

# STARECAPMED

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2022-2023



# STARECAPMED

STAtion of Reference and rEsearch  
on Change of local and global Anthropogenic  
Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts



Rapport d'activité 2022-2023



S  
T  
A  
R

C A P M E D

Ce document doit être cité dans la littérature comme suit :

L. FULLGRABE <sup>1</sup>, Q. FONTAINE <sup>1</sup>, J. RICHIR <sup>1</sup>, X. MARTELLI <sup>1</sup>, A. BOULENGER <sup>2</sup>, L. BORROSSI <sup>1</sup>, A. WOERHEL <sup>1</sup>, L. BALSAX <sup>1</sup>, L. IBORRA <sup>1</sup>, T. SEIMANDI <sup>1</sup>, S. CNUDDÉ <sup>1</sup>, M. LEDUC <sup>1</sup>, M. DUMAS <sup>1</sup>, J. SEVENO <sup>1</sup>, M. CHAPAT <sup>1</sup>, A. DONNAY <sup>1</sup>, P. BOISSERY <sup>3</sup>, S. GOBERT <sup>2</sup>, P. LEJEUNE <sup>1</sup>, M. MARENGO <sup>1</sup> (2024) : STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts) – Année 2022-2023. Rapport de recherches, STARESO, 133 pages.

1: Station de recherches STARESO, Calvi, France

2: Laboratoire d'océanologie, Université de Liège, Liège, Belgique

3: Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Délégation de Marseille, 13001, Marseille, France



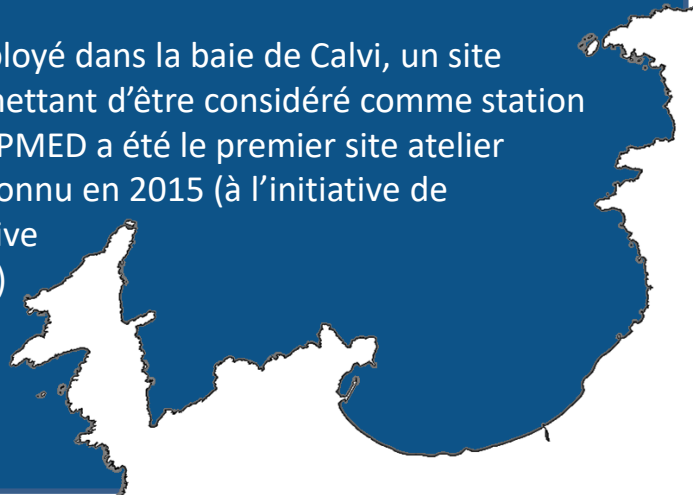
# STARECAPMED

## LES OBJECTIFS

Le projet STARECAPMED, financé depuis 2012 par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et la Collectivité de Corse, œuvre à comprendre l'influence des problématiques globales et locales sur les écosystèmes marins. Un autre axe majeur vise à tester de nouvelles approches et développer des outils innovants pour répondre aux politiques locales qui agissent pour la protection de ce milieu. Ces démarches impliquent notamment le déploiement de travaux d'observations et de recherches multidisciplinaires visant d'une part, à caractériser l'état, l'évolution et les processus fondamentaux des compartiments écosystémiques et, d'autre part, à comprendre et quantifier l'influence de pressions globales, tel que le changement climatique, et celle des activités humaines locales sur le fonctionnement des écosystèmes marins.

## UN SITE DE RÉFÉRENCE ET SITE ATELIER

Pour ce faire, le projet STARECAPMED est déployé dans la baie de Calvi, un site réunissant un ensemble de qualités clés permettant d'être considéré comme station de référence et site atelier. En effet, STARECAPMED a été le premier site atelier fonctionnel de la Méditerranée française, reconnu en 2015 (à l'initiative de l'Agence de l'Eau RMC) par la DCSMM (Directive Cadre Stratégique sur le Milieu Marin de l'UE) au travers du Plan d'Action pour La Mer Méditerranée (PAMM).



