

DES BACTÉRIES NOUVELLEMENT DÉCOUVERTES CONTRIBUENT À L'ÉQUILIBRE DES ÉCOSYSTÈMES

Nicole Laurita †, Kyle Bergenthal †, Lalitya Andaloori, Channy Reth, Justin Kesler, Andrew M. Boddicker et Annika C. Mosier *

Département de biologie intégrative, Université du Colorado Denver, Denver, CO, États-Unis

†Ces auteurs ont contribué de manière égale à ce travail.

L'azote est essentiel à toute vie sur Terre. De minuscules organismes, appelés micro-organismes, contribuent à rendre l'azote disponible pour tous les autres êtres vivants. Un groupe de micro-organismes, appelés bactéries oxydant les nitrites, aide à éliminer l'excès de nitrites dans l'environnement, ce qui peut être dangereux pour les plantes et les animaux. Mais il y a encore beaucoup à apprendre concernant leur répartition et leur rôle dans notre environnement. Au laboratoire, nous avons cultivé de nouveaux types de ces bactéries à partir de prélèvements effectués dans des rivières. En étudiant leur ADN, nous avons découvert que ces bactéries peuvent obtenir de l'énergie de différentes manières et survivre au stress dû à la pollution. Des bactéries similaires semblent être présentes partout sur Terre. Leur étude peut nous aider à comprendre comment les changements environnementaux peuvent affecter les micro-organismes et leurs habitats.

LES MICRO-ORGANISMES SONT ESSENTIELS POUR LE CYCLE DE L'AZOTE

L'azote est important pour toutes les formes de vie car il est utilisé pour fabriquer des constituants essentiels des cellules tels que l'ADN

ÉCOSYSTÈME. Ensemble des organismes vivant dans une zone particulière (comme une rivière ou une forêt) en interaction avec leur environnement physique et chimique.

CYCLE DE L'AZOTE. Différentes étapes de transformation de l'azote sur Terre, de l'azote gazeux de l'air en nitrites et nitrates puis en azote gazeux.

BACTÉRIE OXYDANT LES NITRITES (BON). Bactérie transformant des nitrites en nitrates dans le cadre du cycle de l'azote.

et les protéines. Toutefois, la majeure partie de l'azote est présente dans l'air sous la forme d'un gaz qui n'est pas utilisable par les plantes et les animaux. Seuls certains types de micro-organismes peuvent transformer l'azote gazeux en formes utilisables par les plantes et les animaux. Il en existe plusieurs types. A l'inverse, d'autres micro-organismes transforment ces formes utilisables de l'azote en une forme gazeuse (N_2), libérée dans l'atmosphère, ce qui maintient l'équilibre des niveaux d'azote dans l'**écosystème**. Ce cycle est appelé **cycle de l'azote** (pour plus d'informations sur le cycle de l'azote, voir cet [article](#)) et les micro-organismes y jouent un rôle essentiel : sans eux, il n'y aurait pas assez d'azote utilisable pour les plantes et les animaux. Les micro-organismes peuvent également contribuer à équilibrer les niveaux d'azote lorsque les activités humaines en ajoutent trop à l'environnement, par l'utilisation d'engrais azotés par exemple. Ces micro-organismes sont donc essentiels à la vie et au maintien d'écosystèmes sains.

POURQUOI LES BACTÉRIES OXYDANT LES NITRITES SONT-ELLES IMPORTANTES ?

Les **bactéries oxydant les nitrites (BONs)** constituent un groupe important de micro-organismes impliqués dans le cycle de l'azote. Elles consomment une forme d'azote appelée nitrite (NO_2) et la transforment en une autre forme appelée nitrate (NO_3). Une accumulation excessive de nitrites peut être toxique et empêcher certains organismes d'utiliser l'oxygène de manière appropriée.

