

# CNES MAG



ESPACE • INNOVATION • SOCIÉTÉ

#85  
Juillet 2020

## ORIGINES DE LA VIE

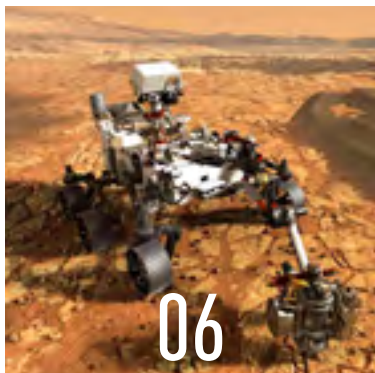
L'ULTIME RECHERCHE



cnes  
CENTRE NATIONAL  
D'ÉTUDES SPATIALES



## SOMMAIRE



06



13



16

### 05 ÉDITORIAL

#### 06 L'ESSENTIEL

Sol martien, océans de Jupiter,  
lunes de Saturne...  
Tour d'horizon de ce que  
l'espace pourrait avoir de vivant

#### 12 #COMMUNAUTÉ

La quête des origines  
du vivant les passionne  
eux aussi

#### 13 GRAND ORAL

Yves Coppens, paléontologue  
et paléoanthropologue,  
lie espace et histoire de la vie

### 16 EN IMAGES

De l'Éthiopie à Encelade:  
les mystères des sources  
hydrothermales

#### 18 EN CHIFFRES

Aux origines du vivant:  
les données qui en disent long

#### 19 LE CNES EN ACTIONS

Percer le mystère de la vie

#### 27 MATIÈRE

Le 5 en 1 de SuperCam

#### 28 INSTANTS T

Zoom sur la mission  
Mars Sample Return

### 30 RENCONTRES

- Amélie Lucas-Gary, auteure
- Gabriel Pont, responsable CNES  
des centres de contrôle MSL  
et Mars 2020
- Sylvestre Maurice,  
astrophysicien à l'IRAP

#### 33 ESPACE ÉTHIQUE

« Vous n'êtes pas seuls ! »,  
par Jacques Arnould

#### 34 EN VUE

Les événements et œuvres  
à ne pas manquer

#### 36 TRANSFERT

Les parfums de la vie

## PARTENAIRES

Sont cités dans ce numéro : p. 10-11-18-20-21-22-23-29-31-34  
NASA (agence spatiale américaine) ; p. 6-11-18-21-25-26-29-34 ESA  
(agence spatiale européenne) ; p. 10 Latmos (Laboratoire atmosphères,  
milieux, observations spatiales) et Lisa (Laboratoire interuniversitaire  
des systèmes atmosphériques) ; p. 23-32 IRAP (Institut de recherche  
en astrophysique et planétologie) ; p. 23 LANL (Los Alamos National  
Laboratory) ; p. 6-25 Roscosmos (agence spatiale russe) ; p. 23-26 IAS  
(Institut Aéronautique et Spatial) ; p. 23-26 Lesia (Laboratoire d'études  
spatiales et d'instrumentation en astrophysique) ; p. 35 Université des  
sciences appliquées de Berne.

En couverture : Getty Images.



WWW.CNES.FR

Découvrez les contenus en  
ligne de ce nouveau numéro  
sur [cnes.fr/cnesmag](http://cnes.fr/cnesmag)



CNESfrance



@CNES



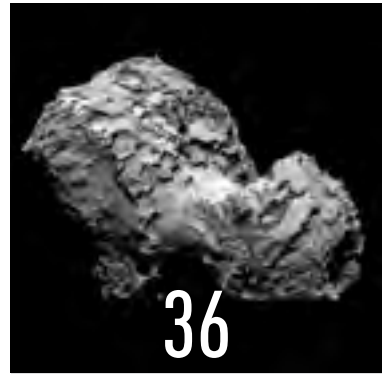
CNES



19

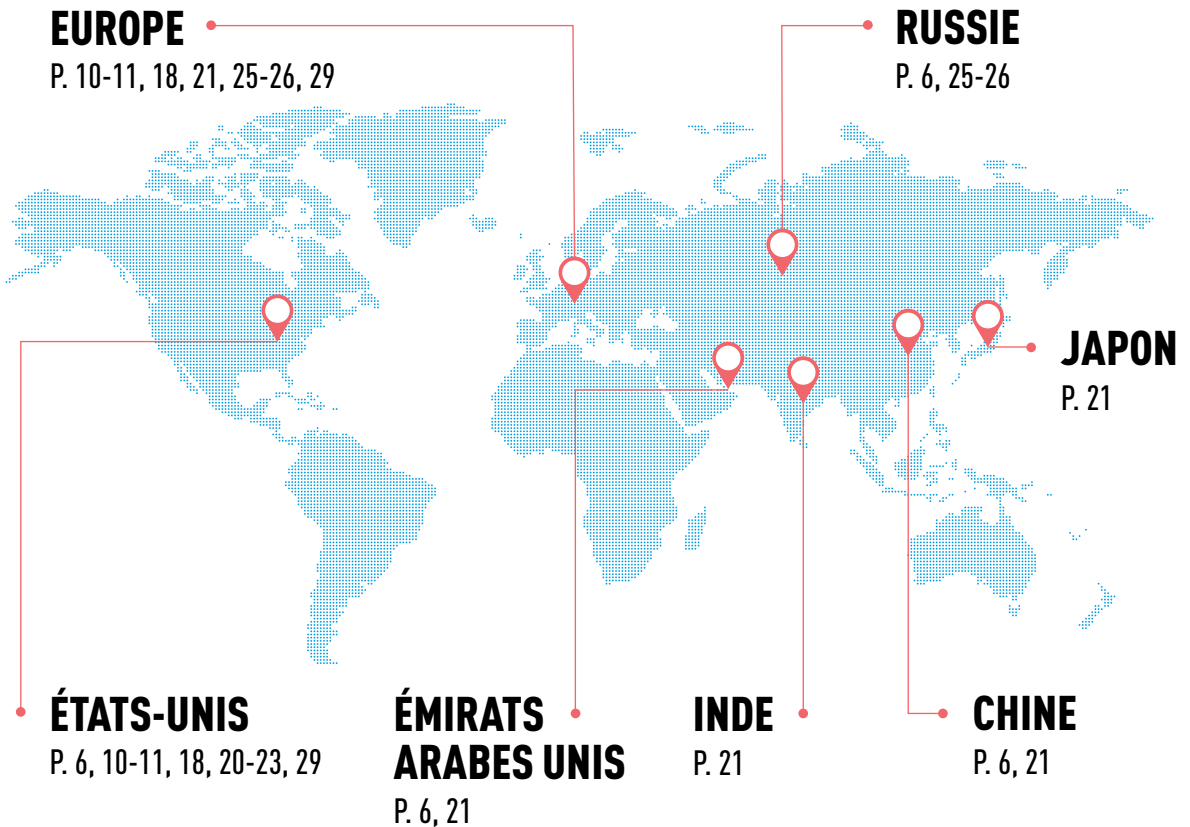


27



36

## AUX SOURCES DU VIVANT : UNE QUÊTE MONDIALE





## CONTRIBUTEURS



### MICHEL VISO

**Responsable de l'exobiologie au CNES,**

Michel Viso s'occupe des contributions françaises aux prochaines missions martiennes dédiées à la recherche du vivant. Impliqué dans l'élaboration des recommandations internationales pour protéger les corps du système solaire d'une contamination par les micro-organismes terrestres, il prépare actuellement le retour d'échantillons martiens.



### FRANCIS ROCARD

**Francis Rocard est le « Monsieur Mars » du CNES.**

Responsable de programmes comme Rosetta ou InSight et auteur de livres de référence sur la planète rouge, cet astrophysicien de formation met son expertise au service de l'exploration du système solaire. Aujourd'hui, en lien avec les scientifiques, il se focalise sur le futur en préparant des missions ambitieuses.



### ANDRÉ DEBUS

**C'est sur un projet d'exploration martienne qu'André Debus, jeune ingénieur docteur en**

physique des matériaux, a atterri au CNES. Depuis 2005, il suit le programme européen ExoMars en qualité de chef de projet, après avoir occupé plusieurs postes. Il nous a éclairés sur SuperCam et sensibilisés au respect de l'éthique et de l'environnement de ces missions sensibles.



### MAGALI DELEUIL

**Responsable scientifique du programme exoplanètes de la mission spatiale Corot, l'astrophysicienne**

du Laboratoire d'astrophysique de Marseille assure aujourd'hui la responsabilité pour la France de Cheops et Plato, deux observatoires spatiaux européens dédiés à la connaissance de la voûte céleste. Elle nous a convaincus d'aborder l'utilité de la recherche sur les exoplanètes, notamment les « jumelles » de la Terre.

## CNES MAG

**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** : Jean-Yves Le Gall. **Directrice éditoriale** : Marie-Claude Salomé. **Rédactrice en chef** : Brigitte Alonzo-Thomas. **Secrétaire générale de la rédaction** : Céline Arnaud. **Rédaction** : Brigitte Alonzo-Thomas, Karol Barthélémy, Liliane Feuillerac. **Photothèque (recherche iconographique)** : Orianne Arnould, Marie-Claire Fontebasso. **Responsable photo** : Loïc Octavia. **Crédits photo** : p. 4 CNES/S. Godefroy, CNES/H. Piraud, CNES/E. Grimault, M. Deleuil ; p. 5 CNES/J.C. Peus ; p. 6 NASA/JPL - Caltech ; p. 7 (haut) Getty Images, (droite) ESA/DLR/FU Berlin/B. Dunford ; p. 8 (haut) Getty Images, (bas) DSDP ; p. 10 (haut) NASA/JPL - Caltech, (bas) CNES/ROSETTA/MPS for OSIRIS Team/MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA, 2014 ; p. 11 (haut) NASA/JPL/DLR, (bas) NASA ; p. 13 et 15 P. Matsas/Opale/Leemage ; p. 16 CNES/Dist. ADS, 2019 ; p. 17 NASA/JPL - Caltech ; p. 19 CNES/G. Le Bras ; p. 20 NASA/JPL-Caltech/University of Arizona ; p. 21 NASA ; p. 22 et 23 NASA/JPL - Caltech ; p. 24 NASA/JPL/IHUAPL/MSSS/Brown University ; p. 25 ESA/ATG Medialab ; p. 26 NASA/JPL-Caltech/University of Arizona ; p. 27 CNES/G. Le Bras ; p. 33 J. Arnould ; p. 35 CNES/P. Gamot ; p. 36 CNES/ROSETTA/MPS for OSIRIS Team/MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA. **Illustrations** : François Foyard, Jean-Marc Pau, Robin Sarian (Idix). **Web master** : Sylvain Charrier, Mélanie Ramel. **Réseaux sociaux** : Mathilde de Vos. **Traduction** : Boyd Vincent. **Conception, conseil et réalisation** : Citizen Press - Camille Aulas, David Corvaisier, Fabienne Laurent, Alexandra Roy. **Impression** : Ménard. ISSN 1283-9817. **Ont participé à ce numéro** : Jean-Philippe Beaulieu, Pierre Bousquet, Philippe Collot, Hervé Cottin, André Debus, Magali Deleuil, Caroline Freissinet, Olivier Grasset, Purification Lopez-Garcia, Uwe Meierhenrich, Cathy Quantin-Nataf, François Raulin, Francis Rocard, Alexandre Santerne, Cyril Szopa, Colette Vargas, Michel Viso.



## ÉDITORIAL



### Et la vie dans tout ça ?

#### Quelle est l'origine de la vie ? Sommes-nous seuls dans l'univers ?

Ces deux questions ont essayé à partir du champ strictement philosophique pour devenir, sous des formes plus précises, des interrogations scientifiques. Elles sont très complémentaires. Y répondre, c'est comme construire un puzzle dont il faut chercher les pièces par autant de chasses au trésor. Cet été, trois missions spatiales, Hope pour les Emirats Arabes Unis, Tianwen 1 pour la Chine et Mars 2020 Perseverance pour les États-Unis, vont être lancées vers Mars pour découvrir de nouvelles pièces de ce rébus. D'autres sont en préparation, notamment ExoMars que l'Europe et la Russie lanceront en 2022 et la mission de retour d'échantillons martiens que l'Europe et les États-Unis conduiront vers la fin de la présente décennie.

