



LES BACTÉRIES EXTRÊMOPHILES PEUVENT-ELLES NOUS RENSEIGNER SUR LA VIE EXTRATERRESTRE ?

Carolyn Wang¹, Briley L. Lewis² et Kristina Beblo-Vranesevic^{3,4,5}

¹Département de Statistiques et Département des Relations Publiques, Université de Californie à Los Angeles, Los Angeles, CA, États-Unis

²Division d'Astronomie et d'Astrophysique, Département de Physique et d'Astronomie, Faculté des Sciences Physiques, Université de Californie à Los Angeles, Los Angeles, CA, États-Unis

³Institut de Médecine Aérospatiale, Centre Aérospatial allemand (DLR), Cologne, Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne

⁴Centre Aérospatial allemand (DLR), Cologne, Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne

⁵Département de Biologie des radiations, Institut de Médecine Aérospatiale, Centre Aérospatial allemand (DLR), Cologne, Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne

T'es-tu déjà demandé s'il y a de la vie au-delà de la Terre ? Les scientifiques étudient ce sujet depuis longtemps et pensent que la réponse pourrait résider dans les microbes extrêmophiles, de minuscules organismes qui prospèrent dans des environnements très inhospitaliers. Dans une étude de 2022, des scientifiques ont prélevé des microbes extrêmophiles dans un endroit sur Terre ressemblant à Mars, et les ont placés dans des conditions simulant de plus près celles de Mars. Après avoir été exposés à des niveaux de rayonnement ultraviolet plus élevés, à de faibles niveaux d'oxygène, à une atmosphère sèche et à un sol sans humidité semblable à Mars, ces microbes étaient encore capables de survivre. Cette recherche est importante pour nous aider à comprendre si Mars peut abriter la vie et nous donner des indices sur ce à quoi cette vie pourrait ressembler au-delà de la Terre.

Y A-T-IL DE LA VIE AU-DELA DE LA TERRE ?

Y a-t-il des êtres vivants sur d'autres planètes ? Les scientifiques s'interrogent sur cette question fascinante depuis de nombreuses années, et ils n'ont toujours pas trouvé de réponse définitive. Au cours du siècle dernier, les nouvelles technologies ont aidé les scientifiques à en apprendre davantage sur les autres planètes de notre système solaire et ont découvert que ces planètes sont très différentes de la Terre. Par exemple, Mars, le voisin rouge de la Terre, a une température typique de -60°C . C'est encore plus froid que la température moyenne de l'Antarctique, l'endroit le plus froid sur Terre !

Parce que les autres planètes sont si différentes de la Terre, les scientifiques prédisent que la **vie extraterrestre**, ou la vie au-delà de la Terre, pourrait sembler complètement différente des plantes, des animaux et des humains que nous avons l'habitude de voir sur notre planète. Une forme de vie qui pourrait exister et même prospérer sur des planètes aux conditions extrêmes est celle des **microbes extrêmophiles**. Ce sont des êtres vivants microscopiques qui aiment les conditions folles comme les températures super chaudes ou super froides, les niveaux élevés d'acidité ou de faibles quantités d'oxygène [1]. Au fur et à mesure que les scientifiques en apprennent davantage sur ces micro-organismes extrêmophiles, ils en viennent à croire que la compréhension de ces microbes pourrait être essentielle à notre recherche de vie extraterrestre.

MARS ET SES IMITATEURS SUR TERRE

De nombreux scientifiques pensent que Mars est l'une des planètes les plus susceptibles d'abriter la vie. Il y a des indices que Mars avait autrefois les composants nécessaires à la vie : de l'eau liquide et des **molécules organiques**, des chaînes de carbone et d'autres atomes qui constituent les éléments constitutifs de tous les êtres vivants. Les photos prises de la surface de Mars montrent des ravines, sculptures à la surface qui semblent avoir été faites par l'eau courante (Figure 1). On a également découvert que le sol martien contient des éléments similaires à ceux de la Terre primitive, notamment du carbone et d'autres molécules organiques [2].

