Aperçu des activités en imagerie

Cas de l'étude de la biodiversité benthique marine

Catherine BORREMANS
Laboratoire Environnement Profond

Atelier IA ODATIS
27 Janvier 2026

L’imagerie pour étudier les habitats et la macrofaune benthiques

- Larges échelles spatio-temporelles, données continues
- Informations écologiques, géologiques, biologiques, anthropiques,…
- Non intrusive et non destructive
- Permet l’accès à des écosystèmes difficiles à étudier

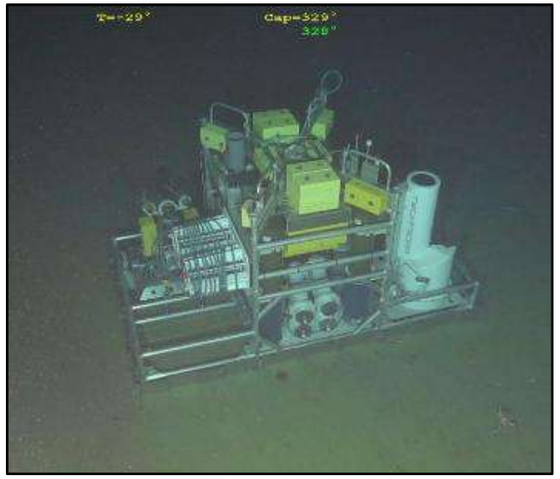
Bénéficie des progrès technologiques :

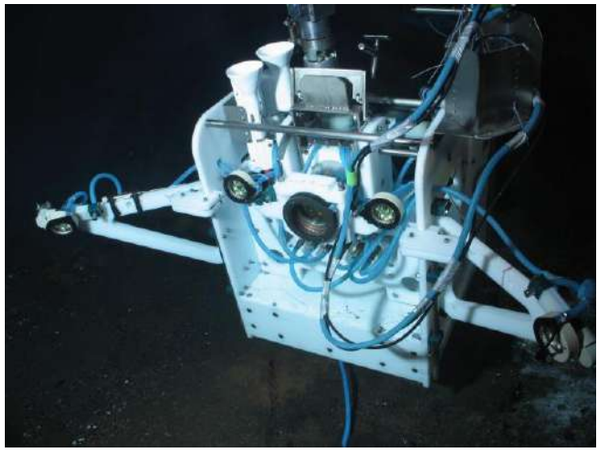
- Photogrammetrie : modèles 3D HR
- Deep-learning
- Outils collaboratifs en ligne : Biigle, Ocean Spy…

Avec les progrès de la technologie sous-marine, l'acquisition d'images est devenue un outil inestimable pour collecter des informations sur l'habitat et la distribution de la faune, ainsi que sur l'abondance et la taille des espèces, mais aussi sur le comportement, les habitudes alimentaires, la croissance, la reproduction ainsi que la réponse de l'organisme aux changements de l'environnement.

