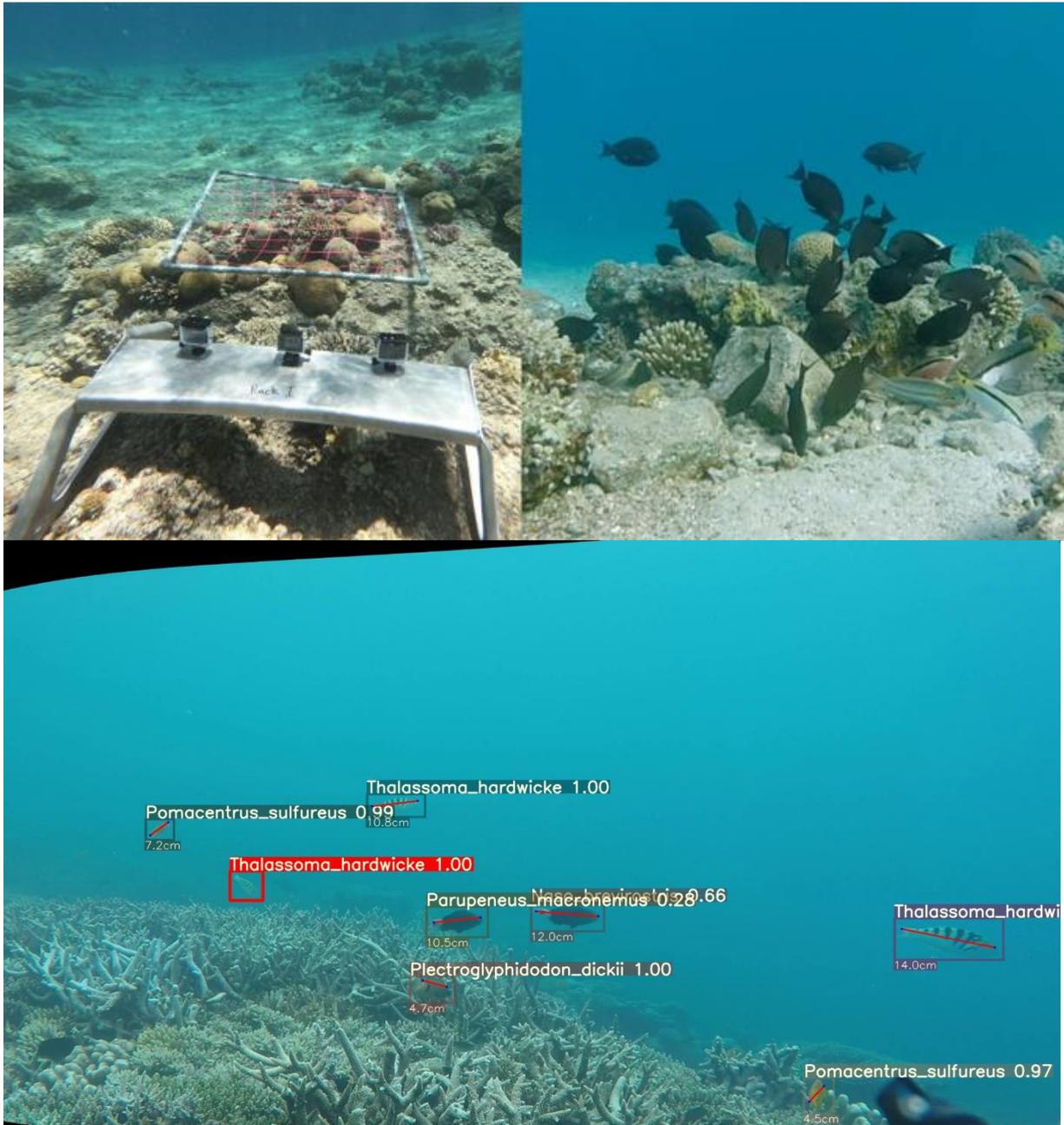




**Sujet de Stage (M1, M2) ICAR-LIRMM  
 Internship Subject (M1, M2) ICAR-LIRMM**

**Fr : « Suivi des mouvements 3D des poissons de récifs coralliens  
 à l'aide de l'apprentissage profond »**

**Eng : « Tracking 3D movements of coral reef fishes using deep learning »**



**Figure 1 : Fr : Illustration de la construction de la vidéo stéréoscopique, de la détection, de l'identification et de la mesure des poissons de récifs coralliens.**  
**Eng: Illustration of the stereo-video setup, the localisation, identification, and measurement of coral reef fishes.**

