

## Rapport Initial du Projet de Fin d'Étude: Analyse des Besoins, Ressources et Planification

**Développement d'outils d'analyse IA et utilisation de la plateforme Galaxy-Ecology Europe pour le partage et l'exploitation de données d'imagerie sous-marine**

Nadine Le Bris	Encadrante	<a href="mailto:nadine.le_bris@obs-banyuls.fr">nadine.le_bris@obs-banyuls.fr</a>
Yvan Le Bras	Encadrant	<a href="mailto:nadine.le_bris@upmc.fr">nadine.le_bris@upmc.fr</a>
KOBBI Islem	Etudiant Master 2 - ISI	<a href="mailto:islem.kobbi@etu.sorbonne-universite.fr">islem.kobbi@etu.sorbonne-universite.fr</a>
Shivamshan SIVANESAN	Etudiant Master 2 - ISI	<a href="mailto:shivamshan.sivanesan@etu.sorbonne-universite.fr">shivamshan.sivanesan@etu.sorbonne-universite.fr</a>
OUALI Sofiane	Etudiant Master 2 - ISI	<a href="mailto:sofiane.ouali@etu.sorbonne-universite.fr">sofiane.ouali@etu.sorbonne-universite.fr</a>
Lynda FEDDAK	Etudiante Master 2 - ISI	<a href="mailto:lynda.feddak@etu.sorbonne-universite.fr">lynda.feddak@etu.sorbonne-universite.fr</a>

09 Novembre 2023

## Table des matières :

<b>1 - Introduction.....</b>	<b>3</b>
1.1 - Définition du projet.....	3
1.2 - Contexte du projet.....	3
1.3 - Les acteurs impliqués.....	3
<b>2 - Besoins et Objectifs.....</b>	<b>3</b>
2.1 - Fonctionnalités recherchées par l'encadrant du projet.....	3
2.2 - Le besoin - Bête à cornes.....	4
<b>3 - Ressources et Contraintes.....</b>	<b>4</b>
3.1 - Les Ressources disponibles.....	4
3.2 - Les contraintes à prendre en compte.....	4
<b>4 - Conception du projet.....</b>	<b>5</b>
4.1 - Les fonctions du projet - Diagramme Pieuvre.....	5
4.2- Solutions techniques proposées l'année précédente.....	6
4.3 - Solutions techniques proposées.....	6
<b>5 - Programme scientifique et technique, organisation du projet.....</b>	<b>7</b>
5.1 - Les parties essentielles du projet.....	7
5.1 - Description des travaux par tâche.....	8
5.2 - Calendrier des tâches et jalons.....	11
<b>6 - Documentation et Articles.....</b>	<b>12</b>

## 1 - Introduction

### 1.1 - Définition du projet

Concevoir une interface web qui permet aux utilisateurs l'identification automatique des espèces marines, la collecte de données quantitatives telles que leur forme, leur couleur, ainsi que leur interaction mutuelle, le suivi des espèces sur les vidéos, l'ajout d'annotations vérifiées à la base de données, et le réentraînement du modèle d'identification des espèces. Le but de cet outil est d'étudier les écosystèmes marins et leurs réponses aux perturbations ce qui permettra de mieux évaluer la sensibilité des écosystèmes aux conditions extrêmes de leur environnement.

L'interface web est facile à utiliser et maniable (user friendly experience, user interface).

### 1.2 - Contexte du projet

Le module Curious est un outil innovant pour étudier la biodiversité et l'écologie des espèces profondes et de leur habitat. Il s'agit d'un dispositif programmable, autonome et peu coûteux, qui permet de réaliser des vidéos en timelapse à des intervalles de 10 secondes sur une plusieurs minutes ou quelques minutes sur plusieurs jours. Le module Curious a été conçu pour être peu invasif et respectueux de l'environnement marin. Il a été testé en profondeur, mais aussi en littoral grâce à la participation citoyenne. Un protocole spécifique a été élaboré pour le déploiement du module, qui offre une vision macroscopique des espèces et du récif. Le module Curious est équipé d'une caméra GoPro (1080p) qu'on insère dans un caisson étanche de 30 à 3000 mètres selon la profondeur d'utilisation, d'une LED puissante pour l'éclairage, d'une batterie de drone, et d'une sonde de température. Il permet ainsi d'accéder à des informations inédites sur la vie sous-marine.