Acquisition

Sous-marins / Observatoires / …



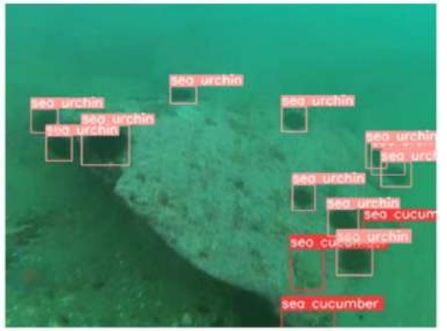


Camera

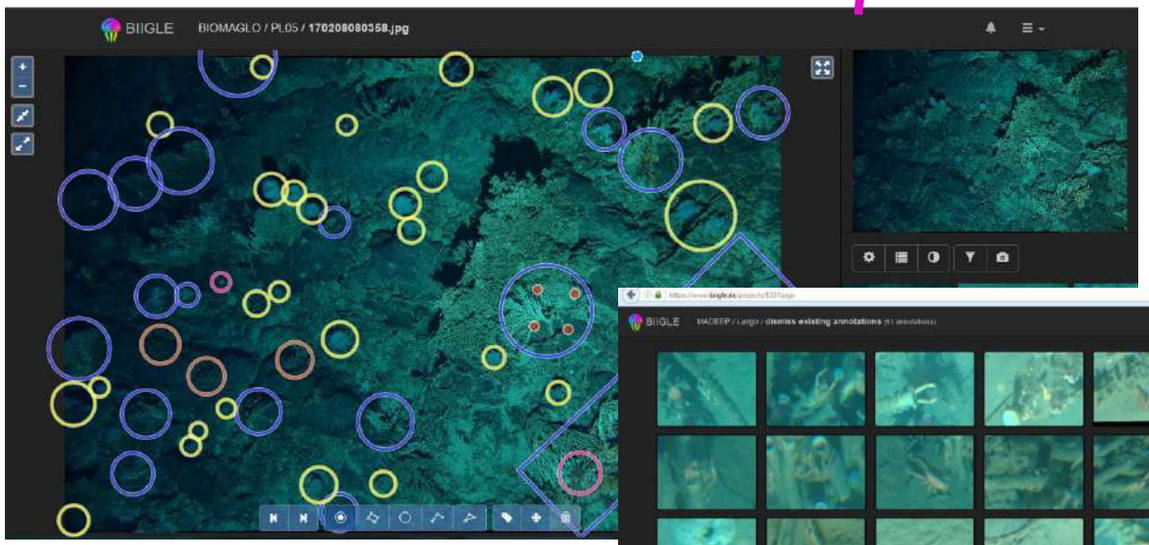
- Photos
- Vidéos

Enjeux et problématiques

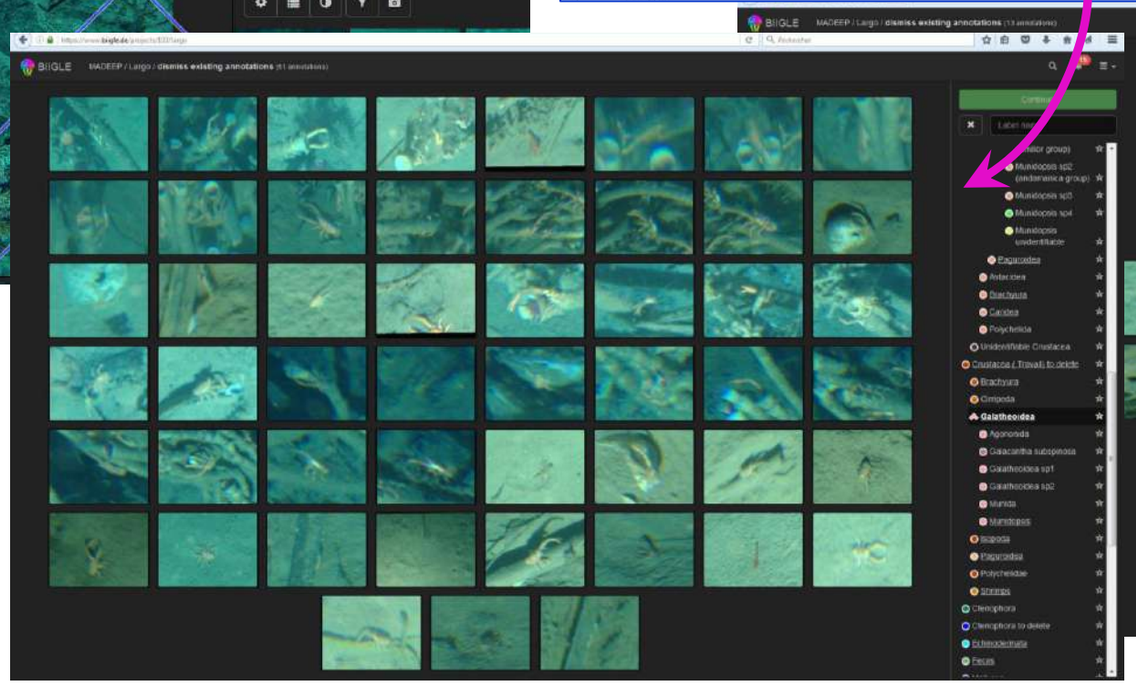
Volume colossal de données acquises qui nécessite des approches **automatiques** pour traiter les images
→ Méthodes basées sur l'IA

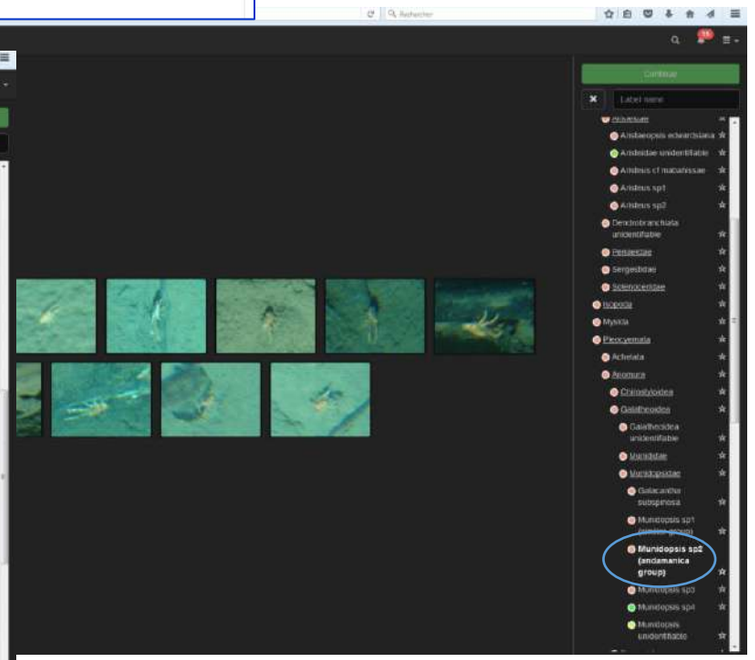


Annotation manuelle & BIIGLE YOLO Active Learning



Identification primaire à un niveau taxonomique inférieur





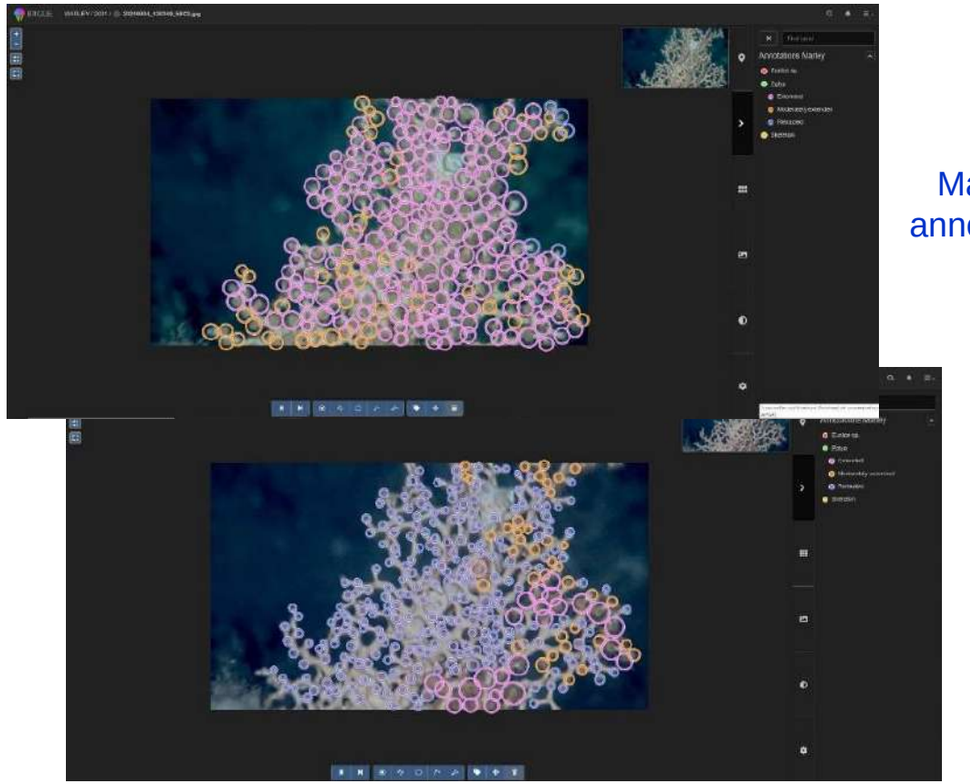
Identification par experts à plus haute résolution taxonomique

