

CNES MAG



ESPACE • INNOVATION • SOCIÉTÉ

#94
Novembre 2022

FRANCE - USA

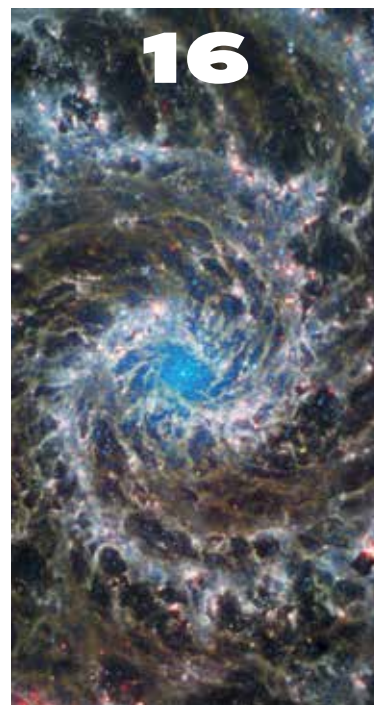
CONFIANCE SPATIALE



cnes
CENTRE NATIONAL
D'ÉTUDES SPATIALES



SOMMAIRE



05 ÉDITORIAL

06 L'ESSENTIEL

Comprehensive Dialogue on Space,
dates-clés, innovations...

le point sur la collaboration entre
la France et les États-Unis

12 #COMMUNAUTÉ

Les followers du CNES
suivent les réalisations
franco-américaines sur Terre
comme dans l'espace

13 GRAND ORAL

Chirag Parikh, adjoint suppléant
au président américain, secrétaire
exécutif du National Space Council
de la Maison Blanche

16 EN IMAGES

Des étoiles à Mars, la coopération
au service de l'exploration

18 EN CHIFFRES

Accords, financements... les données
du spatial français et américain

19 LE CNES EN ACTIONS

United Space

27 MATIÈRE

Capter les images

28 INSTANTS T

CNES/NASA

30 RENCONTRES

- Philippe Étienne, ambassadeur
de France aux États-Unis
- Pam Melroy, administratrice
adjointe de la NASA
- Guilhem Penent, conseiller Espace
à la Direction générale des relations
internationales et de la stratégie
(DGRIS) du ministère des Armées

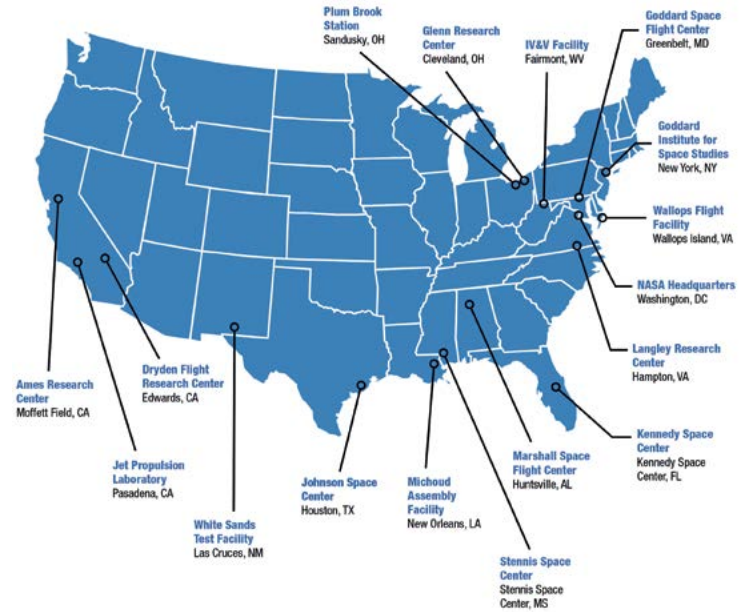


SOMMAIRE



19

LES CENTRES DE LA NASA AUX ÉTATS-UNIS



33

ESPACE ÉTHIQUE

Tel qu'il sera,
par Jacques Arnould

34

EN VUE

Les initiatives et événements
marquants

36

TRANSFERT

La space-tech française pose le pied
sur de nouveaux territoires

PARTENAIRES

Sont cités dans ce numéro : NASA p. 3/7/9/10/11/14/18/20/23/25 /26/28/29/31/34/35, ESA p. 9/20/24/25, NOAA p. 8/14/29, Irap p. 17/23, LANL p. 23, Airbus Defence and Space p. 23, CNRS p. 16/18/23, Latmos p. 10/26, Jaxa p. 7/27, ASC (Agence spatiale canadienne) p. 16/24, JPL p. 18/26, Thales Alenia Space p. 25, Ambassade de France à Washington p. 30/34/35, Business France p. 18, Onera p. 4/18, Goddard Space Flight Center p. 10/18/35, SpaceX p. 7/9/24/36, CEA p. 16/18, Observatoire de Paris p. 16, CLS p. 34, Kinéis p. 34, Rocket Lab p. 34, Exotrail p. 36, Federal Communications Commission p. 29/34, DoD p. 7/14/29, Blue Origin p. 7, Virgin Orbit p. 7, Virgin Galactic p. 7, ONU p. 8, Copuos p. 8, Connect by CNES p. 36, SCO p. 8/9/14/20, Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (Lesia) p. 10, Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA) p. 10, Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux (LGPM) p. 10, Commandement de l'Espace p. 11/29, US Space Force p. 11/29, ministère de l'Économie et Finances, Souveraineté industrielle et économique p. 28, ministère de l'Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation p. 28, ministère des Armées p. 28/32, National Space Council p. 28/13/15/28, DGA p. 29, National Reconnaissance Office p. 29, National Geospatial-Intelligence Agency p. 29, Federal Aviation Administration p. 29, l'Institut français des relations internationales p. 32, Union Européenne p. 32, OTAN p. 14/32, Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS) p. 14, Maison-Blanche p. 13/15

En couverture : © Isabel Espanol/Gettyimages



Découvrez les contenus
en ligne de ce nouveau
numéro sur
cnes.fr/cnesmag

CNESfrance

@CNES

CNES



CONTRIBUTEURS

CHRISTOPHE VENET



Directeur de l'Europe et de l'international au CNES, Christophe Venet a toujours eu deux lignes d'horizon dans son parcours : l'international et l'espace. Chercheur en analyse spatiale puis attaché spatial auprès de l'UE, ainsi qu'à l'origine de plusieurs ouvrages, il a contribué à la mise en œuvre de la politique spatiale française. Pour ce numéro, il donne son avis d'expert.



NICOLAS MAUBERT

Convaincu que « la coopération spatiale est un formidable outil au service de la diplomatie », Nicolas Maubert a quitté l'Hexagone pour faire vivre le bureau du CNES à Washington. Au cœur de l'ambassade, il décrypte pour nous causes et effets de la dynamique spatiale américaine, ses retombées sur les relations historiques entre le CNES et la NASA. Pour cette édition, il a été un référent précieux.



MATTHEW KOEPE

Nommé en août 2021 Matthew Koeppe est le « Monsieur NASA » pour l'Europe.

Et c'est à Paris qu'il siège, à l'ambassade des États-Unis. Homme d'expérience, il est aussi homme de terrain et a rencontré les principaux acteurs du spatial français au CNES, à l'Onera, à la Cité de l'espace mais aussi dans les start-up du NewSpace. Son rôle est un indéniable atout pour le renforcement des relations franco-américaines.



BRIGITTE ALONZO-THOMAS

Rédactrice en chef du CNESMAG, Brigitte Alonzo-Thomas a créé ce support en 1998, l'a nourri et fait grandir. Avec un professionnalisme et une opiniâtreté unanimement salués, elle a su donner aux activités du CNES et de ses équipes, visibilité et accessibilité. Le « Mag » lui doit de dévoiler à l'extérieur la richesse qui se vit à l'intérieur. Aujourd'hui, elle passe le relais à Mélanie Ramel qui partage les mêmes valeurs.

CNESMAG

CNESmag, le magazine d'information du Centre national d'études spatiales, 2 place Maurice Quentin. 75039 Paris cedex 01. Adresse postale pour toute correspondance : 18, avenue Édouard Belin. 31401 Toulouse cedex 9. Tél. : +33 (0)5 61 27 40 68. Internet : <http://www.cnes.fr>. Cette revue est adhérente à Communication&Entreprises. Abonnement : <https://cnes.fr/reabonnement-cnesmag> **Directeur de la publication** : Philippe Baptiste. **Directrice éditoriale** : Marie-Claude Salomé. **Rédactrices en chef** : Brigitte Alonzo-Thomas et Mélanie Ramel. **Secrétaire générale de la rédaction** : Céline Arnaud. **Rédaction** : Stéphane Boumendil, Liliane Feuilleraç, Pierre Henriquet, Hortense Lasbleis, Mélanie Ramel, Valérie Ravinet, Guillaume Tixier. **Photothèque (recherche iconographique)** : Marie-Claire Fontebasso, Orianne Arnould. **Responsable photo** : Thierry de Prada. **Crédits photo** : p. 4 CNES/C.Peus - CNES/L. Le Carpentier - NASA - CNES/T. De Prada ; p. 5 CNES/C.Peus ; p. 6 CNES/Distribution Airbus DS, 2016 ; p. 7 NASA/Keegan Barber ; p. 8 NASA/Landsat ; p. 9 NASA/Aubrey Gemignani, 2021 ; p. 10 NASA ; p. 11 (haut) NASA ; p. 11 (bas) Canadian Armed Forces ; p. 13 - p. 15 NASA ; p. 16 ESA/Webb, NASA & CSA, J. Lee and the PHANGS-JWST Team ; p. 17 ESA/DLR/FU-Berlin ; p. 19 Isabel Espanol/Gettyimages ; p. 20 AFP/L. Marin ; p. 21 NASA/Cory Huston ; p. 22 NASA/JPL-Caltech ; p. 23 NASA/JPL-Caltech/MSSS ; p. 24 NASA/Aubrey Gemignani ; p. 25 Getty Images ; p. 26 CNES/Mira Productions ; p. 27 CNES/T. De Prada, 2021 ; p. 33 J.Arnould ; p. 34 CNES/O.Sattler ; p. 34 (haut) TwentiethCenturyFox, 2017 ; p. 34 (bas) CNES/ESA/M. Pedoussaut ; p. 35 Ambassade de France ; p. 36 Exotrail. **Illustrations** : Isabel Espanol/Gettyimages, François Foyard, Robin Sarian (Idix). **Web master** : Sylvain Charrier et Marie Fesuick. **Réseaux sociaux** : Mathilde de Vos et Alice Thomas. **Traduction** : Boyd Vincent. **Conception, conseil et réalisation** : Citizen Press – David Corvaisier, Fabienne Laurent, Hortense Lasbleis, Alexandra Roy, Guillaume Tixier. **Impression** : Ménard. ISSN 1283-9817. **Ont participé à ce numéro** : Jacques Arnould, Philippe Coliot, Philippe Etienne, Matthew Koeppe, Zohra Mokadem, Samuel Mamou, Jean-Luc Maria, Nicolas Maubert, Pam Melroy, Guilhem Penent, Christophe Venet.



É D I T O R I A L



Comprehensive Dialogue on Space. C'est aujourd'hui un nouvel épisode de l'histoire spatiale entre la France et les États-Unis qui se joue sous nos yeux.

