



L. Ballesta. Andromède océanologie

# Poissons des fonds meubles : Inventaire par ADN environnemental (PIAF)

2023-2025



UNIVERSITÉ  
DE MONTPELLIER



**Julie Deter (Maitresse de conférences associée à UM)**

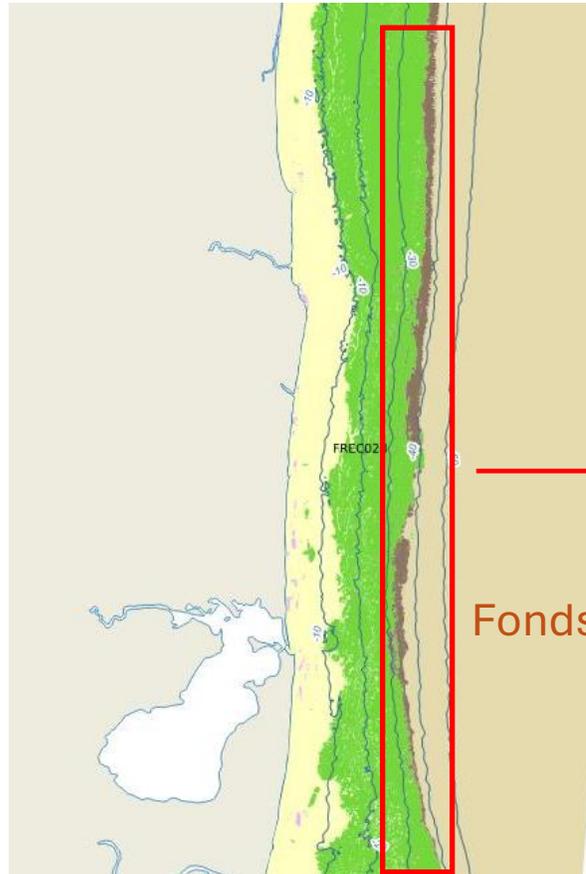
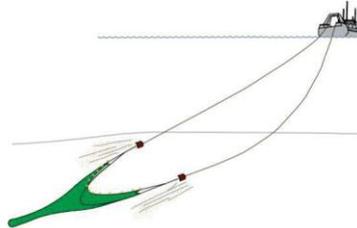
**+ Barroil, Bockel, Faure, Manel, Holon, Mouillot....**

Journée Mer du 08/07/2025. Adèle BARROIL (adele.barroil@andromede-ocean.com)

# LES FONDS MEUBLES

Les **fonds meubles** de Méditerranée française = **700 000 ha** entre 0 et -80  
→ **69 %** des fonds de Corse !

Méthodes d'étude :

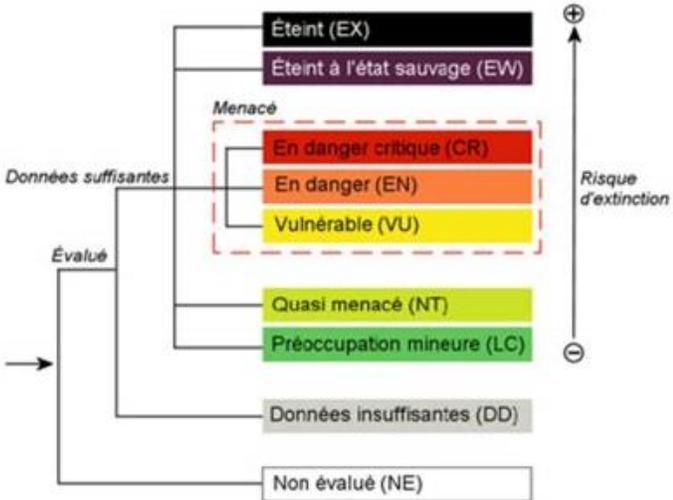
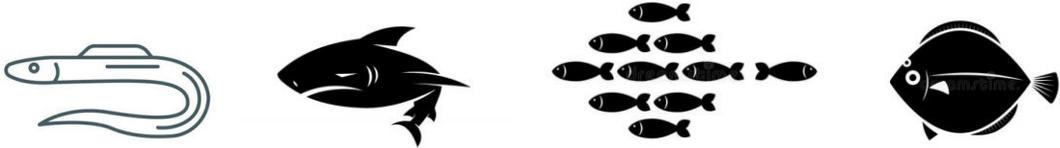
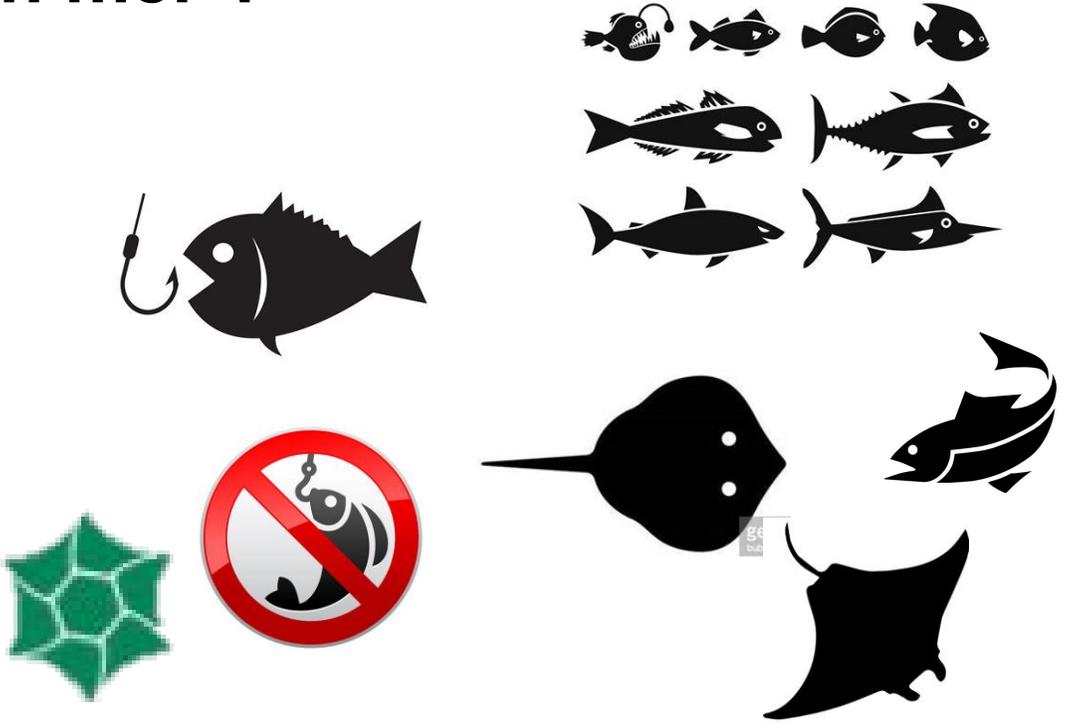


Fonds meubles circalittoraux

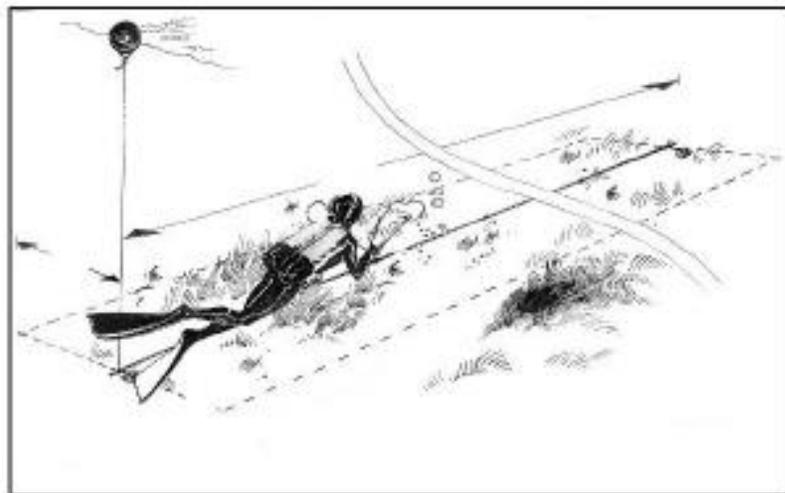
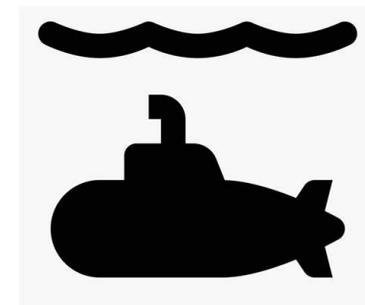
- Limite inférieure herbiers – fonds meubles circalittoraux  
Fonds meubles – limite supérieure coralligène  
= **écotones mal connus**
- Biodiversité attendue importante

# Pourquoi s'intéresser aux poissons en mer ?

- Inventorier la biodiversité
- Évaluer l'état du milieu (mobilité = réaction rapide)
- Besoins réglementaires (DCSMM)
- Ressource alimentaire, activité économique...à pérenniser
- Évaluer l'efficacité de mesures de gestion
- Recenser et protéger les espèces en danger
- Evaluer les fonctions écologiques

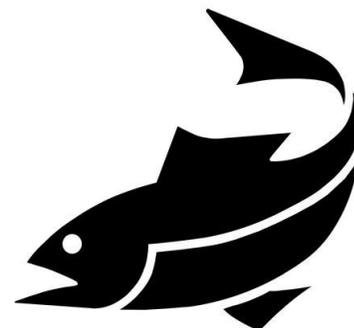


# Les méthodes d'étude des poissons

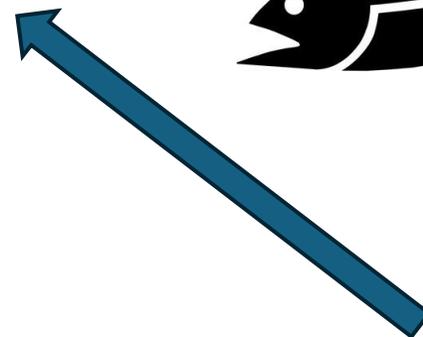
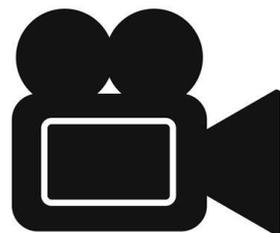


En fonction des objectifs :

