES is providing this community with expert technical and legal support. The association is already much in demand and has started a 'Tour de France' to come to the aid of keen space 'makers'.



**700**

**Le nombre de participants  
à la Journée de l'Innovation  
organisée par le CNES,  
le 2 février 2017.**

Participants at the  
Innovation Day held  
by CNES on  
2 February 2017.



**4.0**

**La nouvelle révolution  
du secteur spatial.**  
The new space revolution.



# LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

## TACKLING CLIMATE CHANGE

Des cyclones d'une violence extrême ont frappé la Terre en 2017. Ces événements climatiques ont mis en évidence le rôle incontournable des satellites pour observer la hausse des températures annonciatrice de catastrophes, prévenir et évacuer les populations et guider les secours. Véritable agence spatiale du climat, le CNES fait désormais de la question climatique un enjeu majeur.

2017 was a year that saw hurricanes hit with unprecedented force. These extreme weather events highlighted the crucial role of satellites in observing the rising temperatures that provide early warning of such impending disasters to populations, and in evacuating them and guiding emergency responders. As a truly climate-focused space agency, CNES is now giving top priority to tackling climate change.



## VERS UN OBSERVATOIRE SPATIAL DU CLIMAT

TOWARDS A SPACE CLIMATE OBSERVATORY

**L**a COP21 de 2015 et l'Accord de Paris ont marqué un tournant dans la lutte collective contre le changement climatique.

Deux années plus tard, le « One Planet Summit » voulu par le Président de la République, Emmanuel Macron, est une étape de plus dans la coopération internationale autour du grand défi du XXI<sup>e</sup> siècle.

La veille de ce sommet, le 11 décembre 2017, le CNES a réuni à Paris les chefs d'agences spatiales autour de trois thèmes : la surveillance des gaz à effet de serre, les ressources en eau et l'utilisation des satellites dans la gestion des catastrophes naturelles. Cette réunion s'est achevée sur la Déclaration de Paris qui propose la création d'un Observatoire spatial

du climat. Son but : mutualiser les données spatiales portant sur l'étude du climat et faciliter leur utilisation par la communauté scientifique mondiale.

Sur les cinquante variables essentielles définies par le *Global Climate Observing System (GCOS)* pour la mesure du climat, vingt-six ne peuvent être mises en œuvre que depuis l'espace. Le CNES a parfaitement compris que seule la coopération entre les agences spatiales du monde entier peut avoir un impact significatif sur la compréhension du changement climatique et la correction de ses effets. Fort de 40 années d'expérience en observation de la Terre, le CNES possède la légitimité pour fédérer les acteurs mondiaux autour d'objectifs partagés.

The COP21 conference in 2015 and the Paris Agreement marked a turning point in collective efforts to tackle climate change. Two years later, the One Planet Summit initiated by President Emmanuel Macron took another step towards international cooperation in response to this great challenge of the 21<sup>st</sup> century.

On the eve of the summit, on 11 December 2017, CNES brought together the world's heads of space agencies in Paris to address three topics: greenhouse gas monitoring, water resource management and the use of satellites in natural disaster management. This meeting led to the adoption of the Paris Declaration, which proposes to set up a Space Climate Observatory (SCO) to pool climate data acquired from space and make them more readily available to the international scientific community.

Out of the 50 Essential Climate Variables (ECVs) defined by the Global Climate Observing System (GCOS), 26 can only be monitored from space. As a result, CNES is well aware that cooperation between the world's space agencies is the only way to significantly advance understanding of the factors driving climate change and to correct its effects. With its 40-year legacy at the cutting edge of Earth observation, CNES has acquired the standing to federate efforts around common aims.



**556**

Le nombre d'activations de la charte « Espace et catastrophes majeures » en 2017.

Activations of the International Charter on Space and Major Disasters in 2017.



**3,29** MM/AN

La hausse estimée du niveau moyen des mers telle qu'observée par les satellites Topex-Poséidon et Jason depuis 1993.

3.29 mm is the estimated yearly increase in mean sea level observed by the TOPEX/Poseidon and Jason satellites since 1993.



**+ DE 2** MILLIONS

Les images prises par Pleiades depuis 2011.

More than 2 million images acquired by Pleiades since 2011.

# L'ESPACE, ACCÉLÉRATEUR D'INNOVATION



SPACE BOOSTING INNOVATION

Développer l'usage des solutions spatiales, c'est mieux répondre aux enjeux de la société d'aujourd'hui et de demain. Mobilité, santé, territoire, agriculture, fracture numérique, ressources naturelles, risques et assurances ... Autant de secteurs d'applications que couvre le spatial. En collaboration avec les entreprises, les territoires et les acteurs institutionnels, le CNES offre des services d'accompagnement pour favoriser le développement économique et sociétal.

By encouraging uptake of space solutions, CNES is meeting the challenges facing society today and in the future, spanning such applications as mobility, healthcare, land planning, agriculture, Internet connectivity, natural resource management, risk management and insurance. Working with firms, local authorities and institutional stakeholders, CNES offers a range of support services to foster economic and social development.





## MOBILITÉ / Mobility

Face aux besoins de mobilité toujours plus grands, le spatial peut améliorer la complémentarité entre les différents modes de transports et faciliter les déplacements.

With mobility needs increasing all the time, space helps different modes of transport to complement one another more effectively, making it easier to get around.

## SANTÉ / Health

La médecine personnalisée, la e-santé, la télémédecine, la télé-épidémiologie, l'accès des territoires au numérique façonnent la médecine du futur. Le spatial accompagne cette transformation.

Personalized medical care, e-health, telemedicine, tele-epidemiology and better access to digital technologies are shaping the future of medicine. Space is supporting this transformation.

## TERRITOIRE / Land planning

Les applications spatiales apportent des solutions performantes pour optimiser la gestion et l'aménagement des territoires : gestion de l'air, du foncier, des risques naturels, des trafics urbains et routiers... Une boîte à outils pour les régions et les communes.

Space applications offer effective solutions to optimize land planning, enabling better management of air quality, land ownership, natural hazards, urban and road traffic— a toolbox for regional and local authorities.

## AGRICULTURE / Agriculture

La révolution de l'agriculture de précision est rendue possible par l'utilisation de techniques spatiales hybridées avec des solutions terrestres. Elle favorise l'émergence d'une agriculture plus rentable, durable et respectueuse de l'environnement.

The precision agriculture revolution is being driven by hybrid solutions that combine space and terrestrial technologies, making farming more profitable and more sustainable while reducing its environmental footprint.

## ENVIRONNEMENT / Environment

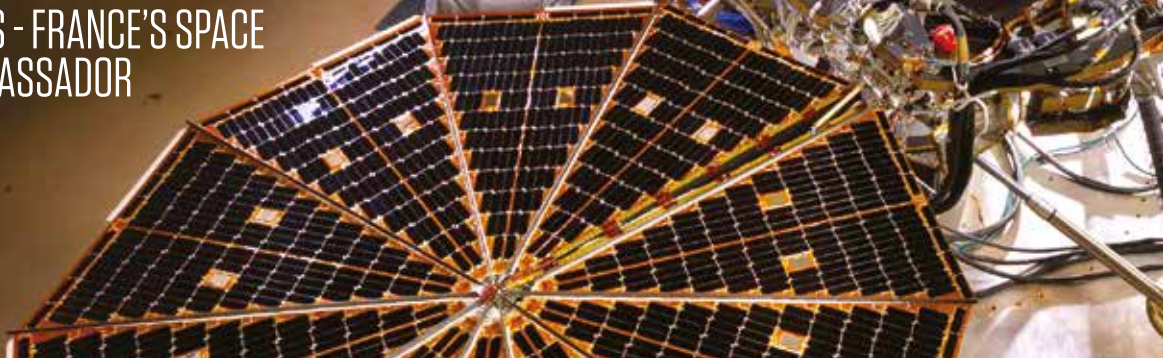
L'historique des données spatiales en matière de suivi des ressources environnementales permet une gestion plus pointue des forêts, de l'eau douce, des traits de côte... et est utile à la préservation de la nature et à la prévention des crises et risques, etc.

The long record of environmental satellite data is underpinning more precise management of forests, freshwater and shorelines, while helping to preserve the natural environment and mitigate crises and hazards.



# LE CNES, AMBASSADEUR DE LA FRANCE SPATIALE

CNES - FRANCE'S SPACE  
AMBASSADOR



Nombreuses sont les coopérations que le CNES entretient avec son environnement. Nationales, européennes, internationales, elles constituent un maillage qui fait la force de la France spatiale. Qu'il s'agisse de relations industrielles, technologiques, économiques, académiques, diplomatiques, ces échanges quotidiens rendent possibles les projets les plus ambitieux.

CNES works closely with a broad array of national, European and international stakeholders that forms the foundation of France's space effort. The industrial, technological, economic, academic and diplomatic exchanges it sustains from day to day are enabling the most ambitious projects.

## PROMOUVOIR LE « RÉFLEXE FRANCE » MAKING 'THINK FRANCE' A REFLEX RESPONSE

L'entrée de nouveaux acteurs sur le marché spatial mondial, américain mais aussi asiatique, rebat les cartes du jeu. Ambassadeur de la France spatiale, le CNES ne ménage pas ses efforts pour consolider les liens avec tous ses interlocuteurs que sont les agences et les puissances spatiales existantes ou en devenir. Ouvert sur le monde entier, le CNES fait inlassablement valoir ses 57 années d'expérience et ses nombreux succès pour que ses partenaires continuent à avoir le « réflexe France » en faisant appel aux industriels nationaux.

New entrants in the global space market from the United States and Asia are changing the game. As France's space ambassador, CNES is working hard to strengthen its ties with established and emerging agencies and space powers. Driven by an outward-looking vision, the agency is building on its 57-year heritage and numerous successes to encourage its international partners to 'think France' as a reflex response and turn to French manufacturers for their space needs.



De nombreuses rencontres à haut niveau et de nouveaux accords ont été formalisés en 2017. Quelques exemples au niveau institutionnel :

Many high-level meetings took place and a series of new formal agreements were sealed in 2017:

- **ACCORDS AVEC L'INDE** pour les lanceurs futurs et l'exploration de la Lune. **Agreements with India on future launchers and lunar exploration.**



- Participation du Président du CNES à la 9<sup>e</sup> CONFÉRENCE SUR LA POLITIQUE SPATIALE DE L'UNION EUROPÉENNE sur le thème « Aujourd'hui, l'Europe invente l'espace de demain ». **The participation of CNES's President at the 9<sup>th</sup> European Union Space Policy Conference on the theme 'Space Strategy for Europe: the road ahead'.**

- Rencontre entre le Vice-président de la JAXA et le Président du CNES pour CÉLÉBRER 30 ANS DE COOPÉRATION SPATIALE FRANCO-JAPONAISE. **Meeting of the Vice-President of JAXA and CNES's President to celebrate 30 years of French-Japanese space cooperation.**



- Signature d'un **ACCORD-CADRE AVEC LE CENTRE POUR LE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE INDUSTRIEL ESPAGNOL** à l'occasion du XXV<sup>e</sup> Sommet franco-espagnol, en présence du Président de la République. **Signature of a framework agreement with CDTI, the Spanish government agency with responsibility for space, on the occasion of the 25<sup>th</sup> France-Spain Summit in the presence of President François Hollande.**

- Premier **ACCORD-CADRE ENTRE LE CNES ET MÉTÉO FRANCE** réaffirmant leur volonté de coopérer. **First framework agreement between CNES and national weather service Meteo-France, reaffirming their commitment to work together.**



- Signature d'un accord-cadre entre la **FRANCE ET L'INDONÉSIE** pour structurer les coopérations spatiales pour les 5 ans à venir. **Signature of a five-year framework space cooperation agreement between France and Indonesia.**

- **MEMORANDUM D'ACCORD AVEC SINGAPOUR** à l'occasion de la visite d'État du Président de la République. **Signature of a memorandum of understanding with Singapore on the occasion of President François Hollande's state visit.**

- **COOPÉRATION ENTRE LE CNES ET LE CERN** (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) pour un partenariat scientifique à long terme. **Signature of a long-term framework scientific cooperation agreement between CNES and CERN, the European Organization for Nuclear Research.**



- Nouveau partenariat entre **LA FRANCE ET L'AUSTRALIE**. **New partnership between France and Australia.**

- 11<sup>e</sup> RÉUNION DU COMITÉ SPATIAL FRANCO-CHINOIS et signature d'un accord-cadre pour les missions dédiées à l'étude des océans. **11<sup>th</sup> meeting of the French-Chinese Space Committee and signature of a framework agreement on ocean-observing missions.**



- France-États-Unis : **SIGNATURE AVEC LA NASA D'UNE DÉCLARATION SUR MARS ET L'Océanographie.** **France-United States space cooperation: signature with NASA of a joint statement on Mars and oceanography.**

- Participation du Président du CNES au **CONSEIL EUROPÉEN SUR L'ESPACE** à Tallinn (Estonie). **Participation of CNES's President in the EU Space Council meeting in Tallinn, Estonia.**

- Coopération **FRANCE-RUSSIE** : visite du Président du CNES au Salon aérospatial international de Moscou. **France-Russia space cooperation: CNES's President visits the MAKS international air show in Moscow.**

- Signature d'un **ACCORD AVEC LES EMIRATS ARABES UNIS SUR LE CLIMAT** à l'occasion de la visite officielle du Président de la République. **Signature of a declaration on climate with the United Arab Emirates on the occasion of President Emmanuel Macron's state visit.**



# UN SYSTÈME DE MANAGEMENT PERFORMANT ET CERTIFIÉ

AN EFFECTIVE MANAGEMENT SYSTEM

**A**FNOR Certification a évalué la performance de l'ensemble des processus du CNES et confirmé le renouvellement de ses certifications Qualité ISO 9001 et Environnement ISO 14001 (version 2015).

Dans leurs conclusions, les auditeurs ont souligné que le Système de Management du CNES (SMC) a bien intégré les nouvelles exigences des référentiels ISO (analyse du contexte et des enjeux, gestion des risques et opportunités, amélioration de la performance environnementale, management des connaissances...) grâce à la dynamique impulsée par le management et l'implication des collaborateurs du CNES. Aucune non-conformité n'a été identifiée. Les questions environnementales ont une place de plus en plus importante dans nos activités et nous devons continuer à nous améliorer sur ces sujets alignant ainsi nos actes quotidiens et les différents métiers du CNES avec l'ambitieux programme du CNES pour l'environnement et le climat. L'adoption de la Déclaration

de Paris qui acte la création de l'Observatoire spatial du climat lors du sommet « One Planet Summit » nous invite en effet à une conduite exemplaire en matière de politique environnementale.

Parmi les nombreux points forts relevés concernant l'environnement, il convient de citer l'approche liée à la biodiversité dans l'Hexagone et en Guyane, la conduite du chantier de l'Ensemble de Lancement 4 pour Ariane 6, les partenariats avec les universités et associations, les réductions des consommations énergétiques, l'excellente démarche de préconisations environnementales pour les bâtiments.

After assessing the performance of CNES's processes, certifying body AFNOR Certification confirmed the renewal of its ISO 9001 quality and ISO 14001 (version 2015) environmental management certifications.

In their conclusions, the auditors underlined that CNES's management system has effectively integrated the new requirements of ISO baselines (analysis of context and

challenges, management of risks and opportunities, improvement of environmental performance, and knowledge management) thanks to the impetus injected by management and the commitment of the agency's employees. No non-compliances were identified.