Le dialogue entre nos deux pays a débuté il y a déjà 60 ans. Depuis, il s'est illustré grâce à de nombreuses réalisations communes, dont nous pouvons être fiers, telles que l'exploration robotique avec des bijoux technologiques comme Curiosity et Perseverance, le vol habité lorsque Thomas Pesquet devient le premier astronaute européen à embarquer à bord d'une fusée de la société américaine SpaceX, ou encore l'étude du changement climatique depuis l'espace, au moyen de satellites altimétriques comme Topex-Poséidon et la filière Jason, dont la vision sera complétée demain par le satellite Swot.

Dans l'espace plus qu'ailleurs, le dicton qui dit que seul on va plus vite mais qu'ensemble on va plus loin prend tout son sens, surtout au sein d'un écosystème en pleine mutation. Un écosystème qui s'ouvre à de nouveaux acteurs de part et d'autre de l'Atlantique, avec des enjeux sociétaux mais également de défense.

Dans ce monde en mouvement, la coopération entre nos deux pays reste sur le devant de la scène. Un pilier solide sur lequel l'avenir peut s'appuyer. Bonne lecture.

MARIE-CLAUDE SALOMÉ
DIRECTRICE DE LA COMMUNICATION DU CNES



COMPREHENSIVE DIALOGUE ON SPACE

RÉUNIR TOUS LES ACTEURS DU SPATIAL

Le spatial est au cœur de la relation historique et privilégiée qui lie la France et les États-Unis. Il constitue un outil puissant au service de notre diplomatie. À l'occasion de leur rencontre à Paris en novembre 2021, Kamala Harris, vice-présidente des États-Unis, et Emmanuel Macron, président de la République française, s'engageaient à renforcer nos coopérations au moyen de plusieurs actions structurantes. Parmi elles, la mise en place d'un dialogue approfondi sur l'espace (*Comprehensive Dialogue on Space*). Son objectif est de réunir chaque année autour d'une même table les forces vives du secteur spatial des deux pays afin de définir des axes prioritaires de coopération civile, commerciale et de sécurité nationale. Des thématiques telles que la lutte contre le changement climatique ou l'économie spatiale durable seront, bien sûr, au centre de discussions constructives. La première de ces rencontres se tiendra à Paris en novembre 2022. La France sera alors le second pays après le Japon à adhérer de manière volontariste à cette initiative américaine.



ACCORDS ARTEMIS

LUNE, MARS, VÉNUS... FIXER LE CADRE

Les prochaines missions spatiales visent l'espace lointain, la Lune, Mars ou le Système solaire. Humains et technologies s'y préparent. Reste à repreciser les principes éthiques et réglementaires qui régissent l'utilisation dudit espace. C'est l'objectif des accords Artemis impulsés en 2020 par les États-Unis. Rédigés dans la perspective du programme habité lunaire Artemis de la NASA, ils actualisent les principes du traité de l'espace de 1967. Leur importance est capitale : ils ouvrent la voie, par une discussion multilatérale au niveau mondial, à l'établissement d'un nouveau cadre juridique garantissant une exploitation pacifique et durable de l'espace. La France, en rejoignant les accords Artemis le 7 juin 2022 à Washington, en marge du 60^e anniversaire du CNES, en est devenue le 20^e pays signataire. Partie prenante de ce programme lunaire, elle est également associée aux prochaines missions américaines d'exploration : MSR (Mars), Dragonfly (Saturne/Titan), Veritas (Vénus), Juice (Jupiter), etc.

25

C'est le nombre d'accords bilatéraux en vigueur signés entre les deux agences spatiales CNES et NASA. Le CNES est le 2^e établissement partenaire de la NASA, derrière la JAXA, l'agence japonaise (42 accords).

NEWSPACE

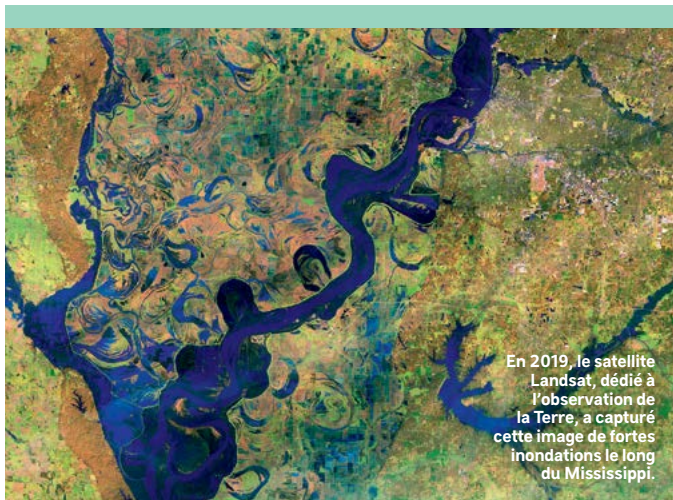
INNOVATION ET INSPIRATION

L'industrie spatiale américaine, comme celle de la France, a longtemps été un domaine réservé, alimenté par la contractualisation avec des acteurs publics comme la NASA ou le DoD¹. Dans les années 2000, porté par la quête du « mieux pour moins cher », le paysage spatial américain s'est transformé. Il s'est ouvert aux acteurs privés et à la concurrence. L'évolution des technologies, l'explosion du numérique, de la miniaturisation, de l'intelligence artificielle, l'évolution des procédés de fabrication, l'apport de nouvelles architectures, de produits « sur étagères », de nouveaux *business models* et la généralisation de contrats de service avec la NASA ont jalonné l'âge d'or du NewSpace américain. Des entreprises telles que SpaceX, Blue Origin, Virgin Orbit ou Virgin Galactic ont pu réussir en partie grâce au soutien de la politique industrielle novatrice du gouvernement fédéral. Une source d'inspiration pour notre pays : le Plan France 2030² invite les acteurs économiques à s'investir dans certains segments spatiaux et à développer de nouveaux usages. Avec des initiatives comme Connect by CNES, l'agence spatiale française contribue elle aussi à cette dynamique au sein de l'écosystème spatial dans les domaines des applications en santé, environnement ou encore mobilité.

1. Département de la défense.

2. Lancé en 2021 par le gouvernement français.





En 2019, le satellite Landsat, dédié à l'observation de la Terre, a capturé cette image de fortes inondations le long du Mississippi.

SCO LES ÉTATS-UNIS S'ENGAGENT

En 2017, dans le cadre du One Planet Summit¹, le SCO (observatoire spatial pour le climat) voyait le jour sur une initiative de la France et du CNES. Son objectif : utiliser les données spatiales pour développer des outils opérationnels afin de s'adapter aux effets du changement climatique (prévention des inondations et incendies, protection des littoraux, agriculture et irrigation raisonnée, etc.). Cet observatoire réunit à ce jour plus de 30 pays et organisations internationales. La nouvelle administration américaine, qui a fait de sa politique spatiale un « outil au service de la priorité climatique », vient de rejoindre le SCO. Annoncée par Kamala Harris en novembre 2021 à Paris,

cette adhésion a été officialisée par la signature de la charte en juin 2022 par la NOAA². Depuis un demi-siècle, cette agence observe océans et atmosphère, assimile des données météorologiques, océaniques, surveille les écosystèmes et distribue des informations. Elle est l'interlocutrice américaine privilégiée pour fournir des informations très concrètes : mesures de gaz à effet de serre, projections sur l'élévation du niveau des mers. Son réseau international favorise l'émergence d'outils opérationnels : aménagement du territoire, mais aussi suivi de changement climatique à l'échelle locale.

1. Réunion internationale sur les changements climatiques.
2. National Oceanic and Atmospheric Administration.

RÉGLEMENTATION VERS UN ESPACE DURABLE

L'espace n'est pas un lieu affranchi de règles dans lequel chaque pays ou chaque utilisateur circule librement, laisse négligemment débris, fragments et autres objets spatiaux. Dès 1959, les Nations unies se sont saisies de la question de la pollution spatiale. L'ONU s'est imposée comme cadre pertinent pour édicter les règles d'un « usage responsable » via un comité technique et juridique, le Copuos¹. Si ses préconisations ont vocation de régulation, elles restent non contraignantes. Aujourd'hui, le nombre d'engins spatiaux a explosé, celui des débris spatiaux aussi, induisant un encombrement et une crainte de saturation de l'orbite basse terrestre². Dans ce contexte, dès 2008, la France a mis en place la LOS³, une réglementation nationale intégrant les recommandations onusiennes. Cette loi encadre aussi bien les activités de lancement⁴ que celles en orbite pour les satellites construits ou lancés depuis la France. Reconnu par l'État français pour son expertise technique, le CNES est responsable de son application et du contrôle de conformité. Il se charge également de la mise à jour régulière pour prendre en compte l'évolution des systèmes orbitaux. Cette initiative française novatrice pourrait faire école : un dialogue est ouvert avec les autorités américaines qui pourrait faire de la LOS et son concept évolutif une base de réflexion pour améliorer la réglementation internationale.

1. Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.
2. Entre 500 et 1000 km d'altitude.
3. Loi relative aux opérations spatiales.
4. Lancement notamment depuis la Guyane française.



CREW-2

UN CLIMAT DE CONFIANCE

Le 23 avril 2021, le décollage de Thomas Pesquet à bord du Crew Dragon de SpaceX témoignait du lien privilégié entre la France et les États-Unis. Pour la première fois depuis dix ans, un astronaute européen décollait depuis le sol américain vers l'ISS. Astronaute de l'ESA, citoyen français, ex-ingénieur de recherche sur l'autonomie des missions spatiales au CNES (2002-2004), Thomas Pesquet avouait avant son départ : « Je suis fier de représenter mon pays là-haut. » Désormais de retour sur Terre après une mission de six mois, l'astronaute a les yeux tournés vers la Lune, espérant prendre part activement aux futures missions lunaires du programme Artemis.

9

Milliards d'euros

C'est l'investissement, sur trois ans, pour le secteur spatial annoncé par Élisabeth Borne, à l'occasion de l'IAC. La Première ministre a plaidé pour « des moyens forts » et « une recherche de pointe ».

54,6

MILLIARDS DE DOLLARS

C'est le budget alloué au spatial par les États-Unis pour l'année 2021. Il représente plus de la moitié de l'ensemble des budgets spatiaux de la planète. 23 milliards de dollars étaient dédiés à la NASA.

1^{er}

Thomas Pesquet est devenu en 2021 le 1^{er} astronaute français à prendre les commandes de la Station spatiale internationale.

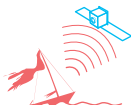
1961-2022 : SIX DÉCENNIES DE COOPÉRATION

21 MARS
1961



Signature du 1^{er} accord de coopération à long terme entre la NASA et la France via le Comité des recherches spatiales (prédécesseur du CNES).

23 NOV.
1979



Entente pour le lancement du projet Cospas-Sarsat et signature d'un accord par 4 institutions, dont le CNES et la NASA. Entente officialisée en 1988. Depuis, Cospas-Sarsat a permis le sauvetage de 50 000 vies humaines.

10 AOÛT
1992



Lancement de Topex-Poseidon par une Ariane 4 depuis la Guyane, ouvrant la voie à 30 ans de coopération dans l'océanographie.

7 FÉV.
2011



Accord de coopération sur la surveillance des débris spatiaux.