Comme Mars a une chance relativement élevée d'abriter de la vie, les scientifiques essaient d'en apprendre davantage sur cette planète. Cependant, il est difficile de s'y rendre car elle se trouve à des centaines de millions de kilomètres. Nous avons envoyé des **astromobiles sans pilote**, des machines que nous contrôlons depuis la Terre, qui errent sur la surface de Mars. Nous avons également envoyé des engins spatiaux en orbite autour de Mars. Toutes ces missions sont très coûteuses et prennent beaucoup de temps. Envoyer des humains sur Mars est une possibilité excitante, mais il pourrait encore s'écouler de nombreuses années avant que ce rêve ne devienne réalité.

VIE EXTRATERRESTRE.

Toute vie qui existe en dehors de la Terre.

MICROBES

EXTRÊMOPHILES. Micro-organismes qui se développent dans des conditions extrêmes, telles que des températures élevées / basses, une forte acidité, des niveaux élevés de sel et une quantité limitée d'oxygène

MOLÉCULES ORGANIQUES.

Composés chimiques contenant du carbone et d'autres atomes. Les molécules organiques sont les éléments constitutifs de tous les êtres vivants

ASTROMOBILES SANS PILOTE.

Machines contrôlées depuis la Terre pouvant explorer d'autres planètes. Persévérance et Curiosité font partie de ceux qui collectent des informations sur le climat et le terrain martiens.

ENVIRONNEMENTS

ANALOGUES.

Endroits sur Terre qui peuvent avoir des conditions similaires à celles présentes sur Mars, actuellement ou dans le passé

La meilleure chose à faire pour être sur Mars est de trouver des environnements sur Terre qui sont similaires à Mars, appelés **environnements analogues**. Ces imitateurs d'environnements martiens sont plus faciles d'accès à l'expérimentation et l'exploration. Les scientifiques ont déjà identifié certains environnements analogues à Mars comme les plaines sèches et poussiéreuses du Tibet, la Chine et le climat glacial de l'Antarctique [3]. Des environnements analogues à Mars peuvent également être créés en laboratoire, où les scientifiques peuvent simuler les conditions difficiles de cette planète.

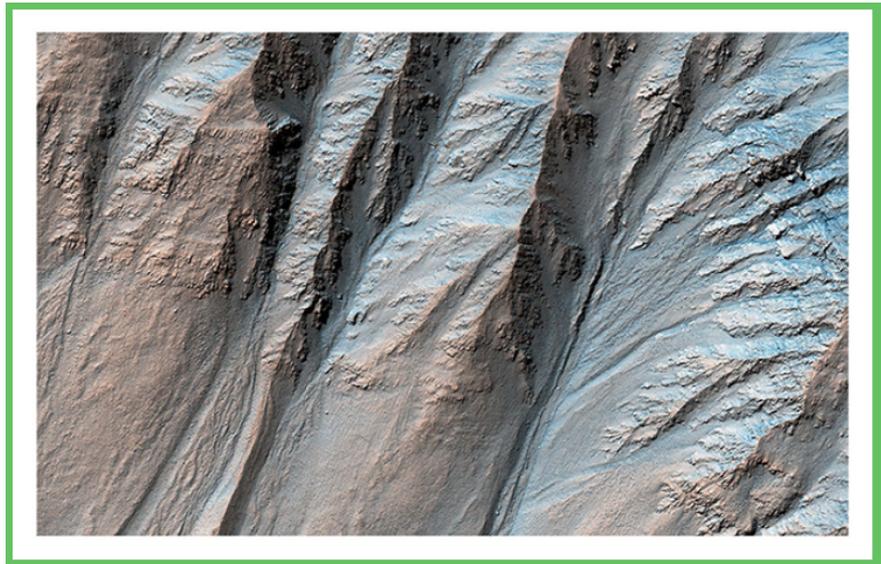


Figure 1. Cette image prise par la NASA, montre des ravines à la surface de Mars. Ces ravines sont des indices qu'il pourrait y avoir eu de l'eau courante sur Mars dans le passé (Crédit photo : <https://mars.nasa.gov/resources/22353/complex-gullies-in-a-crater/>).

