

## 1. Titre

exploration de l'Éthologie à fine échelle comme levier d'Amélioration des engins de pêche (LEARN)

## 2. Unité de recherche et éventuellement l'équipe d'accueil

Unité de recherche :

Ifremer, Département Ressources Biologiques et Environnement (RBE), unité Sciences et Technologies Halieutiques (STH), Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique (LTBH).

Adresse du laboratoire d'accueil :

Ifremer – Station de Lorient  
8 rue François Toullec  
56100 Lorient

## 3. Encadrement, et le contact pour les candidats qui souhaitent des informations

Directeur de thèse : Dorothee Kopp

Co-directeur de thèse : Robin Faillettaz

Contacts pour informations : [dorothee.kopp@ifremer.fr](mailto:dorothee.kopp@ifremer.fr) et [robin.faillettaz@ifremer.fr](mailto:robin.faillettaz@ifremer.fr)

## 4. Vos coordonnées : dont email(s) de contact

Dorothee Kopp, Chercheure  
RBE/STH/LTBH  
8 rue François Toullec, 56100 Lorient  
[dorothee.kopp@ifremer.fr](mailto:dorothee.kopp@ifremer.fr)  
Tél : 02 97 87 38 31

Robin Faillettaz, Chercheur  
RBE/STH/LTBH  
8 rue François Toullec, 56100 Lorient  
[robin.faillettaz@ifremer.fr](mailto:robin.faillettaz@ifremer.fr)  
Tél : 02 97 87 38 12

## 5. Contexte, objectifs et intérêts scientifiques

Contexte :

Avec la raréfaction des ressources marines exploitées, la nécessité de conserver la biodiversité et la mise en œuvre de l'obligation de débarquement, il est devenu essentiel de réduire les impacts anthropiques sur les populations et les habitats (Journal officiel de l'Union européenne, 28 décembre 2013). L'obligation de débarquement a accéléré l'utilisation de dispositifs sélectifs par les pêcheurs afin de réduire les captures non désirées, mais l'efficacité de ces dispositifs reste limitée à quelques engins et pêcheries spécifiques (Vogel et al, Ifremer n°13/1210867/NF). Les grilles (Fonseca et al, 10.1016/j.fishres.2005.01.005), les panneaux séparateurs horizontaux (Ferro et al, 10.1093/icesjms/fsm099), la modification de la taille et de la forme des mailles (Aydin & Tosunoğlu, 10.1111/j.1439-

0426.2009.01376.x) ou même la combinaison des deux approches (Vogel et al, 10.1016/j.jenvman.2016.10.017) ont déjà prouvé qu'ils permettaient de réduire considérablement les rejets dans certaines pêcheries.

Toutefois, la diversité des espèces capturées dans les pêcheries multi-espèces, leurs morphologies et comportements correspondants peuvent entraver l'efficacité globale d'un dispositif sélectif donné en fonction de la stratégie des pêcheurs et de l'environnement (Krag et al, 10.1371/journal.pone.0088819 ; Robert et al, 10.1371/journal.pone.0235368). Il reste donc difficile d'améliorer encore la sélectivité des engins de pêche et les essais expérimentaux de diverses techniques sélectives se poursuivent en Europe (par exemple, Lövgren et al, 10.1016/j.fishres.2016.03.019 ; Kopp et al, 10.1007/s12562-018-1203-8 ; Cuende et al, 10.1093/icesjms/fsaa156 ; Brinkhof et al, 10.1016/j.fishres.2020.105647). Atteindre un niveau de précision plus fin dans les réponses des espèces et les interactions avec les engins de pêche et les dispositifs de sélection est l'une des prochaines étapes vers l'utilisation durable des ressources marines.

Le manque de connaissances sur ces interactions à fine échelle résulte de deux niveaux de difficultés : (i) l'observation *in situ* et sans perturber le comportement naturel des animaux, qui jusqu'à présent se faisait sous lumière visible (400-700 nm) alors qu'elle modifie le comportement de la plupart des espèces, (ii) le traitement des données d'images qui est très long lorsqu'il est effectué manuellement, en particulier pour extraire des données éthologiques (par exemple, approche, nage de routine, fuite). À l'ère du Big Data, combler ces lacunes permettra de tirer pleinement parti des précieuses bases de données vidéo, encore sous-exploitées, collectées en permanence au sein de l'Ifremer.