8 SEPT.
2011



Accord de coopération sur 3 missions d'observation de la Terre (Calipso, Megha-Tropiques, Swot) dont les données font référence pour des modèles climatiques.

7 JUIN
2022



Signature des accords Artemis par la France et adhésion au SCO des États-Unis à Washington, en marge de la célébration des 60 ans du CNES.



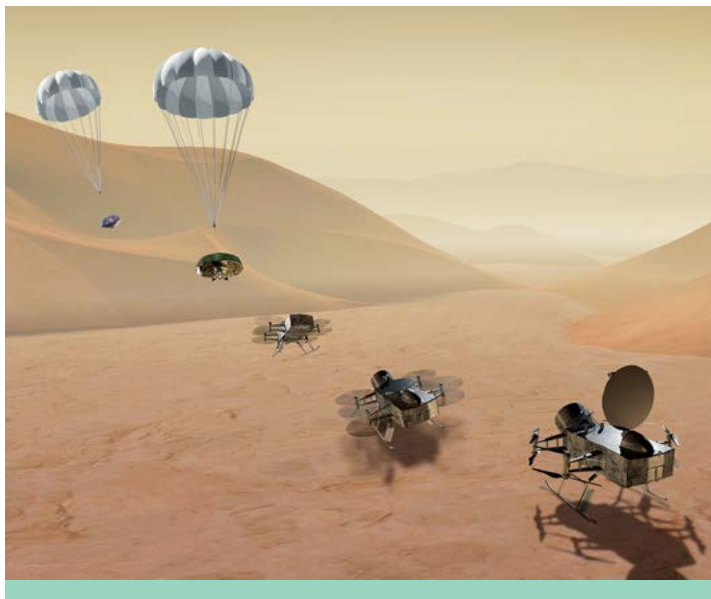
L'ESSENTIEL

DECADAL SURVEY

ENSEMBLE ON VA PLUS LOIN

Les programmes de recherche spatiale comme l'intérêt scientifique des missions se définissent longtemps à l'avance. Avant d'engager ses programmes, le CNES s'appuie sur les conclusions du Séminaire de prospective scientifique. Tous les cinq ans, celui-ci réunit cette communauté pour définir les priorités structurant les grandes missions spatiales proposées à son conseil d'administration. Dans le même esprit, aux États-Unis, les Decadal Surveys¹ définissent tous les dix ans les grands objectifs scientifiques auxquels les missions spatiales de la NASA doivent répondre dans les domaines des sciences planétaires, de l'astrophysique et des sciences de la Terre (caractérisation du climat, processus planétaires, recherche de traces de vie, habitabilité, etc.). Véritable feuille de route, les Decadal Surveys justifient les demandes de budget auprès du Congrès américain qui peut ainsi ajuster ce budget si nécessaire. En dépit de temporalités différentes, France et États-Unis procèdent de manière similaire en matière de prospective, ce qui leur permet d'envisager leurs futures coopérations sur certains programmes, d'en définir le périmètre, les responsabilités de chacun et de les budgéter. La France peut ainsi être associée à des projets très ambitieux comme les missions lunaires et martiennes à venir qu'elle ne pourrait jamais engager seule.

1. Étude décennale sur les sciences planétaires (Planetary Science Decadal Survey).



DRAGONFLY

INVESTIGATIONS AU CŒUR DE TITAN

Dragonfly (libellule en français) n'a de léger que le nom. D'une masse de 450 kg, ce drone instrumenté sera lancé par la NASA vers Titan, le plus grand satellite naturel de Saturne, à l'horizon 2027 et devrait l'atteindre en 2034. Il se déplacera sur une douzaine de sites. Tout comme la mission Cassini-Huygens (2005-2017), cette quatrième mission du programme spatial américain New Frontiers¹ sera principalement dédiée à l'exobiologie. Cette lune de Saturne est un corps actif qui comporte, comme la Terre, des rivières et des lacs ; le méthane y suit un cycle, semblable au cycle terrestre de l'eau. Alors, pourrait-on y trouver des composés organiques et de potentielles traces de vie ? Pendant plus de trois ans, en toute autonomie, Dragonfly va prélever la plus large palette d'échantillons possible dans l'atmosphère et sur le sol de Titan pour les analyser. Pour recueillir des échantillons au sol, le CNES, associé à quatre laboratoires français², fournira la partie « chromatographe en phase gazeuse » du système DraMS³ conçu par le GFSC⁴ américain. Il réinvestira les mêmes technologies que celles déployées sur le laboratoire SAM du robot martien Curiosity ou de l'instrument Moma du rover ExoMars.

1. Exploration du système solaire.

2. Laboratoire Atmosphères, Observations spatiales (Latmos), Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (Lesia), Laboratoire interuniversitaire des systèmes atmosphériques (Lisa), Laboratoire génie des procédés et matériaux (LGPM).

3. Dragonfly Mass Spectrometer.

4. Goddard Space Flight Center.

FSS

UN SISMOMÈTRE FRANÇAIS SUR LA LUNE

Depuis 2018, le sismomètre français SEIS (mission Insight) détecte les événements à la surface de Mars. Par contre, sur la Lune, depuis les missions Apollo (1972-1977), c'est « silence radio » ! Le projet américain FSS¹ va combler ce manque. Il vise à déposer un sismomètre sur le sol lunaire, qui sera en partie français ! Le CNES va en effet fournir à l'agence américaine

le cœur de l'instrument conçu à partir du modèle de recharge de SEIS. L'environnement lunaire n'est pas l'environnement martien : ce sismomètre VBB² (en bande large) sera donc adapté pour optimiser ses performances sur la Lune. Il sera, par ailleurs, installé sur la face cachée de cette dernière pour mieux connaître la sismologie de cette zone peu investiguée jusqu'à présent. Autonome, le sismomètre pourra

fonctionner pendant quatre mois. Pour tirer parti de toutes ces observations, le CNES mettra à la disposition de la NASA le centre de mission conçu pour SEIS. Là aussi, des aménagements seront apportés pour le rendre adaptable au traitement des données livrées par FSS et qui constitueront une nouvelle manne pour la communauté scientifique.

1. Farside Seismic Suite.
2. Very Broad Band.



DÉFENSE

UNE COMMUNAUTÉ DE VUES ET D'INTENTIONS

La coopération franco-américaine s'étend aussi au domaine de la défense. Les deux États partagent des vues concordantes. En créant en 2019 le Commandement

de l'espace, la France a voulu se doter de moyens supplémentaires pour faire face aux menaces potentielles de plus en plus fréquentes dans l'espace : écoute, brouillage, espionnage, manœuvres hostiles. En 2019, l'année de création du Commandement de l'espace, les États-Unis ont réinstauré l'US Space Command et créé par décret présidentiel l'US Space Force. En février 2020, la France a par ailleurs rejoint le CSpO¹ créé par les États-Unis en 2014. Regroupant les partenaires historiques des États-Unis, à savoir l'Australie, le Canada, le Royaume-Uni, la Nouvelle-Zélande et désormais la France et l'Allemagne, cette initiative vise à coordonner les efforts déployés en matière de défense spatiale, à partager des données, à développer des moyens techniques adéquats pour faire échec à la montée en puissance d'attaques potentielles et garantir une meilleure sécurité.

1. Combined Space Operations (Opérations Spatiales Combinées).



Le général français Michel Friedling signe la lettre d'adhésion de la France au CSpO, le 11 février 2020.



COMMUNAUTÉ

Tous les jours, sur les réseaux sociaux, le CNES discute avec vous. Vous nous faites part de vos réflexions ou questions. Rejoignez la conversation ! ;)



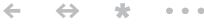
@EMMANUELMACRON

Président de la République française.



Voici Mars. Depuis le Rover Perseverance équipé du SuperCam. Une part de l'excellence française vient d'arriver sur la planète rouge pour étudier la roche martienne.

Grande fierté ! Félicitations aux équipes de la [@NASA](#), du [@CNES](#) et du [@CNRS](#). [#CountdownToMars](#)



@SENBILLNELSON

14th NASA administrator



Ce fut un honneur de rencontrer le président [@EmmanuelMacron](#) aujourd'hui. Le partenariat entre nos nations est aussi fort dans l'espace qu'il l'est ici sur Terre. La collaboration entre la [@Nasa](#) et le [@CNES](#) a été la clé pour atteindre nos objectifs communs – dans la science, l'exploration, le climat, et bien plus.



@DR_THOMASZ

Associate Administrator, @Nasa Science Mission Directorate

L'eau, c'est la vie, mais seulement ~1 % nous est accessible. La mission SWOT de [@NasaEarth](#) et du [@CNES](#) va mesurer plus de 95 % de l'eau douce des lacs, rivières et réservoirs de la Terre, permettant une meilleure compréhension de la façon dont le changement climatique affecte ces systèmes importants.

<https://t.co/qdfGXGBP30>



@VP

Vice President of the United States.

Grande nouvelle : la France est devenue le 20^e pays à signer les accords Artemis. Je félicite la France pour l'affirmation de son engagement en faveur d'une exploration pacifique, responsable et durable du Cosmos.





GRAND ORAL

CHIRAG PARIKH

LE SPATIAL EST AU CŒUR DE LA RELATION DE CONFIANCE QUI UNIT LA FRANCE ET LES ÉTATS-UNIS. La vice-présidente Kamala Harris dirige le National Space Council, l'organe de la Maison-Blanche chargé d'élaborer et de mettre en œuvre la politique spatiale américaine. Chirag Parikh, adjoint suppléant au président, en est le secrétaire exécutif et travaille aux côtés de la vice-présidente.



GRAND ORAL

En novembre 2021, Kamala Harris a annoncé la mise en place d'un *Comprehensive Dialogue on Space* entre la France et les États-Unis. Sur quels sujets porte ce dialogue ?

Chirag Parikh : La coopération entre nos deux pays, ancienne et fructueuse, couvre l'ensemble des domaines du spatial. Nos partenariats englobent aussi bien les aspects techniques, le matériel, les opérations, les technologies que la politique spatiale et ses enjeux stratégiques. Par son étendue, cette coopération rend notre relation unique. Le président Emmanuel Macron et la vice-présidente Kamala Harris ont tous deux conscience qu'en matière d'espace, les activités civiles, commerciales et ayant trait aux enjeux de sécurité nationale se superposent de plus en plus. Le *Comprehensive Dialogue on Space* a précisément pour ambition de décloisonner les sujets et de rassembler autour d'une même table l'ensemble des acteurs du spatial des deux côtés de l'Atlantique. L'objectif est de tirer profit de nos idées, expériences et capacités réciproques afin de consolider la coopération grâce à un dialogue bilatéral régulier entre agences américaines et françaises. Nos experts du Conseil national de l'espace, du Conseil de sécurité nationale, du département d'État, du département de la Défense, du département du Commerce, du département des Transports, du Bureau du directeur du renseignement

national, de la NASA, ainsi que d'autres départements et agences nationales vont ainsi se rapprocher de leurs homologues français.

Quels sont, par exemple, les bénéfices de ce dialogue face à la crise climatique ?

C. P. : Le *Comprehensive Dialogue on Space* ne porte pas sur un thème spécifique. Par exemple, les sciences de l'Univers et l'observation de la Terre sont depuis longtemps au cœur des partenariats entre le CNES et la NASA.