La production de nitrate est importante car c'est la forme d'azote que certaines plantes utilisent pour se développer. Le nitrate produit par les BONs est également consommé par d'autres micro-organismes qui peuvent aider à éliminer l'excès d'azote de l'écosystème. Les BONs jouent donc un rôle important dans le fonctionnement du cycle de l'azote. Si leur activité diminue ou s'arrête en raison de conditions stressantes telles que la pollution ou les changements de température, l'ensemble du cycle de l'azote finira par être perturbé (**Figure 1**) et conduire à une lente dégradation de l'environnement. Les plantes et les animaux en souffriraient.

UN NOUVEAU TYPE DE BON DANS LES RIVIÈRES DU COLORADO

Il est utile d'apprendre à connaître les différents types de BONs, car chacun d'entre eux a des fonctions uniques et peut survivre dans des conditions uniques. L'étude de ces bactéries nous aide donc à comprendre les contributions importantes qu'elles apportent dans divers environnements. Nous nous sommes demandé quels types de BONs vivent dans les rivières du Colorado et comment ils peuvent contribuer à maintenir la santé des rivières. Des études antérieures en ont identifié deux types, *Nitrobacter* et *Nitrospira*, couramment

présents dans des rivières du monde entier [1, 2] ; nous avons voulu voir s'ils étaient également présents dans les rivières du Colorado.

