

## Les bactéries dévorent les bactéries

12 juin 2025 | Ori Schipper

Catégories: Écosystèmes

**Remarque: ce texte a été traduit automatiquement en français avec DeepL Pro. Pour l'article original, veuillez sélectionner l'allemand ou l'anglais (changement de langue en haut de la page).**

**De nombreuses bactéries fabriquent un complexe de protéines pour transporter des toxines dans leurs cellules voisines. C'est ainsi qu'elles éliminent leurs concurrentes, pensait-on jusqu'à présent. Mais aujourd'hui, des chercheurs de l'Eawag et de l'ETH Zurich montrent que les bactéries tueuses peuvent se nourrir de leurs proies en tant que prédateurs biologiques.**

Même les minuscules peuvent être brutaux - et non seulement éliminer des concurrents alimentaires potentiels, mais aussi utiliser les voisins tués comme source de nourriture. C'est la conclusion à laquelle est parvenu le groupe de recherche d'Olga Schubert et Martin Ackermann à l'Institut de recherche sur l'eau (Eawag). Les chercheurs ont collaboré avec l'équipe de Cara Magnabosco à l'EPF de Zurich et d'autres groupes de recherche et viennent de publier leurs résultats dans la revue spécialisée *Science* (\*).

### Une lance à la pointe chargée de poison

Les chercheurs ont pris conscience du comportement impitoyable des bactéries lorsqu'ils ont observé au microscope deux espèces différentes de bactéries en forme de bâtonnets vivant dans la mer, dans de minuscules chambres de croissance. "Nous avons remarqué que les cellules d'une espèce commençaient à se dissoudre lorsqu'elles entraient en contact avec des cellules de l'autre espèce", explique Astrid Stubbensch, première auteure de l'étude.

Les deux espèces appartiennent au même genre de bactéries appelées *Vibrio*. Elles se distinguent

notamment par le fait que l'une des espèces fabrique un complexe de 14 protéines différentes. Dans le jargon, ce complexe est appelé "système de sécrétion de type 6", en abrégé T6SS. Le nom technique indique certes que les bactéries disposent de plusieurs systèmes de ce type. Mais il ne révèle pas une seule syllabe que ces systèmes sont des armes très complexes dans la guerre que se livrent les bactéries.

Martin Ackermann imagine le T6SS comme une lance dont la pointe est chargée de poison. Les bactéries prédatrices tirent sur la lance. Elle pénètre dans la cellule voisine, mais ne lui inflige pas de blessures mortelles. "Seul le poison que la lance apporte dans la cellule voisine tue la cellule", explique Ackermann. Car : "Les cellules tueuses elles-mêmes sont immunisées contre le poison. Les cellules du même type se tirent continuellement dessus sans se tuer".

### **D'abord rondes comme des billes, puis disparues**

Les cellules proies, en revanche, appartiennent à des espèces bactériennes qui ne peuvent pas fabriquer de lance ni les protéines nécessaires pour rendre le poison inoffensif. Lorsqu'elles sont attaquées, elles meurent. Les chercheurs ont observé au microscope que les cellules de proie n'éclataient pas, mais devenaient d'abord rondes comme des billes - avant de se dissoudre lentement.

**Les cellules de proie (en rose), après avoir été attaquées, deviennent d'abord rondes comme des billes, puis se dissolvent. (Vidéo : Glen Dsouza)**

Le temps nécessaire à leur dissolution dépendait du liquide que les chercheurs faisaient circuler dans les minuscules chambres de croissance. L'un des liquides contenait de l'alginate, un composé carboné courant dans la mer. Il ne peut toutefois être décomposé que par les cellules de proie et leur servir ainsi de nourriture, mais pas par les cellules tueuses. L'autre liquide contenait un composé carboné qui peut être métabolisé par les deux espèces.

Dans le liquide contenant la nourriture pour les cellules tueuses et les cellules proies, les cellules rondes ont disparu au bout d'à peine 20 minutes, alors que dans le liquide contenant de l'alginate, elles n'ont disparu qu'au bout d'environ 86 minutes. Grâce à des calculs de modélisation, les chercheurs ont calculé que "le gain total approximatif en nutriments des cellules positives au T6SS est environ 2 à 50 fois plus élevé lors de la dissolution lente de leurs cellules de proie que lors de la dissolution rapide", écrivent les chercheurs dans leur article spécialisé.

### **Comme le renard et le lièvre**

"Cette différence dans la durée de résolution pourrait signifier que les cellules tueuses chargent leurs lances avec différents poisons", explique Glen D'Souza, l'un des auteurs de l'étude. Lorsque les cellules tueuses trouvent des aliments dissous dans leur environnement, elles tuent rapidement les cellules proies. Et s'assurent ainsi que les cellules proies ne leur disputent pas la nourriture contenue dans l'environnement.

Mais si les cellules tueuses ne peuvent rien manger d'autre, elles ont tout intérêt à ne pas se priver des molécules organiques contenues dans le suc cellulaire des cellules proies. "Elles veillent donc à ce que la cellule de proie voisine se vide bien lentement afin de pouvoir absorber le plus de nutriments possible", explique D'Souza.

Dans le liquide contenant de l'alginate, les cellules tueuses ne peuvent pas se développer

d'elles-mêmes, elles sont dépendantes des cellules proies. Là encore, Martin Ackermann a une image accrocheuse sous la main : il compare l'alginate à de l'herbe dans un pré, les cellules proies à un lièvre, les cellules prédatrices à un renard. "Le renard n'a pas peur que le lièvre lui mange l'herbe, il ne peut de toute façon pas la manger", explique Ackermann. "Le renard chasse simplement sa proie".

