



THESE DE DOCTORAT



NANTES UNIVERSITÉ

ECOLE DOCTORALE N° 642

Ecole doctorale Végétal, Animal, Aliment, Mer, Environnement

Spécialité : Biologie et écologie marine

Par

Arianna RIZZO

Photo-physiological and optical properties of benthic diatoms in hydrogels

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 17.05.2024

Unité de recherche : Institut des Substances et Organismes de la Mer, ISOMer, UR-2160, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Nantes Université

Rapporteurs avant soutenance :

Vanda BROTAS Professeur, University of Lisbon
Cédric HUBAS Professeur, Marine Station of Concarneau

Composition du Jury :

Examineurs : Koen SABBE
Vona MELEDER

Professeur, Ghent University
Professeur, Nantes University

Dir. de thèse : Bruno JESUS
Co-dir. de thèse : Michael KÜHL
Gianluca FARINOLA

Maître de conférences, Nantes University
Professeur, University of Copenhagen
Professeur, Bari University

Acknowledgments

Financial support :

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 860125. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Titre : Propriétés photophysologiques et optiques des diatomées benthiques dans les hydrogels

Mots clés : biomimétique, diatomées, hydrogel, optique, physiologie

Résumé : Le microphytobenthos (MPB) trouvé à l'interface eau-sédiment dans les vasières intertidales, est composé principalement de diatomées benthiques. Parmi toutes les microalgues, les diatomées benthiques ont développé des propriétés uniques pour survivre dans cet environnement. En raison des conditions dynamiques dans l'habitat intertidal, elles ont adapté des mécanismes pour faire face aux expositions lumineuses fluctuantes à travers une photoadaptation physiologique et comportementale. La présence d'une frustule de silice, commune à toutes les espèces de diatomées, est récemment étudiée pour des applications optiques en nanotechnologie et pour son rôle potentiel dans l'optimisation de la collecte de lumière. Les techniques employées jusqu'à présent pour enquêter sur les propriétés physiologiques des diatomées et les stratégies photoprotectrices adoptées ont utilisé des mesures indirectes ou des configurations complexes. En effet, le sédiment constitue un obstacle aux techniques d'imagerie et à l'acquisition du paramètre de fluorescence

de la chlorophylle a. De plus, la présence d'autres organismes photosynthétiques et de prédateurs peut générer des biais dans les résultats. L'isolement et l'acquisition des paramètres de Chla de 9 espèces occupant différentes niches, ont confirmé que les diatomées maintiennent les mêmes stratégies photoprotectrices que dans le sédiment, même après l'acclimatation en laboratoire. La construction d'un hydrogel 3D transparent et cytocompatible a permis de mieux caractériser la photoprotection comportementale des diatomées en observant leur migration. L'hydrogel pourrait être ajusté pour créer un gradient lumineux, pour mesurer la production d'oxygène, l'atténuation de la lumière, et pour suivre le mouvement vertical des diatomées en temps réel, fournissant différents outils pour de futures investigations. La même espèce a fourni un bon modèle pour enquêter sur les propriétés optiques des diatomées pennées, jusqu'à présent peu étudiées, révélant des propriétés de guidage d'ondes utiles pour leur photobiologie et des applications en optique.

Title : Photo-physiological and optical properties of benthic diatoms in hydrogels

Keywords : biomimetics, diatoms, hydrogel, optics, physiology

Abstract : The microphytobenthos (MPB) found at the water-sediment interface in intertidal mudflats, is composed mainly by benthic diatoms. Among all microalgae, benthic diatoms have evolved unique properties to survive this environment.

Due to dynamic conditions in the intertidal habitat, they adapted mechanisms to cope with fluctuating light exposures through a physiological and a behavioral photoadaptation. The presence of a silica frustule, common in all diatom species, is

recently being investigated for optical applications in nanotechnology and for its possible role in optimizing the light harvesting. The techniques employed so far to investigate diatoms physiological properties and photoprotective strategies adopted indirect measurements or complex set-ups. In fact, the sediment constitutes an obstacle to imaging techniques and to acquire chlorophyll a fluorescence parameter. Also, the presence of other photosynthetic organisms and grazers can generate bias in the results. The isolation and acquisition of Chla parameters from 9 species occupying different niches, confirmed diatoms maintained the same photo-

protective strategies as in the sediment, even after laboratory acclimation. The building of a cytocompatible 3D transparent hydrogel allowed to better characterize diatoms behavioral photoprotection observing their migration. The hydrogel could be tuned to build a light gradient, to measure oxygen production, light attenuation, and to follow diatoms vertical movement in real time, providing different tools for further investigations. The same species provided a good model to investigate on pennate diatoms optical properties, so far under investigated, revealing waveguiding properties useful for their photobiology and applications in optics.