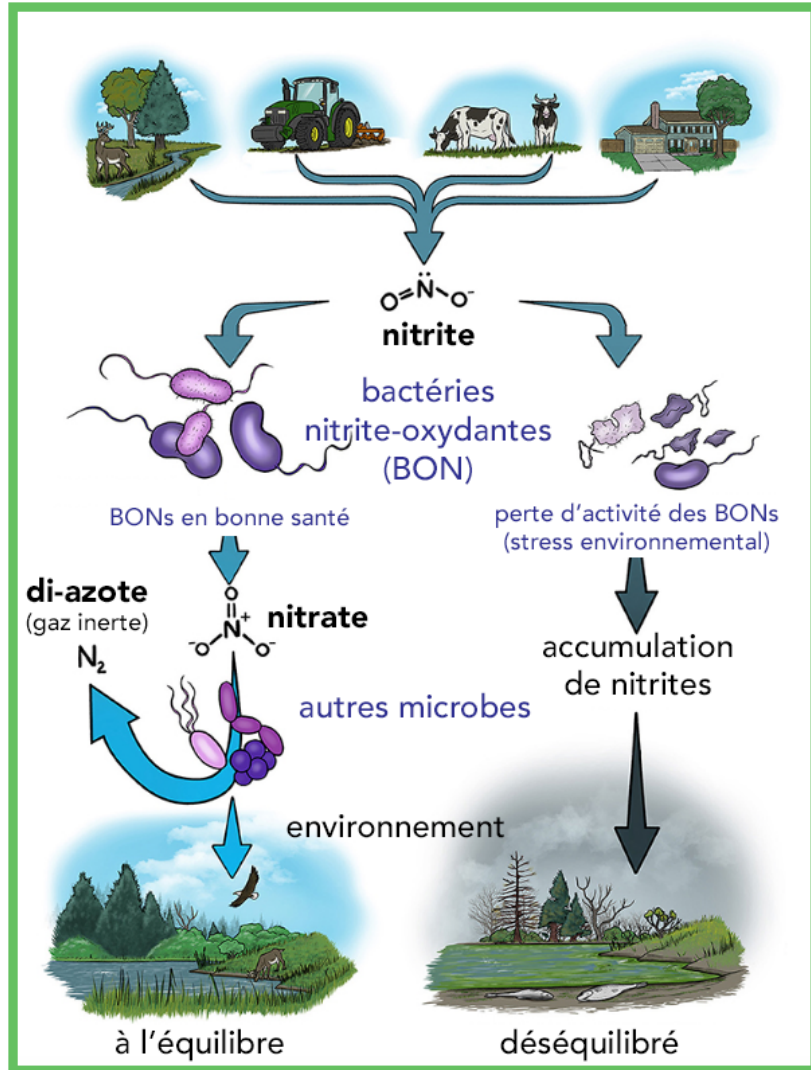


Figure 1. L'azote (N) est présent dans l'environnement sous diverses formes, notamment sous forme de nitrites provenant de sources naturelles (certains types de bactéries, par exemple) et de sources non naturelles (la pollution, par exemple). Si les bactéries nitrite-oxydantes (BONs) sont présentes et en bonne santé, elles convertissent les nitrites en nitrates, une forme d'azote qui peut être utilisée par d'autres organismes. Ces nitrates peuvent aussi être transformés par des bactéries en gaz di-azote (N_2) qui est libéré dans l'atmosphère. Les BONs contribuent donc à l'élimination des nitrites. Cela permet de maintenir l'équilibre de l'environnement. Toutefois, si leur activité diminue en raison d'un stress comme la pollution ou la température, les nitrites s'accumulent et dégradent l'environnement.

SÉDIMENTS. Ensemble de particules solides qui étaient en suspension dans l'atmosphère, l'eau ou la glace, et se sont déposées au fond de l'eau ou sur la terre sous l'effet de la pesanteur.

Nous avons collecté de l'eau et des **sédiments** de rivière, les avons ramenés au laboratoire et les avons utilisés pour ensemercer des milieux nutritifs dans les conditions (telles que la température) nécessaires à la croissance des BONs déjà identifiés [3]. Nous avons trouvé quatre nouvelles espèces de BONs dans nos cultures. Ces bactéries sont différentes des BONs déjà connues (*Nitrobacter* et *Nitrospira*) donc nous leur avons attribué un nouveau nom : *Candidatus Nitrotoga* (candidat *Nitrotoga*). Le préfixe "*Candidatus*" (abrégié Ca.) est temporaire jusqu'à ce que ces bactéries soient

SÉQUENCAGE. Processus consistant à déchiffrer les informations portées par l'ADN. L'ADN est constitué de longues chaînes de quatre molécules différentes appelées bases (A pour adénine, T pour thymine, C pour cytosine et G pour guanine). Le séquençage consiste à déterminer l'ordre de ces bases.

GÉNOME. Ensemble des informations génétiques d'un organisme (ADN sauf pour certains virus) contenant toutes les informations nécessaires à son fonctionnement.

GÈNE. Portion du génome qui contient les instructions pour fabriquer une protéine.

MÉTABOLISME. Processus chimiques dans une cellule qui maintiennent la vie, tels que la construction des structures cellulaires et la production d'énergie.

nommées et approuvées par un groupe de scientifiques. *Nitrotoga* est leur nom de genre, qui identifie une catégorie d'organismes ayant des caractéristiques communes basées sur leurs traits physiques ou leur ADN. Les quatre espèces que nous avons trouvées (nommées d'après les régions où elles ont été collectées) présentent des différences entre elles qui les rendent uniques.

Nous avons été surpris de trouver ces nouvelles BONs dans nos échantillons d'eau de rivières car, jusqu'à présent, on en avait principalement trouvé dans les eaux usées, les sédiments et les sols glaciaires [1, 2] ; ces organismes n'avaient jamais été cultivés à partir d'environnements naturels d'eau douce. Étant donné que seuls quelques types de *Ca. Nitrotoga* ont été étudiés en détail, il reste encore beaucoup à apprendre à leur sujet.

EN SAVOIR PLUS SUR *CA. NITROTOGA*

Nous avons commencé à nous familiariser avec *Ca. Nitrotoga* en l'observant au microscope pour déterminer la taille et la forme de cette bactérie, et en la cultivant en laboratoire pour déterminer les conditions chimiques et physiques qu'elle préfère. Nous avons ensuite **séquéncé** les **génomés** des quatre espèces de *Ca. Nitrotoga* que nous avons isolées. Le séquençage des génomes ouvre le monde mystérieux de ce qui se passe à l'intérieur de ces micro-organismes et ne pouvait pas être révélé avec d'autres outils de laboratoire (pour plus d'informations sur le séquençage du génome, voir [cet article](#)). Nous avons ainsi pu identifier des milliers de caractéristiques cellulaires supplémentaires de ces *Ca. Nitrotoga* en comparant leur génome aux **gènes** dont les fonctions sont connues chez d'autres bactéries. Le séquençage a fourni des informations sur les structures cellulaires, le **métabolisme** et la manière dont ces micro-organismes réagissent à des stress tels que la pollution ou le changement climatique (**Figure 2A**). Elles ont également permis de prédire dans quels environnement *Ca. Nitrotoga* pourrait vivre et quels rôles elle pourrait y jouer.