FAIRE DES EXPÉRIENCES SUR TERRE AVEC DES MICROBES EXTRÊMOPHILES

Pour tester si les microbes extrémophiles peuvent survivre sur Mars, une équipe de scientifiques européens a recueilli des échantillons de microbes extrémophiles vivant dans des environnements analogues. C'est le cas de deux espèces de bactéries, *Buttiauxella* et *Salinisphaera shabanensis*. *Buttiauxella* a été isolée dans le sud de l'Allemagne à partir de sources froides très pauvres en oxygène et *Salinisphaera shabanensis* est issue de la mer Rouge qui est extrêmement salée.

Les scientifiques ont permis à ces bactéries de se développer en laboratoire, puis les ont placées dans un environnement artificiel similaire à celui de Mars. Ils ont d'abord déshydraté ces microbes et diminué le niveau d'oxygène pour imiter l'atmosphère sèche et pauvre en oxygène sur Mars. Après trois mois, ils ont examiné les microbes placés dans ce nouvel environnement. Leurs observations ont montré qu'une fraction importante des deux espèces de microbes extrémophiles avait survécu !

Les scientifiques ont également mélangé les deux espèces de bactéries et leur ont permis de se développer ensemble. Lorsqu'ils sont mélangés, les microbes extrémophiles ont en fait montré des taux de survie plus

RÉGOLITHE MARTIEN.

Sol sec et poussiéreux qui recouvre la surface de Mars

élevés dans les conditions artificielles de Mars.

Ensuite, les scientifiques ont ajouté d'autres facteurs caractéristiques de Mars. Ils ont exposé les microbes extrémophiles à des niveaux martiens de lumière ultraviolette, car Mars reçoit du Soleil des niveaux de rayonnement de haute énergie beaucoup plus élevés que la Terre car, contrairement à la Terre, Mars a une atmosphère peu épaisse, sans gaz protecteur pour bloquer les rayons UV [3]. Ils ont également utilisé un sol terrestre à faible humidité, similaire au sol sec de Mars, que nous appelons **régolithe martien** (Figure 2). Les microbes extrémophiles ont survécu dans ces conditions. En fait, l'ajout de sol a même augmenté leurs taux de survie. Les scientifiques ont supposé que le sol sec les protégeait des niveaux plus élevés de rayonnements UV.

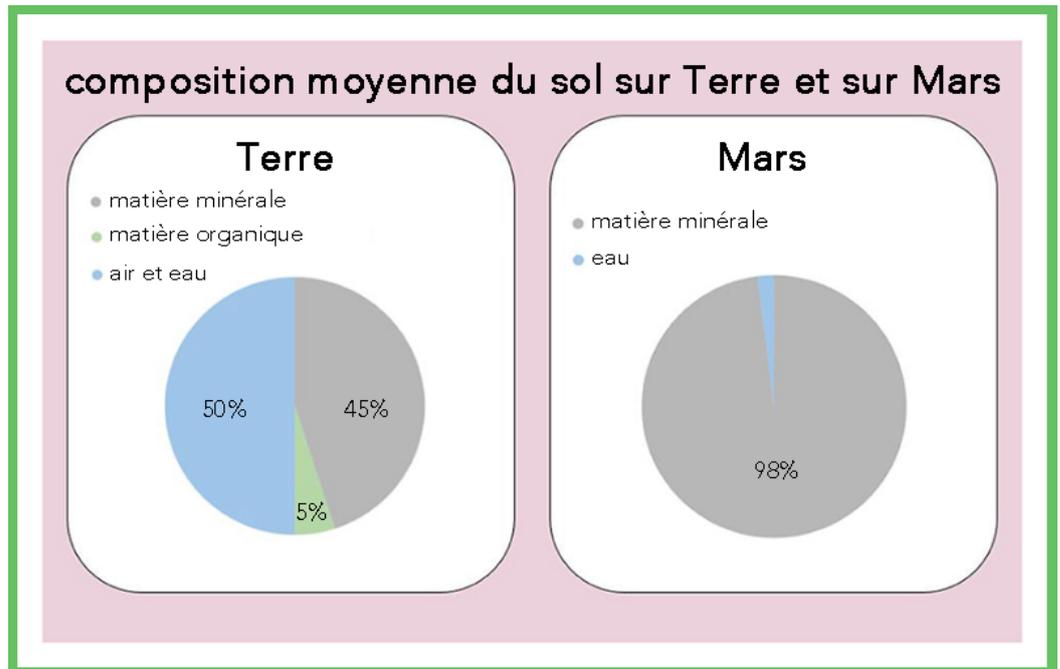


Figure 2. Composition moyenne du sol de la Terre et de Mars. Le régolithe martien a une composition très différente de celle du sol terrestre ; il est en particulier très pauvre en eau. On n'y a pas détecté pour l'instant de matière organique, signe de l'activité d'êtres vivants. Les scientifiques ont trouvé du sol terrestre avec une faible humidité et l'ont utilisé dans l'expérience pour copier le sol de Mars. Inspiré par [lien](#) avec des données de la NASA.