Environmental issues form an increasing part of the agency's activities and we must continue to improve in this area in order to align everything we do with our ambitious environment and climate programme. The adoption of the Paris Declaration creating the Space Climate Observatory (SCO) at the One Planet Summit invites us to lead by example with our environmental policy.

Among the many strong points highlighted by the audit were the agency's approach to protecting biodiversity in mainland France and French Guiana, the execution of work on the ELA4 launch complex for Ariane 6, its partnerships with universities and non-profit associations, efforts to reduce energy consumption and high-environmental-quality methods advocated for buildings.

# Points forts du Système de Management du CNES (extrait du rapport AFNOR Certification)

CNES management system strong points (from AFNOR Certification's report)



## UN BON ÉTAT D'ESPRIT

des équipes auditées qui s'impliquent dans la démarche de progrès.  
Audited teams showed a good spirit and buy-in to the continuous improvement approach.



## LA PUISSANCE DES DISPOSITIFS DE COMMUNICATION

externes/internes en lien avec les enjeux.  
Strong external/internal communication tools were well aligned with challenges.



## LA REFONTE DU PROCESSUS RH GLOBAL

au travers d'un plan de transformation pertinent et ambitieux.  
Overall HR process revamped through a pertinent and ambitious transformation plan.



## UN TRAVAIL DE FOND

porté par le top management pour éclairer le contexte, les enjeux, les risques et opportunités de leurs processus.  
Top management worked hard to highlight the context, issues, risks and opportunities of their processes.



## LA DYNAMIQUE FORTE EN MATIÈRE D'INNOVATION

avec une bonne démonstration dans certains projets en rupture technologique.  
Strong innovation dynamic well demonstrated by certain disruptive technology projects.



## LA TRÈS BONNE MAÎTRISE DU PROJET ELA4 (ARIANE 6)

observé dans tout le processus à Paris-Daumesnil, Toulouse et Kourou.  
Very good end-to-end management of the ELA4 (Ariane 6) project was observed at Paris-Daumesnil, Toulouse and Kourou.



## LES ACTIVITÉS PERTINENTES

de REX à tous les niveaux de l'organisation qui illustrent bien la dynamique de progrès et de management des connaissances.  
Processes in place to build on lessons learned at all levels of the organization are a good reflection of its continuous improvement and knowledge management approach.



## LE MANAGEMENT

des projets Pléiades, Athena, Avamar...  
Good management of the Pleiades, Athena and Avamar projects.











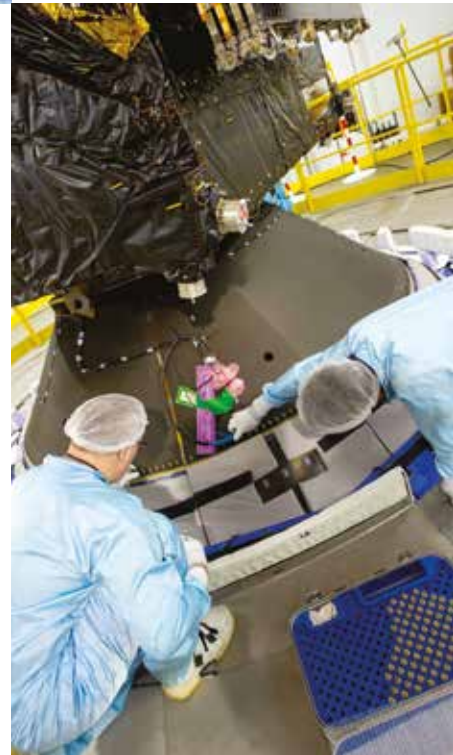
# 11

lancements réussis en 2017 :  
6 Ariane 5, 3 Vega, 2 Soyouz.

Successful launches in 2017:  
six by Ariane 5, three by Vega  
and two by Soyuz.

**L**a transition entre le lanceur Ariane 5 et le lanceur Ariane 6 est en préparation. L'objectif du CNES et de ses partenaires européens est de rester numéro 1 mondial. Qu'il s'agisse d'innovation, de conception ou d'organisation, l'Europe s'adapte aux nouvelles conditions du marché.

The transition from Ariane 5 to Ariane 6 is underway. The goal of CNES and its European partners is to remain the world leader in space launch. Through innovation, new designs and a new organization, Europe is adapting to changing market conditions.



# 46 330

secondes  
cumulées au banc d'essai  
sur 7 moteurs VINCI.

46,330 cumulative seconds  
on the test stand with  
seven Vinci engines.

ARIANE  
ARIANE

# ARIANE 5 ES - GALILEO : UN LANCEUR PARFAITEMENT ADAPTÉ

ARIANE 5 ES: A LAUNCHER TAILORED TO GALILEO

Ce lancement, réalisé le 12 décembre 2017 depuis le Centre Spatial Guyanais, était particulièrement attendu.

The Ariane 5 flight on 12 December 2017 from the Guiana Space Centre, the second to place four satellites for Europe's Galileo navigation and positioning system into orbit, was eagerly awaited.

**I**l s'agissait du second lancement de quatre satellites du système de navigation et de positionnement européen Galileo par une Ariane 5. Un succès total qui confirme que le lanceur Ariane 5 en configuration ES est un modèle adapté à la mise en orbite de ces satellites : capacité de réallumage du moteur de l'étage supérieur, longue phase balistique de plus de 3 heures pour atteindre une orbite circulaire à 22 900 km de la Terre. La constellation est d'ores et déjà opérationnelle et, grâce à ce vol, vingt-deux satellites sur les trente prévus ont été lancés. Le troisième et dernier lancement au moyen d'une Ariane 5 est prévu en automne 2018. Les suivants seront effectués par Soyuz, toujours à partir de la Guyane.

The flawless launch confirmed the suitability of Ariane 5 in its ES configuration for this mission, with its reignitable upper stage and a long ballistic phase lasting more than three hours to reach a circular orbit at an altitude of 22,900 kilometres. Galileo is now operational and 22 satellites out of the planned full constellation of 30 have been launched. The third and last Galileo launch by Ariane 5 is scheduled in autumn. The remaining launches will be performed by Soyuz, also from French Guiana.



## FOCUS FOCUS

La réalisation des carneaux et du massif de l'ELA4 nécessitera 40 000 m<sup>3</sup> de béton. 5 000 tonnes, c'est le poids de la charpente du portique mobile d'Ariane 6, par comparaison à celle du portique de l'ELS pour Soyuz qui ne pèse que 850 tonnes.

ELA4's flame trenches and foundation will require 40,000 m<sup>3</sup> of concrete. 5,000 tonnes is the weight of the metal structure of the mobile gantry for Ariane 6, compared to just 850 tonnes for the ELS gantry used for Soyuz.



“AVIS  
D’EXPERT  
EXPERT VIEW



**Jacques BERTRAND,**  
Sous-directeur  
Développement  
Sol au CNES  
Deputy Director,  
Ground Development,  
CNES

« Suite aux mouvements sociaux, au printemps 2017, nous avons mis en place les mesures pour rattraper le retard en Guyane dans la construction de l’Ensemble de Lancement 4 qui permettra d’accueillir Ariane 6 au Centre Spatial Guyanais. En 2017, deux contrats supplémentaires ont été signés pour le développement du segment sol d’Ariane 6 : l’un avec APCO Technologies pour les systèmes mécaniques sol et l’autre avec un groupement mené par Latesys pour les systèmes cryotechniques en interface avec le lanceur. Parallèlement à la construction des carnaux et du massif de lancement, le montage du portique mobile a démarré en 2017 et sera finalisé pour les premiers essais sur site prévus début 2019. En attendant, ce chantier qui emploie 600 personnes au quotidien et occupe 50 % de l’activité de la Sous-direction Développement Sol du CNES, avance à grands pas. Nous mettons tout en œuvre pour réussir le premier lancement d’Ariane 6, en juillet 2020. Ce chantier hors norme mobilise les équipes du CNES depuis maintenant plus de deux ans et demande la plus grande attention, notamment en terme de sécurité. »

“After the social unrest of the spring, we applied measures to make up for the delays in building the ELA4 launch complex for Ariane 6 at the Guiana Space Centre. Two new contracts were signed for the development of the launcher’s ground segment, one with APCO for the ground mechanical systems and one with a consortium led by Latesys for the cryogenic systems interfacing with the launcher. Alongside the construction of the flame trenches and pad foundation, erection of the mobile gantry began and will be completed in time for the first tests on site planned in early 2019. Meanwhile, this project that is employing 600 people day to day and is occupying half of the CNES Ground Systems Directorate’s time is moving forward apace. We’re pulling out all the stops to ensure Ariane 6’s maiden flight in July 2020 goes smoothly. CNES’s teams have been working for two years now on this larger-than-life project that demands great attention to detail, notably where safety is concerned.”



**600**

personnes travaillent  
quotidiennement  
sur ce chantier.

People working day  
to day on this project.



**FAITS  
MARQUANTS 2017  
HIGHLIGHTS 2017**

**21 SEPTEMBRE**

Accord de coopération renforcée entre le CNES et ArianeGroup, maître d’œuvre des lanceurs Ariane.

21 SEPTEMBER • CNES signs agreement to step up cooperation with ArianeGroup, the Ariane launcher prime contractor.

**OCTOBRE**

Début de montage du portique.

OCTOBER • Work starts to erect the mobile gantry.



Visite du Président de la République, Emmanuel Macron, au CSG.

OCTOBER • Visit of President Emmanuel Macron at CSG.



Plus d’informations  
Learn more  
**@CNESFrance**



# AU SUJET DU PILOTAGE À DISTANCE D'ARIANE 6

## REMOTELY CONTROLLING ARIANE 6

Dès le début de toute campagne de lancement, et jusqu'aux ultimes secondes, la mise en œuvre du lanceur et de l'Ensemble de lancement se fera à distance. Ce rôle revient aux systèmes de contrôle commande encore appelés « bancs de contrôle ».

From the start of every launch campaign up to the final seconds of the countdown, the launcher and pad systems are controlled remotely from consoles in the control room.

**P**our Ariane 6, ces installations qui associent électronique et logiciels sophistiqués sont entièrement nouvelles et, qui plus est, conçues selon un mode inusité jusqu'alors. L'objectif : diviser par 2,5 les coûts de développement et d'exploitation et gagner au moins 2 années avant leur mise en œuvre.

La solution :

- une équipe intégrée d'une centaine d'ingénieurs venus du CNES, responsable du nouveau pas de tir au Centre Spatial Guyanais, d'ArianeGroup, maître d'œuvre industriel du lanceur, et des industriels Clemessy (France) et GTD (Espagne),
- une gestion de projet basée sur le partage de données, l'autonomie et la créativité,
- une plateforme collaborative 100 % numérique.

L'année 2017 a été consacrée à la phase préliminaire de développement, suivie de la phase détaillée pour un premier essai grandeur nature en 2018 alors que le lanceur sera mis en exploitation en 2020.

De Paris à la Guyane, en passant par plusieurs sites européens, ce sont dix bancs de contrôle qui sont en cours de développement avec un nouveau défi lié à la cybersécurité des systèmes.

For Ariane 6, launch teams will be operating all-new facilities combining sophisticated electronics and software, and designed using

methods never tried before with a view to cutting development and operating costs by two and a half and shaving at least two years off the schedule.

This feat was accomplished thanks to:

- An integrated team of 100 engineers from CNES, in charge of the new launch pad at the Guiana Space Centre, ArianeGroup, the launcher prime contractor, French firm Clemessy and Spanish firm GTD,
- Project management based on data sharing, autonomy and creativity,
- A fully digital collaborative platform.

2017 was devoted to the preliminary development phase, followed by the detailed development phase leading up to a first full-scale test in 2018 and a service entry date of 2020. Teams in Paris, French Guiana and other sites in Europe are developing 10 command-control consoles to meet the new challenges posed by system cybersecurity.





## Préparer Ariane aux futurs défis

### Readying Ariane for future challenges

Avec le passage en « définition préliminaire » de l'ambitieux démonstrateur de premier étage réutilisable Callisto, les pièces et essais autour du moteur à très bas coût Prometheus (gain d'un facteur 10 par rapport à la génération actuelle), l'esquisse d'une stratégie de modernisation du Centre Spatial Guyanais au service de la flexibilité et de l'économie, le déclenchement de travaux technologiques en rupture (électropompes cryogéniques, carburants révolutionnaires...) ou la mise en place de feuilles de route communes avec ArianeGroup et l'agence spatiale allemande, le DLR. Le CNES est résolument engagé dans la préparation du futur d'Ariane, franchissant des étapes décisives en 2017. Si Ariane 6 permettra de diviser par deux les coûts, la voie ouverte par ses travaux vise à rendre possible un nouveau gain d'un facteur 2 au cours de la prochaine décennie, de manière à placer Ariane et l'Europe à l'offensive dans ce secteur.

With the ambitious Callisto reusable first-stage demonstrator now in the preliminary definition phase, the first parts and tests completed on the very-low-cost Prometheus engine (set to reduce costs tenfold over the current generation), a new modernization strategy taking shape at the Guiana Space Centre to achieve more flexibility and cost savings, work on disruptive technologies such as cryogenic electropumps and revolutionary propellants, and the establishment of shared roadmaps with ArianeGroup and the German space agency DLR, CNES has its sights resolutely set on readying the future Ariane launcher, which passed several key milestones in 2017. While Ariane 6 will halve costs, the work undertaken on Callisto is paving the way for a further factor-of-two reduction in the decade ahead to put Ariane and Europe out in front in this sector.

## AVANCÉES 2018 MILESTONES 2018

### FÉVRIER

Autorisation de passage en phase B de Callisto.

FEBRUARY • Go-ahead for phase B for Callisto.

### AUTOMNE

100<sup>e</sup> lancement d'Ariane 5 depuis le CSG

AUTUMN • 100<sup>th</sup> Ariane 5 flight from Guiana Space Centre.

### OCTOBRE

Lancement de BepiColombo.

OCTOBER • Launch of BepiColombo.



### DÉCEMBRE

Fin des travaux du portique mobile et du Bâtiment d'Assemblage Final en Guyane.

DECEMBER • Completion of work on mobile gantry and BAF final assembly facility in French Guiana.

# UNE ANNÉE INTENSE AU CSG

## SUSTAINED LAUNCH RATE AT CSG

Le Centre Spatial Guyanais a procédé à onze lancements et autant de succès en 2017 : 6 Ariane 5, 2 Soyouz et 3 Vega. Ariane 5 a passé la barre des 80 succès d'affilée. À noter également la réalisation de 3 lancements en moins d'un mois, entre le 4 mai et le 1<sup>er</sup> juin.

The Guiana Space Centre (CSG) completed 11 successful launches in 2017: six by Ariane 5, two by Soyuz and three by Vega. Ariane 5 passed the landmark of 80 straight successes. Three launches were also conducted in less than a month, between 4 May and 1 June.



28 JANVIER / 28 JANUARY

### Soyouz – VS16

La mise à poste du satellite Hispasat 36W-1 est la première mission de Soyouz en Guyane, visant une orbite géostationnaire. Hispasat 36W-1 was the first satellite placed into geostationary orbit by Soyouz from the CSG.

14 FÉVRIER / 14 FEBRUARY

### Ariane 5 ECA – VA235

Deux satellites de télécommunications à bord de la toute première Ariane 5 de l'année : SKY Brasil-1 pour des services multimédia au Brésil et l'Atlantique nord, et Telkom-3S à destination de l'Indonésie, le sud-est asiatique ainsi qu'une partie de la Malaisie.