« Notre sécurité nationale et la défense de nos intérêts et ceux de nos alliés reposent sur le spatial. »

Comme l'avait annoncé la vice-présidente Kamala Harris, les États-Unis ont rejoint l'Observatoire spatial du climat (SCO), une initiative du CNES qui rassemble autorités publiques, scientifiques et entreprises, et propose des outils d'aide à la décision pour observer, évaluer et anticiper les impacts du changement climatique. En décembre prochain aura lieu le lancement du satellite Swot. Cette mission dédiée à la mesure des eaux de surface et de la dynamique océanique, menée conjointement par le CNES et la NASA, associe aussi la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) et l'institut d'études géologiques des États-Unis (USGS). Quand on évoque des missions telles que Swot, on pense généralement au volet spatial de

la coopération, ce qui se passe là-haut. Mais nos coopérations sur l'analyse et l'utilisation des données qui proviennent des capteurs en orbite présents et à venir sont essentielles. L'un des points principaux de notre politique commune est d'ouvrir librement l'accès aux données des satellites civils aux populations du monde entier.

Qu'en est-il en matière de défense ou de sécurité ?

C. P. : Nos deux gouvernements considèrent, l'un comme l'autre, que notre sécurité nationale et la défense de nos intérêts et ceux de nos alliés reposent sur le spatial. Le 18 avril dernier, la vice-présidente Kamala Harris a annoncé que les États-Unis s'engageaient à ne pas conduire d'essais destructeurs de missiles antisatellites à ascension directe. La raison en est simple : ces tests génèrent une quantité considérable de débris. Ceux-ci sont susceptibles d'endommager, indistinctement, des satellites d'observation, de communication, des satellites militaires ou, encore, de mettre en péril les vies à bord de la Station spatiale internationale. Pour revenir à nos partenariats bilatéraux en matière de sécurité nationale : la France participe à de nombreux programmes parmi lesquels les exercices du Schriever Space Wargame. La coopération militaire entre nos deux pays s'exprime également au sein de l'OTAN. Bien évidemment, la sécurité est un des éléments constitutifs du *Comprehensive Dialogue on Space* engagé entre nos deux pays.



GRAND ORAL



CHIRAG PARIKH

ADJOINT SUPPLÉANT AU PRÉSIDENT AMÉRICAIN, SECRÉTAIRE EXÉCUTIF DU NATIONAL SPACE COUNCIL DE LA MAISON-BLANCHE

« Ensemble, nous veillons à ce que nos usages de l'espace demeurent durables, responsables et sûrs. »

Les relations entre nos deux pays peuvent-elles profiter à l'essor du NewSpace français ?

C. P. : Les activités liées à l'émergence du NewSpace connaissent une croissance forte dans le monde entier. Cela est en partie lié à la diminution des coûts des voyages spatiaux qui permet à de plus en plus d'États, d'entreprises privées et d'investisseurs de se lancer dans l'aventure. Il faut s'en réjouir. Ce phénomène profite à la fois à l'économie, à l'emploi, à la sécurité, à la science ou encore à l'exploration spatiale. Mais ce foisonnement doit être canalisé, ne serait-ce que pour

éviter de dupliquer inutilement les travaux ou les recherches. Nous devons encore renforcer la coopération internationale et les États-Unis y travaillent déjà, pour définir un cadre propice au développement de ces nouvelles activités spatiales. France et États-Unis sont signataires du Traité sur l'espace extra-atmosphérique qui exige que les activités spatiales non gouvernementales soient soumises à autorisation et à une supervision constante. Autrefois, il s'agissait principalement de satellites de communication, d'imagerie et de lanceurs. Aujourd'hui, ces activités se sont multipliées : entretien en orbite, construction dans l'espace, et même des activités sur la Lune ou en périphérie. L'enjeu consiste notamment à veiller à ce que les activités du NewSpace soient menées de manière responsable afin de préserver l'environnement spatial. La signature par la France des accords Artemis en juin dernier atteste de l'importance qu'elle accorde à la préservation de cet environnement, des basses orbites à la Lune et même au-delà. Ensemble, nous veillons à ce que nos usages de l'espace demeurent durables, responsables et sûrs.

Quelles sont, parmi les missions actuelles et à venir, celles qui vous enthousiasment le plus ?

C. P. : Nous sommes tous très impatients d'assister au lancement du programme Artemis et de retourner sur la Lune. Il est difficile de ne pas être séduit par cette formidable

dynamique. Mais d'un point de vue personnel, et sans doute en raison de mon parcours professionnel, ce qui m'enthousiasme le plus, c'est la manière dont nous pouvons tirer profit de la quantité phénoménale de données que nous collectons pour la Terre depuis l'espace au moyen des multiples capteurs civils, commerciaux, militaires. J'attends beaucoup des progrès des calculateurs, des techniques d'analyse, de l'intelligence artificielle. Je suis convaincu que les grandes découvertes de demain sont tapies dans les données dont nous disposons déjà ou que nous sommes sur le point d'obtenir.

PROFIL

1997-2008

Ingénieur aérospatial au National Air and Space Intelligence Center, United Space Air Force.

2010-2016

Directeur en charge de la politique spatiale et directeur de la stratégie et de la politique de défense au Conseil national de sécurité de la Maison-Blanche.

2016-2019

Directeur de l'Agence nationale de renseignement géospatial (NGA).

DEPUIS AOÛT 2021

Adjoint suppléant au président et secrétaire exécutif du National Space Council de la Maison-Blanche.



EN IMAGES



TOUJOURS PLUS PRÈS DES ÉTOILES

Ce cliché exceptionnel est l'une des premières images transmises par le télescope James Webb (JWST) de la NASA¹ qui représente les détails d'une galaxie, M74, aussi appelée galaxie du Fantôme, située à environ 32 millions d'années-lumière de la Terre. Le successeur de Hubble offre à la communauté scientifique internationale une représentation inédite de l'Univers. Des images de plus de 150 millions de pixels ont pu être reconstituées à partir d'un millier de fichiers. Maître d'ouvrage pour la partie française, le CNES a apporté un support technique et financier aux laboratoires du CNRS, du CEA² et de l'Observatoire de Paris, qui ont conçu la caméra et le coronographe de l'instrument infrarouge MIRI.

1. Avec la participation des agences spatiales européenne et canadienne.

2. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.



EN IMAGES



20/20 POUR LA MISSION MARS 2020

Perseverance, le rover américain de la mission Mars 2020, a atterri le 21 février 2021 dans le cratère martien Jezero. Héritier de ChemCam¹, l'instrument SuperCam dont il est doté a été défini et conçu par l'Irap², avec le concours de laboratoires et le soutien financier du CNES. Véritable couteau suisse, il combine des fonctionnalités d'analyse laser de roches et d'atmosphère. Il représente l'instrument support le plus utilisé par la mission Mars 2020. Pour veiller 24h/24 au suivi opérationnel, accueillir les scientifiques et ingénieurs en charge de la programmation de SuperCam, le CNES a également mis en place le centre de mission Focse³.

1. Instrument du rover Curiosity (2012). 2. Institut de recherche en astrophysique et planétologie.
3. French Operation Centre for Science and Exploration.



EN CHIFFRES

118

La NASA a signé 118 accords relatifs à l'environnement et à sa protection dans le cadre du programme Globe (Global Learning and Observations to Benefit the Environment), à destination des étudiants et des enseignants.

56



LA NASA TOTALISE À CE JOUR 56 ACCORDS DE PARTENARIAT AVEC LA FRANCE, soit 25 avec le CNES, 21 avec des établissements de recherche et des universités, 6 avec le CNRS, 3 avec l'Onera et 1 avec le CEA.

Business France



Avec un budget d'environ 55 milliards de dollars sur l'année 2021, les États-Unis représentent près de 60 % du budget spatial mondial. Largement alimenté par la commande publique fédérale (en 2021, 90 % du budget spatial américain provenait du financement fédéral voté par le Congrès), il bénéficie d'une préférence nationale assumée. Ce qui pourrait dissuader l'écosystème français (start-up, PME, etc.) d'entreprendre outre-Atlantique... Pourtant, des opportunités existent. À l'ambassade de France à Washington, le bureau du CNES mobilise les leviers susceptibles de transformer en réalité le rêve américain des jeunes pousses françaises. Un voyage d'études a ainsi été organisé à leur intention aux États-Unis en juin 2022 en partenariat avec Business France¹. Ce voyage, qui comprenait des étapes en Floride et en Californie, a permis à une quinzaine d'acteurs français du spatial de s'immerger dans le réseau américain. Au programme de ces trois jours : visites, rencontres et conférences. En créant une nouvelle entité dédiée au soutien à l'écosystème en 2022, le CNES est totalement investi dans cet accompagnement des entreprises désireuses d'exporter leur savoir-faire.

1. Agence nationale au service du développement international de l'économie française.

8,3%

C'est, dans l'ISS, la part de financements européens. Cette contribution assure des sièges pour les astronautes européens dans le cadre de vols américains et réserve du temps passé dans l'ISS aux expériences scientifiques européennes.

13

LE GODDARD

Space Flight Center (GSFC) est le principal centre de la NASA ; il est consacré à la recherche scientifique. La France est son premier partenaire avec 19 accords de partenariat, dont 13 signés avec le CNES. Avec 8 accords bilatéraux, le Jet Propulsion Laboratory est le deuxième partenaire du CNES aux États-Unis.

1965

Établi à Washington depuis 1965, le bureau du CNES entretient depuis près de 60 ans la relation historique entre la France et les États-Unis dans le spatial.

62 000

C'est le nombre de tirs réalisés en un an par le laser de SuperCam, l'ensemble d'instruments franco-américain du rover Perseverance (mission Mars 2020), qui analyse notamment la composition chimique des roches.

UNITED SPACE

EN 60 ANS D'HISTOIRE SPATIALE COMMUNE, FRANCE ET ÉTATS-UNIS ONT NOUÉ UNE RELATION PROFONDE, NOURRIE DE MULTIPLES COOPÉRATIONS. AUJOURD'HUI, AVEC LES NOUVEAUX PROGRAMMES D'EXPLORATION ET D'OBSERVATION, ET L'ÉMERGENCE DES DEUX CÔTÉS DE L'ATLANTIQUE DES ACTEURS DU NEWSPACE, CETTE DYNAMIQUE SE RENFORCE ET STIMULE À LA FOIS LA RECHERCHE, L'INDUSTRIE, L'ÉCONOMIE ET LA DIPLOMATIE.





LE CNES EN ACTIONS



santes de coopérations pour l'écosystème spatial français. Les États-Unis, eux, ont ratifié la charte du SCO ; un engagement essentiel à l'heure où le dérèglement climatique réclame l'attention de toutes les forces vives. Enfin, les deux partenaires vont échanger davantage et plus fréquemment. Le *comprehensive dialogue on space* (voir Grand Oral, p. 13) va apporter plus de réactivité, de fluidité et de régularité dans la prise en compte des problématiques communes. Le message est clair : le spatial est désormais au cœur de la diplomatie.