## **Encadrement / Supervisors:**

- Cyril Barrelet, Gérard Subsol, Marc Chaumont Equipe ICAR, LIRMM, Bât. 5, CC 05016 - 860 rue de St Priest 34095 Montpellier cedex 5, France
  - [cyril.barrelet@lirmm.fr](mailto:cyril.barrelet@lirmm.fr), [marc.chaumont@lirmm.fr](mailto:marc.chaumont@lirmm.fr), [gerard.subsol@lirmm.fr](mailto:gerard.subsol@lirmm.fr)
  - <http://www.lirmm.fr/icar/>
- Julian Lilkendey, Auckland University of Technology, AUT, 55 Wellesley Street, Auckland 1010, New Zealand
  - [julian.lilkendey@icloud.com](mailto:julian.lilkendey@icloud.com)

**Mots clefs :** vidéos/photos stéréo, analyse d'images, Deep Learning, tracking

**Key words:** stereo-videos / photos, image analysis, Deep Learning, tracking

## **French:**

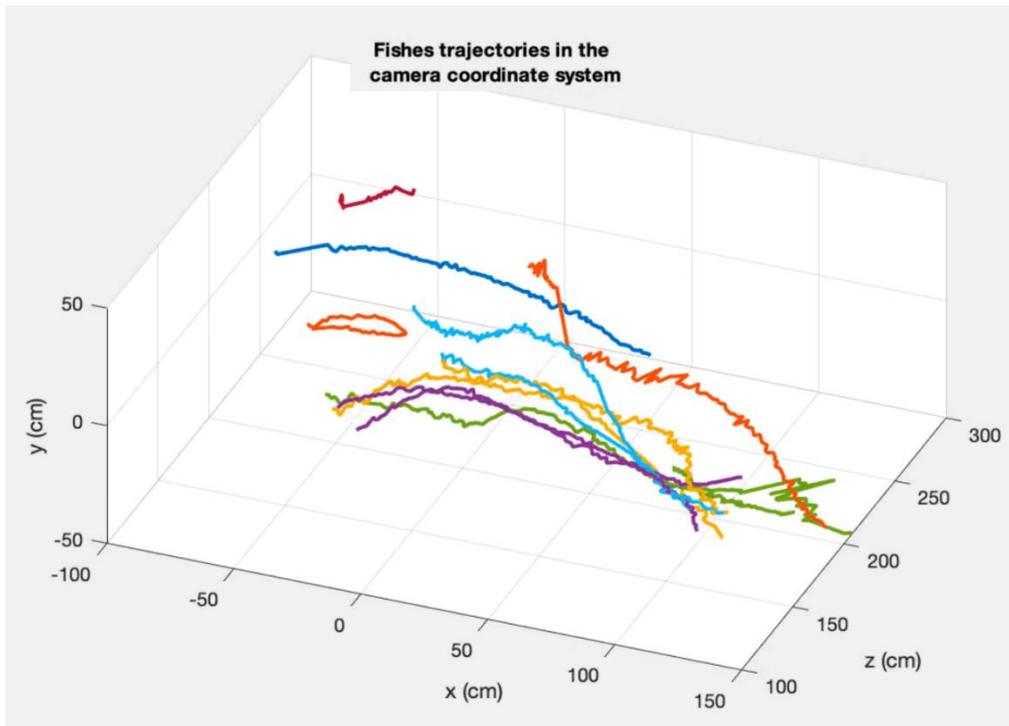
### **Contexte écologique :**

Le sujet de stage s'inscrit dans le cadre de l'étude des différences de dépense énergétique pour la locomotion chez les poissons herbivores des récifs coralliens de la mer Rouge et du golfe d'Aqaba.