QU'EST-CE QUE *CA. NITROTOGA* "MANGE" ET "RESPIRE" ?

Imagine que tu ne manges qu'un seul type d'aliment, comme des biscuits, toute la journée, tous les jours ! On pensait que les BONs, y compris *Ca. Nitrotoga*, n'utilisaient que des nitrites pour obtenir l'énergie nécessaire à leur croissance, à leurs mouvements et à leurs autres fonctions. Pourtant le génome de ces bactéries contient des gènes dont la présence suggère qu'elles peuvent utiliser d'autres sources d'énergie, telles que le soufre, l'hydrogène et le carbone organique [3]. Cela revient à pouvoir "manger" plus de types d'aliments. Nous savons que *Ca. Nitrotoga* peut "respirer" de l'oxygène (l'utiliser comme source d'énergie grâce à la respiration)

pour se développer, mais son génome indique qu'elle peut également survivre dans des conditions de faible teneur en oxygène [3] et "manger" et "respirer" une variété de composés. En fonction des composés qu'elles "mangent" et "respirent", ces bactéries auront un impact différent sur la Terre. En raison de cette flexibilité, elles sont susceptibles de vivre dans de nombreux habitats différents, et il est probable qu'elles puissent continuer à se développer même lorsque leurs sources de nourriture changent.

PROTÉINE MÉTABOLIQUE.

Protéine impliquée dans les réactions chimiques du métabolisme.

NITRITE OXYDORÉDUCTASE (NXR).

Enzyme clé de la transformation des nitrites en nitrates.

Note de la traductrice : Comme toute cellule, *Ca. Nitrotoga* est constituée d'un cytoplasme entouré par une membrane. Comme bactérie, *Ca. Nitrotoga* est en plus entourée d'une paroi, ici constituée d'une membrane externe, d'un périplasma (espace entre la membrane cellulaire et la membrane externe) et d'une couche de peptidoglycane (structure qui donne sa forme à la bactérie).

