

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2015

ANNUAL REPORT 2015



cnes
INNOVATION
&
INSPIRATION

Édito de **Jean-Yves Le Gall**,
Président du CNES
Foreword by **Jean-Yves Le Gall**,
CNES President

04

2015 : Temps forts, chiffres
marquants et rappel
des domaines d'intervention
du CNES
2015: Highlights, key figures
and CNES strategic domains

10

06

PILOTER/LEADING THE WAY

Conseil d'administration, filiales
et participations/Board of directors,
subsidiaries and holdings
Organigramme/Organization chart
En direct des centres/
From the space centres
Coopération : le CNES dans son
environnement/CNES's role in the
space programme
La politique des ressources humaines/
Human resources policy
Communication : 2015,
une année en or/Communication: 2015,
a golden year

28

EXPLORER/EXPLORING

Sur les traces des ondes
gravitationnelles/In search of
gravitational waves
Ne voit pas les ondes gravitationnelles
qui veut.../Dusty data...
Du nouveau sur le système solaire/
Latest news on the Solar System
Tests et progrès en micropesanteur/
Advances in microgravity

22

CONQUÉRIR/CONQUERING

Accéder à l'espace, priorité des priorités/
Access to space the number one priority
L'arrivée d'Ariane 6 et de Vega-C :
une famille de lanceurs/Ariane 6 and Vega-C
form a new launcher portfolio
Vers des systèmes réutilisables :
le projet Prometheus/Prometheus paves the way
for reusable launchers
2015 : une cadence de lancement
exceptionnelle !/2015: exceptional launch rate



CONNAÎTRE/KNOWING

COP21 : le CNES au cœur du volet spatial/COP 21: CNES central to the space agenda
Merlin : un partenariat avec l'Allemagne pour l'étude du méthane/MERLIN: working with Germany to investigate methane
MicroCarb : quel bilan carbone pour notre planète ?/MicroCarb: what is our planet's carbon budget?
IASI-NG : un nouvel instrument pour les satellites météo ?/IASI-NG: new-generation instrument for weather satellites
Des ballons géants dans la stratosphère/Giant balloons in the stratosphere
Un espace pour le climat : les actions de communication/Space for climate



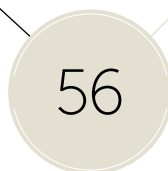
CONNECTER/CONNECTING

Internet partout et pour tous/Internet for everyone, everywhere
Premiers débouchés commerciaux pour les satellites « tout électrique »/First market opportunities for all-electric satellites
Créer une filière industrielle grâce à THD-Sat/A new product line thanks to THD-Sat
Un programme de R&D pour les satellites de télécommunications géostationnaires/An R&D programme for geostationary telecom satellites
La France soutient les projets spatiaux d'avenir/France supports futuristic space projects



PROTÉGER/PROTECTING

Faire face à la menace terroriste/Responding to the terrorist threat
L'après-Pléiades : encore plus de précision et d'agilité/Beyond Pleiades: greater precision and agility
Surveiller les débris dans l'espace : une volonté européenne/Europe committed to monitoring space debris
Feu vert aux futures télécommunications par satellite/Go-ahead for future satcoms



Ressources financières : répartition du budget et compte de résultat de l'exercice 2015

Financial resources: CNES budget and profit and loss account 2015

édito

FOREWORD



«Le CNES, avec l'équipe de France de l'espace, est plus que jamais au centre du jeu pour préparer demain.»

“Working with France’s space team, CNES is more than ever before a pivotal player paving the way to the future”

JEAN-YVES LE GALL

PRÉSIDENT DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

CNES PRESIDENT

Le secteur spatial connaît aujourd'hui des évolutions considérables. L'Europe est toujours la deuxième puissance spatiale mondiale, mais le contexte est en train de changer radicalement, avec deux défis majeurs. D'une part, l'abaissement du coût du ticket d'accès à l'espace, qui permet à de plus en plus d'États de développer des activités spatiales pour accompagner la croissance rapide de leurs ambitions. D'autre part, la transformation profonde du secteur spatial aux États-Unis, avec l'apparition de nouveaux acteurs, venus du monde de l'Internet, qui appliquent à l'espace des méthodes nouvelles qui font bouger les lignes.

L'ensemble a conduit le CNES à s'adapter et à s'organiser pour faire face à ces nouveaux défis. D'abord, en étant à l'écoute de son environnement et en adaptant sa stratégie. C'est ainsi que nous avons engagé le programme Ariane 6 pour pérenniser 35 ans de succès des lanceurs Ariane et que nous soutenons notre industrie pour faire face à la nouvelle donne du marché des satellites. Ensuite, en faisant évoluer

nos programmes et notre organisation. C'est le sens de notre contrat d'objectifs et de performance pour les années 2016-2020, baptisé « Innovation & Inspiration », qui sont les deux valeurs qui structurent notre vie quotidienne. Enfin, en demeurant aux avant-postes de la scène spatiale internationale.

« En 2015, nous avons été un acteur incontournable de la COP21. »

En 2015, nous avons été un acteur incontournable de la COP21 et de la lutte contre le changement climatique, concrétisée par les Déclarations de Mexico et de New Delhi et le développement des satellites Merlin et MicroCarb.

Notre pays est au deuxième rang dans le monde pour les dépenses spatiales

par habitant. Le CNES possède des compétences à la hauteur de ces investissements ainsi qu'une expérience riche dans la coopération internationale, en Europe comme dans le reste du monde. Innover est indispensable mais inspirer l'est tout autant. Notre jeunesse doit comprendre l'importance de la science et de la technologie et s'orienter dans ces directions, qui seules conduisent à la création de valeur et d'emplois pérennes. C'est pourquoi les sciences spatiales sont une priorité pour le CNES : le satellite Microscope, que nous venons de lancer, s'attaque à la théorie de la relativité générale, rien de moins ! Et nos futurs programmes nous emmèneront toujours plus loin, avec des technologies qui n'ont plus rien de commun avec celles de la conquête de la Lune et qui changent profondément notre secteur et son impact sur la société. Au total, porté par l'ambition spatiale de la France et le talent de ses collaborateurs, le CNES, avec l'équipe de France de l'espace, est plus que jamais au centre du jeu pour préparer demain !

The space sector is currently undergoing a seismic shift. Europe is still the second-ranking world space power, but the playing field is changing radically, with two major challenges ahead: first, cheaper access to space is opening the door to an increasing number of countries determined to develop space activities geared to their rapidly-expanding ambitions; and second, the United States' space sector is being transformed by new players from the Internet sphere applying innovative, game-changing methods.

CNES has adapted and reorganized to meet these new challenges, first by being attentive to the business environment and tailoring our strategy to this new landscape. This is how we obtained the go-ahead for Ariane 6 to assure continuity after 35 years of successful Ariane launch operations. It is also what we are doing to help French industry keep pace with developments in the satellite market. Second, by evolving our programmes and organization. This is what inspired CNES's

new targets and performance objectives contract for 2016-2020, a roadmap we named Innovation & Inspiration because these are the two values underpinning what we do day after day.

“In 2015, we played a crucial role in the COP 21.”

And third, by remaining at the forefront of the international space scene. In 2015, CNES's vital role in the COP 21 climate change conference and more broadly our efforts to curb global warming were materialized by the Mexico and New Delhi Declarations, in addition to development of the MERLIN and MicroCarb satellites.

France is the second biggest space spender per inhabitant worldwide. CNES has the talents and expertise to

match these investments and a wealth of experience in international partnerships within Europe and around the world. It is essential not only to innovate but also to inspire. Our young generation needs to grasp the importance of science and technology and be motivated to embrace careers in this field, which is the only one capable of creating value and sustainable employment. That is why space science is a priority for CNES: the recently-launched Microscope satellite is tackling the theory of general relativity, no less! And our future programmes will take us even further, supported by technologies that no longer bear any resemblance to those used to reach the Moon and are currently revolutionizing our sector and its impact on society. Driven by France's ambitious space programme and the talent of its employees, and working with the nation's space team, CNES is today more than ever before a pivotal player paving the way to the future.

HIGHLIGHTS
OF 2015

forts



01 

29 JANV.
29 JANUARY

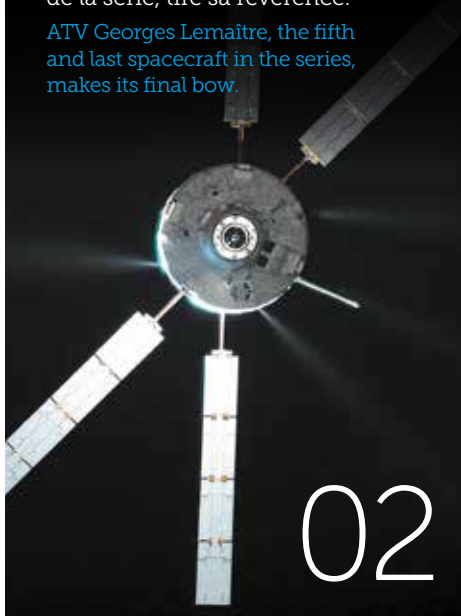
Le CNES et l'agence spatiale chinoise formalisent leur coopération sur la mission d'observation des océans CFOsat.

CNES and the China National Space Administration (CNSA) sign a formal cooperation agreement on the CFOsat ocean-observing mission.

14 FÉV.
14 FEBRUARY

L'ATV *Georges-Lemaître*, cinquième et dernier véhicule de la série, tire sa révérence.

ATV *Georges Lemaître*, the fifth and last spacecraft in the series, makes its final bow.



03

31 MARS
31 MARCH

Le CNES réunit les acteurs mondiaux de l'observation de la Terre à son Siège de Paris.

CNES brings together world players in Earth observation at Head Office, Paris.



06



15-21 JUIN
15-21 JUNE

Une semaine en or pour le CNES, placée sous le signe du climat et de l'exploration de Mars, lors du 51^e Salon de l'aéronautique et de l'espace Paris-Le Bourget.

A golden week for CNES focusing on the climate and exploration of Mars at the 51st Paris Air Show.

07 29 JUL.
29 JULY

La sonde Rosetta et le robot Philae, le résident de la comète, s'offrent 20 minutes de conversation quasi ininterrompues

The Rosetta probe holds a near-continuous 20-minute conversation with Philae, now on its targeted comet.



12 AOÛT
12 AUGUST

Le CNES, l'Agence spatiale européenne (ESA) et Airbus Safran Launchers engagent le développement d'Ariane 6, le nouveau défi de l'Europe des lanceurs.

CNES, ESA and Airbus Safran Launchers kick off the development of Ariane 6, the new challenge for Europe's launch vehicle programme.



tempo



04

27 AVR.

27 APRIL

Les satellites Pléiades livrent leurs premières images du Népal à la suite du séisme du 25 avril. Ces données sont indispensables aux humanitaires présents sur le terrain.

The Pleiades satellites deliver their first images of Nepal following the earthquake of 25 April. These data are vital for the humanitarian relief teams on site.



05

18 MAI

18 MAY

La seconde phase de la Nouvelle France Industrielle est lancée, le projet de « satellite à propulsion électrique » est intégré dans le groupe « Confiance numérique ».

The second phase of the French government's industrial renewal initiative—Nouvelle France Industrielle (NFI)—is initiated. The electric-propulsion satellite project is included in the Trust in Digital section.

10 

12-16 OCT.

12-16 OCTOBER

Le CNES est à Jérusalem pour le 66^e International Astronautical Congress (IAC), qui a réuni 2 000 participants. Dans le cadre de ce grand rendez-vous de la communauté spatiale internationale, Jean-Yves Le Gall est élu à la présidence de l'International Astronautical Federation (IAF).

CNES attends the 66th International Astronautical Congress (IAC) in Jerusalem, which attracted 2,000 participants. It is during this major rendezvous for the international space community that Jean-Yves Le Gall is elected chair of the International Astronautical Federation (IAF).



09

21 SEPT.

21 SEPTEMBER

Succès du premier vol sous ballon du télescope Pilot du CNES dans le ciel canadien.

CNES's PILOT telescope successfully completes its maiden balloon flight over Canada.

30 NOV.-11 DÉC.

30 NOVEMBER-11 DECEMBER

 11

COP21 : le CNES est au cœur du volet spatial. Avec le Centre allemand de recherche aérospatiale (DLR), ils réaffirment leur volonté commune de développer le satellite Merlin (étude du méthane dans l'atmosphère).

COP 21 conference on climate change: CNES is instrumental in crafting the space agenda. CNES and German space agency DLR reaffirm their mutual resolution to develop the MERLIN satellite to investigate methane in the atmosphere.

2002

C'est, en millions d'euros,
le budget total du CNES

2,002

*Million euros devoted to CNES's
budget in 2015*

12

lancements effectués par Ariane 5,
Vega et Soyouz

12

*Launches by Ariane 5,
Vega or Soyouz*

PLUS DE
300000

C'est le nombre de tirs laser de
l'instrument ChemCam à bord
du robot Curiosity sur Mars

Over 300,000

*Laser shots fired by
the ChemCam instrument
aboard the Curiosity rover
on Mars*

Les chiffres clés de l'année 2015

PROFIL

2015 Key figures

80

C'est le pourcentage d'opérations
scientifiques que Philae est parvenu
à effectuer à la surface de Tchouri

80

*Percent of science operations
were successfully completed
by Philae on comet 67P/
Churyumov-Gerasimenko*

30

C'est la somme en euros, par
habitant et par an, que chaque
Français consacre à l'espace

30

*Euros per French inhabitant
are devoted to the space
programme every year*

10000

passionnés sont venus au pavillon
du CNES au Salon du Bourget

10,000

*Visitors flocked to the CNES
pavillon at the Paris Air Show*

Ariane Ariane

L'autonomie d'accès à l'espace est un enjeu de souveraineté garanti par la gamme des lanceurs européens. Le futur lanceur Ariane 6, voulu par le CNES, sera mieux adapté à la nouvelle donne du marché des lancements.

The Ariane range of launchers guarantees Europe independent access to space, an issue of national sovereignty. The future Ariane 6 launch vehicle proposed by CNES will be tailored to the new launch market context.

Les sciences Sciences

L'exploration de l'espace fait progresser la connaissance des origines du système solaire, de la vie... Le CNES et la communauté scientifique jouent un rôle de premier plan dans ces découvertes.

Space exploration sheds light on the origins of the solar system and life itself. CNES and the scientific community play a key role in such discoveries.

L'observation Observation

La Terre tourne sous le regard constant de satellites qui étudient son atmosphère et fournissent des données environnementales indispensables. Le CNES innove depuis 30 ans dans ce domaine.

Earth revolves under the constant watch of satellites studying its atmosphere and providing crucial environmental data. CNES has been innovating in this area for the past 30 years.

Les chiffres clés de l'année 2015

PROFIL

2015 Key figures

Les télécommunications Telecommunications

Les satellites conçus par le CNES offrent toujours plus de nouveaux services comme l'Internet à haut débit, la télévision haute définition, la mobilité et la géolocalisation avec Galileo.

The satellites designed by CNES offer ever more new services such as broadband Internet, high-definition TV or mobility and geolocation with Galileo.

La défense Defence

Le CNES collabore avec les autorités militaires pour réaliser des outils spatiaux au profit de la paix et de la sécurité des citoyens : imagerie spatiale à très haute résolution, écoute, télécommunications sécurisées...

CNES works with military authorities to develop satellite solutions promoting peace and security for citizens, such as very-high-resolution satellite imagery, electronic intelligence and secure telecommunications systems.

PILOE



12

accords internationaux
ont été signés par
le CNES en 2015.
*International agreements
were signed by CNES
in 2015.*

TER

LEADING THE WAY



Mature, responsible governance

Signed by CNES and the French government on 15 December 2015, the objectives and performance contract for 2016-2020 lays out the space policy roadmap that CNES will be implementing.

CNES is a technical and operational field centre tasked with running programmes on behalf of the French government, which decides space policy. It factors changes in the space arena into its strategy designed to stimulate economic expansion in a sector geared to growth and the creation of jobs, innovation, the development of space applications for citizens, society and the nation, and to shed light on major science issues. To achieve these objectives, CNES ensures exemplary and responsible governance through risk management and cost control. CNES conducts its activities and projects using tried and tested processes and a standards-driven baseline built on best practices. CNES's financial resources match the strategic priorities given to innovation and research.

Une gouvernance maîtrisée et responsable

Le Contrat d'objectifs et de performance État-CNES pour la période 2016-2020, signé le 15 décembre 2015, précise les orientations de la politique spatiale que le CNES devra mettre en œuvre.

Au service des orientations stratégiques qui lui sont fixées par l'État, le CNES est à la fois agence de programmes et centre technique. Il intègre les évolutions du monde spatial pour mettre en œuvre une stratégie résolument orientée vers l'essor économique d'un secteur porteur de croissance et créateur d'emplois, l'innovation, le développement de l'usage du spatial au service du citoyen, de la société et de l'État et l'amélioration de la connaissance sur les grandes questions scientifiques. Pour réaliser ces objectifs, le CNES met en œuvre une gouvernance exemplaire et responsable. Elle passe par la maîtrise des risques majeurs et de ses coûts d'intervention. Le CNES conduit ses activités et ses projets grâce à des processus éprouvés et un référentiel normatif issu des meilleures pratiques. Les moyens financiers dont dispose le CNES traduisent les priorités stratégiques données à l'innovation et à la recherche.