Au total, grâce au talent de nos scientifiques, de nos ingénieurs et de nos techniciens qui travaillent dans nos laboratoires, dans nos agences et dans nos entreprises, l'Europe et la France sont au cœur de cette fantastique quête de nos origines et finalement, des raisons de notre existence. Comme vous le découvrirez dans ce numéro de CNESMAG, les grands télescopes spatiaux, l'exploration des corps célestes et dans les mois qui viennent, l'étude approfondie de la planète Mars vont apporter des éléments de réponses inédits à ce questionnement ultime !

**JEAN-YVES LE GALL**

PRÉSIDENT DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Lors du décollage de la mission Mars 2020, cela fera presque huit ans que le rover Curiosity escalade les contreforts du Mont Sharp. La forme des deux robots est identique, mais Perseverance (image) inclut des dizaines d'améliorations issues des retours d'expérience, comme l'ensemble optique SuperCam.

2020

## Été martien sinon rien

La position des planètes gouverne l'ouverture de la fenêtre de lancement à destination de Mars. Elle ne s'ouvre que tous les 26 mois pour environ deux semaines. Entre fin juillet et début août 2020, trois missions<sup>1</sup> seront sur leur pas de tir : Hope des Émirats arabes unis, Tianwen-1 de la Chine et Mars 2020 des États-Unis. Lancée cet été, cette dernière devrait déposer en février 2021 le rover Perseverance et ses sept instruments, dont le franco-américain SuperCam, dans le cratère Jezero. Une double mission l'attend : chercher des bio-signatures, qui conforteraient l'habitabilité de la planète rouge durant son histoire, et prélever des échantillons en vue de la future mission européen-américaine de retour de prélèvements martiens, Mars Sample Return (MSR). Mars 2020 préparera également la future exploration humaine grâce à l'expérience Moxie qui produira de l'oxygène à partir du dioxyde de carbone martien (cf. En actions p. 25).

1. Un quatrième lancement était prévu : ExoMars. L'ESA et l'agence spatiale russe Roscosmos l'ont reporté à 2022.





## L'ESSENTIEL



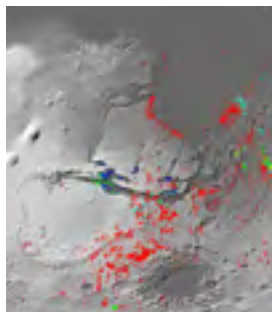
Stromatolites situés dans le lac salé australien Thetis.

### EXOBILOGIE

## À LA RECHERCHE DES ORIGINES DE LA VIE



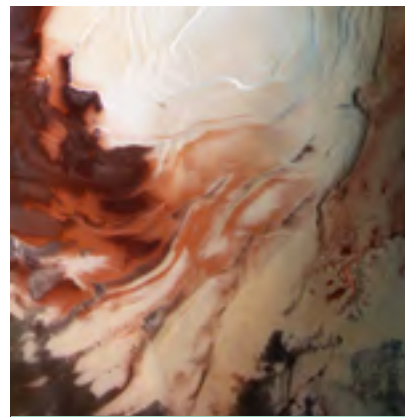
*l'était une fois...»* Si l'histoire de la vie sur Terre et dans l'Univers était un conte, elle commencerait sans doute ainsi. Mais elle n'a rien d'un conte. C'est un thriller haletant, parsemé d'indices et de fausses pistes dont le premier épisode, l'origine de la vie, n'est pas encore compris. La déterminer est si complexe que depuis les années 1960, son étude a donné naissance à l'exobiologie, ou astrobiologie. Ce domaine interdisciplinaire étudie les conditions et les processus – des phénomènes chimiques complexes et aléatoires – qui ont mené à l'émergence du vivant. Mais pour que des réactions chimiques se produisent, l'eau et l'apport d'énergie sont indispensables. Grâce à cette énergie, tout système vivant peut échanger de la matière avec ce qui l'entoure et la transformer à son propre bénéfice. D'après des travaux récents, c'est sous forme de lumière que cette énergie indispensable a initié les réactions chimiques prébiotiques, préludes à l'émergence de la vie.



# 100 000

*Une carte de Mars, établie en 2020, montre les sites où des minéraux hydratés – phyllosilicates, argiles, sulfates hydratés, sels polyhydratés, carbonates – ont été repérés. 100 000 sites ont été identifiés à ce jour.*

Source : J. Carter, IAS.



### EAU ET CARBONE

## DUO DE CHOC DANS LA GALAXIE



n atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène : chimiquement, l'eau est un composé on ne peut

plus simple. Il est présent partout dans l'Univers dans tous ses états : gaz, glace ou liquide. De l'eau a en effet été détectée dans de nombreuses planètes du système solaire ainsi qu'au cœur des galaxies ou dans des nuages interstellaires. Sous sa forme liquide, elle joue un rôle déterminant dans les réactions chimiques qui ont conduit sur Terre à l'émergence de la vie. Sur Mars, avec la découverte des traces d'écoulements aqueux, les scientifiques cherchent à déterminer si sa présence sous forme liquide a pu, là aussi, conduire à des réactions chimiques menant à l'émergence d'une forme de vie. Le carbone forme, quant à lui, des molécules organiques avec les atomes d'hydrogène et d'oxygène. Il est l'autre ingrédient fondamental à l'émergence d'une forme de vie. Du carbone et de l'eau (liquide), telle est donc l'équation à résoudre pour expliquer la vie.



## L'ESSENTIEL



### CHIRALITÉ LES MOLÉCULES DISTINGUENT LEUR DROITE DE LEUR GAUCHE

**E**ssayez de joindre votre main droite et votre main gauche. Cela fonctionne? Essayez maintenant de les superposer. Impossible. Le gant de la main gauche ne va pas à la main droite et réciproquement. Il en est de même avec certaines molécules chimiques. Malgré une formule et des propriétés en tout point identiques, certaines d'entre elles existent sous deux formes non superposables. Par convention, ces deux formes, dites chirales<sup>1</sup>, sont dénommées droite et gauche. Au laboratoire, la synthèse chimique produit autant de formes droite que de formes gauche. Sur Terre, tous les organismes vivants fabriquent et utilisent exclusivement la forme gauche des acides aminés et la forme droite des sucres. Découvrir la présence d'une seule forme de molécules chirales sur une planète serait donc un indice très sérieux de développement d'une forme de vie. Véritable laboratoire intégré à bord du rover Curiosity, l'instrument SAM (Sample Analysis at Mars) analyse les échantillons martiens recueillis in situ et peut détecter des quantités infinitésimales de ces composés chiraux.

1. De Kheir, la main en grec.

### BIO-SIGNATURE IMMERSION DANS LA BOÎTE À OUTILS DE L'UNIVERS

**A**mis bricoleurs, si, passant sur Mars, vous trouvez une clé de 12<sup>1</sup>, bien qu'elle ne contienne ni carbone ni azote, vous pourrez conclure à la présence de vie sur Mars. Pas forcément une forme de vie martienne, mais plutôt que quelqu'un est passé avant vous. La clé de 12 sur Mars constitue ce que l'on appelle une bio-signature. C'est une image qui donne tout son sens au principe: elle est la preuve qu'une forme de vie est déjà passée par là. Pour comprendre la vie sur Terre, la science cherche dans l'Univers des traces d'autres formes de vie. Détecter, identifier et interpréter ces bio-signatures tient du jeu de piste car elles peuvent prendre la forme de cristaux, de biominéraux, de molécules organiques préservées dans le sol, de composés gazeux piégés dans des roches ou accumulés dans l'atmosphère. Chercher des bio-signatures, c'est donc chercher dans la boîte à outils de l'Univers la clé de 12 d'une forme de vie extraterrestre.

1. Clé plate de serrage utilisée en mécanique.



Microfossiles d'un noyau de sédiments extraits du projet de forage océanique Deep Sea Drilling Project (DSDP).





## MODE D'EMPLOI LE VIVANT, DE QUOI PARLE-T-ON ?

**L**es virus circulent, mais sont-ils vivants ? Non, répondent formellement les scientifiques ! La bactérie, en revanche, est bien un être vivant. La différence ? Elle tient en quatre caractéristiques. La première : le vivant fait de lui-même par lui-même. Concrètement, « si je mange une salade, je ne deviens pas salade : je transforme un élément de mon environnement en moi-même », explique Michel Viso, exobiologiste au CNES. Deuxième caractéristique : la multiplication. Un être vivant a la capacité de fabriquer d'autres individus. La bactérie se divise, l'être vivant utilise la capacité donnée par la première caractéristique pour se multiplier. En se reproduisant, le vivant transmet une information génétique quasiment identique à la sienne... C'est sa troisième caractéristique. Et ce « quasiment » est matérialisé par les mutations qui induisent la quatrième caractéristique : le vivant est capable d'évolution. Hors ces quatre conditions, point de vivant !

# 96 %

Près du sol, l'atmosphère de Mars se compose approximativement de 96 % de dioxyde de carbone, de 2 % d'argon, de 1,9 % d'azote et de quelques traces d'oxygène, d'oxyde de carbone, de néon ou autre krypton... Variable, la pression atmosphérique reste très faible par rapport à la Terre (moins de 1%).

# 1000 W/m<sup>2</sup>

La zone d'habitabilité d'une planète correspond à une surface dans laquelle la quantité d'énergie reçue par la planète permet à l'eau d'exister sous forme liquide. C'est le cas de la Terre qui reçoit environ 1000 W/m<sup>2</sup> d'énergie en provenance du Soleil.

# 35 millions de km<sup>2</sup>

Mars est sujette à des tempêtes de poussière violentes dont la vitesse peut atteindre 108 km/h. La tempête de juin 2018 a concerné environ 35 millions de kilomètres carrés, soit un quart de la surface de la planète, bloquant le rover Opportunity.

## EXO BIOLOGIE : LES MISSIONS SPATIALES ET LEURS DÉCOUVERTES

1975-1981



**Viking 1 & 2**  
Première expérience de recherche de vie martienne in situ.

1997-2017



**Cassini-Huygens**  
En orbite autour de Saturne à partir de 2004, la mission met en évidence les geysers d'Encelade (cf. En images p. 17).

2003-actif



**Mars Express**  
Son spectro-imageur Omega détecte des argiles sur Mars.

2004-2016



**Rosetta**  
Première sonde à se placer en orbite autour d'une comète (67P/Churyumov-Gerasimenko), (cf. L'essentiel p. 10).

2006-2014



**Corot**  
Télescope spatial, il découvre l'exoplanète CoRoT-7b, une sorte de « super-Terre » (cf. En chiffres p. 18).

2009-2013



**Herschel**  
Télescope spatial, il décrypte la naissance et la formation des étoiles.



## L'ESSENTIEL



Le cratère Gale où est situé le Mont Sharp.

### SAM

## MOLÉCULES ORGANIQUES SOUS HAUTE SURVEILLANCE

**D**e l'eau a bien coulé sur Mars il y a 3,5 à 4 milliards d'années. Opportunity et Spirit, les deux rovers de la mission Mars Exploration Rover de la NASA (2004-2019), l'ont prouvé. Les prochaines missions<sup>1</sup> apporteront peut-être des preuves de vie passée. En attendant, Curiosity étudie depuis 2012 l'habitabilité martienne via SAM, le laboratoire franco-américain dont il est doté. Il comprend trois instruments analytiques complémentaires, dont un chromatographe en phase gazeuse (cf. Transfert p. 36) développé par le Latmos<sup>2</sup> et le Lisa<sup>3</sup> sous l'égide du CNES. Dès 2014, SAM a mis en évidence la présence dans le sol de molécules contenant jusqu'à 12 atomes de carbone, mais aussi d'hydrogène, d'oxygène et de soufre, des éléments pouvant constituer des molécules organiques prébiotiques. Il a également relevé une variation saisonnière intrigante de la concentration de méthane dans l'atmosphère. Il poursuit aujourd'hui ses analyses avec des échantillons prélevés dans différentes strates du mont Sharp, au centre du cratère Gale. Ces deux prochaines années, il doit explorer la couche d'argile et la couche de sulfates, dont l'analyse est très attendue par la communauté scientifique.

1. ExoMars 2022 ou Mars Sample Return (MSR).

2. Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales.