### 1.3 - Les acteurs impliqués

- Validation des livrables : Madame Nadine Le Bris
- Membres de l'équipe projet : Nous
- Utilisateurs :
  - En priorité : Chercheur, étudiants et enseignants
  - animateurs pédagogiques, bénévoles.
- Expert technique(serveur et déploiement) : M Yvan Le Bras Ingénieur eco-informaticien ingénieur de recherche MNHN.
- Acteurs externes : Des chercheurs qui pourront être chargés de l'annotation de images pour constituer le dataset.

## 2 - Besoins et Objectifs

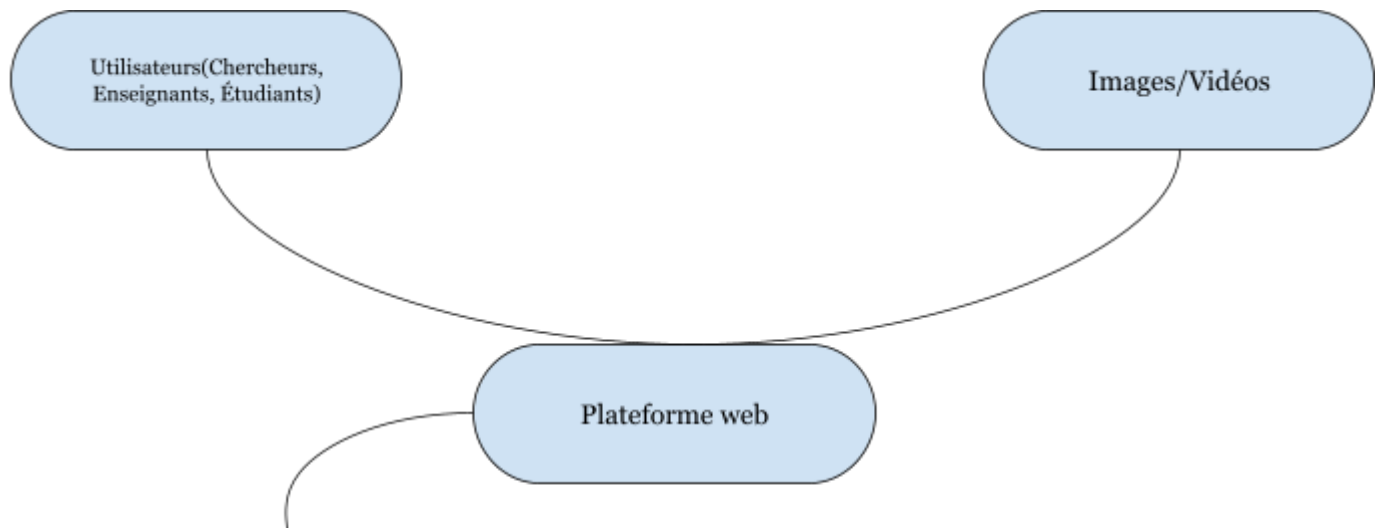
### 2.1 - Fonctionnalités recherchées par l'encadrant du projet

- Reconnaissance et classification des espèces et indiquer leur densité et caractères morphologiques.
- Comment ces espèces marines interagissent entre elles et avec leur environnement :
  - La distance entre les individus d'espèces mobiles observables sur l'image
  - La position d'un individus sur la surface d'une algue (l'espèce d'algue sera aussi à identifier) ou d'un autre organismes (par exemple fixé sur la coquille d'une patelle)
  - Pour les anémones ou les coraux, polypes déployés ou non (et si possible taille de la couronne de "tentacules")
  - Habitat ( Canopé d'algue par exemple) et la surface d'occupation
- Extension de la dataset: Les utilisateurs peuvent ajouter de nouvelles images ou vidéos à la dataset après annotation (manuelle ou automatique). La vérification de la validité de cette annotation sera faite par un expert.