LE CONSEIL D'ADMINISTRATION DU CNES

CNES BOARD OF DIRECTORS

MAI 2016 • MAY 2016

PRÉSIDENT

Jean-Yves Le Gall

MEMBRES NOMMÉS EN QUALITÉ DE REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

Jean-Luc Moullet

- Représentant du Premier ministre
- Commissariat général à l'investissement

Élisabeth Vergès

- Représentant du ministre chargé de la recherche, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
- Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI)

Pierre Valla

- Représentant du ministre chargé de l'espace, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Agnès Romatet-Espagne

- Représentant du ministre des Affaires étrangères, ministère des Affaires étrangères et du Développement international
- Direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats

Arnaud Jullian

- Représentant du ministre chargé du budget
- Sous-directeur de la 3^e sous-direction, direction du budget, ministère des Finances et des Comptes publics

Cécile Dubarry

- Représentant du ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique
- Direction générale de l'industrie, des technologies de l'information et des postes

Caroline Laurent

- Représentant du ministre chargé de la défense
- Délégation générale pour l'Armement

MEMBRES CHOISIS EN RAISON DE LEUR COMPÉTENCE DANS LE DOMAINE D'ACTIVITÉ DU CNES

Edwige Bonnevie

Directrice du Pôle Maîtrise des risques du CEA

Sylvie Joussaume

Directrice de recherche
Laboratoire des Sciences du climat et de l'Environnement

Bruno Sainjon

Président-directeur général de l'Onéra

François Jacq

Président-directeur général de l'Ifremer

MEMBRES ÉLUS PAR LES SALARIÉS

Carole Larigauderie, Centre spatial de Toulouse

Pierre Agogue, Centre spatial de Toulouse

Thierry Jamin, Centre spatial de Toulouse

Virginia Randado, Centre spatial de Toulouse

Anne Paradis, Centre spatial guyanais

Vincent Leudière, Direction des lanceurs
Paris/Daumesnil

COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT

Éric Bernet

- Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
- Chef du service SPFCO de la Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI)

PRÉSIDENT

Jean-Yves Le Gall

GOVERNMENT REPRESENTATIVES

Jean-Luc Moullet

- Representing the Prime Minister
- Commissariat General for Investment

Élisabeth Vergès

- Representing the Minister for Research, Ministry of Higher Education and Research,
- Directorate General of Research and Innovation (DGRI)

Pierre Valla

- Representing the Minister for Space, Ministry of Higher Education and Research

Agnès Romatet-Espagne

- Representing the Minister for Foreign Affairs, Ministry of Foreign Affairs and International Development
- Directorate General of Globalization, Development and Partnerships

Arnaud Jullian

- Representing the Minister for the Budget
- Deputy Director, 3rd Budget Sub-directorate, Budget Directorate, Ministry of Finance and Public Accounts

Cécile Dubarry

- Representing the Minister for the Economy, Industry and the Digital Sector
- Directorate General of Industry, Information Technologies and Postal Services

Caroline Laurent

- Representing the Minister of Defence
- French defence procurement agency (DGA)

MEMBERS APPOINTED FOR THEIR EXPERTISE IN CNES AFFAIRS

Edwige Bonnevie

Director, Risk Management, CEA

Sylvie Joussaume

Research Director, LSCE climate and environmental science laboratory

Bruno Sainjon

Chairman and CEO, ONERA

François Jacq

Chairman and CEO, IFREMER

MEMBERS ELECTED BY CNES EMPLOYEES

Carole Larigauderie, Toulouse Space Centre

Pierre Agogue, Toulouse Space Centre

Thierry Jamin, Toulouse Space Centre

Virginia Randado, Toulouse Space Centre

Anne Paradis, Guiana Space Centre

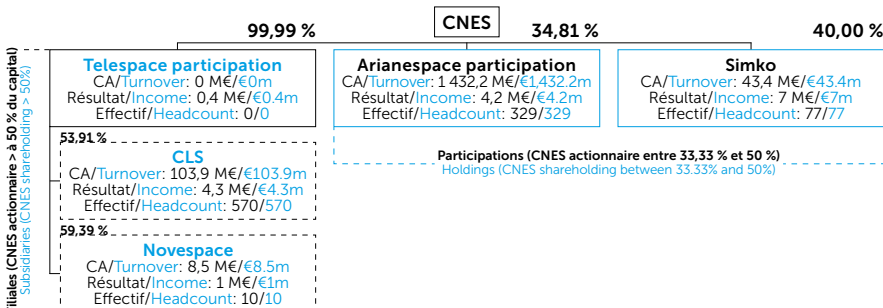
Vincent Leudière, Launch Vehicles
Directorate, Paris/Daumesnil

GOVERNMENT COMMISSIONER

Eric Bernet

- Ministry of Higher Education and Research
- Department head, SPFCO, Directorate General for Research and Innovation

FILIALES ET PARTICIPATIONS DU PÉRIMÈTRE DE CONSOLIDATION AU 31 DÉCEMBRE 2015 SUBSIDIARIES AND HOLDINGS AT 31 DECEMBER 2015



ORGANIGRAMME (MAI 2016)

ORGANIZATION CHART (MAY 2016)



en direct DES CENTRES

FROM THE SPACE CENTRES

LA DIRECTION DES LANCEURS LAUNCH VEHICLES DIRECTORATE (DLA)

La DLA développe tous les lanceurs de la famille Ariane. Ses spécialistes sont engagés dans l'avenir du lanceur européen au sein d'une équipe intégrée avec l'Agence spatiale européenne.

Un nouveau directeur et le défi Ariane 6

Jean-Marc Astorg a été nommé directeur des lanceurs du CNES le 11 mars 2015, après avoir occupé plusieurs responsabilités pour Ariane 5 ECA, Vega et Soyouz.

Un espace pour la créativité

La salle de créativité appelée « Horizons » est opérationnelle depuis début 2015.

The DLA develops the full range of Ariane launchers. Its specialists are committed to securing the future of the European launch vehicle within an integrated ESA-CNES team.

New director, new Ariane 6 challenge

Jean-Marc Astorg was appointed CNES Launch Vehicles Director on 11 March 2015 after having held several positions of responsibility for Ariane 5 ECA, Vega and Soyuz.

A space for creativity

The "Horizons" creative design room has been operational since early 2015.



LE CENTRE SPATIAL GUYANAIS GUIANA SPACE CENTRE (CSG)

Port spatial de l'Europe du ^{xx}e siècle, le CSG est l'un des sites de lancement les plus modernes et les plus performants du monde.

Ariane 6, un avenir stimulant pour la Guyane

Le CNES, maître d'œuvre du chantier du futur lanceur Ariane 6, veille à accompagner et favoriser les retombées locales. Des discussions ont été engagées avec tous les acteurs locaux du développement. Le plan PME du CNES a également été « boosté » à travers l'organisation

des « CSG Industry Days » en avril et la publicité des appels d'offres pour les travaux de terrassement. Par ailleurs, une convention a été signée avec le Groupement d'employeurs pour l'insertion et la qualification du BTP de la Guyane (GEIQ BTP) en juin.

Europe's 21st-century spaceport, the CSG is one of the most modern and effective launch sites in the world.

Ariane 6 to boost French Guiana's future

As prime contractor for the future

Ariane 6 launch complex, CNES supports and fosters initiatives to encourage local spinoffs. Discussions have been initiated with local development stakeholders.

CNES's SME plan was also boosted through the "CSG Industry Days" held in April and the publication of calls to tender for earthworks.

An agreement was consequently signed in June with French Guiana's employers' federation for work integration and qualification within the construction industry (GEIQ BTP).



LE SIÈGE SOCIAL HEAD OFFICE

À Paris-Les Halles, au siège social du CNES, les collaborateurs élaborent la politique spatiale de la France et de l'Europe. Ils pilotent les programmes du CNES, qu'ils soient conduits dans un cadre national, européen ou international.

CNES's Head Office in Paris-Les Halles shapes French and European space policy and conducts all CNES programmes, both at national level and with European or international partners.



LE CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE TOULOUSE SPACE CENTRE (CST)

Le CST est le plus grand centre technique et opérationnel du CNES. Ses ingénieurs étudient, conçoivent, développent, réalisent, mettent à poste, contrôlent et exploitent les systèmes orbitaux.

Un bâtiment HQE au CNES
Terminé en 2015, le bâtiment Pierre-Auger, qui s'étend sur 5700 m², s'inscrit dans une démarche environnementale validée par une certification HQE reposant notamment sur sa forme, sa compacité et le choix des matériaux ou des vitrages.

Le restaurant d'entreprise contre le gaspillage

Fin 2015, l'association AGR-CST, qui gère le restaurant du CST, a signé une convention de partenariat avec la Cité La Madeleine, association toulousaine en charge de personnes en situation précaire, pour la remise de repas non consommés.

ATV : la fin d'une belle aventure

Le 14 février 2015, la rentrée atmosphérique du dernier véhicule ATV (Automated Transfer Vehicle), baptisé *Georges-Lemaître*, a mis fin à son aventure décidée en 1995.

The CST is CNES's biggest technical and operational centre. Its engineers research, design, develop, produce, orbit, control and operate orbital systems.

Energy-saving building
The Pierre Auger building, designed to HQE energy-saving standards, was completed in 2015. Covering 5,700 sq.m, the building is the result of an eco-friendly approach validated by HQE certification based on its shape, compactness and the choice of materials and glazing.

Company restaurant fights waste
In late 2015, the AGR-CST association managing the CST restaurant signed a partnership agreement with Cité La Madeleine, a Toulouse-based association working to aid people in hardship, under which it will donate uneaten meals.

ATV: the end of a fine adventure
On 15 February 2015, the controlled atmospheric re-entry of the last automated transfer vehicle, ATV *Georges Lemaître*, brought to a close the adventure begun in 1995.

le CNES

DANS SON ENVIRONNEMENT

CNES'S ROLE IN THE SPACE PROGRAMME

Doté de nombreux atouts, le CNES joue un rôle clé sur la scène spatiale nationale, européenne et internationale en étant à la fois une force d'impulsion, un moteur de proposition et un centre d'expertise technique. Si certains programmes sont réalisés à l'échelle nationale, nombreux sont ceux qui ne peuvent voir le jour que dans le cadre de coopérations au-delà de nos frontières. Le CNES représente la France au Conseil de l'Agence spatiale européenne (ESA), où s'élabore la garantie de l'accès indépendant de l'Europe à l'espace et

les missions spatiales les plus ambitieuses, notamment scientifiques, grâce à la mutualisation des investissements. Regroupant aujourd'hui 22 États-membres et forte de 2 200 collaborateurs, l'ESA a pour premier pays contributeur la France. Avec le traité de Lisbonne, la politique spatiale européenne figure au rang des responsabilités de l'Union européenne pour répondre aux demandes institutionnelles et commerciales européennes. Deux grands programmes sont en cours : Galileo, pour la datation et la géolocalisation, et Copernicus, pour l'étude de l'environnement. Le CNES

y participe aux côtés de la Commission européenne et de l'ESA. Dans les instances internationales, le CNES défend les intérêts de la France et contribue au rayonnement du savoir-faire et des technologies français. Au carrefour des mondes de la recherche et de l'industrie, le CNES soutient l'industrie spatiale française, grands maîtres d'œuvre comme PME, dans la conquête des marchés à l'international. Le CNES est partenaire de plusieurs sociétés commerciales et apporte le soutien de l'État à des activités stratégiques.

De nombreuses coopérations se sont poursuivies ou ont été conclues en 2015. Quelques exemples au niveau institutionnel :

- **Renouvellement de l'accord-cadre de recherche** avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
- **Nouvel accord-cadre** avec l'ONERA, le centre français de recherche aérospatiale, pour renforcer la coopération scientifique et technologique.
- **Signature d'un mémorandum d'entente** avec l'UAESA (United Arab Emirates Space Agency) pour la mise en place d'une coopération dans le domaine spatial à des fins pacifiques.
- **Émission de deux timbres** représentant les missions Saral-Altika et Megha-Tropiques à l'occasion de la célébration du 50^e anniversaire de la coopération entre le CNES et l'ISRO, l'agence spatiale indienne.
- **Acceptation de la candidature** du CNES pour l'organisation de la 15^e conférence de SpaceOps à Marseille du 28 mai au 1^{er} juin 2018. Cette conférence, qui se tient tous les deux ans, est le forum mondial de référence pour les opérations spatiales.
- **Accord-cadre** avec le Maroc pour renforcer la coopération spatiale notamment dans les domaines liés au développement durable.
- **Organisation** par le CNES du premier atelier international sur les risques de collision en orbite en présence d'une centaine de représentants des principaux acteurs mondiaux du spatial.
- **Lancement** du « Collective for Space Care » pour favoriser les activités spatiales responsables.
- **Inauguration** à Nkok (Gabon) du nouveau centre de compétences de l'AGEOS (Agence gabonaise d'études et d'observations spatiales) en présence du chef de l'État du Gabon et du Président du CNES.
- **Nouvel accord de coopération** entre le CNES et la JAXA, l'agence spatiale japonaise.
- **Signature** avec la Corée d'un mémorandum d'entente pour des activités coopératives dans le domaine spatial.
- **Attribution** à la France de la présidence du Conseil de Cospas-Sarsat pour un an, à compter du 11 décembre 2015. Cospas-Sarsat est un système dédié à la recherche et au sauvetage par satellites. Depuis sa création en 1982, plus de 40000 personnes ont été sauvées dans le monde.

With its many talents, CNES is a driving force in the French, European and international space arena, stimulating new proposals and providing technical expertise. While some programmes remain within national boundaries, many can only see the light of day through international partnerships. CNES represents France on the European Space Agency's Council, which guarantees Europe's independent access to space and initiates ambitious space missions—especially science missions—by pooling investments. France is the main contributor to ESA, which has 22 member states and 2,200 employees. The Treaty of Lisbon made European space policy one of the responsibilities of the European Union, which it tasked with meeting Europe's institutional and commercial satellite needs. The main two ongoing programmes are Galileo for satellite timing and positioning missions, and Copernicus for environmental monitoring. CNES is closely involved in both, working alongside the European Commission and ESA. CNES defends French interests within international bodies and helps to promote our know-how and technology. At the crossroads of research and industry, CNES supports the French space industry—both large contractors and small companies—in its efforts to succeed in export markets. CNES also partners several commercial companies, providing government support for strategic activities.

Numerous cooperative programmes were initiated or continued in 2015. Institutional projects included:

- **Renewal of the framework research agreement with CEA, the French atomic energy and alternative energies commission.**
- **New framework agreement with ONERA, the French aerospace research agency, to step up scientific and technological cooperation.**
- **Signature of a memorandum of understanding with the United Arab Emirates Space Agency (UAESA) on the peaceful uses of outer space.**
- **Issuing of two stamps featuring the SARAL-Altika and Megha-Tropiques space missions to celebrate the 50th anniversary of cooperation between CNES and the Indian Space Research Organisation (ISRO).**
- **Acceptance of CNES's proposal to organise the 15th SpaceOps conference in Marseille from 28 May to 1 June 2018. Held every other year, this conference is the leading global forum for space operations.**
- **Framework agreement with Morocco to step up space partnerships, especially those fostering sustainable development.**
- **Organisation by CNES of the first International Conjunction Assessment Workshop, which brought together some 100 representatives of key players in the world space arena.**
- **Initiation of the "Collective for Space Care" to foster responsible space activities.**
- **Inauguration in Nkok, Gabon, of the new remote sensing capabilities centre of AGEOS, the Gabonese space research and observation agency. The ceremony was attended by Gabonese officials and CNES President Jean-Yves Le Gall.**
- **New cooperation agreement signed by CNES and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).**
- **Signature with South Korea of a memorandum of understanding on space cooperation.**
- **France was elected chair of the Cospas-Sarsat council for a year from 11 December 2015. Cospas-Sarsat is a satellite-based search and rescue system. Since its foundation in 1982, it has saved over 40,000 lives worldwide.**



LA POLITIQUE DES ressources humaines

HUMAN RESOURCES POLICY

Notre politique s'appuie sur la culture de l'établissement, forgée par l'excellence et le partage de valeurs communes, ainsi que sur un fort engagement social et environnemental. Elle se fonde sur une gestion des ressources humaines privilégiant la mobilité interne et la formation (5 % de la masse salariale) 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. En 2015, ce dialogue social a notamment permis la signature de trois avenants aux accords d'entreprise, et l'organisation de quatorze réunions avec les organisations syndicales.

CNES's human resources policy is underpinned by our institutional culture, shaped by excellence and shared values, together with a strong social and environmental commitment. It is based on a management approach fostering internal mobility and training, equivalent to 5% of the payroll, 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 perpetuation of a high level of social dialogue. In 2015, this dialogue led to the signature of three amended agency-level agreements and 14 meetings with trade unions.

À
RETENIR
EN 2015



Mise en place d'un dispositif d'horaire individuel variable offrant plus de souplesse aux salariés et répondant aux impératifs opérationnels de l'activité du CNES.



Ouverture d'un self-service RH permettant à chaque salarié de gérer son temps mais également de faciliter ses démarches quotidiennes, tout en rationalisant les activités de gestion du personnel.

HIGH-
LIGHTS
OF 2015



Implementation of an individualized system giving staff more flexibility in managing work hours while meeting CNES's operational needs.



Initiation of a "self-service" human resources system allowing employees to manage their work hours themselves and facilitate daily procedures while streamlining HR management.

EFFECTIFS MOYENS (ETP)/MEAN PAYROLL (FTP)

NATURE EFFECTIF/SITE TYPE/SITE	CDI CNES CNES UNLIMITED-TERM CONTRACT		CDD/ENF CADRES FTC/NFE EXECUTIVES	INTÉRIM INTERIM WORKERS		AUTRES PERSONNELS ⁽²⁾ OTHER STAFF ⁽²⁾	TOTAL TOTAL	ÉVOLUTION 2015-2014 EVOLUTION 2015-2014
	CADRES EXECUTIVES	NON-CADRES NON EXECUTIVES		CADRES EXECUTIVES	NON-CADRES NON EXECUTIVES			
Paris Les Halles	140,1 (2014 : 146,1) 140,1 (2014 : 146,1)	40,4 (41,1) 40,4 (41,1)		0,9 (1,4) 0,9 (1,4)	4,79 (1,0) 4,79 (1,0)		186,2 (189,6) 186,2 (189,6)	-3,4 -3,4
Paris Daumesnil	179,9 (183,8) 179,9 (183,8)	28,8 (29,5) 28,8 (29,5)	2,6 (5,3) 2,6 (5,3)	1,8 (0,6) 1,8 (0,6)	0,16 (2,9) 0,16 (2,9)		213,3 (222,1) 213,3 (222,1)	-8,8 -8,8
Kourou	181,9 (180) 181,9 (180)	88,1 (87,2) 88,1 (87,2)	4,0 (5,8) 4,0 (5,8)		7,0 (7,0) 7,0 (7,0)		281,0 (280,01) 281,0 (280,01)	0,95 0,95
Toulouse & Aire-sur-l'Adour	1 446,8 (1 416,3) 1,446,8 (1,416,3)	278,2 (288,6) 278,2 (288,6)	7,5 (6,2) 7,5 (6,2)	3,9 (7,1) 3,9 (7,1)	19,5 (18,0) 19,5 (18,0)		1 755,8 (1 736,2) 1,755,8 (1,736,2)	19,62 19,62
TOTAL par nature & général TOTAL per type & général	1 948,6 (1 926,2) 1,948,6 (1,926,2)	435,5 (446,4) 435,5 (446,4)	14,0 (17,3) 14,0 (17,3)	6,6 (9,1) 6,6 (9,1)	31,4 (28,9) 31,4 (28,9)	173,6 (204,4) 173,6 (204,4)	2 609,7 (2 632,3) 2,609,7 (2,632,3)	-22,6 -22,6
TOTAL CNES TOTAL CNES	2 398,2 (2 389,9) 2,398,2 (2,389,9)							8,3 8,3
dont femmes total women	867,5 (855,7) 867,5 (855,7)							11,8 11,8
dont hommes total men	1 530,7 (1 534,2) 1,530,7 (1,534,2)							-3,5 -3,5