DES CENTRES D'INTÉRÊT COMMUNS

Ces liens solides ont donné et donnent encore à la France l'opportunité de participer à des programmes ambitieux. Dans les années 1980, le « ticket d'accès » à l'espace représentait pour elle un coût trop important, mais la main tendue de la NASA, avec l'intégration d'un astronaute français¹ dans l'équipage de la navette Discovery (1985), a rendu l'aventure possible. Depuis 2000, avec l'ESA, la France a été un colocataire actif des États-Unis dans la Station spatiale internationale. Quatre astronautes français² y ont séjourné et ont mené dans ce laboratoire permanent en orbite basse des expériences de biologie, physiologie, de sciences des fluides et des matériaux. Ils ont contribué à cerner l'effet de la microgravité sur l'Homme et son environnement pour mieux préparer les missions d'exploration lointaine. La perspective du programme lunaire Artemis, premier tremplin vers Mars auquel la France participera, est également exaltante.

La collaboration en matière d'observation de la Terre est, elle aussi, fructueuse. La mission franco-américaine Topex-Poseidon (1992-2006) et la filière Jason (à partir de 2002) ont été décisives pour l'océanographie opérationnelle. À partir de 2023, Swot surveillera les eaux océaniques et continentales, un enjeu de taille au regard des désordres climatiques. Encore en phase d'étude, la mission AOS³ procédera à la caractérisation de l'atmosphère.

LE RÔLE CLÉ DE L'EXPERTISE FRANÇAISE

Dans ces coopérations, la France dispose d'un atout mondialement reconnu : son expertise dans des



n novembre 2021, la rencontre à Paris entre Kamala Harris, vice-présidente des États-Unis, et Emmanuel Macron, président de la République française, renforçait la solidité des relations franco-américaines. Moins d'un an plus tard, la coopération dans le domaine spatial s'en trouve renforcée, témoignant de la force d'un partenariat entamé il y a plus de 60 ans.

Pour preuve, les nombreux accords de coopération signés entre les deux pays (voir p. 7). Par ailleurs, la France est le plus ancien partenaire des États-Unis. Dès 1959, des fusées-sondes américaines embarquaient des expériences françaises. En 1963, le premier protocole d'accord permettait à une douzaine d'agents de la jeune agence spatiale française d'être formés par la NASA. Depuis, les deux agences, soutenues par la politique volontariste de leurs pays, n'ont jamais cessé de collaborer.

UN DIALOGUE RENFORCÉ

Les accords nouvellement signés vont « *engager les deux partenaires sur des sujets majeurs* », constate Christophe Venet, directeur des affaires européennes et internationales au CNES. En signant les accords Artemis (voir p. 7), la France « *confirme son soutien et sa participation à la mission ambitieuse d'exploration habitée de la Lune* ». Au-delà du bénéfice pour la science, cette totale adhésion au projet ouvre des perspectives intéres-



milliards de dollars

Le chiffre d'affaires du secteur spatial au niveau mondial était estimé à environ 447 milliards de dollars en 2020, en progression de 176 % depuis 2005.



LE CNES EN ACTIONS



technologies robotiques comme le guidage, la navigation ou le contrôle autonome. Le CNES est sollicité pour l'excellence de ses systèmes et sous-systèmes spatiaux. L'innovation est son fer de lance. Spectromètres, caméras, sismomètres... l'agence spatiale française a fait ses preuves, cette dernière décennie, dans les technologies liées aux infrastructures martiennes. Elle a montré son attrait autant que ses compétences pour les missions d'exploration lointaine (mission Juno vers Jupiter,

Le lanceur SLS (Space Launch System) est la pièce maîtresse de la mission Artemis. Ici sur son pas de tir en Floride.

Spatial américain

LEADERSHIP FIRST

Des investissements inégalés, une politique stimulée et un solide écosystème font des États-Unis la première puissance spatiale au monde.

Une première place portée par deux piliers : l'exploration spatiale habitée et le développement de l'espace militaire. Pour conserver ce rang, le gouvernement américain s'est engagé en 2017 à « redynamiser la passion américaine pour l'exploration spatiale », aidé en cela par le développement du NewSpace qui a fortement accru l'accessibilité et l'attractivité de l'espace (voir p. 7). Depuis cette date, dans un calendrier resserré, plusieurs directives sur la politique spatiale (SPD¹) ont restructuré le secteur et réaffirmé cette volonté politique de leadership, notamment au travers des missions de vol habité. Depuis 2020, la politique américaine s'inscrit dans la continuité de ces directives en renforçant toutefois la composante spatiale au service du climat.

1. Space Policy Directive.

Veritas vers Vénus). Le CNES s'appuie sur un solide écosystème de partenaires nationaux qu'il a fédérés et dont il est un acteur central : laboratoires, industriels et start-up.

60 ans après le premier accord signé entre les États-Unis et la France, le spatial est devenu protéiforme (marché mondial, technologies, domaine d'interventions, connaissance scientifique) et les modèles ont changé. Mais la coopération entre les deux pays, elle, reste un pilier solide sur lequel l'avenir peut s'appuyer.

1. Il s'agit de Patrick Baudry, le premier astronaute français dans une mission américaine.
2. Léopold Eyharts, Claudie Haigneré, Philippe Perrin, Thomas Pesquet.
3. Atmosphere Observing System.



LE CNES EN ACTIONS

La technologie

À SON NIVEAU D'EXCELLENCE

Explorer l'espace pour mieux comprendre la Terre. Cette ambition est partagée par les États-Unis et la France, qui participe à la recherche en fournissant des instruments de pointe.



Illustration de Veritas, le satellite dédié à l'étude de Vénus.



a France ne peut engager seule des budgets colossaux pour des missions robotiques de grande envergure. La plus-value qu'elle apporte se trouve ailleurs, dans les innovations et les technologies. Celle des lasers est, par exemple, devenue une spécialité hexagonale mise en évidence dans les missions martiennes. La caméra laser ChemCam, suivie

notamment par le Fimoc¹, a été embarquée par la mission MSL/Curiosity (2011), qui étudie la texture des roches et du sol martien. En 2021, la même technologie, améliorée, équipe le rover Perseverance (voir p. 17) via SuperCam, son « œil » conçu par l'Irap. Les travaux de la caméra sont suivis de part et d'autre de l'Atlantique depuis le Focse² au CNES et le LANL³ aux États-Unis.



LE CNES EN ACTIONS

Autre technologie de pointe : la sismométrie. En 2018, l'instrument français SEIS, présent sur la mission InSight a été le premier à entendre battre le cœur de Mars. Il a fallu plus de 20 ans pour le mettre au point. Des recherches payantes : un nouveau sismomètre français (Farside Seismic Suite) vient d'être sélectionné pour intégrer la prochaine mission lunaire de la NASA.

RETOUR D'ÉCHANTILLONS, MISSION DE HAUT VOL

Ces avancées technologiques permettent aussi d'envisager d'autres défis comme le retour d'échantillons martiens sur Terre. Programmé pour 2031, c'est l'objectif de la mission MSR (Mars Sample Return) qui comprendra plusieurs étapes. La première fait intervenir un atterrisseur développé et envoyé vers Mars par la NASA avec, à son bord, une plateforme de lancement et une fusée martienne : le « Mars Ascent Vehicle » (MAV). Pour collecter les échantillons puis rejoindre le MAV, deux options sont envisagées : l'utilisation de deux petits hélicoptères dérivés du modèle d'Ingenuity, ou le recours au rover Perseverance. Le conteneur sera ensuite placé en orbite martienne, récupéré par un satellite européen, puis rapatrié dans une capsule. La France est très impliquée dans cette aventure : l'orbiteur sera développé et assemblé par Airbus Defence and Space à Toulouse et lancé depuis Kourou par le futur lanceur Ariane 6. L'expertise française sera aussi sollicitée pour l'analyse et la conservation au sol des échantillons martiens.

DESTINATION : TITAN, VÉNUM

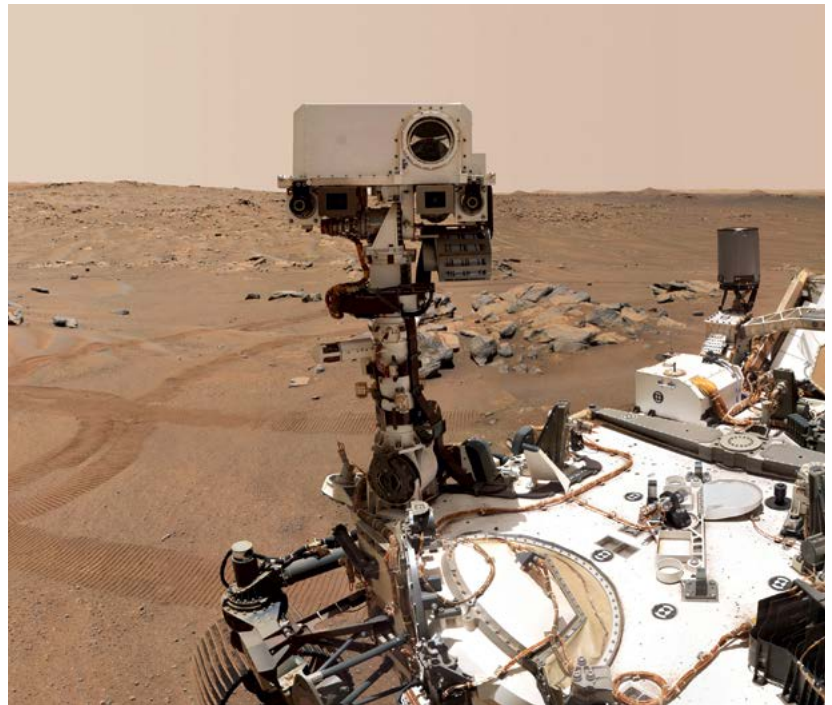
La Lune et Mars ne sont pas les seuls terrains de coopération franco-américains. La France partici-



des programmes de coopération entre la NASA et le CNES concernent l'observation de la Terre (11 accords) et les sciences de l'Univers (9 accords).

pera à Dragonfly, une mission américaine qui décollera en 2027 en direction de Titan, le plus gros satellite de Saturne. À son bord, un chromatographe conçu par des laboratoires français. Vénus, la planète la plus proche de la Terre, n'a pas été visitée depuis 30 ans : la mission Veritas se prépare à y retourner. La France fournira l'optique d'une caméra infrarouge allemande, ainsi que les amplificateurs du sous-système de télécommunications en bande Ka de l'engin spatial. Enfin les astéroïdes font également l'objet d'études. Lancée en 2016, la sonde américaine Osiris-Rex a visité l'astéroïde Bennu, dont elle a rapporté des roches et de la poussière sur Terre. Le CNES et quatre laboratoires du CNRS étaient associés à cette mission.

1. French Instrument Mars Operations Centre.
2. French Operations Center for Science and Exploration.
3. Los Alamos National Lab.



Selfie du rover Perseverance sur le sol de Mars réalisé le 10 septembre 2021.



Rencontre le lundi 6 juin 2022 entre Bill Nelson, administrateur de la NASA, et l'équipage de SpaceX Crew-2.

Les bénéfiques

DES SCIENCES SPATIALES

Le 21 juillet 1969, la prouesse est accomplie : l'Homme a marché sur la Lune. Aujourd'hui, plus que l'exploit, c'est la connaissance de l'Univers qui anime l'exploration habitée.

Les robots ne sont pas les seuls à contribuer à l'exploration de l'espace. Les missions habitées y jouent un rôle clé avec comme préoccupation majeure la santé et la sécurité des équipages.