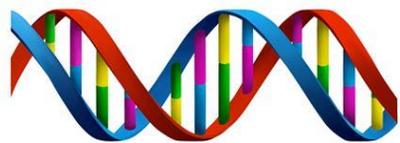
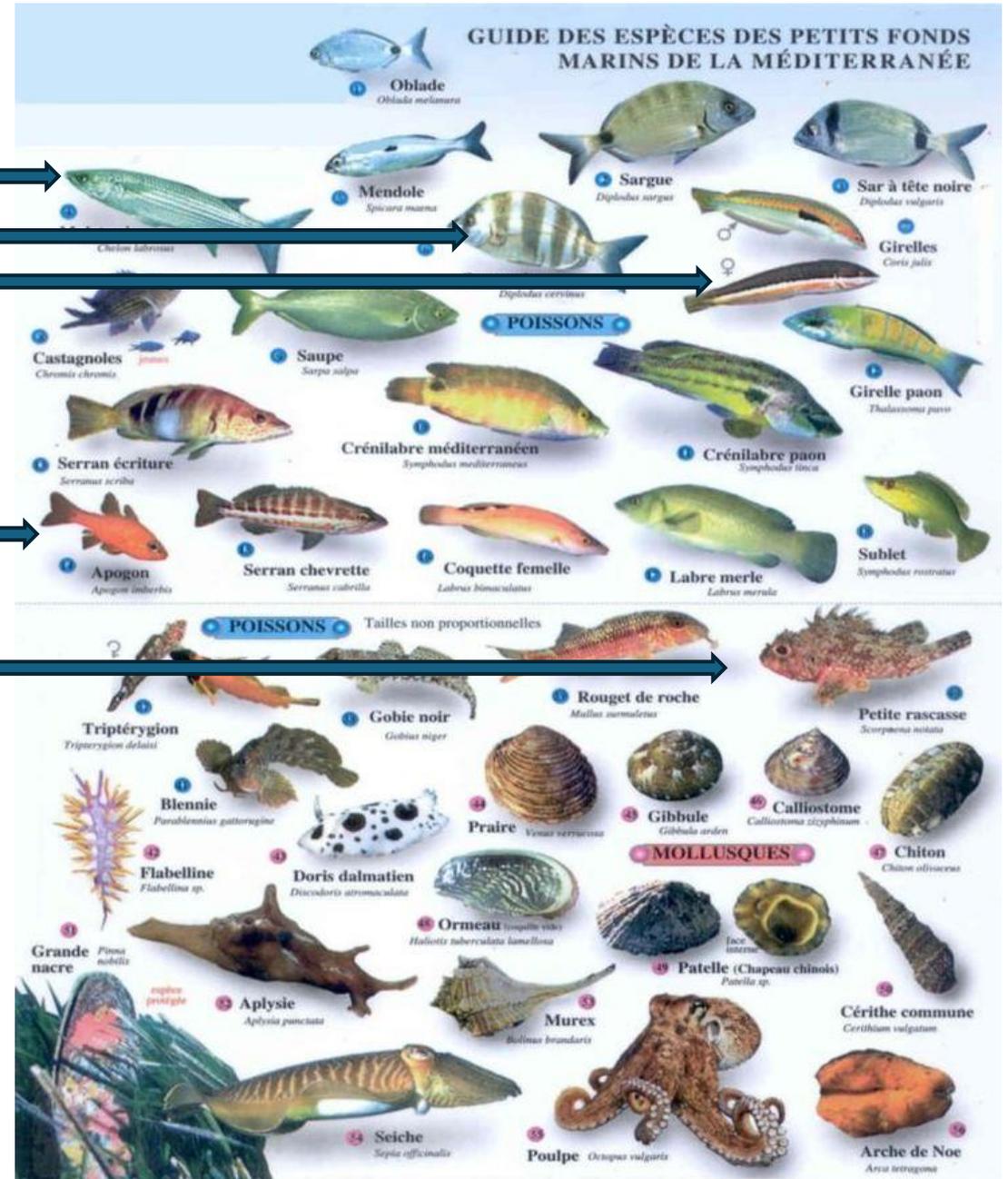
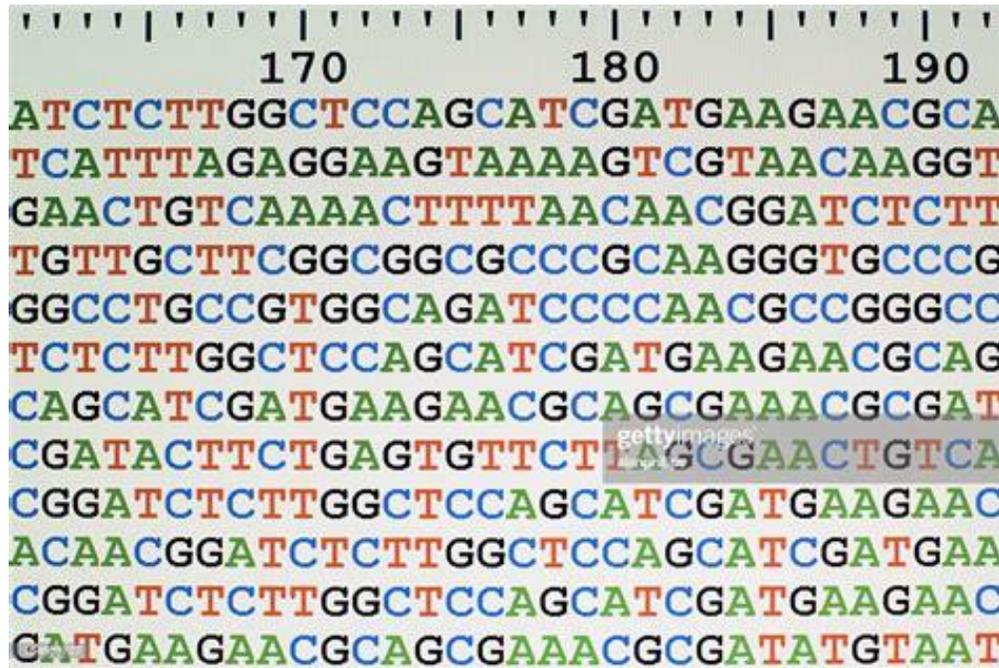
- espèce(s)
- profondeur
- échelle spatiale
- résolution



ADNe



# Metabarcoding



Extraction, amplification, séquençage

Base de références (marqueur Teleo) : Med2023



+



-> 60 % des espèces de Med

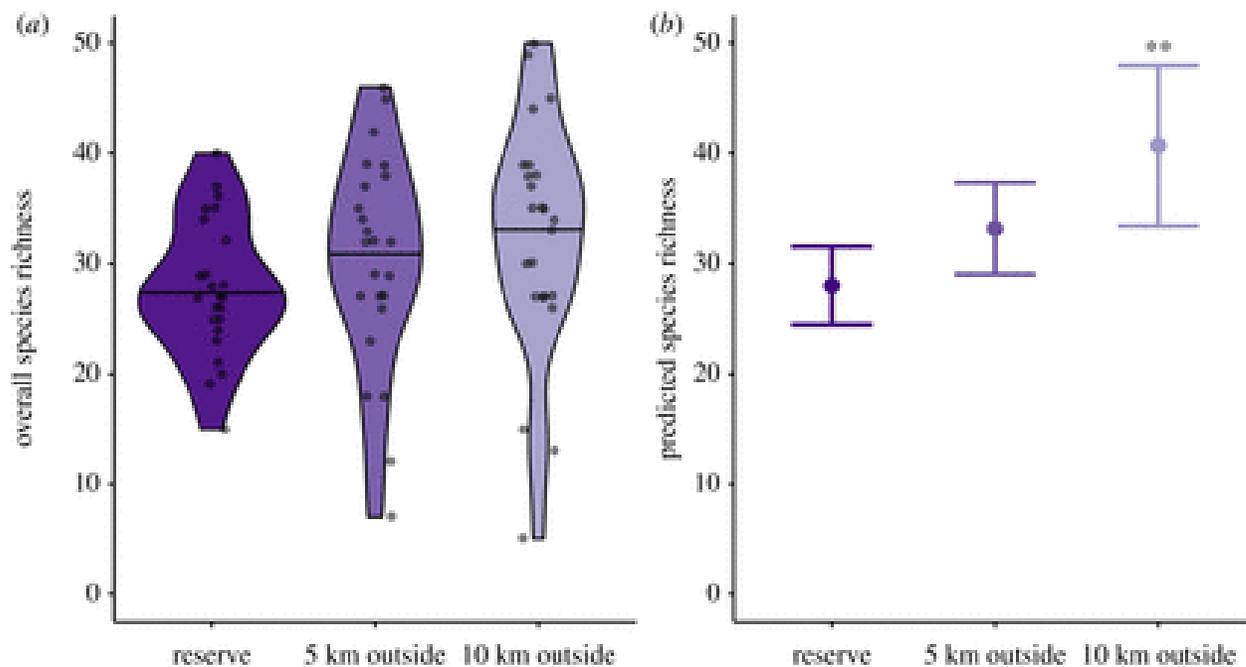
-> 90 % des esp. Côtières de Med Fr

# De la liste d'espèces aux indicateurs

## Environmental DNA metabarcoding reveals and unpacks a biodiversity conservation paradox in Mediterranean marine reserves

Emilie Boulanger ✉, Nicolas Loiseau, Alice Valentini, Véronique Arnal, Pierre Boissery, Tony Dejean, Julie Deter, Nacim Guellati, Florian Holon, Jean-Baptiste Juhel, Philippe Lenfant, Stéphanie Manel and David Mouillot

Published: 28 April 2021 | <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0112>

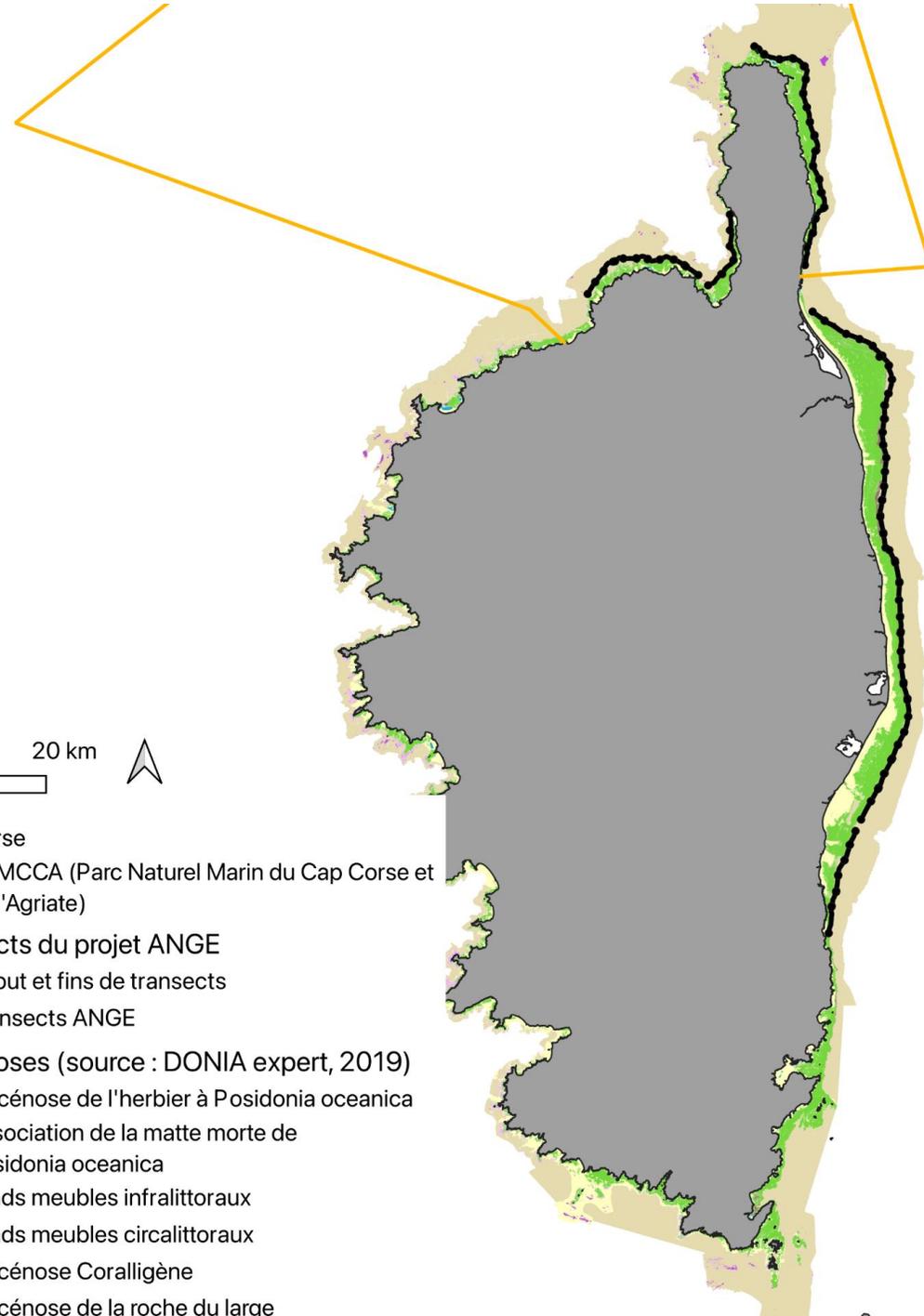
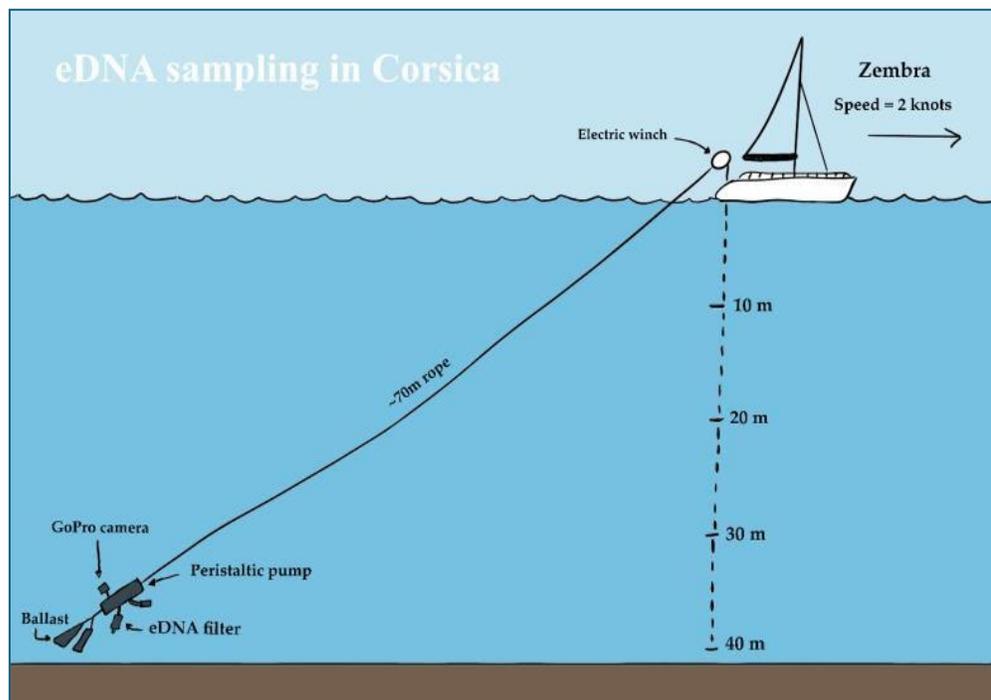