The first Ariane 5 launch of the year lofted two telecommunications satellites into orbit: SKY Brasil-1 to deliver multimedia services to Brazil and the North Atlantic, and Telkom-3S to serve Indonesia, South-East Asia and part of Malaysia.



07 MARS / 7 MARCH

### Vega – VV09

Faisant partie du programme Copernicus de l'ESA et de l'Union Européenne, Sentinel-2B a rejoint son jumeau Sentinel-2A, mis sur orbite 2 ans auparavant. Les deux satellites fournissent des données essentielles au suivi de la végétation. Le CNES participe au développement de cette mission, notamment au niveau du segment sol, des données et de leur traitement, ainsi que de la qualité d'image. Sentinel-2B joined its sister satellite Sentinel-2A, orbited two years earlier. Part of the ESA-EU Copernicus programme, the two satellites are acquiring vital data for vegetation monitoring. CNES was involved in developing this mission, notably for the ground segment, data processing and image quality.



04 MAI / 4 MAY

## Ariane 5 ECA – VA236

Koreasat-7 a pour mission de fournir des services de télécommunications en Extrême-Orient et en Asie du Sud. SGDC répond aux objectifs du gouvernement brésilien de mettre en place des communications satellitaires sécurisées pour les forces armées et réduire la fracture numérique.

**KOREASAT-7 is providing extended telecommunications coverage over Korea, the Philippines, the Indochinese Peninsula, India and Indonesia.**

**SGDC's mission is to provide satellite communications for the government and armed forces, and to bridge Brazil's digital divide.**



18 MAI / 18 MAY

## Soyouz – VS17

Ce deuxième et dernier Soyouz de l'année a mis à poste SES-15, pour fournir des services de télécommunications de l'Amérique du Nord à l'Amérique centrale ainsi que dans les Caraïbes.

**The second and last Soyouz launch of the year orbited the SES-15 satellite to deliver telecommunications services to North America, Mexico, Central America and the Caribbean.**

01 JUIN / 1 JUNE

## Ariane 5 ECA – VA237

ViaSat-2 est le premier satellite de télécommunications lancé pour ViaSat depuis le CSG. Eutelsat 172B, fournissant lui aussi des services de données, fait partie d'une longue série de satellites déjà lancés par l'opérateur français depuis la Guyane. **ViaSat-2 is the first telecommunications satellite launched for operator ViaSat from the CSG. Eutelsat 172B, also providing data services, is the latest in a long series of satellites launched for the French operator from French Guiana.**



28 JUIN / 28 JUNE

## Ariane 5 ECA – VA238

Deux nouveaux satellites de télécommunications pour Ariane 5. GSAT-17, construit par l'Agence spatiale indienne, couvre l'Inde, le Moyen-Orient et l'Asie du Sud-Est. Son co-passager, HS3-IS, est le premier satellite grec lancé du CSG et il dessert l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique du Sud.

**Two new telecommunications satellites launched by Ariane 5: GSAT-17, built by the Indian Space Research Organisation (ISRO), covers India, the Middle East and Southeast Asia. Its co-passenger HS3-IS is the first Greek satellite launched from the CSG, covering Europe, the Middle East and Sub-Saharan African countries.**

02 AOÛT / 2 AUGUST

## Vega – WV10

Le second Vega de l'année a décollé avec deux satellites d'observation de la Terre. OptSat 3000 effectue une cartographie précise de la Terre pour le ministère de la Défense italien. Venüs est un projet conjoint du CNES et de l'ISA, l'Agence spatiale israélienne. Il assure une surveillance de la végétation pour évaluer les effets du changement climatique, grâce à de hautes résolution et fréquence pouvant étudier quotidiennement jusqu'à 110 sites scientifiques d'intérêt mondial, avec une précision de 5 mètres.

**The second Vega flight of the year lofted two Earth-observing satellites into orbit: OptSat-3000 is mapping the globe in precise detail for the Italian Ministry of Defence, while VENUS is a joint project of CNES and the Israel Space Agency (ISA) to monitor vegetation and gauge the effects of climate change, offering a high spatial resolution of five metres and revisits every two days for 110 sites of scientific interest.**

29 SEPTEMBRE / 29 SEPTEMBER

## Ariane 5 ECA – VA239

Derniers satellites de télécommunications de l'année : Intelsat 37 permet à son opérateur américain de couvrir une zone comprenant une partie des continents américain, africain, européen et asiatique et le japonais BSAT-4a est un satellite de télédiffusion qui propose de l'ultra HD sur l'archipel nippon.

**The last telecommunications satellite launch of the year orbited Intelsat 37, providing coverage of the Americas, Africa, Europe and Asia for its U.S. operator, and BSAT-4a, offering direct-to-home (DTH) digital broadcast services across Japan.**



08 NOVEMBRE / 8 NOVEMBER

## Vega – WV11

A bord du lanceur italien Vega, se trouvait un satellite d'observation, Mohammed VI-A, pour le compte du Royaume du Maroc.

**The Italian Vega launcher orbited the Mohammed VI-A Earth-observing satellite for the Kingdom of Morocco.**

12 DÉCEMBRE / 12 DECEMBER

## Ariane 5 ES – VA240

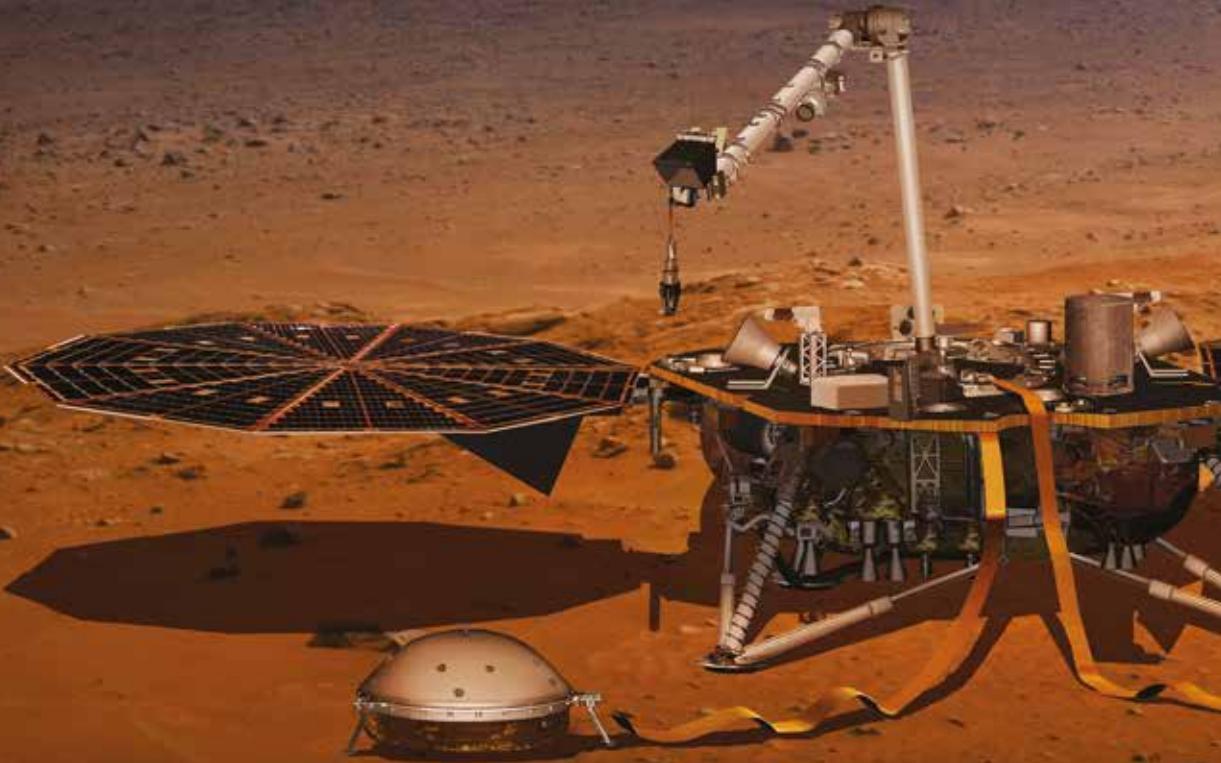
C'est une mission européenne qui a terminé l'année de lancements du CSG, avec 4 opus de la constellation Galileo à bord d'une Ariane 5 ES.

**A European mission closed out the year of launches from the CSG, orbiting four new satellites for the Galileo constellation atop an Ariane 5 ES.**

SCIENCES  
SCIENCES

# EXPLORER

## EXPLORING







# 1 900

orbites en un an  
pour Microscope :  
une chute libre  
équivalente à la moitié  
de la distance  
Terre-Soleil.

1,900 orbits completed  
in one year by Microscope,  
a free fall equivalent to half  
the Earth-Sun distance.

**L**e CNES est au service  
de l'étude de l'Univers,  
comme en témoigne ce  
résultat scientifique important :  
la confirmation de la théorie  
de la relativité d'Einstein avec  
une précision 10 fois supérieure  
aux vérifications précédentes.  
Ou encore la mission Proxima  
à bord de la Station spatiale  
internationale, cet avant-poste  
de recherche exceptionnel.

CNES is contributing to the study  
of the Universe, for example through  
the major scientific result confirming  
Albert Einstein's theory of relativity  
with a precision ten times better than  
anything accomplished before  
and the Proxima mission aboard  
the International Space Station (ISS),  
a unique orbital research outpost.



# 33 HEURES

C'est le temps de vol  
du ballon stratosphérique  
PILOT.

33 hours spent aloft by the PILOT  
stratospheric balloon.



# DES DÉCOUVERTES POUR LA SANTÉ

NEW DISCOVERIES FOR HEALTH



**D**ans l'espace, le corps humain est soumis à des conditions extrêmes et stressantes dues en particulier à l'impesanteur. À bord de la station, le suivi des astronautes est un enjeu quotidien. C'était le but du système *EveryWear* développé par le MEDES, la filiale santé du CNES. Une simple application sur tablette tactile a permis à Thomas Pesquet de recueillir de nombreuses données nutritionnelles et de santé pour mieux comprendre la physiologie et les maladies fréquentes.

Les conséquences sur le vieillissement accéléré des artères sont patentées. Les patients alités longtemps subissent les mêmes conséquences que les astronautes. Des tests portent sur des contre-mesures diététiques ou d'activité physique pour pallier ces effets.

*In space, the human body is subjected to extreme and stressful conditions due in particular to weightlessness. The health of the ISS crew is closely monitored on a daily basis. The EveryWear system developed by CNES's health subsidiary MEDES*

*employed a simple tablet application to allow Thomas Pesquet to collect a wealth of nutritional and health data that will offer new insights into human physiology and frequent illnesses.*

*The effects on the accelerated ageing of arteries are clear. Patients who remain bedridden for long periods suffer the same consequences as astronauts. Tests are being conducted on dietary countermeasures and physical activity to mitigate such effects.*

“**AVIS  
D’EXPERT**  
**EXPERT VIEW**”



**Laurence VICO,**  
Directrice de  
recherche à l’Inserm  
Director of research,  
INSERM

« Nous étudions les changements que les vols spatiaux induisent sur la structure des os. Nous utilisons un scanner à haute résolution développé avec l’Agence spatiale européenne pour mesurer la densité minérale osseuse et réaliser une biopsie osseuse virtuelle. La confrontation de nos résultats avec ceux issus d’une cohorte d’astronautes montre que les cellules qui orchestrent les activités de formation et de résorption osseuses meurent prématurément en impesanteur. Une contre mesure capable d’agir sur ce « vieillissement » précoce est en cours de test. Elle pourrait s’appliquer aux patients souffrant d’ostéoporose. »

“We’re studying the kinds of changes induced by spaceflight in bone structure, using a high-resolution scanner developed by the European Space Agency (ESA) to measure bone density and conduct a virtual bone biopsy. Comparing our results with those obtained from numerous astronauts shows that the cells controlling bone formation and resorption die prematurely in weightlessness. Tests are underway to develop a countermeasure capable of arresting this early ageing process that could aid patients suffering from osteoporosis.”

## Santé, mécanique des fluides et gestion de l’eau : les expériences de Thomas Pesquet

Health, fluid mechanics and water testing experiments by Thomas Pesquet

Parmi les expériences scientifiques qui ont été réalisées à bord de la Station spatiale internationale (ISS) durant la mission Proxima, une vingtaine d’expériences (dont 7 françaises), a été pilotée par le Cadmos, l’entité du CNES spécialisée dans les activités en micropesanteur.

CNES’s CADMOS centre for the development of microgravity applications and space operations controlled 20 scientific experiments (seven of them French) aboard the International Space Station (ISS) during the Proxima mission.



**FAITS  
MARQUANTS 2017  
HIGHLIGHTS 2017**

**24 JANVIER**

Journée scientifique sur la mission Rosetta à l’Académie des Sciences.

24 JANUARY • Science day focused on the Rosetta mission at the French science academy.

**2 JUIN**

Retour sur Terre de Thomas Pesquet.

2 JUNE • Thomas Pesquet returns to Earth from the ISS.

**20 SEPTEMBRE**

500 000<sup>e</sup> tir de l’instrument ChemCam du rover Curiosity sur Mars.

20 SEPTEMBER • 500,000<sup>th</sup> firing of the ChemCam instrument’s laser for the Curiosity rover on Mars.

**17 OCTOBRE**

L’observatoire spatial d’astrophysique INTEGRAL fête ses 15 ans de vie en orbite.

17 OCTOBER • The INTEGRAL astrophysics space observatory completes its 15<sup>th</sup> year in orbit.



# DES ERGOLS AUX VAGUES « SCÉLÉRATES »

## PROPELLANTS AND ROGUE WAVES

Maîtriser les mouvements du carburant dans les réservoirs des engins spatiaux est important pour améliorer la précision du positionnement des satellites.

The ability to arrest propellant sloshing in a spacecraft's tanks is important to improve positional control.

L'expérience *Fluidics* a été conçue dans cette perspective avec un double volet sur la mécanique des fluides. Le premier a consisté à analyser ce phénomène de ballonnement des ergols en situation réelle de micropesanteur. Le second volet a porté sur l'étude des turbulences d'ondes qui se produisent à la surface de ces liquides. Les mesures ont été réalisées à l'aide de sphères remplies partiellement de

liquide et soumises à la force d'une centrifugeuse tournant à des vitesses et des fréquences différentes. Sur le plan scientifique, outre l'application au secteur aérospatial, les résultats vont permettre de mieux comprendre l'évolution complexe des vagues à la surface des océans et notamment le phénomène des vagues scélérates (très hautes, soudaines). Un progrès qui profitera aux systèmes de prévision climatique.



*Fluidics* is a fluid mechanics experiment conceived with the dual goal of studying sloshing of propellants in real microgravity conditions and the wave turbulence that occurs at their surface.

Measurements were acquired using spheres partially filled with liquid and subjected to centrifugal force at different speeds and frequencies. Besides their applications in the aerospace sector, the results of the experiment will help scientists gain new insights into how swell and waves form, in particular so-called monster 'rogue' waves that are very hard to predict. This knowledge will prove useful for climate prediction applications.



### FOCUS FOCUS

## De l'eau potable SAFE DRINKING WATER

L'eau utilisée par les astronautes à bord de la Station spatiale internationale pour se désaltérer, manger et se laver est en grande partie issue d'eau recyclée. Le dispositif Aquapad contrôlait la qualité de l'eau, rendue potable en l'absence de contamination bactériologique.