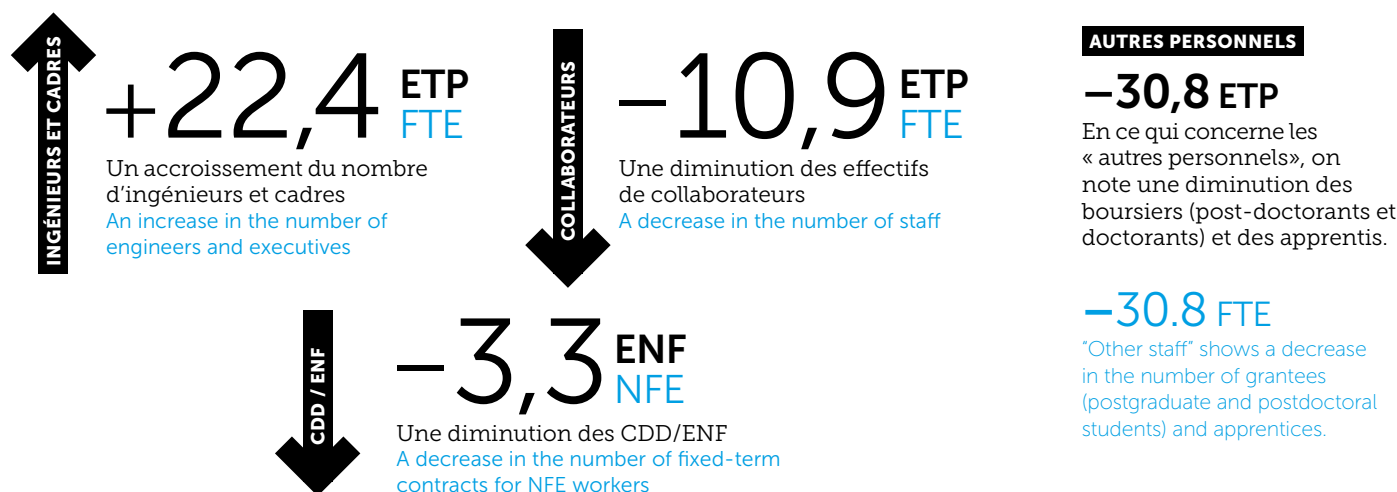
(1) ENF : Salariés européens non français sous contrat à durée déterminée/FTC: fixed-term contract, NFE: non-French European workers on fixed-term contracts
(2) Autres personnels : alternants, boursiers de thèse et post-doctorants/Other staff: mainly postgraduate and postdoctoral students

MOBILITÉ /MOBILITY

	2008	2009	2009	2011	2012	2013	2014	2015
Taux global de mobilité (hors réorganisations) General mobility rate (not counting reorganization)	13,8 % (13,8%)	13,1 % (13,1%)	11,7 % (11,7%)	11,3 % (11,3%)	10,8 % (10,8%)	11,6 % (11,6%)	11,1 % (11,1%)	12,4 % (12,4%)
dont/including								
Géographique (intercentres) Geographical mobility (between centres)	2,1 % (2,1%)	1,2 % (1,2%)	1,6 % (1,6%)	2,0 % (2,0%)	2,3 % (2,3%)	1,8 % (1,8%)	1,6 % (1,6%)	2,2 % (2,2%)
Fonctionnelle (in situ) Functional mobility (in situ)	11,5 % (11,5%)	11,6 % (11,6%)	9,9 % (9,9%)	9,0 % (9,0%)	8,2 % (8,2%)	9,4 % (9,4%)	9,6 % (9,6%)	10,5 % (10,5%)
Vers l'extérieur du CNES (selon accord mobilité) Outside CNES (as per mobility agreement)	0,2 % (0,2%)	0,2 % (0,2%)	0,2 % (0,2%)	0,3 % (0,3%)	0,3 % (0,3%)	0,4 % (0,4%)	0,0 % (0,0%)	0,0 % (0,0%)

Par rapport à l'année 2014, l'effectif moyen traduit une baisse de l'effectif total du CNES (-22,6 ETP). Notons que les effectifs CDI CNES ont augmenté de +11,5 ETP. Ces variations peuvent se décomposer de la manière suivante :

The mean 2015 total payroll is lower than in 2014 in keeping with the overall decrease in total payroll (-22.6 FTE workers). CNES unlimited-term contracts increased by +11.5 FTE. These variations break down as follows:



2015

UNE ANNÉE EN OR

A GOLDEN YEAR

L'année 2015 a été riche en rendez-vous destinés au grand public. Au mois de mai tout d'abord, la comète Tchouri atterrit place Clemenceau, sur les Champs-Élysées ! En fait, il s'agit d'une réplique au 1/1600 du noyau de la célèbre comète, accompagnée d'une maquette du non moins célèbre robot Philae. Ce prototype à l'échelle 1 a été réalisé par des étudiants en BTS et bac pro issus des académies de Créteil, Paris, Limoges et Versailles. Le CNES a souhaité amener le spatial sur la plus belle avenue du monde, où plus

CNESMAG FAIT SA RÉVOLUTION

Avec sa maquette entièrement repensée et son format inspiré de la presse kiosque, *Cnesmag* se consacre à une thématique unique et accorde une large place aux acteurs du spatial. Un effort apprécié du public et salué par la profession puisque *Cnesmag* a été doublement primé par les professionnels des médias.

> cnes.fr/cnesmag

AND A MAKEOVER FOR CNESMAG

With a completely reworked layout and a format reminiscent of newsstand magazines, each *Cnesmag* issue focuses on a single theme and gives pride of place to space players. This effort has been applauded by the public and professionals alike, *Cnesmag* having been awarded two prizes by media professionals.

> cnes.fr/cnesmag



de 10 000 promeneurs ont été interpellés par cette exploration historique réalisée par l'Europe. Au mois de juin, l'espace est à nouveau en haut de l'affiche. Le CNES participe à une semaine placée sous le signe du climat et de l'exploration de Mars lors du 51^e Salon du Bourget. Dix mille passionnés se sont pressés chaque jour au pavillon du CNES. Les plus hautes autorités de l'État, ainsi que les délégations ministérielles françaises et étrangères, s'y sont également succédé. Autre temps fort : la COP21. Le président de la République a inauguré le Dôme du Climat du CNES, installé dans la cour du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. D'octobre à décembre, près de 3 500 visiteurs ont pu s'informer sur le rôle du spatial dans les grands enjeux climatiques. Toujours dans le cadre de cette année climat, une mallette pédagogique a été conçue et éditée par le CNES pour les enseignants. D'autres manifestations à destination du public et des scolaires ont ponctué l'année. Parmi elles, la Semaine de l'Industrie, à laquelle le CNES a participé dans le but de promouvoir les métiers et les compétences du spatial auprès des étudiants et des prescripteurs d'emplois. Il a également poursuivi cette belle initiative qu'est l'opération « Espace c'est classe » avec l'académie de Toulouse. L'objectif : faire découvrir l'univers spatial aux établissements scolaires. Plus de 100 ingénieurs du CNES ont fait le déplacement pour partager leur savoir et leur passion auprès de 12 000 élèves ! Toujours côté jeunesse, le C'Space s'est doté d'un nouveau site d'accueil pour lancer en toute sécurité les fusées expérimentales des étudiants. Il s'agit du site militaire du 1^{er} régiment de hussards parachutistes (RHP), situé près de Tarbes.

Grand moment d'émotion lorsque Philae s'est posé sur la comète Tchouri dont on découvre une maquette au Salon du Bourget.

Emotions ran high when Philae landed on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, visible in model form at the Paris Air Show.

**LE SITE DU CNES A FAIT
PEAU NEUVE**

En 2015, le CNES a publié son nouveau site Internet. Nouveau graphisme, nouvelle ergonomie, et un important travail destiné à rassembler l'offre numérique du CNES dans un même univers visuel.

> cnes.fr/fr/bienvenue-sur-le-nouveau-site-du-cnes

**NEW LOOK FOR THE CNES
WEBSITE**

In 2015, CNES rolled out its revamped website, with new graphics and a new design to bring together the full extent of the agency's digital offering within the same visual universe.

> cnes.fr/fr/bienvenue-sur-le-nouveau-site-du-cnes



Le Dôme du Climat, installé le 30 septembre au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

The Climate Dome set up on 30 September in the courtyard of the French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy.

404 000

C'est le nombre de personnes qui consultent notre page Facebook en moyenne chaque mois ! Le CNES investit massivement sur ces nouveaux canaux adoptés par tous nos internautes – grand public, journalistes ou communautés thématiques. En 2015, le CNES enregistre ainsi des audiences records : + 64 % d'audience sur Facebook, +41 % sur Twitter et plus de 435 000 vidéos visionnées sur YouTube.

> cnes.fr/fr/le-cnes-sur-les-reseaux-sociaux

404,000

On average, some 404,000 people consult our Facebook page every month. CNES is investing heavily in these new channels of communication taken up by Internet users everywhere, be it the general public, journalists or subject-matter communities. In 2015, CNES hit a new high with record audiences of + 64% for Facebook, +41% for Twitter and over 435,000 videos viewed on YouTube.

> cnes.fr/fr/le-cnes-sur-les-reseaux-sociaux

2015 was marked by a myriad of events for the general public. In May, comet 67P landed on the Champs-Élysées in Paris! Or rather, a 1/1600th model of the nucleus of the famous Churyumov-Gerasimenko/67P comet, alongside a full-scale model of the equally famous Philae lander. The latter was made by students following vocational courses at schools in Créteil, Paris, Limoges and Versailles. CNES brought space to the most beautiful avenue in the world, where over 10,000 passers-by were reminded of this historic European exploration mission. In June, space was again in the spotlight as CNES focused on the climate and exploration of Mars during the 51st Paris Air Show. Ten thousand enthusiasts flocked to the CNES pavilion, which also received visiting VIPs including high-ranking government officials, French and foreign ministerial delegations. Another highlight was the COP21 climate conference. French President François Hollande inaugurated CNES's Climate Dome in the courtyard of the Ministry of

Ecology, Sustainable Development and Energy. From October to December, some 3,500 visitors were able to learn more about the role of space in tackling major climate issues. CNES also designed and produced an educational kit on climate for teachers. Other events were held for the general public and school children throughout the year. CNES participated in the national Industry Week to promote space-related disciplines and skills among students and employment centre. The successful "Espace c'est classe" (Space is a class act) partnership was renewed with the Toulouse education authority. The goal of this initiative is to enable pupils to discover more about space. Over 100 CNES engineers visited schools to share their knowledge and passion with some 12,000 students. C'Space, another outreach event for young people, was hosted this year on the military base of the 1st Parachute Hussar Regiment (RHP) near Tarbes, where students could launch their experimental rockets in safe conditions.



69

lancements consécutifs
réussis d'Ariane 5 depuis
le Centre spatial guyanais.
*Successful launches
in a row for Ariane 5 from
the Guiana Space Centre.*



QUÉRIER

Ariane

CONQUERING



Access to space the number one priority

Access to space is a prerequisite for space missions of any kind, including environmental monitoring satellites. Europe benefits from a broad range of launch vehicles capable of launching satellites into various specific orbits from Kourou in French Guiana. The challenge is to guarantee independent access to space and bring down the cost of space transport.

Initiated in the 1970s, the Ariane programme is constantly evolving to match launch market requirements. A new launcher—Ariane 6—is planned to lift off from the Guiana Space Centre (CSG) in 2020.

Accéder à l'espace, priorité des priorités

L'accès à l'espace est la condition nécessaire et indispensable à la réalisation de toute mission spatiale, y compris pour les mesures environnementales à partir d'un satellite. La famille des lanceurs européens permet depuis Kourou, en Guyane, des lancements de satellites sur des orbites variées et adaptées. L'enjeu est de garantir un accès indépendant à l'espace et de diminuer les coûts du transport spatial.

Lancé dans les années 1970, le programme Ariane est en constante évolution pour s'adapter aux exigences du marché. Un nouveau lanceur, Ariane 6, devrait décoller depuis le Centre spatial guyanais à partir de 2020. Le vol inaugural d'Ariane 1 a eu lieu, depuis le Centre spatial guyanais, le 24 décembre 1979. Des versions plus puissantes ont rapidement suivi, Ariane 2, Ariane 3 et Ariane 4, qui ont effectué leur premier vol respectivement en 1986, 1984 et 1988. Pour faire face à l'augmentation de la masse des satellites de télécommunications, le lanceur a été



ensuite complètement revisité. La version Ariane 5, dont le premier vol a eu lieu en 1996, est capable de placer jusqu'à environ 10 tonnes en orbite de transfert géostationnaire. Une capacité qui en a fait le leader mondial sur le marché des lancements de satellites de télécommunications. Mais le lancement double, qui a longtemps été une force pour Ariane 5, devient un défi plus difficile à relever dans un contexte de plus en plus concurrentiel. Le modèle technico-économique d'Ariane doit s'adapter à une nouvelle donne.

En 2014, l'Europe a décidé de lancer le programme Ariane 6 pour réinventer une nouvelle fois Ariane. Ce nouveau lanceur, conçu par les équipes du CNES, de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de l'industrie spatiale, sera mieux adapté au lancement des satellites institutionnels et commerciaux. Ses atouts : deux versions, Ariane 62 et Ariane 64, la maîtrise de ses coûts de production, la possibilité de rallumer son étage supérieur (appropriée à des stratégies de mise à poste variées et adaptée aux satellites électriques), la capacité à effectuer une rentrée contrôlée du dernier étage.

Ariane 1 made its maiden flight from the CSG on 24 December 1979. More powerful versions quickly followed, with Ariane 2's first flight in 1986, Ariane 3's in 1984 and Ariane 4's in 1988.

To meet the launch requirements of increasingly heavy telecommunications satellites, the launch vehicle was then completely redesigned. Ariane 5, which made its maiden flight in 1996, is able to loft up to around 10 tonnes into geostationary transfer orbit, a capability that has made it the world leader in the telecommunications satellite launch market. However, the dual launch capability that was for many years a strength of Ariane 5 has become an increasingly difficult challenge in a fiercely competitive environment. It is therefore time to tailor Ariane's technology and business model to new circumstances.

In 2014, Europe decided to initiate the Ariane 6 programme to reinvent Ariane once more. The new launch vehicle designed by teams from CNES, the European Space Agency (ESA) and the space industry will be better suited to launching institutional and commercial satellites. Its assets include two versions (Ariane 62 and Ariane 64), controlled production costs, a reignitable upper stage (geared to various positioning strategies and electric propulsion satellites), and the possibility of a controlled re-entry for its last stage.

L'AVIS
DE
L'EXPERT



EXPERT
VIEW

**MARIE-ANNE
CLAIR**
Directrice
adjointe des
lanceurs
Deputy
Director of the
CNES Launch
Vehicles
Directorate

« Ariane 6 permet de lancer des satellites en lancement simple ou double »

« Ariane 6 est conçu pour des lancements sur l'orbite de transfert géostationnaire, très prisée par les opérateurs de satellites de communication. Dans ses deux versions A62 et A64 (deux ou quatre boosters

latéraux), Ariane 6 permet de lancer, respectivement, des satellites de 5 tonnes en lancement simple ou de près de 10 tonnes en lancement double. La version A62 permettra également les lancements

en orbite basse jusqu'à 4,5 tonnes ainsi que la mise à poste des satellites Galileo. Vega-C est conçu essentiellement pour des lancements en orbite basse jusqu'à 1,8 tonne à 800 km d'altitude. »

“Ariane 6 is designed for single or dual launches”

“Ariane 6 is designed for launches into geostationary transfer orbit, very popular for telecom satellites. Both Ariane 6 versions A62 and A64, which have two or four boosters respectively,

will be able to launch a single 5-tonne satellite or two satellites weighing up to 10 tonnes in all. The A62 version will also be used for positioning the Galileo satellites and placing

satellites of up to 4.5 tonnes in low-Earth orbits. Vega-C is mainly designed to launch satellites of up to 1.8 tonnes into low-Earth orbits of around 800 km”.

L'arrivée d'Ariane 6 et de Vega-C : une famille de lanceurs

Ariane 6 and Vega-C form a new launcher portfolio

A la suite du Conseil de l'Agence spatiale européenne au niveau ministériel qui s'est tenu à Luxembourg le 2 décembre 2014, les activités de la Direction des lanceurs du CNES ont été largement dominées par la mise en place des premières briques nécessaires à l'arrivée d'Ariane 6 à l'horizon 2020. Son objectif : diminuer les coûts récurrents d'un facteur deux par rapport à Ariane 5. L'un des principaux leviers sera une synergie forte entre les différents éléments d'Ariane 6 dans ses deux versions, et de Vega-C. Ces deux lanceurs constitueront une véritable famille de lanceurs. À citer également, une démarche volontariste de mise en place

du « lean management » appliqué aux phases de production et d'intégration, et la limitation du nombre et du volume des bâtiments nécessaires. Ce dernier point aura le double effet de diminuer les coûts de production mais également de minimiser l'empreinte écologique liée à la fabrication des lanceurs. Les contrats de développement du lanceur Ariane 6, de sa base de lancement et de Vega-C ont été signés le 12 août 2015 par l'Agence spatiale européenne avec, respectivement, Airbus Safran Launchers (ASL), le CNES et European Launch Vehicle (ELV). C'est aussi en 2015 qu'une partie de l'équipe CNES/ESA a été installée au sein du plateau projet d'ASL, l'industriel maître d'œuvre.

Following the ESA ministerial council meeting in Luxembourg on 2 December 2014, CNES's Launch Vehicles Directorate (DLA) concentrated on laying the foundation for the arrival of Ariane 6 around 2020. Its main objective is to halve recurrent costs compared to Ariane 5. One of the main factors of success will be close synergy between the different components of the two Ariane 6 versions and Vega-C. These two launch vehicles will constitute in themselves a whole new launcher range. There is also the determination to apply lean management

techniques to the production and integration phases, while limiting the number and volume of buildings required in order to reduce production costs and minimize the environmental footprint of launcher manufacturing. The contracts for developing Ariane 6, its new launch complex and Vega-C were signed on 12 August 2015 by ESA with Airbus Safran Launchers (ASL), CNES and European Launch Vehicle (ELV) respectively. Part of the CNES-ESA launcher team has joined the project team at ASL, the prime contractor.

100

tonnes, c'est la poussée qui serait permise par un moteur à oxygène liquide et hydrocarbure.

La Direction des lanceurs réfléchit d'ores et déjà à la prochaine génération de lanceurs, qui devra répondre à deux objectifs principaux : diminuer d'un facteur dix le coût de production des moteurs, c'est le projet Prometheus et disposer d'étages et de systèmes réutilisables. Ces deux axes vont être étudiés dans les années à venir. Ils donneront lieu à la réalisation de démonstrateurs technologiques :

- Un moteur à bas coût, fonctionnant avec de l'oxygène liquide et un hydrocarbure, d'une poussée de 100 tonnes. Les études menées en 2015 privilégient le choix du couple LOX-CH₄ (oxygène liquide-méthane). Ce moteur

pourrait être utilisé au premier et au deuxième étage d'un nouveau lanceur, ce qui simplifierait l'architecture lanceur alors que trois moteurs différents sont utilisés sur Ariane 6. Un démonstrateur à l'échelle 1 de ce moteur devrait être testé au banc d'essai avant 2020.

- La réutilisation de tout ou partie du premier étage du lanceur est un sujet qui englobe des enjeux techniques et économiques qui restent à maîtriser en Europe : phase de retour de l'étage, opérations de remise en service, coût global. Ces enjeux font l'objet du démonstrateur système qui a été initié en 2015 dans le cadre du programme LEE (Launcher Evolution Elements) adopté par l'ESA lors du Conseil ministériel de décembre 2014, et conduit en partenariat avec l'agence spatiale allemande, DLR, et l'agence spatiale japonaise, JAXA. Différentes méthodes de récupération sont à l'étude, de type ailées ou non. Un démonstrateur devrait effectuer son premier vol dans la période 2020-2022.