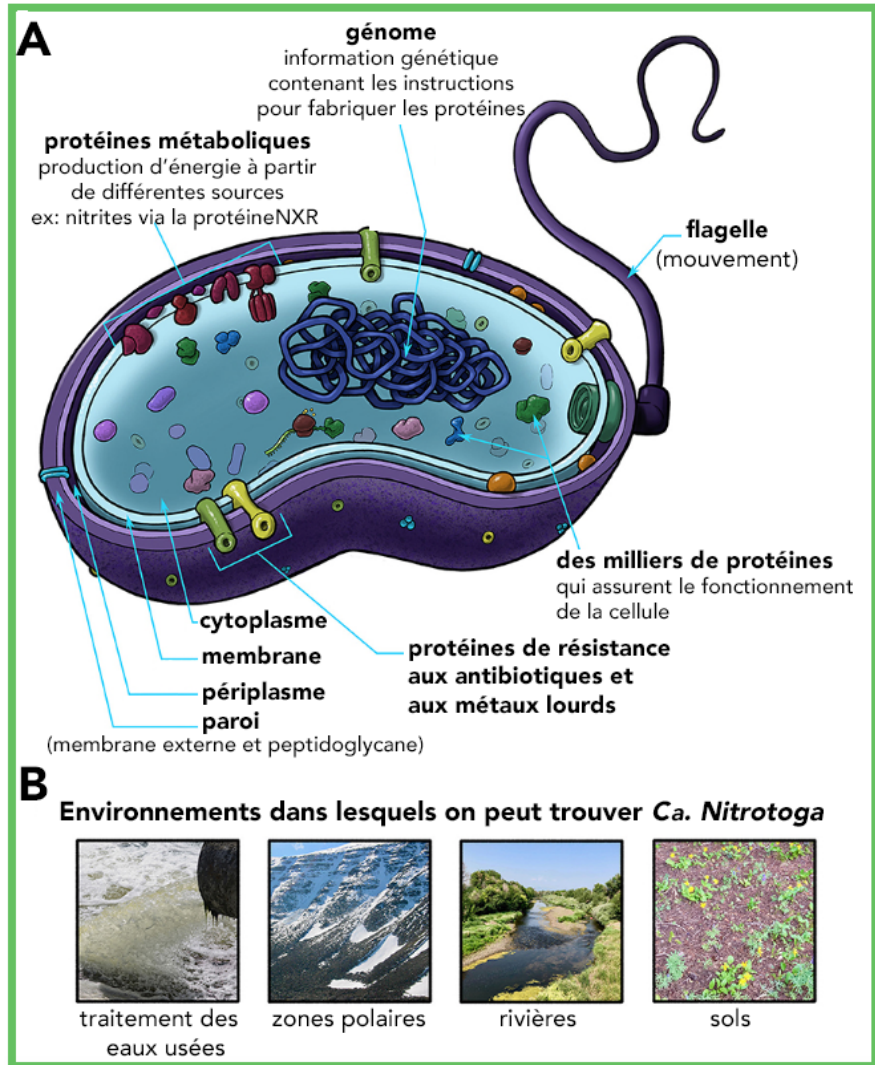


Figure 2. (A) Schéma d'une cellule de *Ca. Nitrotoga* montrant les caractéristiques principales identifiées par le séquençage du génome. Les protéines métaboliques sont nécessaires au fonctionnement de la cellule, en particulier pour lui fournir l'énergie dont elle a besoin. (B) *Ca. Nitrotoga* a été trouvée dans divers habitats, notamment dans les stations d'épuration des eaux usées, les régions polaires, les rivières et le sol.

CA. NITROTOGA PEUT-ELLE SURVIVRE DANS DES ENVIRONNEMENTS CONTAMINÉS ?

Les BONs du Colorado vivent dans des rivières contaminées par des métaux (comme l'or ou le cuivre) ou d'autres substances comme l'arsenic et les antibiotiques (produits chimiques utilisés pour soigner les infections bactériennes, mais qui peuvent aussi nuire aux bactéries

EAUX USÉES. Eaux provenant de différentes activités, domestiques, agricoles, industrielles ou commerciales.

utiles). Les **eaux usées** et les eaux de ruissellement provenant des industries et des exploitations agricoles déversent ces contaminants dans la rivière. Ils peuvent être toxiques pour les micro-organismes, mais les génomes des *Ca. Nitrotoga* suggèrent que ces micro-organismes ont des stratégies pour s'en protéger [3]. Par exemple, *Ca. Nitrotoga* pourrait être en mesure de pomper les métaux et les antibiotiques vers l'intérieur de la cellule, avant qu'ils ne causent trop de dégâts. Elle pourrait également transformer les métaux et les antibiotiques en formes moins toxiques en modifiant leurs structures chimiques.

Nous avons testé cela en laboratoire et montré que les espèces de *Ca. Nitrotoga* isolées de rivières continuaient à consommer des nitrites en présence de plusieurs antibiotiques [4]. Ces propriétés les aident probablement à survivre dans des habitats pollués par des métaux toxiques et des antibiotiques, ce qui signifie qu'elles peuvent probablement continuer à assurer le cycle de l'azote et à maintenir l'équilibre de l'écosystème même dans ces mauvaises conditions.

OÙ VIVENT LES *CA. NITROTOGA* ?

En utilisant des bases de données contenant les séquences de gènes de nombreux micro-organismes, nous avons trouvé des séquences similaires à *Ca. Nitrotoga* sur tous les continents et dans de nombreux habitats, y compris l'eau douce, l'eau salée, les sédiments, le sol et les stations d'épuration des eaux usées (Figure 2B) [3]. Des séquences similaires à celles de *Ca. Nitrotoga* ont été trouvées dans des habitats dont les températures varient entre 0 et 33° C. Dans l'ensemble, cette analyse a permis d'élargir l'éventail des lieux où les scientifiques pensent que *Ca. Nitrotoga* peut vivre. Son métabolisme flexible et ses capacités d'adaptation l'aident probablement à survivre dans des environnements très variés à travers le monde.