- **Voir la possibilité d'utiliser la stéréovision et la calibration des caméras pour la reconnaissance de forme des espèces. (Hors périmètre 2023 et 2024 pour de raison matériel et de contrainte de temps )**

## 2.2 - Le besoin - Bête à cornes

**Besoin du projet :** Une plateforme web permet l'identification automatique des espèces, la collecte des informations quantitatives telles que les tailles et les surfaces occupées, le tracking des espèces sur les vidéos, et l'ajout de nouveaux exemples annotés sur la plateforme à la base de donnée avec vérification de ces annotations puis réentraînement du modèle d'identification d'espèces.



Une plateforme web qui permet aux utilisateurs d'identifier les espèces sur des images ou vidéos, collecter des informations quantitatives, suivre les espèces sur les vidéos et ajouter de nouveaux exemples annotés vérifiés à la base de données

## 3 - Ressources et Contraintes

### 3.1 - Les Ressources disponibles

- Ressources humaines externes : M. Yvan le Bras(expert technique), Madame Nadine Le Bris et les chercheurs en écologie et biologie marine du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Serveur : Galaxy portal qui va assurer le conteneurisation du logiciel et propose une bonne ressource de calcul et de stockage.
- Ressources matérielles et logicielles :
  - GPU pour l'entraînement des modèles d'intelligence artificielle fournis par Sorbonne
  - Les salles de TP pour avancer sur le projet.
  - Pour l'annotation des images : Roboflow ou VIAME (Annotation image/vidéo, détection et tracking des objets, Possibilité d'utiliser des images venant de 2 caméra et nécessite une fichier .npz avec certain parameteres pour faire la calibration entre ces 2 caméras : [https://github.com/VIAME/VIAME/tree/main/examples/measurement\\_using\\_stereo](https://github.com/VIAME/VIAME/tree/main/examples/measurement_using_stereo)

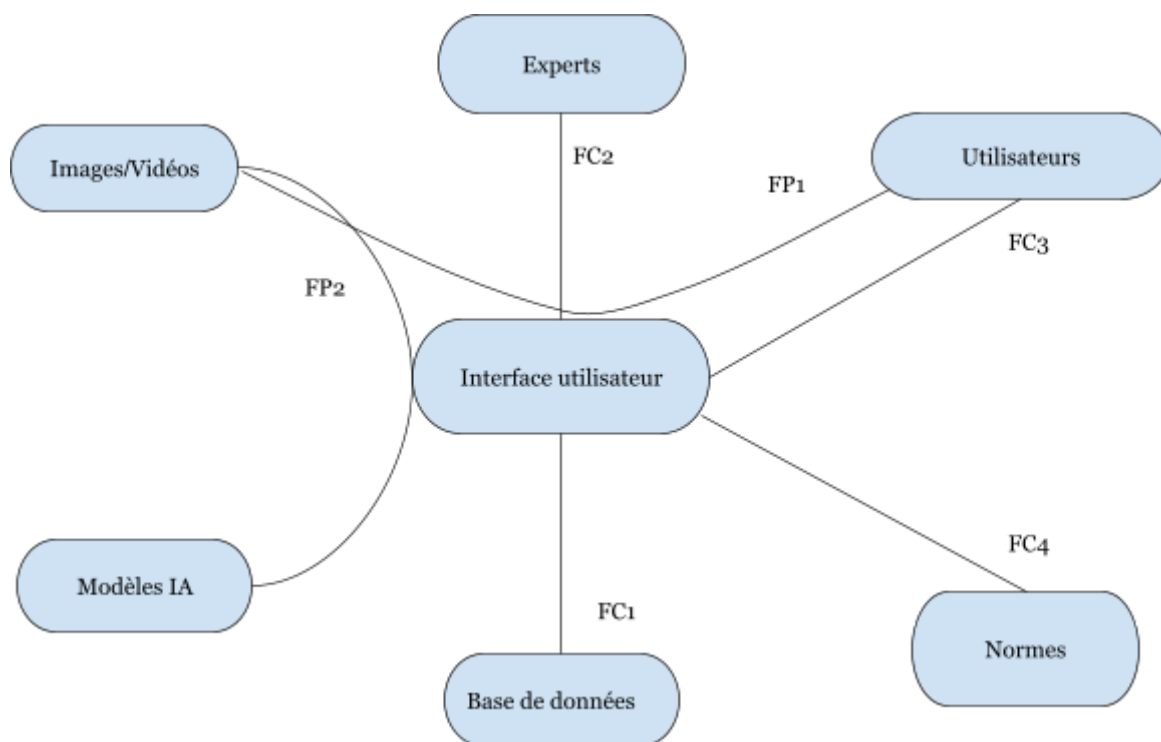
### 3.2 - Les contraintes à prendre en compte