Vers des systèmes réutilisables : le projet Prometheus

Prometheus paves the way for reusable launchers

DLA is already looking ahead to the next generation of launchers, with two main objectives in sight: to reduce tenfold the cost of producing rocket engines (the Prometheus project), and to develop reusable stages and systems. These two lines of study will be investigated in the coming years in order to develop technology demonstrators:

- A low-cost engine running on liquid oxygen and a hydrocarbon fuel with a thrust of 100 tonnes. The research conducted in 2015 prioritizes a mixture of liquid oxygen and methane (LOX-CH₄). This engine could be used for the first and second stages of a new launcher, thus simplifying the design (Ariane 6, for example, uses three different engines). A full-scale demonstrator should be ready for firing on the test stand by 2020.
- Reuse of all or part of the first stage encompasses technical and economic issues for which Europe is not yet fully prepared, particularly the stage-return

phase, recommissioning operations and overall cost. These challenges will be met through a system demonstrator initiated in 2015 under the Launcher Evolution Elements (LEE) programme approved by ESA at the ministerial council meeting of December 2014. This cooperative project also involves German space agency DLR and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). Different recovery methods are currently being investigated, some using winged flight and others without. A demonstrator should be ready for its maiden flight between 2020 and 2022.

100

tonnes of thrust provided by a liquid oxygen and hydrocarbon engine



Une cadence de lancement exceptionnelle ! Exceptional launch rate!

Douze lancements ont eu lieu en 2015 : six Ariane, trois Soyouz et trois Vega. Avec 69 vols consécutifs réussis et un taux de 98,8 %, Ariane 5 confirme son statut de lanceur le plus fiable au monde. En parallèle de ce succès et pour permettre d'améliorer l'offre Ariane 5, un programme d'accompagnement dit UPA+ (upper part adaptation) a démarré pour porter la performance de ce lanceur à environ 11 tonnes en orbite géostationnaire.

Six Ariane, three Soyouz and three Vega launches took the total to 12 in 2015. With 69 successful flights in a row and a success rate of 98.8%, Ariane 5 confirmed its status as the world's most reliable launch vehicle. In the light of this success and in order to enhance the Ariane 5 offering, a support programme dubbed UPA+ (for "upper part adaptation") was initiated to boost performance, enabling Ariane 5 to loft up to about 11 tonnes into geostationary orbit.

11 février - Vega - VV 04

Vaisseau de rentrée atmosphérique IXV. Développé par l'ESA, c'est une étape supplémentaire pour l'Europe dans sa maîtrise des technologies de rentrée atmosphérique, déterminantes pour les vols habités.

IXV atmospheric re-entry vehicle developed by ESA. This is another step for Europe towards maturing atmospheric re-entry technologies so crucial to human spaceflight.

27 mars - Soyouz ST - VS 11

Satellites 7 et 8 FOC-M2 de la constellation Galileo pour la Commission européenne.

FOC-M2 satellites 7 and 8 of the Galileo constellation for the European Commission.

26 avril - Ariane 5 ECA - VA 222

Satellite de télécommunications norvégien THOR 7 pour des services de diffusion en Europe centrale et de l'Est, et SICRAL 2, un programme franco-italien visant à renforcer les capacités de communications militaires.

Norwegian telecom satellite THOR 7 for broadcasting over Central and Eastern Europe, and the French-Italian SICRAL 2 programme to consolidate military communication capabilities.

27 mai - Ariane 5 ECA - VA 223

Deux satellites de télévision directe haute définition : DIRECTV-15 pour l'opérateur américain DirectTV et SKYM-1 pour Sky Mexico, leader de la télévision payante au Mexique.

Two high-definition live television broadcasting satellites: DIRECTV-15 for US operator DirectTV, and SKYM-1 for Sky Mexico, leader of pay-TV in Mexico.

22 juin - Vega - VV 05

Sentinel-2a, le deuxième satellite du programme européen Copernicus qui doit doter l'Europe d'un accès continu et indépendant aux données résultant de l'observation de la Terre.

Sentinel-2A, the second satellite in Europe's Copernicus programme, designed to offer Europe constant, independent access to Earth-observation data.

15 juillet - Ariane 5 ECA - VA 224

Deux satellites géostationnaires : StarOne C4 pour Embratel Star One, première société de communications par satellites en Amérique du Sud, et MSG-4 pour l'agence européenne Eumetsat, dédiée à la surveillance du climat.

Two geostationary satellites: StarOne C4 for Embratel Star One, number one satcom company in South America, and MSG-4 for climate monitoring on behalf of the Eumetsat agency.

20 août - Ariane 5 ECA - VA 225

Deux satellites de télécommunications pour les leaders mondiaux des communications par satellites : Eutelsat 8 West B et Intelsat 34.

Two telecom satellites for the world leaders in satellite communication: Eutelsat 8 West B and Intelsat 34.

10 septembre - Soyouz ST-B - VS 12

Satellites 9 et 10 FOC-MA3 de la constellation Galileo.

FOC-MA3 satellites 9 and 10 of the Galileo constellation.

30 septembre - Ariane 5 ECA - VA 226

Satellites de télécommunications ARSAT-2 pour l'opérateur argentin ARSAT et SKY-Muster pour l'opérateur australien National Broadband Network.

Telecom satellites ARSAT-2 for Argentinian operator ARSAT and Sky Muster for Australian operator National Broadband Network.

10 novembre - Ariane 5 ECA - VA 227

Satellites de télécommunications Arabsat 6B (Badr-7) pour l'opérateur Arabsat et GSAT-15 pour l'agence spatiale indienne ISRO.

Telecom satellites Arabsat 6B (Badr-7) for operator Arabsat and GSAT-15 for the Indian Space Research Organisation (ISRO).

2 décembre - Vega - VV 06

Démonstrateur technologique Lisa Pathfinder de l'ESA pour l'observation des ondes gravitationnelles.

ESA's LISA Pathfinder technology demonstrator to observe gravitational waves.

17 décembre - Soyouz ST - VS 13

Satellites 11 et 12 FOC-M4 de la constellation Galileo.

FOC-M4 satellites 11 and 12 of the Galileo constellation.

EXPLOR



3

satellites composant
la mission Lisa iront traquer
les ondes gravitationnelles
en 2030.

*Satellites forming the LISA mission
will start tracking down
gravitational waves in 2030.*

CAREER

Sciences

EXPLORING



In search of gravitational waves

One hundred years after Einstein, the existence of gravitational waves has been confirmed by ground-based instruments. This major step forward in our knowledge of astrophysics and cosmology underscores the validity of CNES's investment in the LISA space interferometer mission to detect and measure gravitational waves, planned for the 2030s. The LISA Pathfinder demonstrator, its forerunner, was launched on 3 December 2015.

The news was announced amid much fanfare. On 11 February 2016, American, French, Italian and German researchers published an undisputable discovery:

Sur les traces des ondes gravitationnelles

Cent ans après Einstein, l'existence des ondes gravitationnelles a été confirmée par des instruments terrestres. Ce progrès considérable dans la connaissance en astrophysique et cosmologie justifie pleinement l'investissement du CNES dans l'interféromètre spatial Lisa prévu pour les années 2030. Le démonstrateur Lisa Pathfinder a été lancé le 3 décembre 2015.

Une nouvelle a fait grand bruit. Le 11 février 2016, des chercheurs américains, français, italiens et allemands publient une découverte incontestable : ils ont réussi à détecter, le 14 septembre 2015, des ondes gravitationnelles grâce à un interféromètre laser installé aux États-Unis, en collaboration avec un détecteur en Italie. C'est une première. Prédites en 1916 par la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, ces ondes sont des déformations de l'espace-temps – la gravitation – créées par la rencontre à grande vitesse d'objets très massifs. Les vibrations observées en 2015 sont



la conséquence de la collision, il y a plus d'un milliard d'années, de deux trous noirs plus massifs que le Soleil. Ces trous sont dits noirs car aucune matière ni lumière ne s'en échappe. Par ailleurs, l'intensité des ondes de gravitation est infinitésimale. D'où la grande difficulté d'observation.

PROCHAINE ÉTAPE : UNE MISSION SPATIALE INÉDITE

Un interféromètre spatial géant traquera lui aussi ces ondes dans les années 2030. C'est la mission scientifique Lisa (Laser Interferometer Space Antenna) de l'Agence spatiale européenne. Elle sera composée de trois satellites formant un triangle équilatéral, navigant autour du Soleil. Son concept reposant sur de nombreux défis technologiques, il a été décidé de réaliser un démonstrateur en vol, Lisa Pathfinder, auquel participe le CNES. Il a été lancé avec succès en décembre 2015. Le démonstrateur a embarqué un modèle réduit d'un bras de l'interféromètre Lisa : la distance entre les deux miroirs à l'extrémité du bras est de 35 cm au lieu de 5 millions de km pour Lisa. Lisa Pathfinder teste actuellement ses performances et son fonctionnement en chute libre. Les premiers résultats dépassent toutes les espérances.

they had successfully detected gravitational waves using a laser interferometer in the United States, coupled with a detector in Italy. The detection, made on 14 September 2015, is a world first. Predicted in 1916 by Albert Einstein's theory of general relativity, these waves are ripples in the curvature of space-time, responsible for gravity, generated when supermassive objects interact at high velocity. The vibrations observed in 2015 are the result of the collision of two black holes more massive than our Sun, which took place over 1 billion years ago. These volumes of space-time are called 'black' because neither matter nor light can escape from them. Furthermore, the intensity of the gravitational waves produced is infinitesimally small, which is why they are so hard to observe.

NEXT, A UNIQUE SPACE MISSION

A giant interferometer will detect and measure these waves from space in the 2030s. The European Space Agency's Laser Interferometer Space Antenna (LISA) science mission will comprise a constellation of three spacecraft arranged in an equilateral triangle travelling along a heliocentric orbit. Because the concept involves a whole set of technological challenges, an in-orbit demonstrator called LISA Pathfinder was needed. CNES is involved in this demonstrator mission, which was successfully launched in December 2015. It is carrying a model of one of the LISA interferometer arms, reduced in size so that it fits inside a single spacecraft. The distance between the two mirrors at the end of the arm is 35 cm, instead of 5 million km for the LISA mission. LISA Pathfinder is currently testing its operation and performance in gravitational freefall. The results to date have exceeded all expectations

L'AVIS
DE
L'EXPERT



EXPERT
VIEW

FRANÇOISE COMBES
Astrophysicienne à l'Observatoire de Paris
Astrophysicist at the Paris Observatory

« Beaucoup de mystères de l'Univers vont être levés »

« Grâce à sa taille, Lisa pourra capter des ondes créées par des trous noirs supermassifs, par exemple. Des trous noirs de plus d'un million de fois la masse du

Soleil. De plus, il faut savoir que rien n'arrête les ondes gravitationnelles. Une fois émises, elles se propagent sans fin. On peut donc imaginer détecter une

onde qui aurait été émise au moment du Big Bang, il y a près de 14 milliards d'années. Beaucoup de mystères de l'Univers vont être levés. »

"Many of the Universe's long-held secrets could now be revealed!"

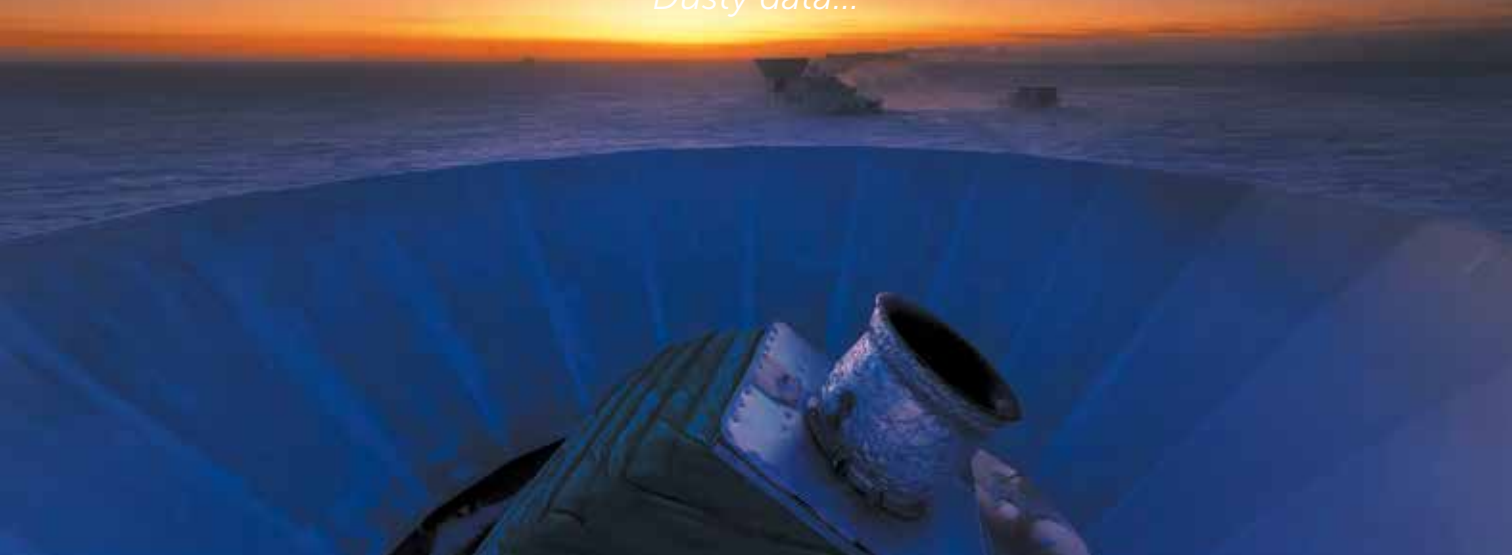
"Thanks to its size, LISA will be able to pick up the waves generated by supermassive black holes, for example, even black holes over 1 million times larger than our Sun.

Plus, gravitational waves know no barriers. Once emitted, they continue propagating forever. So it's theoretically possible to detect waves emitted in the first instants

after the Big Bang, almost 14 billion years ago. As a result, many of the Universe's long-held secrets could now be revealed!"

Ne voit pas les ondes gravitationnelles qui veut...

Dusty data...



DES ASTRONOMES AMÉRICAINS PENSaient AVOIR DÉTECTÉ,

avec le télescope BICEP2, installé au pôle Sud, des traces indirectes des ondes gravitationnelles primordiales. Faite en mars 2014, cette annonce un peu hâtive a été contredite par la combinaison de ces données avec celles du satellite Planck, qui a observé le fond diffus cosmologique de 2009 à 2013. L'observatoire spatial Planck de l'Agence spatiale européenne (ESA) a impliqué, entre autres, le CNRS, le CEA, le CNES et plusieurs universités françaises. Grâce à ses données, il a été montré que la détection des ondes gravitationnelles primordiales à travers l'observation de la polarisation du fond diffus cosmologique n'avait pas encore eu lieu. Ce résultat a offert un dénouement au feuilleton scientifique qui a tenu en haleine cosmologistes et passionnés. Le signal annoncé par l'équipe BICEP2 provenait essentiellement de la polarisation induite par la poussière dans notre galaxie. Ces résultats ont été soumis à la revue *Physical Review Letter* fin janvier 2015.

En septembre 2015, le CNES a lancé la première campagne de vol du ballon PILOT dont les mesures permettront une analyse fine de l'émission submillimétrique de la galaxie. C'est une étape essentielle dans la détermination des avant-plans de l'émission du fond cosmologique.

VOIR L'UNIVERS AUTREMENT

Ces interféromètres spatiaux offriront aux scientifiques une nouvelle façon de voir l'Univers. Pas en regardant ce qui est visible, comme avec un télescope, mais en analysant les traces laissées par les ondes gravitationnelles. Avec les équipements terrestres LIGO et VIRGO, les chercheurs ont pu calculer que les ondes observées ont été émises il y a 1,3 milliard d'années-lumière par la fusion de deux trous noirs, respectivement 29 fois et 36 fois plus massifs que le Soleil. Ils ont ainsi pu « voir » ces trous noirs pour la première fois. Avec l'interféromètre spatial géant Lisa, il va être possible de détecter des ondes issues d'autres sources plus massives.

SEEING DIFFERENTLY

These space interferometers will offer scientists a new way to view the Universe—not by looking at the visible, as with a telescope, but by analysing the effects of gravitational waves. Using the LIGO and VIRGO ground-based interferometers, researchers calculated that the waves observed in September 2015 were caused by the collision of two black holes of approximately 29 and 36 solar masses, which took place 1.3 billion light years from Earth. They were thus able to 'see' these black holes for the first time. With the LISA giant space interferometer, it will be possible to detect the waves produced by more massive sources.

AMERICAN ASTRONOMERS BELIEVED THEY HAD DETECTED

indirect evidence of primordial gravitational waves using the BICEP2 telescope at the South Pole. Their claim in March 2014 proved premature and was later refuted when the signal was analysed jointly with data from the Planck space telescope, which observed the cosmic microwave background from 2009 to 2013. ESA's Planck mission involved CNRS (France's national scientific research centre), the CEA atomic energy and alternative energies commission, CNES and various French universities, among others. With this data, it was shown that primordial gravitational waves had not yet been detected through the observation of the polarization of the cosmic microwave background. This result offered a conclusion to the scientific drama that had kept cosmologists and space enthusiasts enthralled. The signal announced by the BICEP2 team was essentially due to polarization caused by dust in our galaxy. These results were submitted to the journal *Physical Review Letter* in late January 2015.

In September 2015, CNES launched the first flight campaign with the PILOT balloon. The measurements will allow detailed analysis of submillimetre emissions in our galaxy—a valuable step in devising methods to subtract foreground emissions from the microwave background.

Du nouveau sur le système solaire



DE CHEMCAM SUR MARS...

L'instrument ChemCam, construit par le CNES et installé à bord du robot Curiosity, parcourt la planète Mars depuis plus de trois ans. En décembre 2015, il avait dépassé les 300 000 tirs laser. Ces impulsions lui permettent d'analyser, par la méthode LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), la composition élémentaire des roches et du sol de Mars. Au total, ChemCam a analysé plus de 1 100 cibles martiennes et alimenté une banque de données unique destinée à préciser l'évolution de la planète rouge et du cratère Gale en particulier. Plusieurs mesures inattendues ont changé la vision de la composition de la croûte martienne et de l'histoire de l'eau dans ce cratère. Le chromatographe construit par le CNES a identifié la composition de plusieurs molécules organiques martiennes, un des buts scientifiques majeurs de la mission. Ce succès va se prolonger avec SuperCam, un instrument franco-américain encore plus évolué et sélectionné en juillet 2015. Il embarquera sur la mission Mars2020 de la NASA.

... À PHILAE SUR TCHOURI

La sonde Rosetta et le petit robot Philae, posé sur la comète Churyumov-Gerasimenko le 12 novembre 2014, ont passé le périhélie solaire (point le plus proche du Soleil) le 14 août 2015. Les résultats scientifiques engrangés pendant cette première phase de la mission sont extraordinaires. Ils ont fait l'objet de nombreuses publications dans les médias scientifiques internationaux. On comprend mieux comment sont structurées les comètes et comment leur surface évolue. Il a même été découvert de l'oxygène moléculaire piégé dans la structure de la comète qui nous renseigne sur les processus de formation du système solaire. Philae est parvenu à effectuer 80 % des opérations scientifiques prévues à la surface de Tchouri. C'est un résultat exceptionnel pour une première scientifique mondiale. Depuis juin 2015, date du dernier contact avec Philae, le robot reste silencieux.