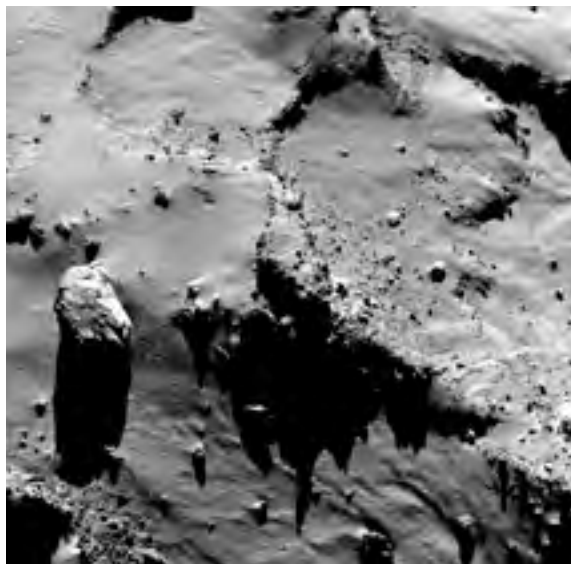
3. Laboratoire interuniversitaire des systèmes atmosphériques.

### COMÈTE CHURY

## LES RÉVÉLATIONS DE ROSETTA

**E**n 2016, Philae se posait sur la comète Churyumov-Gerasimenko, surnommée « Chury ». Trois jours plus tard, il s'éteignait alors que la sonde Rosetta, qui l'avait déposé, poursuivait sa collecte d'informations. Résultat : le deutérium, isotope<sup>1</sup> de l'hydrogène, est cinq fois plus abondant dans les molécules d'eau de la comète que sur Terre. De quoi conforter les thèses qui accréditent l'intercession des comètes dans l'origine de l'eau sur Terre. Si elle complexifie la compréhension de la formation du système solaire, l'hypothèse n'est pas exclue. L'abondance des isotopes d'éléments tels que le xénon fait penser que les comètes ont joué un rôle dans la constitution de l'atmosphère terrestre. Des molécules organiques comme la glycine, le plus simple des acides aminés, ont été décelées dans l'environnement de Chury. Enfin, des mesures tendent à prouver que son noyau, partiellement formé de glaces diverses (CO<sub>2</sub>, eau, ammoniacque...) et de roches, abriterait aussi des macromolécules de matière organique en abondance.

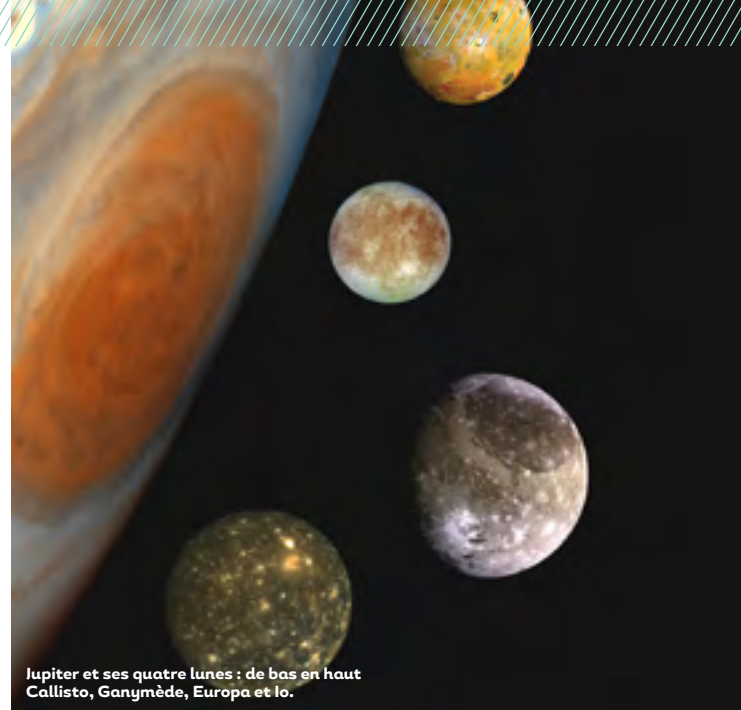
1. Atomes de même numéro atomique mais de masse atomique différente.



## JUICE

# PLONGÉE AU FOND DES OCÉANS JOVIENS

**E**n 1610, Galilée l'avait affirmé : Jupiter et ses satellites sont un modèle du système solaire en miniature. Depuis, quelques sondes<sup>1</sup> ainsi que deux missions américaines – Galileo (1995) et Juno (toujours en orbite) – se sont intéressées au monde jovien. Retenue par l'ESA, la mission Juice du programme Cosmic Vision (2015-2025) va poursuivre la tâche. Elle étudiera de plus près les trois lunes de Galilée riches en glace : Europa, Ganymède et Callisto. Pourquoi? Parce qu'elles abritent des océans qui n'ont pas encore livré leurs secrets. Quels sont leurs caractéristiques, leur environnement? Sont-ils grands,



Jupiter et ses quatre lunes : de bas en haut Callisto, Ganymède, Europa et Io.

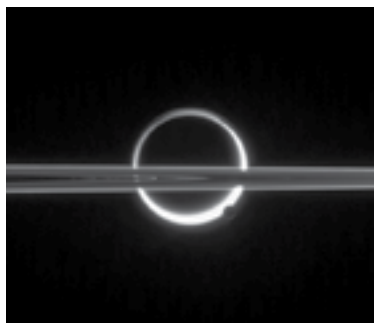
petits, profonds? Celui de Ganymède pourrait être enfoui sous 100 km de glace et atteindre 700 km d'épaisseur. Europa, plus accessible, peut-elle soutenir des comparaisons avec des habitats profonds terrestres? Juice étudiera aussi en continu l'atmosphère et la magnétosphère de Jupiter, ses interactions avec ses lunes.

La charge utile embarquera plusieurs instruments français (spectromètres, radar, etc.) dont le CNES assure la maîtrise d'ouvrage. Lancée en 2022, elle atteindra Jupiter en 2030 et passera trois ans dans l'univers jovien pour finalement se mettre en orbite autour de Ganymède.

1. Pioneer, Voyager.

## CASSINI-HUYGENS

# VOYAGE AU CŒUR DES LUNES DE SATURNE



**E**t le voyage dura 20 ans! De 1997 à 2017, en visitant Saturne et ses satellites Titan et Encelade, Cassini-Huygens<sup>1</sup> a remis en question notre vision du système solaire. Comme l'atmosphère de la Terre, celle de Titan est dominée par l'azote mais contient aussi du méthane et des composés organiques. Titan présente avec la Terre d'autres analogies : une diversité géologique composée de dunes, montagnes et volcans, une atmosphère chargée de nuages, de pluies ainsi que la présence de mers, lacs faits de méthane

et d'éthane liquide. Encelade, elle, a révélé des geysers gigantesques à sa surface (cf. En images. p 17), ils correspondraient à des remontées de liquides d'un océan sous-glaciaire. Ces panaches de vapeur d'eau et de grains de glace présentent des similitudes avec les sources hydrothermales des dorsales océaniques sur Terre. Ils interrogent sur des « zones d'habitabilité », ces surfaces théoriques dont l'environnement laisse penser qu'il pourrait être compatible avec l'existence de la vie.

1. Mission d'exploration planétaire (NASA-ESA-ASI).



## #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!;)



**@KALGAN\_**

Médiateur scientifique #CSTI fan #physique #chimie #espace #chocolat. Aime raconter des histoires. Agitateur numérique. Parle dans @Safran et, avant, @cnes



Jusqu'en 1995, on ne connaissait que le système solaire. Il était unimaginable d'avoir des grosses planètes proches de son étoile, il y avait un consensus sur leur formation. La découverte des premières exoplanètes a fait voler en éclat cette conception. #cnestweetup

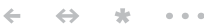


**@NUMERAMA**

ah oui le monde d'après 📩 Abonnez-vous à notre nouvelle newsletter #Règle30 ! 🇫🇷  
<http://buff.ly/2TruOwK>



De la vie sur Europe ? La NASA valide sa mission vers la lune glacée de Jupiter  
<https://buff.ly/2Hgmz00>



**@SIMONCHODORGE**

Journaliste lève-tôt à @usinouvelle  
• Industrie, littérature, cinéma •  
Passion #SFFF • Passé par @lesinrocks et @WeDemain •  
DM ouverts



La recherche de la vie sur Mars : une aventure scientifique longue, complexe, incertaine mais surtout... passionnante. Au @CNES, un expert en exobiologie expliquait les enjeux de la mission #Mars2020



**@THOMALDEBARAN**

PLATO, qui partira en 2026, aura pour but de détecter des exoplanètes similaires à la Terre 🌍 autour d'étoiles ✨ similaires au Soleil ☀️.  
#CNESTweetUp





GRAND ORAL

# YVES COPPENS

PALÉONTOLOGUE ET PALÉOANTROPOLOGUE,  
Yves Coppens incarne, par sa quête des origines de l'Homme,  
un spectateur de la vie et de son évolution.  
Il décrypte pour nous ce que le spatial a de novateur  
dans la compréhension de l'émergence du vivant.



## GRAND ORAL

### QUE SAVONS-NOUS DE L'ORIGINE DE LA VIE SUR TERRE ?

**Yves Coppens :** La connaissance des origines de la vie se base sur les preuves paléontologiques, que sont les restes d'êtres vivants, et sur la fiabilité des physiciens qui en font la datation. Selon les plus anciennes traces de vie découvertes – ce qui ressemble à des kystes de bactéries comme dans les roches d'Isua, au Groenland –, nous pouvons dire que nous sommes passés de la matière inerte à la matière vivante il y a environ 4 milliards d'années.

### VOUS AVEZ DÉCOUVERT SIX ESPÈCES D'HOMINIDÉS. OÙ SE SITUE L'HOMME DANS CE CONTEXTE ?

**Y. C. :** Il faut comprendre que tous les êtres vivants sont nos cousins car nous descendons tous de la même cellule originelle. Dans cette grande évolution de 4 milliards d'années, notre histoire se résume à 10 millions d'années, âge des ancêtres communs à notre lignée et à celle des Chimpanzés. Un grand changement climatique est alors survenu, lui-même conséquence d'un événement astronomique, a donné naissance à l'Antarctique et a éclairci les forêts tropicales. Dans ce nouveau milieu plus ouvert, le préhumain, comme Toumaï et Orrorin, s'est adapté en se mettant debout tout en continuant à grimper. Puis, à 3 millions d'années, un nouveau changement climatique a créé l'Arctique et provoqué un deuxième

gros coup de sec sur les tropiques. L'adaptation du préhumain (comme Lucy) s'est alors opéré par la transformation de sa tête : il a acquis un crâne et un cerveau plus gros, probablement face à la nécessité – dans un paysage de plus en plus découvert – de trouver des stratégies pour éviter la dent du prédateur. Dès lors, il est devenu l'Homme, Homo, capable d'anticiper, de penser à lui, aux autres, à l'environnement, et surtout à la mort. Toutes les facettes de l'Homme sont en place à 3 millions d'années.

### QUE NOUS ENSEIGNE L'EXEMPLE DE LA TERRE SUR LA POSSIBILITÉ DE L'ÉMERGENCE DU VIVANT AILLEURS ?

**Y. C. :** La vie telle que nous la connaissons est un développement supérieur de la matière contenue dans notre système solaire. Nous savons que plusieurs conditions sont nécessaires à l'émergence d'un être vivant. La Terre a par exemple connu un développement exceptionnel du fait des 150 millions de kilomètres qui la séparent du Soleil. Cette distance, combinée à leur masse respective, a suffi pour que l'atmosphère et l'eau restent sur notre planète, contrairement à Mars, beaucoup plus petite, où l'eau est peut-être encore présente en profondeur

mais a bel et bien disparu de l'atmosphère. Alors, de manière prudente, on dit que la vie semble être apparue sur Terre ou bien, si elle a été essaimée, qu'elle vient de notre système solaire car les autres systèmes sont trop éloignés. Dans ce monde vivant qui est le nôtre, restreint donc aux 4,6 milliards d'années de notre Soleil, nous sommes aussi issus, à une autre échelle, de poussières d'étoiles, comme disent poétiquement les astronomes. Et des étoiles, il en naît tous les jours dans l'Univers.