- **Temps** : Respecter les délais du projet

- **Ressources :**
  - **Contraintes logicielles :**
    - Une interface facile d'utilisation
    - Le fichier docker image ne doit pas être gourmand en énergie.
    - Adopter une architecture modulaire et évolutive du logiciel, qui permet de rajouter ou modifier des fonctionnalités sans affecter le reste du code.
    - Contrainte d'authentification sur la plateforme web: Les usagers prioritaires de l'interface seront les étudiants, les chercheurs puis autoriser l'accès au public si c'est possible.
  - **La résolution des images :** Utiliser un format d'image compressé et optimisé pour réduire la taille du fichier et le temps de chargement pour l'apprentissage du modèle IA.
- **Contraintes liés au modèle d'IA :**
  - Robustesse de la vérification de l'annotation faite par l'utilisateur.
  - Robustesse du modèle à identifier de manière précise les espèces présentes et récupérer des informations quantitatives sur espèces.

## 4 - Conception du projet

### 4.1 - Les fonctions du projet - Diagramme Pieuvre



- **Fonction principale FP1:** Les utilisateurs peuvent ajouter de nouvelles images ou vidéos avec l'annotation des différentes espèces présentes dans la dataset. L'annotation et la vérification de la validité de cette annotation seront effectuées par l'IA immédiatement puis par un expert par la suite.
- **Fonction principale FP2 :** Reconnaissance et classification des espèces marines en fonction de leur densité et de leurs caractéristiques morphologiques.
- **Fonction de contrainte FC1 :** Être capable d'étendre facilement le dataset avec des images ou vidéos supplémentaires.
- **Fonction de contrainte FC2 :** Les annotations doivent être vérifiées par les experts pour garantir leur validité.
- **Fonction de contrainte FC3 :** La plateforme doit être conviviale pour les utilisateurs afin d'encourager leur participation à l'extension de la dataset.

- **Fonction de contrainte FC4** : L'interface doit être capable d'analyser rapidement les images pour fournir une identification automatique précise. Compromis entre rapidité et précision du modèle à trouver. La réduction du modèle IA peut être nécessaire pour un travail synchrone ou asynchrone, selon les contraintes de performance et de ressources.