Famille, genre (espèce)
Morphotype

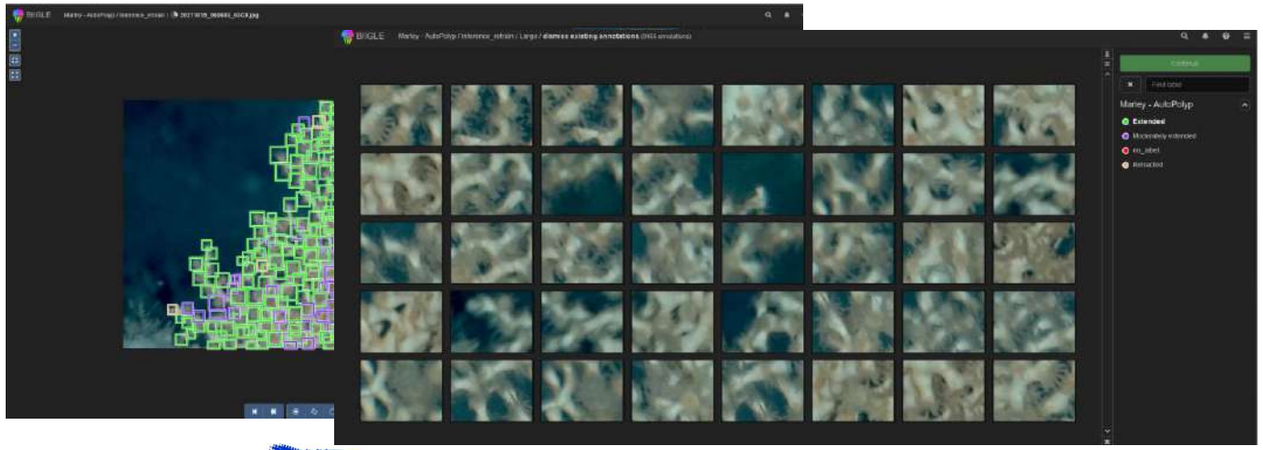
Analyse vidéo fixe

Exemple d'un jeu de données MARLEY

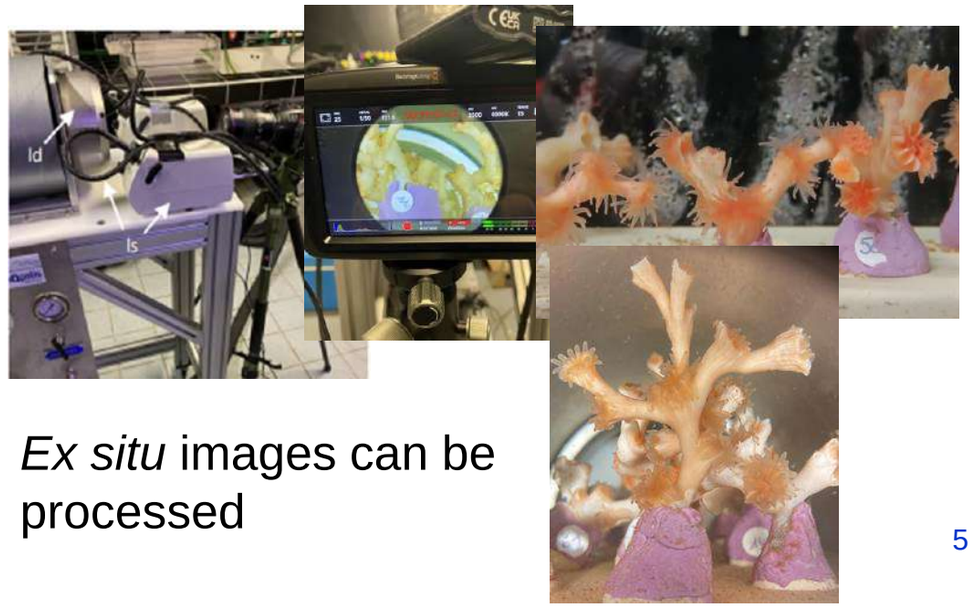
- Extraction of 1 image per video over 5 months of data, i.e. 540 images to annotate
- Manual annotation of 50 images to analyse the **behaviour of *Madrepora oculata* polyps** according to 3 states: extended / moderately extended / retracted, i.e. a total of 15,000 annotations
- Development of a **machine learning model** for polyp automatic annotation
- **200,000 polyps annotated and characterized**



Manual annotations



Automatic annotations



Ex situ images can be processed

Approche par les sciences participatives

Volume colossal de données acquises (BIG DATA) qui nécessite de l'aide pour traiter les images acquises

- Avènement de l'intelligence artificielle (IA) a permis le développement d'algorithmes facilitant le traitement automatique de grands jeux de données
- Nécessité d'une phase d'apprentissage très chronophage !

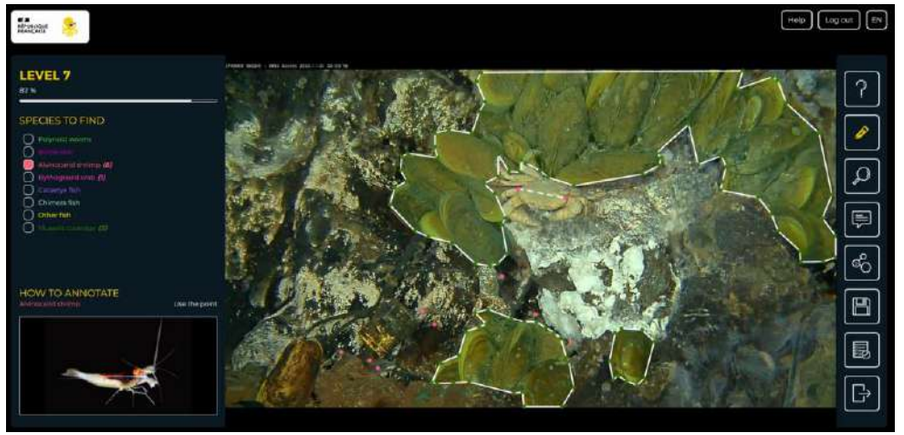
Solution : impliquer les citoyens pour le traitement des données

Détection automatique d’espèces

Projet **iMagine** (2022-2025) : Imaging data and services for aquatic science

- *A shared IT platform for image analysis in marine and freshwater research, connected to EOSC (European Open Science Cloud) and AI4EU (Artificial Intelligence for European Union),*
- *AI-based image analysis services,*
- *A portfolio of image datasets from multiple RIs,*
- *Different use cases: ecosystem monitoring, oil spill detection, plankton identification, underwater noise identification, etc.*

- Annotations citoyennes issues de Deep Sea Spy, une plateforme de science participative lancée en 2017 donnant accès aux images des observatoires EMSO-Açores et Ocean Networks Canada
- 4000 images, 15 espèces, 250000 annotations