	Indicator	Protection effect
<b>Fish biodiversity</b> 	Species richness	↓
	Functional diversity	↑
	Phylogenetic diversity	↑
<b>Fish ecology</b> 	Large fish index	↔
	Crypto-benthic richness	↔
	Ratio $\frac{\text{demerso-pelagic}}{\text{benthic}}$ Species	↑
<b>Fishery targets</b> 	Vulnerability	↔
	Commercial species richness	↔
	Highly commercial species richness	↔
<b>Rare species</b> 	IUCN Red List species richness	↔
	Chondrichthyan species richness	↔

# Projet ANGE et son équipe

## Mieux connaître et faire connaître le requin ange de mer dans son dernier refuge (Corse)

Avril 2021



## Projet ANGE et son équipe

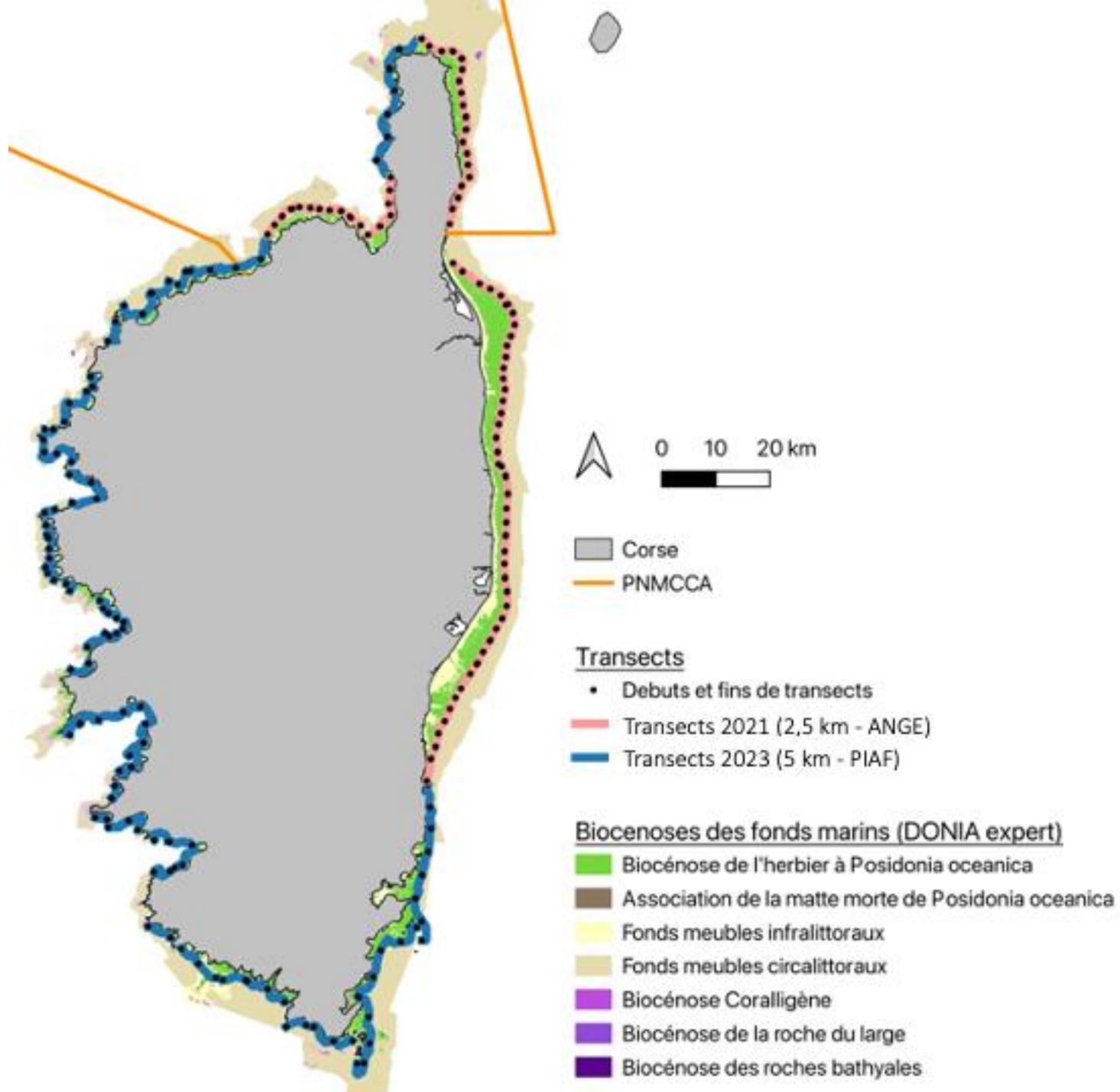
### Mieux connaître et faire connaître le requin ange de mer dans son dernier refuge (Corse)



PIAF (5 au 18 mai 2023)

## Projet PIAF

### Poissons des fonds meubles : Inventaire par ADNe (2023-2025)



PIAF (printemps 2023)

**Projet PIAF et son équipe**  
**Poissons des fonds meubles :**  
**Inventaire par ADNe (2023-2025)**



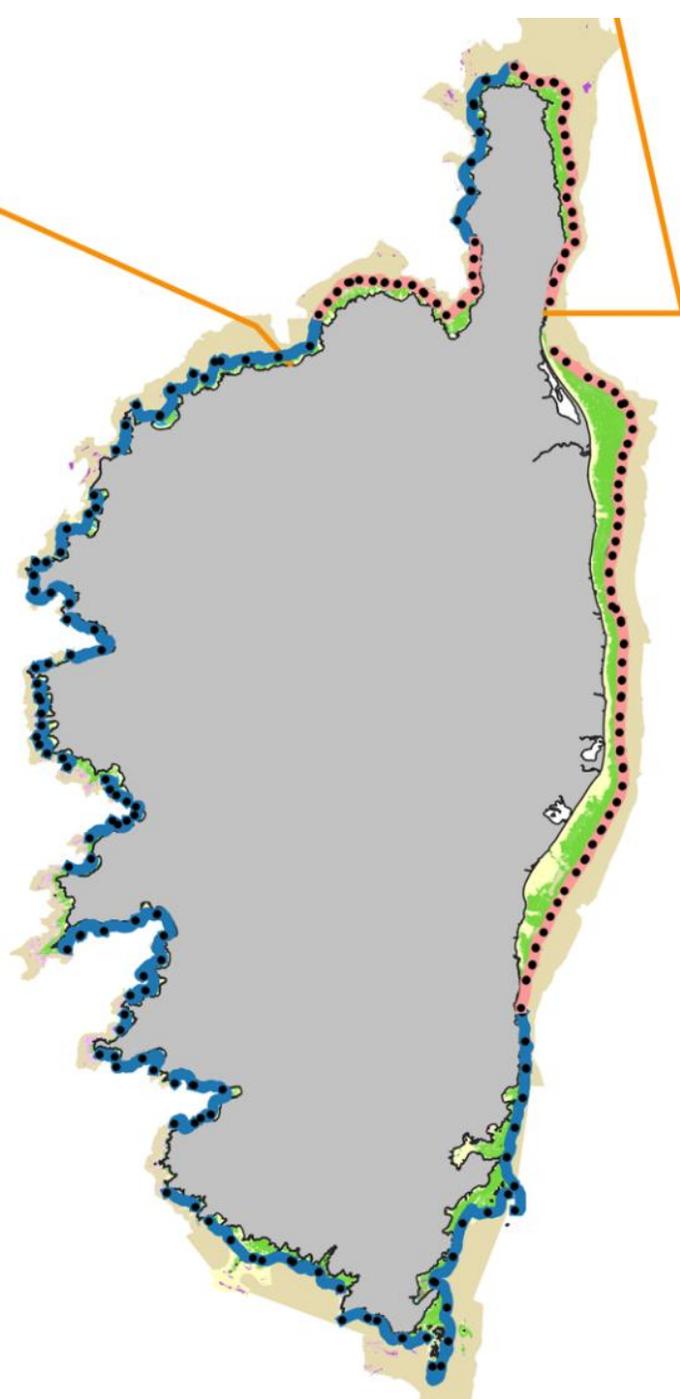
*Prototype = « sampling sled », traineau*

# Echantillonnage : ADNe + caméra benthique

Total : 156 tronçons, 220 filtres

Profondeur  $\approx$  -35m en moyenne  $\rightarrow$  Limite inférieure de l'herbier à posidonie

537 km



Corse  
PNMCCA

### Transects

- Debuts et fins de transects
- Transects 2021 (Projet ANGE)
- Transects 2023 (Projet PIAF)

76 tronçons de 2,5 km, 1 filtre/tronçons, 30 l/filtre

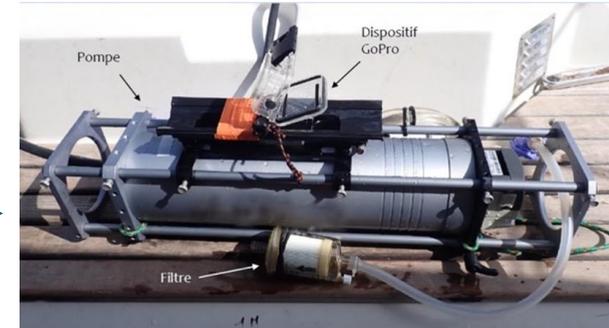
64 tronçons de 5 km, 2 filtres/tronçons, 60 l/filtre  
16 tronçons de 2,5 km, 1 filtre/tronçon, 30 l/filtre

### Biocénoses des fonds marins (DONIA expert)

- Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*
- Association de la matte morte de *Posidonia oceanica*
- Fonds meubles infralittoraux
- Fonds meubles circalittoraux
- Biocénose Coralligène
- Biocénose de la roche du large
- Biocénose des roches bathyales

# Objectifs et méthodologie

1. Inventorier les poissons osseux et cartilagineux et calculer différents indices de diversité taxonomique, phylogénétique et fonctionnelle.



X 13

2. Enregistrer des données environnementales. (non présentées ici)



3. Evaluer l'impact du chalutage sur les zones échantillonnées à partir d'indicateurs fonctionnels basés sur la méga-épifaune benthique par vidéo.



(Jac *et al.*, 2021)  
Sentinels of Seabed (SOS)  
(Serrano *et al.*, 2022)

4. Analyser les liens entre les différents indices et l'influence des autres habitats (type et distance), de l'environnement, du statut de protection et des pressions.

