

Les micro-organismes dans le point de mire

Les micro-organismes sont généralement invisibles à l'œil nu et pourtant omniprésents. Les chercheurs du projet MicroScapesX examinent le fonctionnement des communautés complexes dans lesquelles ils vivent. Leurs résultats pourraient par exemple contribuer à ce que le traitement de patients souffrant de brûlures se fasse un jour sans antibiotiques.



Jan van der Meer vérifie la prolifération des bactéries dans la fiole.

Les micro-organismes se rencontrent dans le sol, les cours d'eau, l'air, d'autres êtres vivants et sur toutes les surfaces. Qu'ils soient utiles ou nocifs dépend avant tout de la nature des espèces vivant ensemble. «Ils forment généralement des communautés utiles», dit Jan van der Meer, professeur de microbiologie à l'Université de Lausanne et directeur du projet RTD MicroScapesX. Il serait néanmoins souvent intéressant de pouvoir influencer de manière ciblée la composition en micro-organismes, par exemple dans l'intestin de l'homme. «Jusqu'à présent, les essais se faisaient plutôt à tâtons», explique van der Meer, et cite, à titre d'exemple, les produits probiotiques servant à enrichir la flore intestinale.

Aujourd'hui, les connaissances fondamentales nécessaires à une intervention ciblée manquent encore. On ne sait pour ainsi dire rien concernant la nature des micro-organismes présents dans un même milieu, la manière dont ils colonisent de nouveaux espaces vitaux et la façon dont leurs communautés changent dans l'espace et le temps. «Dans le cadre de MicroScapesX, nous espérons en particulier déterminer ce qui se passe lorsque des espèces supplémentaires sont introduites dans un écosystème préexistant», explique le directeur du projet.

Vue d'ensemble des communautés microbiennes

Les associations de micro-organismes sont souvent très complexes. «Dans les sols, par exemple, des milliers d'espèces vivent ensemble», explicite van der Meer. Les scientifiques du projet MicroScapesX ont choisi une approche propre à la biologie des systèmes pour mieux examiner les interactions entre ces organismes minuscules. L'équipe interdisciplinaire composée de mi-

crobiologistes, de spécialistes de la modélisation et de médecins considère les communautés de microbes dans leur ensemble et examine ce système sous divers angles. Leur approche est tant expérimentale que basée sur des modèles informatiques développés par les chercheurs eux-mêmes. Ce faisant, ils amassent de nouvelles connaissances en abondance concernant la coexistence des micro-organismes.

Des micro-organismes pour assainir les sols

Cependant, ces modèles doivent être alimentés en données et mis à l'épreuve. Van der Meer et son groupe examinent donc le système des sols et les bactéries qui y vivent. À titre d'essai, des micro-organismes sont d'ores et déjà introduits dans le sol, dans le but d'éliminer des contaminants chimiques tels que le mazout. «Nous ne savons pas exactement ce que ces microbes y font», admet van der Meer. Moyennant leurs expériences, les chercheurs étudient ce qui se passe lorsqu'ils introduisent de nouvelles espèces dans le système. A long terme, il est prévu de faire intervenir, de manière contrôlée et en qualité d'équipe de nettoyage, des communautés complètes de micro-organismes dans les sols contaminés et de les diriger précisément.

Influencer la colonisation et la coexistence

Avant de poursuivre des objectifs aussi ambitieux, les chercheurs sont contraints d'identifier les facteurs propices à l'essor de communautés appropriées. Il pourrait s'agir de facteurs tels que l'existence de nutriments, la disponibilité d'oxygène ou la manière dont les espèces s'adaptent les unes aux autres.

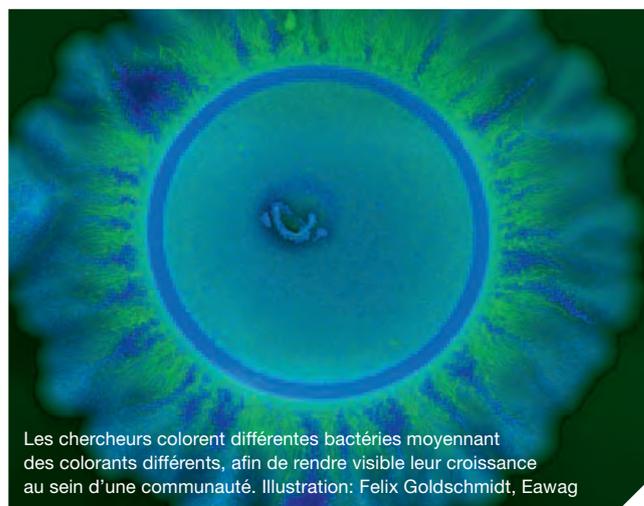
Les expériences des groupes de Dani Or et David Johnson à l'EPF Zurich devraient élucider ce dernier point et également fournir des données destinées à la modélisation. Moyennant des communautés artificielles, les scientifiques étudient les rapports entre les bactéries sélectionnées (cf. illustration). Ils déterminent si les microbes coopèrent ou s'ils se font concurrence, et comment leurs rapports mutuels influencent leur répartition spatiale.