LES GÉNOMES DES *CA. NITROTOGA* DE RIVIÈRE SONT-ILS UNIQUES ?

Nous avons comparé les génomes de *Ca. Nitrotoga* du fleuve Colorado aux génomes récemment publiés d'autres espèces de *Ca. Nitrotoga* trouvées dans une station d'épuration en Autriche [5] et dans des sédiments côtiers au Japon [6].

Toutes ces espèces de *Ca. Nitrotoga* ont les moyens de transformer les nitrites en nitrates, comme on pouvait s'y attendre. Mais il est intéressant de noter que la protéine qu'elles utilisent pour cette transformation est légèrement différente de celle utilisée par d'autres types de BONS ; cela pourrait avoir un impact sur la vitesse à laquelle elles peuvent consommer des nitrites. Les espèces de *Ca. Nitrotoga* partagent également d'autres caractéristiques avec les espèces de BONS connues, telles que l'utilisation de sources d'énergie variées.

Certaines *Ca. Nitrotoga* possèdent des gènes de synthèse d'un flagelle (une structure en forme de filament qui permet aux bactéries de se déplacer), alors que d'autres n'en possèdent pas. Le génome de nombreuses *Ca. Nitrotoga* contient les gènes de mécanismes leur permettant de survivre dans des environnements stressants, mais chaque espèce possède également des mécanismes de protection uniques lui permettant de faire face à des stress spécifiques. L'étude des similitudes entre les génomes de *Ca. Nitrotoga* aide les scientifiques à comprendre comment ces BONs se développent et prospèrent, tandis que l'exploration de leurs différences met en évidence la façon dont chaque espèce individuellement s'adapte à des habitats spécifiques.

CE QUE TU SAIS MAINTENANT

En résumé, les bactéries nitrite-oxydantes sont importantes car elles contribuent au maintien d'écosystèmes sains. Notre étude a permis de découvrir de nouveaux types de ces bactéries dans les rivières du Colorado, de les cultiver en laboratoire et de séquencer leur génome. La séquence de ces génomes nous a permis de mieux comprendre comment ces bactéries peuvent fonctionner dans l'environnement et survivre dans des conditions stressantes. Elles peuvent, en particulier, continuer à participer au cycle de l'azote même en présence d'une pollution antibiotique. Les comparaisons avec d'autres bactéries étroitement apparentées ont révélé des similitudes et des différences. Dans l'ensemble, nos travaux soulignent la nécessité pour les scientifiques de continuer à étudier ces micro-organismes afin d'apprendre comment ils fonctionnent dans les différents habitats de la Terre.

ARTICLE SOURCE

Boddicker, A. M., and Mosier, A. C. 2018. Genomic profiling of four cultivated *Candidatus Nitrotoga* spp. predicts broad metabolic potential and environmental distribution. *ISME J.* 12:2864–82. doi: 10.1038/s41396-018-0240-8

RÉFÉRENCES

1. Ward, B.B., Arp, D.J., and Klotz, M.G. 2011. *Nitrification*. Washington, DC: American Society for Microbiology Press.
2. Daims, H., Lücker, S., and Wagner, M. 2016. A new perspective on microbes formerly known as nitrite-oxidizing bacteria. *Trends Microbiol.* 24:699–712. doi: 10.1016/j.tim.2016.05.004
3. Boddicker, A.M., and Mosier, A.C. 2018. Genomic profiling of four cultivated *Candidatus Nitrotoga* spp. predicts broad metabolic potential and environmental distribution. *ISME J.* 12:2864–82. doi: 10.1038/s41396-018-0240-8