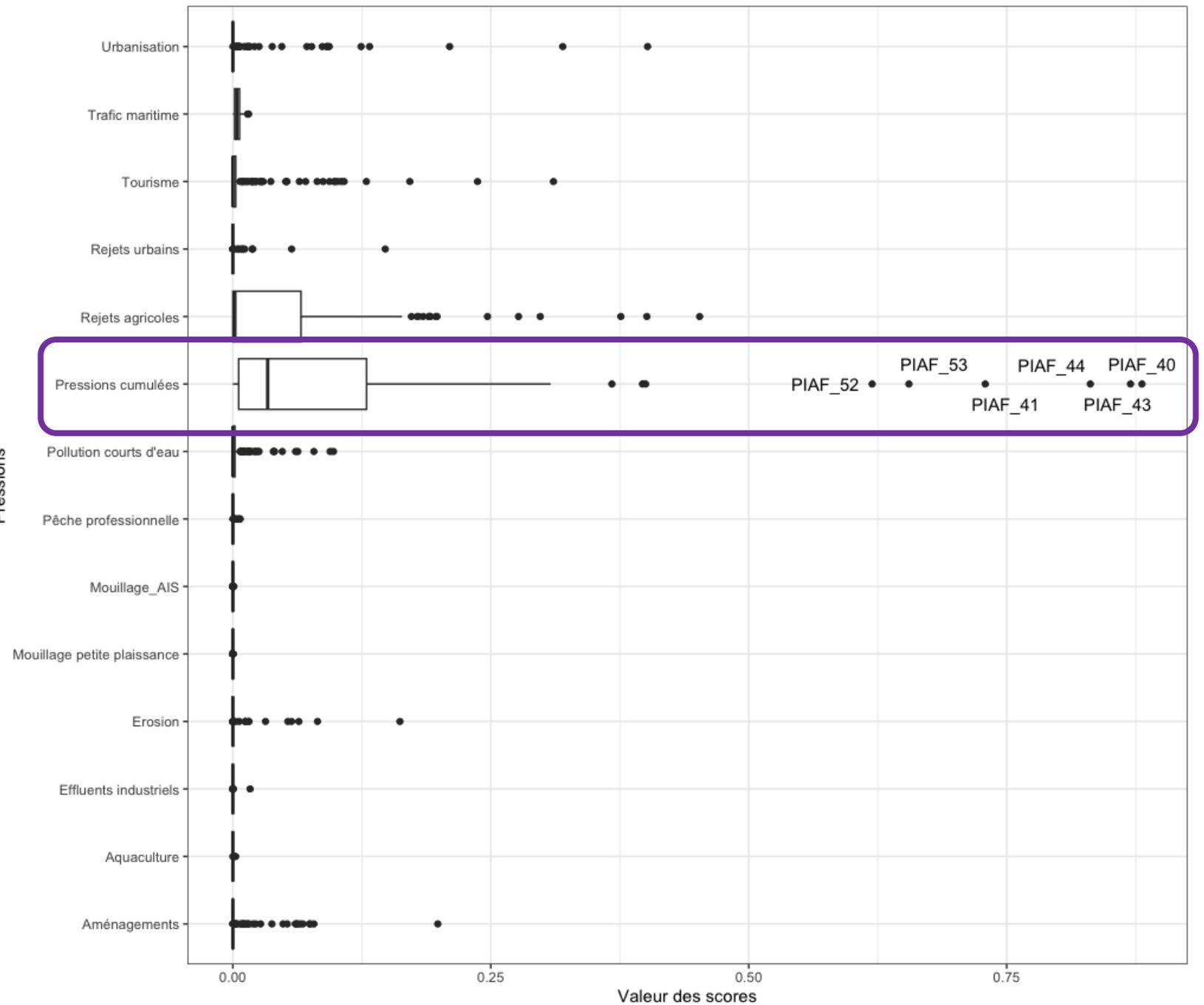


Generalized Linear Model (GLM)

# Données existantes : Pressions cumulées



Calculée à 500 m de part et  
autre des tronçons

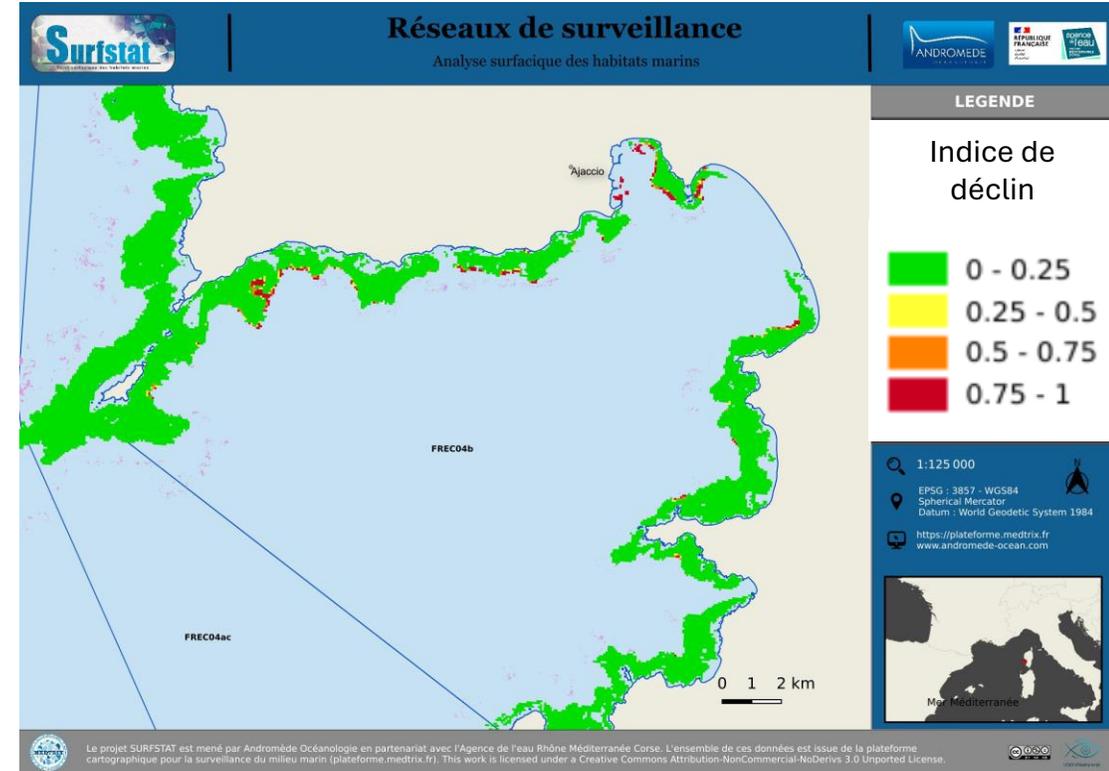
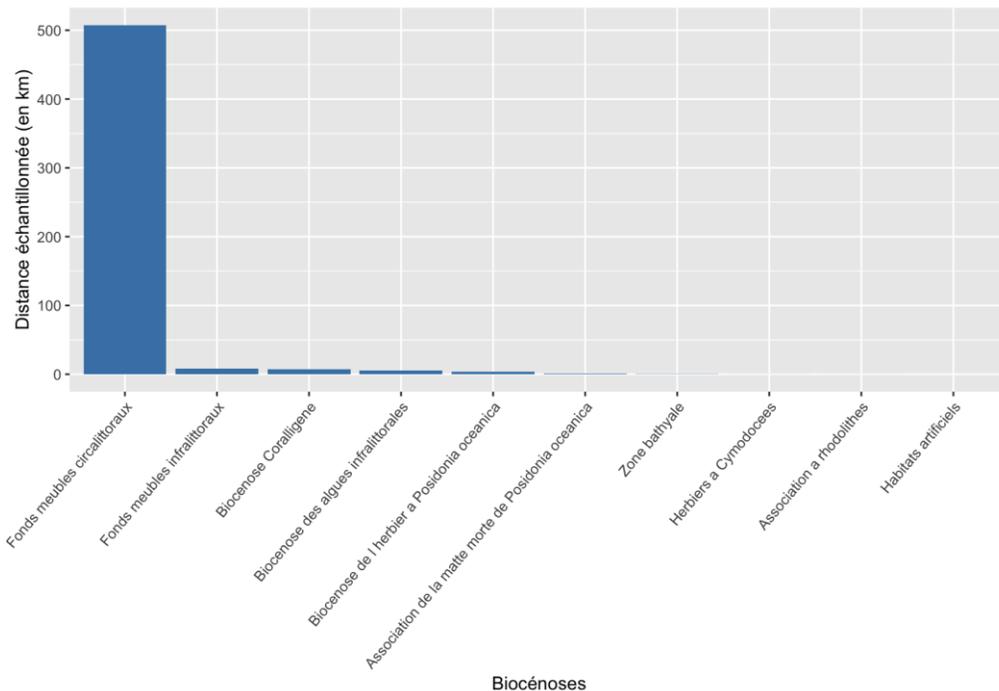


# Données existantes : niveaux de protection, habitats, état de posidonie (déclin + cohésion)

Niveau de protection (si > 50% transect) :

-  0 : aucune protection -> **26** transects
-  1 : AMP avec prélèvement -> **114** transects
-  2 : zone de non-prélèvement -> **16** transects

Distances échantillonnées par biocénose



**Fonds meubles majoritaires**  
Chaque tronçon traverse 1 à 6 biocénoses  
2 biocénoses en moyenne / tronçon

0 250 500 m



Girolata

— Isobathe des -40 m

• Debut et fin de tronçons PIAF

— Tronçons PIAF

### Biocénoses (Donia EXPERT, 2024)

■ Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*

■ Association de la matte morte de *Posidonia oceanica*

■ Biocénose des galets infralittoraux

■ Fonds meubles infralittoraux

■ Herbiers à *Cymodocees*

■ Fonds meubles circalittoraux

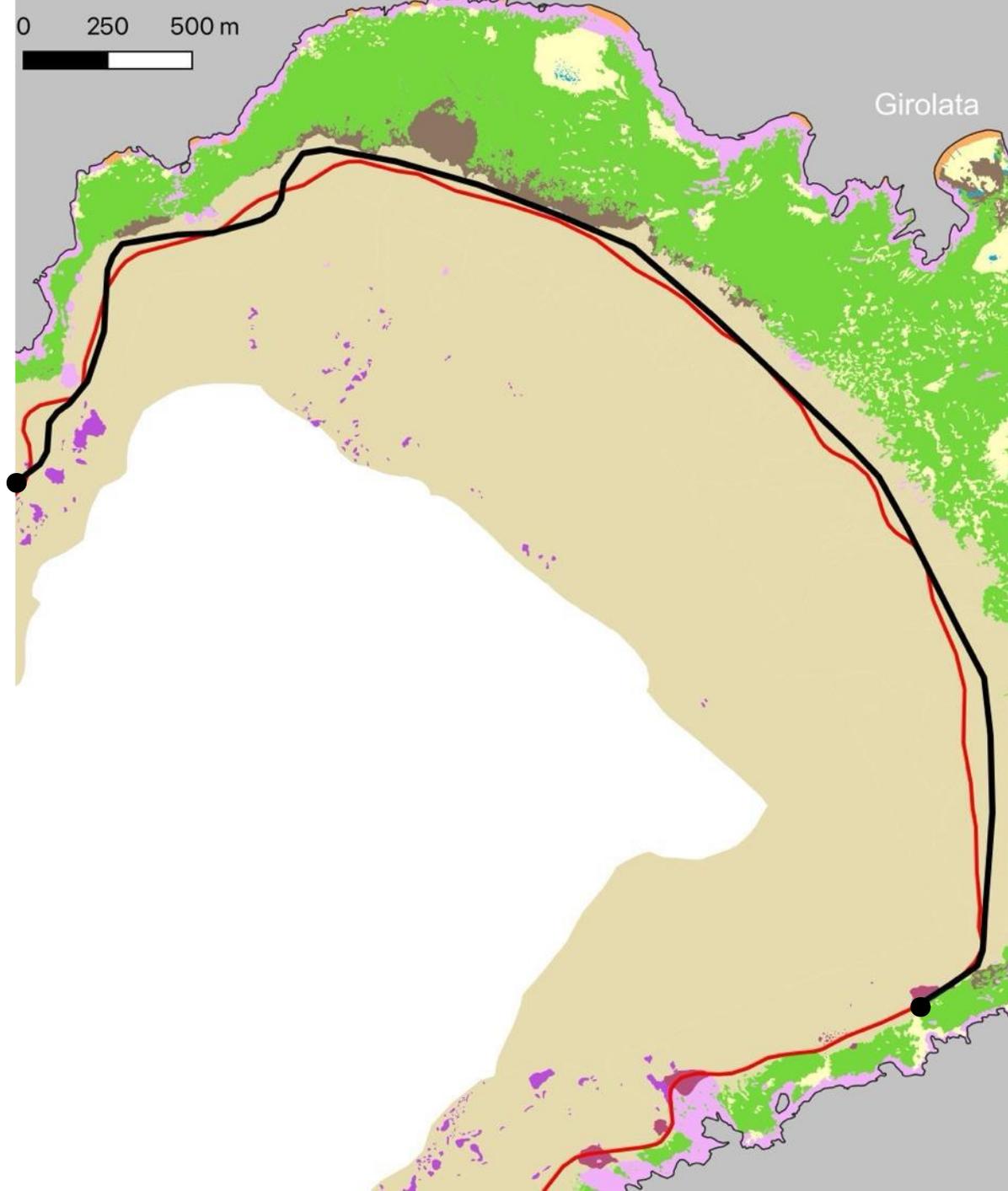
■ Association à rhodolithes

■ Biocénose des algues infralittorales

■ Biocénose Coralligène

■ Biocénose de la roche du large

■ Habitats artificiels

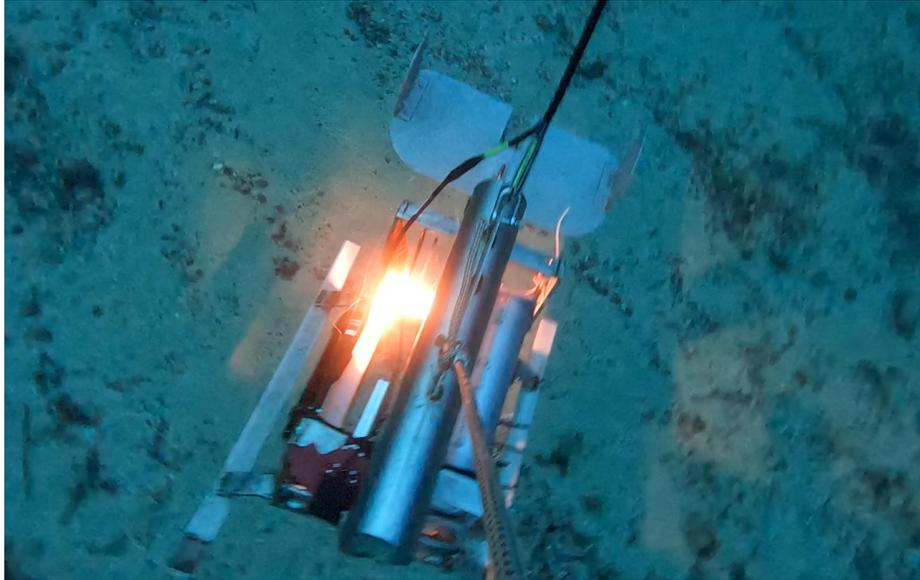


# Résultats : Etat des habitats benthiques

En moyenne **2 espèces recensées** par tronçon (holothuries +++)