Les spécialistes connaissent le complexe T6SS depuis un certain temps déjà. Jusqu'à présent, elle partait du principe qu'il servait à éliminer les concurrents alimentaires. "Nous avons montré que ce n'est pas sa seule fonction", explique Ackermann. "Les cellules prédatrices l'utilisent également pour pouvoir tuer et dévorer leurs proies".

### **Génétiquement entraîné à la vie de prédateur**

Pour savoir à quel point ce comportement bactérien nouvellement découvert est répandu et quelle pourrait être sa pertinence écologique, l'équipe a parcouru d'immenses bases de données dans lesquelles sont stockées les séquences d'ADN de minuscules êtres vivants tels que des bactéries, des champignons et des virus qui sont tombés dans les filets des scientifiques lors de l'échantillonnage d'habitats très divers.

Au terme de ces analyses, deux choses ont été établies. Premièrement, les espèces bactériennes qui disposent des gènes T6SS manquent souvent de gènes pour le métabolisme de substances complexes (comme l'alginate). En d'autres termes, de nombreuses cellules tueuses sont génétiquement adaptées à la vie de prédateur. Au cours de l'évolution, elles se sont donc spécialisées dans la prédation des cellules voisines.

Deuxièmement, les analyses génétiques des chercheurs ont montré que le "T6SS se trouve pratiquement partout", explique Ackermann. Les chercheurs ont trouvé la plus grande proportion de bactéries positives au T6SS - près de 40 pour cent - dans la rhizosphère, c'est-à-dire l'espace entourant les racines des plantes dans le sol, où des contacts cellulaires très étroits entre de nombreux microbes différents sont à l'ordre du jour.

### **Effets possibles sur la pompe à carbone dans les océans**

Dans les océans, les cellules tueuses ne représentent qu'environ 4 à 7 pour cent de toutes les espèces bactériennes. Mais les chercheurs supposent que c'est justement là qu'elles jouent un rôle dans ce qu'on appelle la pompe à carbone dans la mer et qu'elles pourraient même influencer le climat global.

La pompe à carbone se base sur le fait que la vie marine se déroule en grande partie dans les couches supérieures de l'eau. À la surface, des algues microscopiques captent la lumière du soleil. Elles se développent et se multiplient - tout en prélevant du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère. Elles ont besoin de ce carbone pour constituer leur biomasse.

Les algues sont la nourriture de ce que l'on appelle le zooplancton. Il s'agit d'une multitude d'êtres différents et minuscules qui flottent dans les couches supérieures de l'eau tant qu'ils sont vivants. Puis, en tant que cadavres, ils descendent lentement et doucement vers les couches plus profondes - mélangés aux algues mortes et aux excréments du zooplancton

encore vivant au-dessus d'eux - sous forme de flocons de ce que l'on appelle la neige marine.

La plupart des flocons sont dégradés par des bactéries au cours de ce voyage vers les profondeurs. Le carbone remonte ainsi à la surface. Mais certains flocons descendant jusqu'au fond des océans, où ils restent pendant des milliers d'années. Au total, la pompe à carbone engloutit chaque année un peu plus de dix gigatonnes de dioxyde de carbone, ce qui correspond à environ un quart des émissions annuelles mondiales.

On ne sait pas encore comment les cellules tueuses, avec leur comportement de prédateur, influencent la pompe à carbone. Lors de l'entretien, les chercheurs énumèrent plusieurs mécanismes possibles qui accélèrent la pompe ou au contraire la freinent. "Quoi qu'il en soit, il est fascinant de constater que les relations entre des cellules bactériennes microscopiques pourraient avoir un impact sur le cycle global du carbone", déclare Schubert.

Photo de couverture : Glen Dsouza

### Publication originale

Stubbusch, A. K. M.; Peaudecerf, F. J.; Lee, K. S.; Paoli, L.; Schwartzman, J.; Stocker, R.; Basler, M.; Schubert, O. T.; Ackermann, M.; Magnabosco, C.; D'Souza, G. G. (2025) Antagonism as a foraging strategy in microbial communities, *Science*, 388(6752), 1214-1217, [doi:10.1126/science.adr8286](https://doi.org/10.1126/science.adr8286), [Institutional Repository](#)

### Financement / Coopération

Simons Foundation (Principles of Microbial Ecosystems Collaboration) École polytechnique fédérale de Zurich Eawag Programme Marie Curie Actions for People COFUND Fondation Gordon et Betty Moore

## Contact

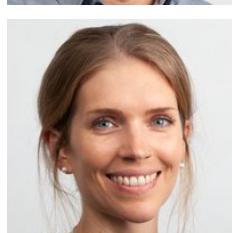


**Martin Ackermann**

Directeur

Tel. +41 58 765 5122

[martin.ackermann@eawag.ch](mailto:martin.ackermann@eawag.ch)



**Olga Schubert**

Chef de Groupe

Tel. +41 58 765 6487

[olga.schubert@eawag.ch](mailto:olga.schubert@eawag.ch)



**Claudia Carle**  
Rédactrice scientifique  
Tel. +41 58 765 5946  
[claudia.carle@eawag.ch](mailto:claudia.carle@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/les-bacteries-devorent-les-bacteries>