

Sujet de Stage M2

Communication intra-corporelle pour logger: étude d'implantabilité et analyse de portée dans l'animal et au delà

Contexte:

Dans un contexte de développement d'une pêche durable et de changement climatique, il est nécessaire de travailler à la collecte d'informations sur le comportement et la physiologie des grands poissons pélagiques, tels que le thon rouge, en milieu naturel. L'outil idéal pour réaliser cette tâche est le biologging. Le biologging est la science qui consiste à étudier le comportement d'animaux en milieu naturel en utilisant des données collectées à l'aide de dispositifs électroniques accrochés sur ou dans l'animal.

Dans le cadre du projet de recherche PROMPT, nous avons initié le développement d'un réseau de capteurs implantés pour le suivi de la physiologie du thon rouge en milieu naturel. La première étape de ce développement vise la conception d'une technique de communication intracorporelle permettant de transmettre l'information collectée par les capteurs implantés vers un concentrateur placé à l'extérieur de l'animal (sur le dos ou autre). A l'issue de la thèse de Stéphane Pitou (soutenance 12/2025), nous avons obtenu des résultats préliminaires majeurs: conception d'un émetteur implantable, conception d'un récepteur miniaturisé intégrable dans une marque externe, validation expérimentale de l'innocuité des courants électriques injectés, première communication intra-corporelle dans un poisson (bar commun en couloir de nage) avec électrodes implantées et matériel sur table.

Travail à réaliser:

Dans le contexte décrit précédemment, nous souhaitons avoir le soutien d'un stagiaire de M2 sur le premier semestre 2026 afin d'atteindre deux objectifs principaux:

Implantabilité:

Il sera alors nécessaire de sélectionner un capteur utile et intégrable pour suivre un ou plusieurs paramètres physiologiques (p.e. température, pH, ECG). L'architecture de l'émetteur implantable devra être complétée pour avoir les ressources nécessaires pour rendre le système complètement autonome (wake-up, choix de batterie). Enfin nous travaillerons à l'emballage du système dans un boîtier miniature, étanche et biocompatible en vue de l'implantation. Pour réaliser cette tâche, nous avons contacté la société Star-Oddi, leader mondial dans la fabrication de biologgers implantables notamment pour l'étude d'espèces marines. Ils sont disposés à nous fournir des boîtiers intégrant les électrodes métalliques nécessaires à la transmission.

Exploration expérimentale des performances:

La première étude vise à évaluer la portée du signal au travers du poisson mais également dans l'eau. Dans un deuxième temps, il sera nécessaire d'explorer l'influence de l'eau salée, de l'activité du poisson, de la température, de la position de l'implant, voir de la biomasse environnante sur la qualité de la transmission (portée, taux de réception, etc). Les expérimentations seront réalisées au sein de la station aquacole de l'IFREMER à Palavas-les-Flots. Le modèle biologique utilisé sera le bar commun.

Compétences:

Il est attendu de l'étudiant d'avoir une formation en électronique et systèmes embarqués:

- Programmation en C de microcontrôleur (assembler serait un plus)
- Conception de système électronique mixte (analogique, numérique)
- Conception de PCB

- Utilisation d'instruments de laboratoire (analyseur de spectre, oscilloscope ...)

Un esprit pratique et une forte autonomie sont les bienvenus.

Un intérêt pour les projets interdisciplinaires est un plus.

Localisation:

Partagée entre IFREMER Palavas-les-Flots, LIRMM Montpellier

Dates/durée:

Le stage sera d'une durée minimum de 5 mois à partir de février 2025.

Possible continuation en thèse.

Contacts:

Tristan Rouyer, tristan.rouyer@ifremer.fr

Vincent Kerzérho, vincent.kerzerho@lirmm.fr

David McKenzie, david.mckenzie@cnrs.fr

Références:

[1] Tristan Rouyer, Serge Bernard, Vincent Kerzérho, Nicolas Giordano, François Giordano, et al.. Electronic tagging of Bluefin Tunas from the Maltese spawning ground suggests size-dependent migration dynamics. *Environmental Biology of Fishes*, 2022, 105, pp.635-644. <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-03656290v1>

[2] Rouyer, T., Bonhommeau, S., Bernard, S., Kerzerho, V., Derridj, O., Bjarnason, Á., Allal, H., Steffensen, J. F., Deguara, S., Wendling, B., Bal, G., Thambithurai, D., & McKenzie, D. J. (2025). A novel protocol for rapid deployment of heart rate data storage tags in Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* reveals cardiac responses to temperature and feeding. *Journal of Fish Biology*, 106(5), 1305–1315.
<https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-04174023v1>

[3] Stéphane Pitou, Tristan Rouyer, Sylvain Bonhommeau, Serge Bernard,, Fabien Soulier,, Vincent Kerzérho,, "First Step Towards a Fully-Miniaturized Intra-Body Communication Transceiver Based on Galvanic Coupling" <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-03866901v1>

[4] Stéphane Pitou, Florence Azaïs, Serge Bernard, Tristan Rouyer,, Fabien Soulier, Vincent Kerzérho,, "Low-Resource Fully-Digital BPSK Demodulation Technique for Intra-Body Wireless Sensor Networks" <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-04630465v1>