### COMPRENDRE COMMENT LA VIE EST APPARUE NOUS AIDE-T-IL À COMPRENDRE COMMENT ELLE A ÉVOLUÉ ?

**Y. C. :** Fait extraordinaire, dès que la vie est installée, elle possède la faculté de se reproduire – par simple division cellulaire à l'origine – et ainsi de se répandre sur toute la planète en s'adaptant aux environnements qu'elle rencontre. Nous, paléontologues, sommes des historiens de la Terre : nous voyons évoluer cette biodiversité naissante au travers, par exemple, de roches (les stromatolithes) constituées de restes d'êtres vivants à des époques proches de l'origine de la vie. Il est impressionnant de voir l'urgence avec laquelle la vie s'est reproduite et cette obsession d'autopréservation qu'elle a tout de suite manifestée. C'est pour cela qu'il y a tant de pollens dans une fleur et tant de cerises sur un seul arbre : la vie fabrique beaucoup d'éléments reproducteurs pour être sûre qu'il en restera. Un être vivant,

« L'ÉVOLUTION EST L'ADAPTATION DES ÊTRES VIVANTS À UN ENVIRONNEMENT. »



## GRAND ORAL



### YVES COPPENS

PALÉONTOLOGUE  
ET PALÉOANTHROPOLOGUE

« NOUS SOMMES PASSÉS  
DE LA MATIÈRE INERTE  
À LA MATIÈRE VIVANTE  
AUTOUR DE 4 MILLIARDS  
D'ANNÉES. »

rappelons-le, se définit par lui-même et son environnement, sans lequel il ne peut survivre : l'évolution est l'adaptation des êtres vivants à un environnement, et la recherche d'une nouvelle adaptation lorsque cet environnement change, ce qui arrive en permanence pour des raisons de changements climatiques (eux-mêmes conséquences de changements astronomiques).

#### QUELLES DISCIPLINES FAUT-IL MOBILISER POUR AVANCER DANS CETTE QUÊTE DES ORIGINES DE LA VIE ?

**Y. C. :** L'astronomie en premier lieu puisque tout part, a minima, de notre système solaire. Les autres disciplines se succèdent logiquement pour remonter

aux origines de la vie : la géologie, la biologie (ou paléontologie) et enfin l'anthropologie (ou paléoanthropologie), si l'on cherche notre propre origine.

#### UTILISEZ-VOUS DES DONNÉES SPATIALES POUR VOS RECHERCHES ?

**Y. C. :** Bien sûr, surtout pour repérer les gisements paléontologiques. À la recherche des fossiles, les paléontologues commencent toujours par une étude géologique : on ne peut récolter un fossile sans savoir dans quelle couche sédimentaire il se trouve. Or, de l'espace, on distingue d'abord un terrain sédimentaire d'un terrain cristallin puis, selon l'usure des roches, on peut en estimer les âges. Quand j'ai commencé mes recherches au Tchad en 1960, je disposais de cartes au millionième sur une région grande comme la France et de relevés topographiques aériens jamais contrôlés au sol ! Aujourd'hui, les images satellite nous permettent de circonscrire les terrains fossilifères. Nous pointons ensuite les sites d'intérêt grâce aux données GPS.

#### L'EXPLORATION MARTIENNE POURRAIT-ELLE NOUS ÉCLAIRER SUR CETTE PARTIE « PERDUE » DE L'HISTOIRE DE LA TERRE ?

**Y. C. :** Sûrement, mais pas seulement Mars. Quelques planètes auraient pu connaître la vie et doivent conserver dans ce cas des informations sur ce qui a permis son apparition et provoqué sa disparition.

C'est le travail des exobiologistes. La planétologie et l'astrophysique apporteront sûrement beaucoup à la paléontologie.

#### PENSEZ-VOUS QU'UNE FORME DE VIE AIT PU SE DÉVELOPPER SUR UNE EXOPLANÈTE, HORS DE NOTRE SYSTÈME SOLAIRE ?

**Y. C. :** Dans des conditions non pas semblables mais comparables à celles de la Terre, c'est tout à fait possible. Comme la vie terrestre s'est développée en faisant des choix à chaque embranchement pour s'adapter, aboutissant à l'évolution particulière qui est la nôtre, sur une autre planète, les choix de l'évolution n'auraient sans doute pas été les mêmes. Une vie ailleurs devrait donc avoir une autre allure et des êtres bizarres qu'il me plairait beaucoup de rencontrer !

### Profil

**1956**

Entrée au CNRS

**1961, 1967, 1974**

Découverte du Tchadanthrope, codécouverte d'Aethiopicus et de Lucy

**1975**

Découvre que l'homme est né de la nécessité d'adaptation à un changement climatique

**1983**

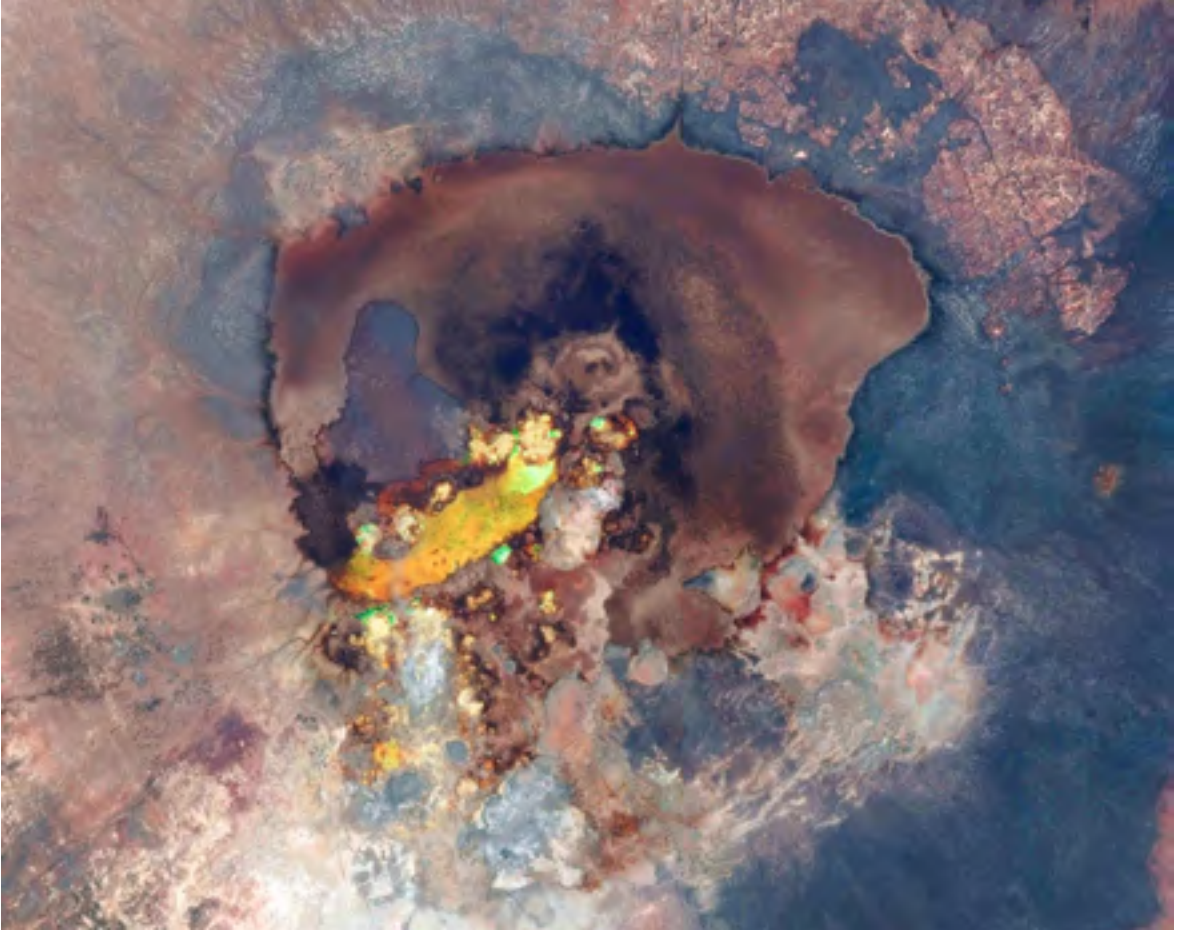
Professeur au Collège de France

**1995, 2001, 2002**

Cosignataire d'Abel, Orrorin et Toumaï



EN IMAGES



## L'EAU LIQUIDE NE SUFFIT PAS !

*Aussi envoûtant qu'inquiétant, le champ hydrothermal de Dallol s'est formé dans le désert salé du Danakil (Éthiopie). Si la vie microbienne a su s'adapter sur Terre à des conditions extrêmes de température, d'acidité ou de salinité, seul ce lieu permet d'étudier la combinaison des trois.*

*Verdict : aucune vie dans les mares hypersalées, chaudes (jusqu'à 108 °) et hyperacides du dôme ni dans les lacs hypersalés magnésiens qui l'entourent. Avis à l'exploration planétaire : ne pas tomber dans le piège des biomorphes, des minéraux dont la structure ressemble à des cellules.*

*En revanche, la vie apparaît sous forme d'archées (microorganismes unicellulaires) dès la base du dôme, dans la plaine de sel et le lac en contrebas.*





EN IMAGES



## PETITE LUNE, GRAND PANACHE

*Éjectés avec puissance, ces gigantesques panaches émanent du pôle sud d'Encelade, lune glacée de Saturne. Révélés puis traversés par la sonde Cassini, ils contiennent de la glace et plusieurs composés organiques trahissant la présence d'un océan intérieur d'eau liquide sur fond rocheux.*

*Composés carbonés, sels de sodium, méthane, hydrogène... Encelade présente, comme la Terre il y a quatre milliards d'années, les conditions requises pour une activité volcanique sous-marine. L'étude des geysers pourrait donc alimenter (sans avoir à creuser !) la théorie selon laquelle les briques du vivant se seraient synthétisées dans des sources hydrothermales sous-marines.*



## EN CHIFFRES

# GRANDE SŒUR

Découverte par le télescope Corot, un programme CNES/ESA, CoRot-7b est une planète rocheuse environ 1,7 fois plus grande et cinq fois plus lourde que la Terre. Face jour, elle enregistre des températures de 2500 °C contre -240 °C pour sa face nuit. Elle gravite à 2,5 millions de kilomètres de son étoile contre 149 millions pour la Terre. L'année y est courte : elle dure 20,4 heures.

# 2600

Avec 2600 exoplanètes détectées, c'est le télescope Kepler qui a en comptabilisé le plus. En juillet 2015, Kepler avait déjà fait exploser les compteurs puisque 1284 planètes avaient été ajoutées aux 2125 déjà connues.

# DRAGONFLY



Titan est un véritable laboratoire chimique à ciel ouvert. Son atmosphère est quatre fois plus dense que celle de la Terre et sa composition aujourd'hui rappelle celle de la Terre primitive. Pendant deux ans et demi, Dragonfly (Libellule),

drone-robot de la NASA, va déterminer le degré d'avancement de la chimie organique de Titan et chercher les maillons manquants entre la chimie prébiotique et la vie. Autre avantage : là où une astromobile n'évolue que sur quelques kilomètres, Dragonfly va en parcourir plusieurs centaines. Parmi les quatre instruments embarqués, le drone-robot s'appuiera sur DraMS, un analyseur chimique qui identifiera les molécules du sol. Si forme de vie il y a ou il y a eu, il devrait en trouver les signatures. Le décollage de la mission est prévu en 2026 pour un atterrissage sur Titan en 2034.

# 2316

MISSION CONJOINTE des agences spatiales américaine, européenne et italienne, Cassini-Huygens a ramené d'innombrables informations. En 2017, au moment de sa désintégration, elle avait déjà donné lieu à 2316 publications.

# De briques... et de broc

**LA VIE TERRESTRE NE SYNTHÉTISE QUE 20 ACIDES AMINÉS.** Leur enchaînement précis détermine les propriétés de chaque protéine, codée par les acides nucléiques. Ces derniers portent l'information génétique transmise de génération en génération codée avec seulement quatre lettres - ATCG -, représentant chacune un composé particulier (adénine, thymine, cytosine et guanine). Les informations contenues dans le génome des cellules vivantes sont traduites en utilisant des « mots » essentiellement constitués à partir de trois des lettres de cet alphabet. La découverte de sucres, d'acides aminés et de précurseur d'éléments du code génétique dans certaines météorites laisse penser qu'ils étaient déjà présents lors de la formation du système solaire...





LE CNES EN ACTIONS

Intégration à l'Irap  
(Toulouse) du modèle  
de vol de SuperCam.