4. Lantz, M.A., Boddicker, A.M., Kain, M.P., Berg, O.M.C., Wham, C.D., and Mosier, A.C. 2021. Physiology of the nitrite-oxidizing bacterium *Candidatus Nitrotoga* sp. CP45 enriched from a Colorado river. *Front. Microbiol.* 12:709371. doi: 10.3389/fmicb.2021.709371

5. Kitzinger, K., Koch, H., Lücker, S., Sedlacek, C.J., Herbold, C., Schwarz, J., et al. 2018. Characterization of the first “*Candidatus Nitrotoga*” isolate reveals metabolic versatility and separate evolution of widespread nitrite-oxidizing bacteria. *mBio.* 9:e01186-18. doi: 10.1128/mBio.01186-18

6. Ishii, K., Fujitani, H., Sekiguchi, Y., and Tsuneda, S. 2020. Physiological and genomic characterization of a new ‘*Candidatus Nitrotoga*’ isolate. *Environ. Microbiol.* 22:2365–82. doi: 10.1111/1462-2920.15015

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.2023.717417 ; Laurita N, Bergenthal K, Andaloori L, Reth C, Kesler J, Boddicker AM and Mosier AC (2023) Newly Discovered Bacteria Help Keep Ecosystems in Balance. *Front. Young Minds* 11:717417).

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

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

MENTOR SCIENTIFIQUE : [Ariane van der Straten](#)

JEUNE ÉDITEUR :

ANTOINE, 10 ANS

J'adore la science parce j'adore comprendre le monde qui nous entoure. Je fais du judo depuis 4 ans et je m'entraîne 7 fois par semaine, dont 3 fois avant d'aller à l'école. J'adore la salade liégeoise et les vraies frites belges. J'aime la musique et je fais de la flûte traversière depuis l'âge de 6 ans. Je pense faire carrière comme ingénieur (informatique et mécanique) et astronome.

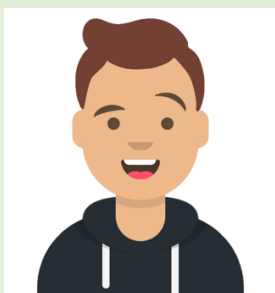
ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOUMIS le 17 août 2022 ; **ACCEPTÉ** le 6 novembre 2023 ;

PUBLIÉ EN LIGNE le 28 novembre 2023.

ÉDITION : Noemie Ott, OST – Université des Sciences Appliquées de Suisse orientale, Suisse

MENTORS SCIENTIFIQUES : Ramesh T. Subramaniam et Dongliang Liu



CITATION: Laurita N, Bergenthal K, Andaloori L, Reth C, Kesler J, Boddicker AM et Mosier AC (2023) Newly Discovered Bacteria Help Keep Ecosystems in Balance. *Front. Young Minds* 11:717417. doi : 10.3389/frym.2023.717417

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT

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 Laurita, Bergenthal, Andaloori, Reth, Kesler, Boddicker and Mosier.

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 ÉVALUATEURS

ELILL, 15 ANS

Bonjour, je m'appelle Elill et j'ai 15 ans. J'aime lire des livres documentaires, étudier et passer du temps avec ma famille. J'aime aussi les films de la Guerre des étoiles. Mes matières préférées à l'école sont les sciences, l'histoire et les mathématiques.

YUHENDRA, 12 ANS

Bonjour, c'est super d'être jeune évaluateur ! J'ai 12 ans et j'aime les sciences et les mathématiques. Ce sont mes matières préférées à l'école. Comme passe-temps, je joue aux Lego, je lis des livres et je passe du temps avec ma famille. J'aime aussi jouer aux jeux vidéo.

YUTONG, 12 ANS

Bonjour, je m'appelle Yutong. J'aime nager, patiner et faire de la randonnée. J'aime la musique et le chant ; je joue également du piano. J'espère qu'en lisant ces articles, j'apprendrai des choses nouvelles et intéressantes !