**142 TRANSECTS ANALYSES**

Visibilité souvent insuffisante, détermination insuffisante → **38 Transects écartés**



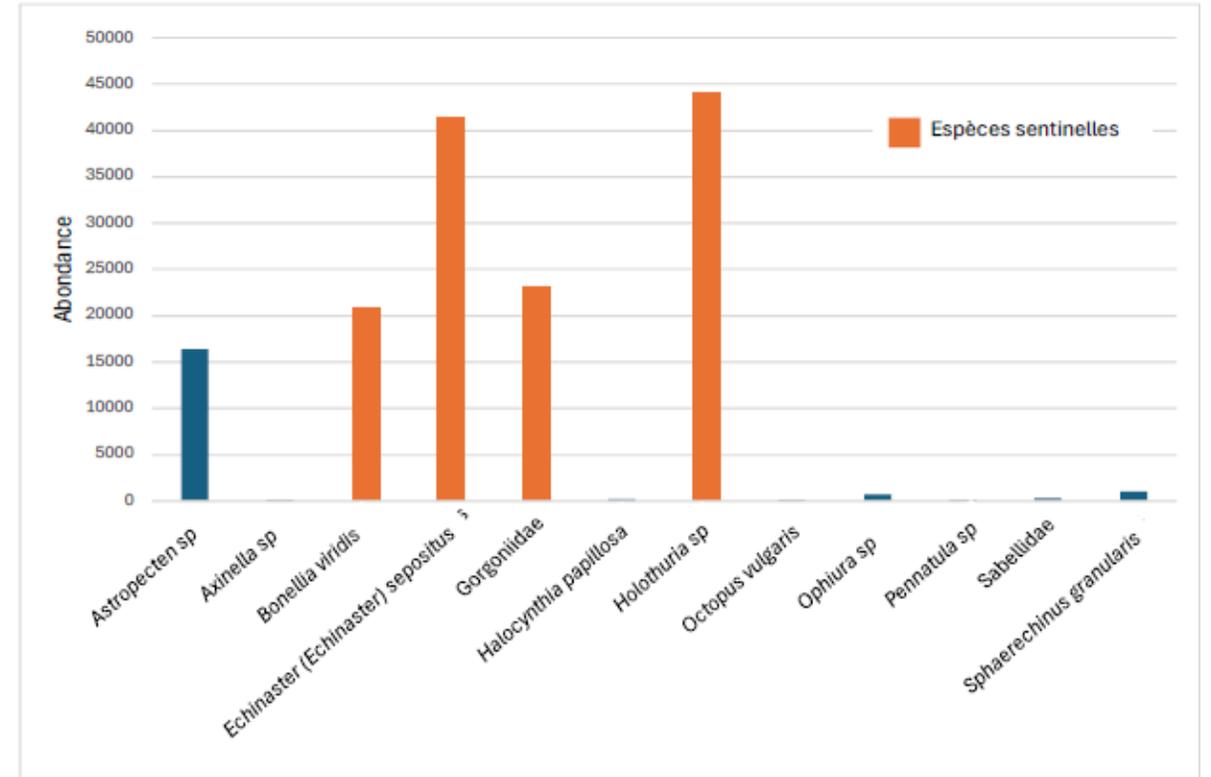
# Résultats : Etat des habitats benthiques

Indice de Jac (2021) non calculable par tronçon (< 10 esp)

Indice SOS (Serrano et al 2022) calculé à partir de BESITO

## BESITO

Taxon	Score BESITO
<i>Astropecten sp</i>	1
<i>Axinella sp</i>	4
<i>Bonellia viridis</i>	3
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>	2
Gorgoniidae	5
<i>Halocynthia papillosa</i>	3
<i>Holothuria sp</i>	3
<i>Octopus vulgaris</i>	2
<i>Ophiura sp</i>	1
<i>Pennatula sp</i>	4
Sabellidae	2
<i>Sphaerechinus granularis</i>	2



# Résultats : Etat des habitats benthiques

30 T avec un impact de chalutage  
(Global Fishing Watch)

## LIMITES :

- Relevé par caméras tractées pas optimum pour l'inventaire
- Faible effort de pêche → intensité max sur la côte orientale (Ferrà et al., 2018; Cuyvers & Vaz, 2023)

0 10 20 km



Tronçons étant dans un milieu avec

— Aucune pression de chalutage

— Pression de chalutage

■ Corse

Effort de pêche au chalut pour les années 2021 et 2023  
(Global Fishing Watch)

En heure/2 km<sup>2</sup>

■ 49,15472

■ 0

0 10 20 km



■ Corse

Etat de santé des communautés  
benthiques à partir de l'abondance  
relative des espèces sentinelles (SOS)

■ Mauvais état (0 à 0,33)

■ Etat moyen (0,33 à 0,67)

■ Bon état (0,67 à 1)

# Résultats ADNe

- 8 filtres /220 invalides (ADN insuffisant)
- 138 espèces de 105 genres différents ; moyenne globale par tronçon = 28 espèces
- Aucune espèce exotique n'a été détectée

## Effet du volume filtré

Sur tous les indicateurs sauf 3 :

- thermique (CTI)
- trophique (Trophic)
- ratio Demerso-pelagique/benthique (DP\_B\_ratio)



