

Traces de vie passée sur Mars : des scientifiques font le point sur leurs recherches

Centre de biophysique moléculaire - CBM (CNRS), Orléans.

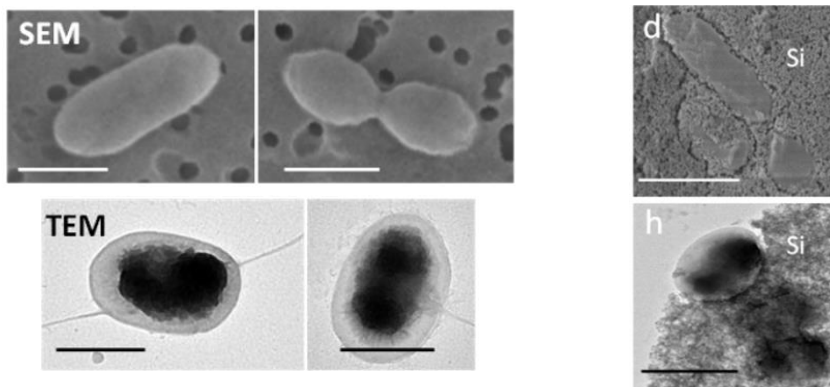
Au lendemain de la réunion du consortium européen MASE (Mars Analogues for Space Exploration) qui s'est tenue pour la première fois en France, à Orléans, au Centre de biophysique moléculaire (CNRS), les chercheurs de ce laboratoire font le point sur leurs recherches sur les traces de vie passée sur Mars.

L'équipe Exobiologie du Centre de biophysique moléculaire (CBM) étudie la chimie des origines de la vie. Ses recherches couvrent également la géologie, la microbiologie et la physique. Une approche transdisciplinaire qui permet de mieux comprendre l'émergence de vie sur Terre et sur les autres planètes.

- **Le projet européen MASE et les recherches de l'équipe Exobiologie du CBM dans ce contexte**

Le projet européen MASE¹ (Mars Analogues for Space Exploration) a pour objectif de comprendre dans quelle mesure la vie a pu se développer et se maintenir sur Mars et comment détecter ces éventuelles traces de vie. Les travaux des chercheurs des pays européens membres du consortium MASE constituent une base scientifique pour interpréter les données des futures missions martiennes comme celles collectées par le rover ExoMars en 2020.

Dans le cadre de MASE, l'équipe française Exobiologie du CBM intervient scientifiquement sur le volet « Fossilisation artificielle des micro-organismes et comparaison avec les micro-fossiles les plus anciens ». Pour cela, les chercheurs de l'équipe utilisent les souches des bactéries sélectionnées et cultivées préalablement par les partenaires du consortium MASE. Ce sont des micro-organismes très primitifs, comparables à ceux auxquels on pourrait s'attendre sur Mars. Ils sont minéralisés au CBM puis, pour reproduire l'effet du temps de fossilisation, une étape de vieillissement artificiel est réalisée par incubation en autoclaves hautes températures et hautes pressions.



*Images de bactéries, analogues de micro-organismes martiens, isolées lors du projet MASE (à gauche) et après fossilisation artificielle dans de la silice (à droite).
Images prises avec des microscopes électroniques à balayage (en haut) et en transmission (en bas).*

¹ Ce projet initié en janvier 2014 et qui prendra fin en décembre 2017 est soutenu par le programme européen FP7



Les contributions scientifiques des partenaires de MASE :

L'Institut de Chimie de Leiden caractérise l'habitabilité des environnements analogues à ceux Mars en termes de conditions physicochimiques.

L'Université d'Edimbourg, le Centre aérospatial allemand de Cologne et l'Université de Graz, cherchent à déterminer la diversité microbienne de ces environnements analogues et les adaptations physiologiques des micro-organismes qui leurs permettent de s'y maintenir.

Le Centre aérospatial allemand de Cologne étudie la survie de ces micro-organismes lorsqu'ils sont exposés à des stress martiens individuels ou combinés (irradiation, dessiccation, températures extrêmes).

Le Centre de Biophysique Moléculaire (CNRS), en France, étudie les modalités de préservation de ces cellules, leur détection et leur caractérisation après fossilisation.

Le Centre d'astrobiologie de Madrid, en Espagne, développe et étudie les outils embarqués pour détecter les biosignatures dans des échantillons analogues aux roches martiennes.

- **Mission ExoMars 2020, pourquoi les fossiles sont-ils si importants ?**

Si il y a eu de la vie sur Mars, celle-ci serait apparue il y a plus de 4 milliards d'années, lorsque la planète regorgeait d'eau. C'est pour cela que la mission ExoMars cherchera des traces de vie sur des terrains anciens de Mars.

Tôt dans son histoire, l'environnement de Mars a connu d'importantes modifications, non sans conséquences pour l'éventuelle émergence/maintien de formes de vie martiennes. Pour autant, durant sa jeunesse, la période du Noachien (4.1-3.7 milliards d'années), les conditions de Mars et de la Terre sont susceptibles d'être comparées, ce qui rend plausible un balbutiement de la vie sur Mars à cette époque.

L'unité fondamentale du vivant étant la cellule, et la Terre étant restée exclusivement microbienne pendant plus d'un milliard d'années, les recherches de vie sur Mars s'orientent logiquement vers des traces microbiennes unicellulaires.

Or, la morphologie et la composition de traces de vie fossiles est délicate à interpréter, à l'inverse des squelettes fossilisés d'organismes multicellulaires. L'existence de structures ressemblant à des micro-fossiles pourtant d'origine abiotique (artéfacts) incite donc à interpréter avec prudence.