Combattre les infections des brûlures

Les chercheurs s'intéressent non seulement aux interactions entre les différents micro-organismes, mais aussi à la manière dont ils colonisent de nouveaux espaces vitaux. Plutôt que de se limiter à de pures expériences en laboratoire, le groupe de Yok-Ai Que travaillant au Centre hospitalier universitaire vaudois examinera ce processus en étudiant les brûlures de patients.

«Après la brûlure, les zones détruites de la peau, presque aseptiques dans un premier temps, sont très rapidement envahies par des micro-organismes pathogènes agressifs», explique van der Meer. Ces infections sont dangereuses et, dans les cas graves, conduisent à un choc septique et à la mort du patient. Cette invasion par des microbes nocifs est difficile à combattre avec des antibiotiques, du fait qu'au cours du traitement les pathogènes développent très rapidement des résistances contre ces médicaments.

Les médecins du Centre hospitalier universitaire à Lausanne vont donc examiner le déroulement de la colonisation des plaies. Ils espèrent surtout déterminer s'il est possible de stopper l'invasion par les pathogènes sans recourir à des antibiotiques, et si oui, comment. Actuellement, les zones de la peau ayant subi une brûlure sont si possible recouvertes de peau provenant du patient lui-même, et les plaies sont régulièrement lavées et traitées avec des antibiotiques pour contrecarrer les infections. «Il est éventuellement possible d'améliorer le traitement en colonisant la peau blessée de «bons» germes inoffensifs. Ces microbes occuperaient le territoire et empêcheraient ainsi que les pathogènes se propagent», explique van der Meer.



Une collaboration interdisciplinaire fructueuse

Van der Meer est visiblement ravi d'avoir la possibilité d'investiguer, dans une équipe interdisciplinaire, «la vie à l'échelle microscopique» moyennant des approches aussi variées. Les partenaires se réunissent régulièrement pour discuter des progrès faits dans leurs travaux. Selon les dires du directeur du projet, il est très pratique que tous les participants disposent de connaissances dans le domaine de la microbiologie, bien qu'ils travaillent dans des disciplines très différentes.

Le projet est encore en phase de développement et il ne peut pas encore être répondu de manière détaillée aux nombreuses questions des chercheurs. Van der Meer qualifie toutefois la collaboration entre les cinq partenaires de très enrichissante. Radieux, le directeur du projet, raconte: «Nous apprenons beaucoup les uns des autres. C'est ainsi que nous développons régulièrement de nouvelles idées et approches; celles-ci nous aident à réaliser notre objectif qui consiste à comprendre en détail les communautés microbiennes.»

MicroScapesX en bref

Chef du projet: Prof. Jan Roelof van der Meer

Groupes de recherche:

- Prof. Jan Roelof van der Meer, Département de microbiologie fondamentale, Université de Lausanne – Soil microbes and diversity analysis
- Dr. David Johnson, Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics, Department of Environmental Systems Science, EPF Zurich – Synthetic communities
- Prof. Dani Or, Institute of Terrestrial Ecosystems, Department of Environmental Systems Science, EPF Zurich – Agent-based spatial modeling of microbial communities
- Dr. med. Yok-Ai Que, Service de médecine intensive adulte, Centre hospitalier universitaire vaudois – Burn wound treatments
- Prof. Vassily Hatzimanikatis, Laboratoire de biotechnologie computationnelle des systèmes, Section de chimie et génie chimique, EPF Lausanne et SIB Institut Suisse de Bioinformatique – Modeling of metabolic interactions

Budget global (2014–2018): 5,215 millions de CHF, dont 2,531 millions en provenance de SystemsX.ch

Type de projet: Research, Technology and Development Project (projet RTD)



MicroScapesX
Design and Systems Biology
of Functional Microbial
Landscapes