Most of the water that the ISS crew uses for drinking, eating and washing is recycled. The Aquapad system was used during the Proxima mission to check that water on the station was free from contamination and fit for consumption.



## Albert Einstein avait raison !

Einstein was right!

Le principe fondateur de la relativité générale, l'équivalence entre gravitation et accélération, élaboré par Einstein, est-il vraiment universel ? Les premiers résultats scientifiques de la mission Microscope démontrent, avec une précision 10 fois supérieure aux vérifications précédentes (soit  $2.10^{-14}$ ) que ce principe est toujours valide. Cette performance a été rendue possible par deux innovations majeures : les accéléromètres différentiels de très grande précision de l'Onera et le système de compensation de traînée et d'attitude mis au point par le CNES qui maintient les accéléromètres en chute libre quasi parfaite. Ces premiers résultats ont été publiés dans la prestigieuse revue *Physical Review Letters*, en décembre 2017.

Is the founding principle of general relativity, which assumes the equivalence of a gravitational field and a corresponding acceleration of the reference system, really universal after all? The first results of the Microscope mission show, with a precision ten times better than ever before ( $2.10^{-14}$ ), that the principle still holds. This performance was made possible by two key innovations: the high-precision differential accelerometers developed by French aerospace research centre ONERA and the drag and attitude compensation system developed by CNES, which maintains the accelerometers in almost perfect free fall. These first results were published in the prestigious journal *Physical Review Letters* in December.

## VOIE LACTÉE : UN BALLON OBSERVE LE CHAMP MAGNÉTIQUE

BALLOON-BORNE EXPERIMENT MAPS  
MILKY WAY'S MAGNETIC FIELD

Le trou noir de notre galaxie est entouré par une boucle de gaz et de poussière très dense. Le champ magnétique au cœur de la Voie lactée a été révélé en avril 2017 par l'expérience PILOT (Instrument Polarisé pour l'observation à grande Longueur d'Onde du milieu inter-stellaire Tenu). Le plus grand ballon stratosphérique opéré par le CNES a volé à 40 km d'altitude en Australie. Cette région unique de la Voie lactée a été observée en utilisant la polarisation des signaux émis dans l'infrarouge lointain.



The black hole at the centre of our galaxy is surrounded by a very dense loop of gas and dust. The magnetic field at the core of the Milky Way was revealed in April 2017 by the PILOT experiment (Polarized Instrument for Long-wavelength Observations of the Tenuous interstellar matter), lofted to an altitude of 40 kilometres in Australia by the largest stratospheric balloon operated by CNES. This unique region of the Milky Way was observed using the polarization of dust emissions at far-infrared wavelengths.

## AVANCÉES 2018 MILESTONES 2018

AVRIL

Publication de la 2<sup>e</sup> version du catalogue de la mission Gaia.

APRIL • 2<sup>nd</sup> release of the Gaia star catalogue.

MAI

Lancement de la mission InSight vers Mars. Le sismomètre SEIS est fourni par le CNES.

MAY • Launch of the InSight mission to Mars, carrying the SEIS seismometer supplied by CNES.

SEPTEMBRE

Colloque organisé par le Cadmos sur l'adaptation du corps humain à l'espace.

SEPTEMBER • Symposium organized by CADMOS on the adaptation of the human body to space.

OCTOBRE

Lancement du satellite BepiColombo vers Mercure. Atterrissage de la sonde Mascot sur l'astéroïde Ryugu.

OCTOBER • Launch of the BepiColombo satellite to Mercury. Landing of MASCOT on asteroid Ryugu.

Plus d'informations  
Learn more  
**CNES.FR**

OBSERVATION  
OBSERVATION

# ÉTUDIER OBSERVING





# 40%

La réduction  
des émissions des gaz à effet  
de serre en Europe d'ici 2030.

Reduction in greenhouse gas  
emissions in Europe by 2030.

**S**ans les satellites, aucune observation globale de la Terre n'est possible. Le CNES se positionne résolument sur les enjeux de l'étude du climat depuis l'espace et mobilise ses partenaires autour d'une cause mondiale. Nouveaux programmes et continuité de missions spatiales garantissent un flux de données d'une grande richesse.

Satellites are the only way to obtain a global picture of Earth. CNES is sharpening its focus on space-based climate research and mobilizing its partners behind an international cause. New programmes and continuity of space missions are sustaining a rich seam of data.



# x4

Le réchauffement  
des océans a été 4 fois plus  
rapide de 1992 à 2015  
que de 1960 à 1991.

The oceans warmed four times  
more quickly from 1992 to 2015  
than from 1960 to 1991.



# LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE UNIE AUTOUR DE LA TERRE

WORLD'S SCIENTISTS  
COME TOGETHER FOR EARTH



Quels sont les résultats des projets de recherche en sciences de la Terre sélectionnés par le comité Tosca (Terre solide, Océan, Surfaces Continentales, Atmosphère) et financés par le CNES au cours des cinq dernières années ?

What have research projects selected by the TOSCA Earth sciences committee and funded by CNES over the last five years accomplished?

**L**e colloque de restitution a rassemblé 300 chercheurs, les 21 et 22 mars 2017 à Paris. Le contenu très riche a permis de faire un bilan des travaux scientifiques des projets spatiaux accompagnés par le CNES depuis 2012, soit plus de 200 propositions de recherche par an. Partager les résultats entre les différentes communautés scientifiques, identifier les avancées, les verrous et les enjeux, permet de progresser vers une analyse intégrée du système Terre. Cette approche structure les travaux et aide à comparer des projets réalisés à différents endroits mais

avec les mêmes données. Il s'avère également que les scientifiques découvrent de nouveaux usages à certains programmes spatiaux au-delà des missions initiales. Par exemple, Smos, conçu pour mesurer la salinité des océans et l'humidité des sols, contribue aussi à la mesure de l'épaisseur fine des glaces et du couvert forestier.

A review symposium brought together 300 research scientists on 21 and 22 March 2017 in Paris, with a rich programme detailing the results of space projects that CNES has supported since 2012, representing more than 200 research proposals a year.

Sharing results between different research communities and identifying advances, stumbling blocks and challenges encourages an integrated analysis of the Earth system. Such an approach provides structure and helps to compare projects being conducted in different locations with the same data. Scientists are also finding that satellite data can be used for applications for which they were not initially intended. A good example is the SMOS mission, originally designed to measure soil moisture and ocean salinity but now also being employed to finely measure ice thickness and forest cover.

## Copernicus et la continuité des données

### Copernicus and data continuity

Le déploiement progressif des satellites Sentinel qui constituent le volet spatial du programme européen de surveillance de la Terre, est une avancée majeure. L'acquisition systématique et globale de données d'observation et la continuité du programme garantie jusqu'en 2035 sont de nature à révolutionner les sciences de la Terre. De nombreuses applications émergeront. D'ores et déjà, le CNES est fortement sollicité pour apporter son soutien à la fois à la recherche et aux nouvelles applications.

The progressive deployment of the Sentinel satellites forming the space component of Europe's Earth-surveying programme marks a major step forward. Systematic acquisition of data on a global scale, combined with the programme's guaranteed continuity through to 2035 are set to revolutionize Earth sciences, spawning a wealth of applications. CNES is already being called on from many quarters to support research and new applications.

## AVIS D'EXPERT EXPERT VIEW



**Laurence HUBERT-MOY,**  
Présidente du comité  
Tosca, Professeur  
à l'Université  
de Rennes

TOSCA committee  
chair, Professor  
at the University  
of Rennes

« Le Comité Tosca contribue à la définition au financement et orientations scientifiques des programmes spatiaux et des priorités de financement des propositions de recherche en sciences de la Terre. Ces choix stratégiques concourent, par exemple, au développement de missions en altimétrie et en thermographie qui aideront à une meilleure appréhension du changement climatique. La forte synergie existant entre la communauté scientifique et le CNES participe à l'excellence française dans le domaine spatial. Il est essentiel de poursuivre dans cette voie, car les avancées de la science spatiale permettront de répondre aux enjeux à relever pour l'avenir de la planète. »

"The TOSCA committee is helping to define the scientific priorities and directions of space programmes, as well as funding priorities for Earth science research proposals. These strategic choices are underpinning, for example, the development of altimetry and thermography missions that will deliver new insights into climate change. The close synergies between the scientific community and CNES are helping to sustain French excellence in the field of space. It's vital that we pursue this path, as advances in space science are what will enable us to meet the challenges shaping our planet's future."



CFOSat

## FAITS MARQUANTS 2017 HIGHLIGHTS 2017

7 MARS

Lancement de Sentinel-2B.

7 MARCH • Launch of Sentinel-2B.

25 AVRIL

SWOT : livraison du composant Radio Frequency Unit à la NASA.

25 APRIL • Delivery of Radio Frequency Unit for SWOT mission to NASA.

5 JUILLET

Décision d'extension de 2 ans des missions Jason 2, Saral, Swarm, Calipso, Smos.

5 JULY • Jason 2, SARAL, Swarm, Calipso and SMOS missions extended for two years.

23 JUILLET

CFOSat : livraison de l'instrument SWIM à la Chine.

23 JULY • Delivery of SWIM instrument for CFOSat to China.

8 SEPTEMBRE

Topex-Poséidon était lancé il y a 25 ans par le CNES et la NASA.

8 SEPTEMBER • 25<sup>th</sup> anniversary of launch of TOPEX/Poseidon by CNES and NASA.

Plus d'informations  
Learn more  
**CNES.FR**

# VÉGÉTATION ET CLIMAT : DES LIENS OBSERVÉS PAR VENÛS

## VENÛS SURVEYING LINKS BETWEEN VEGETATION AND CLIMATE

Lancé le 1<sup>er</sup> août 2017, le satellite VenÛs (Vegetation and Environment monitoring on a New Micro-Satellite) a très vite fourni ses premières images.

Launched on 1 August 2017, the VENÛS satellite (Vegetation and Environment monitoring on a New Micro-Satellite) was soon beaming back its first images.

**F**ruit d'un partenariat entre le CNES et l'Agence spatiale israélienne (ISA), cette première mondiale a pour mission de mieux comprendre et de modéliser l'évolution de la végétation sous l'influence du climat et des activités humaines. Il observera tous les deux jours, pendant deux ans et demi,

plus de cent sites (les principaux écosystèmes terrestres, naturels et cultivés) avec une résolution de 5 mètres.

En suivant de manière précise le développement et l'état de la végétation, VenÛs permettra de déterminer l'influence des facteurs environnementaux, des activités humaines et des changements climatiques sur

les surfaces continentales. Mission contributrice au programme européen de surveillance globale pour l'environnement Copernicus, VenÛs pourrait permettre de développer des systèmes d'alerte précoce sur l'état des cultures et de la disponibilité en eau dans une perspective de gestion durable des territoires et de sécurité alimentaire.



A joint mission of CNES and the Israel Space Agency (ISA), this world first aims to model and learn more about how vegetation is changing as a result of climate effects and human activity. For two and a half years, it will survey more than 100 sites of interest—the planet's main natural and crop ecosystems—every two days at a resolution of five metres. By precisely monitoring plant growth and health status, VENÛS will help scientists to determine the impacts of environmental factors, human activities and climate change on Earth's land surfaces. As a contributor to Europe's Copernicus global environmental monitoring programme, it could also help to develop early-warning systems focused on plant health and water resources with a view to advancing sustainable land stewardship and food security.





## Le CO<sub>2</sub> bientôt sous surveillance avec MicroCarb

### MicroCarb to keep close watch on CO<sub>2</sub>

La relation bilatérale entre le CNES et l'Agence spatiale anglaise (UKSA) se matérialise notamment avec le projet MicroCarb. Il est destiné à cartographier les sources et les puits de gaz carbonique, le principal gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique. Prévu pour un lancement en 2020, ce micro-satellite a fait l'objet d'importantes décisions en 2017 : le passage en phases de conception détaillée et construction. Par manque de stations de mesures terrestres, on ne connaît pas aujourd'hui les quantités de CO<sub>2</sub> absorbées et émises dans certaines régions, ni comment elles varient au fil des saisons. Ces informations sont pourtant cruciales pour comprendre les origines et les impacts du dérèglement climatique. C'est pourquoi la France s'engage dans ce projet au travers des budgets dédiés à la transition énergétique dans le Programme d'Investissement d'Avenir. Pour pallier ce manque de données, la NASA a lancé en 2014 le satellite OCO-2. Le CNES et l'UKSA prendront la relève avec MicroCarb. Il sera embarqué sur une plateforme issue de la filière Myriade du CNES. La mission implique la communauté scientifique française spécialisée dans la recherche sur la climatologie et l'étude du cycle du carbone.

CNES and the United Kingdom Space Agency (UKSA) are working together notably on the MicroCarb project, designed to map sources and sinks of carbon, the main greenhouse gas driving global warming. Planned for launch in 2020, this microsatellite passed key milestones in 2017 with the go-ahead for the detailed design and construction phases. We still don't know how much carbon gas is absorbed and released in certain parts of the world, due to a scarcity of ground-based measuring stations. Nor do we know how these amounts vary with the seasons. Yet this type of information is crucial for understanding the causes and consequences of a warming climate. This is why France has committed to this project with funding allocated to the energy transition from the PIA future investment plan. To fill in these gaps in our knowledge, NASA launched the OCO-2 satellite in 2014. CNES and UKSA are now poised to take over this role with MicroCarb, built around a spacecraft bus from CNES's Myriade series. The French climatology and carbon cycle research community is closely involved in the mission.

## AVANCÉES 2018 MILESTONES 2018

### AVRIL

Lancement de Sentinel-3B.

APRIL • Launch of Sentinel-3B.



### JUIN

Présentation de l'Observatoire spatial du climat, à l'occasion du Toulouse Space Show.

JUNE • Demonstration of Space Climate Observatory (SCO) at the Toulouse Space Show.

### SEPTEMBRE

Lancement de Metop-C/IASI-3 (météorologie), Lancement d'Aeolus (observation des vents).

SEPTEMBER • Launch of MetOp-C/IASI-3 weather satellite and Aeolus wind-monitoring satellite.