Les poissons herbivores des récifs coralliens sont un élément clé du continuum du flux d'énergie qui commence avec les producteurs primaires comme les algues (Bellwood et al. 2019). Cependant, **le rôle des herbivores et leur comportement alimentaire dans les récifs coralliens est encore mal compris**. On ne sait toujours pas, par exemple, si la recherche de nourriture optimale et les budgets énergétiques individuels expliquent la variabilité inter-spécifiques et intra-spécifiques des traits fonctionnels, c'est-à-dire les taux de « coups de dent » et les distances entre deux « coups de dents » consécutives (Semmler et al. 2021).

Les écologues du projet souhaitent donc **déterminer si l'énergie nécessaire utilisée par les poissons herbivores, pour se déplacer à l'intérieur du récif corallien et entre les zones de nourriture influence leur comportement alimentaire**.

Cela nécessite donc de pouvoir suivre les trajectoires des poissons lors de leurs déplacements et leurs comportements de broutage. Pour cela, des caméras stéréos ont été placées sur le fond marin et de grandes quantités de vidéo ont été enregistrées. L'analyse manuelle est fastidieuse et un outil automatisant la tâche est primordial pour obtenir des analyses statistiquement significatives. Il se trouve que **l'équipe du LIRMM a développé** durant 1 an (sep 2020- sep 2021) un prototype d'analyse de séquences d'images stéréo permettant la localisation, l'identification (figure 1), le suivi de multiples poissons coralliens (« multiple object tracking ») en 3D (figure 2) ainsi que la prise de mesures métriques (figure 1). Ce travail est en cours de soumission.



**Figure 2 :** *Fr : Suivi des trajectoires 3D de plusieurs poissons.  
Eng: Tracking the 3D trajectories of several fish.*

### **Objectif du stage :**

Le logiciel développé par l'équipe du LIRMM utilise les deux flux vidéo enregistrés par une caméra stéréoscopique. Il utilise également les paramètres du système de caméra stéréoscopique (intrinsèques et extrinsèques) pour mettre en correspondance les informations entre les deux images. Dans les données disponibles pour le projet, ces paramètres sont stockés au format VidSync (VidSync est un logiciel open source de stéréo-vidéo (Neuswanger et al. 2016)), et il faudra donc en premier lieu écrire les routines pour extraire ces paramètres

Le logiciel sera alors utilisé pour localiser et identifier les poissons dans les images de gauche et de droite, les suivre le long de leurs trajectoires 3D et effectuer des mesures 3D telles que la longueur des poissons. Le logiciel repose sur l'utilisation de l'apprentissage en profondeur et nécessitera des adaptations pour identifier les espèces de poissons cibles (Villon et al. 2018). Il faudra donc re-paramétriser l'algorithme et ré-entraîner les réseaux de neurones de deep learning.

Le logiciel sera ensuite exécuté sur l'ensemble de séquences disponibles afin de générer la localisation et l'identification, les trajectoires 3D et les mesures 3D telles que la longueur des poissons. Les résultats seront ensuite analysés en collaboration avec l'équipe du ZMT pour une étude comportementale des poissons.

Enfin, une interface graphique pourrait éventuellement être développée et certaines parties de l'algorithme, comme le tracking d'objets, pourraient être améliorées.

## **English:**

### **Ecological context:**

The internship topic is part of a study to determine differences in energy expenditure for locomotion in herbivorous fishes from coral reefs in the Gulf of Aqaba, Red Sea.

Herbivorous coral reef fish are a key component of the energy flow continuum that begins with primary producers like algae (Bellwood et al. 2019). However, the role of herbivores and their foraging behaviour in coral reefs is still poorly understood. It is still unclear, for example, whether optimal foraging and individual energy budgets explain inter-specific and intra-specific variability in functional traits, i.e. bite rates and the distances between consecutive bites (Semmler et al. 2021).

The project's ecologists therefore want to find out whether the energy herbivorous fish need to move within the coral reef and between feeding patches influences their foraging behaviour.

