

## Stage de recherche 2026 niveau Master 2 en laboratoire

### Titre du sujet :

Approches apprentissage pour la complétion informée de données : Détection multi-échelle spectrale de vers de Roscoff.

### Mots-clés :

Apprentissage statistique ; imagerie hyperspectrale ; télédétection ; photosymbiose ; vers de Roscoff.

### Description du sujet :

Le ver de Roscoff (*Symsagittifera roscoffensis*) est un petit organisme marin vivant en photosymbiose avec une microalgue verte (*Tetraselmis convolutae*), ce qui en fait à la fois un modèle d'étude de la symbiose et un bioindicateur de l'état des écosystèmes côtiers [1]. Actuellement, la détection et le suivi des vers de Roscoff reposent sur l'observation directe. L'identification et le suivi de cette espèce à distance restent un défi scientifique et technologique. Le développement de méthodes automatiques d'identification et de suivi permettrait d'évaluer les facteurs environnementaux influençant leur présence et leur répartition ou encore leur dynamique au cours d'un cycle de marée ou lors d'événements météorologiques extrêmes. Ces avancées contribueraient également à mieux comprendre le rôle écologique du ver de Roscoff, qui participe aux flux de matière organique, favorise la capture de CO<sub>2</sub> par ses algues symbiotiques et contribue à la production d'O<sub>2</sub> dans les zones littorales. Les approches d'imagerie spectrale permettent de caractériser la signature optique d'organismes ou d'habitats, ouvrant la voie à leur télédétection [2]. Dans ce stage, le ver de Roscoff constitue donc un cas d'étude idéal pour développer des méthodes de détection multi-échelle et de traitement de données hyperspectrales.

Ce projet de stage cherche à répondre à deux verrous scientifiques principaux :

- L'échelle d'observation. La détection en champ proche et contrôlé est faisable en laboratoire, mais la généralisation aux échelles aéroportées et satellitaires reste à confirmer, notamment pour des raisons de résolution spatiale [3].
- La complétion informée des données multi-sources. La complétion informée est le fait de combiner intelligemment des données fines mais locales (airborne) avec des données grossières mais globales (satellite) pour reconstituer une information complète et cohérente. Cette tâche constitue un défi méthodologique.

L'objectif est de développer une approche multi-échelle de détection spectrale des vers de Roscoff. Le projet s'articule autour des 3 étapes suivantes :

1. Identifier les bandes spectrales pertinentes pour la détection des vers de Roscoff en champ proche (laboratoire) et en milieu contrôlé. Cette étape permettra la sélection méticuleuse des instruments satellitaires et aéroportés à utiliser pour cette étude.
2. Développer et tester des méthodes de complétion de données informée afin d'associer les images à différentes résolutions (aéroporté, satellite).
3. Évaluer la faisabilité de la détection automatique à large échelle des vers de Roscoff dans des environnements côtiers, et l'identification des sites candidats pour des futures campagnes in situ ou par survol aérien.

Le but du projet est de développer un outil capable de produire des cartes exploratoires de présence potentielle des vers de Roscoff à partir de données satellitaires et aéroportées afin de contribuer à la mise en place d'un outil de suivi innovant de la biodiversité du littoral. D'un point de vue méthodologique, le projet comporte une part expérimentale mobilisée dans les différentes étapes du projet. Une première phase exploratoire en laboratoire aura pour but d'acquérir des images hyperspectrales des vers de Roscoff en milieu contrôlé. Une seconde phase expérimentale consistera à acquérir des images aéroportées sur des sites déjà identifiés par les chercheurs du laboratoire UGSF pour tester la capacité de détection en milieu naturel à une échelle intermédiaire. La majorité du projet

concerne le développement d'algorithmes de complétion de données informée à l'aide d'approches de type apprentissage automatique/machine learning. De nombreuses méthodes de complétion de données informée existent dans la littérature. Elles sont cependant développées à partir de cas idéaux ou simulées. Par conséquent, peu répondent aux contraintes de notre problème : potentiel mauvais alignement des images entre elles, connaissance limitée des spécifications instrumentales, pas de données annotées ou « vérité-terrain » disponible, représentativité limitée des données aéroportées, non-linéarité des mélanges spectraux.

Cette thématique fait l'objet d'une demande en cours de financement de thèse pour l'automne 2026. Le cas échéant, le ou la candidate pourra poursuivre ce travail pour la préparation d'une thèse.

#### **Encadement :**

Le stage aura lieu dans l'antenne de Longuenesse(62) du LISIC, dédiée actuellement à l'imagerie hyperspectrale. Cette antenne, créée en 2020, compte actuellement 7 chercheurs permanents, 3 chercheurs postdoctorants et 7 doctorants. Le ou la stagiaire sera encadré(e) par Claire GUILLOTEAU et Gilles ROUSSEL qui apporteront leur expertise respective en traitement des images MS/HS et en machine learning pour l'imagerie satellitaire. Le ou la stagiaire aura également l'occasion de collaborer avec Christophe Colleoni et Anne Créach, chercheurs spécialistes de la biologie intégrative des polysaccharides de réserve au laboratoire UGSF (Unité de Glycobiologie Structurale et Fonctionnelle) de l'Université de Lille.

#### **Candidater :**

Issu(e) d'une filière scientifique en sciences de données (traitement du signal et des images, informatique avec une dominante en intelligence artificielle/apprentissage/machine learning, mathématiques appliquées), vous êtes curieux(se) et très à l'aise en programmation (Matlab, Python, C). Vous lisez et parlez avec aisance l'anglais courant. Bien que non-obligatoire, une première expérience en traitement d'images satellitaires hyperspectrales ou en deep learning sera appréciée.

Pour candidater, merci d'envoyer un courriel à {claire.guilloteau, gilles.rousseau} [at] univ-littoral.fr en y annexant les documents pouvant supporter votre candidature :

- votre CV,
- une lettre de motivation,
- vos relevés de notes de Licence 3, Master 1, Master 2 (si ces dernières sont disponibles) ou d'Ecole d'Ingénieurs (première à troisième année),
- jusqu'à deux lettres de recommandation ou les noms et moyens de contact de deux référents.

Les candidatures seront étudiées de manière continue jusqu'à ce que le stage soit pourvu.

## **Références**

- [1] Thibault Androuin, Christophe Six, François Bordeyne, Florian de Bettignies, Fanny Noisette, and Dominique Davoult. Better off alone? New insights in the symbiotic relationship between the flatworm *Symsagittifera roscoffensis* and the microalgae *Tetraselmis convolutae*. *Symbiosis*, 81 :pages161–171, 2020.
- [2] Heidi M. Dierssen, Steven G. Ackleson, Karen E. Joyce, Erin L. Hestir, Alexandre Castagna, Samantha Lavender, and Margaret A. McManus. Living up to the hype of hyperspectral aquatic remote sensing : Science, resources and outlook. *Frontiers in Environmental Science*, Volume 9 - 2021, 2021.
- [3] Sam Purkis and Ved Chirayath. Remote sensing the ocean biosphere. *Annual Review of Environment and Resources*, 47(Volume 47, 2022) :823–847, 2022.