### AUTOMNE

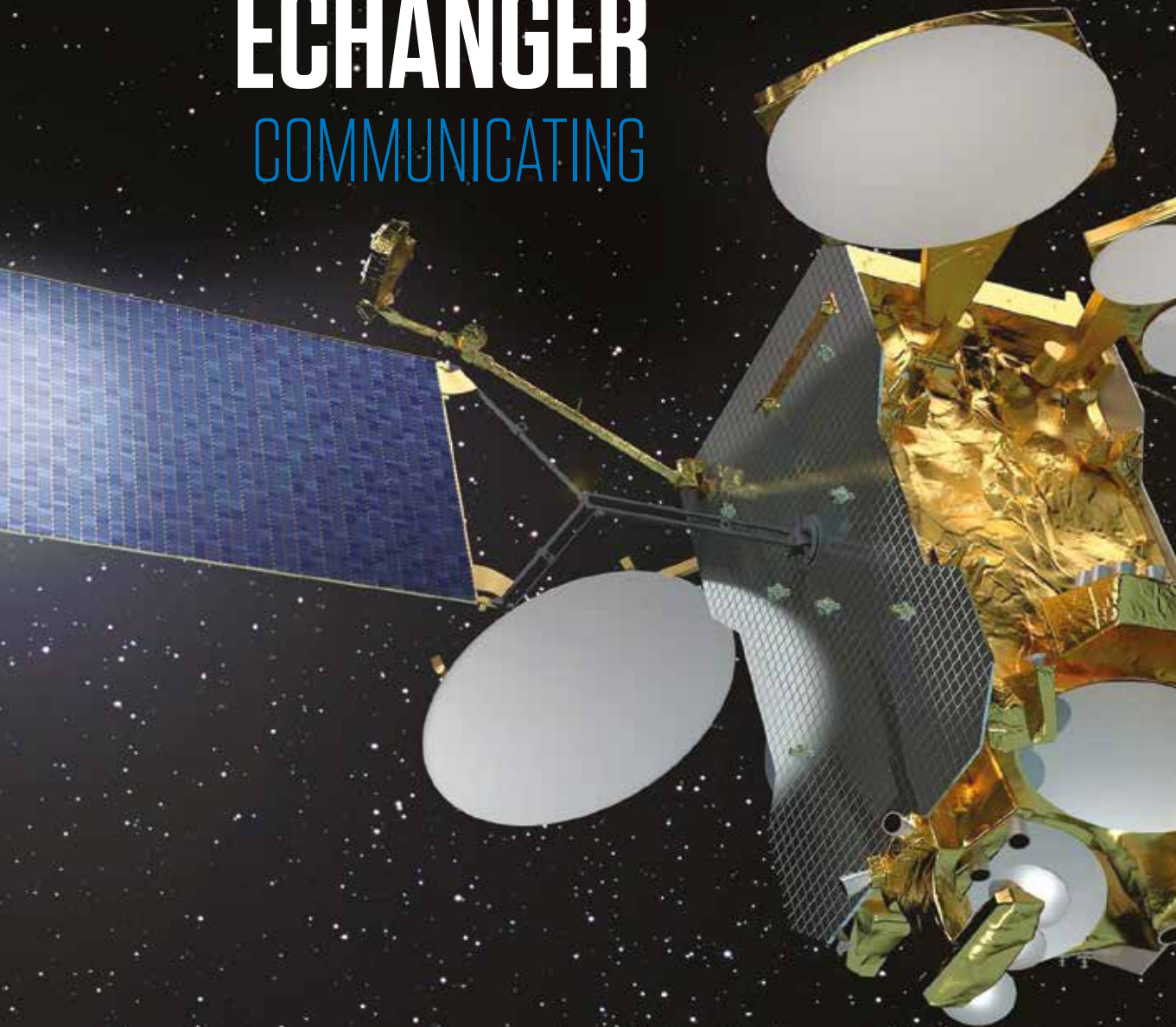
Lancement de CFOSat (état de la mer).

AUTUMN • Launch of CFOSat sea-state-monitoring satellite.



# ÉCHANGER

## COMMUNICATING





# 800 000

locaux français (foyers d'habitation, entreprises et bâtiments publics) auxquels seul le satellite peut apporter le très haut débit à coût raisonnable.

800,000 - Number of households, firms and public buildings to which only satellites can bring fast broadband service at an affordable cost.

**L**e besoin impérieux de connexion à Internet, pour tous et partout, donne aux télécommunications spatiales un rôle majeur : compléter les réseaux terrestres pour une couverture globale. Le CNES est fortement impliqué dans le déploiement du haut, puis du très haut débit en France.

The pressing need for ubiquitous Internet service is conferring a key role to satellite telecommunications in complementing the coverage of terrestrial networks. CNES is closely involved in deploying broadband and fast-broadband service in France.



# + DE 30 MB/S

Le débit d'un réseau Internet très haut débit.

+ 30 MBPS  
Speed of a fast broadband Internet network.



# AMÉNAGEMENT NUMÉRIQUE DU TERRITOIRE : LE CNES MOBILISÉ

CNES WORKING TO DEPLOY DIGITAL SERVICES



## UN MIX TECHNOLOGIQUE FIBRE-SATELLITE

A MIX OF FIBRE AND SATELLITE

**L**a couverture numérique des territoires français est une priorité pour les pouvoirs publics. Le plan France Très Haut Débit est désormais enrichi d'objectifs précis : garantir le bon niveau de haut débit pour tous dès 2020, du très haut débit dès 2022 et d'une couverture mobile de qualité, généralisée d'ici 2020. Le CNES est très impliqué depuis plusieurs années dans le développement des technologies nécessaires à la fourniture d'un service de très haut débit par satellite (pilotage du projet THD-Sat financé par le Plan d'Investissements d'Avenir - PIA). Le CNES a également apporté conseil et expertise aux services de l'État pour les aider à identifier le juste positionnement du satellite en tant que complément

indispensable aux réseaux terrestres au sein du plan France Très Haut Débit.

Si la fibre optique (FttH - *Fiber to the Home*) est reconnue comme la technologie la plus performante pour un accès très haut débit à Internet, elle se heurte à la question de son coût de déploiement notamment dans les zones rurales, moins densément peuplées. La couverture rapide et exhaustive du territoire requiert donc un mix de technologies qui permet, sur chaque territoire éloigné des centres urbains (étendue boisée, vallonnée voire montagneuse...), de déployer la solution la plus performante techniquement et la plus rationnelle économiquement. Au sein de ce mix technologique, le satellite aux caractéristiques uniques qui le rendent indispensable : couverture d'emblée globale, coût par ligne

uniforme sur tout le territoire et très compétitif, pertinence à long terme car il y aura toujours un pourcentage de la population qui ne bénéficiera pas de la fibre.

Grâce aux efforts de R&D menés depuis plusieurs années, le CNES considère que l'industrie spatiale nationale est en mesure de produire des satellites Internet pour permettre la desserte en haut débit puis très haut débit des zones les moins densément peuplées du territoire national.

*Accomplishing digital coverage of all of France's territories is a government priority. The Fast Broadband France plan has now been fleshed out with the specific goals of guaranteeing good broadband coverage for all by 2020, fast broadband by 2022 and ubiquitous high-quality mobile phone coverage for 2020.*



## “AVIS D’EXPERT EXPERT VIEW

**Hugo GONZALEZ,**  
Responsable thématique  
Communications par satellite, CNES  
Satellite Communications Lead, CNES

« Le satellite Très Haut Débit peut offrir un service répondant à la quasi-totalité des besoins exprimés par les particuliers, les PME et les collectivités. En venant compléter le déploiement de la fibre optique, il accélérera de plusieurs années la réponse aux attentes des zones rurales et isolées. Le CNES, en mobilisant des consultants spécialisés et ses experts au profit de l’Agence du numérique, a permis d’estimer à environ 800 000 (dont 300 000 dès 2022) le nombre

de locaux qui en bénéficieraient. Le CNES joue là son rôle de support aux pouvoirs publics pour la définition d’un plan France Très Haut Débit répondant aux objectifs fixés par le Président de la République. »

“Fast-broadband satellite is able to deliver services meeting almost all of the needs of households, SMEs and local governments. By complementing fibre to the home, it will enable us to gain several years in deploying such services

to rural and remote areas. Working with specialist consultants, its experts and the French Digital Agency (Agence du Numérique), CNES has reached an estimate of 800,000 subscribers (300,000 from as early as 2022) likely to benefit. Here, CNES is fulfilling its role supporting government in defining a Fast Broadband France plan to meet the targets set by the French President.”



## 2022

**Garantir du très haut débit dès 2022.**

Guaranteeing fast broadband by 2022.

CNES has been closely involved for several years now in developing technologies needed to supply fast-broadband services by satellite, leading the THD-Sat project funded through the PIA future investment plan. The agency also advised and supported government departments to identify how exactly to position satellite technologies as a key complement to terrestrial networks within the Fast Broadband France plan. While Fibre to the Home (FTTH) is recognized as the best technology to deliver fast-broadband Internet, the cost of deploying it, notably in

less densely populated rural areas, is an obstacle. A mix of technologies is therefore required to achieve rapid, ubiquitous coverage away from urban centres—in forested, hilly and mountainous terrain—by deploying the best technical solution as affordably as possible. And the unique features of satellite technology—its global coverage, its uniform and very competitive cost per subscriber line and its long-term utility given that there will always be a percentage of the population that FTTH cannot reach—make it an essential component of this solution.

As a result of research and development efforts pursued in recent years, CNES believes the national space industry is now ready to produce satellites able to deliver broadband and subsequently fast-broadband Internet services to France’s remotest regions.

## FAITS MARQUANTS 2017 HIGHLIGHTS 2017

**12 MAI**

« Nouvelle France industrielle » :  
Le CNES réunit les acteurs terrestres et spatiaux des télécommunications autour de la 5G.

12 MAY • CNES brings together stakeholders in terrestrial and satellite telecommunications at an NFI new industrial policy event on the theme of 5G.

**18 SEPTEMBRE**

Le CNES participe au 3<sup>e</sup> Symposium du Cospar à Séoul (Corée du Sud).

18 SEPTEMBER • CNES takes part in the 3<sup>rd</sup> COSPAR Symposium in Seoul, South Korea.

**LE BOURGET**

Lancement par CLS de son initiative « Argos for Next Generations ».

PARIS AIR SHOW • CLS launches its 'Argos for Next Generations' initiative.



**4 MAI**

Lancement de E172B d’Eutelsat, premier satellite français à propulsion électrique.

4 MAY • Launch of Eutelsat’s E172B, the first all-electric French satellite.



## ARGOS : VERS UN CHANGEMENT DE GÉNÉRATION

ARGOS: THE NEXT GENERATION

**A**ctuellement, 6 instruments Argos embarqués sur 3 satellites et 22 000 balises assurent leur mission de collecte de données environnementales et de localisation (suivi des animaux, de la pêche...). Le délai de mise à disposition des données incluant le temps de revisite est estimé à 2 heures. Un délai que les utilisateurs scientifiques et environnementaux aspirent aujourd'hui à réduire fortement. Pour satisfaire cette attente, il conviendrait de passer du système Argos historique à une constellation de quinze à trente satellites. L'étude préliminaire conduite jusqu'à mi-2017 a mis en évidence, à travers les options techniques alternatives étudiées par les experts du CNES, que les systèmes

envisageables pour répondre à ces besoins pouvaient offrir des services à couverture mondiale du type « Internet des Objets ». Sur cette base, le CNES a décidé de déléguer à CLS le pilotage de la poursuite des travaux techniques, de consolidation de ses propres besoins et de recherche de partenaires et co-investisseurs. Deux contrats d'études ont été confiés à Thales Alenia Space et Airbus Defence & Space qui les cofinancent.

Today, there are six Argos instruments flying on three satellites, and 22,000 Argos transmitters performing data collection and location missions around the globe, tracking wildlife, monitoring fishing vessels and serving a host of other applications. Users of scientific and environmental data are today

hoping to see latency—currently estimated at two hours, including revisit time—significantly reduced. To satisfy their expectations, we would need to transition from today's legacy Argos system to one with a constellation of 15 to 30 satellites. The preliminary study carried out by CNES's experts up to mid-2017 to identify alternative technical options highlighted that the kind of systems envisioned could offer Internet of Things (IoT)-type services with global coverage. On this basis, CNES has delegated CLS to lead continued technical work, consolidate its own requirements and seek research partners and investors. Two study contracts have been awarded to Thales Alenia Space and Airbus Defence & Space, who are co-funding them.



## Demain : quelles technologies et à quel prix ?

What technologies for tomorrow and at what cost?



Le CNES, les acteurs de l'industrie spatiale et les opérateurs de télécommunications réfléchissent ensemble aux besoins que les satellites devront couvrir à l'horizon 2025. Une phase d'étude initiale, pilotée par le CNES, a été conduite en 2017 sous un angle à la fois technique et économique. La question est de savoir quelles technologies clés permettront de concevoir des satellites de très haute capacité pour assurer des missions de connectivité à un coût acceptable par les utilisateurs. Outre l'Internet résidentiel, l'enjeu est d'assurer un service de qualité au meilleur prix, en situation de mobilité dans les domaines maritime et aéronautique. Le défi porte sur la réduction du coût des satellites alors que les technologies spatiales devront permettre plus de flexibilité et plus de puissance. Elles seront identifiées courant 2018 dans un paysage des télécommunications marqué par la préparation de la 5G : sa standardisation doit anticiper la nécessaire complémentarité entre ses composantes terrestre et satellitaire pour l'ensemble des usages possibles. À cette fin, la mobilisation du secteur spatial est pleine et entière autour de l'initiative « Satellite for 5G ».

CNES, space industry stakeholders and telecommunications operators are working together to identify the needs that satellites will be expected to cover by 2025. An initial study phase focusing on technical and economic factors was led by CNES in 2017. The question is to ascertain what key enabling technologies are needed to conceive very-high-capacity satellites able to deliver connectivity at an affordable cost to users. Besides household Internet access, the challenge is to provide an affordable, quality mobile service to aeronautical and maritime platforms. To achieve this, satellite costs will have to come down and space technologies will need to become more flexible and more powerful. These technologies will be identified during the course of 2018 as the telecommunications sector gears up for 5G and develops standards to accommodate the complementarity between terrestrial and satellite components required to serve all possible applications. To this end, the space sector is fully engaged behind the Satellite for 5G initiative.

## AVANCÉES 2018 MILESTONES 2018

### À VENIR

Lancement d'une initiative nationale dans le domaine de l'IoT par satellite (Internet des Objets).

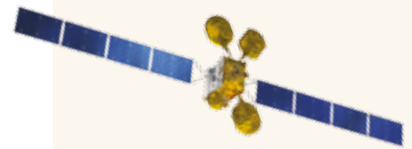
SOON • Launch of national satellite IoT initiative.



### À VENIR

Commande de satellites géostationnaires à l'industrie nationale, notamment des satellites Internet THD.

SOON • Orders placed with national contractors for geostationary satellites, notably fast-broadband Internet satellites.



Plus d'informations  
Learn more  
@CNESFrance

DÉFENSE  
DEFENCE

# PROTÉGER

PROTECTING





# 12

risques de collision ont conduit à des manœuvres orbitales dans le cadre de la surveillance de l'espace.

Conjunction risks called for orbital manoeuvres as part of the space surveillance and tracking mission.

**E**n 2017, le ministère des Armées et le CNES ont continué à travailler conjointement à la réalisation de systèmes spatiaux performants et au meilleur coût pour la paix et la sécurité des citoyens. Cette coopération contribue aussi à la compétitivité de l'industrie française.

In 2017, the Ministry of Armed Forces and CNES continued to work together to produce effective and affordable space systems able to guarantee peace and security for citizens. This collaboration is also helping to keep French industry competitive.



# 27

satellites institutionnels surveillés par le CNES.

Institutional satellites monitored by CNES.



# L'OBSERVATION SPATIALE OPTIQUE DE DEMAIN

THE FUTURE OF OPTICAL  
SPACE-BASED OBSERVATION

La réputation d'excellence de la filière spatiale optique française est due, en particulier, à l'action déterminante du CNES qui a soutenu le développement de la première génération de satellites de reconnaissance Hélios.

France's reputation for excellence in optical space systems is due in particular to CNES's key efforts supporting development of the first generation of Helios reconnaissance satellites.

**L**e programme CSO/MUSIS (Composante Spatiale Optique du futur système d'imagerie optique et radar MUSIS-Multinational Space-based Imaging System), actuellement en cours, prendra la suite des satellites Hélios 2 encore opérationnels.

Fin 2018, le premier des 3 satellites de la constellation CSO sera lancé depuis le Centre spatial guyanais. Il s'agira d'un événement majeur qui marquera un progrès significatif par rapport à Hélios dans la rapidité, la capacité d'acquisition et de revisite, et la qualité d'image. Il contribuera au renforcement des moyens des forces armées dans le domaine du renseignement spatial, pour la reconnaissance stratégique et le soutien des opérations sur les théâtres d'engagement.