QU'EST-CE QUE CELA NOUS INDIQUE SUR LA POSSIBILITÉ DE VIE SUR MARS ?

Les résultats de cette expérience sont passionnants car ils fournissent la preuve que Mars pourrait être un habitat pour la vie. Si ces microbes extrémophiles peuvent résister aux conditions créées par les scientifiques dans leur expérience, ils pourraient également survivre sur Mars ! La survie de *Salinisphaera shabanensis* et *Buttiauxella* dans un environnement semblable à celui de Mars confirme également que les microbes extrémophiles sont susceptibles d'être les formes de vie que nous rencontrerions au-delà de la Terre parce que d'autres organismes ne seraient pas en mesure de tolérer ces conditions extrêmes.

MEXEM. Projet pour 2025 où des micro-organismes sélectionnés seront envoyés dans la Station spatiale internationale pour faire des expériences

En ce qui concerne l'avenir, les scientifiques espèrent que *Salinisphaera shabianensis* et *Buttiauxella* seront choisis pour le projet appelé **MEXEM** (pour Mars EXposed Extremophiles Mixture) qui devrait démarrer en 2025. Le projet MEXEM choisira des microbes extrêmophiles et les transportera à la Station spatiale internationale en orbite au-dessus de la Terre, pour y mener d'autres expériences pendant trois mois. Bien que les scientifiques aient beaucoup appris des expériences qu'ils ont faites sur Terre, l'étude de ces microbes extrêmophiles dans l'espace leur permettra de combler certaines lacunes dans leurs connaissances sur la survie de microbes compatibles avec l'habitat extrême de Mars.

Même s'il est important de continuer d'explorer la possibilité de trouver des êtres vivants au-delà de la Terre, notre recherche a pris une autre direction passionnante. En apprendre davantage sur les microbes extrêmophiles comme *Salinisphaera shabanensis* et *Buttiauxella* pourrait nous révéler les indices les plus importants pour résoudre le mystère de la vie extraterrestre sur Mars et au-delà.

ARTICLE SOURCE ORIGINAL

Beblo-Vranesevic, K., Piepjohn, J., Antunes, A., and Rettberg, P. 2022. Surviving Mars: new insights into the persistence of facultative anaerobic microbes from analogue sites. *Int. J. Astrobiol.* 21:110–27. doi: 10.1017/S1473550422000064

RÉFÉRENCES

1. Cavicchioli, R. 2002. Extremophiles and the search for extraterrestrial life. *Astrobiology.* 2:281–92. doi: 10.1089/153110702762027862
2. Westall, F., Loizeau, D., Foucher, F., Bost, N., Bertrand, M., Vago, J., et al. 2013. Habitability on Mars from a microbial point of view. *Astrobiology.* 13:887–97. doi: 10.1089/ast.2013.1000
3. Rettberg, P., Rabbow, E., Panitz, C., and Horneck, G. 2004. Biological space experiments for the simulation of martian conditions: UV radiation and martian soil analogues. *Adv. Space Res.* 33:1294–301. doi: 10.1016/j.asr.2003.09.050

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi: 10.3389/frym.2023.1046650; Wang C, Lewis B and Beblo-Vranesevic K (2023) Can Extreme Bacteria Teach Us About Extraterrestrial Life ? *Front. Young Minds.* 11:1046650).