To study the movements of herbivorous fish and their grazing behaviour, stereo-video cameras were placed within the coral reef and large amounts of video footage were recorded. Manual evaluation is tedious, and a tool that automates this task is essential for statistically relevant analyses. Over the past year (September 2020 to September 2021), the LIRMM team has developed a prototype for analysing stereo image sequences to detect, identify (Figure 1) and track multiple coral reef fishes ('multiple object tracking') in 3D (Figure 2), and to perform metric measurements (Figure 1). This work is in the process of being submitted.

### **Objective of the internship:**

The software developed by the LIRMM team uses both video streams recorded by a stereoscopic camera. It also takes the parameters of the stereoscopic camera system (intrinsic and extrinsic) as input. These parameters are stored in the VidSync format (VidSync is an open source stereo-video software (Neuswanger et al. 2016)) and it will be necessary to write the routines to extract these parameters.

The software will be used to locate and identify fish in the left and right images, track them along their 3D trajectories and make 3D measurements such as fish length. This new method is based on a deep learning approach and requires adaptations to identify target fish species (Villon et al. 2018). It will therefore be necessary to re-parameterise the algorithm and re-train the deep learning neural networks.

The software is then run on the available sequences to generate localisation and identification, 3D trajectories and 3D measurements such as fish length. These execution results are then evaluated in close cooperation with the ecology team for the subsequent behavioural analysis.

Finally, a graphical interface could be developed and some parts of the algorithm, e.g. the tracking part, could be improved.

**Prérequis :**

- Développement informatique (en particulier en C/C++ et en Python)
- Etalonnage et reconstruction 3D avec éventuellement une expérience d'OpenCV.
- Traitement des images et des vidéos
- Deep Learning et CNN
- Anglais scientifique
- Connaissance des pratiques de la recherche
- Intérêt pour l'écologie marine, en particulier pour les poissons coralliens

**Prerequisites:**

- IT development (especially in Python)
- 3D calibration and reconstruction
- Image and video processing
- Deep Learning and CNN
- Good understanding of scientific English
- Knowledge of research practices
- Interest in marine ecology and in particular in coral reef fishes

**Conditions de stage:**

- Durée : 2 à 6 mois avec un début au premier semestre 2022 (stage M1 ou M2)
- Indemnités : ~570 € / mois
- Le stage se déroulera au LIRMM (campus St Priest) à Montpellier, France au sein de l'équipe ICAR ou en télétravail si les conditions sanitaires l'exigeaient.

**Internship conditions:**

- Duration: 2 to 6 months starting in the first semester of 2022 (M1 or M2 internship)
- Compensation: ~ 570 € / month
- The internship will take place at LIRMM (St Priest campus) in Montpellier within the ICAR team or by teleworking if the sanitary conditions so require.

**Bibliographie / Bibliography:**

- YoloV5 : <https://github.com/ultralytics/yolov5>
- DeepSORT : <https://arxiv.org/abs/1703.07402>
- S. Villon, D. Mouillot, M. Chaumont, E.S. Darling, G. Subsol, T. Claverie, S. Villéger. "A Deep learning algorithm for accurate and fast identification of coral reef fishes in underwater videos". *Ecological Informatics* (2018 Impact Factor=2.310). Vol. 48, p. 238-244, November 2018.
- Andradi-Brown, Dominic & Exton, Dan & Smith, David. (2013). 3D fish: efficiency of stereo-video systems for coral reef fish biomass monitoring. 11th INTECOL Congress 2013, Ecology: Into the next 100 years, Volume: 4.
- Bellwood DR, Streit RP, Brandl SJ, Tebbett SB (2019) The meaning of the term 'function' in ecology: A coral reef perspective. *Funct Ecol* 1–14

- Neuswanger JR, Wipfli MS, Rosenberger AE, Hughes NF (2016) Measuring fish and their physical habitats: versatile 2D and 3D video techniques with user-friendly software. *Can J Fish Aquat Sci* 73:1861–1873
- Semmler RF, Brandl SJ, Keith SA, Bellwood DR (2021) Fine-scale foraging behavior reveals differences in the functional roles of herbivorous reef fishes. *Ecol Evol* 1–11