### Prédiction 30 L avec GLM

Sur filtres > 4 espèces

Y = indicateur

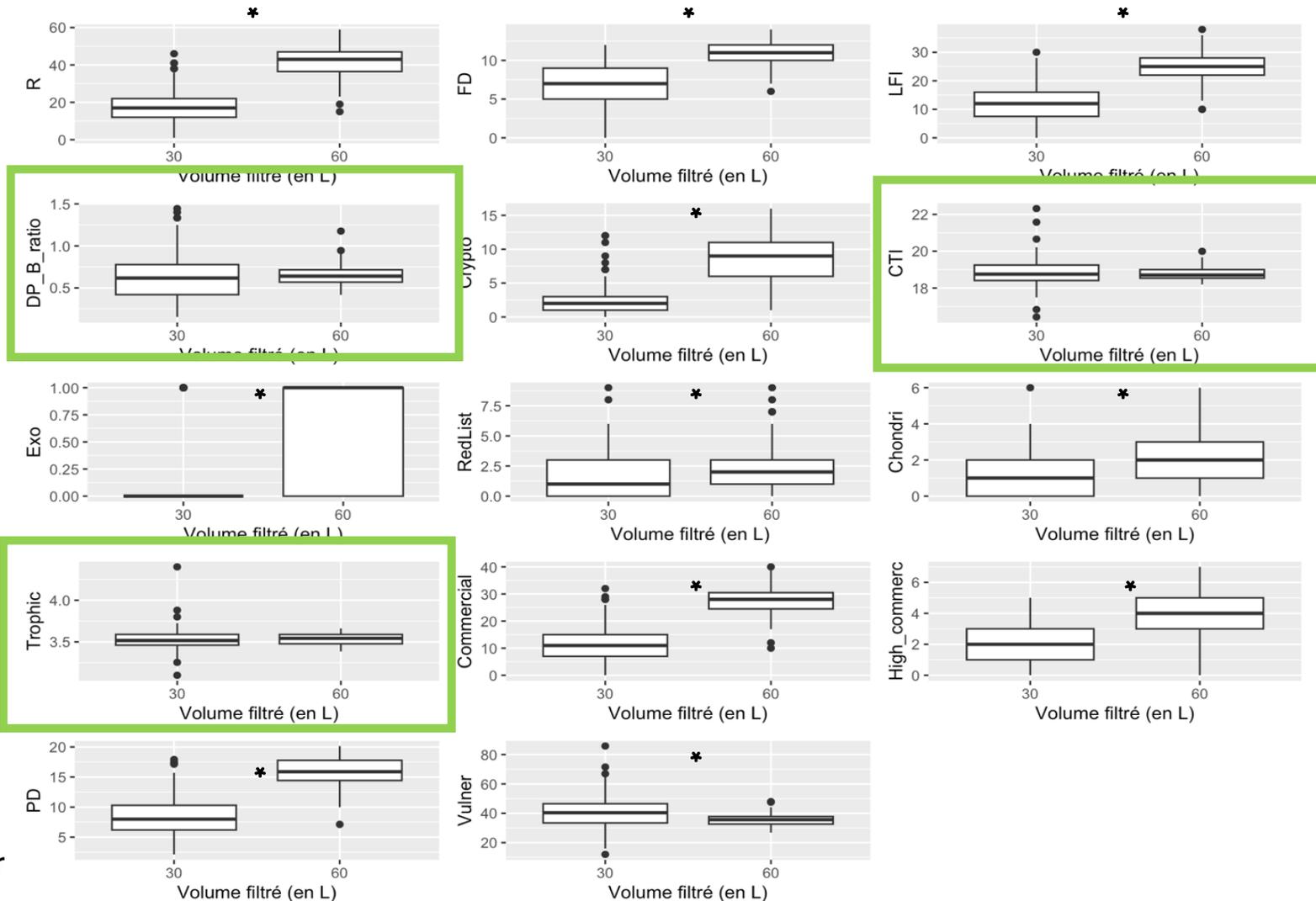
X = volume

- + pressions cumulées
- + protection
- + habitat

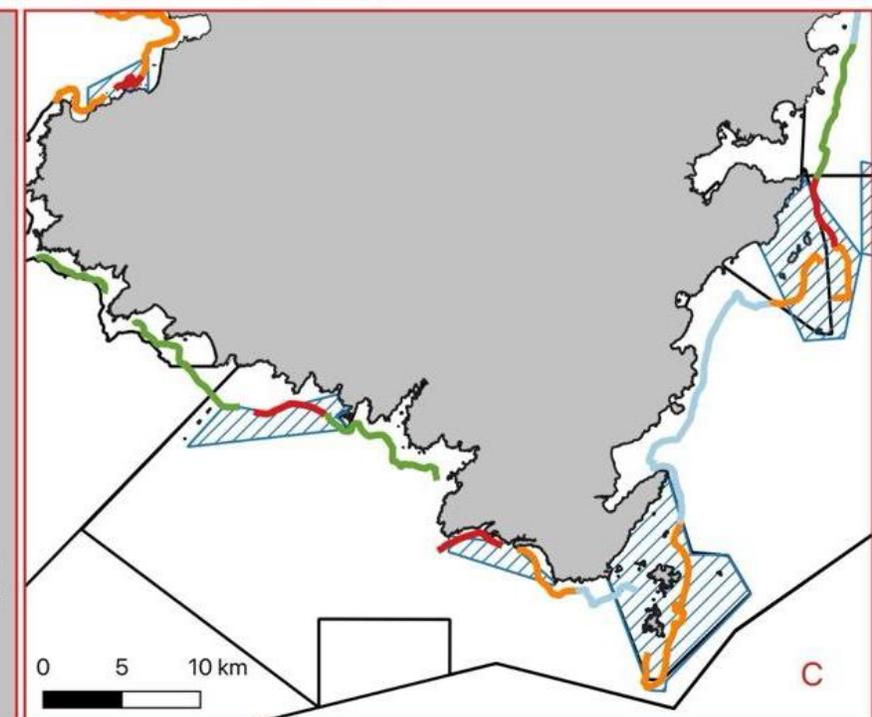
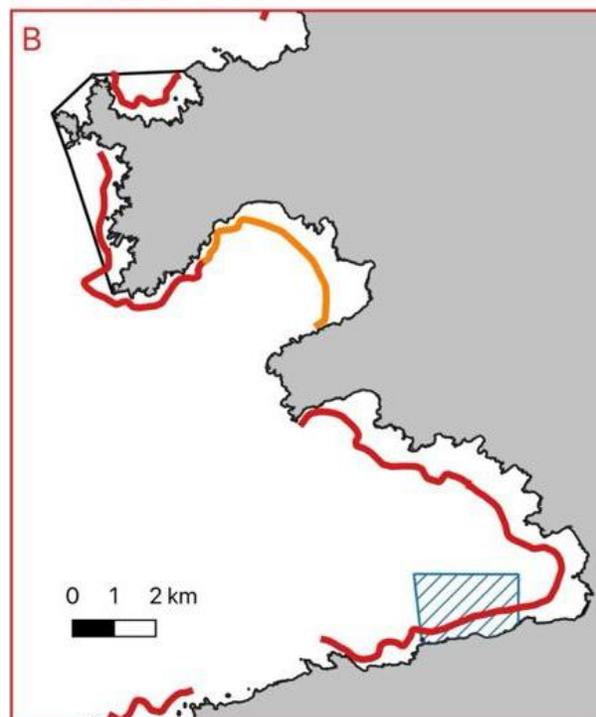
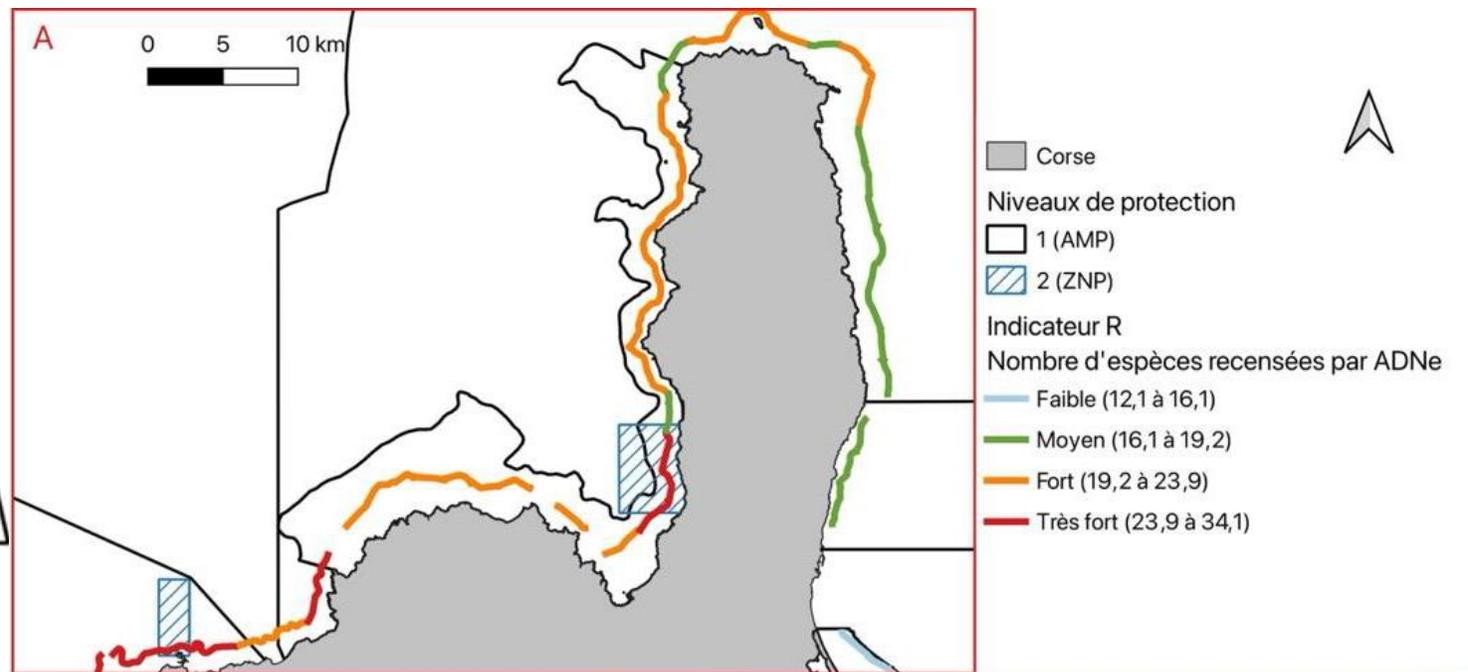
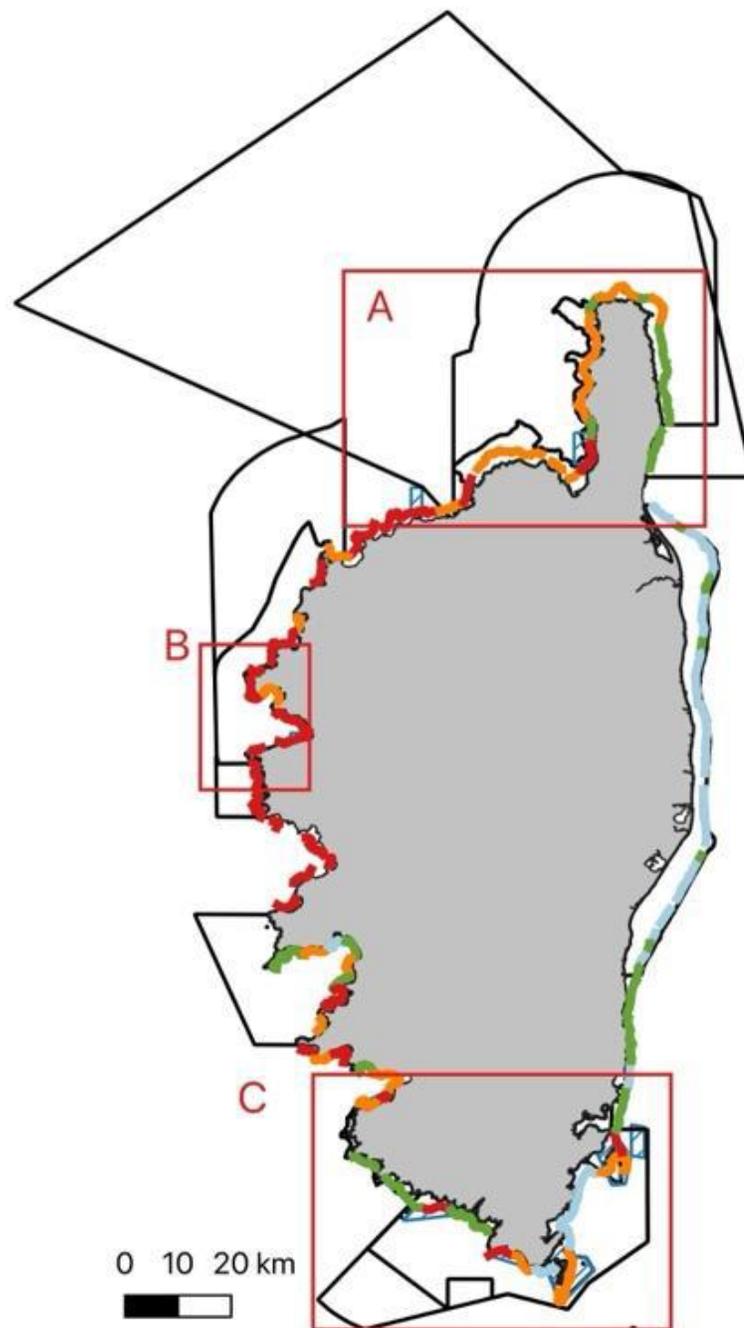


Biais corrigé pour

R, FD, LFI, Crypto, Commercial, PD et Vulner

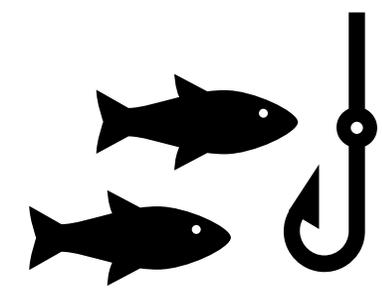
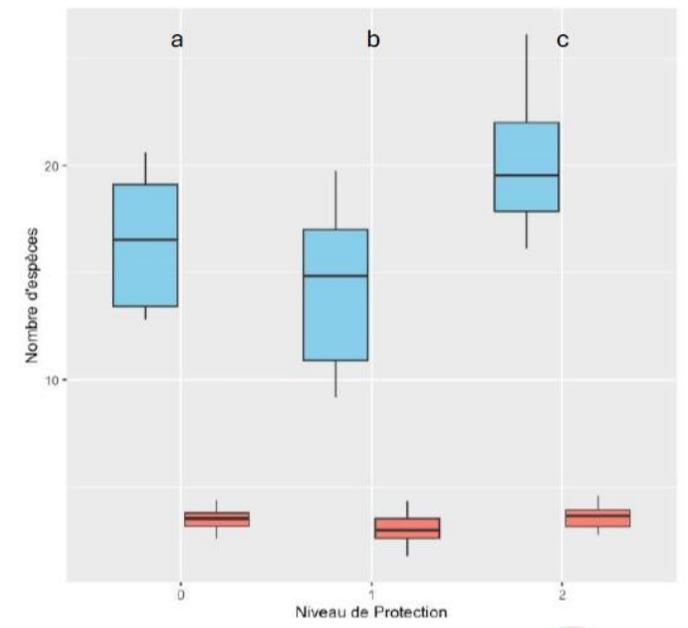
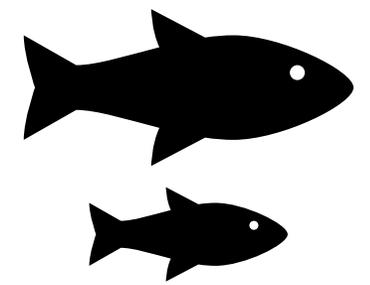
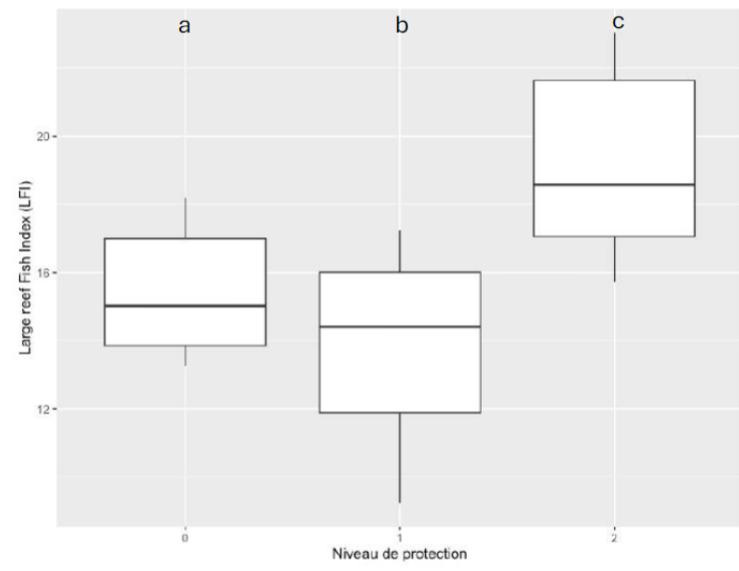
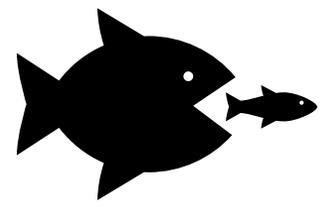
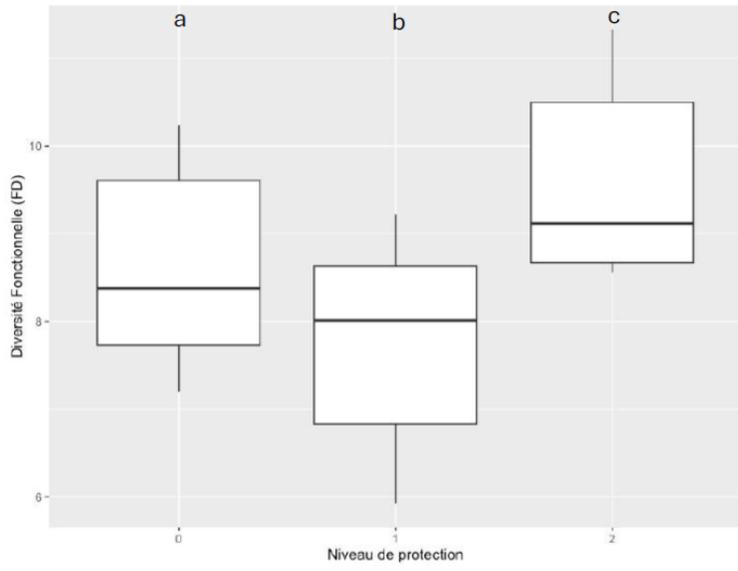