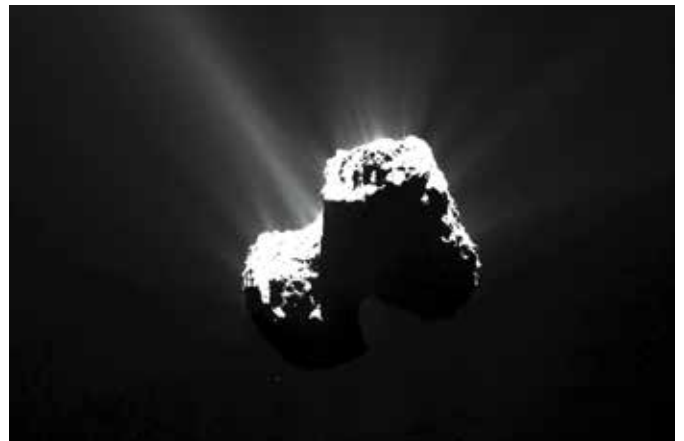
Latest news on the Solar System

FROM CHEMCAM ON MARS...

The ChemCam instrument, built by CNES and operating on the Curiosity rover, has been collecting data on Mars for over three years. By late December 2015, it had fired its laser over 300,000 times. These laser pulses vaporize rock and soil samples, which are analysed using laser-induced breakdown spectroscopy to determine their elementary composition. In total, ChemCam has analysed over 1,100 targets. This information is fed into a dedicated database, providing a unique insight into the evolution of Mars and the Gale Crater in particular. Various unexpected measurements have changed the way we understand the Red Planet's crust and the history of water in this crater. The chromatograph developed by CNES has determined the composition of several organic molecules on Mars, one of the mission's key science goals. And this success is set to continue with the even more sophisticated French-U.S. SuperCam instrument, selected in July 2015 to fly on NASA's Mars2020 mission.

...TO PHILAE ON COMET 67P

On 14 August 2015, the Rosetta spacecraft and Philae lander—which touched down on the surface of 67P/Churyumov-Gerasimenko on 12 November 2014—passed perihelion, the closest point to the Sun on the comet's orbit. The science achieved during this first phase of the mission is extraordinary, resulting in numerous papers and articles in the international media. We now have a much better understanding of how comets are structured and how their surfaces evolve. Molecular oxygen has even been discovered inside the comet's core, providing new clues into how our solar system was formed and the processes involved. Philae has performed 80% of the planned operations on the comet's surface, which is an exceptional result for such a world first in science. The last contact with Philae was in June 2015, since when the lander has remained silent.



Tests et progrès en micropesanteur

Advances in microgravity



LE CNES A LIVRÉ CARDIOSPACE, un ensemble d'instruments permettant au CNES et à l'ACC (Astronaut Center of China) d'étudier l'adaptation du système cardiovasculaire des taïkonautes lors des vols spatiaux. Des mesures seront effectuées à bord du laboratoire spatial chinois Tiangong 2, qui sera lancé en 2016.

CNES HAS DELIVERED THE CARDIOSPACE INSTRUMENT SUITE, which will enable CNES and the Astronaut Centre of China (ACC) to study how the cardiovascular systems of Chinese astronauts adapt to spaceflight. Measurements will be performed on China's Tiangong-2 space laboratory, to be launched in 2016.



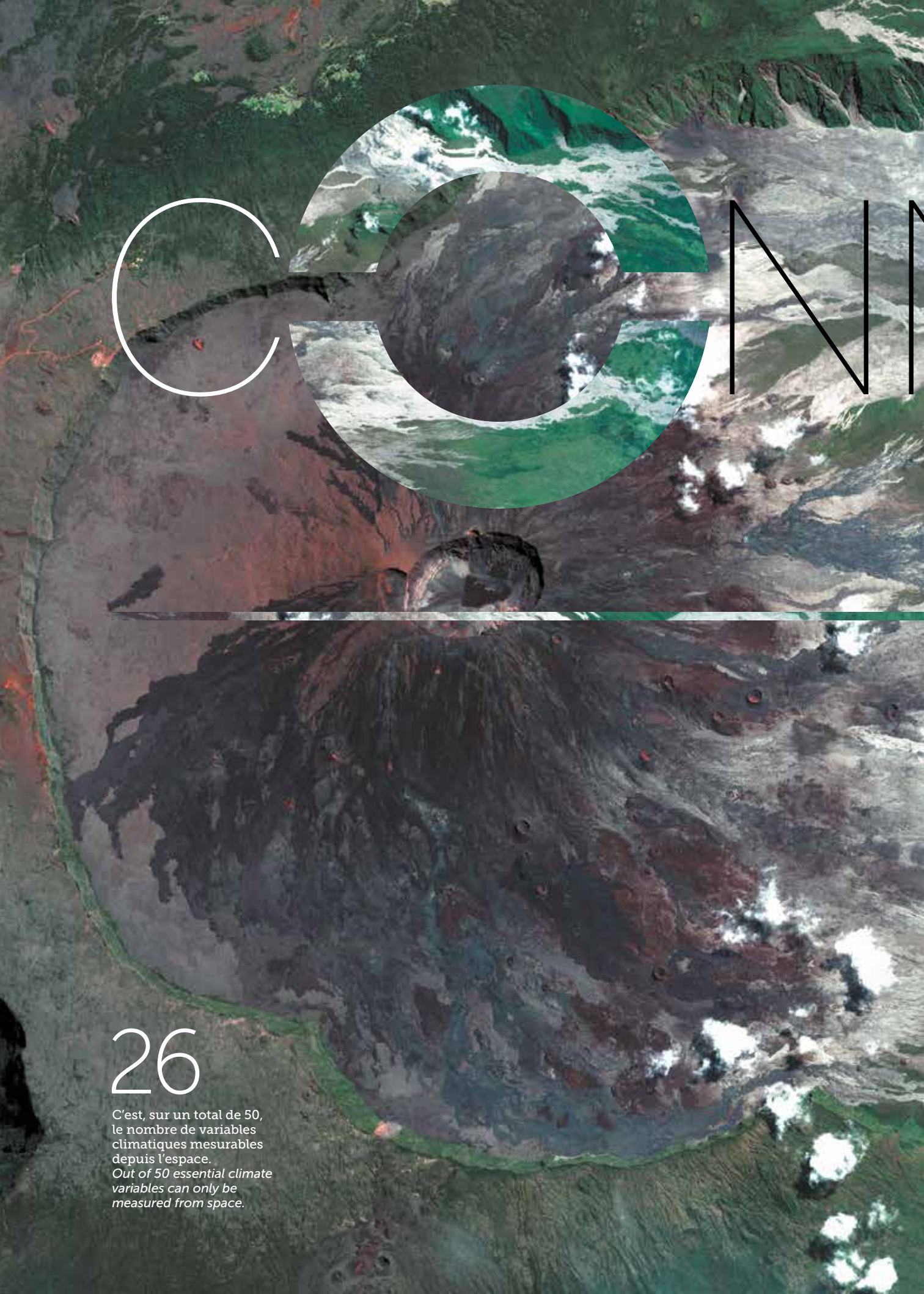
NOVSPACE, filiale du CNES en charge des vols paraboliques, dispose d'un nouvel avion A310 depuis le printemps 2015. Il peut embarquer une douzaine d'expériences scientifiques et technologiques ainsi que des passagers. La première campagne, réalisée en collaboration entre l'ESA, l'Agence spatiale allemande et le CNES, s'est déroulée avec succès.

NOVSPACE, the CNES subsidiary responsible for operating parabolic flights, took delivery of a new Airbus A310 in spring 2015. The plane can carry a dozen science and technology experiments as well as passengers. The first Zero-G campaign, conducted in collaboration with CNES, ESA and the German space agency DLR, was a success.



L'EXPÉRIENCE DECLIC (Dispositif d'étude de la croissance et des liquides critiques) en cours sur la Station spatiale internationale, a permis d'obtenir des résultats sans précédent sur la solidification d'un alliage, où des motifs complexes se développent à l'interface entre le solide et la masse fondue. Pendant la progression de la solidification, il se forme un réseau oscillant où chaque cellule grossit quand ses voisines s'affinent. Ce phénomène de respiration est entravé par la gravité lors des expériences au sol.

THE DECLIC EXPERIMENT (DEvice for the study of Critical Liquids and Crystallization) on the International Space Station has achieved unprecedented results in the field of 3D alloy solidification, with the formation of complex patterns at the interface between solid and molten samples. As solidification progresses, oscillating arrays of cells have been observed, with individual cells appearing to expand rhythmically as neighbouring cells contract, similar to how lungs breathe. This phenomenon is hindered by gravity in ground-based experiments.

An aerial photograph of a volcanic landscape, showing a large, dark, conical volcano in the center. The surrounding terrain is rugged and rocky, with patches of green vegetation and white clouds. A large, stylized number '50' is overlaid on the image. The '5' is white with a thin black outline, and the '0' is a solid black circle. The background is a mix of dark grey, brown, and green tones, with white clouds scattered throughout.

50

26

C'est, sur un total de 50,
le nombre de variables
climatiques mesurables
depuis l'espace.
*Out of 50 essential climate
variables can only be
measured from space.*

NAÛTRE

Observation

KNOWING



COP 21: CNES central to the space agenda

The 21st United Nations climate change conference, COP 21, was held in Paris from 30 November to 11 December 2015. Throughout the year, CNES held discussions with international space agencies to foster strong climate commitments.

CNES spearheaded the COP 21 space agenda, working hard to ensure the space sector's current contributions and future capabilities would be acknowledged as crucial in the final Paris Agreement. From the start of the year, CNES's specialists undertook a "climate marathon" marked by some key milestones:

COP21 : le CNES au cœur du volet spatial

La COP21 (la 21^e conférence des Nations unies sur le climat) s'est tenue à Paris-Le Bourget du 30 novembre au 11 décembre 2015. Tout au long de 2015, le CNES a mené des discussions auprès des agences spatiales mondiales pour qu'elles prennent des engagements forts en faveur du climat.

Fer de lance du volet spatial de la COP21, le CNES s'est fortement investi pour que les apports actuels et les possibilités futures du spatial soient reconnus comme essentiels dans les négociations de l'Accord de Paris.

Depuis le début de l'année, les spécialistes du CNES ont ainsi mené un véritable marathon, ponctué par quelques étapes décisives : notamment en février, tenue en Inde de la première conférence de l'IAA (International Academy of Astronautics) sur le changement climatique, puis, en juin, réunion des chefs d'agences spatiales mondiales au siège du CNES dans le cadre du Salon du Bourget. Mais c'est incontestablement le Sommet de Mexico qui restera comme



l'événement le plus emblématique de 2015 : ce fut la première réunion sur le climat des chefs d'agences spatiales de l'histoire, qui s'est traduite, le 18 septembre, par une déclaration commune en faveur de la lutte contre le réchauffement climatique.

DES MISSIONS QUI SE SUCCÈDENT DEPUIS VINGT ANS

Grâce à ses missions « Observation », le CNES contribue depuis plus de vingt ans à une meilleure connaissance du changement climatique et de ses impacts. Depuis la mission franco-américaine Topex-Poseidon lancée en 1992, les contributions du CNES aux missions spatiales étudiant le climat sont très nombreuses. Citons les satellites Pléiades pour l'observation, Jason pour l'étude du niveau des océans, Smos, dédié à la mesure de l'humidité des sols et de la salinité de l'océan, ou encore IASI, pour l'étude de l'atmosphère. Pour proposer de nouvelles solutions, le CNES prépare actuellement les futurs systèmes opérationnels Merlin et MicroCarb, qui permettront de mieux évaluer l'efficacité des politiques d'atténuation dans le domaine de l'émission des gaz à effet de serre. Côté prévisions météorologiques et étude de la composition de l'atmosphère, IASI-NG, la nouvelle génération de sondeur atmosphérique, sera embarqué sur les futurs satellites météorologiques européens MetOp-SG.

Dans le cadre de tous ces projets, le CNES apporte un soutien aux laboratoires scientifiques dans l'étude des variables climatiques essentielles, définies par le GCOS (Global Climate Observing System), et dont plus de la moitié ne sont observables que depuis l'espace.

in February, India hosted the International Academy of Astronautics' (IAA) first conference on climate change, while in June space agencies from all over the world met at CNES Head Office during the Paris Air Show. But the Mexico Summit for heads of space agencies will no doubt remain the most emblematic event of the year. This summit on climate change and disaster management led to a joint declaration on 18 September to combat global warming.

SUCCESSIVE MISSIONS OVER 20 YEARS

Through its observation missions over the past 20 years, CNES has been helping expand knowledge of climate change and its impacts. Since the launch of the French-US TOPEX/Poseidon satellite in 1992, CNES has conducted numerous space missions investigating the climate. These include the Pleiades Earth-observing satellites, Jason to study sea level variations, SMOS to measure soil moisture and ocean salinity, and IASI to sound the atmosphere. To propose new solutions, CNES is today preparing MERLIN and MicroCarb, the future operational systems designed to assess the effectiveness of policies geared towards curbing greenhouse gas emissions. The new-generation atmospheric sounding instrument IASI-NG will be flown on Europe's future MetOp-SG meteorological satellites to improve weather forecasting and study the composition of the atmosphere. CNES is providing continuous support to the science laboratories working on all these projects to monitor the essential climate variables defined by the Global Climate Observing System (GCOS), over half of which can only be measured from space.

L'AVIS
DE
L'EXPERT



EXPERT
VIEW

PHILIPPE CIAIS
chercheur au
Laboratoire
des Sciences
du climat et de
l'environnement
senior researcher
at the LSCE
climate and
environmental
science laboratory

« Comprendre les variations des flux de gaz à effet de serre »

« L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère est la première cause du changement climatique. Celle du CO₂ est à elle seule responsable de 90 % de l'augmentation de ce phénomène ces vingt

dernières années. Elle peut cependant être ralentie grâce à son absorption par l'océan, la végétation et les sols. Pour déterminer les régions les plus touchées, il faut disposer de mesures atmosphériques précises. Les satellites sont

complémentaires des réseaux sol. Le lancement prochain de Merlin et la préparation de MicroCarb vont permettre une percée significative pour comprendre les variations des flux de gaz à effet de serre. »

“Understanding the variations in greenhouse gas fluxes”

“The build-up in greenhouse gases in the atmosphere is the primary cause of climate change. CO₂ alone is responsible for 90% of the increase in global warming these past 20 years. This rise can

be slowed by absorption by the oceans, vegetation and soil. To identify the regions responsible for these anomalies, we need tightly-meshed atmospheric measurements. Satellites are an ideal complement to ground

networks. The upcoming launch of MERLIN and preparations for MicroCarb will enable a significant breakthrough in our understanding of these variations in greenhouse gas fluxes.”

Un partenariat avec l'Allemagne pour l'étude du méthane

Working with Germany to investigate methane

MERLIN

Prévu pour un lancement en 2020, le projet Merlin (Methane Remote Sensing Lidar Mission) fournira des mesures mondiales de la concentration du méthane atmosphérique avec une précision inégalée.

Il permettra de mieux comprendre les sources d'émission, naturelles ou anthropiques, de ce gaz à effet de serre au très fort pouvoir réchauffant.

LE MÉTHANE ET LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE : UN IMPACT CERTAIN MAIS MAL CONNU

Le sait-on ? La contribution au réchauffement global d'une tonne de méthane (CH_4) sur le climat est vingt-cinq fois plus élevée que la contribution d'une tonne de CO_2 sur une échelle de temps de cent ans. Le méthane est, après le CO_2 , le deuxième gaz à effet de serre lié aux activités humaines responsable du réchauffement climatique. Son bilan d'émission et d'absorption est très mal connu et source de nombreuses inquiétudes.

Pour effectuer ces mesures, Merlin sera le premier satellite à embarquer un instrument qui utilisera depuis l'espace la technique du lidar à absorption différentielle. Cet instrument émettra des tirs laser vers la surface terrestre, puis analysera le signal réfléchi afin de déduire la quantité de méthane présente dans la colonne d'atmosphère sondée par le laser.

Ce projet est né de la volonté commune de la France et de l'Allemagne de développer un satellite innovant et préopérationnel relatif au climat. L'agence spatiale allemande DLR fournit le lidar, et le CNES, la plateforme Myriade-Evolutions, financée par le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA). Côté français, plusieurs laboratoires de l'Institut Pierre-Simon-Laplace (ISPL), en pointe sur le climat et la technique lidar, ainsi que des laboratoires du CNRS spécialisés en spectroscopie moléculaire participent à la mission scientifique.



Planned for a 2020 launch, the Methane Remote Sensing Lidar Mission—MERLIN—will provide global measurements of atmospheric methane concentrations of unrivalled precision. It will shed light on natural and manmade sources of emissions of methane, a potent greenhouse gas.

METHANE AND GLOBAL WARMING: A DEFINITE BUT POORLY-UNDERSTOOD RELATION

Did you know that a tonne of methane (CH_4) contributes 25 times more to global warming than a tonne of CO_2 over

100 years? After CO_2 , methane is the second most important greenhouse gas in global warming, directly linked to human activities. Its emission and absorption budget is not well understood and therefore a source of considerable concern.

MERLIN will be the first mission to operate an instrument using a differential absorption lidar from space. The lidar will emit a laser pulse downwards then analyse the signal bounced back by the Earth's surface in order to deduce the quantity of methane present in the atmospheric column sounded by the laser.

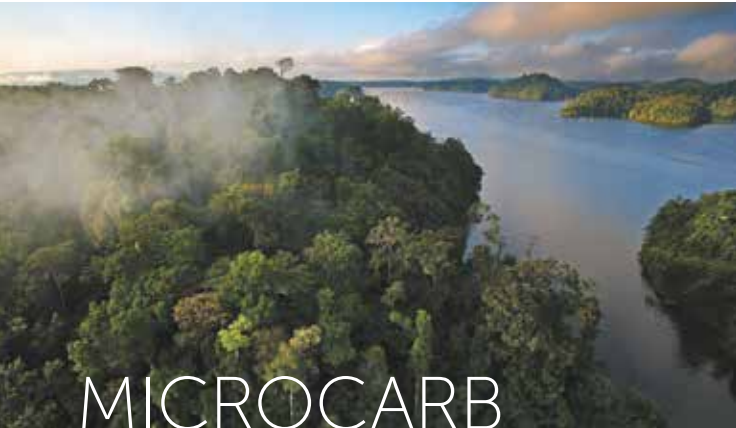
This project is the result of France and Germany's shared determination to develop an innovative, pre-operational satellite for climate investigations. German space agency DLR is providing the lidar, and CNES the Myriade-Evolutions satellite bus funded by the PIA future investment programme. Several French laboratories belonging either to the Institut Pierre-Simon Laplace (ISPL), at the forefront of climate and lidar techniques, or the CNRS national scientific research centre—specializing in molecular spectroscopy—are taking part in this science mission.

What is our planet's carbon budget?

MicroCarb should answer this question. Developed by CNES, this mission will reliably measure global and regional carbon dioxide (CO₂) exchanges between the atmosphere on the one hand, and the oceans, vegetation and human activities on the other.

