



## Fiche de proposition de projet par les étudiants

Merci de remettre cette fiche à l'équipe enseignante de l'UE  
bruno.gas@sorbonne-universite.fr, nicolas.obin@sorbonne-universite.fr

Titre	Détection et classification de poissons à partir de données issues d'un sonar embarqué sur un petit drone sous-marin
Encadrant(s) (nom, mail, et <b>signature</b> )	<p>Franck GONZALEZ, chef de projet <a href="mailto:franck@pristine-robotics.com">franck@pristine-robotics.com</a></p>  <p>Clément NICOLAS, expert robotique sous-marine <a href="mailto:clement@pristine-robotics.com">clement@pristine-robotics.com</a></p> 
Matériel requis disponible à la plateforme	Un ordinateur récent disposant de performances permettant l'entraînement du modèle (RAM suffisante et carte graphique).
Matériel à acheter + budget approximatif	
Nombre d'étudiants	3 à 5
Prérequis	Connaissance d'un modèle de détection d'objet (Deep learning)

### Description détaillée :

#### 1. Description de l'entreprise

PRISTINE ROBOTICS ([www.pristine-robotics.com](http://www.pristine-robotics.com)) est un cabinet de conseil spécialisé en robotique mobile et notamment sous-marine. Nous sommes consultés sur de la mécanique, du design, de la mécanique, de l'électronique et du logiciel pour des projets en industrie, aéroportuaire, agricole et dans le cas présent en océanologie.

#### 2. Contexte

Le projet est issu d'une collaboration entre le CNRS, SEABER et PRISTINE ROBOTICS. Le CNRS est le plus grand organisme public de recherche en France et apporte ici l'expertise océanologique. SEABER est une entreprise Lorientaise qui produit des micros-AUV, c'est-à-dire des petits drones autonomes sous-marins qui peuvent explorer les fonds marins.



Figure 1 : Micro-AUV YUCO, 1m de long, 10kg

Sur ce drone sous-marin YUCO réalisé par l'entreprise SEABER, on souhaite installer un sonar appelé échosondeur. Celui-ci comporte un émetteur qui produit un son, qui se réverbère sur l'environnement ambiant et est récupéré ensuite par un récepteur. Cette imagerie sonar doit être analysée par les chercheurs pour extraire de l'information sur la faune rencontrée.

### 3. Démarche

L'objectif de ce projet est de fournir aux chercheurs des informations sur la biodiversité et la biomasse des poissons (nombre, taille, forme) de façon automatisée pour leur apporter une aide dans l'étude de l'environnement marin.

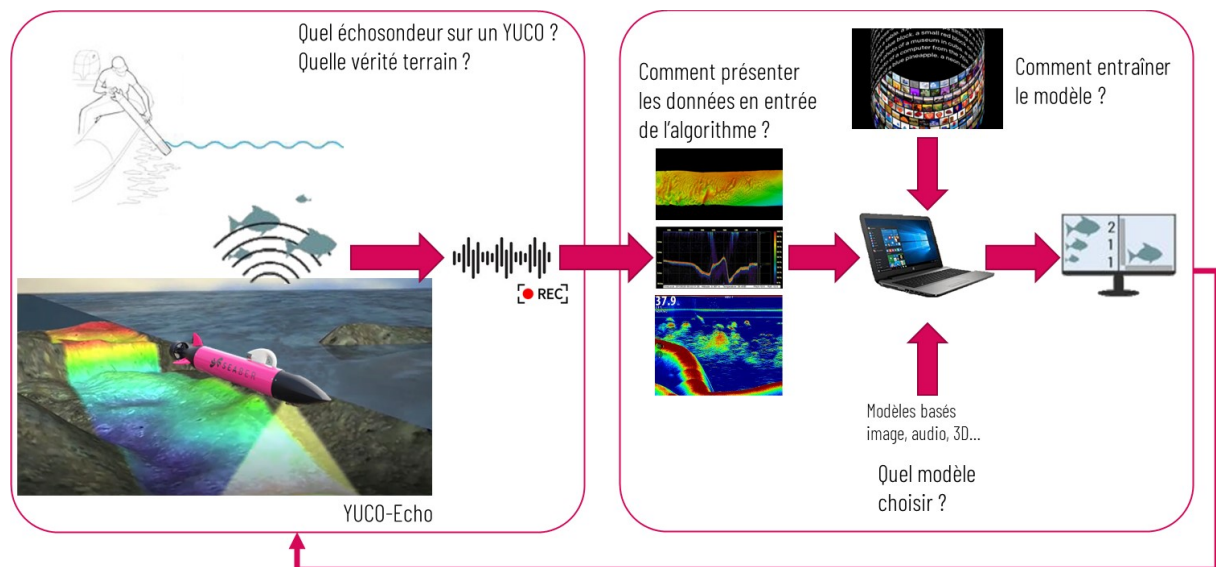


Figure 2: Démarche itérative du projet.

Les travaux seront menés en autonomie par les étudiants, avec un accompagnement de Pristine Robotics.

Le projet est complexe et nécessite une compréhension fine des difficultés du problème. Pour ce faire, un état de l'art est une première étape indispensable (voir chapitre suivant).