#### 4.2 - Solutions techniques proposés l'année précédentes

Base de donnée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annotation avec Robowflow</li> <li>- Webscraping, Ocean Archive,</li> <li>- Format COCO</li> <li>- Deux espèces seulement : les anémones et les gibbonas</li> </ul>
Modèle d'IA pour la segmentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Python</li> <li>- Détection2</li> <li>- Deux catégories de classification seulement</li> </ul>
Tracking pour détecter le changement de couleur des espèces	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Python</li> <li>- Filtre de Kalman</li> <li>- Technique de traitement d'image</li> </ul>
Stereo Vision pour détecter la forme des espèces	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Python</li> <li>- Calibration de deux caméras</li> </ul>
Interface graphique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Python</li> <li>- Bibliothèque Pyside2</li> <li>- Linux</li> <li>- Boutons : Calibration, Tracking de vidéos, Segmentation d'images/vidéos</li> </ul>

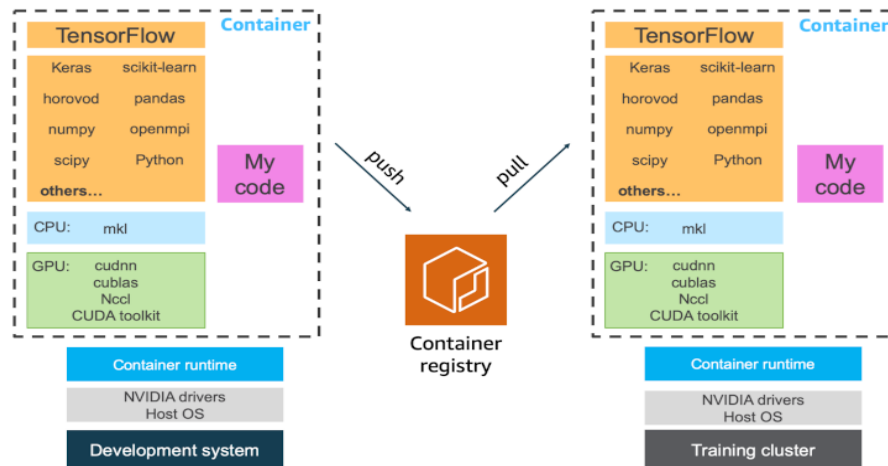
#### 4.3 - Solutions techniques proposées

- Galaxy Portal ( fonctionne de la même manière que KUBERNETES )
- YOLOV8 : pour la détection, segmentation et tracking (plus rapide et efficace)
- Detectron2 (plus précis et beaucoup moins de temps pour entraîner les modèles)
- L'annotation des images : Roboflow, VIAME, LabelStudio, Matlab
- Base de donnée: Pour récupérer les images et leur annotations : MongoDB, MySQL
- Docker : utiliser le fichier docker image pour déployer en utilisant KUBERNETES ou utiliser DOCKER + FLASK pour la conception d'une API ( <https://medium.com/swlh/machine-learning-model-deployment-in-docker-using-flask-d77f6cb551d6> ) ( <https://www.youtube.com/watch?v=Pn73iKmD3Cw> ) ( <https://neptune.ai/blog/serving-ml-models-with-docker-mistakes> )

**Exemple de déploiement :**  
<https://towardsdatascience.com/deploy-machine-learning-pipeline-on-cloud-using-docker-container-bec64458dco1>

## Pourquoi utiliser Docker ?

Docker est un outil qui permet de créer, gérer et déployer des applications à partir du docker image contenant tout ce dont elles ont besoin pour fonctionner. En utilisant Docker, on peut s'assurer que l'application sera exécutée de la même manière sur n'importe quel environnement, que ce soit sur le web, dans le cloud ou sur un ordinateur local. Docker simplifie ainsi le processus de développement, de test et de déploiement des applications, en évitant les problèmes de compatibilité entre les versions des bibliothèques, des systèmes d'exploitation et des dépendances.



- <https://aws.amazon.com/fr/blogs/opensource/why-use-docker-containers-for-machine-learning-development/> Raisonement derrière l'utilisation du docker
- <https://www.codeproject.com/Articles/5300729/Running-AI-Models-in-GPU-Enabled-Docker-Containers> Pour utiliser GPU dans docker.