L'HUMAIN AU CŒUR

En 1983, pour mieux connaître, analyser, mesurer l'environnement « hors gravité terrestre », le gouvernement américain a conçu un projet de laboratoire permanent en orbite dédié à la recherche scientifique, ouvert à l'international. La Station spatiale internationale (ISS) allait voir le jour. Les agences américaine, russe, européenne, japonaise et canadienne ont contribué à sa création. La NASA est le principal contributeur des modules spatiaux utilisés par l'ensemble des partenaires au prorata de leur investissement. La France y a mené nombre d'expériences scientifiques gérées au sol par le Cadmos¹ soit dans le cadre de l'ESA comme

Aquapad soutenu par la NASA, soit au sein d'accords bilatéraux avec l'agence américaine comme Declic. L'ISS a permis de mieux appréhender les troubles physiologiques sur l'organisme humain et la santé des astronautes avec des résultats qui, sur Terre, profitent à la médecine de ville.



30
ans.
À l'occasion de l'IAC Paris 2022, CNES et NASA ont célébré leurs 30 années de coopération spatiale en matière d'altimétrie, 30 années d'excellence initiée par le lancement de Topex-Poséidon en 1992.

DE LA TERRE À LA LUNE

Les expériences menées dans l'ISS constituent une bonne phase d'étude dans la perspective de survivre, vivre et habiter dans l'espace : comment se fournir en énergie, en eau, en nourriture, en oxygène ? Comment gérer les déchets ? Les retombées vont être exploitées dans la prochaine étape de l'exploration habitée, le programme spatial Artemis. Son objectif ? Amener d'ici à 2025 un équipage sur le sol lunaire pour explorer les alentours de notre satellite naturel et effectuer des tests de technologies. La Lune peut être vue comme une étape avant d'autres explorations lointaines... notamment celle de Mars.



LE CNES EN ACTIONS

DES MODULES DE SURVIE ESSENTIELS

Au sein de l'ESA, la France est associée activement au projet américain Artemis. Tout d'abord, l'European Service Module (ESM) dérivé de l'ATV² est un composant essentiel du programme : il fournira les servitudes (propulsion, énergie, avionique, eau et oxygène) du vaisseau Orion. Sans l'ESM, les astronautes ne pourraient jamais rejoindre l'orbite lunaire et revenir sur Terre en toute sécurité. Par ailleurs, la France va contribuer à la conception et la construction de la station lunaire Gateway. Cette infrastructure sera dotée d'un module dédié aux moyens de communication et de ravitaillement des équipages. Baptisé Esprit, il sera construit par Thales Alenia Space. L'industriel français sera aussi responsable du développement de l'I-HAB, un module pressurisé habitable, en partenariat avec le Japon.

1. Centre d'aide au développement des activités en micropesanteur et des opérations spatiales.

2. Véhicule automatique de transfert européen qui a ravitaillé l'ISS de 2008 à 2014.

Declic

LES FLUIDES DANS TOUS LEURS ÉTATS

À des valeurs élevées de pression ou de température, certains matériaux comme l'eau se transforment en fluide supercritique, un phénomène difficile à observer sur Terre du fait de la gravité. Or, une meilleure connaissance du comportement des fluides à l'état supercritique pourrait déboucher sur des applications concrètes, comme la combustion propre, la diminution de rejets polluants dans l'atmosphère ou le traitement ultime de déchets sans rejets. Conçu dans le cadre d'une coopération CNES/NASA, le mini-laboratoire Declic¹ a été embarqué dans l'ISS. Il développe trois types d'expériences, l'une sur l'interface liquide/solide, les deux autres sur les fluides supercritiques et la solidification dirigée. En ouvrant la voie à un nouveau type de combustion des déchets sans rejet de toxines, Declic pourrait résoudre la question de l'élimination des déchets dans les missions interplanétaires.

1. Dispositif pour l'étude de la croissance et des liquides critiques.



Au service DU CLIMAT

Très impliqué dans les sciences de l'Univers, le tandem franco-américain n'a pas pour autant négligé l'observation de la Terre et des océans.



La NASA et le CNES ont conjugué altimétrie satellitaire et topographie océanique pour réaliser la mesure globale des variations du niveau de la mer. Une première mondiale. Sur le plan scientifique, l'océanographie opérationnelle a précisé, quant à elle, le rôle des marées, assuré le suivi des courants et des tourbillons associés, établi la topographie du fond des océans et permis une compréhension approfondie de phénomènes climatiques comme El Niño.

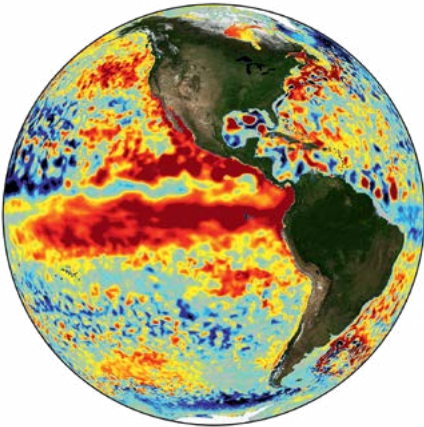


LE CNES EN ACTIONS

DE TOPEX-POSÉIDON À SWOT

30 ans après son lancement, la première mission d'océanographie spatiale Topex-Poséidon, relayée par la filière Jason, reste emblématique. Elle a soutenu le développement de l'océanographie opérationnelle et de ses applications concrètes (calcul de la hauteur de vagues, de la vitesse des vents, du relief de l'océan) qui bénéficient, entre autres, aux navigateurs, gestionnaires de pêche, transporteurs maritimes et océanographes. En fournissant aux acteurs publics, aux citoyens ou aux décideurs des informations fiables, cette coopération a vivifié l'écosystème spatial en prouvant son utilité.

En décembre 2022, capitalisant sur la même technologie altimétrique et sur les mêmes bases de collaboration franco-américaine, la mission Swot partira observer 90 % des eaux de notre planète : les océans, mais aussi les fleuves, les rivières, les lacs...



L'ATMOSPHÈRE, NOUVEAU TERRAIN D'ÉTUDE

L'eau n'est pas la seule préoccupation des scientifiques et décideurs. Le nouveau programme de la NASA pour l'observation de la Terre (Earth System Observatory), annoncé en mai 2021, comporte tout un volet dédié à l'atmosphère, l'AOS¹. Des constellations de satellites étudieront les nuages, les microparticules, la convection atmosphérique, les précipitations... Pour ce faire, ils embarqueront de nombreux instruments, comme des lidars, des radiomètres ou des spectromètres. L'objectif est de recueillir des données pour améliorer les prévisions météorologiques et agir sur

JPL

UNE COLLABORATION AU LONG COURS

Curiosity, InSight, Perseverance pour l'horizon martien, Cassini, Europa pour la connaissance de l'Univers, Jason, Swot pour l'océanographie... le CNES et le Jet Propulsion Laboratory (JPL) ont partagé de nombreux succès. Depuis 1936, ce centre doit son appellation à ses importants travaux de recherches sur la propulsion. Rattaché à la NASA depuis la création de l'agence en 1958, il développe aujourd'hui une expertise mondiale reconnue dans le domaine des missions spatiales robotiques, notamment grâce à ses sondes et rovers martiens. Il gère également des télescopes spatiaux comme Kepler. Il constitue l'un des plus anciens partenaires de la France. Une dizaine d'accords bilatéraux sont en cours en permanence et une quarantaine de scientifiques français travaillent au sein de cette institution. Doté d'un budget de 2,4 milliards de dollars (2021), il partage son activité entre exploration martienne, exploration du système solaire, astronomie, observation de la Terre et gestion des stations terrestres du réseau DSN destiné aux communications avec l'espace lointain. Liés par un même souci d'excellence, le CNES et le JPL entretiennent une relation unique et pérenne qui se poursuivra avec des projets comme le Farside Seismic Suite (FSS) qui devrait alunir en 2024.

Contenu thermique de l'océan Pacifique au 29 septembre 2015 (300 premiers mètres de profondeur). La carte montre en rouge les zones où le contenu thermique est plus élevé que la moyenne, et en bleu les zones où il est plus bas que la moyenne.

la qualité de l'air et le climat. Comment ? En fournissant un aperçu, pour l'instant inexistant, de la structure verticale de notre atmosphère grâce à des observations de l'espace au sol. Les mesures pourraient ainsi révéler comment la glace et l'eau se déplacent verticalement dans les nuages. Quatre ans après le début des négociations, les propositions françaises portées par le Latmos et le CNES ont été retenues. « En juillet 2022, la NASA a confirmé la sélection de la contribution française dans le carré final », explique Nicolas Maubert, représentant du CNES aux États-Unis. La France devrait fournir deux radiomètres micro-ondes passifs qui seront embarqués sur deux des satellites de la constellation. La France travaillera sur l'architecture de ce projet avec d'autres partenaires comme le Japon et le Canada. Avec comme objectif commun la lutte contre le dérèglement climatique.

1. Atmosphere Observing System.



MATIÈRE

Capter les images

DÉVELOPPÉE EN QUATRE ANS SEULEMENT, LA CAMÉRA CASPEX NOUS LIVRE LES DÉTAILS DU SOL MARTIEN. Doté d'un capteur couleur semblable à ceux des téléphones portables (CMOS), cet instrument de 2,5 x 3,5 cm pèse seulement 64 g. Les images fournies ont une résolution de 4 millions de pixels. Cette technologie française a été intégrée à SuperCam du rover Perseverance qui s'est posé sur Mars en 2021. Les images captées par cet instrument servent à des analyses spectrométriques. En décomposant le spectre lumineux d'une scène, il est possible de connaître la composition d'une roche ou d'un gaz et peut-être de déterminer s'il y a eu de l'eau sur Mars... Après cette planète, la technologie Caspex devrait rejoindre la Lune, embarquée dans les missions des Émirats arabes unis dès 2022. En 2024, ce ne sont pas moins de quatre caméras Caspex qui seront envoyées sur la Lune martienne Phobos, dans le cadre de MMX¹, mission conjointe JAXA, DLR, CNES.

1. Martian Moons Exploration.



INSTANTS T



1

CRÉATION

Créé le 19 décembre 1961 par le gouvernement français sur proposition du général de Gaulle, le CNES prend la suite du Comité des recherches spatiales. Sa tutelle est assurée aujourd'hui par trois ministères : Économie et Finances, Souveraineté industrielle et numérique ; Enseignement supérieur et Recherche ; Armées. Il emploie 2 350 collaborateurs. Votée en pleine guerre froide par le Congrès américain, la loi de création de la NASA est promulguée le 29 juillet 1958 par le président Eisenhower. L'agence exécute le programme spatial civil américain jusque-là pris en charge par différentes branches des forces armées. Elle gère 10 centres spatiaux (voir p. 3) et emploie 17 500 personnes.

2

POLITIQUE SPATIALE

Le CNES propose au gouvernement français les orientations de sa politique spatiale dans les domaines civils, commerciaux et de défense. Cette responsabilité globale est un atout pour un secteur spatial qui devient dual et transverse. Il met en œuvre les programmes scientifiques et technologiques qui bénéficient à toutes les communautés utilisatrices. Le CNES rassemble ses activités en quatre piliers : souveraineté, climat, coopération scientifique et compétition économique. Il est responsable des activités réglementaires et juridiques encadrant les lancements et les systèmes orbitaux en France (Loi relative aux opérations spatiales). Aux États-Unis, ce rôle n'est pas assuré par la NASA mais par le National Space Council, dirigé par la vice-présidente Kamala Harris (voir p. 13).



