UNIL | Université de Lausanne

Faculté de biologie
et de médecine

Soutenance de thèse

Monsieur Björn Vessman

Master of Science in engineering mathematics
Chalmers University of Technology, Suède

Soutiendra en vue de l'obtention du grade de
Doctorat ès sciences de la vie (PhD)
de l'Université de Lausanne

sa thèse intitulée :

Computational models of environmentally driven interactions in bacterial communities and their effect on community functioning

Directeur·trice de thèse :
Madame la Professeure
Sara Mitri

Cette soutenance aura lieu

Jeudi 25 août 2022
à 16h00

Amphithéâtre, Biophore, quartier UNIL-Sorge, 1015 Lausanne

L'entrée est publique

Prof. Niko GELDNER
Directeur de l'École Doctorale

11.08.22

Pour le grand publique

Modèles numériques d'interactions environnementales dans les communautés bactériennes et leur effet sur le fonctionnement de la communauté

Björn Vessman, Département de Microbiologie Fondamentale

Depuis plus de 100 ans, les modèles mathématiques aident les écologistes à décrire la croissance et la mort des populations d'organismes. Les deux dernières années ont montré l'utilité de la modélisation, mais aussi qu'il faut être prudent dans l'interprétation des résultats. Dans cette thèse, je montrerai comment les modèles peuvent aider à interpréter les observations et aider à planifier de nouvelles expériences.

Les interactions sont l'effet d'une population sur une autre. Dans des écosystèmes tels qu'une forêt, les populations peuvent interagir de plusieurs manières: différentes espèces de plantes partageant des ressources communes telles que l'eau et la lumière du soleil, tandis que les plantes et les pollinisateurs s'entraident. Des observations précédentes montrent que certaines plantes qui se partageant les ressources peuvent avoir des effets positifs les unes sur les autres dans des environnements plus difficiles. Nous souhaitons étudier si et comment les interactions entre les bactéries peuvent changer avec l'environnement de cette manière.

On trouve les microbes pratiquement partout, des océans aux déserts, dans le sol et dans les environnements anthropisés. Ils vivent souvent en groupes appelés communautés, partageant leur milieu avec d'autres cellules. Dans ces communautés, ces minuscules organismes peuvent interagir entre eux indirectement, en modifiant leur environnement chimique. Par exemple, en fermentant le sucre en alcool et en CO2, les levures et les bactéries lactiques peuvent rendre l'environnement trop dur pour d'autres organismes. C'est bon pour nous, les humains, car produits comme le yaourt, le fromage et la bière peuvent être consommés sans danger. Cependant, toutes les interactions ne sont pas négatives. Une boisson appelée kombucha est fermentée par une culture symbiotique où les bactéries et les levures s'entraident pour survivre et se multiplier dans le liquide.

Cependant, notre objectif principal n'est pas dans l'alimentation. Nous nous intéressons aux petites communautés de bactéries qui ont été isolées de “Metal-Working Fluids” (MWF), les liquides pour l’usinage des métaux. Toutes les espèces survivent dans la communauté lorsqu'elles sont cultivées avec d'autres, mais toutes ne peuvent pas se multiplier en monoculture, lorsqu'elles sont seules. Notre premier objectif est de découvrir comment l'environnement affecte les interactions entre les espèces de cette communauté. En combinant des expériences avec des modèles mathématiques, nous avons trouvé des interactions positives entre les espèces dans des environnements difficiles. De la même manière que l'étude sur les plantes mentionnée précédemment, les interactions passent de positives à négatives si nous ajoutons des nutriments supplémentaires. Le raisonnement est que si les autres espèces peuvent dégrader les MWF et détoxifier l'environnement, il existe toujours une compétition pour les ressources entre les espèces. Lorsque la concentration en nutriments est relativement élevée, la compétition prend le dessus.

Les bactéries dégradent les composés toxiques en détoxifiant leur environnement. Le MWF est un polluant et on veut naturellement améliorer la dégradation. Une façon d'améliorer les communautés est la sélection artificielle. Des travaux précédents ont tenté de sélectionner des communautés microbiennes de produire ou d'éliminer des composés chimiques, mais n'ont pas montré beaucoup de succès. Nous avons simulé les méthodes de sélection artificielle les plus utilisées et les avons comparées à une nouvelle méthode que nous proposons. Notre idée est de redistribuer les espèces entre les communautés et ainsi trouver de nouvelles combinaisons d'espèces et c'est aussi ce que nous trouvons. Notre nouvelle méthode de sélection artificielle peut améliorer la dégradation dans les simulations, et peut le faire parce qu'elle trouve de nouvelles et meilleures combinaisons d'espèces.

En combinant des expériences et des modèles mathématiques, nous montrons que les interactions entre les espèces dépendent de l'environnement dans lequel se trouvent les organismes. La dégradation du MWF dépend également des interactions, et nous montrons que nous pouvons améliorer la dégradation en trouvant de meilleures combinaisons d'espèces. La méthode n'est pas limitée à notre système expérimental, et il devrait être possible de sélectionner d'autres fonctions telles que la production ou la dégradation d'autres produits chimiques.