## 5 - Programme scientifique et technique, organisation du projet

### 5.1 - Les parties essentielles du projet

#### 1. Modèle d'IA pour la segmentation:

Prise en main du réseau de neurone déjà implémenter et voir les possibilités d'améliorations:

- Garder detectron2? Utiliser YOLOv8? ou autres modèles ?

Etat de l'art sur les différents modèles de classification et les techniques d'extraction des caractéristiques quantitatives sur les espèces du fond marin.

#### 2. Développement de l'interface sur machine local:

Partie 1 - Détection automatique :

- Premiers tests à envisager : Identification automatique sur des nouvelles images déposées sur la plateforme en utilisant le modèle d'IA pour établir la prédiction.
- Deuxième test à envisager : Tester la segmentation et le tracking en temps réel sur une vidéo ou juste la segmentation sur une image et la récupération des informations quantitatives sur les espèces présentes.

## Partie 2 - Autres Fonctionnalités:

- Annotation manuelle par l'utilisateur : On récupère le travail effectué avec VIAME qui permet d'annoter autour d'une ou plusieurs espèces sur une image/vidéos et créer une fonction qui permet de récupérer les coordonnées et le nom de l'espèce annotée, pour l'annotation manuelle et le dataset les nouvelles images annotés par les utilisateurs elles seront mise en attente de validation par l'expert qui définit la certitudes des nouvelles données
- Pour les annotations non validées par l'expert elles seront détruites de notre dataset pour optimiser l'espace de stockage.
- Authentification : Définir les rôles des utilisateurs ( Public / Privé )

### 3. Base de donnée :

Élargir la base de données d'entraînement avec de nouveaux exemples si l'annotation est disponible.

### 4. Déploiement de la plateforme en ligne :

Multiplier les tests pour assurer la robustesse de l'application en termes de temps de réponse et de précision de prédiction.

## 5.2 - Description des travaux par tâche

### 1. Gestion de projet

- Assurer le suivi régulier de l'avancement du projet, en faisant des points d'avancement avec les encadrants du projet.

#### 1.1 Rapport d'avant projet

- **Membres:** Tous les membres du groupe
- Ce rapport d'avant projet est élaboré en identifiant le contexte du projet, les besoins et les ressources nécessaires, les différentes étapes, les délais et les objectifs.

#### 1.2 Rapport d'ingénierie Système-

- **Membres:** Tous les membres du groupe
- Élaboration d'un rapport d'ingénierie Système pour formaliser le système en utilisant les outils suivants: Diagramme de contexte, diagramme des exigences, diagramme des cas d'utilisation, diagramme de définition de blocs.

### 2. Prise en main du travail réalisé l'année dernière

- L'objectif de ces trois tâches suivantes est d'analyser le travail réalisé l'année précédente afin de mettre en évidence les points forts et les points faibles des programmes développés. Cette évaluation nous permettra d'extraire davantage les fonctionnalités de chaque partie afin d'améliorer l'existant et d'optimiser ses performances dans le but de rendre chaque partie opérationnelle.

#### 2.1 Prendre en main le modèle d'IA de segmentation

- **Membre:** Shivamshan

#### 2.2 Prendre en main le programme du tracking des espèces dans les vidéos

- **Membre:** Sofiane



### 2.3 Prendre en main le programme python de l'interface WEB

- **Membre:** Islem

## 3. Etat de l'art

### 3.1 Définir le modèle d'IA de segmentation

- **Membres:** Shivamshan
- Choisir un modèle d'IA pour segmenter et identifier les espèces marines après établissement d'une profonde analyse et une comparaison précise des différents algorithmes notamment celui élaboré l'année précédente afin d'améliorer les résultats obtenus avec ce dernier.