# Résultats : Richesse spécifique prédite



# Résultats : Richesse spécifique prédite

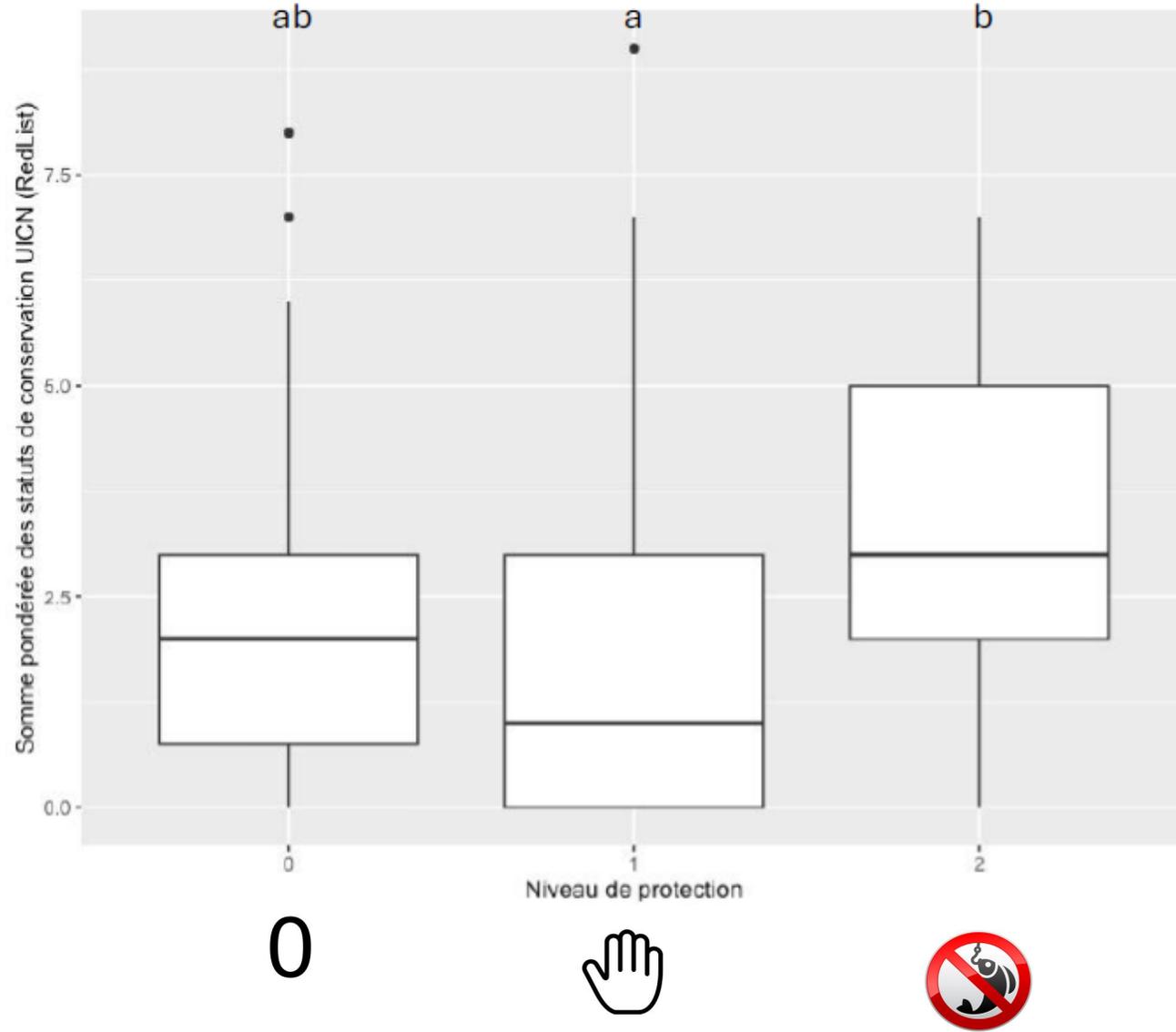




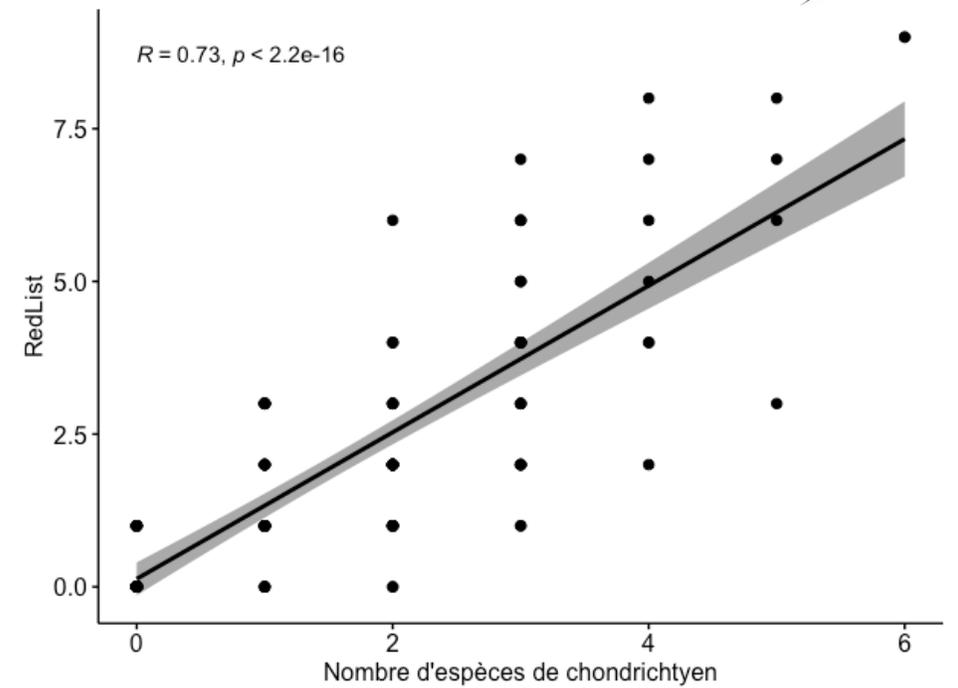
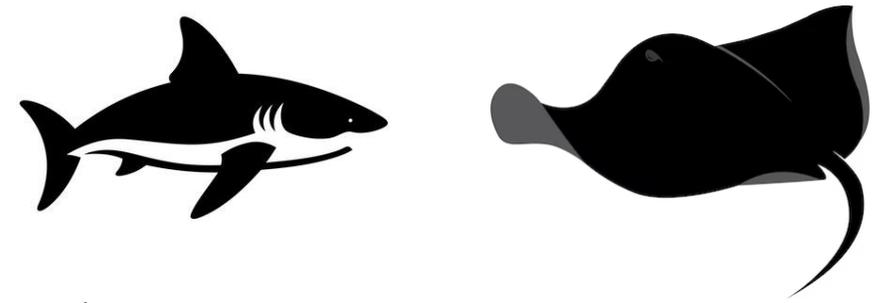
Indicateurs  
 Commercial  
 High\_commerc

> en non-prélèvement

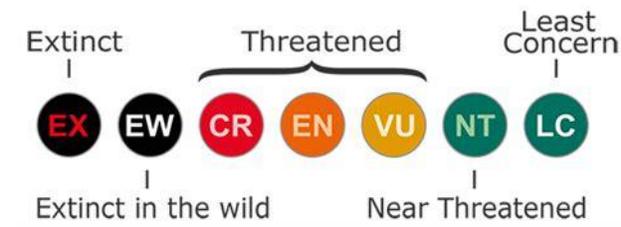
# Résultats : RedList



> en non-prélèvement



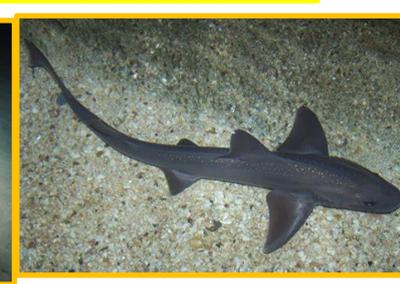
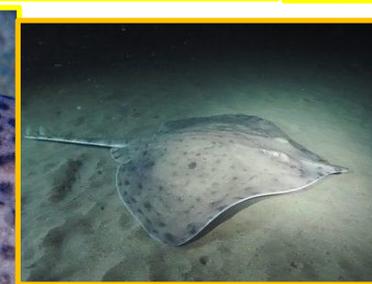
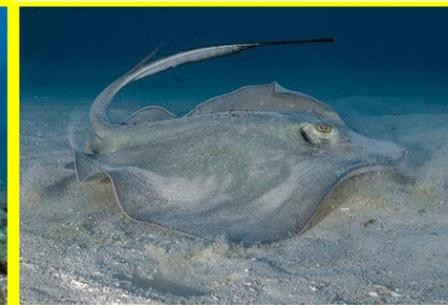
# RedList



• Jusque 9 espèces menacées / tronçon

• 11 espèces menacées sur liste rouge IUCN :

- **Mérou brun**, *Epinephelus marginatus* (VU)
- **Pastenague commune**, *Dasyatis pastinaca* (VU)
- **Torpille marbrée**, *Torpedo marmorata* (VU)
- **Poisson lune**, *Mola mola* (VU)
- **Grande roussette**, *Scyliorhinus stellaris* (VU)
- **Raie blanche bordée**, *Rostroraja alba* (EN)
- **Emissole lisse**, *Mustelus mustelus* (EN)
- **Raie aigle**, *Myliobatis aquila* (CR)
- **Raie aigle vachette**, *Aetomylaeus bovinus* (CR)
- **Ange de mer commun**, *Squatina squatina* (CR)



# Espèces des grandes profondeurs >200m

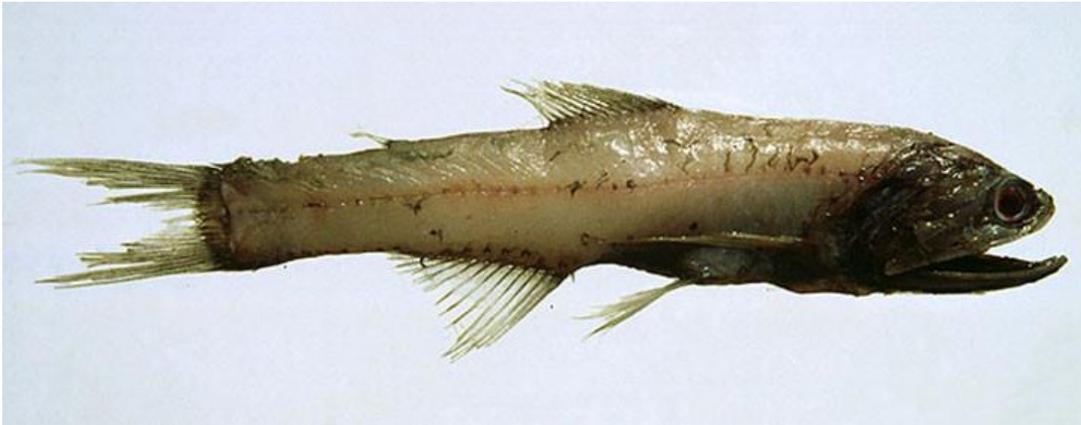
poisson lanterne glacial (*Benthosema glaciale*)



poisson lumière argenté (*Maurolicus muelleri*)



poisson lanterne joyau (*Lampanyctus crocodilus*),



l'avocette ruban (*Nemichthys scolopaceus*)