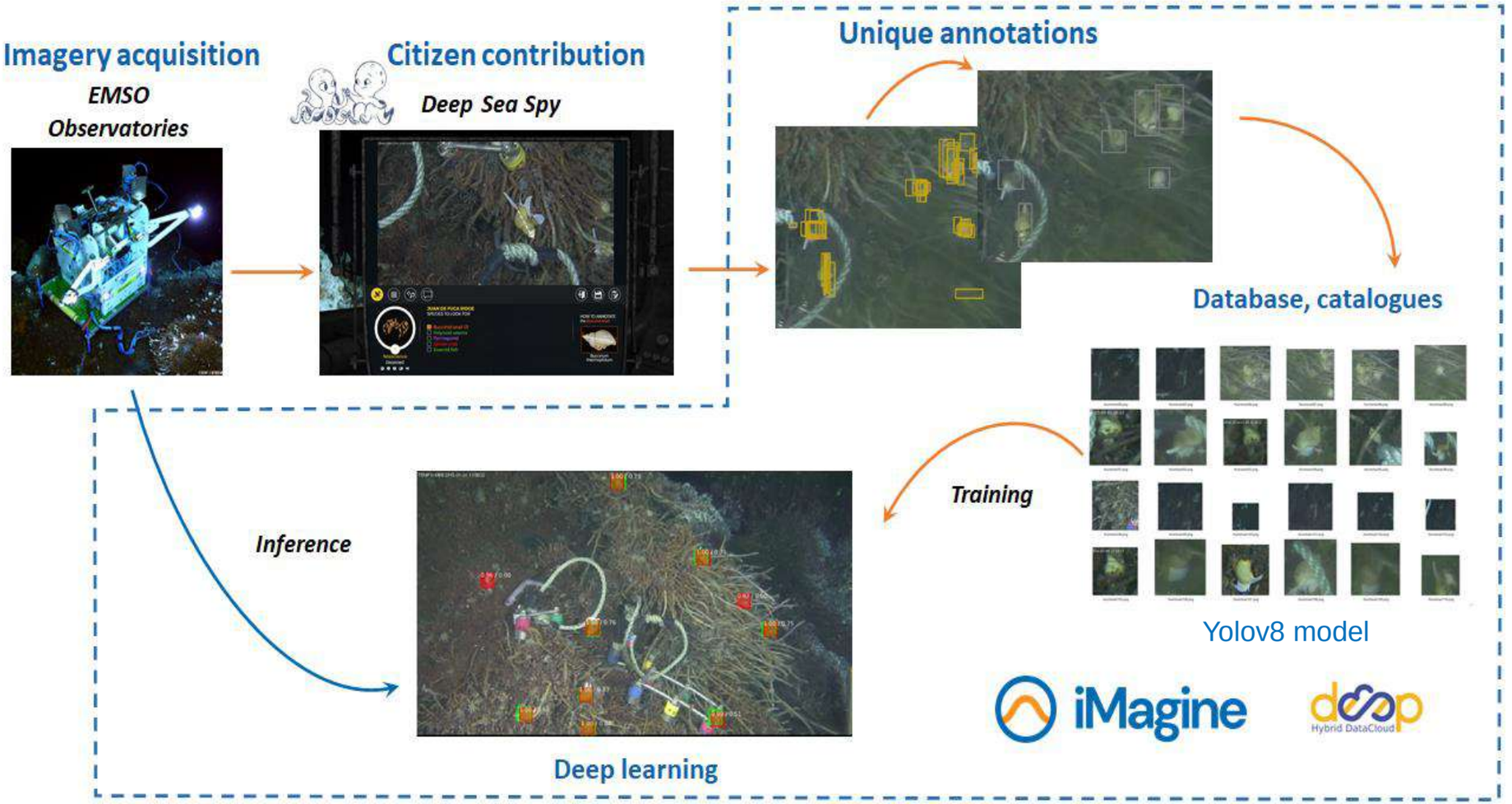


Chimera fish
Bacterial mats
Other fish
Brittle star
Cataetyx fish
Mussels coverage
Bythograeid crab
Alvinocarid shrimp
Zoarcid fish
Tubeworms coverage
Polynoid worms (Atlantic)
Polynoid worms (Pacific)
Spider crab
Pycnogonid
Buccinid snail