CONTEXTE DE CRÉATION, MISSIONS, EFFECTIFS, DOMAINES D'INTERVENTION... TOUR D'HORIZON DES RÔLES RESPECTIFS DES DEUX AGENCES SPATIALES AMÉRICAINE ET FRANÇAISE.

3

DÉFENSE

En France, le CNES est en charge des programmes de défense spatiale en lien avec la direction générale de l'armement (DGA) et le Commandement de l'espace créé en 2019. Aux États-Unis, la NASA reste une agence civile.

Les programmes de défense dépendent des départements fédéraux comme celui de la Défense (forces militaires), le NRO¹ (développement et opérations des satellites de renseignement), ou encore la NGA² (collecte, analyse et diffusion du renseignement à partir de l'imagerie satellitaire). En 2019, les États-Unis ont réinstauré l'US Space Command et créé l'US Space Force comme 6^e branche de leurs forces armées.

1. National Reconnaissance Office.
2. National Geospatial-Intelligence Agency.

4

RÉGLEMENTATION

La loi relative aux opérations spatiales (LOS) fixe depuis 2008 le cadre réglementaire et juridique de maîtrise des risques techniques liés aux activités spatiales (lanceurs et systèmes orbitaux) des acteurs publics ou privés.

Le CNES y contribue par la rédaction des réglementations. Il vérifie la conformité des opérateurs, des systèmes et des opérations, tout en prenant en compte de nouveaux enjeux comme le développement durable.

Aux États-Unis, réglementation et responsabilité ne relèvent pas de la NASA mais de plusieurs agences gouvernementales : la FAA¹ est compétente en matière de transport spatial commercial, la FCC² régule les satellites de télécommunications et la NOAA³ octroie les licences pour les satellites d'observation.

1. Federal Aviation Administration.
2. Federal Communications Commission.
3. National Oceanic and Atmospheric Administration.

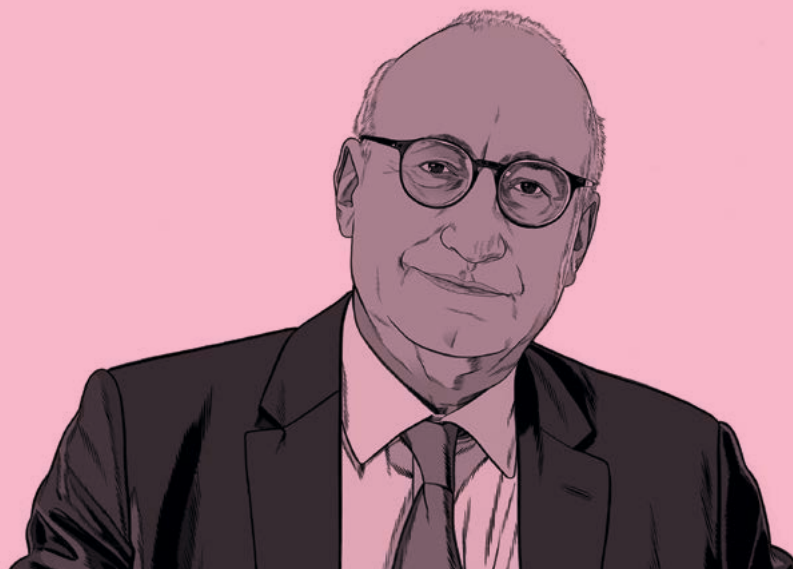


RENCONTRES

PHILIPPE ÉTIENNE

Ambassadeur de France aux États-Unis

« La coopération internationale est indispensable pour l'avenir de l'humanité »



Philippe Étienne est un ambassadeur heureux. Depuis sa prise de poste en 2019 à Washington, il se réjouit « *d'avoir participé à des événements fantastiques !* ». Évoquant successivement l'atterrissage de Perseverance sur Mars, le lancement du télescope James Webb ou encore le départ de Thomas Pesquet vers la Station spatiale internationale depuis Cap Canaveral – sans doute le souvenir qui l'a le plus ému –, il exprime sans réserve son attrait pour l'espace et son plaisir à en être partie prenante. Cet intérêt a d'ailleurs marqué sa carrière. En poste à Moscou dans les années 90, il avait assisté au lancement d'une mission habitée depuis Baïkonour. À Berlin, puis

à Bruxelles, il a observé les avancées du secteur et contribué aux décisions sur les grands programmes, comme Ariane ou Galileo. Il estime aujourd'hui que « *la spatial est un axe fondamental de la relation stratégique et politique franco-américaine. La visite à Paris en novembre 2021 de la vice-présidente Kamala Harris, également présidente du Conseil spatial américain, a initié de nouvelles coopérations – de l'adhésion des États-Unis à l'Observatoire spatial du climat à celle de la France aux accords Artemis qui accompagnent le retour de l'Homme sur la Lune* ». Les équipes du CNES aux États-Unis, localisées depuis 1965 au sein de l'ambassade de France

à Washington et dont les relations avec la NASA sont anciennes, détiennent « *une expertise qui joue un rôle d'appui très apprécié* ». Selon le diplomate, « *la coopération internationale est indispensable pour l'avenir de l'humanité ; le spatial y joue un rôle majeur pour affronter les défis climatiques, environnementaux ou sanitaires* ». Le dialogue bilatéral initié entre les deux pays est significatif du renforcement de cette coopération, « *la preuve d'une belle dynamique, d'une volonté politique et d'une conscience commune des nouveaux défis du spatial : un nombre croissant d'acteurs publics et privés et l'apparition de nouveaux risques, mais aussi d'opportunités* ».



RENCONTRES

PAM MELROY

Administratrice adjointe de la NASA

« La France est notre plus ancien partenaire »



« Si elle a pu le faire, alors moi aussi ! » Voilà le message que souhaite inspirer aux jeunes femmes Pam Melroy, administratrice adjointe de la NASA, ancienne astronaute et pilote de l'US Air Force. « Je dois ma vocation au programme Apollo. Lorsque j'ai annoncé à mes parents que j'irai moi aussi dans l'espace, j'ai bénéficié de leur soutien inconditionnel. Rétrospectivement, je réalise à quel point il est important d'avoir des modèles. Je me réjouis donc d'être de retour à la NASA pour participer, avec Artemis, aux premiers pas d'une femme sur la Lune », confie-t-elle. En juillet dernier, c'est à l'Élysée, avec le président de la République Emmanuel Macron, qu'elle évo-

quait ce projet, parmi d'autres tout aussi enthousiasmants : la prolongation jusqu'en 2030 de la durée de vie de la Station spatiale internationale, les partenariats entre le CNES et la NASA sur les sujets de science et de climat ou encore les multiples coopérations entre nos deux pays pour les 20 années à venir. « J'ai mesuré à quel point nous partageons la même vision de l'espace : un levier puissant pour l'éducation, la science et l'industrie qui contribue à dessiner l'avenir d'une nation », évoque l'administratrice adjointe de l'agence spatiale américaine qui rappelle qu'avec 60 ans d'histoire commune, « la France est notre plus ancien partenaire ».

Pour Pam Melroy, la principale valeur ajoutée de la relation franco-américaine, au-delà du savoir-faire en matière de lanceurs, de technologies de pointe comme l'altimétrie océanographique à l'œuvre dans les missions Topex-Poseidon et Swot, ou encore les super capteurs optiques du rover Perseverance utilisés sur Mars, c'est avant tout l'esprit français. « La France est un partenaire stratégique et politique. Elle participe de manière très dynamique à la définition du cadre juridique de l'exploration spatiale, en mettant en avant la transparence, le partage des données, la non-ingérence, la coopération... », souligne Pam Melroy.



RENCONTRES

GUILHÈM PENENT

Conseiller Espace à la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées

« Certains défis nécessitent une réponse commune »



« *Le milieu spatial est en pleine transformation stratégique* », prévient Guilhèm Penent. Spécialiste des politiques spatiales, il est d'abord chercheur – sa thèse a été récompensée par le prix Clément Ader –, puis expert auprès de l'Institut français des relations internationales (IFRI). Aujourd'hui, il se penche sur les enjeux de défense spatiale : sa militarisation, sa régulation et les relations que la France entretient avec ses alliés et partenaires. « *L'espace est devenu un axe prioritaire.* » Cette priorité s'est traduite par la publication dès 2019 de la Stratégie spatiale de défense, le CNES jouant un rôle majeur dans sa mise en œuvre. L'expert indique que le document met l'accent, entre autres, sur l'in-

dispensable coopération entre les acteurs du spatial au niveau national et international avec les pays alliés, avec l'Union européenne, l'OTAN ou encore l'initiative Combined Space Operations (CSpO). « *Certains défis nécessitent une réponse commune. Avec les États-Unis, notre compréhension de la menace et notre analyse de l'évolution de l'environnement stratégique sont convergentes. Nous apprenons à travailler ensemble, à coordonner nos politiques, à promouvoir un usage pacifique et responsable de l'espace et à partager nos informations.* » Auteur de l'article « *L'espace au XXI^e siècle : à la recherche d'un nouvel équilibre* », paru en 2020 dans la revue *Politique étrangère*, Guilhèm Penent y

décrit les nouvelles tendances : « *Avec l'arrivée de nouveaux acteurs publics et privés – le fameux NewSpace –, l'espace est porteur de nouvelles opportunités, mais aussi de menaces et de risques renouvelés.* » Lieu de rivalité stratégique et de confrontation potentielle, il est l'objet de « *comportements irresponsables, ambigus, provocateurs ; le tir antisatellite russe de 2021 en est un exemple* ». La multiplication des satellites et des acteurs ainsi que l'arrivée à maturité de capacités duales (civiles et militaires) nécessitent d'« *améliorer nos moyens de surveillance, d'être en mesure de savoir qui fait quoi et de nous coordonner entre acteurs internationaux* ».



ESPACE ÉTHIQUE



JACQUES ARNOULD

TEL QU'IL SERA

En commémorant au cours de cette année les 60 ans du CNES, nous nous sommes rendu compte de l'importance de la coopération internationale dans la naissance, le développement et donc l'avenir de l'agence spatiale française. Aucun doute que les États-Unis y occupent une place particulière.

I est de bon ton et sans nul doute exact de considérer la coopération et la compétition comme d'indispensables moteurs à l'aventure spatiale. Certes, parvenir à les associer relève autant de la volonté que du hasard tant les affaires humaines dépendent, jusque dans l'espace, de circonstances, d'influences, d'événements parfois totalement indépendants les uns des autres. Cela explique le rôle central et parfois prépondérant que joue, en ces matières, le facteur humain. Rien d'étonnant dès lors si, à propos de la coopération entre la France et les États-Unis, je me souviens d'abord des noms et des visages de collègues qui, après s'être totalement engagés dans cette œuvre, en parlent ensuite avec autant d'enthousiasme que d'émotion. À côté des informations techniques, stratégiques, juridiques ou diplomatiques, ils n'oublient jamais de raconter une soirée dans un restaurant parisien, une virée dans les collines californiennes ou sur le bord de mer en Floride. Les noms, les titres, les fonctions s'évanouissent peu à peu pour laisser place aux prénoms ; au respect, s'ajoute ainsi une touche d'amitié qui, souvent, résiste au temps et à la retraite, comme le terreau des coopérations futures.