#### Objectifs :

Pour parvenir à une utilisation durable des ressources marines, il faut pêcher de manière responsable en ne récoltant que les individus ciblés tout en évitant d'endommager les animaux sous-tailles et indésirables. La finalité du projet de doctorat est de devenir capable d'observer, de caractériser et de comprendre le comportement des espèces marines exploitées *in situ*, un tremplin vers le développement d'engins de pêche hautement sélectifs et donc l'exploitation durable des ressources marines.

Trois résultats principaux sont attendus comme résultats du doctorat. Le premier est l'adaptation d'un système d'observation infrarouge pour enregistrer le comportement des animaux sans utiliser de lumière artificielle (c'est-à-dire "visible"). Ce système aura une large gamme d'applications pour l'étude des processus à échelle fine (c'est-à-dire dans la gamme de ~10 cm à 3 m) tels que les interactions avec les engins de pêche, les dispositifs sélectifs et entre les espèces. La seconde est une meilleure connaissance du potentiel de l'intelligence artificielle pour gérer la tâche très longue d'extraction des données éthologiques à partir des données d'imagerie. Le troisième résultat attendu est la compréhension fine des interactions entre les espèces et les engins d'échantillonnage et/ou de pêche et les dispositifs sélectifs. Ce manque de connaissances entrave actuellement le développement d'engins de pêche innovants.

#### Intérêts scientifiques du projet :

L'originalité - et la force - des objectifs scientifiques de l'étude est qu'elle offrira une nouvelle perspective sur les études de sélectivité en se concentrant sur l'éthologie à échelle fine des espèces en interaction avec les engins de pêche (ou d'échantillonnage). La proposition est ambitieuse, car pour atteindre l'objectif scientifique, il faudra combler deux lacunes technologiques présentant un potentiel d'innovation : l'extraction de données éthologiques à partir de données d'imagerie et l'observation *in situ* de comportements inchangés. La première fournira, au moins, une méthodologie pour gérer l'extraction supervisée et non supervisée de données éthologiques à partir de n'importe quel type de données d'images. La seconde permettra de mettre au point un système vidéo infrarouge fonctionnel pour

l'étude du comportement des animaux, qui pourrait devenir le système d'imagerie de référence à utiliser pour l'étude éthologique au sein ou en dehors de l'Ifremer.

## 6. Résumé du projet

Le comportement des espèces joue un rôle clé dans le processus de capture par les engins de pêche. Il a été inféré par les connaissances empiriques des pêcheurs professionnels, mais n'a quasiment jamais été validé par des observations *in situ* et en conditions réelles de pêche, en raison des limites imposées par l'utilisation de lumière artificielle et du temps de traitement des données d'imagerie. L'objectif de cette thèse est de fournir une perspective nouvelle et plus fine sur la compréhension du comportement des espèces en interaction avec les engins grâce aux avancées technologiques récentes en matière d'imagerie et de traitement du signal. Des expériences en milieu contrôlé seront effectuées pour déterminer l'influence de l'utilisation de lumière visible (400-700 nm) et infrarouge (>800 nm) et étudier les réponses comportementales à des stimuli transférables aux technologies de pêche afin d'améliorer la sélectivité des engins. Elles seront complétées par de l'échantillonnage *in situ* et en conditions réelles de pêche. La seconde partie visera à déterminer la capacité des intelligences artificielles (deep learning) à extraire des informations éthologiques de façon automatisée à partir de données d'imagerie. Enfin, les comportements et interactions espèces-engins de pêche seront analysés plus largement en ré-exploitant la base de données d'imagerie collectée par le laboratoire.

## 7. Partenariat, éventuellement international

- Les expériences en laboratoire se feront en collaboration étroite avec l'unité Ifremer RBE/PFOM et RBE/ARN, spécialisée dans l'expérimentation animale (invertébrés et vertébrés, respectivement).
- Au sein de l'Ifremer, le candidat participera au groupe de travail 'Imagerie' et au groupe de réflexion « DEEP » pour les aspects d'imagerie et d'automatisation du traitement des données d'imagerie.
- Le candidat intégrera le groupe de travail du CIEM WGFTFB (*Fishing Technologies and Fish Behavior*).
- Des échanges avec l'Université de Bretagne Sud sont envisagés pour les aspects techniques du *deep learning*, dans la continuité du projet Games of Trawl.
- Le candidat sera amené à effectuer une mobilité internationale de 3 mois dans un laboratoire travaillant sur les technologies des engins de pêche (DTU-Aqua au Danemark, ou SINTEF en Norvège).