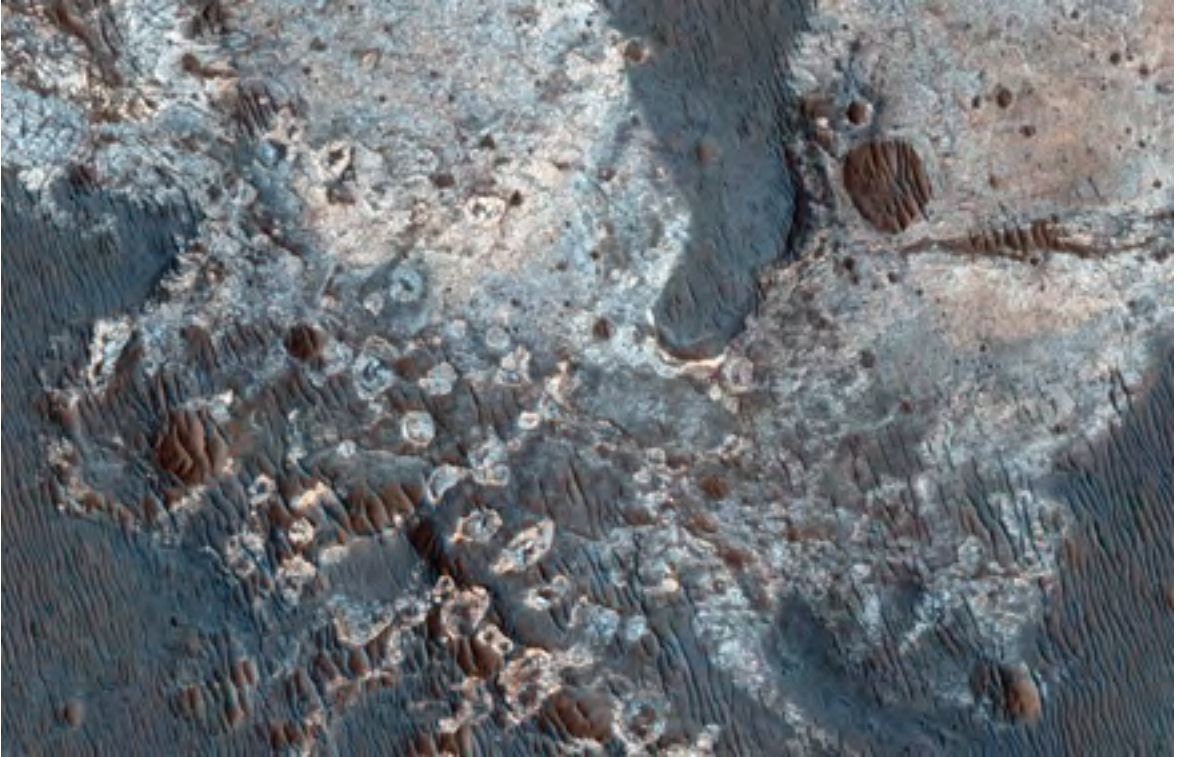
**PERCER LE MYSTÈRE DE**

# LAVIE

**D'OÙ VENONS-NOUS? SOMMES-NOUS SEULS DANS  
L'UNIVERS? CES QUESTIONS, QUI TARAUDENT L'HUMANITÉ  
DEPUIS DES SIÈCLES, SONT TOUJOURS SANS RÉPONSE.  
LES MISSIONS MARTIENNES, AUXQUELLES LE CNES  
S'ASSOCIE PLEINEMENT, ESPÈRENT TROUVER  
DE PREMIÈRES CLÉS DE COMPRÉHENSION CAR QUI MIEUX  
QUE LE SPATIAL POURRA APPORTER DES ÉLÉMENTS  
DE RÉPONSE À CETTE QUESTION QUI NOUS DÉPASSE ?**



## LE CNES EN ACTIONS



**Signatures d'argiles sur Coprates Chasma, un vaste système de canyons à proximité de l'équateur de la planète Mars. L'altération des plaines et leur transformation en argiles prouvent ici que l'eau a été présente pendant de longues périodes dans ce secteur.**



ieux ou astres, c'est toujours vers le ciel que l'Homme a tourné son regard pour comprendre l'origine de la vie sur Terre. Aux incantations, la science préfère les explorations. Et si elle recherche dans l'espace les traces d'une vie primitive, c'est parce que sur Terre, tectonique, écoulement de l'eau et rayons UV les ont depuis longtemps effacées. Alors pourquoi Mars ? Pas vraiment pour trouver des « petits hommes verts » ! L'exploration de la planète rouge s'explique rationnellement. *« Bien qu'à la limite de la zone habitable du système solaire, Mars est une planète relativement facile d'accès par les sondes spatiales, explique Francis Rocard, astrophysicien et "Monsieur Mars" du CNES. Vénus est plus proche, mais beaucoup trop inhospitalière ! »* Par ailleurs, l'atmosphère martienne serait

née dans des conditions similaires à celle de la Terre et des traces d'eau y ont été identifiées... Des points de convergence forts qui appuient encore ce parti pris.

### DES DÉBUTS PÉRILLEUX

Repérable à certaines périodes, la couleur rouge de Mars avait, déjà dans l'Antiquité, attiré l'œil des astronomes. Bien plus tard, Galilée en fit la première observation par télescope (1610). Dans les années 1960, les missions spatiales américaines et soviétiques ont initié les incursions dans la sphère privée de Mars. Exaltante, l'aventure était aussi complexe et périlleuse : conditions météo, perte de contrôle des sondes, atterrissages mal maîtrisés ou crashes. Plus de la moitié des missions martiennes ont échoué. Reste donc à saluer les réussites, en particulier celle de Mariner 9 (NASA 1971), premier véhicule à orbiter autour d'une autre planète que la Terre,



## LE CNES EN ACTIONS

qui a découvert les volcans et canyons martiens. Puis, en posant les premiers engins sur le sol de la planète rouge, Viking (NASA 1975) a marqué le début de l'exploration robotique in situ. Pour des raisons technologiques, scientifiques, politiques ou budgétaires, l'épopée martienne a ensuite été mise en pause pendant vingt ans. Il a fallu attendre 1996 pour que les images spectaculaires de Mars Global Surveyor, les premières à haute résolution, relancent l'intérêt pour la planète rouge. La même année, la sonde américaine Mars Pathfinder, équipée de son petit rover Sojourner, a foulé le sol martien.

### UNE QUÊTE SANS FRONTIÈRES

Japon, Inde, Grande-Bretagne, Russie... Les origines de la vie interpellent le monde entier. Mars est le point focal de missions scientifiques pour de nombreux pays. L'Europe spatiale se donne les moyens de participer à cette recherche. En 2003, elle lance Mars Express. Sa mission : recueillir des données sur la surface, l'atmosphère, l'ionosphère et le sous-sol de la planète toujours dans l'espoir de percer le grand mystère des origines de la vie. La collaboration du CNES à ces projets d'envergure tient à sa culture. Astrophysicien, premier directeur scientifique et technique du CNES, Jacques Blamont, récemment disparu, a été force de proposition pour associer le centre spatial à ces projets avant-gardistes. De la conception des ballons vénusiens et martiens au développement de sondes spatiales, il a impulsé cette culture de l'exploration du système solaire qui perdure aujourd'hui. Depuis les années 1990, toutes les missions martiennes embarquent une instrumentation dont l'agence spatiale française assure, au moins en partie, la maîtrise d'ouvrage.

### UNE QUESTION EXISTENTIELLE

Et la fin de cet investissement n'est pas pour demain ! Mars 2020 de la NASA ou ExoMars (2022) de l'ESA embarqueront une grande part de l'expertise du CNES au cœur des ensembles instrumentaux. Le centre spatial participera aussi à la mission décisive qui se prépare avec Mars 2020 : Mars Sample Return (MSR).

43

### Sondes, orbiteurs, atterrisseurs,

Mars a fait l'objet de 43 visites depuis les années 1960.

Sur l'ensemble de ces missions, on comptabilise 22 échecs

ou semi-échecs pour 21 véritables réussites. Odysseus, MEX, MRO, TGO, InSight, Curiosity, Maven, Mangalyaan, Mars Express et InSight sont en cours.

Quatre missions s'y ajouteront en 2020 et 2022.

Décomposée en trois missions successives (cf. Instants T p. 28-29), MSR est dédiée au retour d'échantillons martiens pour une analyse approfondie sur Terre. Même si nous en sommes encore loin, ces rendez-vous consécutifs nous rapprochent inexorablement du scénario le plus extrême, celui de l'exploration humaine in situ. Mais attention : pas question de faire de Mars un plan B pour une planète Terre en danger ! Aux climatopsceptiques qui se rassurent en pensant un jour coloniser Mars, Francis Rocard répond : « La seule planète habitable pour les hommes que l'on connaisse, c'est la Terre. » Alors pourquoi rechercher une autre vie ? Qu'est-ce que cela nous apporte ?, questionne l'astrophysicien avec un peu de provocation. La réponse n'est pas uniquement scientifique. En humaniste, il s'interroge : « Imaginez la révolution intellectuelle et philosophique que représenteraient des traces de vie sur Mars. Sera-t-elle fondée sur l'ADN, comme tous les organismes sur Terre ? Ou y a-t-il une diversité de formes de vie dans l'Univers ? » Alors, excitant ou vertigineux ? Si les questions existentielles n'ont pas leur place dans la charge utile des robots, elles restent néanmoins imprégnées dans la charge mentale des scientifiques.





## LE CNES EN ACTIONS



Test d'intégration de Perseverance dans le simulateur américain du IPL (Jet Propulsion Laboratory) à Pasadena (Californie).

# MARS 2020

## UNE MISSION AUX OBJECTIFS MULTIPLES

*La longue histoire de la recherche d'autres formes de vie s'est écrite au rythme des missions martiennes. Avec le rover Perseverance, la NASA et ses partenaires s'attaquent à un tout autre défi : rapporter sur Terre des échantillons martiens.*



et été, Mars 2020 profitera d'un créneau favorable pour s'élancer vers Mars. Cette mission est la suite logique des recherches menées in situ par la NASA. En 2003, Spirit et Opportunity, deux rovers jumeaux, avaient fait figure de pionniers. Curiosity, un grand frère six fois plus gros, a pris son poste sur la planète rouge en 2012 (MSL). Toujours sur site depuis la fin opérationnelle d'Opportunity (février 2019), Curiosity va poursuivre sa mission alors que Perseverance, le bien-nommé, commencera la sienne à quelques milliers de kilomètres de là.



## LE CNES EN ACTIONS

13 mm

### C'est le diamètre d'un gros crayon.

C'est aussi le diamètre des tubes contenant les échantillons de roches prélevés par le foret de Perseverance. Ces tubes longs de 60 mm seront scellés après remplissage pour préserver leur contenu de tout risque de contamination.

#### AMBITIONS MULTIPLES

La feuille de route de Mars 2020 est chargée. Le premier objectif sert l'exobiologie et la géologie martienne. Il s'agit de comprendre, à travers la chimie, les minéraux observés et les molécules organiques détectées, comment la planète a évolué. L'agence spatiale américaine veut aussi « *déterminer si une forme de vie a pu se développer par le passé, explique Michel Viso, exobiologiste au CNES. Pour cela, il faut trouver, si elles existent, des traces préservées de bio-signatures, d'éléments chimiques caractéristiques* ». Mars 2020 va surfer sur les découvertes antérieures. Curiosity a confirmé que Mars, désertique et figée aujourd'hui, a été habitable dans son passé. De même, il a découvert des molécules organiques dans des roches sédimentaires. Perseverance, dont le design est inspiré de Curiosity, dispose d'une instrumentation orientée vers la recherche de traces de vie passée, notamment avec SuperCam (cf. Matière p. 27). La mission emporte aussi Meda<sup>1</sup>, une station météorologique qui mesurera divers paramètres : température au sol, température de l'air, pression, humidité, direction et vitesse des vents ainsi que les caractéristiques des poussières en suspension. Perseverance amènera enfin Ingenuity, un hélicoptère expérimental de la NASA. Une fois sur Mars, cet aéronef de 1,8 kg volera de manière autonome et mènera de brèves missions de reconnaissance optique.