CO₂, THE MAIN MANMADE GREENHOUSE GAS

MicroCarb will measure CO₂ concentration in the atmospheric column with unparalleled precision i.e. better than one part per million (1 ppm) for a gas column of 400 ppm. The measurement concept offers a temporal resolution of fluxes of around one week and a spatial resolution of a few hundred kilometres. It will therefore be possible to characterize major ecosystems and improve our knowledge of the carbon budget on a regional scale. MicroCarb will be the first ever European space mission dedicated to studying CO₂. Japan has already made a series of observations with GoSat, launched in 2009, and the United States launched OCO-2 for the same purpose in 2014. MicroCarb will be their successor. This project has been made possible through the expertise of IPSL laboratories, and more especially the LSCE climate and environmental science laboratory, a joint research unit of project partners CNRS and CEA, the French atomic energy and alternative energies commission. It is part of the groundwork for a long-term policy and vision of a carbon-monitoring system developed within the framework of an international partnership. It is thus a first step along the path to this operational system. MicroCarb will be flown on a CNES Myriade satellite bus. At COP 21, €25 million of initial funding from the PIA future investment programme was earmarked for this project.



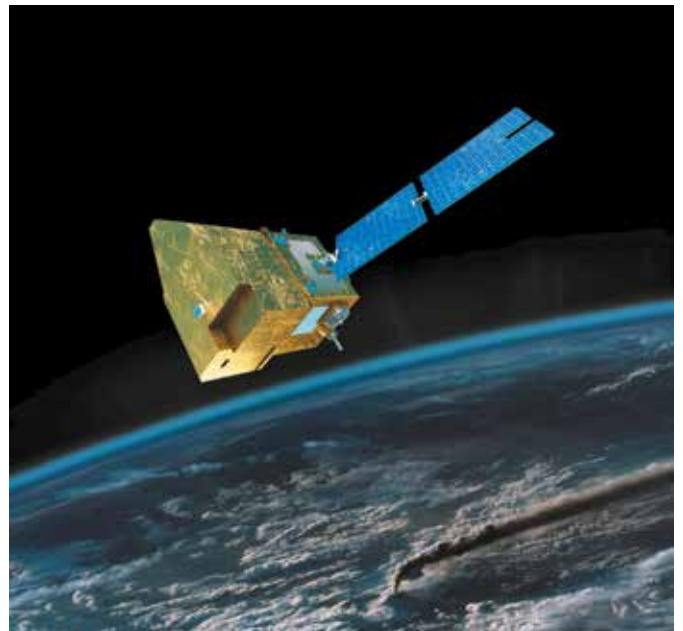
Quel bilan carbone pour notre planète ?

MicroCarb doit apporter les réponses à cette question. Développé par le CNES, ce projet mesurera de façon fiable les échanges globaux et régionaux de dioxyde de carbone (CO₂) entre l'atmosphère d'une part, et les océans, la végétation et les activités humaines de l'autre.

LE CO₂, PRINCIPAL GAZ À EFFET DE SERRE PRODUIT PAR L'HOMME

MicroCarb mesurera la concentration en CO₂ dans la colonne atmosphérique avec une précision inégalée, soit mieux que 1 partie par million (1 ppm) pour une colonne de gaz de 400 ppm. Le concept de mesure permet une résolution temporelle des flux de l'ordre de la semaine et une résolution spatiale de l'ordre de quelques centaines de kilomètres. Il sera donc possible de caractériser les grands écosystèmes et d'améliorer notre connaissance du bilan carbone à l'échelle régionale.

Si l'Europe n'a pas jusque-là initié de mission spatiale dédiée au CO₂, le Japon a déjà réalisé une série d'observations avec GoSat, lancé en 2009, ainsi que les États-Unis avec OCO-2, lancé en 2014. MicroCarb prendra la relève. Ce projet est rendu possible grâce à l'expertise des laboratoires de l'IPSL, et en particulier le LSCE, unité mixte de recherche du CNRS et du CEA, partenaires de ce projet. Il s'insère dans la préparation d'une stratégie et une vision à long terme de ce que devrait être un système de contrôle des émissions de CO₂ (carbon monitoring system) développé en coopération internationale. Il constitue une première étape vers la construction de ce système opérationnel. MicroCarb sera inséré sur une plateforme issue de la filière Myriade du CNES. Une première partie du financement, issue du Programme d'Investissements d'Avenir, a été attribuée à hauteur de 25 M€ lors de la COP21.



IASI-NG

Un nouvel instrument pour les satellites météo

Les trois satellites MetOp-SG d'Eumetsat, prévus pour la période 2021-2040, embarqueront chacun un instrument IASI-NG de nouvelle génération. Tous identiques, ces instruments joueront un rôle essentiel dans la prévision météorologique et dans la surveillance de la qualité de l'air et du climat. Ils compléteront les mesures de Sentinelle 5, également à bord de MetOp-SG.

AMÉLIORER LES PRÉVISIONS MÉTÉO À PLUSIEURS JOURS

Les résultats du spectromètre infrarouge IASI (interféromètre atmosphérique de sondage infrarouge), présent sur les satellites météorologiques européens MetOp-A et MetOp-B, lancés en 2006 et 2012 par l'Agence spatiale européenne et Eumetsat (Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques), sont remarquables. L'interféromètre sera également à bord de MetOp-C dès 2018. Très satisfaits, le CNES

et Eumetsat ont décidé de poursuivre le programme avec l'instrument IASI-NG. Ce nouvel instrument gagnera en précision : il mesurera le spectre infrarouge avec une résolution spectrale et une précision radiométrique améliorées par un facteur deux. Une amélioration significative qui permettra d'extraire des profils verticaux de température et d'humidité plus précis avec une résolution

supérieure près de la surface. C'est l'une des conditions essentielles pour améliorer les modèles de prévision numérique du temps à l'échelle mondiale et régionale, avec des échéances allant de 12 heures à plus de 10 jours. L'accord, signé le 7 décembre 2015, prévoit que le CNES, qui financera 70 % des coûts du développement du premier instrument, développera l'intégralité du système IASI-NG, composé de l'instrument et de la chaîne de traitement des données. Il fournira aussi les deux autres instruments et une assistance aux opérations. Eumetsat financera les 30 % restants et l'intégralité des instruments récurrents, intégrera la chaîne de traitement des données de IASI-NG dans ses systèmes opérationnels et exploitera la chaîne instrumentale.



New-generation instrument for weather satellites

Each of Eumetsat's three identical MetOp-SG satellites planned for 2021-2040 will fly the IASI-NG new-generation infrared atmospheric sounding interferometer. They will play a vital role not only in weather forecasting but in monitoring air quality and the climate. They will furthermore complement data provided by Sentinel-5 also on board MetOp-SG.

IMPROVING MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS

The results of the IASI instrument aboard MetOp-A and MetOp-B launched in 2006 and 2012 respectively by ESA and Eumetsat, the European organisation for the exploitation of meteorological satellites, are quite remarkable. This interferometer will also be flown on MetOp-C from 2018 on. In fact, the results are so good that CNES and Eumetsat have decided to pursue the programme with IASI-NG. This new instrument will be even more precise, measuring the infrared spectrum with twice the spectral resolution and radiometric accuracy of the current version. This significant improvement will offer more-accurate vertical temperature and humidity profiles with an enhanced resolution near the surface. This is one of the critical conditions needed to improve numerical weather prediction models at regional and global scales for forecasts ranging from 12 hours to over 10 days. Under the agreement signed on 7 December 2015, CNES will fund 70% of the development costs of the first instrument and will develop the whole IASI-NG system, composed of the instrument itself and the data processing line. It will also supply the other two instruments and provide operational support. Eumetsat will fund the remaining 30% and all the recurrent instruments. It will also integrate the IASI-NG data processing line in its operational ground segment and operate the instrument system.



Des ballons géants dans la stratosphère

Giant balloons in the stratosphere

Les six ballons stratosphériques ouverts (BSO) de la campagne Strato Science 2015, organisée par le CNES avec l'Agence spatiale canadienne depuis la base de Timmins au cours de l'été 2015, ont pleinement rempli leur mission. Des ballons de 100 000 à 800 000 m³ ont été lâchés et opérés par le CNES, emportant des nacelles scientifiques françaises, européennes et canadiennes de 200 à 1 100 kg dans la stratosphère, jusqu'à 40 km d'altitude. Leur mission : réaliser des observations dans les domaines de la physico-chimie de l'atmosphère et de l'astronomie. Un de ces vols emportait le télescope

Pilot. Ce projet international mené par le CNES et l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP) a pour objectif de mesurer l'émission polarisée submillimétrique des poussières interstellaires. Un autre vol est envisagé en 2017. Le premier vol de la campagne, baptisé « Climat », regroupait, sur une même nacelle, douze instruments développés par divers laboratoires français et européens. Il a permis de mesurer un certain nombre de variables climatiques essentielles, notamment des aérosols et des profils in situ de concentration des trois principaux gaz à effet de serre (H₂O, CO₂ et CH₄).

The six zero-pressure stratospheric balloons of the Strato Science 2015 campaign run by CNES and the Canadian Space Agency from the Timmins base in the summer fully accomplished their mission. The six balloons, from 100,000 m³ to 800,000 m³, were released and operated by CNES. They flew French, European and Canadian payloads ranging from 200 to 1,100 kg up to an altitude of 40 km in the stratosphere. Their mission was to investigate the physics and chemistry of the atmosphere and make astronomy observations. One of these balloons flew PILOT, the Polarized Instrument for Long wavelength

Observation of the Tenuous interstellar medium. This international project led by CNES and the IRAP astrophysics and planetology research institute is designed to measure the polarized emission of interstellar dust in the submillimetre spectrum. Another flight is planned for 2017. The campaign's maiden flight was dedicated to the climate. It flew 12 instruments developed by various French and European laboratories to measure a number of essential climate variables such as aerosols and in-situ profiles of the concentration of the three main greenhouse gases—water vapour, carbon dioxide and methane.

Un espace pour le climat

Space for climate

EN 2015, LE CNES A PRIS L'INITIATIVE OU S'EST ASSOCIÉ À DE NOMBREUX ÉVÉNEMENTS NATIONAUX ET INTERNATIONAUX ORGANISÉS PAR LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE ET LA SOCIÉTÉ CIVILE. L'OBJECTIF : SENSIBILISER LE PUBLIC, PARTICIPER AUX DÉBATS ET RENDRE VISIBLE SON ENGAGEMENT DANS LA LUTTE CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE.

IN 2015, CNES INITIATED OR PARTICIPATED IN NUMEROUS NATIONAL AND INTERNATIONAL EVENTS ORGANIZED BY THE SCIENTIFIC COMMUNITY AND CIVIL SOCIETY. THE GOAL WAS TO RAISE AWARENESS AMONG THE GENERAL PUBLIC OF CLIMATE ISSUES, CONTRIBUTE TO THE DEBATE AND CLEARLY SHOW CNES'S COMMITMENT TO TACKLING GLOBAL WARMING.

INSTALLATION/INSTALLATION

UN DÔME POUR ANTICIPER

A dome to see into the future



Au Salon du Bourget, du 15 au 21 juin 2015, les visiteurs ont découvert un immense dôme de 7 mètres de haut représentant une « demi-Terre ». Il a été conçu et présenté par le CNES pour expliquer au grand public le rôle du spatial dans la surveillance et l'anticipation des bouleversements climatiques qui affectent notre planète. Le public était invité à traverser cinq pôles différents : le pôle « hydrosphère », expliquant la montée des eaux ; le pôle « cryosphère », abordant la fonte des glaces ; le pôle « biosphère », centré sur la déforestation ; le pôle « atmosphère », dédié à l'effet de

serre, et le pôle « homme », présentant notamment la charte Espace et catastrophes majeures, qui fournit gratuitement des images satellites aux pays touchés par des catastrophes de grande ampleur. Ce même dôme a été réinstallé au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Environnement avant et pendant la COP21.

Visitors to the Paris Air Show from 15 to 21 June 2015 discovered a huge seven-metre-high dome representing half the Earth. It was designed and presented by

CNES to explain to the general public the role of space in monitoring and forecasting the climate changes affecting our planet. The public was invited to explore five different areas focusing on the rise in sea level, the melting of ice, deforestation, the greenhouse effect and human activities, with a special feature on the International Charter on Space and Major Disasters, which provides countries affected by major disasters with satellite imagery free of charge. The same dome was then set up in the courtyard of the French Ministry of Ecology, Sustainable Development and the Environment up to the end of the COP 21 conference.

CEOS/CEOS

PARTENAIRES ENGAGÉS

Committed partners

Dans le cadre du Salon du Bourget, le CNES a accueilli le 17 juin une table ronde du CEOS (Committee on Earth Observation Satellites) sur le thème « Espace et climat : un partenariat international ». Créé il y a trente ans, le CEOS coordonne les agences spatiales et les organismes internationaux, dont les programmes mettent en œuvre plus de cent missions spatiales qui, chaque jour, auscultent notre planète depuis l'espace.

On 17 June, during the Paris Air Show, CNES hosted a workshop for members of the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) entitled "Space and Climate: an International Partnership". Created 30 years ago, CEOS coordinates space agencies and international organizations with programmes operating over 100 space missions which daily monitor our planet's health from space.



FÊTE DE LA SCIENCE/SCIENCE FESTIVAL

UN TRAIN POUR LA RECHERCHE

A train to foster research

Réunis sous l'égide du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, divers organismes ont illustré la Fête de la Science (du 7 au 11 octobre 2015) par le Train du climat. Le CNES était présent à travers une maquette du satellite Jason 3, des interventions vidéo... À partir d'une présentation de l'état actuel des connaissances scientifiques, les chercheurs à bord du train ont porté le débat sur les effets des changements climatiques, et les recherches en cours sur les moyens de l'atténuer et de s'y adapter.

Organized by the French Ministry of National and Higher Education and Research, several organizations climbed aboard the Climate Train to participate in France's Science Week from 7 to 11 October 2015. CNES was represented by a mock-up of the Jason 3 satellite and several video clips. Starting from a presentation of the current state of scientific knowledge, researchers on board the train focused the debate on the effects of climate change and ongoing research to curb and cope with them.

CUBE/CUBE

LES QUATRE FACES DU CLIMAT

The four facets of climate

Du 17 au 27 octobre, un étrange cube a été installé en bas des Champs-Élysées à Paris. Le dispositif, proposé par l'ESA et le CNES, a présenté la contribution des applications spatiales aux problématiques du changement climatique, à l'approche de la COP21. Sur les quatre faces de ce cube géant figurait la multitude de satellites et d'instruments qui étudient, chacun dans un domaine spécifique, des variables climatiques.

From 17 to 27 October, a strange cube appeared along the Champs-Élysées in Paris. This "Climate Cube" set up by ESA and CNES on the eve of the COP 21 conference highlighted the contribution of space to climate change issues. The four sides of this gigantic cube described the numerous satellites and instruments investigating climate variables, each in a specific domain.





SOLUTIONS COP21/COP 21 SOLUTIONS

RECETTE D'UNE SOCIÉTÉ POST-CARBONE

Recipe for a post-carbon society

Le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a mis à la disposition des organismes de recherche, du 4 au 10 décembre, un large espace dans la nef du Grand-Palais, à Paris. « Solutions COP21 » a permis aux visiteurs de vivre l'expérience climat et de découvrir des solutions

concrètes et déjà accessibles pour entrer dans la société post-carbone. Le CNES y a exposé une maquette à l'échelle 1 de MicroCarb et a donné des conférences.

The French Ministry of National and Higher Education and Research made available to research organizations a large area in the main

hall of the Grand Palais in Paris from 4 to 10 December. "COP 21 Solutions" allowed visitors to experience climate issues and discover specific solutions already available to usher in the post-carbon society. CNES participated through lectures and a full-scale model of the MicroCarb satellite.

MOBILISATION/MOBILIZATION

FAVORISER LES SOLUTIONS COCONSTRUITES

Encouraging co-developed solutions

Le CNES a été un des acteurs majeurs du C3 (Climate Change Challenge), un challenge cocréatif, participatif et responsable qui a mobilisé 200 participants – citoyens, acteurs publics, privés, experts, étudiants – du 5 mai au 9 novembre afin de créer et développer ensemble des solutions pour lutter contre le changement climatique mais aussi s'y adapter.

CNES was one of the major players in the Climate Change Challenge (C3), an initiative encouraging joint creativity, participation and responsibility. Some 200 participants—citizens, public or private stakeholders, experts and students—took up the challenge from 5 May to 9 November, working together to create and develop solutions for tackling the effects of climate change.

ET AUSSI.../AND ALSO...

LE CNES A PARTICIPÉ À LA TABLE RONDE organisée par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Environnement sur la thématique du dioxyde de carbone lors de la COP21. **CNES TOOK PART IN THE ROUND TABLE** focusing on carbon dioxide organized by the Ministry of Ecology, Sustainable Development and the Environment during the COP 21 climate change conference.





CONFIN

70 M€

pour la réalisation du programme
de satellites THD-Sat financé
dans le cadre du PIA.
€70 million were allocated
to the THD-Sat development
project from the PIA future
investment programme.

Télécommunications

CONNECTER

CONNECTING



Internet for everyone, everywhere

To keep in step with surging demand for Internet connectivity, the telecommunications satellite market has also had to ramp up its activities. Whether providing Internet for aircraft, ships or even homes and companies in remote areas, satellites are a vital complement to land-based networks. Constellation projects simply confirm the value of satellites in delivering such a broad range of services.

Ongoing investments in new payload architectures and technologies have taken the French and European satellite-based Internet connectivity offering to a leading

Internet partout et pour tous

Le marché des satellites de télécommunication connaît actuellement une période très dynamique liée à l'explosion des besoins de connexion à Internet. Qu'il s'agisse d'embarquer Internet à bord des avions et sur les océans ou d'équiper des foyers et des entreprises situés dans des zones isolées, le satellite est incontournable et complémentaire des réseaux terrestres. Les projets de constellations confirment la richesse de l'offre satellitaire.

Les investissements en cours sur les nouvelles architectures et technologies de charges utiles avec le projet de très haut débit par satellite, dit THD-Sat, financé par le Programme d'Investissements d'Avenir, positionnent l'offre française et européenne au tout premier plan mondial de la connectivité Internet par satellite. Ces nouveaux systèmes livreront tout leur potentiel sur des satellites de très grande capacité demandant des plateformes puissantes et capables d'embarquer des charges utiles lourdes et complexes. L'intégration de la propulsion





électrique de forte puissance au sein des plateformes géostationnaires de nouvelle génération en est un des leviers. Les projets de satellites à propulsion électrique et Neosat s'annoncent comme de grands succès commerciaux. Le CNES accompagne les industriels et les fournisseurs de services français dans la conception et le développement de ces nouvelles technologies, fixes et mobiles, sur lesquelles se joue leur compétitivité. L'émergence des projets de constellations de satellites portés aux États-Unis par de nouveaux entrants sur le marché des télécommunications est à la fois un défi et la preuve que les technologies spatiales ont atteint un haut niveau de maturité. L'industrie spatiale française est partie prenante de ce nouvel horizon qui s'ouvre à elle. Le CNES est un partenaire attentif de ces nouveaux enjeux centrés sur la baisse des coûts de production. Il intervient en tant qu'expert sectoriel auprès de BPI France, qui apporte le soutien financier de l'État.

position in the world market, mainly through the THD-Sat fast-broadband Internet project funded by the PIA future investment programme. These new systems will release their full potential aboard large-capacity satellites requiring powerful buses able to host heavy, complex payloads. The use of high-power electric propulsion for new-generation geostationary satellite buses is one of the stepping stones to achieve this. All-electric satellites and the NeoSat bus are set to become major commercial successes. CNES is supporting French industry and service providers in the design and development of these new fixed and mobile technologies on which their competitiveness depends. The emergence of U.S. projects for satellite constellations supported by new telecom market players is both a challenge and the proof that space technologies have reached maturity. The French space industry is helping to open up these new horizons. CNES is well aware of these new challenges focused on lowering production costs. The agency is providing space consulting expertise to public investment bank BPI France.