AUTEURS

NICOLE LAURITA

Je suis étudiante à l'Université du Colorado à Denver. J'étudie la microbiologie, c'est-à-dire les organismes microscopiques. En ce moment, je fais des recherches sur les bactéries qui vivent dans les rivières du Colorado. Que mangent-elles ? Comment se déplacent-elles dans l'eau ? Comment leur environnement les affecte-t-il ? J'aime étudier l'ADN bactérien pour voir s'il donne des indices sur le

mode de vie de ces bactéries. Pendant mon temps libre, je fais des randonnées dans le Colorado et je prends des photos de ses paysages étonnants.

KYLE BERGENTHAL

Je suis étudiante en biologie à l'Université du Colorado à Denver. Ce n'est que récemment que j'ai compris et apprécié la microbiologie. J'ai longtemps considéré les micro-organismes comme une nuisance à contrôler. Leur étude m'a réellement ouvert les yeux sur la complexité de la vie sur Terre - toute vie multicellulaire est soutenue par l'activité microbienne. Une meilleure compréhension scientifique de la vie microbienne sera essentielle pour l'avenir de l'humanité. Qu'il s'agisse de développer des pratiques agricoles plus durables ou de construire un habitat spatial sain, l'humanité devra élargir ses connaissances sur les micro-organismes dont elle dépend.

LALITYA ANDALOORI

Lalitya espère devenir médecin et travailler dans le domaine médical tout en continuant à faire de la recherche. Elle a récemment obtenu son diplôme de premier cycle en biologie à l'Université du Colorado, à Denver. Elle a travaillé dans un laboratoire de recherche pour étudier la diapause et l'hivernage chez la mouche de la pomme *Rhagoletis pomonella*. Elle s'est particulièrement intéressée à l'étude des conséquences d'une fin précoce de la diapause. Elle est passionnée par la santé mentale, la défense des droits et l'aide apportée aux jeunes adultes pour qu'ils puissent s'exprimer. Lorsqu'elle n'est pas occupée par l'école, la recherche et le service communautaire, elle aime faire des randonnées, prendre des photos ou passer du temps avec sa famille et ses amis.

CHANNY RETH

Channy est titulaire d'une licence en biologie de l'Université du Colorado à Denver. Ses recherches ont porté sur les micro-organismes et leur impact écologique sur la Terre. Elle est enthousiaste à l'idée d'enseigner aux autres les nouvelles découvertes sur les micro-organismes et leurs interactions sur Terre. Elle adore le plein air, la nature et la randonnée.

JUSTIN KESLER

Justin est un étudiant de premier cycle à l'Université du Colorado Denver, où il étudie la biologie, la chimie et les neurosciences. Il travaille dans un laboratoire de recherche en neurosciences, fait du bénévolat dans un hôpital local et travaille comme assistant de recherche et d'enseignement dans son université. Il envisage de s'inscrire à l'école de médecine et devenir chirurgien. Lorsqu'il n'étudie pas ou ne travaille pas, Justin aime créer des œuvres d'art, faire de la photographie et s'occuper de ses plantes et de son serpent du maïs.

ANDREW M. BODDICKER

Je suis un scientifique et je travaille actuellement dans le domaine des biotechnologies. Auparavant, j'ai fait de la recherche en microbiologie environnementale et j'ai étudié les micro-organismes dans les rivières, les incendies de forêt de Yellowstone et même les abeilles. Un fait amusant me concernant est que j'ai récemment parcouru la majeure partie du Pacific Crest Trail, qui va du Mexique au Canada.

ANNIKA C. MOSIER

Je m'appelle Annika Mosier et je suis professeure à l'Université du Colorado à Denver. Ma passion pour les micro-organismes a commencé au lycée, lorsqu'un professeur extraordinaire m'a ouvert les yeux sur le monde invisible qui nous entoure. Par la suite, j'ai continué à en apprendre davantage sur les micro-organismes au cours de mes études supérieures à l'université. Aujourd'hui, j'enseigne la microbiologie. J'ai également un laboratoire de recherche où mes étudiants et moi-même étudions les micro-organismes dans l'environnement : ce qu'ils font et comment ils sont affectés par les changements environnementaux.

[*annika.mosier@ucdenver.edu](mailto:annika.mosier@ucdenver.edu)