# Espèces rares

**Mérou blanc** (*Epinephelus aeneus*)



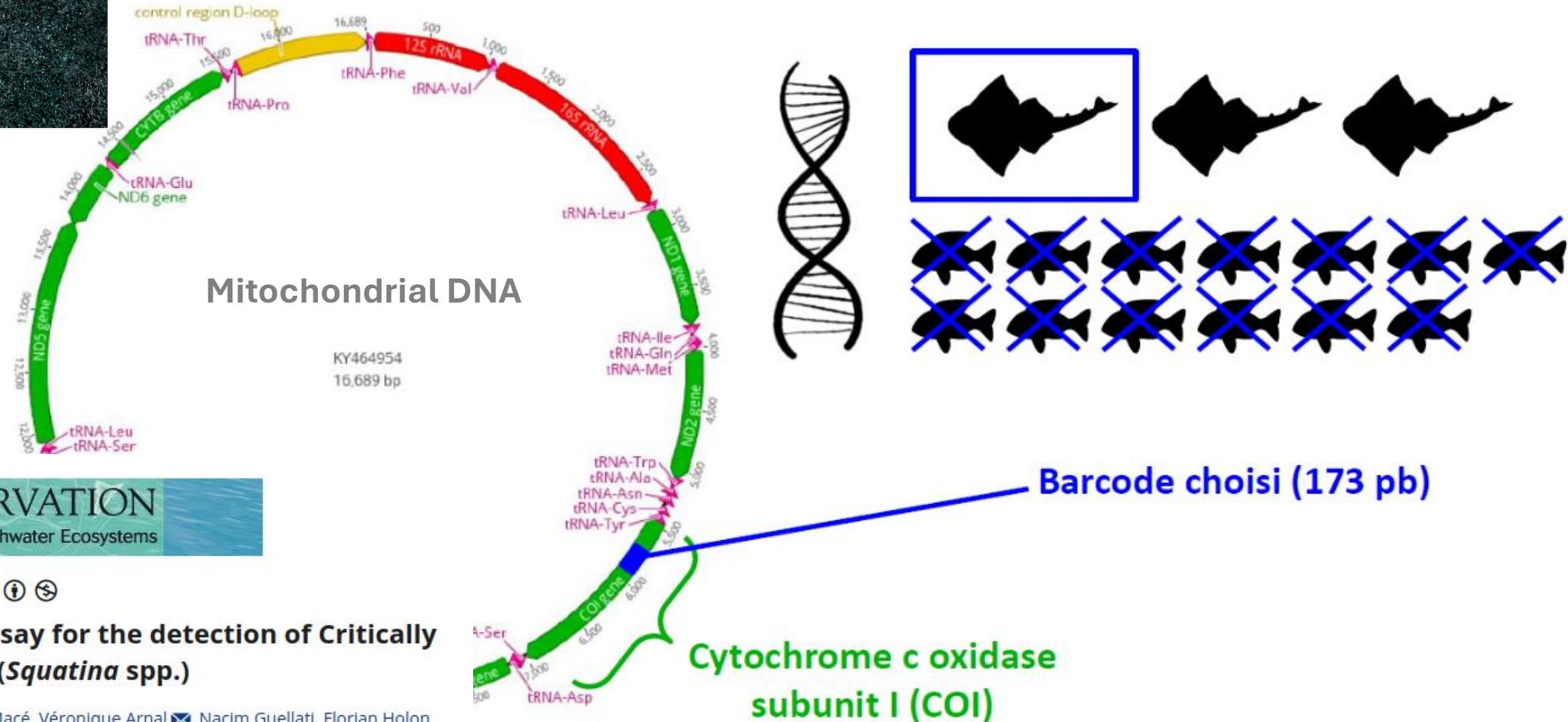
**La raie capucin** (*Dipturus oxyrinchus*)



**Ange de mer commun** (*Squatina squatina*)



# ADNe Barcoding pour une meilleure détection de *Squatina* (CR)



RESEARCH ARTICLE | [Open Access](#) |

## An environmental DNA assay for the detection of Critically Endangered angel sharks (*Squatina* spp.)

Nadia Faure ✉, Stéphanie Manel, Bastien Macé, Véronique Arnal ✉, Nacim Guellati, Florian Holon, Adèle Barroil, Franck Pichot, Jean-Jacques Riutort, Gianni Insacco ✉, Bruno Zava ... [See all authors](#) ▾

First published: 24 May 2023 | <https://doi.org/10.1002/aqc.3954>

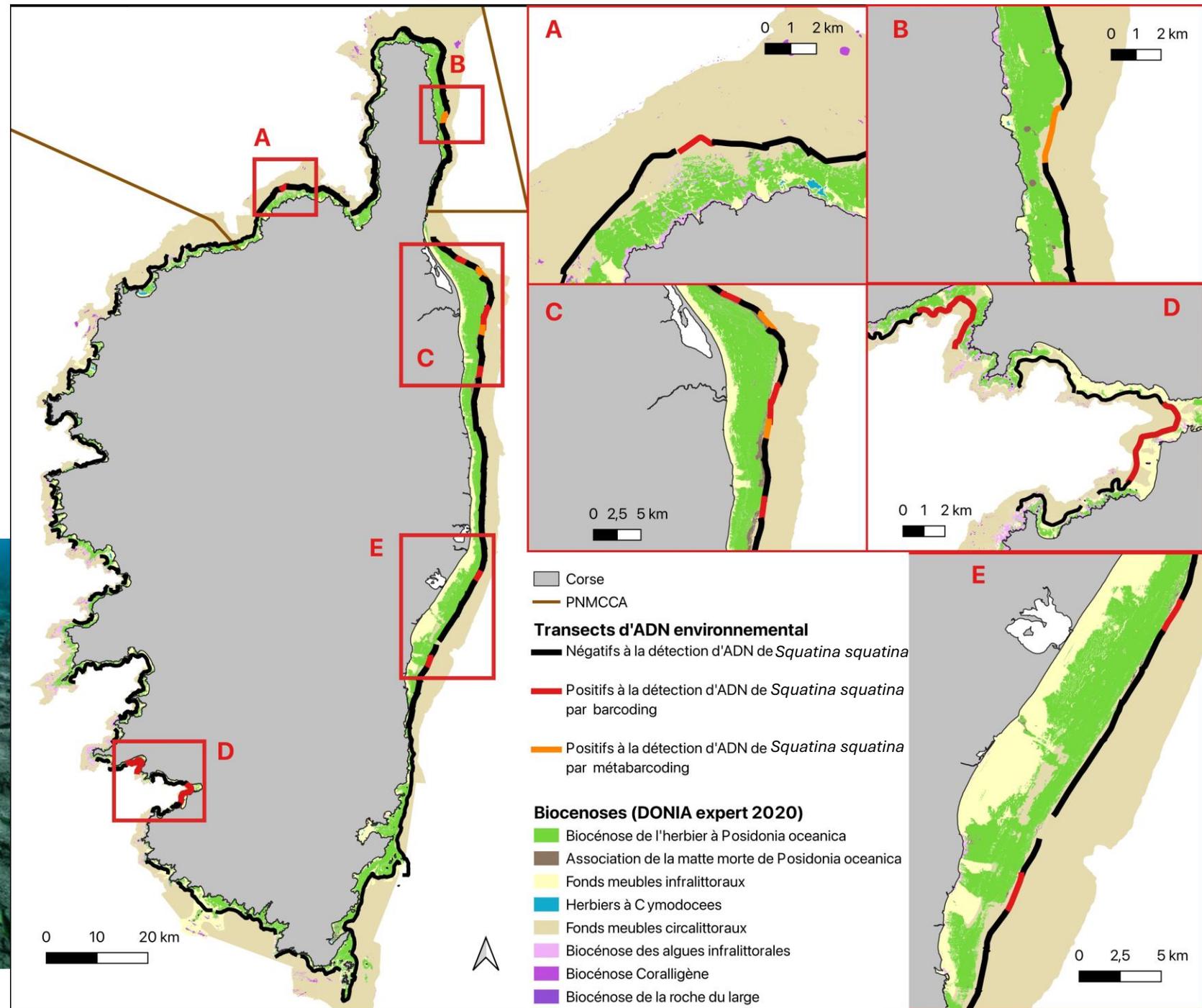
# RÉSULTATS

Surprises :

PNMCCA : Agriate + cap

Golfe de Valinco (Propriano)

Images caméra



# Zones de reproduction des picarels (*Spicara smaris*)

Volume 34, Issue 18, 23 September 2024, Pages R852-R853

Correspondence

## Gigantic breeding colonies of a marine fish in the Mediterranean

Julie Deter<sup>1,2</sup>  , Laurent Ballesta<sup>1</sup>, Adèle Barroil<sup>2</sup>, Guilhem Marre<sup>1</sup>, Nadia Faure<sup>3</sup>,  
Jean-Jacques Riutort<sup>4</sup>, Thomas Bockel<sup>1</sup>, Sébastien Villéger<sup>2</sup>, David Mouillot<sup>2</sup>, Nicolas Tomasi<sup>5</sup>,  
Kevin Da-Cunha<sup>5</sup>, Florian Holon<sup>1</sup>



L. Ballesta. Andromède océanologie

Arènes de reproduction de picarels  
observées en

● 2021 (ANGE, PIAF)

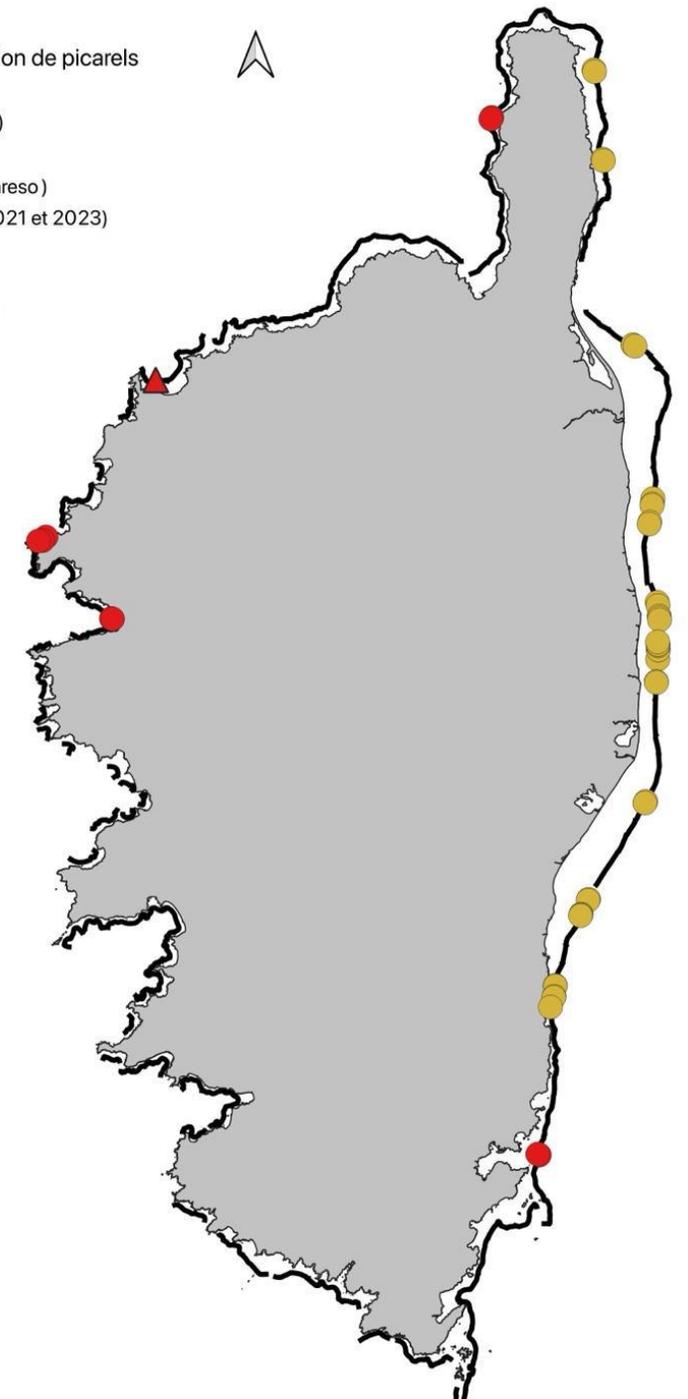
● 2023 (PIAF)

▲ 2024 (ARENA, Stareso)

— Transects PIAF (2021 et 2023)

■ Corse

0 10 20 km



# Groupe de grand dauphin (*Tursiops truncatus*)

→ Méthode d'échantillonnage non invasif

Projet de thèse de Nadia Faure (2024-2027)

15.63°C  
32.75m



15.63°C  
35.84m



# Conclusion et perspectives



Résultats différents Bioindicateurs  
(Dalongeville et al, 2022)  
→ Méthode d'échantillonnage différente



Méthode non suffisante pour l'analyse de la  
faune benthique



Efficace et sans perturbations pour le milieu  
→ grande distance d'échantillonnage en peu  
de temps

# Conclusion et perspectives



**1<sup>er</sup>** Inventaire sur fond meuble par ADN



Grande diversité de poissons osseux et cartilagineux  
ADNe permet la détection d'espèces rares



R, FD, PD, LFI et Commercial plus important dans les ZNP.  
Dans les AMP moins importants que dans les zones sans protections.



Zone refuge pour de nombreuses espèces menacées notamment les chondrichthyens (Pichot et al., 2024).

COMPARAISON POSSIBLE AVEC LA COTE CONTINENTALE → IPOCOM

An underwater scene featuring a brown shark with a large eye resting on a sandy and coral seabed in the foreground. In the background, a vibrant fish with blue and yellow stripes swims among a school of smaller, silvery fish.

**Merci pour votre attention**