https://www.imagine-ai.eu

iMagine workflow – Use Case EMSO Azores

Ecosystem monitoring at EMSO sites by video imagery

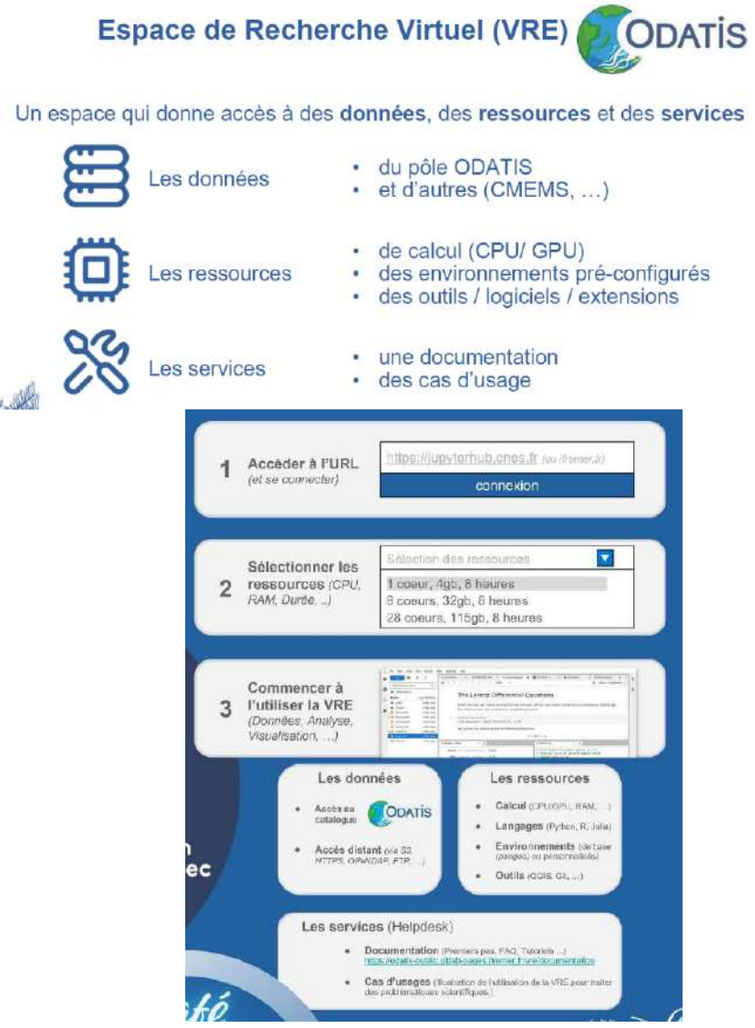


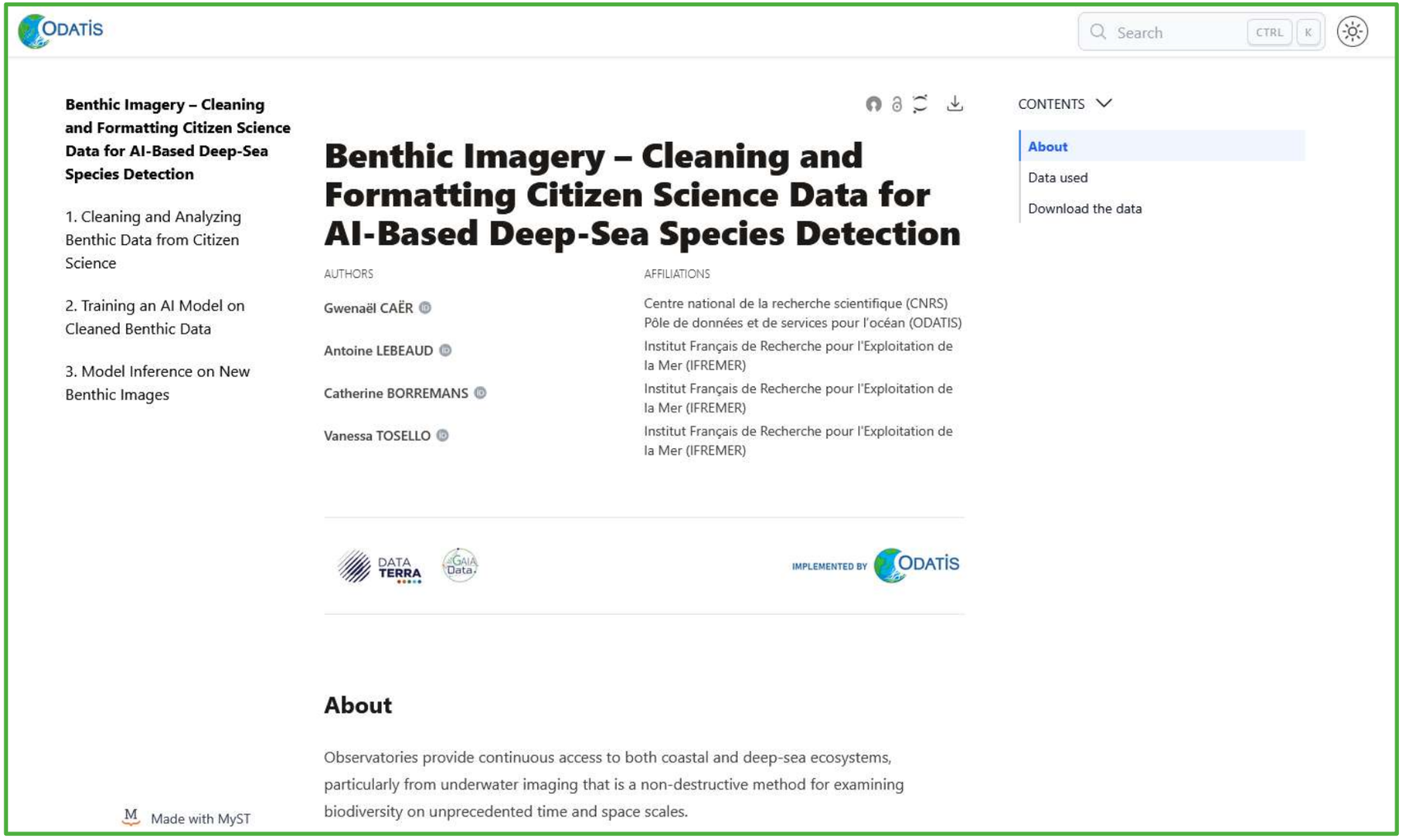
Perspectives

- Amélioration du modèle sur les classes buccins et crabes
- Entraînement sur d'autres classes
- Pipeline de pré-traitement peut être appliqué à tout type d'images

VRE ODATIS – Use Case Benthic Imagery

https://odatis-public.gitlab-pages.ifremer.fr/vre/use-cases/5_benthic/





VRE ODATIS – Use Case Benthic Imagery

ODATIS

Search CTRL K

Benthic Imagery – Cleaning and Formatting Citizen Science Data for AI-Based Deep-Sea Species Detection

1. Cleaning and Analyzing Benthic Data from Citizen Science
2. Training an AI Model on Cleaned Benthic Data
3. Model Inference on New Benthic Images

3. Model Inference on New Benthic Images

AUTHORS

Gwenaël CAËR

Antoine LEBEAUD

Catherine BORREMANS

Vanessa TOSELLO

AFFILIATIONS

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
Pôle de données et de services pour l'océan (ODATIS)

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de

CONTENTS

DATA TERRA

Learning

At the end o

- How to
  images.
- How to

Made with MyST

3.1.1 Load the Pre-trained Model

We begin by loading the model that we just trained in the previous step.

```
model = YOLO(yolo_path / 'runs/train/weights/best.pt')
```

3.1.2 Perform Inference on New Images

Once the model is loaded, all that's left to do is run inferences on the test data. For this, we use the `predict` method.

```
%%time
results = model.predict(yolo_path / 'images/test', verbose=False) # save=True, save_txt=Tr
```

```
CPU times: user 2min 10s, sys: 3.45 s, total: 2min 14s
Wall time: 18.4 s
```

And here's the version in bash command, to run it in a job on an HPC infrastructure.

```
yolo predict model=data/yolo/runs/train/weights/best.pt source=data/yolo/images/test save=T
```

CONTENTS

3.2 Visualize Model Predictions

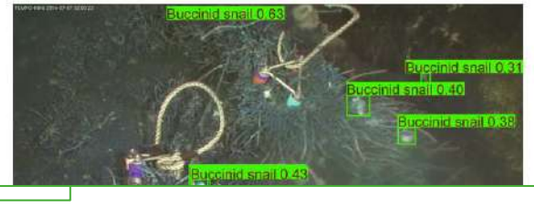
```
from PIL import Image
from IPython.display import display
```

```
def display_image(result, width=600, pil=True, **kwargs):
    img = result.plot(pil=pil, **kwargs)

    height = int((width / img.width) * img.height)
    img_resized = img.resize((width, height))

    display(img_resized)
```

```
from IPython.display import display
```

After performing the inferences, we can visualize the results.

```
n = 0
display_image(results[n], width=600)
```



CONTENTS

L’imagerie pour étudier la méiofaune

La méiofaune marine est un groupe d’animaux assez petits (20µm à 1mm) vivant dans le compartiment benthique, c'est-à-dire dans le sédiment sur le fond marin.

COPAS Cytometer

ZEISS Microscope

Fluorescent targeting for meiofauna/ taxon/microbiome/physiological asay

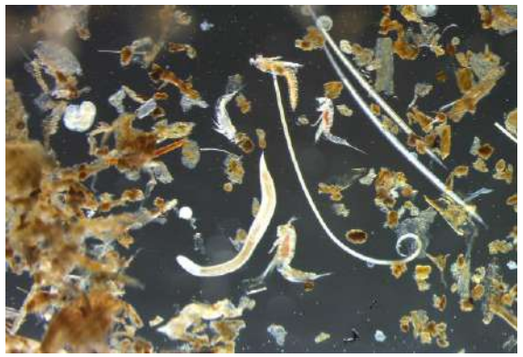
Select specimens of interest

Fluorescent targeting (FISH/Physiologycal assay)

- 2D automatic HR imaging
- Barcoding
- Proteomic
- Ecosystem Foodweb $\delta^{15}N, \delta^{13}C$

Emblematic species selection

- 3D HR imaging
  - Fluorescence
  - µCT
- WGS
- Foodweb $\delta^{15}N, \delta^{13}C$
- Microbiome