#### SUPERCAM

### UN CONCENTRÉ D'INNOVATIONS

#### Exploration géologique, preuve de l'existence d'eau liquide dans un lointain passé...

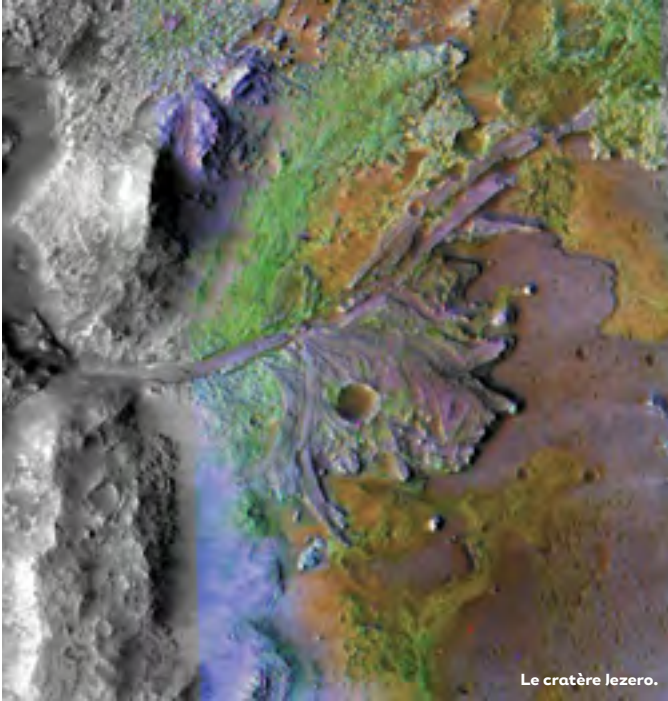
ChemCam, embarqué sur le rover Curiosity, a fait des découvertes capitales. SuperCam, intégré sur Perseverance et fruit d'une coopération entre le LANL<sup>1</sup>, des laboratoires du CNRS et des universités françaises<sup>2</sup> sous la responsabilité scientifique de l'IRAP et la maîtrise d'ouvrage du CNES, fera encore mieux. Localisé en haut du mât du rover, le Mast Unit (contribution française) peut exécuter une rotation à 360 ° et ouvre donc un champ XXL sur les zones d'exploration à privilégier. Par ailleurs, SuperCam bénéficie de l'investissement passé sur ChemCam mais intègre des améliorations importantes en multipliant les capacités d'analyse (cf. Matière p. 27).

1. Los Alamos National Laboratory.

2. IRAP, LESIA, LAB, OMP, LATMOŠ, IAS, ISAE.



## LE CNES EN ACTIONS



Le cratère Jezero.

### UN TREMPLIN POUR L'EXPLORATION HUMAINE

Perseverance prépare aussi deux des futurs épisodes de l'épopée martienne. En particulier, le premier segment du spectaculaire retour d'échantillons de la planète rouge sur Terre de la mission MSR... envisagé pour 2031. Mais pour rapporter des échantillons, encore faut-il les prélever. Le rover analysera donc le sol martien pour y dénicher les sites les plus remarquables. SuperCam aidera à sélectionner les roches les plus intéressantes avant d'en prélever quelques grammes. Au total, 43 échantillons seront déposés par petits tas sur différents sites, une trentaine seulement seront récupérés par MSR (cf. Instants T p. 28-29). Enfin, en filigrane de Mars 2020, les futures missions d'exploration humaine se profilent, derrière les missions robotiques. Si des vols habités décolleront vers Mars, les astronautes devront utiliser

10 000 °C

### Pour analyser les roches,

SuperCam utilise un puissant laser infrarouge qui élève instantanément la température au point d'impact à 10 000 degrés Celsius. Cette étincelle lumineuse est ensuite analysée par les spectromètres de l'instrument.

### JEZERO

## UN SITE QUI FAIT CONSENSUS

**Mars 2020 a réservé sa place dans le cratère Jezero, situé dans l'hémisphère nord martien.**

Au départ, une trentaine de sites candidats ont été analysés.

Jezero a été retenu parce qu'il cumule les avantages.

Le premier tient aux contraintes d'ingénierie : il faut éviter

le « trop haut, trop froid, trop périlleux ». Le second, c'est

l'adéquation à la mission.

Mars 2020 va chercher des traces d'une vie passée, autant le positionner sur une zone située

dans la « Mars primitive »,

celle qui garde les stigmates de 4 milliards d'années d'histoire.

C'est le cas de Jezero, qui porte la trace de l'interaction entre eau et roche comme en témoignent

les sédiments observés dans le delta qui l'entoure et les

roches carbonatées ou les argiles formées par l'eau liquide. Dernier

avantage : Jezero accueille une vallée d'entrée et de sortie,

soit un système hydrologique complet jamais observé jusque-là.

Le cratère aurait donc pu abriter un lac qui s'est rempli et vidé

plusieurs fois et qui aurait pu être actif à l'origine du cratère,

il y a 3,8 milliards d'années.

certaines ressources « locales », en particulier de l'oxygène. Pour en disposer, il faudra le fabriquer ! Embarquée sur Mars 2020, l'expérience Moxie démontrera la possibilité de produire de l'oxygène à partir du dioxyde de carbone de l'atmosphère martienne.





## LE CNES EN ACTIONS

# EXOMARS RETOUR VERS LE FUTUR

*Un salon de l'automobile verra-t-il le jour sur Mars ? Si les véhicules sont aujourd'hui dispersés sur des sites éloignés, ils partagent néanmoins un objectif commun : trouver les traces d'une vie passée sur la planète rouge. Aux commandes de Rosalind-Franklin, l'automobile d'ExoMars 2022, l'ESA et l'agence spatiale russe Roscosmos foreront le sol d'Oxia Planum, à l'équateur martien.*



En 2016, l'Agence spatiale européenne et son homologue russe placent en orbite autour de Mars le premier élément d'un programme ambitieux initié en 1999. C'est ExoMars 2016, première mission du programme ExoMars. La seconde, ExoMars 2022, sera lancée lors du prochain créneau martien qui s'ouvrira le 21 septembre 2022. Arrivée prévue sur Mars en juin 2023.

### UN ORBITEUR DÉJÀ EXEMPLAIRE

ExoMars 2016, c'est d'abord un orbiteur (TGO) et un atterrisseur (Schiaparelli). Alors que ce dernier a échoué dans la dernière manœuvre de l'atterrissage, la sonde TGO, bien calée sur son orbite, scrute l'atmosphère martienne en détail. Dès sa mise en service, TGO s'est montré très performant pour détecter et identifier les gaz atmosphériques. Il n'a pas décelé de méthane, ce gaz pourtant trouvé localement par l'instrument SAM de Curiosity. En revanche, TGO a fourni des informations sur le climat martien, la composition atmosphérique ou encore le comportement de la vapeur d'eau. Il a aussi mesuré la densité de poussière lors des tempêtes qui parcourent la planète rouge. Avec ses deux spectromètres, l'orbiteur a fait l'inven-



Mission ExoMars.



**C'est le poids de Rosalind-Franklin,**

**poids léger pour un rover martien. Il embarque 26 kg de charge utile. Curiosity accuse 899 kg sur la balance et Perseverance, plus d'une tonne.**

taire le plus détaillé, à ce jour, des gaz présents à l'état de traces dans l'atmosphère martienne. La caméra stéréo a fourni des images spectaculaires de la surface et notamment des traces des tourbillons de poussière. Quant au détecteur de neutrons, il mesure patiemment le contenu en eau du premier mètre du sol martien. TGO a également une mission fonctionnelle : il sert de relais de télécommunication entre la Terre et les objets présents à la surface de Mars. C'est lui, par exemple, qui transmet les données de Curiosity en complément des satellites américains. Occasionnellement, il renvoie aussi celles de la plateforme américaine InSight avec les données du sismomètre français SEIS. Compte tenu de ses états de service, TGO continuera ses missions en attendant de relayer les données d'ExoMars 2022.



## LE CNES EN ACTIONS

### CAP SUR OXIA PLANUM

Dans le cadre d'ExoMars 2022, l'étude géologique et météorologique de Mars sera l'œuvre d'une plateforme russe (Kasachok). La recherche de traces de vie est confiée au rover Rosalind-Franklin, véritable laboratoire mobile. La plateforme atterrira, le rover fixé au-dessus d'elle. Il en descendra pour commencer sa mission scientifique grâce à ses neuf instruments. Des spectromètres à infrarouge, Raman<sup>1</sup>, et à neutron, des caméras bien sûr ainsi que des instruments d'analyses chimiques fines, un instrument de chromatographie en phase gazeuse et un spectromètre de masse. Sous l'égide du CNES, des laboratoires français ont fourni deux instruments (un spectromètre et un radar) et participent à trois autres. Mais la vraie révolution du rover, c'est sa foreuse ! Rosalind-Franklin va être déposé sur le site d'Oxia Planum, choisi grâce aux données de l'instrument Omega<sup>2</sup> de la sonde européenne Mars Express, et d'autres instruments américains. Son sol est argileux et son âge, environ 4 milliards d'années, est similaire à celui de l'émergence de la vie sur Terre ! Cependant, les rayons cosmiques ont pu modifier les composés chimiques intéressants qui auraient été déposés à la surface. L'idée des scientifiques est donc d'aller les chercher en profondeur. La foreuse du rover est capable de

**Le site Oxia Planum.**

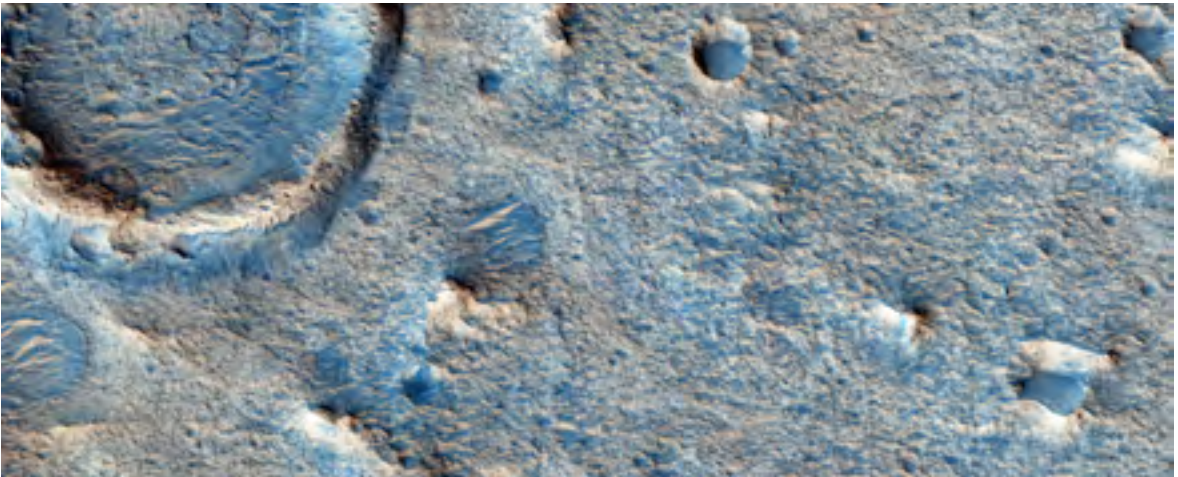
**36 000**

### C'est le nombre de dénominations

du rover d'ExoMars 2022, proposées à l'agence spatiale britannique par des habitants des États membres de l'ESA. Chimiste et physicienne, Rosalind Franklin a contribué à la description de la structure en double hélice de l'ADN. Le nom du rover est donc un hommage à cette scientifique britannique intimement liée à notre compréhension de la génétique, donc de la vie.

prélever des carottes jusqu'à une profondeur de 2 mètres. Elles seront transférées dans son laboratoire pour qu'y soient décelées de potentielles bio-signatures : une première sur Mars ! Pour choisir le meilleur site de prélèvement, Rosalind-Franklin devra se déplacer. Tout terrain, il roulera sur six roues articulées et pourra faire face aux « dangers de la route ».

1. Méthode non destructive d'observation et de caractérisation d'un matériau.  
2. Instrument développé par l'IAS, le LESIA et le CNES.