L'AVIS
DE
L'EXPERT



EXPERT
VIEW

YOHANN LEROY
directeur
technique
d'Eutelsat
Chief Technical
Officer at
Eutelsat

« Déterminant pour la compétitivité de l'offre française »

« Eutelsat, troisième opérateur mondial de satellites de communication et premier client de l'industrie spatiale européenne et française, est très fier d'être le premier opérateur à avoir commandé aux deux

constructeurs français leur première plateforme à propulsion électrique, un Eurostar- EOR d'Airbus pour son satellite Eutelsat 172B et un Spacebus NEO de Thales Alenia Space. Le soutien apporté par l'Etat et mis en œuvre par le CNES au

développement des filières innovantes comme celle des satellites tout électriques ou, par exemple, à la filière THD-SAT est un élément vu comme déterminant pour la compétitivité à long terme de l'offre française et sécurisant pour l'opérateur. »

"Ensuring the competitiveness of French solutions"

"As the third-ranking telecom satellite operator worldwide and leading customer of the European and French space industry, Eutelsat is very proud to be the first operator to have ordered the first all-electric

buses produced by the two French manufacturers: a Eurostar E3000 EOR from Airbus for Eutelsat 172B and a Spacebus NEO from Thales Alenia Space. The public funding used by CNES to develop

innovative product lines such as all-electric satellites or the THD-Sat range is considered a critical factor for ensuring the long-term competitiveness of French solutions and is reassuring for operators."

Premiers débouchés commerciaux pour les satellites « tout électrique »

First market opportunities for all-electric satellites

Le programme de nouvelle génération de plateformes pour les satellites de télécommunications géostationnaires, Neosat, a franchi une étape majeure. Il a été initié par le CNES au travers du Programme d'Investissements d'Avenir. L'Agence spatiale européenne (ESA) en assure la continuité dans le cadre d'une équipe intégrée avec le CNES. Plus performantes, plus légères et moins chères, ces plateformes utiliseront de manière généralisée la propulsion électrique tout en incluant de nombreuses innovations technologiques. Leurs capacités d'emport de charge utile pourront aller jusqu'à 2 tonnes, soit 30 % de plus que les plateformes actuelles, pour une puissance maximum de 20 kW. Environ la moitié des satellites commandés par les opérateurs de télécommunications est concernée. Les premiers satellites « Neo » ont été commandés à Thales Alenia Space et à Airbus Defence and Space pour une mise en orbite avant 2020.



et coût réduit. Il repose sur une plateforme Eurostar E3000, spécialement adaptée à la propulsion électrique. Son transfert vers l'orbite finale devrait durer quatre mois. Il permettra à Eutelsat d'accélérer son développement en Asie-Pacifique.

The NeoSat development programme focusing on new-generation satellite buses for geostationary telecom applications reached a key milestone. Initiated by CNES through the PIA future investment programme, it is now being led by ESA through a joint ESA-CNES team. More efficient, lighter and yet cheaper to produce, these buses will generally use electric propulsion and feature numerous technological innovations. They will be able to carry payloads of up to 2 tonnes, 30% more than current capacities, and supply up to 20 kW. Around half of all the satellites ordered by telecom operators are concerned, the first "Neo" satellites having been ordered from Thales Alenia Space and Airbus Defence & Space for orbiting by 2020.

NEOSAT, LA PLATEFORME NOUVELLE GÉNÉRATION

La phase de conception préliminaire au développement du programme Neosat est achevée. Les deux maîtres d'œuvre français en font une de leurs priorités pour proposer des modèles innovants et gagner en compétitivité sur un marché très concurrentiel. Thales Alenia Space a signé, le 15 septembre 2015 avec l'ESA, le contrat couvrant le développement complet et la qualification de la nouvelle génération de sa ligne de plateformes de satellites de télécommunication géostationnaires, Spacebus Neo. La gamme Spacebus Neo 100 sera utilisée pour la première fois par le satellite Broadband for Africa (BB4A), qui volera en 2019. De son côté, Airbus Defence and Space a signé, le 17 novembre 2015, le contrat de développement de sa propre plateforme tout électrique, Eurostar Neo. Ces nouvelles gammes de plateformes embarqueront une palette d'innovations majeures telles que : une capacité accrue grâce à une architecture flexible et modulaire, des systèmes de contrôle de puissance et de contrôle thermique plus efficaces, des charges utiles haute performance.

UN PREMIER SATELLITE 100 % ÉLECTRIQUE EN 2017

Eutelsat 172B sera le premier satellite européen à rejoindre son orbite grâce à la propulsion électrique. Il a été commandé à Airbus Defence and Space par Eutelsat, un des principaux opérateurs de satellites dans le monde. Ce satellite associe hautes performances

et coût réduit. Il repose sur une plateforme Eurostar E3000, spécialement adaptée à la propulsion électrique. Son transfert vers l'orbite finale devrait durer quatre mois. Il permettra à Eutelsat d'accélérer son développement en Asie-Pacifique.

NEOSAT, THE NEW-GENERATION SATELLITE BUS

The preliminary design phase for NeoSat has been successfully completed. The two French prime contractors have made this programme a top priority in order to offer innovative models and gain an edge in a highly competitive market. On 15 September 2015, Thales Alenia Space signed an ESA contract covering the entire development and qualification of Spacebus Neo, the agency's new-generation geostationary telecom satellite bus product line. The Spacebus Neo 100 line will be used for the first time by the Broadband for Africa (BB4A) satellite, scheduled for launch in 2019. On 17 November 2015, Airbus Defence & Space signed the development contract for its own all-electric satellite bus, Eurostar Neo. These new satellite bus ranges will integrate a huge array of key innovations, including increased capacity due to flexible, modular design; more effective power and temperature control systems; and high-performance payloads.

FIRST ALL-ELECTRIC SATELLITE IN 2017

EUTELSAT 172B will be the first European satellite to reach its orbit using electric propulsion. It has been ordered from Airbus Defence & Space by Eutelsat, one of the world's leading satellite operators. This satellite offers high performance for low cost and is based on the Eurostar E3000 bus, geared especially to electric propulsion. It should take four months to reach its final orbit and will enable Eutelsat to ramp up its development in the Asia-Pacific region.

Créer une filière industrielle grâce à THD-Sat / A new product line thanks to THD-Sat

Le programme THD-Sat vise la mise en place d'une filière industrielle nationale capable de proposer aux opérateurs des réseaux d'accès très haut débit à Internet par satellite. Financé dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir, le projet a bénéficié d'une première tranche de 40 millions d'euros puis d'une seconde de 30 millions d'euros décidée début 2014. Il est à présent pleinement engagé et doit permettre le déploiement de satellites de grande capacité d'ici à 2020. Les premiers équipements sont qualifiés et d'ores et déjà commercialisés : antenne de 3,5 mètres de diamètre opérant en bande Ka, amplificateur de 170 W pour bande Ka, amplificateur et conversion de fréquence en bandes Q et V, un domaine du spectre électromagnétique jusqu'ici peu utilisé par les satellites de télécommunications. THD-Sat permettra de compléter idéalement la couverture par fibre optique, dont le déploiement dans certaines zones rurales ou isolées



se révèle difficile. Cette technologie satellitaire contribuera à la lutte contre la désertification de ces régions et à leur développement économique et social. Concrètement, un satellite THD-Sat offrira, sur un territoire de la taille de la France, 20 fois plus de capacité que les satellites actuels, sachant que ce programme concerne toute une gamme de satellites. Certains pourraient bénéficier des technologies de charge utile flexible, en cours de développement.

The THD-Sat programme aims to establish a French industrial product line capable of offering network operators access to fast satellite broadband for Internet applications. Funded through the PIA future investment programme, the project received an initial tranche of €40 million, followed by a second one of €30 million in early 2014. The project is currently well underway and should lead to the deployment of high-capacity satellites between now and 2020. The first equipment has already been qualified and brought to market. It includes a 3.5-metre-wide antenna operating in K_a-band, a 170-W amplifier also for K_a-band, and a frequency converter and amplifier in Q and V bands, a region of the electromagnetic spectrum little used by telecommunications satellites until now.

THD-Sat will ideally complement fibre-optic coverage that is difficult to deploy in rural or remote regions. This satellite technology will combat regional depopulation and stimulate economic and social development. A THD-Sat-class satellite will offer 20 times more capacity over an area the size of France than current satellites, and it is worth noting that this programme covers a whole range of satellites. Some may even benefit from the flexible payload technologies currently under development.

Un programme de R&D pour les satellites de télécommunication géostationnaires / An R&D programme for geostationary telecom satellites

Parallèlement aux innovations nécessaires aux nouvelles missions que doivent assurer les satellites de télécommunication, il est essentiel de maintenir leur compétitivité dans le cadre des missions plus traditionnelles (TV, radio, téléphonie...), alors qu'ils représentent encore plus des deux tiers du marché mondial. Le CNES leur porte une attention particulière à travers le programme Geico. Le programme de recherche et développement Geico porte notamment sur les charges utiles dédiées

à la diffusion TV et aux services de communication traditionnels en bandes C et Ku. Mené et cofinancé avec les industriels français, il met l'accent sur les innovations permettant de véritables ruptures technologiques ou commerciales. Après une phase 1 lancée en 2013, consacrée à l'identification des ruptures nécessaires et des développements les plus prometteurs, la phase 2 de développement de briques technologiques et équipements contribuant de manière notable à l'amélioration de l'offre nationale a été décidée fin

2015. L'objectif est d'utiliser ces innovations en vol avant 2020.

While conceiving the innovations that will gear telecommunication satellites to the new missions expected of them, it is also vital to ensure that they remain competitive for more traditional missions such as delivering television, radio or telephone services, which represent even today more than two-thirds of the world market. CNES is investigating new possibilities through the GEICO generic innovation programme. The GEICO R&D programme is focusing mainly on payloads for

TV broadcasting and traditional communication services in C- and K_u-band. Led and jointly funded by French firms, it is concentrating on innovations that will lead to technological or commercial breakthroughs. After phase 1, initiated in 2013 and dedicated to identifying the disruptive technologies needed and the most promising developments, in late 2015 the project was given the go-ahead to proceed to phase 2 (development). The focus here is on producing technology building blocks and equipment that can significantly enhance the national offering. The objective is to use these innovations in missions by 2020.



La France soutient les projets spatiaux d'avenir

France supports futuristic space projects

Début 2015, Airbus Defence and Space a été retenu par le concepteur du nouveau système de communication par satellites à l'échelle mondiale OneWeb comme principal partenaire industriel. Une co-entreprise a été créée pour le développement et la fabrication des 900 satellites de la constellation qui seront déployés en orbite basse entre 2018 et 2020. Ce nouveau positionnement majeur de l'industrie nationale s'ajoute au rôle principal joué par Thales Alenia Space dans la réalisation des constellations Iridium Next et O3b Network. L'enjeu économique de ces projets est centré sur la baisse radicale des coûts par la transformation des modèles industriels de conception et de production. Les bouleversements engendrés sur le marché par les investissements massifs de nouveaux acteurs ont poussé les pouvoirs publics à mettre en place un mécanisme d'accompagnement des industriels français sur ces grands projets. BPI France a lancé en octobre 2015 l'appel à projets pour la « compétitivité de la filière d'équipement des satellites composant les constellations en orbite basse de nouvelle génération » dans

le cadre de l'action Piave (Projets industriels d'avenir). Adressé en particulier aux professionnels du spatial, ce soutien doit permettre la mise en place d'une filière industrielle compétitive et capable de commercialiser des produits à forte valeur ajoutée, conçus et réalisés en France, et répondant aux besoins des projets de constellations en orbite basse (LEO) à court, moyen et long terme. Les projets attendus doivent couvrir les domaines de la conception et de la fabrication d'équipements innovants et la mise en place des procédés et outils industriels nécessaires à leur commercialisation. Le CNES intervient en apportant son expertise technique et sectorielle à BPI France pour la sélection puis la supervision des projets.

In early 2015, Airbus Defence & Space was chosen by the designer of OneWeb, the new global satcom system, as its main industrial partner. A joint company has been founded to develop and produce the 900 satellites that will make up the constellation in low Earth orbit between 2018 and 2020. This new major positioning of French industry is in addition to the key role played by Thales Alenia Space in the

development of the Iridium Next and O3b Network constellations. The economic challenge of these projects lies in slashing costs by revolutionizing current industrial models of design and production. The deep-rooted changes in the market caused by the massive investment of new players have stimulated public authorities to support French industry in these major projects. In October 2015, BPI France issued a call for projects to boost the competitiveness of the equipment to be flown on satellites making up next-generation LEO constellations under the forward-looking industrial umbrella project known as PIAVE (Projets Industriels d'Avenir). Aimed in particular at space professionals, this support should foster a competitive industrial product line with high added value in order to market products meeting the needs of LEO constellations in the short, medium and long run. These products would be designed and developed in France, and the expected tenders should cover the design and development of innovative equipment in addition to the industrial processes and tools required to bring them to market. CNES is contributing its technical expertise and market knowledge to help BPI France choose and then supervise projects.

PRO



15

satellites gouvernementaux
sont gérés par le CNES
en sa qualité d'opérateur.
*Government satellites
are operated by CNES.*

TÉGÉR

PROTECTING



Responding to the terrorist threat

2015 was marked by attacks in France and Europe. These events underscore the need for operations in remote theatres, where French forces tackle the terrorists in their training camps, before they act on national or European territory. In these circumstances, France's 2014–19 defence spending plan continues to apply, consolidated by the 2015 and 2016 budgets.

The 2014–19 defence plan enacts the ambitions of France's defence policy, as defined in the White Paper on defence and national security published in 2013. It was updated in 2015 to take account of

Faire face à la menace terroriste

L'année 2015 a été marquée par les attentats en France et en Europe qui ont renforcé la nécessité des opérations extérieures où les forces françaises combattent les terroristes qui s'entraînent dans des camps avant d'agir sur le territoire national ou européen. Dans ces circonstances, la Loi de programmation militaire (LPM) 2014-2019 reste en vigueur et a été confortée par les budgets 2015 et 2016.

La loi de programmation militaire 2014-2019 met en œuvre les orientations de la politique de défense française définies dans le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale rendu public en 2013. Elle a été actualisée en 2015 pour prendre en compte les évolutions survenues depuis 2013. L'effort de défense de la France a été consolidé, compte tenu des menaces qui pèsent sur la sécurité du pays et ses intérêts, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de notre territoire.

La LPM répond à trois priorités stratégiques : protéger,



●●● dissuader, intervenir. Les moyens spatiaux contribuent notamment à maintenir l'autonomie stratégique de la France. Des capacités spatiales d'observation et de renseignement d'origine électromagnétique (ROEM) seront développées. Ce sont les programmes Musis (Multinational Space-based Imaging System) et sa composante CSO (Composante spatiale optique) pour l'imagerie spatiale de défense ainsi que CERES (Capacité de renseignement électromagnétique spatiale) pour le ROEM. Par ailleurs, la LPM prend en compte le soutien à l'industrie de défense française. Les principaux secteurs de compétence des industriels sont préservés, dont le renseignement et les communications dans lesquels sont inclus les programmes spatiaux.

later developments. France's defence effort has been consolidated in light of the threats to the country's security and interests, both within and outside our borders. The defence plan meets three strategic priorities: protect, deter and intervene. Space assets play a key role, contributing in particular to France's continued strategic independence. Satellite-based observation and signals intelligence (SIGINT) capabilities will be reinforced under the MUSIS (MULTinational Space-based Imaging System) programme, and its CSO optical space component for defence imagery, and CERES (Capacité de Renseignement Electromagnétique Spatiale) for SIGINT. The 2014–19 spending plan also includes measures to support the French defence industry. Key areas of industry expertise such as intelligence and communications are protected, including the associated space programmes.

L'AVIS
DE
L'EXPERT



EXPERT
VIEW

LIONEL PERRET
chef de projet
au CNES des
programmes
Otos et THR-NG
CNES project
head for the OTOS
and THR-NG
programmes

« Atteindre des performances bien supérieures à celles de Pléiades »

« Le CNES a impulsé en France un saut générationnel dans le domaine de l'observation de la Terre en démarrant, en 2011, un programme d'innovation technologique Otos consistant à réaliser des

démonstrateurs sol préparant les chaînes fonctionnelles majeures (télescope à optique active, détection haute performance, télémétrie image à très haut débit, actionneur gyroscopique de nouvelle génération...) des

futurs satellites post-Pléiades et post-CSO. Le satellite THR-NG emportera ces innovations technologiques qui lui permettront d'atteindre des performances bien supérieures à celles de Pléiades. »

“Boosting performance beyond that of Pleiades”

“CNES inspired France to make a generational leap in Earth observation through the OTOS technology innovation programme initiated in 2011. The goal is to lay the groundwork for the key functional systems

of post-Pleiades and post-CSO satellites by developing ground demonstrators of equipment or features such as the active optical telescope, high-performance detection, very-high-throughput image telemetry

and a next-generation control moment gyroscope. The THR-NG satellite will fly these technology innovations, boosting performance beyond that of Pleiades.”

L'après-Pléiades : encore plus de précision et d'agilité

Beyond Pleiades: greater precision and agility



Illustration du programme Otos en cours de développement, et préparatoire à une nouvelle génération de système très haute résolution THR-NG.

Artist's view of the OTOS programme under development to pave the way for THR-NG, a next-generation very-high-resolution observation system.

LE 11 SEPTEMBRE 2015, EN COORDINATION AVEC LA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ARMEMENT (DGA), le CNES a signé avec les industriels Airbus Defence and Space et Thales Alenia Space un contrat d'avant-projet détaillé visant à préparer les futurs satellites d'observation optique. Le programme THR-NG (Très Haute Résolution de Nouvelle Génération) vise à préparer la suite de la constellation Pléiades. D'une résolution deux à trois fois meilleure (25 à 30 cm environ), il doit être capable de réaliser près de 2 000 images par jour, contre 1 000 à 1 500 images/jour pour le duo de Pléiades. Attendu pour le milieu des années 2020, il devra contribuer à la préparation du successeur de la constellation CSO.

Au-delà du développement des démonstrateurs de télescope actif et des capteurs de nouvelle génération, ce contrat va donner aux industriels français les moyens d'accroître leur expertise et leur compétitivité. Le CNES et la DGA renforcent ainsi « l'équipe de France » de l'observation optique afin qu'elle soit plus performante pour ses clients français, en particulier les forces armées, et plus compétitive à l'international.

CSO : LE 3^e SATELLITE CONFIRMÉ

Le programme CSO, dont le CNES assure la maîtrise d'ouvrage déléguée de la composante spatiale, se poursuit avec la confirmation du 3^e satellite grâce à la participation de l'Allemagne. Les satellites, tous identiques, doivent être lancés à partir de 2018. Les trois satellites seront placés sur des orbites polaires à des altitudes différentes. Ils répondront à deux missions : une mission « Reconnaissance », qui optimisera les capacités de couverture et de revisite du système, et une mission « Identification », avec un haut niveau de résolution et de qualité d'image.