EcoTaxa 2.8

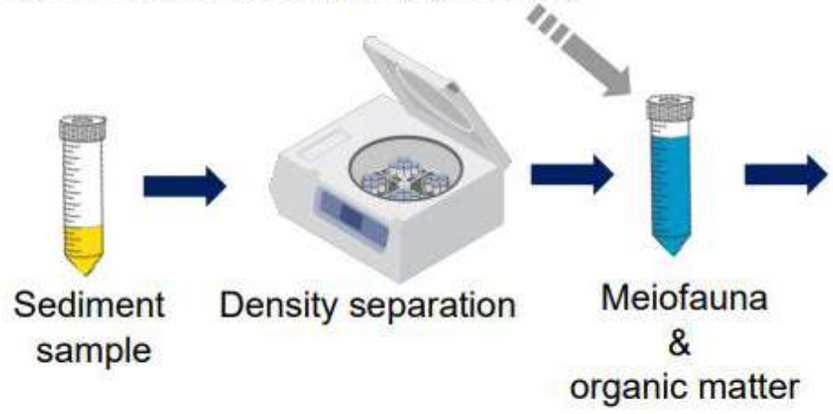
L’imagerie pour étudier la méiofaune

La méiofaune marine est un groupe d’animaux assez petits (20µm à 1mm) vivant dans le compartiment benthique, c'est-à-dire dans le sédiment sur le fond marin.

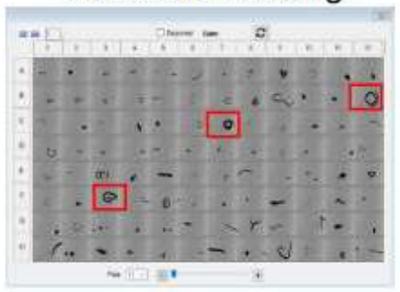
COPAS Cytometer

ZEISS Microscope

Fluorescent targeting for meiofauna/ taxon/microbiome/physiological asay

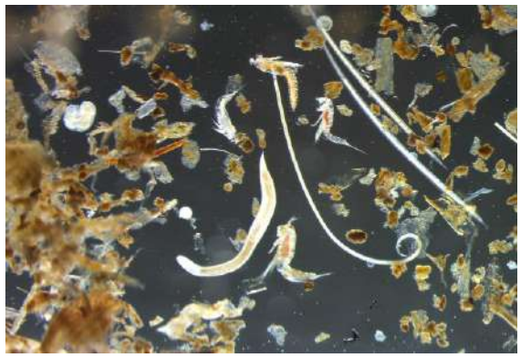


Automatic sorting



&

LR imaging



Fluorescent targeting (FISH/Physiologycal assay)

Select specimens of interest

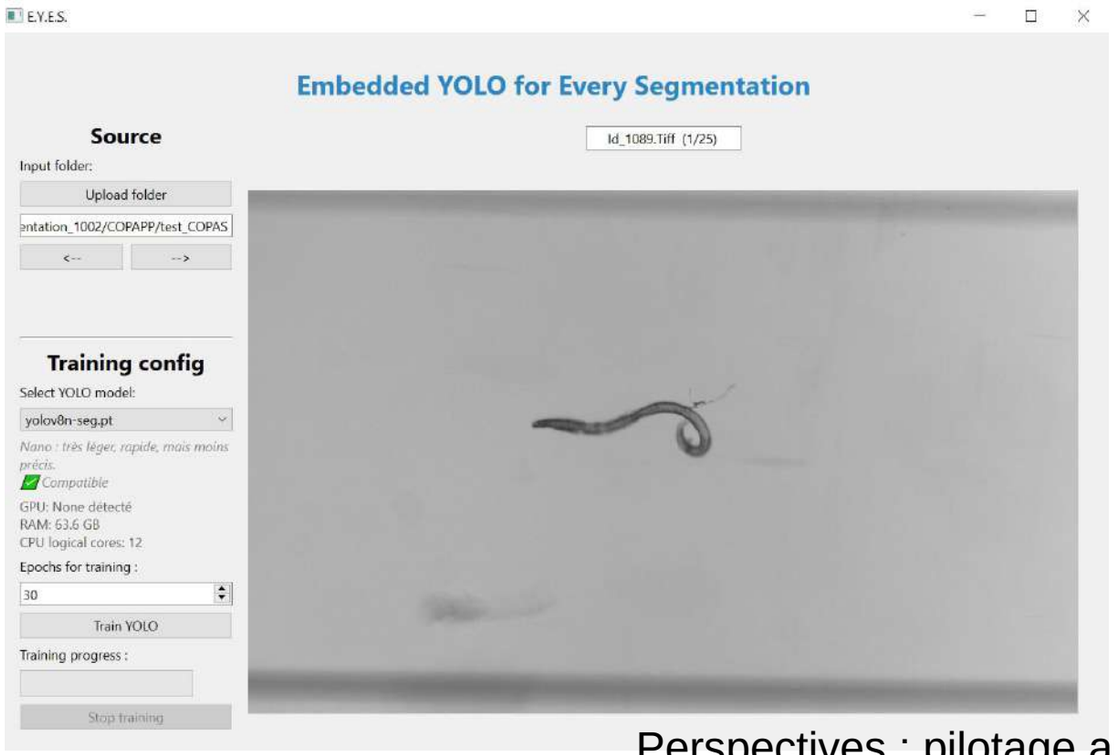
- 2D automatic HR imaging
- Barcoding
- Proteomic
- Ecosystem Foodweb $\delta^{15}N, \delta^{13}C$

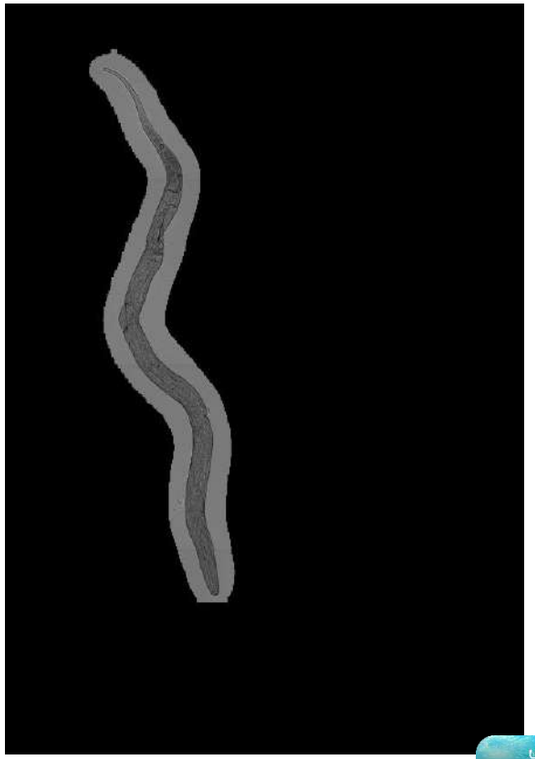
Emblematic species selection

- 3D HR imaging
- Fluorescence
- µCT
- WGS
- Foodweb $\delta^{15}N, \delta^{13}C$
- Microbiome

Embedded YOLO for Every Segmentation (E.Y.E.S)