MATIÈRE

# SUPERCAM, DU 5 EN 1!

**EMBARQUÉ SUR MARS 2020, SUPERCAM A PLUS D'UN DÉFI À RELEVER. POUR Y PARVENIR, IL CUMULE CINQ OUTILS DANS UN ENSEMBLE INSTRUMENTAL UNIQUE.**

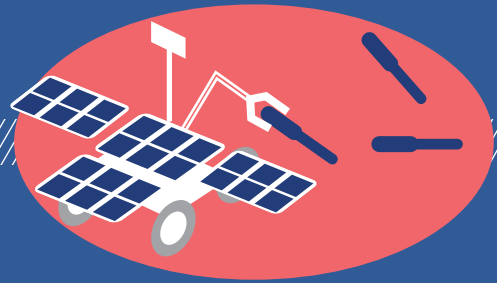
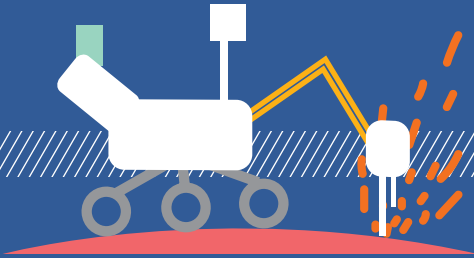
En situation, SuperCam dirigera un faisceau laser infrarouge vers une roche cible. Portée à très haute température, la zone impactée se vaporisera sous la forme d'un plasma. Recombiné, ce plasma émettra de la lumière visible et ultraviolette. Le spectromètre laser LIBS l'analysera et définira la composition chimique élémentaire de la roche en question.

Complémentaire, le laser vert du spectromètre Raman<sup>1</sup> illuminera la roche, provoquant la réémission de lumière infrarouge. La spectrométrie identifiera les minéraux et détectera d'éventuels biomarqueurs. À plus grande échelle, un spectromètre infrarouge analysera la lumière solaire réfléchie sur le sol ou les roches pour identifier d'éventuels minéraux et composés organiques. Un quatrième instrument, une caméra couleur HD, photographiera roches et minéraux analysés. Enfin, un microphone enregistrera les premiers sons martiens et le fonctionnement des instruments.

1. Méthode non destructive d'observation et de caractérisation d'un matériau.



## INSTANTS T



### 1. RÉCOLTER DES MATÉRIAUX

*Lancé à l'été 2020 sur la mission Mars 2020, le rover Perseverance se posera sur Mars en février 2021 à proximité du cratère Jezero, choisi pour présenter des formations anciennes d'un bassin sédimentaire. Dans un rayon de plusieurs kilomètres, le bras de Perseverance forera régulièrement le sol rouge jusqu'à 6 cm de profondeur pour en extraire 15 g de matériaux placés dans une éprouvette scellée et disposée dans un casier. Au gré de son trajet, le rover déposera une trentaine d'échantillons au sol, regroupés dans des lieux faciles d'accès.*

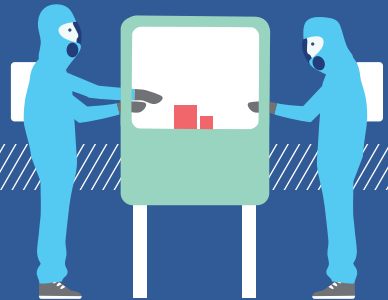
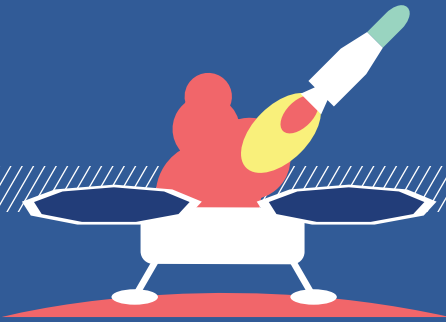
### 2. RÉCUPÉRER LES ÉCHANTILLONS

*S'ils seront tous lancés en 2026, le satellite européen ERO (Earth Return Orbiter) se mettra sur orbite martienne en 2027 et les véhicules MAV (Mars Ascent Vehicle) et SFR (Sample Fetch Rover) « amarsiront » en 2028. Conçu au cas où Perseverance ne serait pas au rendez-vous, le rover Fetch récupérera les échantillons laissés au sol. Placés dans une coque, l'Orbiting Sample, installé sous la coiffe du MAV, inaugurera alors le premier décollage martien. Puis le satellite effectuera un rendez-vous en orbite martienne pour le capturer.*



## INSTANTS T

ANALYSER DU SOL MARTIEN DEPUIS LA TERRE DEVIENDRA BIENTÔT RÉALITÉ GRÂCE À LA MISSION MARS SAMPLE RETURN MENÉE PAR LA NASA ET L'ESA. TROIS LANCEMENTS DEPUIS LA TERRE ET UN DEPUIS MARS, DEUX ROVERS ET UNE CAPSULE D'ÉCHANTILLONS : LE DÉFI TECHNIQUE EST D'UNE RARE COMPLEXITÉ.



### 3. LIVRER LA CAPSULE

*Une fois l'Orbiting Sample installé dans sa capsule de retour terrestre (Earth Entry Vehicle), le satellite entreprendra le voyage de retour après s'être allégé de la masse devenue inutile. À l'approche de la Terre, et après vérification que la situation est bien sous contrôle, il larguera la capsule sur une trajectoire de rentrée, avant de dévier sa route pour éviter la planète. Bouclier en avant et amortisseurs écrasables pour protéger l'Orbiting Sample, la capsule tombera dans le désert de l'Utah en 2031 avec 500 g d'échantillons martiens.*

### 4. ANALYSER EN TOUTE SÉCURITÉ

*Pour éviter tout risque de contamination de l'environnement terrestre par d'éventuels organismes martiens, les échantillons seront conditionnés au sein de trois enceintes étanches, à la façon de poupées russes, jusqu'à leur arrivée sur Terre. Récupérés dans l'Utah par un camion blindé, ils rejoindront un laboratoire américain de classe P4. Ces échantillons ne seront distribués pour des analyses plus poussées dans d'autres laboratoires qu'une fois déclarés inoffensifs pour la vie terrestre.*



RENCONTRES

# AMÉLIE LUCAS-GARY

Auteure

« Pour un écrivain, l'espace est l'absolu de la fiction et du rêve »



L'imagination fertile, Amélie Lucas-Gary excelle dans l'art d'ouvrir le champ des possibles. **Dès 2014, elle publie *Grotte, l'histoire d'un gardien de grotte préhistorique esseulé qui reçoit la visite d'un extraterrestre aux formes asymétriques*. « Il y a pour moi une parenté très forte entre le passé lointain d'où l'on vient et l'espace immense que l'on aspire encore à découvrir. Ce sont des territoires inaccessibles que l'imagination semble particulièrement propice à explorer », commente l'auteure, selon qui « l'existence même de l'espace, d'un point de vue spirituel et métaphysique, est une source d'inspiration ». Pour nourrir son imaginaire, l'écrivaine dévore une large panoplie**

**de lectures, dont la presse spatiale.**

« Peu adepte des recueils de type encyclopédique, ce sont plutôt des histoires, des personnages et des structures que la science m'inspire », livre-t-elle. De fait, elle construit en miroir son troisième roman, *Hic*, partant de son domicile pour remonter le temps vers le Big Bang avant de revenir au présent, en Nouvelle-Zélande. Naturellement curieuse, Amélie Lucas-Gary s'amuse à « bouleverser les genres en mêlant les langues et les registres ». Un style frais qui séduit, jusqu'à l'Observatoire de l'espace du CNES qui lui commande en 2019 un discours pour sa revue *Espace(s)* [n° 18], dans lequel elle doit inventer le décodage de mystérieux

signaux extraterrestres reçus par le radiotélescope Very Large Array au Nouveau-Mexique. Elle offre alors le poignant *Discours de Moutain View* où, se dégageant de toute question matérielle, elle décrit non plus des êtres de chair, mais de purs esprits. Un travail qu'elle poursuit actuellement avec un nouveau roman, *Mars Mars*. **« Le tâche de me souvenir qu'il est impossible de prouver qu'une chose n'existe pas : cela ouvre des perspectives éblouissantes, comme imaginer ailleurs d'autres existences encore que la vie. »** Et de conclure : « C'est cette liberté que l'exploration spatiale offre à la fiction. »



RENCONTRES

# GABRIEL PONT

Responsable CNES des centres de contrôle MSL et Mars 2020

« Les programmations de Curiosity se font chaque jour pour le lendemain »



Les rovers d'exploration n'étant pas assez intelligents pour décider de leurs actions ni de leurs trajets, des hommes les programment depuis des centres de contrôle sur Terre. Comme Gabriel Pont qui, après « *les instants magiques* » du déploiement du sismomètre SEIS, dont il était responsable instrument, souhaitait rester « *dans la banlieue rouge* ». Également thématicien Exploration du rover MMX (Martian Moons Exploration), **il supervise aujourd'hui au French Operation Center for Science and Exploration (FOCSE) l'équipe spécialiste de ChemCam et SAM**, les instruments français du célèbre Curiosity.

« Piloté par la NASA depuis le Jet

Propulsion Laboratory (JPL), le rover chemine quelques mètres par jour à la recherche d'indices, notamment des roches, qui permettraient de remonter le fil de l'histoire de Mars », explique-t-il. **Le trajet dépend de la cible, les ingénieurs du CNES travaillent avec des scientifiques présents en salle de commande.** « S'ils estiment que ChemCam a trouvé quelque chose, ils vont solliciter du rover de s'approcher pour réaliser des mesures plus précises, voire de prélever des échantillons et les injecter dans l'analyseur, SAM. Sinon, ils décident d'une autre cible », détaille-t-il. Les journées d'opérations sont donc rythmées par un ensemble de téléconfé-

rences, aux heures californiennes du JPL. « L'équipe de chaque instrument présente ses résultats et les doléances du lendemain, dont il est impératif de vérifier la compatibilité : ChemCam ne doit pas tirer son laser sur le bras du rover déployé pour forer une zone ! », illustre le responsable. **Au terme des échanges, chacun réécrit sa programmation puis le JPL envoie une unique télécommande, reçue 7 à 30 minutes plus tard par Curiosity.** Ainsi va le quotidien de l'équipe de Gabriel Pont, qui prendra bientôt en charge SuperCam, cousin de ChemCam lancé sur Mars 2020 en juillet.



RENCONTRES

# SYLVESTRE MAURICE

Astrophysicien à l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP)

« Rien dans notre système solaire ne ressemble à la Terre »



Saturne, Jupiter, la Lune, Mercure, Mars : à la recherche d'eau et d'habitabilité dans le système solaire, Sylvestre Maurice se définit comme « un sourcier planétaire ». « Le voyage dans notre système solaire grâce aux agences spatiales qui embarquent nos instruments », décrit-il. Au sein de l'Irap, laboratoire d'instrumentation spatiale sous l'égide de l'université Toulouse 3 Paul Sabatier, du CNRS et du CNES, **son équipe est notamment à l'origine de ChemCam, à l'œuvre sur Curiosity depuis 2012, et de SuperCam, qui part cet été à bord du rover Perseverance.**

« ChemCam, c'est vingt ans de ma vie ! s'exclame le chercheur. Parmi ses nombreuses révélations, son résultat

le plus impressionnant est d'avoir montré que dans le passé, Mars était habitable. » Mais était-elle habitée ? C'est tout l'intérêt de la mission Mars 2020 : trouver des traces de vie, si possible in situ, sinon dans des échantillons ramenés sur Terre. À cet effet, **SuperCam aura pour mission de choisir les échantillons en question et de caractériser leur environnement martien.** « En étroite collaboration avec le CNES, les laboratoires spatiaux français possèdent un ensemble de savoir-faire que nous cultivons avec le temps. Pour SuperCam, l'équipe a réalisé une prouesse car, pour les mêmes poids et dimensions que ChemCam, il embarque non pas deux mais cinq technologies. À

l'analyse chimique par laser et à l'imagerie (cette fois en couleur) ont été ajoutés un micro acoustique et deux techniques de spectroscopie, pour connaître la composition et l'architecture moléculaires des roches », détaille le chercheur. **Si Mars 2020 ou ses échantillons rapportés ultérieurement révèlent des traces de vie, « cela signifiera que la vie est née deux fois dans un seul système solaire, et l'on pourra par conséquent imaginer qu'elle est partout dans l'Univers »,** expose Sylvestre Maurice. Pour sûr, les missions suivantes dépendront largement de ces résultats avec, déjà en ligne de mire, une exploration moins robotique et plus humaine.



Historien des sciences  
et théologien,  
Jacques Arnould  
est chargé de mission  
pour les questions  
éthiques au CNES.