THIRD CSO SATELLITE CONFIRMED

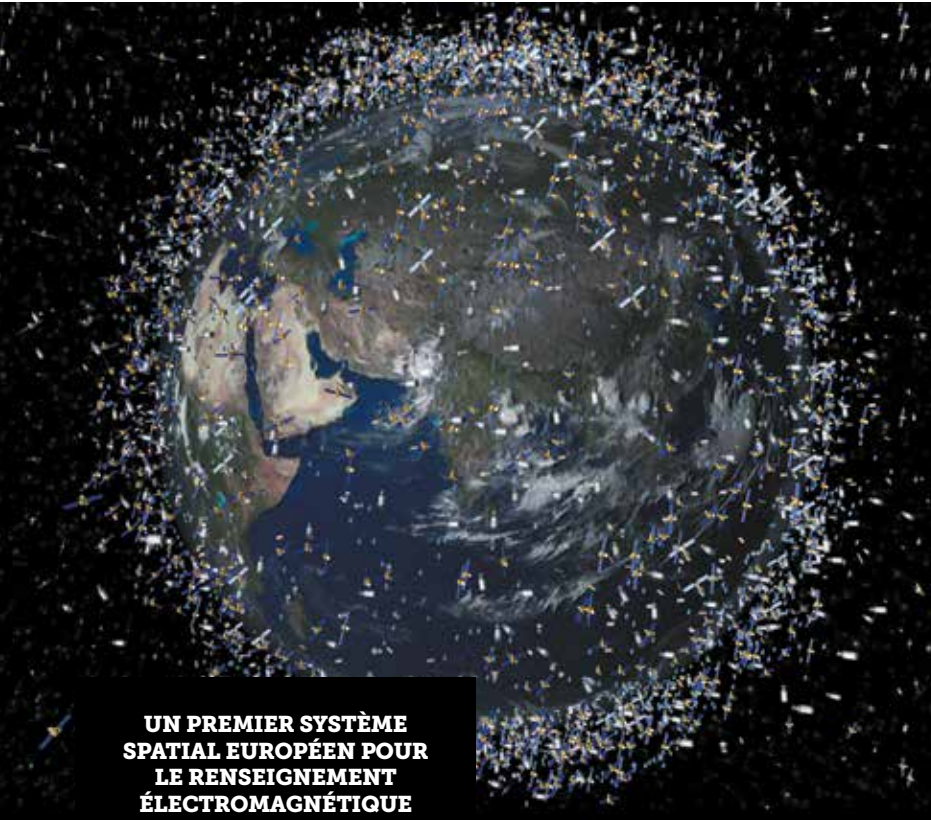
The CSO programme, for which CNES has delegated oversight responsibility for the space segment, continues apace, with confirmation of the third satellite, thanks to Germany's involvement. The three identical satellites will be placed in polar orbits at different altitudes from 2018. They will perform two missions: reconnaissance, with improved coverage and revisit capabilities, and identification, with high resolution and image quality.

ON 11 SEPTEMBER 2015, CNES IN PARTNERSHIP WITH THE FRENCH DEFENCE PROCUREMENT AGENCY (DGA) signed a detailed study contract with Airbus Defence & Space and Thales Alenia Space to prepare future dual-use optical observation satellites. The THR-NG next-generation very-high-resolution programme will prepare the follow-on to the Pleiades constellation. With two to three times' better resolution (approx. 25 to 30 cm), it will be capable of acquiring almost 2,000 images daily, compared to 1,000 to 1,500 by the two Pleiades satellites today. Scheduled for launch in the mid-2020s, it will support preparations for the successor to the CSO constellation.

As well as the development of demonstrators of the active telescope and next-generation sensors, the contract will enable the French companies involved to expand their expertise and improve efficiency. In this way, CNES and DGA are strengthening the national optical observation team to deliver higher-performance solutions for French customers, particularly the Armed Forces, and be more competitive internationally.

Surveiller les débris dans l'espace : une volonté européenne

Europe committed to monitoring space debris



UN PREMIER SYSTÈME SPATIAL EUROPÉEN POUR LE RENSEIGNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Dans le domaine du renseignement d'origine électromagnétique (ROEM), le CNES apporte son expertise technique au sein de l'équipe programme CERES. La Direction générale de l'armement a notifié, en mars 2015, la première phase de réalisation du système à Airbus Defence and Space et à son cotraitant Thales. Il permettra à la France de collecter, à l'horizon 2020, sans contrainte juridique de survol et par tout temps, du ROEM sur des zones inaccessibles par les capteurs de surface ou aériens.

EUROPE'S FIRST SPACE- BASED SIGINT SYSTEM

In SIGINT (signals intelligence), CNES is providing technical expertise as part of the CERES programme team. In March 2015, DGA awarded the first phase of the contract for implementing the CERES system to Airbus Defence & Space, with Thales as co-contractor. From 2020, CERES will enable France to gather SIGINT data in all weathers from areas inaccessible to airborne and surface-based sensors, with no legal overflight restrictions.

La Défense, en particulier le Commandement de la Défense aérienne et des Opérations aériennes, est responsable de la protection du territoire national face aux menaces venant de l'air et de l'espace. Le CNES, en tant qu'opérateur de 15 satellites gouvernementaux, a besoin de connaître l'environnement spatial alors que des dizaines de milliers de débris et d'objets de quelques centimètres peuvent représenter une menace pour nos moyens spatiaux. Aussi, le CNES et les autorités militaires travaillent-ils en étroite coordination pour exploiter au mieux les informations issues des capteurs de la Défense ou de ceux de leurs partenaires, en particulier américains.

Le 16 avril 2014, l'Union européenne décidait d'établir un cadre de soutien à la surveillance de l'espace et au suivi des objets en orbite au niveau européen.

Sur cette base, cinq pays – Allemagne, Espagne, France, Italie, Royaume-Uni – ont signé, dans le cadre de l'édition 2015 du Salon du Bourget, un accord (Consortium Agreement) visant à procurer des services anticollision sur la base d'un meilleur partage de leurs moyens et de leurs capacités. L'objectif est de partager leurs données de surveillance de l'espace dans le cadre du projet « Space Surveillance and Tracking » (SST), afin de donner aux pays européens un plus grand niveau d'autonomie dans ce domaine.

The French MoD, in particular the Air Force's air defence and air operations command (CDAOA), is responsible for protecting national territory from threats from air and space. As the operator of 15 government satellites, CNES needs an accurate picture of the space environment, where tens of thousands of pieces of debris several centimetres across and larger pose a potential threat to our space assets. For this reason, CNES and military authorities work closely to best exploit the information from French military sensors and those of our partners, particularly the United States.

On 16 April 2014, the European Union agreed to establish an EU-wide space surveillance and tracking framework. On this basis, five countries – France, Germany, Italy, Spain and the United Kingdom – signed a consortium agreement at the 2015 Paris Air Show with the aim of providing a collision-avoidance service based on better sharing of resources and capabilities. By sharing space surveillance data under the Space Surveillance and Tracking (SST) project, European countries will have a greater level of autonomy in this crucial field.

Feu vert aux futures télécommunications par satellites

Go-ahead for future satcoms



Pour pérenniser, au profit des forces armées, les capacités offertes aujourd'hui par les satellites de télécommunication militaires Syracuse 3, la Défense a décidé d'engager le programme Comsat-NG. Les deux satellites du programme de communication par satellites de nouvelle génération devraient être lancés en 2020 et 2021. Le contrat a été signé avec les industriels à la fin de l'année 2015. Outre ses capacités de communication en bande X pour résister à de forts brouillages, Comsat-NG devrait fournir de nouvelles capacités en bande

militaire Ka et renforcer les capacités opérationnelles du satellite civilo-militaire Athena-Fidus à cet horizon. Le CNES assure, dans le cadre d'une équipe intégrée DGA-CNES sous management DGA, la responsabilité technique du système spatial Comsat-NG. Par ailleurs, il est en charge du pré-développement de Telemak, un démonstrateur technologique à usage dual pour les satellites de télécommunication de nouvelle génération. Ce projet est représentatif des nombreux travaux technologiques menés par le CNES sur les innovations duales.

To sustain the capabilities offered today by the Syracuse 3 military telecommunication satellites for the Armed Forces, the French Ministry of Defence has given the go-ahead for COMSAT-NG. The two satellites developed under this next-generation milsatcom programme will be launched in 2020 and 2021. The contract was signed with industry in late 2015. In addition to X-band communications, designed to withstand severe jamming

conditions, COMSAT-NG will offer new military Ka-band capabilities and expand the operational capabilities of the Athena-Fidus civil-military satellite. As part of a DGA-led integrated team, CNES has technical responsibility for the COMSAT-NG space system. It is also in charge of the pre-development of Telemak, a dual-use technology demonstrator for next-generation telecommunication satellites, which pulls together all the technology work CNES is pursuing in dual-use innovations.

Répartition du budget 2015 CNES budget 2015

En 2015, le budget du CNES de **2002 M€** a été financé par des recettes issues :

- de subventions d'État : **1480 M€**
- de financements PIA : **200 M€**
- de contrats externes : **322 M€**

Il a été affecté :

- au programme spatial de l'EsA : **860 M€**
- au programme spatial multilatéral : **1040 M€**
- au coût d'intervention de l'établissement : **102 M€**

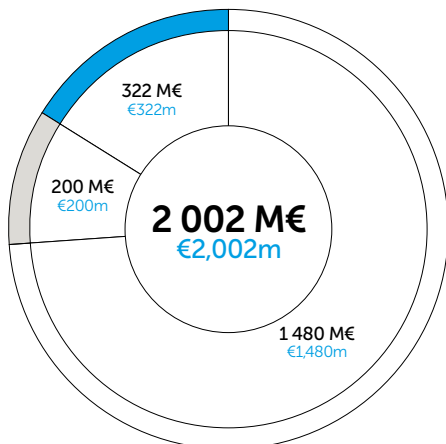
In 2015, CNES had a total budget of **€2,002m**, funded from three sources of revenue:

- Government subsidies: **€1,480m**
- PIA future investment programme: **€200m**
- External contracts: **€322m**

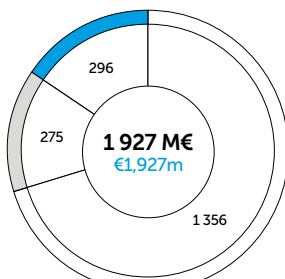
This budget was allocated as follows:

- France's contribution to ESA space programme: **€860m**
- CNES multilateral programme: **€1,040m**
- Operating costs: **€102m**

Recettes (M€) Revenues (€m)

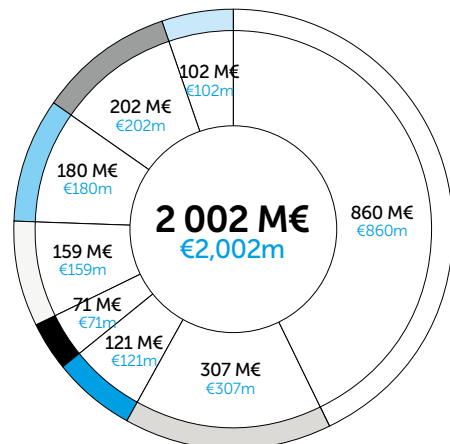


2015

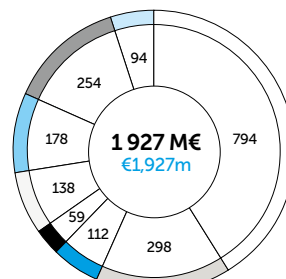
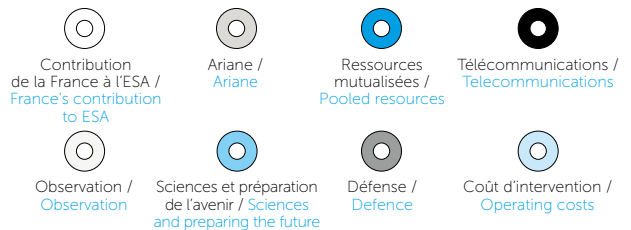


2014

Dépenses (M€) Expenditures (€m)



2015

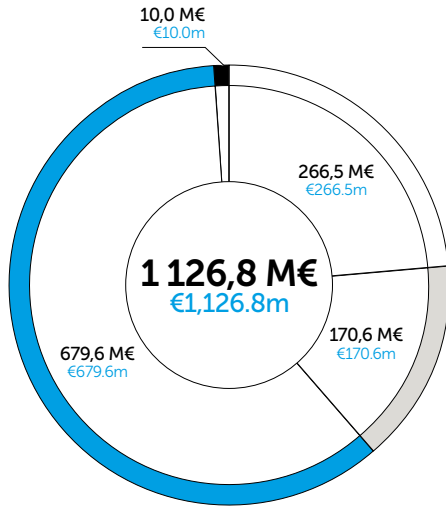


2014

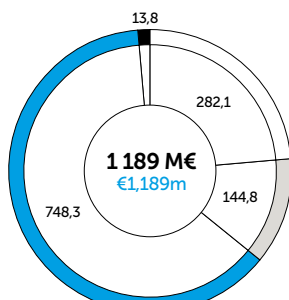
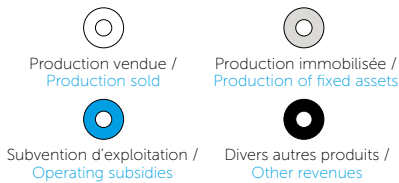
Compte de résultat de l'exercice 2015

Profit and loss account 2015

Produits d'exploitation (M€) Operating revenues (€m)

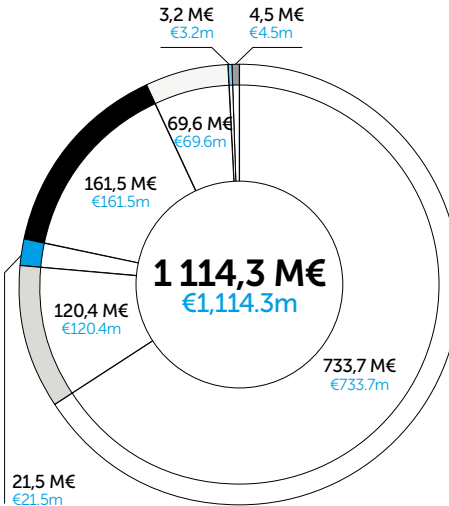


2015

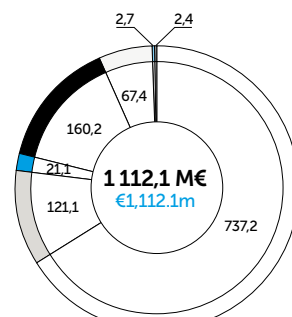
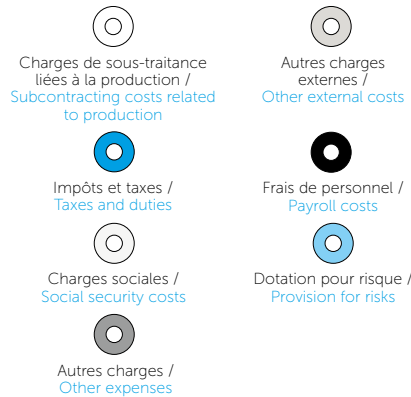


2014

Charges d'exploitation (M€) Operating costs (€m)

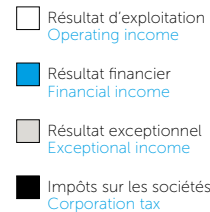
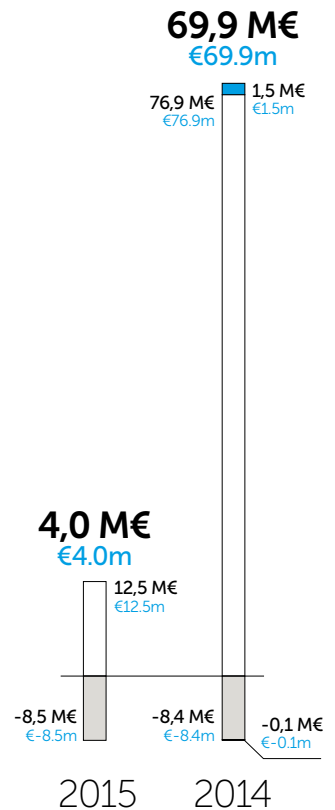


2015



2014

Résultat (M€) Income (€m)



À noter que le résultat net 2014 était exceptionnellement élevé en raison de changements intervenus dans le mode de financement du CNES au cours de cet exercice.

Note: the net income for 2014 was unusually high due to exceptional changes in CNES funding rules in the course of the financial year.

Paris/Les halles

CNES - Siège/**Head Office**

2, place Maurice Quentin
75039 Paris Cedex 01
Tél./**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
Tél./**Phone**: 33 (0)5 61 27 31 31

Paris/Daumesnil

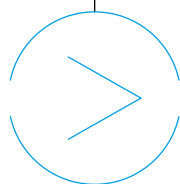
CNES - Direction des lanceurs/
Launch Vehicles Directorate

52, rue Jacques Hillairet
75612 Paris Cedex
Tél./**Phone**: 33 (0)1 80 97 71 11

Guyane

CNES - Centre spatial guyanais/
Guiana Space Centre

BP 726
97387 Kourou Cedex
Tél./**Phone**: 594 (0)5 94 33 51 11



Retrouvez la sélection vidéo de ce rapport
à l'adresse suivante/[Find the videos
of this year's report at:](#)

cnes.fr/videos-2015



CNESfrance



@CNES



CNES

Rédactrice-en-chef/[Editor-in-chief](#): Joëlle Brami

Chef de projet CNES/[CNES Project leader](#): Éric Médaille

Organismes/[Organizations](#): © CNES ; ESA ; Arianespace ; Roscosmos ; IAS ; Thales Alenia Space ; Airbus DS ; Terrapicture.fr ; MEDDE ; NASA/JPL-Caltech ; Harvard University ; DLR ; Novespace ; Thinkstock ; iStock ; Polynome ; Messagers du climat ; Rosetta/MPS for OSIRIS

Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

Photographes/[Photographers](#): O. Artemyev ; J.-P. Bibring ; A. Bouissou ; E. Briot ;

F. Doblas ; S. Godeffroy ; E. Grimault ; J.-M. Guillon ; F. Maligne ; T. Montford ;

Optique Vidéo CSG ; O. Pascaud ; M. Pedoussaut ; A. Pecchi ; H. Piraud ; P. Piron ; S. Richter ;

M. Robin ; S. Rouquette ; S. Schneider ; P. Sebirot

Illustrations/[Illustrations](#): D. Ducros ; M. Regy ; O. Sattler

Conception, conseil et réalisation/[Design and pre-press](#) : **CITIZENPRESS**

Rédaction/[Copywriting](#): Françoise Couvry-Ventelon (FCV Communication)

Traduction/[Translation](#): Delphine Libby-Claybrough & Boyd Vincent

Iconographie/[Artwork](#): Société Photon – Orianne Arnould, Marie-Claire Fontebasso

Impression/[Printing](#): Imprimerie Ménard

Ce document est édité par la direction de la Communication - service Événements
et Création institutionnelle/[Published by the Corporate Events and Material department,
Communications Directorate](#)