Traitement d'images du microscope basé sur des méthodes d'apprentissage automatique pour la segmentation et l'import dans EcoTaxa





Perspectives : pilotage automatique du microscope pour détecter les nématodes

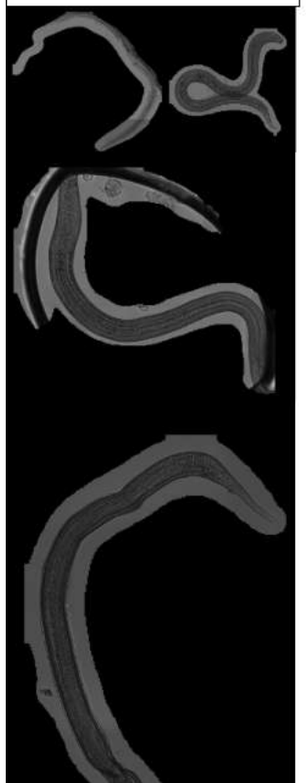
Développement et intégration d'un Deep Feature Extractor dans EcoTaxa

EYES
Embed YOLO for Every Segmentation
Ifremer

sortie de Eyes

1 dossier d'images par classe

Images segmentées et recadrées
Qualité d'image originale et variable
+ tsv handcrafted features de textures



Entrainement
Deep Feature Extractor

Input
Dossier contenant un dossier d'images par classe

Base model :
resnet_v2_50

Model :
Keras sequential

Phase 1 (warmup)
- *backbone (base_model) frozen*
- *classifier frozen*
- *train only heads (Dense layers)*

Phase 2 (Fine-tuning)
- *unfreeze backbone*
- *unfreeze classifier*
- *lower learning rate*

Ouput
Sauvegarde du modèle sans classifieur pour un output de 1792 features

Deep_
Feature_extractor_4_EcoTaxa

Image 224×224×3	Images 224 obligatoire pour EcoTaxa
↓ Data Augmentation	Data Augmentation exagérée + découpe mosaique de l'image pour détruire les formes et forcer le travail sur les textures
↓ ResNet50V2 (ImageNet, feature_vector)	Resnet50 fit avec EcoTaxa
↓ MLP (1024 → 512)	2 couches Dense (1024 -> 512) activation=swish + Dropout
↓ Feature vector (1792)	Feature vector 1792 imposé par EcoTaxa
↓ Classifier	Classifier classe variable pour l'entrainement mais non exporté

EcoTaxa

Emplacement du modèle:
EcoTaxa@Server/eco_resources/models

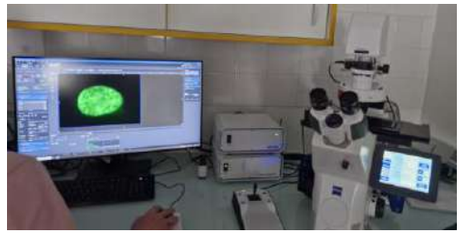
nom du modèle :
io_MonModel

- io_zeiss
  - feature_extractor
    - crop.txt
    - dim_reducer.pickle
    - assets
    - variables
    - keras_metadata.pb
    - saved_model.pb

Adapté à l'identification de la méiofaune (nématodes)

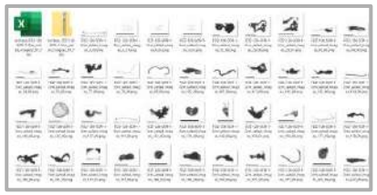
Ocean Shot

Validation de l'IA par les citoyens : exemple d'Espions des Sables – Sand Spy



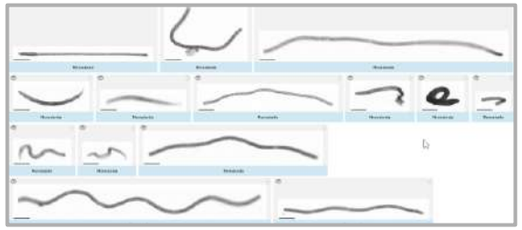
Acquisition

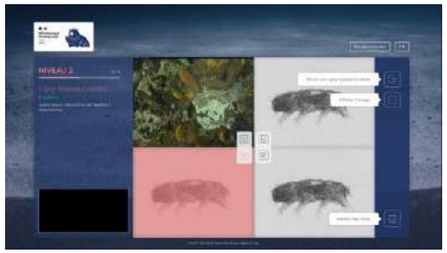
EcoTaxa



Prédiction

EcoTaxa



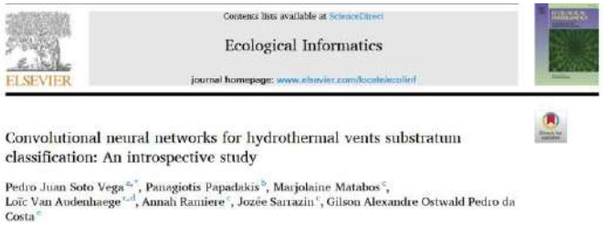


Validation par les citoyens

EcoTaxa

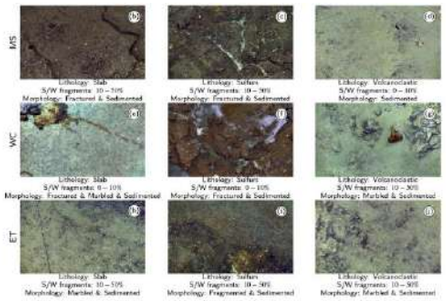
Classification par les scientifiques

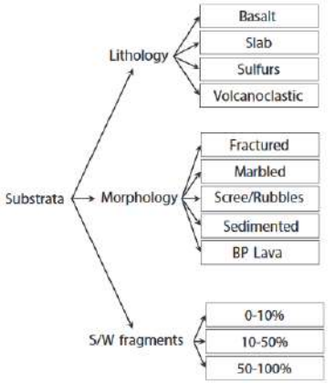
Autres exemples d'applications en imagerie


Contents lists available at ScienceDirect
Ecological Informatics
journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolinf
ELSEVIER

Convolutional neural networks for hydrothermal vents substratum classification: An introspective study

Pedro Juan Soto Vega [a,*], Panagiotis Papadakis [b], Marjolaine Matabos [c], Loïc Van Audenhaege [c,d], Annah Ramiere [c], Jozée Sarrazin [c], Gilson Alexandre Ostwald Pedro da Costa [c]

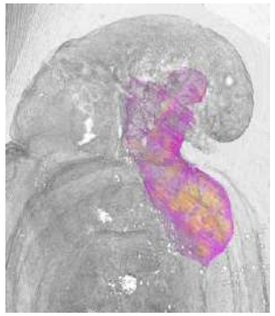




- Classification des **substrats** (collaborations IMT-A et ISEN)