Nous favoriserons une démarche itérative avec des premières solutions simples, peu optimisées mais fonctionnelles. Suivront ensuite des améliorations des performances de détection, en s'inspirant de techniques à la pointe (voir 4.d « Compléments »).

#### 4. Etat de l'art

##### a. Choix du modèle

La première question consiste à choisir la représentation des données brutes : s'agissant de sons émis et récupérés à des positions connues du drone, les données peuvent être utilisées sous forme d'échogramme ou d'une image.

PRISTINE ROBOTICS a démarré un état de l'art des algorithmes candidats pour cette application. Les principaux avantages et inconvénients rencontrés sont présentés dans le tableau ci-dessous et tendent, a priori, à privilégier les algorithmes basés images car ils sont plus nombreux, plus robustes et les données brutes sont plus faciles à interpréter.

Modèle	Basé images sonar	Basé audio
Avantages	<b>Profiter des progrès récents en traitement d'image et deep-learning</b> <b>Bases de données étiquetées disponibles</b> <b>Données brutes plus faciles à interpréter</b>	Exploitation des similitudes entre signaux sonar et audio Utilisation des modèles IA utilisés pour les tâches audio, la reconnaissance et la commande vocales ou l'analyse musicale
Inconvénients	<b>Les caractéristiques des images sonar sont différentes des images captées par des caméras</b> <b>Pré-processing probablement nécessaire</b> <b>La donnée brute sonar peut être différente d'un fabricant à l'autre : besoin d'une standardisation avant utilisation</b>	Transformation du domaine temporel au domaine fréquentiel peut résulter en une perte d'information  Approche moins utilisée, donc moins de littérature et moins de données d'entraînement disponibles

Figure 3 : Avantages et inconvénients de deux techniques d'interprétation d'échogrammes.

##### b. Modèle de détection et classification

Nous partons du principe que le projet nécessite l'utilisation de modèles de deep-learning pour analyser les images d'échosondeur, qui sont des images sonar à basse résolution et à faible rapport signal/bruit.

Le projet s'appuiera sur les derniers modèles de deep-learning pour la détection et la classification d'objets tels que YOLO, si possible dans leur version la plus récente (ex. YOLO v8). Une proposition alternative pourra être étudiée.

Le projet utilisera des techniques de data augmentation, de transfer-learning voire d'apprentissage semi-supervisé pour pallier le manque de données annotées et améliorer la performance des modèles.

##### c. Datasets

Nous n'avons pas encore de données issues du micro-AUV, il est donc important de pouvoir entraîner initialement le modèle sur des données d'un dataset public. Ce dataset sera complété par des données réelles du drone en temps voulu.

Du côté des datasets existants pour l'entraînement de modèles de ce type, on pourra chercher du côté de **DIDSON**: Ce dataset contient des données brutes acoustiques de données Dual-Frequency Identification Sonar (DIDSON) collectées sur une période temporelle étendue. De courts extraits contenant des détections de poissons d'espèces connues sont aussi présents.

- <https://www.nature.com/articles/sdata2018190>
- [https://figshare.com/articles/dataset/Raw DIDSON Dataset by Fish Species/6016325?backTo=/collections/An Underwater Observation Dataset for Fish Classification and Fishery Ecology/4039202](https://figshare.com/articles/dataset/Raw_DIDSON_Dataset_by_Fish_Species/6016325?backTo=/collections/An_Underwater_Observation_Dataset_for_Fish_Classification_and_Fishery_Ecology/4039202)

Il existe d'autres datasets qui peuvent s'avérer pertinents, leur identification pour le transfer-learning est critique à la réussite du projet.

#### d. Compléments

Voici quelques pistes qui peuvent inspirer une solution technique plus complexe. Ces explorations sont à faire dans un deuxième temps afin d'avoir a minima une solution de référence. Il est bien sûr possible d'explorer d'autres solutions.

- Titre: Deep learning with self-supervision and uncertainty regularization to count fish in underwater images
  - Lien: <https://arxiv.org/pdf/2104.14964v1.pdf>
  - Modèle: <https://github.com/ptarling/DeepLearningFishCounting>
  - Dataset: <https://zenodo.org/record/4751942>
- Titre: Learning to Segment Fish with Weak Supervision (cet article utilise des images caméra, mais le concept de segmentation reste intéressant)
  - Lien: <https://arxiv.org/pdf/2011.03149v1.pdf>

### 5. Attendus du projet

Ce projet a pour objectif d'élaborer l'algorithme de caractérisation de la biomasse à partir de données sonar. Pour ce faire, les grandes étapes pourront être :

- a. Etat de l'art complémentaire et spécifications de la solution technique ;
- b. Sélection de datasets représentatif du contexte de l'étude ;
- c. Evaluation des algorithmes sur les datasets publics;
- d. Evaluation des algorithmes sur des données issues d'un échosondeur installé sur un drone sous-marin YUCO acquises lors de campagnes d'essais réelles en rade de Brest ou aux environs de l'île de Groix (selon disponibilité) ;
- e. Elaboration d'une interface graphique simple pour la manipulation des données

Les livrables attendus du projet seront :

- Le rapport de l'étude reprenant l'ensemble de la démarche, les analyses et les conclusions ;
- Le logiciel de traitement des données, avec son interface graphique.