

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITÉ

Spécialité : *Bioinformatique*

Par

Samuel CHAFFRON

From Molecules to Ecosystems: Modelling the Ecology and Evolution of Microbiomes across Scales

Habilitation présentée et soutenue à Nantes, le XX/XX/2026

Unité de recherche : Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N) – UMR 6004

Rapporteurs avant soutenance :

Hélène TOUZET, DR CNRS, Université de Lille, France.

Meike VOGT, DR, ETH Zurich, Switzerland.

Bas E. DUTILH, Professor, Friedrich Schiller University Jena, Germany.

Composition du Jury :

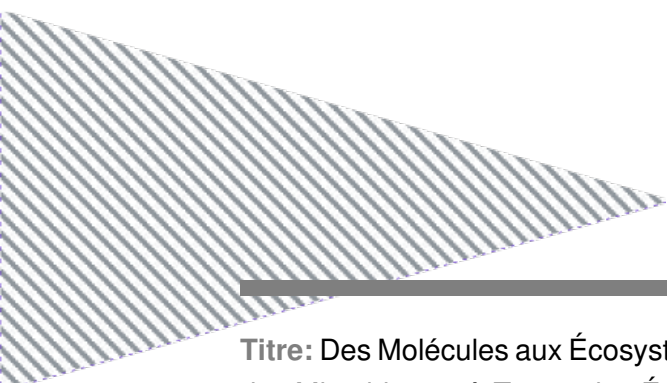
Président : Prénom NOM, Fonction, établissement d'exercice (*à préciser après la soutenance*)

Examineurs :

Sophie DONNET, DR INRAE, MIA Paris-Saclay, France.

Damien EVEILLARD, Professor, Nantes University, France.

Eduardo ROCHA, DR CNRS, Institut Pasteur, France.



Titre: Des Molécules aux Écosystèmes : Modélisation de l'Écologie et de l'Évolution des Microbiomes à Travers les Échelles

Mot clés: Biologie Computationnelle des Écosystèmes, Réseaux Microbiens, Intégration Multi-Omiques, Évolution des Microbiomes

Résumé: Les communautés microbiennes sont les moteurs invisibles de la biosphère terrestre, pilotant les cycles biogéochimiques, façonnant les écosystèmes et influençant le climat ainsi que la santé humaine. Pourtant, leur immense diversité, leurs interactions complexes et leurs réponses aux changements environnementaux restent mal comprises. Cette thèse d'habilitation présente un parcours de recherche de plus d'une décennie à l'intersection de la biologie computationnelle, de l'écologie et de la biologie des systèmes, visant à décrypter la structure, la fonction et l'évolution des écosystèmes microbiens. Les futures recherches dans le domaine de la biologie computationnelle des écosystèmes devront établir des ponts entre les données moléculaires

et les processus à l'échelle des écosystèmes. Cela permettra de proposer des théories et des outils informatiques pour surveiller, prédire et atténuer les impacts du changement climatique et de la perte de biodiversité. Les travaux futurs en biologie computationnelle des écosystèmes ne se contenteront pas d'approfondir notre compréhension de la vie microbienne, mais fourniront également des informations exploitables pour une gestion durable des océans, une médecine de précision, et la santé planétaire. Alors que les écosystèmes microbiens font face à des défis sans précédent, les approches computationnelles intégratives ouvriront la voie à une conservation basée sur les données et à des biotechnologies innovantes.

Title: From Molecules to Ecosystems: Modelling the Ecology and Evolution of Microbiomes across Scales

Keywords: Computational Eco-Systems Biology, Microbial Networks, Multi-Omics Integration, Microbiome Evolution

Abstract: Microbial communities are the invisible engines of Earth's biosphere, driving biogeochemical cycles, shaping ecosystems, and influencing climate and human health. Yet, their vast diversity, complex interactions, and responses to environmental change remain poorly understood. This habilitation thesis presents a decade-long research journey at the intersection of computational biology, ecology, and systems biology, aiming to decode the structure, function, and evolution of microbial ecosystems, from the global ocean to the human gut microbiomes. Future research in the field of computational eco-systems biology will require to build bridges between

molecular data and ecosystem-scale processes, to offer theories and computational tools to monitor, predict, and mitigate the impacts of climate change and biodiversity loss. By advancing computational eco-systems biology, future work will not only deepens our understanding of microbial life but also provides actionable insights for sustainable ocean management, precision medicine, and planetary health. As microbial ecosystems face unprecedented challenges, integrative computational approaches will pave the way toward data-driven conservation and innovative biotechnologies.