ExoMars 2020 est une mission robotique des agences spatiales européenne (ESA²) et russe (Roscosmos) vers la planète Mars qui devrait atterrir en 2021. L'objectif principal de cette mission est la recherche de traces de vie martienne - plutôt fossile qu'actuelle - dans les roches les plus anciennes de la planète. Cette mission diffère des missions de la NASA car son rover dispose d'une foreuse permettant de prélever des échantillons de subsurface jusqu'à 2 m de profondeur pour l'analyse des biosignatures souterraines et d'une charge utile réellement dédiée à la recherche de traces de vie.

Cette mission dédiée à l'exobiologie a été pensée dès 1996 par un groupe de réflexion de l'ESA, sous la présidence du Dr. André Brack, fondateur de l'équipe du CBM à Orléans, avec la participation du Dr. Frances Westall, actuelle responsable de l'équipe. Frances Westall est aussi co-responsable d'un des instruments d'ExoMars, le microscope CLUPI. Elle est reconnue pour son expertise des traces de vie (biosignatures) dans le groupe de travail qui étudie la sélection du site d'atterrissage du robot.

L'Agence Spatiale Européenne déterminera prochainement les deux sites d'atterrissage, situés dans l'hémisphère nord de Mars, sur des terrains vieux de 3,9 milliards d'années ou plus, qui auraient pu voir l'émergence de la vie ou au moins qui auraient été potentiellement habitables. En lice actuellement, les sites d'Oxia Planum et Mawrth Vallis, deux zones contigües de roches anciennes très altérées par l'eau et Arum Dorsum, un fleuve fossile avec des dépôts d'inondation en lisière. A suivre...

- **La lithothèque et la plateforme de spectroscopie RAMAN / Microscope à Force Atomique**

La lithothèque « ISAR » (International Space Analogue Rockstore) est une collection de roches et de minéraux semblables à des roches et minéraux martiens. Cette collection de roches différentes sert à tester et calibrer les instruments qui seront embarqués lors de futures missions spatiales. Sa création a répondu au besoin croissant de tester des appareils d'instrumentation spatiale avec des roches analogues à celles de Mars, lors de la mission ExoMars 2020 notamment, qui utilisera un rover équipé de 9

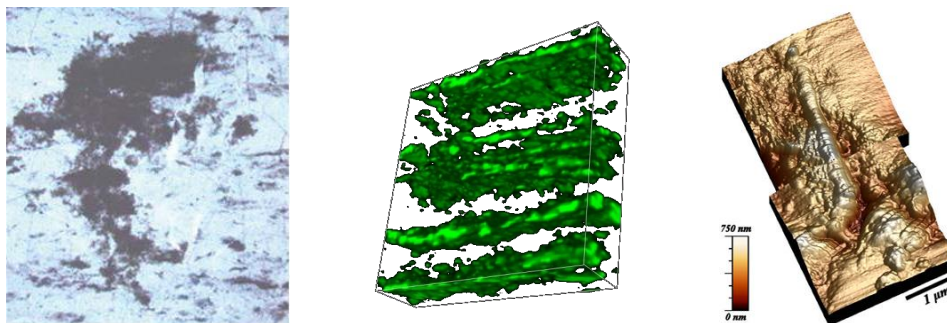
instruments dédiés à l'analyse du sol et des roches à la surface de la planète. Les roches volcaniques et sédimentaires de l'ISAR seront préparées sous plusieurs formes : fragments, lames minces ou poudres...

Plusieurs roches de l'ISAR contiennent des micro-fossiles (généralement issus de micro-organismes, qui n'ont laissé que de petits résidus carbonés) parmi les plus vieux identifiés à ce jour sur Terre, comme les cherts (roches sédimentaires) de Josefsdal à Barberton (Afrique du Sud) qui contiennent des micro-colonies fossilisées il y a 3,3 milliards d'années (photo de gauche ci-dessous).

L'ISAR est située au CBM du CNRS à Orléans, dans le cadre de l'Observatoire des Sciences de l'Univers en Région Centre-Val de Loire (OSUC). Elle est soutenue par l'ESA et le CNES³.

La spectroscopie RAMAN est une méthode non destructive permettant d'identifier les matériaux minéraux et organiques contenus dans les roches et d'en déterminer leur distribution spatiale. Elle est particulièrement intéressante pour identifier et caractériser d'éventuelles traces de vie passée contenues dans les roches.

La microscopie à force atomique (AFM) permet de réaliser des images topographiques de la surface d'un échantillon à l'échelle sub-micrométrique (inférieure au micron). Cette technique est utile pour la caractérisation à très petite échelle de micro-organismes avant, pendant et après fossilisation.



A gauche, Colonie de micro-fossiles, analogues des micro-organismes martiens, dans des roches terrestres datées de près de 3.5 milliards d'années (gauche). La colonie a une taille de 500µm. Image Raman en 3D de la répartition du carbone, dernier vestige des micro-fossiles inclus dans une roche de 3.5 milliard d'années (image : 80x80x20 µm³) (milieu). Image AFM d'un microfossile en forme de filament observé dans des roches de -3,5 milliards d'années (droite). (© CBM)

Des photos sur CNRS Photothèque <http://phototheque.cnrs.fr/p/392-1-1-0/>

Pour en savoir plus :

Projet MASE – mase.esf.org/

Lithothèque ISAR – isar.cnrs-orleans.fr/isar

Exomars – exomars.cnes.fr

Contacts

Equipe scientifique :

Frances Westall | T 06 32 45 85 23 | frances.westall@cnrs-orleans.fr

Frédéric Gaboyer | T 06 73 11 13 70 | frederic.gaboyer@cnrs-orleans.fr

Frédéric Foucher | T 06 62 89 11 19 | frederic.foucher@cnrs-orleans.fr

Presse CNRS :

Florence Royer | T 02 38 25 79 86 | florence.ROYER@dr8.cnrs.fr