TRADUCTION : Jean-Marie Clément, Association Jeunes Francophones et la Science

ÉDITION : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science

MENTORS SCIENTIFIQUES : Marie Péquignot et Sylvie Bousès-Hurtrez, Association Jeunes Francophones et la Science



JEUNES EXAMINATEURS :

LIV, NINA, DÉLIA, MARGAUX, LINE, LÉNY, TIMÉO, 10 ANS

Ils sont élèves en CM2, à Teyran, une commune du sud de la France. Le travail d'édition les a bien intéressés. Ils ont aussi été ravis de découvrir l'existence de bactéries qui vivent dans des conditions extrêmes qui ressemblent à celles de la planète Mars.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOU MIS le 16 septembre 2022 ; **ACCEPTÉ** le 7 juillet 2023

PUBLIÉ EN LIGNE le 27 juillet 2023

ÉDITEUR : Edward Gomez Chercheur Post-Doctoral ; Las Cumbres Observatory Global Telescope Network, Goleta, USA

MENTORS SCIENTIFIQUES : Binu Jacob, Jian Zhang.

CITATION. Wang C, Lewis B and Beblo-Vranesevic K (2023) Can Extreme Bacteria Teach Us About Extraterrestrial Life ?. Front. Young Minds. 11:1046650. doi: 10.3389/frym.2023.1046650

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊTS.

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2023 Wang, Lewis et Beblo-Vranesevic.

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES EVALUATEURS

ABIGAIL, 15 ANS

Mes matières préférées sont les mathématiques, la physique, les sciences politiques et l'astronomie. Le système boursier a attiré mon attention ces derniers temps. La musique est une grande partie de ma vie car je crois fermement que la musique est une thérapie. Dans mon temps libre, je joue au tennis, nage et danse. Je m'adapte facilement, suis forte et pleine d'esprit. J'aime lire des articles scientifiques pour Frontiers for Young Minds.

JARUI, 14 ANS

Je suis en 8e année dans un collège. J'ai remporté des prix nationaux dans des concours de discours en anglais et des prix d'État pour le coding. J'aime le piano et j'ai obtenu le certificat de 8e année de

l'ABRSM avec honneurs. Je m'intéresse beaucoup à la physique, à l'astronomie et aux sciences de la vie. J'aime aussi la pâtisserie et la cuisine. J'adore les chiens et j'ai deux caniches.

AUTEURS

CAROLYN WANG

Carolyn Wang est étudiante de premier cycle à l'Université de Californie à Los Angeles. Elle poursuit un baccalauréat en politiques publiques et statistiques et souhaite poursuivre une carrière dans le domaine juridique. Cependant, après avoir suivi le séminaire « Astrobiology in Science Journalism », elle est devenue extrêmement fascinée par l'astronomie et le potentiel de découverte de la vie extraterrestre. À l'avenir, Carolyn espère suivre d'autres cours d'astronomie, continuer à écrire sur la science et continuer à en apprendre davantage sur la possibilité d'une vie au-delà de la Terre. *carolynwang25@ucla.edu.

BRILEY L. LEWIS

Briley Lewis est doctorante et membre de la National Science Foundation au département d'astronomie et d'astrophysique de l'Université de Californie à Los Angeles. Ses intérêts de recherche sont les exoplanètes, la science du système solaire, l'instrumentation infrarouge et l'enseignement des sciences. En tant qu'étudiante diplômée, elle a développé et enseigné un nouveau séminaire sur « L'astrobiologie dans le journalisme scientifique », où les étudiants écrivent des présentations et des articles originaux avec l'espoir d'être publiés. Elle est également rédactrice scientifique indépendante, avec des articles dans Scientific American, APS News, SPIE Photonics Focus, et plus encore. Vous pouvez en apprendre plus sur elle sur son site Web : www.briley-lewis.com ou sur Twitter à @briles_34.

KRISTINA BEBLO-VRANESEVIC

La Dr Kristina Beblo-Vranesevic est associée de recherche au sein du groupe d'astrobiologie (Département de radiobiologie, Institut de médecine aérospatiale) du Centre aérospatial allemand (DLR). Elle a étudié la biologie avec une spécialisation en microbiologie à l'Université de Ratisbonne et y a obtenu son doctorat, en coopération avec le DLR, sur le thème de la capacité de survie des micro-organismes thermophiles et hyperthermophiles dans des conditions spatiales simulées. Depuis 2011, elle travaille sur la question de savoir si et pourquoi les micro-organismes des environnements analogues de Mars peuvent survivre aux facteurs de stress présents sur Mars, en plus d'autres projets.