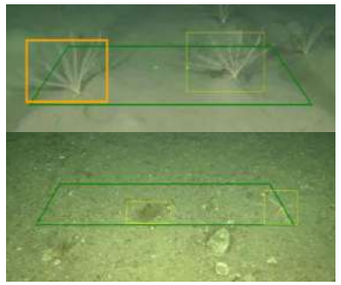
- Annotation des images **Synchrotron**

Segmentation des ovocytes et de la gonade des individus



- En **halieutique/milieu côtier**

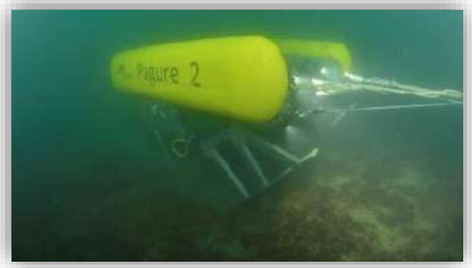
Identification des organismes
Caractérisation des types Habitats
(sédiments, topographie, paysages)



Projet KOSMOS

FUTURE OBS

Conceptualisation d'une solution "complète" pour le traitement des vidéos (traîneaux, AUV, ROV)

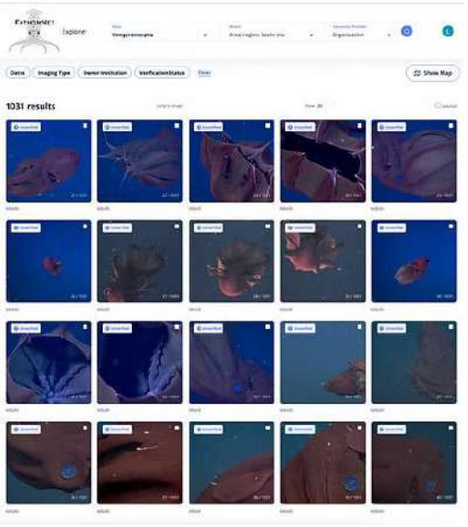


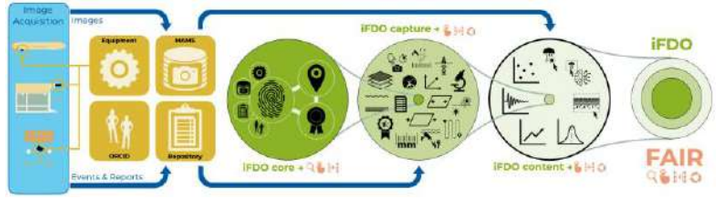
Identification et dénombrement des terriers de langoustines ; évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques
Utilisation du logiciel VIAME

- Imagerie **aéroportée et télédétection**

Initiatives nationales, européennes et internationales

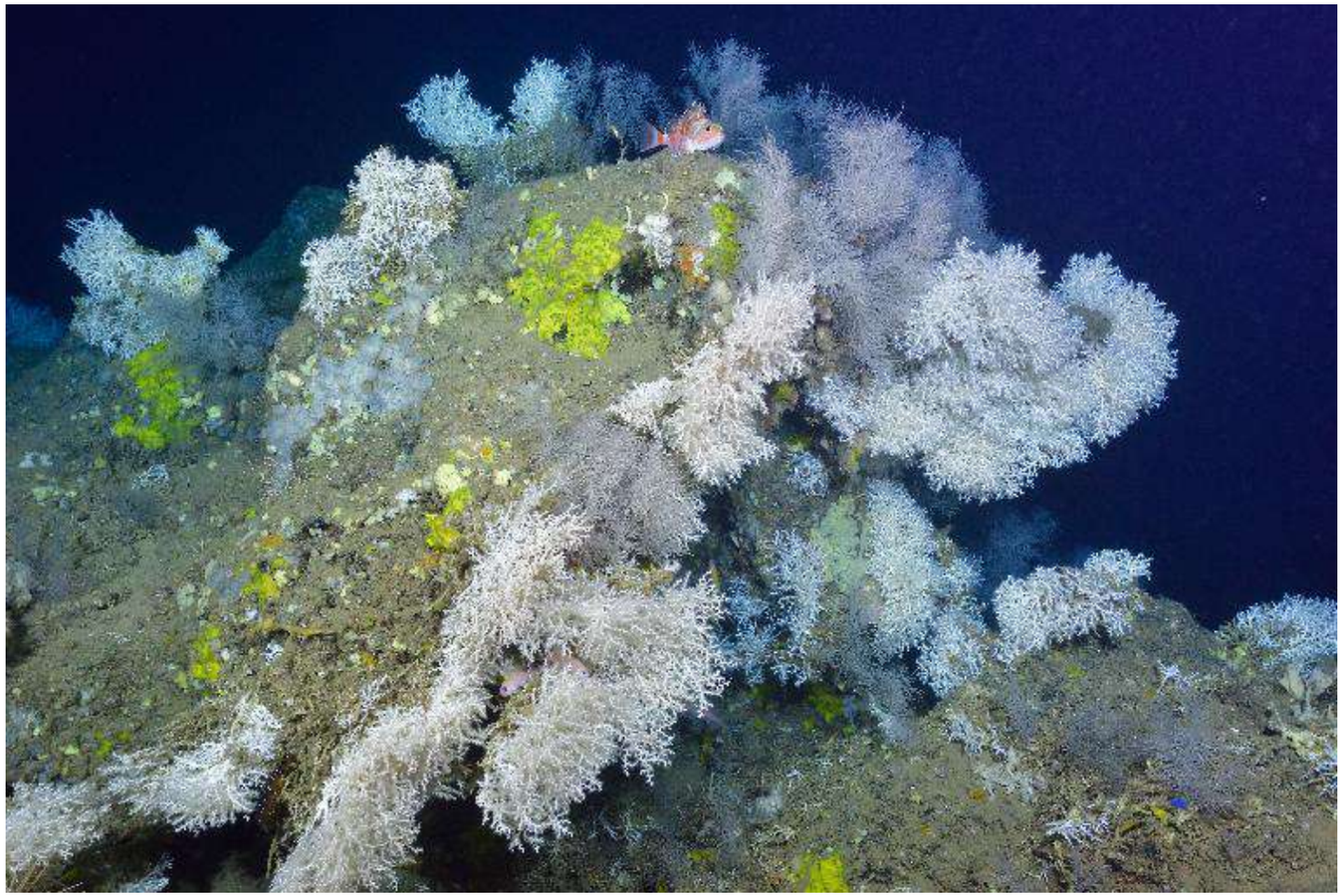
- ODATIS
- EcoInfoFAIR – BiomedIA
- imaginEcology (GDR Ecostat)
- iMagine & next
- Marine Imaging Workshop
- FathomNet
- Challenger 150 WG
- Quatre A
- Seafloor Macrolitter Scientific Community





Avec les contributions de :

Marin Marcillat
Marjolaine Matabos
Simon Feger
Valentin Foulon
Vanessa Tosello
Antoine Lebeaud
Gwenaël Caer
Sandrine Vaz
… & co



Merci pour votre attention