VERS DE NOUVEAUX HORIZONS

L'un de ces collègues, aujourd'hui disparu, avait l'habitude, fâcheuse en termes diplomatiques, de parler de la coopération passée avec le « grand frère américain » (une expression qui convient aux activités spatiales) avec une nostalgie qui sonnait comme un reproche fait à ce que nous sommes désormais capables de réaliser. Il fallait y entendre d'abord un double encouragement : celui de ne pas nous endormir sur nos lauriers, aussi réels soient-ils, et celui de ne pas verser dans une nostalgie paralysante. Toute coopération devrait être entreprise avec la même attitude que celle décrite par un voyageur à la suite d'un séjour aux États-Unis vers 1830. « *Les Américains*, écrivait-il, *aiment leur pays non comme il est, mais comme il sera. Ils n'aiment pas la terre de leurs pères, mais ils sont sincèrement attachés à celle dont leurs enfants vont hériter.* » Cet état d'esprit n'est-il pas particulièrement adapté à la coopération spatiale, en particulier entre la France et les États-Unis ? Elle ne sera effective, elle ne sera efficace qu'à la mesure de l'attachement que nous lui accorderons et, surtout, qu'à la condition de lui avoir donné un objectif à atteindre, voire un horizon à approcher. Ensemble, nous devons aimer l'espace tel qu'il sera.



EN VUE

KINÉIS

DES DÉBUTS PROMETTEURS OUTRE-ATLANTIQUE



1978 : une coopération franco-américaine entre le CNES et la National Oceanic and Atmospheric Administration, avec le soutien de la NASA, lance le système Argos, pionnier des systèmes de localisation et de collecte de données par satellite. Quarante ans plus tard, avec sa filiale CLS¹, le CNES fonde à Toulouse la société Kinéis, qui fait une entrée remarquée sur le marché de l'Internet des objets (IoT). Avec 20 % de croissance en 2021 et une labellisation Next 40² pour la deuxième année consécutive, elle souhaite aujourd'hui exporter son savoir-faire à l'international, notamment aux États-Unis. Héritière du système Argos développé par CLS, Kinéis a vocation à fournir des services d'Internet des objets en s'appuyant sur une constellation de nano-satellites. En octobre 2021, elle a obtenu le sésame qui va faciliter ses activités outre-Atlantique : une licence de la FCC³, l'organe de régulation des télécommunications américaines. En mars 2022, Kinéis a ainsi ouvert une filiale à Washington. Son équipe locale, pilotée depuis la France, commercialise ses applications auprès des secteurs de la logistique, du transport, de l'environnement, du maritime, des réseaux et des infrastructures. Si la société développe ses services, elle développe aussi ses moyens. Au second semestre 2023, cinq lancements successifs seront effectués par la société américaine Rocket Lab pour le compte de Kinéis. En mettant en service 25 nouveaux satellites en un temps record, la société compte bien démultiplier les performances de sa connectivité IoT actuelle.

1. Collecte Localisation Satellites. 2. Label des 40 jeunes entreprises françaises prometteuses. 3. Federal Communications Commission.

EXPOSITION L'ESPACE AU FÉMININ



Où sont les femmes ? Si certains films comme *Gravity* (2013) ou *Proxima* (2019) ont révélé au grand public le rôle des femmes dans l'épopée spatiale, force est de constater que leur présence a longtemps été discrète ou ignorée. Quelques pionnières ont cependant marqué l'Histoire, à l'image de la Russe Valentina Terechkova, toute première

femme sur un vol habité en 1963 ou de Sally Ride, astrophysicienne et astronaute, première Américaine à décoller vers l'espace en 1983. Le bureau du CNES à Washington a souhaité rendre hommage à ces héroïnes, mais aussi aux « Figures de l'ombre » – autre grand film ! – de la conquête spatiale à travers une exposition organisée à l'ambassade de France à Washington. Cet événement fut aussi l'occasion d'un constat rassurant : dans l'espace ou dans les coulisses des missions spatiales, la présence des femmes progresse. Au CNES par exemple, 39 % des ingénieurs sont aujourd'hui des femmes. Aux États-Unis, la NASA a nommé l'ancienne astronaute Pam Melroy administratrice adjointe (voir p. 30). Un nouveau pas devrait être franchi en 2025 avec la mission Artemis 3, qui prévoit de faire poser un pied féminin sur la Lune. Il reste qu'à ce jour seules 75 femmes ont volé dans l'espace, contre plus de 500 hommes.

1

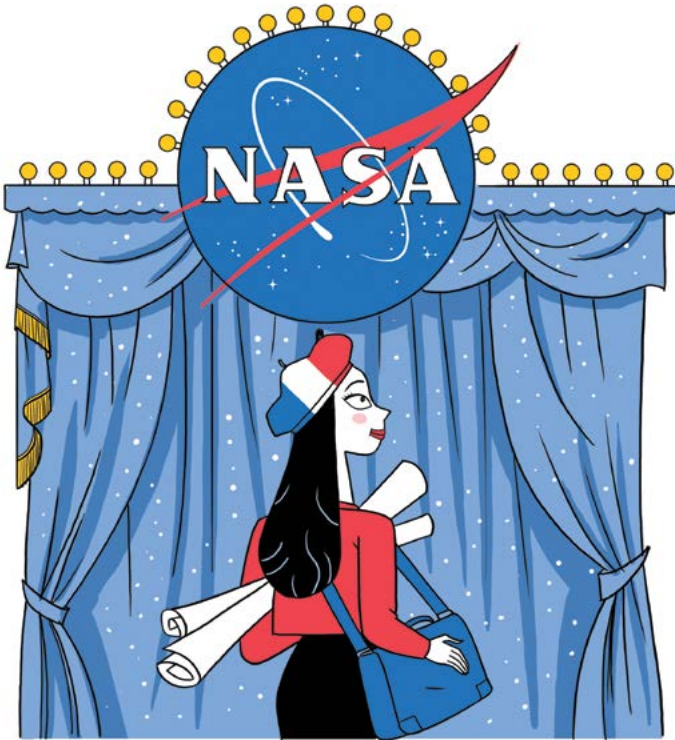
On recense une seule astronaute

française, **Claudie Haigneré**. Le 17 août 1996, **Claudie André-Deshayes** (qui deviendra **Claudie Haigneré**) entamait un vol de 16 jours dans la station spatiale **Mir**, devenant ainsi la première – et à ce jour unique – femme française à aller dans l'espace.





EN VUE



FORGES VIVES

PAROLES D'EXPATS

Depuis six décennies, la NASA accueille régulièrement des professionnels français parmi ses équipes. Un partenariat salué de part et d'autre comme riche et fructueux. Mais comment les expatriés vivent-ils cette expérience au quotidien ?

Victoria, qui a rejoint en 2019 le département Atmosphères planétaires du GSFC¹, souligne l'ouverture d'esprit de ses collègues américains : « Les scientifiques avec lesquels je travaille sont passionnés, toujours prêts à partager savoir et expertise, explique cette spécialiste des spectromètres de masse. Ils m'ont confié très rapidement d'importantes responsabilités. L'esprit d'équipe est vraiment très fort. » Même enthousiasme chez Cédric, chercheur en hydrologie terrestre dans l'équipe Swot, qui souligne la différence d'approche de la recherche : « Ici, les chercheurs sont responsables de leur propre financement. Cela fait de nous des mini-entrepreneurs, toujours en quête de la meilleure idée pour le prochain appel à projets. Cet esprit de compétition favorise l'éclosion de nouvelles équipes autour de nouvelles idées. » Grâce à Swot, Cédric participe à l'élaboration de nouveaux concepts pour les missions d'hydrologie spatiale. « Swot, je l'espère, n'est qu'un début et Smash2 devrait écrire la suite », explique-t-il. Le partenariat entre la science française et la NASA sur le terrain n'est pas près de s'achever.

1. Goddard Space Flight Center.
2. SMAll Altimetry Satellites for Hydrology.

HAPPY BIRTHDAY ! FLASH-BACK SUR 60 ANS DE COOPÉRATION

Feux de Bengale, gâteau d'anniversaire, astronautes en tenue... Le 60^e anniversaire du CNES a aussi été célébré à Washington ! À cette occasion, la résidence de l'ambassadeur de France aux États-Unis a reçu, le 7 juin 2022, de nombreux invités prestigieux, parmi lesquels des représentants de la NASA, du gouvernement américain et plusieurs personnalités issues du secteur spatial privé américain. Installé à Washington depuis 1965, le bureau local du CNES en a profité pour présenter une exposition relatant les faits marquants du partenariat spatial franco-américain : exploration robotique, observation de la Terre, sciences de l'Univers, défense, transport spatial, applications... Une belle histoire partagée qui ne demande qu'à se prolonger !





TRANSFERT

LA SPACE-TECH FRANÇAISE POSE LE PIED SUR DE NOUVEAUX TERRITOIRES

Portées ou soutenues par le CNES, de jeunes pousses françaises comme Exotrail commencent à s'exporter outre-Atlantique sur le plus grand marché du spatial au monde.

Loin d'être réservée aux seules entreprises de transport de marchandises terrestres, la logistique est en passe de devenir un enjeu majeur du domaine spatial. Les besoins en mobilité des engins spatiaux sont présents tout au long de leur mission, depuis la séparation du lanceur pour rejoindre l'orbite opérationnelle jusqu'à la désorbitation finale, en passant par la gestion des risques de collision. Et c'est pour répondre à tous ces besoins, nous dit Jean-Luc Maria, cofondateur et PDG de la société Exotrail, qu'une logistique spatiale est nécessaire. « Livrer au bon endroit, au bon moment et au bon tarif. » Tel est le mantra des fondateurs de la start-up. Pour y parvenir, celle-ci propose plusieurs produits et services, qui s'appuient sur des solutions logicielles (de conception et de suivi de missions spatiales) et matérielles (moteurs électriques et véhicule de transfert orbital).

UN VAN POUR L'ESPACE

Créée avant la mise en place de l'offre de services aux start-up proposée par Connect by CNES, Exotrail a néanmoins cultivé dès son origine une relation étroite avec l'agence spatiale française. Celle-ci aboutit aujourd'hui à la création du SpaceVan™, un convoyeur de satellites de 500 kg, dont 400 kg de volume « en soute » sont utilisés pour transporter des micro- et nano-satellites jusqu'à leurs orbites respectives. Actuellement en phase de préparation, le SpaceVan™ partira pour la première fois dans l'espace en octobre 2023 sur le lanceur Falcon 9 de la société américaine SpaceX. Car le premier marché mondial de l'industrie spatiale reste le marché américain. Et pour s'y implanter, il faut, selon Jean-Luc Maria, « *les bons produits et une réputation sans faille* ». Gageons qu'Exotrail entraînera dans son sillage d'autres start-up françaises sur la route du succès.



70

C'est le nombre
actuel d'employés
de la société Exotrail,
répartis sur deux sites,
à Paris et à Toulouse.