La maîtrise d'ouvrage des satellites et du segment sol de contrôle a été déléguée au CNES par la Direction

Générale de l'Armement. Airbus Defence and Space est chargé de la conception et de la réalisation des satellites tandis que Thales Alenia Space France fournit l'instrument optique. Parallèlement, le CNES et l'industrie poursuivent les travaux du démonstrateur OTOS (Observation de la Terre Optique Super-résolue) dont l'objet est la maîtrise de technologies innovantes destinées à la génération post-CSO pour un usage dual. L'optique active et la télémétrie à très haut débit porteront la performance des futurs satellites optiques à un niveau inégalé.

The CSO/MUSIS programme to supply the optical space component of the future optical and radar Multinational Space-based Imaging System, currently in development, will take over from the Helios 2 satellites currently in service. Late 2018, the first of three CSO satellites will be launched from the Guiana Space

Centre, marking a major advance with respect to Helios in terms of speed, acquisition and revisit capability and image quality. This new satellite will boost the armed forces' capabilities in space intelligence, strategic reconnaissance and support for in-theatre operations.

Oversight of the satellites and ground segment has been delegated to CNES by the French defence procurement agency DGA. Airbus Defence & Space is in charge of designing and building the CSO satellites while Thales Alenia Space France is supplying the optical instrument.

At the same time, CNES and industry contractors are pursuing work on the OTOS optical Earth-observation demonstrator, which aims to mature innovative dual-use technologies for the post-CSO generation of satellites. Active optics and very-high-speed telemetry will afford unprecedented performance for future optical satellites.



3

**Le premier des 3 satellites de la constellation CSO sera lancé depuis le Centre spatial guyanais.**

The first of three CSO satellites will be launched from the Guiana Space Centre.

## Télécommunications duales : des technologies de rupture

### Disruptive dual-use telecommunications technologies

Comme dans d'autres domaines, les besoins de communication des forces armées évoluent : accès garanti au réseau, interconnexion entre plusieurs théâtres d'opérations, transfert de vidéos, avec, en outre, des exigences de protection et de sécurité maximales. Alors que Syracuse 3 a été le premier système militaire de communications très protégées longue distance, son remplacement interviendra à l'horizon 2020 avec la constellation de deux satellites Syracuse 4. Pour répondre aux objectifs de performance de la mission, le CNES a engagé les programmes de R&T à vocation civile et militaire FAST (*Future Advanced Satellite Telecommunications*) et TELEMAK. Dans ce cadre, un nouveau composant

basé sur la technologie ASIC 65 nm (nanomètre) spatiale a été développé et qualifié. Il équipera le Processeur Numérique Transparent de 3<sup>e</sup> génération (PNT 3G) embarqué sur Syracuse 4. La capacité de traitement à bord passera ainsi de quelques GHz à plusieurs dizaines de GHz de bande passante. La flexibilité de commutation améliorera les liaisons entre les forces françaises déployées et les autorités civiles et militaires en métropole tout en évitant le brouillage des communications. FAST est mené en coopération avec Thales Alenia Space, maître d'œuvre de Syracuse 4, et les fabricants de composants semi-conducteurs Atmel Microchip et STMicroelectronics.

As in other fields, the armed forces' communication needs are evolving as they seek to assure guaranteed network access and the ability to interconnect several theatres of operations and transfer video, all with maximum protection and security. Syracuse 3, the first military system to offer highly protected long-distance communications, is set to be replaced in 2020 by the constellation of two Syracuse 4 satellites. To achieve this mission's performance objectives, CNES has engaged the FAST (*Future Advanced Satellite*

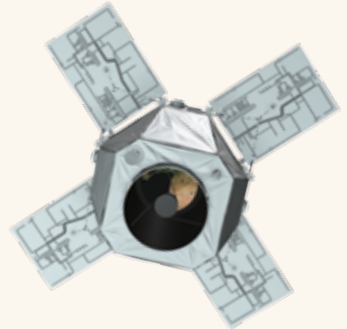
Telecommunications) civil and TELEMAK military R&T programmes. A new component based on an ASIC 65-nanometre space technology has been developed and qualified for this purpose and will be used inside the third-generation PNT 3G digital transparent processor on Syracuse 4, taking onboard bandwidth from a few gigahertz to several tens of gigahertz. Increased switching flexibility will improve links between deployed French forces and civil and military authorities in metropolitan France while preventing jamming of communications. FAST is being conducted with the Syracuse 4 prime contractor Thales Alenia Space and with the semiconductor component manufacturers Atmel Microchip and STMicroelectronics.

## FAITS MARQUANTS 2017 HIGHLIGHTS 2017

### JANVIER

Début de l'intégration de l'instrument optique dans la plateforme du satellite CSO-1.

JANUARY • Start of integration of the optical instrument on the CSO-1 satellite bus.



### JUIN

Lancement de l'étude de faisabilité du programme Constellation Optique 3 Dimensions (CO3D) pour fournir un modèle numérique de terrain de haute qualité sur les zones Afrique et Moyen-Orient.

JUNE • Launch of feasibility study for the CO3D optical constellation programme to produce precise 3D elevation data covering Africa and the Middle East.





## Surveillance et sécurité de l'espace : la France préside le comité de pilotage France chairs space surveillance and tracking steering committee

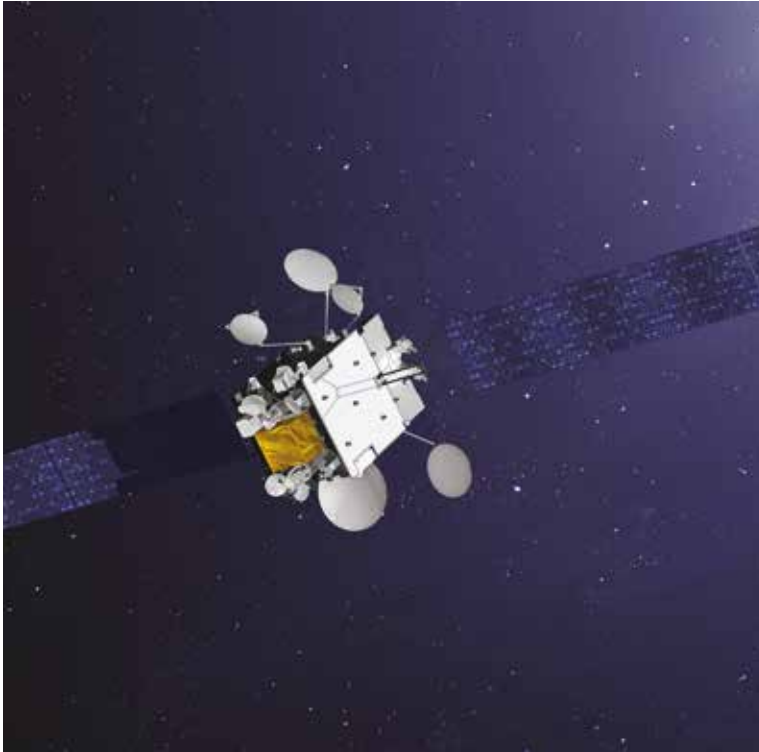
Depuis juillet 2016, un consortium d'États européens (Allemagne, Espagne, France, Italie et Royaume-Uni) fournit aux opérateurs de satellites des services de surveillance de l'espace : anticollision, rentrées à risque, fragmentation. Ce service, qui passe par le Centre satellitaire de l'Union Européenne, vise à donner plus d'autonomie dans le domaine de la surveillance de l'espace. Le consortium est organisé autour d'un comité de pilotage qui gère son activité et prépare ses évolutions. La France y est représentée par un ingénieur du CNES et un officier du Commandement Interarmées de l'Espace. Pascal Faucher, ingénieur au sein de l'équipe Défense et Sécurité du CNES, a été retenu

pour présider ce comité de pilotage pendant 18 mois, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2017. Cette désignation est la reconnaissance de la compétence de la France dans le domaine de la surveillance de l'espace (capacité des capteurs de la Défense française Graves et Satam) et de la gestion des services anticollision du CNES.

Since July 2016, a consortium of European nations—France, Germany, Italy, Spain and the United Kingdom—has been providing orbital conjunction assessment, debris detection and characterization and tracking of high-risk atmospheric re-entries for satellite operators. This service operated from the European Union

Satellite Centre (EUSC) aims to increase Europe's independence in the field of space surveillance and tracking (SST). The consortium is organized around a steering committee that manages its activities and plans evolutions. France is represented by an engineer from CNES and an officer from Joint Space Command (CIE). Pascal Faucher from CNES's Defence and Security team is serving an 18-month term as the committee's chair since 1 July 2017. This appointment recognizes France's know-how in SST—and the capabilities of its GRAVES and SATAM radars—and CNES's prowess in managing conjunction assessment services.





## “AVIS D'EXPERT EXPERT VIEW



**Caroline  
AMIOT-BAZILE,**  
Chef du projet  
FAST, CNES  
FAST project  
leader, CNES

« Le volet technologique du projet FAST offrira un gain de performance à la mission de Syracuse 4 grâce à la puissance des traitements numériques à bord. Tous les signaux de communication passeront par le nouveau processeur, cœur numérique de la charge utile de ces satellites.

Nous développons ce processeur spécifiquement pour les télécommunications spatiales civiles et militaires. Ce sera la première utilisation de la technologie ASIC 65 nm en milieu spatial. Cette nouvelle génération de processeurs numériques représentera une avancée technologique et industrielle majeure. »

“The technology strand of the FAST project will afford performance gains for the Syracuse 4 mission by providing more onboard processing power. All communications signals will go through the new processor, which is the digital core of the satellites’ payloads. We are developing this processor specifically for civil and military satellite telecommunications. It will be the first time the ASIC 65-nm technology has been used in space. This new generation of digital processors will mark a major technological and industrial leap.”

## AVANCÉES 2018 MILESTONES 2018

### À VENIR

Qualification du composant issu du projet FAST.

SOON • Qualification of component developed by FAST project.



### À VENIR

Lancement du premier satellite CSO.

SOON • Launch of first CSO satellite.



### À VENIR

Intégration et validation de CERES (renseignement électromagnétique).

SOON • Integration and validation of CERES signals intelligence (SIGINT) system.



# EN DIRECT DES CENTRES

FROM THE SPACE CENTRES



PARIS

TOULOUSE

## LA DIRECTION DES LANCEURS

LAUNCH VEHICLES DIRECTORATE

La DLA préside depuis plus de 40 ans aux destinées des lanceurs européens. Ses spécialistes sont plus que jamais engagés dans cette mission.

- Le Grand Prix de l'Académie de l'Air et de l'Espace décerné en novembre, aux principaux acteurs du secteur européen des lanceurs, afin de saluer le succès d'Ariane 5, a récompensé les efforts de toutes les équipes et notamment celles de la DLA.

- Le CNES et ArianeGroup ont renforcé leur coopération dans le secteur des lanceurs lors de la signature de l'accord de coopération le 15 septembre 2017, notamment avec le projet Prometheus.

- Le CNES a obtenu l'autorisation d'exploiter les installations de l'Ensemble de Lancement d'Ariane 6. Ce chantier colossal mobilise les équipes sol de la Direction des Lanceurs dans des réalisations telles que les carreaux, le portique mobile ou le Bâtiment d'Assemblage Lanceur.

- En 2017, plusieurs événements ont fédéré les salariés de la Direction des Lanceurs. Le cycle de conférences « After Launch » a permis d'aborder des thématiques variées, de nombreuses retransmissions de lancements Ariane, Soyuz ou Vega, ont également été

l'occasion de réunir les salariés du CNES et de la direction des lanceurs de l'ESA, qui partagent la même adresse depuis maintenant 6 ans.

- Mise en place d'un laboratoire au cœur de la Sous-direction technique où l'ensemble des ingénieurs peuvent effectuer des essais sur de nouvelles technologies. La DLA a également réaménagé la salle de direction qui dispose désormais d'un mur d'images et qui a été rebaptisée salle Ariane.

The Launch Vehicles Directorate (DLA) has been developing Ariane launchers for over 40 years. Today, its specialists are working harder than ever to accomplish this mission.

- The Grand Prix de l'Académie de l'Air et de l'Espace awarded in November to the main players in Europe's space launch sector paid tribute to the success of Ariane 5 and to the efforts of the agency's teams, and notably those at DLA.

- CNES and ArianeGroup stepped up their partnership in the launchers sector with the signature of a cooperation agreement on 15 September 2017, focusing especially on the Prometheus project.

- CNES received authorization to operate the ELA4 launch facilities for Ariane 6.

DLA's ground teams are working full out on this huge project, which involves building the flame trenches, erecting the mobile gantry and constructing the BAL launcher assembly facility.

- A series of events encouraged team building at DLA throughout the year. The cycle of 'After Launch' conferences covered a varied range of topics, while live broadcasts of Ariane, Soyuz and Vega launches also offered the opportunity to bring together employees from CNES and ESA's Launchers Directorate, who have been sharing the same premises for six years now.

- A laboratory was set up within the Technology Sub-Directorate for engineers to test new technologies. DLA also refurbished its board room, which now has a wall screen and has been renamed the Ariane room.

## LES CENTRES CENTRES

### LE SIÈGE HEAD OFFICE

Les collaborateurs du Siège élaborent la politique spatiale de la France, bâtissent et coordonnent les programmes du CNES, qu'ils soient conduits dans un cadre national, européen ou international.

• Grâce à eux, 32 accords internationaux ont été signés en 2017 avec de nouvelles agences, des laboratoires et des organismes scientifiques, faisant du CNES le premier partenaire mondial, en terme de coopérations.

• À l'occasion du retour sur Terre de Thomas Pesquet, le 2 juin, première visite d'un Président de la République au Siège. Emmanuel Macron, accompagné de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, a échangé en direct du Kazakhstan avec l'astronaute français et rencontré les salariés du CNES.

• Toujours dans un souci de générer partout dans le monde le « réflexe France », le CNES a signé des contrats avec près de 400 entreprises dans le secteur du spatial, soit un budget de 648 millions d'euros.

CNES's Head Office is responsible for mapping out French and European space policy and for crafting and coordinating CNES's national, European and international programmes.

• Its teams worked on 32 international agreements signed in 2017 with new agencies, research laboratories and scientific bodies, making CNES the world's premier space partner.

• To mark Thomas Pesquet's return to Earth on 2 June, Head Office received the first-ever visit from a French President. President



Emmanuel Macron, accompanied by Frédérique Vidal, the Minister for Higher Education, Research and Innovation, talked live with the French astronaut on his arrival in Kazakhstan and met CNES's employees.

• Seeking to make 'think France' a reflex response around the world, CNES also signed contracts with some 400 firms working in the space sector, representing a budget of €648 million.

### LE CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE TOULOUSE SPACE CENTRE



Le CST est le plus grand centre technique et opérationnel du CNES. Ses ingénieurs imaginent, étudient, conçoivent, réalisent, mettent à poste, contrôlent et exploitent les systèmes orbitaux. Ils sont aussi en charge d'aider au développement des données spatiales pour le bénéfice de tous et d'imaginer le spatial de demain dans un souci d'innovation et de créativité. 2017 a été une année chargée pour le centre de Toulouse avec de nombreux événements internes et externes, des visites de personnalités et institutionnels, ainsi que le lancement de plusieurs chantiers majeurs pour l'ensemble du CNES.