### 3.2 Définir les techniques d'annotation

- **Membres:** Lynda
- Cette année, notre objectif principal est de créer une plateforme opérationnelle. Une grande partie de ce processus consiste à annoter de nouveaux exemples afin d'élargir notre dataset. Pour cela, il est essentiel d'effectuer une analyse approfondie des techniques d'annotation disponibles afin de choisir celle qui répondra le mieux à nos besoins. Cette technique devra également être compatible avec les autres algorithmes utilisés et l'interface web, afin d'exécuter l'ensemble des algorithmes dans les délais les plus optimaux.

### 3.3 Définir les techniques du tracking des espèces dans les vidéos

- **Membres:** Sofiane
- Nous avons pris la décision de consacrer du temps à la recherche de nouvelles méthodes de suivi afin d'améliorer celles déjà existantes, suite à notre compréhension de la tâche 2.2. Il est essentiel de comprendre le comportement des espèces marines, et le suivi est une étape cruciale pour extraire des caractéristiques qui permettront aux scientifiques de mieux comprendre leur comportement.

### 3.4 Définir les fonctionnalités de l'interface web

- **Membres:** Islem
- L'objectif de cette partie est de dresser une liste des différentes fonctionnalités à viser pour la mise en place de la plateforme. Nous devons réfléchir à tous les détails afin de créer une plateforme web opérationnelle, conviviale et facilement maintenable.
- Voici quelques fonctionnalités : Ajouter des images/vidéos dans la base de donnée, Annoter manuellement ou automatiquement des images/vidéos en fonction du besoin de l'utilisateur, le tracking des espèces sur les vidéos...
- Il est également essentiel de définir les langages de programmation, les API nécessaires au bon fonctionnement de la plateforme, ainsi que les tâches d'authentification, les rôles des utilisateurs et leur flux de travail.
- Nous devons également créer des prototypes pour évaluer les différentes options. Quel framework choisir entre Django, UTS, PHP, Flask ou autre ?

### 3.5 Définir les techniques du preprocessing

- **Membres:** Lynda
- Le prétraitement d'images est une étape cruciale pour améliorer la qualité des images avant de les passer à l'algorithme d'IA.
- Cette étape revêt une importance encore plus grande dans notre cas, étant donné que les images de la base de données proviendront de sources différentes. Cette partie a pour but définir les techniques de traitement d'image pour réduire les bruits sur ces images et mettre en avant les informations importantes de l'image.
- Il est essentiel de mener une analyse approfondie et précise afin de définir les méthodes de prétraitement qui peuvent améliorer les résultats de notre algorithme de détection des espèces et de suivi.

## 4. Base de donnée

### 4.1 Concevoir le dataset

- **Membres:** Lynda, Sofiane
- Collecter les exemples d'apprentissage pour le modèle d'IA de segmentation
- Le but est d'arriver à avoir au minimum un dataset avec 5 espèces différentes si l'annotation des exemples est déjà disponible.
- Remarque : On ne sera pas responsable de l'annotation des images pour l'entraînement du modèle.

### 4.2 Prétraitement du dataset

- **Membres:** Lynda, Sofiane
- Appliquer les techniques du prétraitement d'images trouvées à la fin de la tâche 3.5.

## 5. Modèle de segmentation, de tracking et d'annotation

### 5.1 Programmer et entraîner le nouveau modèle d'IA de segmentation et d'annotation

- **Membres:** Lynda, Shivamsha
- Programmer, entraîner et tester l'algorithme choisi dans la tâche 3.3.

### 5.2 Programmer et tester le tracking des espèces sur des vidéos

- **Membres:** Shivamshan, Sofiane
- Programmer et tester l'algorithme choisi dans la tâche 3.1.

## 6. Développement de l'interface sur machine local

### 6.1 Concevoir l'interface web

- **Membres:** Islem, Lynda
- Programmer l'interface

### 6.2 Établir la communication entre l'interface web et la base de données

- **Membres:** Islem, Lynda

- Le but est de pouvoir ajouter les nouveaux exemples annotés à la base de données et utiliser la base de données pour réentraîner le modèle en cas de nouvel exemple.