## ESPACE ÉTHIQUE



JACQUES ARNOULD

# « VOUS N'ÊTES PAS SEULS ! »

*Longtemps considéré comme impossible et même interdit, le voyage dans l'espace nous ouvre aujourd'hui la possibilité de découvrir et de rencontrer des formes de vie extraterrestres. Y sommes-nous préparés ?*



ceux qui lui demandaient pour quelle raison il tenait tant à escalader le mont Everest, George Mallory répondait : « Because it is there ! » (Parce qu'il est là !) Le mot

de l'alpiniste britannique sert aujourd'hui de leitmotiv à tous ceux qui promeuvent et défendent l'exploration de l'espace : elle leur paraît aussi évidente que l'imposante présence du sommet himalayen. En réalité, les motifs de lancer des missions, habitées ou non, afin d'explorer l'univers qui nous entoure ne manquent pas et le moindre d'entre eux, en dehors de l'argument de Mallory, est certainement la quête de nos origines, des origines de la vie. Nous avons de bonnes raisons de penser que la recherche de formes de vie extraterrestre, présentes ou passées, constitue une contribution majeure à la connaissance des processus qui ont permis l'émergence et l'évolution de la vie sur notre planète et celle, plus hypothétique, de son avenir.

### À LA RENCONTRE DE « L'AUTRE »

La naissance et le développement des sciences astrobiologiques constituent très certainement un événement majeur dans l'histoire des sciences modernes : l'association de cultures scientifiques aussi étrangères que le sont les sciences physiques et les sciences biologiques a permis de véritables avancées dans la recherche de planètes habitables,

voire habitées, aussi bien que dans la connaissance des formes de vie qui peuplent notre propre planète, parfois dans des lieux ou des situations considérés jusqu'à présent comme impropres à la vie. Explorer l'espace nous a d'ores et déjà permis de mieux nous connaître nous-mêmes.

Ce faisant, nous avons en quelque sorte inversé l'habituelle interpellation des sentinelles : « Qui va là ? » Nous ne nous contentons plus d'attendre que « l'autre » se présente à notre porte, de guetter l'hypothétique manifestation d'un ennemi ou d'un allié venu du ciel. Avec le début de l'ère spatiale, nous avons pris l'initiative de franchir les antiques limites de notre atmosphère et même celles marquées par la Lune. Nos engins, nos vaisseaux, nous-mêmes sommes devenus extraterrestres pour tenter de découvrir, de rencontrer ceux que nous qualifions déjà de tels. Ce retournement n'est pas sans conséquence. Hier déjà, aujourd'hui encore, nous prenons garde à tout ce qui franchit les frontières et les protections successives de nos existences, collectives et individuelles. Désormais, nous sommes aussi responsables des actions que nous menons au-delà d'elles. Pouvons-nous mettre en danger les existences auxquelles, un jour peut-être, nous annoncerions : « Vous n'êtes pas seuls » ? N'attendons pas demain pour nous poser cette question, elle appartient déjà à notre conscience et à notre responsabilité d'êtres humains.



EN VUE

## LECTURE

### Mars en habit de moire



Pour cet ouvrage dans lequel Mars apparaît en noir et blanc dans un traitement qui magnifie les canyons de Valles Marineris, les dunes de Noachis ou le volcan Olympe, Xavier Barral et Sébastien Girard ont

exploité 200 images du télescope HiRise, transmises par le satellite d'observation américain MRO. Le lecteur profite aussi des commentaires de guides éclairés. Alfred McEwen, directeur de la caméra HiRise à la NASA, et Francis Rocard, astrophysicien attaché au CNES, expliquent les origines de la planète et son évolution.

**Mars, une exploration photographique,** Francis Rocard et Alfred S. McEwen, Xavier Barral & Sébastien Girard, aux éditions Barral.

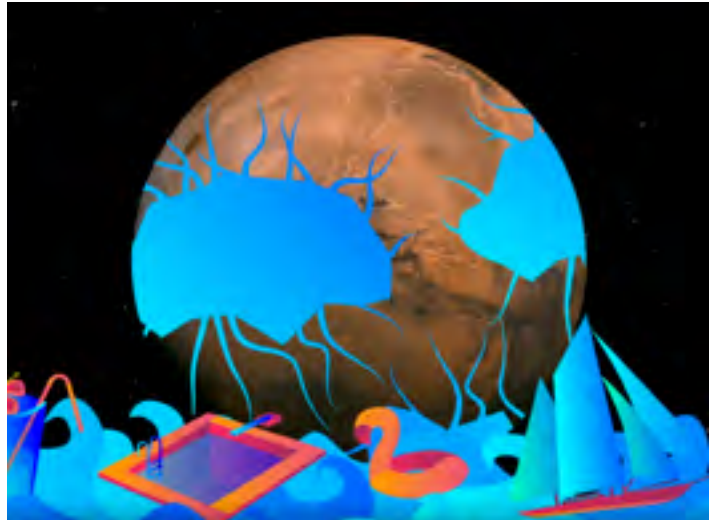
## Mars, La mission du siècle



Depuis le 3 juin 2020, il est possible de revivre toute l'aventure martienne. Pourquoi et comment les scientifiques s'intéressent-ils à Mars ? Pourquoi, malgré certaines similitudes, la planète rouge

n'a-t-elle pas évolué comme la Terre ? Dans son dernier ouvrage, Francis Rocard raconte comment des hommes seront envoyés sur Mars d'ici au milieu du siècle. Astrophysicien en charge des programmes d'exploration du système solaire au CNES, il reconstruit chapitre après chapitre les étapes qui permettront d'envoyer des équipages vers et sur Mars.

**Les dernières nouvelles de Mars,** Francis Rocard, paru aux éditions Flammarion.



## ÉDUCATION

# EN VACANCES DANS LE SYSTÈME SOLAIRE

Vous faites quoi pour les vacances ? Le service jeunesse du CNES vous propose une visite complète et ludique au cœur des planètes avec un safari sur Mars, une cure de Lune, une croisière au Soleil et même un trip sur les comètes. N'hésitez pas à amener vos enfants car c'est pour eux que le centre spatial a créé la série. « En vacances dans le Système Solaire », dont les huit épisodes sont accessibles en ligne. Le concept ludo-éducatif correspond à la cible jeunes depuis le cycle 3 (CM1) jusqu'au lycée. Les scénarios de 3 ou 4 minutes mettent en situation M. & Mme, un couple parti à la découverte des planètes, comètes et autres astéroïdes. Si la forme est humoristique, le fond est rigoureusement vérifié. Les « touristes » – personnages virtuels – transitent ainsi dans de véritables images satellitaires labellisées ESA ou encore NASA. Conçue pour « donner envie », la série a été très bien reçue par les enseignants et les médiateurs. Mais ces vidéos sont aussi attractives pour les parents qui disposent là d'un support simple et agréable, socle sûr de connaissances pour les curieux de tout âge. Site web, supports documentaires, le CNES travaille en étroite partenariat avec les écoles, accueils de loisirs et clubs associatifs. Cette série vient donc compléter l'offre existante.



LA SÉRIE « EN VACANCES DANS LE SYSTÈME SOLAIRE » EST À DÉCOUVRIR SUR LA CHAÎNE YOUTUBE DU CNES.



EN VUE

ÉRIC PESSAN

# AUTEUR EN RÉSIDENTE SPATIALE

**En dehors de la Terre, difficile de trouver une planète hospitalière.** Il en existe pourtant une, sur laquelle Éric Pessan a installé son chantier d'écriture.

Accueilli en résidence à l'Observatoire de l'espace, le « laboratoire culturel du CNES », l'écrivain profite de l'expérience pour parachever un roman mâtiné de fiction qu'il voulait aussi « *le plus proche possible de la réalité du spatial* ». S'il a capitalisé sur les rencontres d'experts pour nourrir son récit, Éric Pessan était déjà familier du secteur spatial. Son premier contact avec l'espace s'est fait au hasard de quelques écrits sollicités par l'Observatoire. Aussitôt, il a trouvé dans cet univers « *un formidable vivier pour l'imaginaire* ». Depuis, sa collaboration à la revue Espace(s) s'est intensifiée. Et en 2013, pour faire corps avec l'espace, il a même osé... un vol parabolique ! Sa résidence à l'Observatoire, sous l'égide de la région Île-de-France, s'inscrit comme la suite logique sur cette trajectoire. Dans ce cadre, l'auteur anime aussi des ateliers d'écriture dans lesquels il retrouve des lycéens avec lesquels il partage ses interrogations. De ces échanges fructueux, Éric Pessan fera, comme d'habitude, son miel de tout.



## AGENDA

### PROCHAINS DÉPARTS POUR MARS

14 juillet 2020 (au plus tôt) :

*Hope sur HII-A (Japon)*

Été 2020 :

*Mars 2020 avec Perseverance sur Altas 541 (Cap Canaveral, USA)*

Courant août 2020 :

*Tianwen-1 sur Longue Marche 5 (Chine)*

### PROCHAINES ARRIVÉES SUR MARS

Courant février 2021 :

*atterrissage de Perseverance sur le site Jezero*

Courant février 2021 :

*insertion en orbite martienne de Hope*

Courant avril 2021 :

*atterrissage de Tianwen-1 sur le site Chryse Planitia*

## Cheops Un peu d'art dans l'espace

Cheops sert deux missions, l'une scientifique, l'autre pédagogique et culturelle. Fruit d'une collaboration Europe/Suisse, le programme s'est doublé d'un concours ouvert aux enfants de 22 pays européens invités à dessiner ce qu'est pour eux l'Univers. Objectif : susciter chez les jeunes une vocation pour les sciences. Au final, 2748 dessins ont été tirés au sort. Réduits d'un facteur mille et gravés sur deux plaques de titane à l'Université des sciences appliquées (USA) de Berne, ils ont embarqué sur Cheops pour une exposition... dans l'espace !



PLUS D'INFOS :

TERRIENS, POUR DÉCOUVRIR L'EXPOSITION,  
RENDEZ-VOUS SUR [CHEOPS.UNIBE.CH/FR](https://cheops.unibe.ch/fr).



TRANSFERT

## LES PARFUMS DE LA VIE

À Grasse, capitale mondiale des arômes, les parfumeurs ont un point commun inattendu avec la recherche fondamentale spatiale : le recours à la chromatographie en phase gazeuse. En 2004, Rosetta embarquait déjà un chromatographe, ce sera également le cas d'ExoMars. Explications.



Comment les molécules originelles se sont-elles synthétisées pour créer la vie ? Directeur de l'Institut de chimie de Nice, Uwe Meierhenrich voue sa carrière à cette énigme :

« Nous tentons de comprendre

l'évolution de molécules biologiques pour remonter le temps. Pour cela, nous cherchons des molécules clés comme les acides aminés, qui forment protéines et enzymes, et les sucres simples à l'origine du matériel génétique. » La chromatographie peut en effet identifier ces molécules de base lorsque les éléments sont en phase gazeuse. Mais celles-ci sont trop répandues sur Terre pour que l'on puisse distinguer celles qui ont réellement été impliquées dans l'émergence de la vie. D'où l'intérêt de mener ces expérimentations dans l'espace. Peu puissant, le chromatographe de Rosetta n'a révélé qu'un seul acide aminé sur la comète Chury mais, dès 2004, Uwe Meierhenrich en découvrait pas moins de 16 dans les 100 mg de comète artificielle créés par son groupe de recherche !

### DÉCRIRE LA CHIRALITÉ MARTIENNE

Certains chromatographes peuvent désormais identifier les molécules chirales qui, comme nos mains, possèdent une version gauche et une version droite (cf. L'essentiel p. 8). « Étonnamment, nous avons découvert que les acides aminés chiraux d'un organisme vivant sont tous de forme gauche ! Pour mieux comprendre leur implication dans l'origine de la vie terrestre, la mission européenne ExoMars embarquera en 2022 un chromatographe en phase gaz chiral », jubile le chercheur. Alors les acides aminés martiens seront-ils de forme gauche, droite ou neutre ? En attendant, « grâce à notre technologie, l'industrie du parfum se réinvente car les molécules odorantes chirales n'ont pas la même senteur selon qu'elles sont de forme gauche ou droite », se réjouit l'expert.

FR

30

### La chromatographie gazeuse

détecte aujourd'hui plus de 30 acides aminés chiraux sur les comètes créées en laboratoire.

La comète Churyumov-Gerasimenko prise par Rosetta.