• Parmi eux, la transformation numérique avec de nombreux chantiers comme les bulletins de veille, les ateliers collaboratifs ou la réalité augmentée.

• Le 10 mars, le bâtiment Pierre Auger a été inauguré, en présence de Ségolène Royal, ministre de l'Environnement, de l'Ecologie et de la Mer. Cet édifice de 5 700 m<sup>2</sup> est le premier à bénéficier de la norme Haute Qualité Environnementale (HQE), ce qui montre l'engagement du CNES à prendre en compte les enjeux environnementaux, dans le sillage de la COP21.

• En avril, les premières bornes de recharge pour les voitures électriques ont également été installées.

• Fin 2017, les travaux du poste Sud pour l'accueil des visiteurs ont démarré. Cette nouvelle entrée du CST permettra de désengorger l'entrée Nord, parfois saturée. Livraison annoncée pour fin 2018.

The Toulouse Space Centre (CST) is CNES's biggest technical and operational centre. Its engineers conceive, study, design, build, position, control and operate orbital systems. Their work also involves fostering the use of satellite data

for the benefit of all and innovating and creating to imagine tomorrow's space systems.

• 2017 proved a busy year for the CST, with numerous in-house and external events, visits from dignitaries and institutional partners and the start of several major projects for the agency as a whole.

• Among these was the agency's continuing digital transformation, through press review bulletins, collaborative workshops and augmented reality projects.

• On 10 March, the Pierre Auger building was officially opened by Ségolène Royal, Minister for the Environment, Energy and Maritime Affairs. This 5,700-square-metre building is the first CNES facility designed to France's HQE high-environmental-quality standard, demonstrating the agency's close commitment to environmental issues in the wake of the COP21 conference.

• In April, the first electric vehicle charging points were also installed.

• Late in the year, work began on visitor reception facilities at the south entrance. These new facilities will relieve pressure on the sometimes congested north entry point. Work is scheduled for completion by end 2018.



KOUROU



## LE CENTRE SPATIAL GUYANAIS

GUIANA SPACE CENTRE

Le CSG est l'un des sites de lancement les plus modernes et les plus performants au monde. Ses équipes sont chargées de réaliser les lancements de la gamme des lanceurs européens. Idéalement situé à proximité de l'équateur, le port spatial de l'Europe est, 50 ans après sa création, un atout majeur du programme spatial européen.

- La construction de l'Ensemble de Lancement Ariane 6 s'accompagne d'un suivi environnemental et d'une étude de l'état initial du milieu naturel, afin de mesurer l'impact du chantier sur la biodiversité. Conformément à la loi, le CNES a cédé 1 300 hectares de savane au Conservatoire du littoral, en compensation des surfaces utilisées pour les installations d'Ariane 6.

- Le CNES a par ailleurs démarré au CSG un grand plan de rénovation des bâtiments qui s'étalera sur 10 ans. Il a pour objectif de s'adapter aux nouvelles méthodes et aux exigences environnementales. Trois chantiers ont déjà bien avancé : Gaïa (cafétéria), Titan (grand bâtiment de bureaux

et salles de réunion) et Alpha (badges professionnels). Le centre de contrôle Jupiter 2 a lui aussi fait peau neuve, avec de nouveaux pupitres et un système opérationnel entièrement repensé.

- Alors que les contrats industriels au Centre Spatial Guyanais viennent tout juste d'être renouvelés, l'INSEE a mené une enquête en 2017 sur l'impact du spatial dans l'économie guyanaise. Avec 4 700 emplois directs, indirects et induits, et 15 % du PIB, la filière spatiale reste un acteur économique majeur.

- L'État a affiché sa volonté de faire plus et mieux pour la Guyane à travers le spatial. En s'appuyant sur le rapport de la mission interministérielle, le gouvernement a ainsi défini les axes prioritaires :

- recentrer les interventions du CNES sur des projets structurants et pérennes ;
- augmenter la contribution financière du secteur à l'économie de la Guyane (10 M€ supplémentaires sur la période 2018-2020) ;
- créer une chaire sur le spatial à l'Université de Guyane.

The Guiana Space Centre (CSG) is one of the most modern and effective launch sites in the world. Its teams are in charge of launching all European launchers. Ideally located near the equator, the spaceport is—50 years after its inception—a major asset for Europe's space programme.

- Construction of the ELA4 launch facilities for Ariane 6 includes monitoring of the natural environment and a study of its initial status in order to gauge the project's impact on biodiversity. As required by law, CNES ceded 1,300 hectares of savannah to the Conservatoire du littoral, the French coastline conservancy, to offset land used for the Ariane 6 facilities.

- CNES also launched a major 10-year building refurbishment plan at the CSG aimed at adapting to new methods and environmental requirements.

Three projects are already well underway at the Gaïa cafeteria, the Titan office and meeting room building and the Alpha badging point. The Jupiter 2 control room has also received a revamp, with new consoles and a complete redesign of operational systems.

- While industry contracts at the CSG have just recently been renewed, the INSEE national statistics office conducted a survey in 2017 on the impact of space on French Guiana's economy. With 4,700 direct, indirect and induced jobs and 15% of GDP, the sector remains a key economic driver.

- The government showed its commitment to doing more for French Guiana through space. Based on the conclusions of the report from its interministerial mission, it has defined three priorities:

- refocus CNES's contributions on long-term structural projects,
- increase the space sector's contribution to French Guiana's economy, with an additional €10m in funding for 2018-2020,
- set up a space chair at the University of Antilles-French Guiana (UAG).

# 2017, UNE ANNÉE TRÈS SPATIALE

A YEAR MARKED BY SPACE

Avec Valérian en invité spatial et la présentation de nouvelles technologies résolument tournées vers l'innovation, le climat et l'exploration, le CNES a connu un succès inédit en 2017, lors du Salon international du Bourget.

With Valerian as special space guest and the showcasing of new technologies geared towards innovation, climate and exploration, CNES attracted unprecedented attention at the Paris Air Show in 2017.

**S'**il y a un événement où il fallait être présent en 2017, c'est bien au Salon international de l'Aéronautique et de l'Espace (SIAE) de Paris-le Bourget. Le pavillon du CNES a connu une fréquentation exceptionnelle à ce 52<sup>e</sup> rendez-vous, avec près de 17 000 visiteurs en une semaine. Certes, le cadre futuriste du pavillon (vaisseau spatial issu du film Valérian et la Cité des mille planètes, produit et réalisé par Luc Besson) a joué un rôle-clé dans la fréquentation mais les technologies numériques mises à l'honneur ont également contribué à attirer de nombreux jeunes et passionnés sur le tarmac du Bourget. Fondés sur des valeurs communes (innovation et audace) et mus par le désir d'exploration, le CNES et EuropaCorp ont associé leur univers pour mieux raconter comment « inventer l'espace de demain ». Avec 45 événements organisés, des tables rondes sur des projets éducatifs, les usages du spatial, l'exploration et la signature de plusieurs accords significatifs, la semaine a été intense. Outre la concrétisation de deux contrats de développement pour

l'implantation en Guyane du futur lanceur Ariane 6, le CNES a également tenu à mettre à l'honneur une trentaine de sociétés industrielles qui œuvrent à l'amélioration de la vie des citoyens. Inauguré par Emmanuel Macron, Président de la République, suivi les jours suivants de plusieurs de ses ministres, le stand du CNES était organisé autour de six pôles d'activité (Innovation, Climat, Exploration, Coopération, Applications, Inspiration) valorisés par des maquettes spectaculaires et des écrans tactiles, ainsi que d'une « cave 3D » sur le thème de Mars, envoyant en quelques secondes les visiteurs à la découverte de la planète rouge, à des millions de kilomètres. Autre rendez-vous marquant de cette semaine, la présentation au public du nouvel avion A310 qui assure désormais les vols zéro-G.

If there was one event not to be missed in 2017, it was the 52<sup>nd</sup> International Paris Air Show at Le Bourget, where some 17,000 visitors flocked to CNES's pavilion throughout the week. The futuristic decor inspired by a spaceship from Luc Besson's blockbuster movie *Valerian and the*

*City of a Thousand Planets* naturally proved a big draw, but the digital technologies on show also attracted large numbers of young enthusiasts. Sharing the values of boldness and innovation, and driven by a desire to explore, CNES and the film's production company EuropaCorp combined their visions to imagine ways to 'invent the future of space'. With 45 events organized, round-tables on educational projects, space applications and exploration, and the signature of several major agreements, it was a busy week for CNES.

Besides two development contracts for the future Ariane 6 launcher in French Guiana, CNES also turned the spotlight on 30 firms working to improve citizens' daily lives. Opened by President Emmanuel Macron and visited by several government ministers, CNES's stand was organized around six areas of activity—Innovation, Climate, Exploration, Cooperation, Applications and Inspiration—highlighted by spectacular mock-ups and touchscreens, as well as a 3D experience taking visitors in seconds on a virtual trip to Mars, millions of kilometres away.

The week was also marked by the public display of the new A310 aircraft now used to operate zero-gravity flights.





# 700 000

personnes ont suivi sur les sites du cnes.fr l'aventure de Thomas Pesquet, au travers de la mission Proxima. Ce chiffre a été enregistré au cours des six premiers mois de l'année. Les records de connexion ont surtout été atteints, lors de la première sortie extravéhiculaire de Thomas Pesquet (le 13 janvier 2017) et à l'occasion de son retour sur Terre, diffusé en direct, le 2 juin. Un retour suivi au Siège du CNES en présence du Président de la République, Emmanuel Macron.

700,000 people followed Thomas Pesquet's Proxima mission adventure on CNES's websites. This figure was recorded during the first six months of the year. The most hits came for his first spacewalk on 13 January and for his return to Earth, aired live on 2 June and watched by President Emmanuel Macron at CNES's Head Office.

## L'ÉTUDE DE LA MICROGRAVITÉ EN VOGUE MICROGRAVITY RESEARCH IN VOGUE



Les activités autour de la mission Proxima de l'astronaute Thomas Pesquet ont présenté un fort potentiel de stimulation pour les jeunes. En lien avec l'Agence spatiale européenne, de nouveaux projets éducatifs ont été proposés aux enseignants. Pour l'expérience EXO-ISS, par exemple, 40 000 élèves de primaire à la Terminale ont reçu des kits spéciaux et ont ainsi pu reproduire au sol les mêmes expériences que celles menées par l'astronaute, en mars 2017. Les résultats publiés régulièrement sur le site du CNES ont ainsi permis aux jeunes de comprendre l'effet de l'impesanteur et d'échanger sur une plateforme spécialement dédiée.

Astronaut Thomas Pesquet's Proxima mission provided plenty of opportunities to inspire youngsters. Working with the European Space Agency (ESA), new educational projects were devised for teachers. For example, for the EXO-ISS experiment 40,000 pupils from primary to high-school classes received special kits so they could replicate on the ground the same experiments the astronaut was performing, in March 2017. Results posted regularly on CNES's website enabled the youngsters to better understand the effects of weightlessness and to communicate with each other via a dedicated platform.







## LES RÉSEAUX SOCIAUX AU TOP ! SOCIAL MEDIA SHIFT INTO HIGH GEAR

2017 a été une année très riche pour les réseaux sociaux du CNES. C'est ainsi que le nombre d'abonnés sur Twitter a connu un bond de 48 % (de 55 392 au 1<sup>er</sup> janvier 2017, ils sont passés à plus de 80 000 abonnés, en fin d'année). Facebook connaît une jolie progression de 17 % des abonnés et devrait atteindre très rapidement la barre des 100 000 abonnés. Mais la hausse la plus surprenante provient d'Instagram avec une hausse de 170 %. De 16 394 abonnés au 1<sup>er</sup> janvier 2017, ils sont plus de 44 000 abonnés, fin 2017. Citons enfin la création d'une page Facebook dédiée au climat qui dépasse déjà les 400 abonnés.

CNES sustained a strong social media presence in 2017, with followers on Twitter increasing sharply by 48% from 55,392 on 1 January to more than 80,000 by year-end. Subscribers to the agency's Facebook page were also up 17% and should soon reach 100,000. But the biggest surprise of all came from Instagram, with an increase of 170% from 16,394 on 1 January to more than 44,000 by year-end. A new Facebook page dedicated to climate has also already attracted 400 subscribers.

## TRANSMETTRE LA PASSION AUX PLUS JEUNES



### INSPIRING AND ENGAGING YOUNG GENERATIONS

Tout au long de l'année, le CNES a multiplié les opérations originales à destination de la jeunesse. Parmi les plus originales, une vingtaine de jeunes issus des Écoles de la 2<sup>e</sup> chance se sont rendus au Centre Spatial Guyanais, en juin, pour visiter les installations de la base. De retour à Paris, ces jeunes, originaires de Clichy et Narbonne, ont été invités par le président du CNES à une discussion par visio-conférence avec Thomas Pesquet.

CNES organized a series of novel outreach operations for youngsters throughout the year. One of the most original saw 20 youngsters from E2C second-chance schools visit the Guiana Space Centre in June to see the launch facilities. On their return to Paris, the group from Clichy and Narbonne were invited by CNES's President Jean-Yves Le Gall for a live link-up with Thomas Pesquet from the International Space Station.



# 100

astronautes venus du monde entier ont été réunis, du 16 au 20 octobre, à la Cité de l'espace, à Toulouse, à l'occasion du 30<sup>e</sup> anniversaire de leur congrès mondial, avec notamment une journée de rencontre avec le public et les scolaires.

Astronauts from around the world came together from 16-20 October at the Cité de l'espace in Toulouse for the 30<sup>th</sup> World Astronaut Congress, which devoted a special day to meeting the public and schools.

# UNE POLITIQUE RH D'EXCELLENCE

## THE PURSUIT OF EXCELLENCE

**L**e CNES s'appuie sur près de 2 500 femmes et hommes dont les compétences sont forgées par l'excellence et le partage de valeurs communes, ainsi que sur un fort engagement social et environnemental. Parmi eux, une majorité d'ingénieurs et cadres (70 %) et de femmes (37 %). Cette politique se fonde sur une gestion des ressources humaines privilégiant la mobilité interne et la formation, afin d'accroître et d'optimiser les compétences de chacun. Elle met en œuvre des principes éthiques et de bonne gouvernance : développement d'un management responsable, promotion de la diversité et de la mixité, meilleure articulation entre vie professionnelle et vie personnelle et maintien d'un bon niveau de dialogue social.

The lifeblood of CNES is the 2,500 people whose talents are forged by excellence and shared values, together with a strong social and environmental commitment. Of these, 70% are engineers and executives, and 37% are women. The agency's human resources strategy is based on a management approach fostering internal mobility and training in order to increase and optimize our skills base. It applies the principles of ethical business conduct and good governance, through a responsible management approach, promotion of diversity and gender balance, an optimized work-life balance and a high level of social dialogue.