### 6.3 Établir l'API de communication entre l'interface web, le modèle d'IA, le programme du tracking et d'annotation

- **Membres:** Shivamshan, Lynda
- Concevoir l'API et testez les algorithmes sur la plateforme.
- Évaluez la performance de l'API en termes de vitesse et de qualité du message envoyé et reçu.

### 6.4 Tester, Segmenter, tracker, récupérer les caractéristiques sur les espèces

- **Membres:** Shivamshan, Lynda, Sofiane
- Tester la segmentation et le tracking en temps réel sur une vidéo
- Tester la segmentation sur une image
- Examinez la vitesse et la précision des résultats des algorithmes
- La récupération des informations quantitatives sur les espèces identifiées, exemples :
  - o La distance entre les individus d'espèces mobiles observables sur l'image
  - o La position d'un individus sur la surface d'une algue (l'espèce d'algue sera aussi à identifier) ou d'un autre organismes (par exemple fixé sur la coquille d'une patelle)
  - o Pour les anémones ou les coraux, polypes déployés ou non (et si possible taille de la couronne de "tentacules")
  - o Habitat ( Canopé d'algue par exemple) et la surface d'occupation

## 7. Déploiement de la plateforme en ligne

### 7.1 Déployer la plateforme et la tester

- **Membres:** Islem
- Tester l'application après déploiement afin d'assurer son bon fonctionnement.

## 8. Evaluation et valorisation du projet

- **Membres:** Tous les membre du groupe

### 8.1 Établir le rapport de fin du projet

- Rédaction du rendu livrable et rapport bilan de gestion de projet, Rendu du film du projet : Inclure une analyse des objectifs atteints, des résultats obtenus, des leçons apprises et des recommandations pour l'avenir.

### 8.2 Créer le répertoire GitHub

- Créer un répertoire GitHub pour laisser une trace de notre travail

### 8.3 Réaliser le film de présentation du projet

- Faire le montage du film

### 8.4 Evaluation projet et présentation du film

- Diffusion du film vidéo pour présenter les principales réalisations et les bénéfices du projet.

## 5.2 - Calendrier des tâches et jalons

- **Disponible en annexe**

## 6 - Documentation et Articles

- **L'intelligence artificielle au service de la biodiversité marine :** [L'intelligence artificielle au service de la biodiversité marine | CNRS Le journal](#)
- **Multi-classification deep neural networks for identification of fish species using camera captured images**(<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0284992> )
- **Deep Learning for Marine Species Recognition**
- **Unlocking the potential of deep learning for marine ecology: overview, applications, and outlook**(<https://arxiv.org/pdf/2109.14737.pdf> )
- **A Novel Approach for Marine Small Target Detection Based on Deep Learning**
- **Confronting Deep-Learning and Biodiversity Challenges for Automatic Video-Monitoring of Marine Ecosystems**([https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/2022-02/010083975.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2022-02/010083975.pdf) )
- **Machine learning in marine ecology: an overview of techniques and applications** (<https://academic.oup.com/icesjms/article/80/7/1829/7236451> )
- **Automatic segmentation of fish using deep learning with application to fish size measurement**  
(<https://academic.oup.com/icesjms/article/77/4/1354/5602457?login=false> )
- **Deep learning based deep-sea automatic image enhancement and animal species classification**  
(<https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-023-00711-w> )  
utilise un dataset contenant des espèces marines et également des objets et des particules de sables dans le dataset pour entraîner leur modèle. Ils ajoutent également une phase d'amélioration des images avant l'entraînement sur le modèle pour rendre le modèle robuste.
- **Accelerating Species Recognition and Labelling of Fish From Underwater Video With Machine-Assisted Deep Learning** ( <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.944582/full> )

Yvan Le Bras



Nadine Le Bris