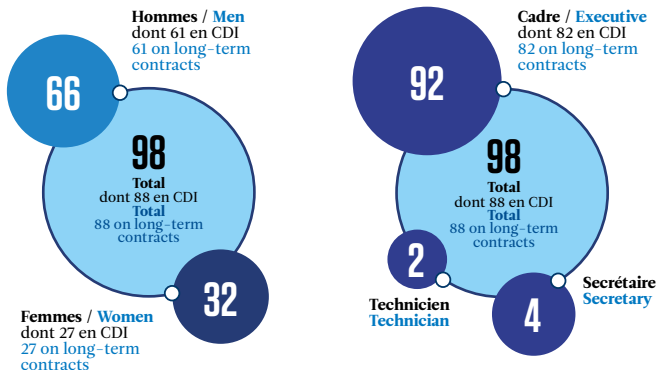
**Pauline Leblan,**

Correspondante Ressources humaines, Siège du CNES à Paris  
Human Resources correspondent,  
CNES Head Office, Paris

« C'est à l'occasion de la réorganisation de la Direction des Ressources Humaines début 2017 que j'ai été embauchée. Diplômée d'un Master 2 en Ressources Humaines, mes 8 ans d'expérience sur des missions RH opérationnelles et notamment en mobilité interne, ont intéressé le CNES pour lequel j'avais déjà fait une période d'intérim sur le même poste que j'occupe actuellement. J'accompagne les collaborateurs et managers de trois directions fonctionnelles du CNES dans l'évolution de leur parcours professionnel et les aide à développer leurs compétences. J'ai un rôle de conseil et d'orientation aux côtés des collaborateurs qui cherchent à changer de service ou de lieu de travail ou qui sont encouragés à le faire. »

"I was hired at the start of 2017 when the Human Resources directorate was reorganized. My Master's 2 degree in Human Resources and eight years' experience working on operational HR missions, focused notably on internal mobility, interested CNES where I'd already completed a temp assignment in the same post I occupy now. I help employees and managers in the agency's three functional directorates to manage their careers and develop their skills. My role is to advise and guide employees who are looking to or being encouraged to change jobs or their place of work."

### LES RECRUTEMENTS 2017 / Recruitment in 2017



**94%**

des recrutements concernent  
des Ingénieurs et cadres.

Of new hires are engineers  
and executives.

**2 386,1**

Effectif moyen en équivalent  
temps plein (ETP)

Mean headcount, full-time  
equivalent (FTE).

MISSION RECRUTER  
RECRUITMENT



**Olga Diaz Lopez,**

Spécialiste Conception et dimensionnement des structures métalliques, Direction des Lanceurs à Paris

Specialist in metal structure sizing and design, Launch Vehicles Directorate (DLA)

« Je voulais travailler dans le spatial, dans les lanceurs en particulier, et en France. J'ai un double diplôme, obtenu à Barcelone en ingénierie aérospatiale et à l'ISAE-SUPAERO à Toulouse. J'ai découvert tout le potentiel offert par le CNES lors d'une école d'été organisée par la Communauté des Villes Ariane. J'ai été embauchée à la suite de mon stage de fin d'études en dynamique des structures au CNES. Maintenant, je coordonne les activités d'aménagement véhicule et de dimensionnement des structures du démonstrateur Callisto. La préparation du futur, menée par le CNES, est un vrai défi qui m'enthousiasme particulièrement. »

“I wanted to work in the space field, particularly on launchers, and in France. I obtained my qualification in aerospace engineering from Barcelona and the ISAE-SUPAERO aeronautics and space institute in Toulouse. I discovered the great potential that CNES has to offer at a summer school organized by the Community of Ariane cities (CVA). I was hired after my final internship in structural dynamics at CNES. I'm now coordinating vehicle configuration and structural sizing activities for the Callisto demonstrator. The work CNES is doing to ready for the future is a real and exciting challenge.”



**Anne-Sophie Lectez,**

Responsable Mécanique des enveloppes de ballons, Centre Spatial de Toulouse  
Balloon envelope mechanics lead, Toulouse Space Centre

« Après Centrale Nantes, une thèse et deux post-docs, je cherchais un poste qui répondait à mes aspirations. J'ai eu l'idée d'aller voir les offres d'emploi sur le site du CNES suite à un reportage sur Thomas Pesquet ! L'une d'entre elles associait la recherche, l'expertise mécanique dans les matériaux souples et une application passionnante, les ballons stratosphériques. Tout ce que je souhaitais. Actuellement, nous travaillons sur une nouvelle génération de ballons, qui fait l'objet d'une collaboration avec Google. C'est une vraie chance pour moi. »

“After the Ecole Centrale in Nantes, a doctoral thesis and two post-docs, I was looking for something I aspired to. I got the idea of looking at the job offers on CNES's website after seeing a report about Thomas Pesquet! One of them combined research, expertise in the mechanics of flexible materials and stratospheric balloons, a really exciting application. It was everything I wanted. We're currently working on a new generation of balloons with Google. It's a great chance for me.”



**Axel Sergues,**

Gestionnaire Technique Télécommunications, Centre spatial guyanais  
Technical telecommunications manager, Guiana Space Centre

« Entre mon stage de fin d'études au CNES et mon embauche en septembre 2017, j'ai passé 7 ans dans le monde des télécommunications où ma formation m'a naturellement amené. J'ai un DUT en informatique, une licence Pro en réseaux et télécommunications et un diplôme en ingénierie des systèmes d'information. Suite à mes expériences chez deux opérateurs locaux, j'ai voulu changer. J'ai postulé à une offre d'emploi de spécialiste télécoms sur la base spatiale. Je suis garant du fonctionnement des moyens de télécommunication de la base de lancement. Être au pupitre pour la partie télécommunications les jours de lancement est un rêve d'enfant que j'accomplis. »

“Between my final internship at CNES and the moment I was hired in September 2017, I spent seven years in the world of telecommunications as a natural continuation of my educational background. I have a DUT diploma in computer science, a vocational degree in telecommunications networks and a diploma in information systems engineering. After working with two local operators, I was looking for a change. I applied for a post as a telecoms specialist at the launch base. It's my job to make sure the base's telecommunications systems are running smoothly. Being at the telecommunications console on launch days is the kind of job I dreamed about when I was a kid.”



# BUDGET RÉPARTITION 2017

## CNES BUDGET 2017

**P**our mener à bien ses missions, le CNES bénéficie de financements multiples : subventions budgétaires prévues par le Contrat d'Objectifs et de Performance, crédits du Programme d'Investissements d'Avenir, recettes externes dans le cadre de programmes délégués (DGA, ESA, Eumetsat...). Le budget 2017 du CNES reste à un niveau élevé, montrant ainsi la haute priorité donnée au spatial, dans un contexte budgétaire toujours aussi contraint.

En 2017, le budget du CNES de 2 182 M€ a été financé par des recettes issues :

- de subventions d'État : 1 514 M€,
- de financements PIA : 43 M€,
- de contrats externes : 625 M€.

Il a été affecté :

- au programme spatial de l'ESA : 876 M€,
- au programme spatial multilatéral : 1 306 M€.

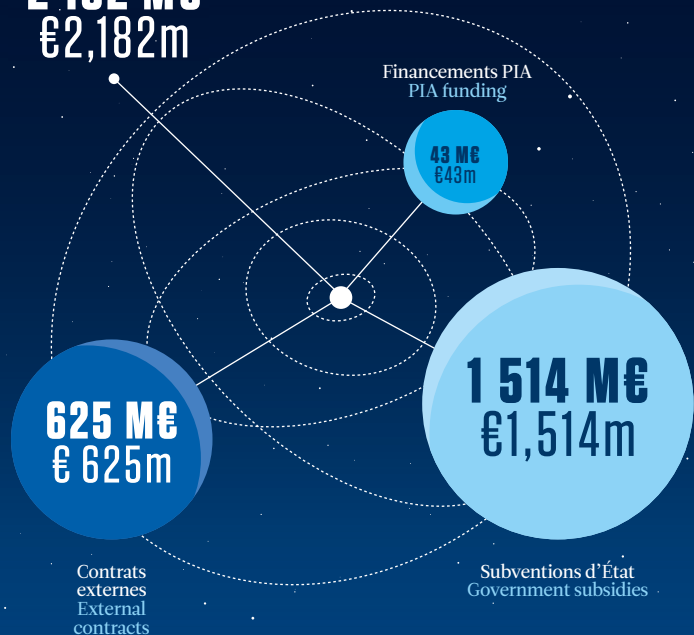
To accomplish its missions, CNES receives funding from the budget lines provided for in its Objectives and Performance Contract, from the PIA future investment plan and from external sources for programmes for which it has delegated responsibility (DGA, ESA, Eumetsat, etc.).

CNES's budget was maintained at a high level in 2017, confirming the top priority given to space in what remains a tight budget environment. In 2017, CNES had a total budget of €2,182m, funded by:

- Government subsidies: €1,514m,
- PIA future investment plan: €43m,
- External contracts: €625m.

### RECETTES (M€) / Revenues (€m)

**2 182 M€**  
**€2,182m**



This budget was allocated as follows:

- ESA space programme: €876m,
- Multilateral space programme: €1,306m.

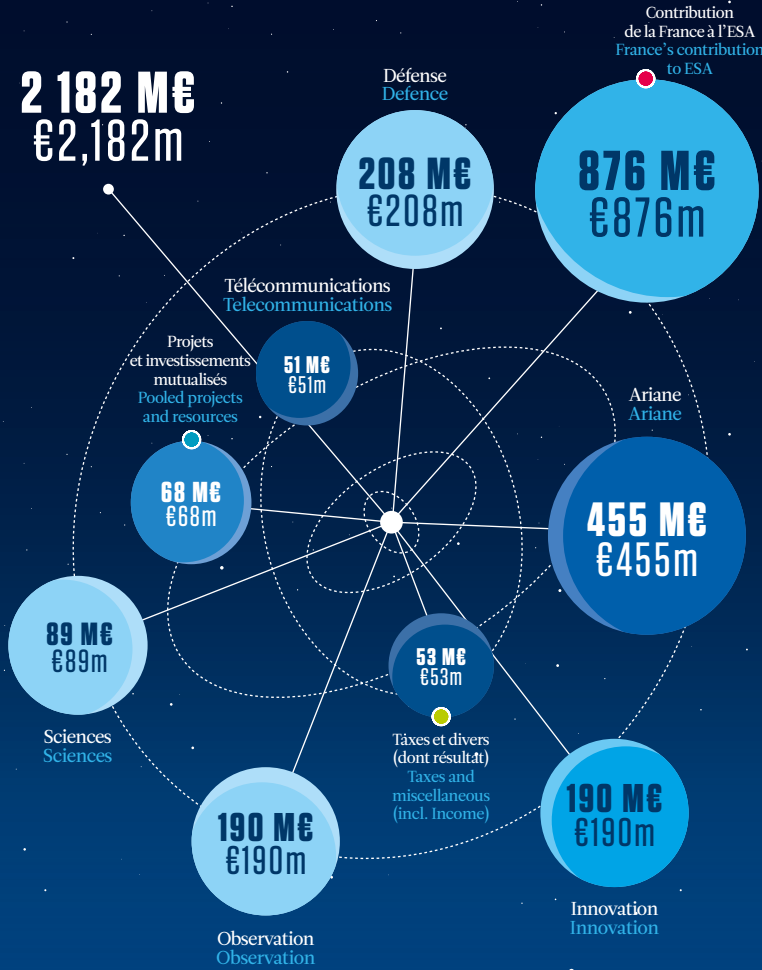
**2<sup>e</sup>**

**C'est la place du CNES** au niveau mondial en terme de budget spatial avec 37 € par an et par habitant.

CNES has the second largest per-capita space budget in the world at €37.

DÉPENSES (M€) / Expenditures (€m)

2 182 M€  
€2,182m



PRINCIPALES FILIALES ET PARTICIPATIONS AU 31 DÉCEMBRE 2017

Main subsidiaries and holdings at 31 December 2017

**TELESPACE**  
(99,99%)

CA/Turnover: 0 M€/€0m  
Résultat/Income: 0,7 M€/€0.7m  
Effectif/Headcount: 0/0

**CLS**  
(53,94%)

CA/Turnover: 115,2 M€/€115.2m  
Résultat/Income: -0,4 M€/€-0.4m  
Effectif/Headcount: 690/690

**NOVESPACE**  
(59,39%)

CA/Turnover: 8,5 M€/€8.5m  
Résultat/Income: 1,3 M€/€1.3m  
Effectif/Headcount: 10/10

**MEDES\***  
(42,86%)

CA/Turnover: 4 M€/€4m  
Résultat/Income: 0 M€/€0m  
Effectif/Headcount: 28/28

CNES

Filiales  
(CNES actionnaire > à 50 % du capital)  
Subsidiaries  
(CNES shareholding > 50%)

Participations  
(CNES actionnaire entre 33,33 % et 50 %)  
Holdings  
(CNES shareholding between 33,33% and 50%)

\* Comptes annuels provisoires  
Provisional annual accounts



**PARIS/LES HALLES**  
**CNES – SIÈGE**  
**HEAD OFFICE**  
2, PLACE MAURICE QUENTIN  
75039 PARIS CEDEX 01  
PHONE: +33 (0)1 44 76 75 00



**TOULOUSE**  
**CNES – CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE**  
**TOULOUSE SPACE CENTRE**  
18 AVENUE ÉDOUARD BELIN  
31401 TOULOUSE CEDEX 9  
PHONE: +33 (0)5 61 27 31 31



**PARIS/DAUMESNIL**  
**CNES – DIRECTION DES LANCEURS**  
**LAUNCH VEHICLES DIRECTORATE**  
52, RUE JACQUES HILLAIRET  
75612 PARIS CEDEX  
PHONE: +33 (0)1 80 97 71 11



**GUYANE**  
**CNES – CENTRE SPATIAL GUYANAIS**  
**GUIANA SPACE CENTRE**  
BP 726  
97387 KOUROU CEDEX  
PHONE: + 594 (0)5 94 33 51 11





**RETROUVEZ LA SÉLECTION VIDÉO DE  
CE RAPPORT D'ACTIVITÉ À L'ADRESSE SUIVANTE :**

**FIND THE VIDEOS OF THIS YEAR'S RAPPORT AT:**

**CNES.FR/VIDEOS-2017**

**Jun/ June 2018 // Organisation/ Organizations:** Airbus DS, Cité de l'Espace, CNES, CNES/ ESA/ Arianespace, CERN, Commission Européenne, DGA, ESA, Eutelsat, GettyImages, iStock, JPL Caltech, Lockheed Martin, Makery, Météo France, Navya, NASA, OMP/IRAP/UT3/CNRS, Sentinel, Snecma-Safran, Thales Alenia Space, Tendance Floue, UN Photo // **Photographes/ Photographers:** Emmanuel Grimault, Manuel Huyn, Frédéric Maligne, Christophe Peus, Hervé Piraud, Philippe Stroppa, Patrick Tourneboeuf, Logan Abassi, Michaël Gounon, Sébastien Chastanet, Frédéric Quignaux, Sujith Sujun, Christophe Ciais, Optique Vidéo CSG - JM Guillon-L Boyer-P Baudon // **Illustrateurs/ Illustrators:** ATG Medialab, BlackBear Studio, David Ducros, Eric Briot, MiraProductions, Remy Parot, Oliver Sattler // **Rédacteur en chef/ CNES editor-in-chief:** Eric Médaille // **Copywriting:** Françoise Couvry-Ventelon et Eric Médaille // **Conception et réalisation/ Design and pre-press:** CIMΔYA // **Iconographie/ Artwork:** Photothèque du CNES, Société Photon, Oriane Arnould // **Impression/ Printing:** Imprimerie Escourbiac // **Traduction/ Translation:** Boyd Vincent //

**Ce document est édité par la Direction de la Communication/ Published by the Communications Directorate.**



WEBSITE  
cnes.fr



FACEBOOK  
CNESFrance



TWITTER  
@CNES



YOUTUBE  
CNES



cnes  
CENTRE NATIONAL  
D'ETUDES SPATIALES