Pressions globales



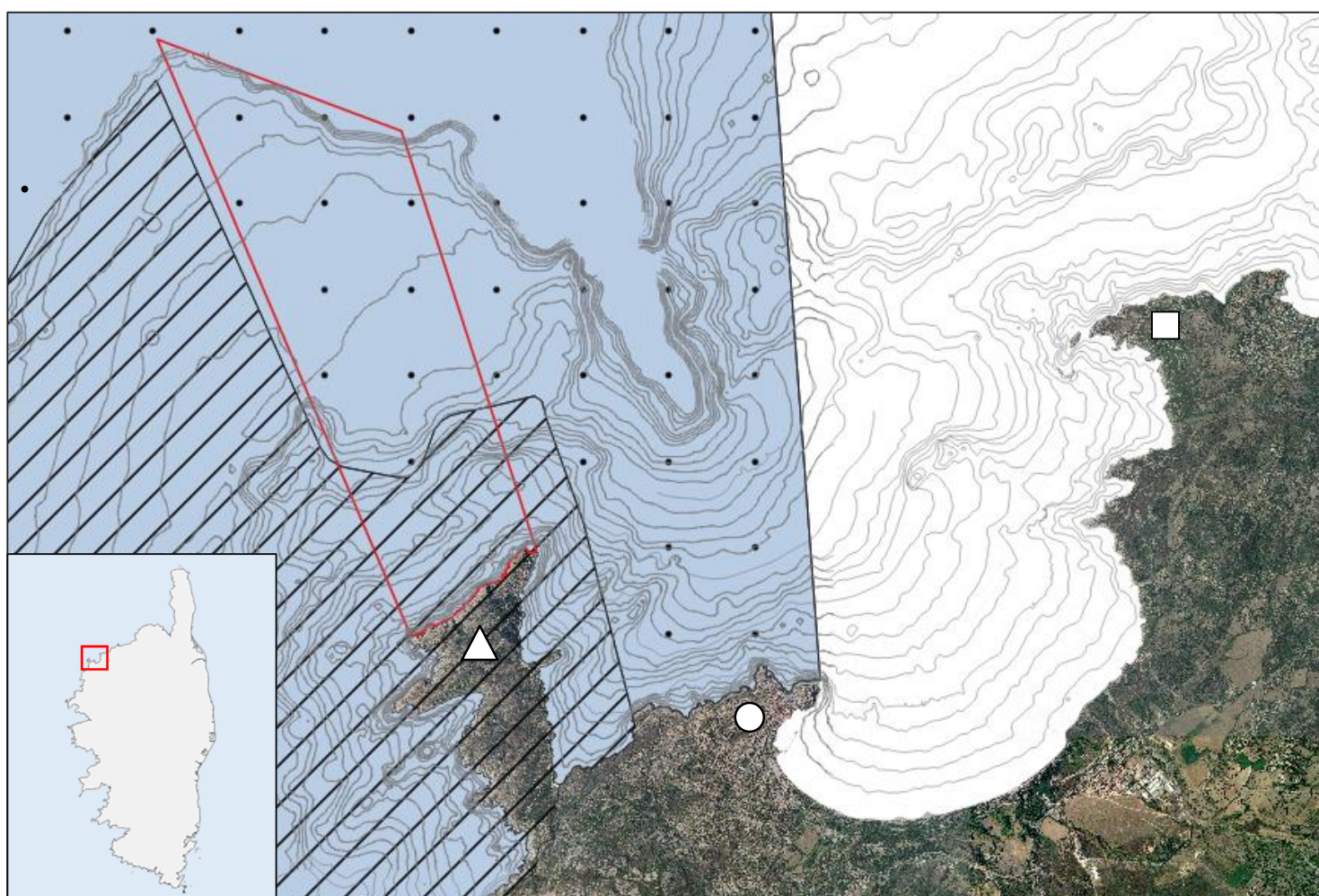
Etat, fonctionnement et évolution des écosystèmes











Pressions locales

# LA BAIE DE CALVI

La baie de Calvi, située au nord-ouest de la Corse, est une baie caractéristique du bassin nord-ouest méditerranéen couvrant un secteur essentiellement granitique. Sa partie Ouest, située entre la pointe de la Revellata et la citadelle, fait partie de différentes zones Natura2000, 1 Zone de Protection Spéciale (ZPS) et 2 Zones Spéciales de Conservation (ZSC), mises en place par l'Agence des Aires Marines Protégées en Corse. De plus, la baie de Calvi comprend également un cantonnement de pêche, zone protégée et fermée à toutes activités depuis les années 70.



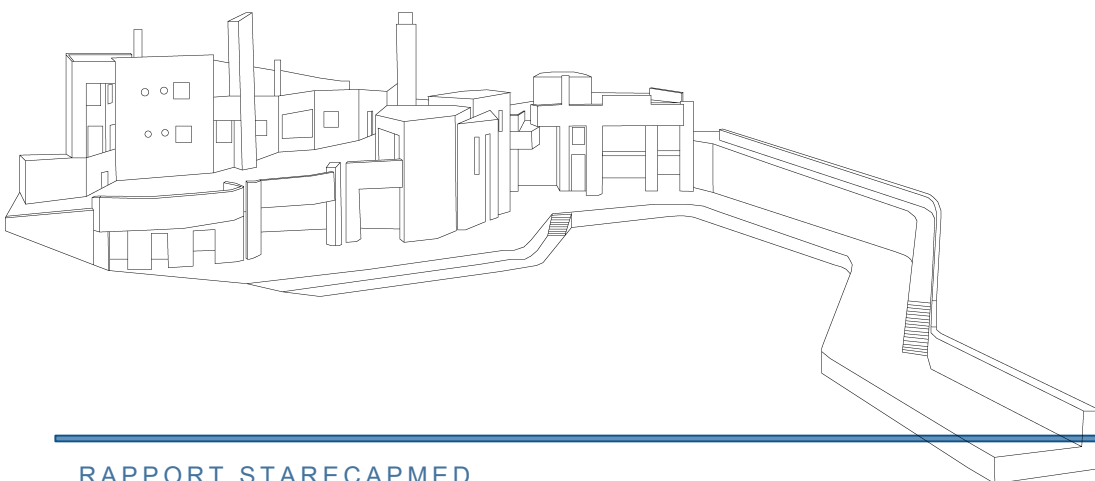
## Légendes

- |  |  |   |                        |
|--|--|---|------------------------|
|  | Cantonement de pêche   |   |                        |
|  | FR9412010 Capu Rossu, Scandola, Revellata, Calvi – ZPS, Directive « Oiseaux »        |  | Pointe de la Revellata |
|  | FR9400574 Porto, Scandola, Revellata, Calvi, Calanches – ZSC, Directive « Habitats » |  | Citadelle de Calvi     |
|  | FR9402018 Capu Rossu, Scandola, Revellata, Calvi – ZSC, Directive « Habitats »       |  | Pointe de Spanu        |
|  | Isobathes 5m   |   |                        |



## Un ensemble de qualités clés permet à la baie de Calvi d'être considérée comme site de référence, site atelier et site pertinent au déploiement du projet STARECAPMED :

- 1 La présence de l'ensemble des écosystèmes emblématiques et des milieux typiques de la Méditerranée;
- 2 Un site dont les écosystèmes sont en bon état de conservation mais où, malgré tout, l'ensemble des pressions typiques méditerranéennes sont présentes et dont l'influence sur le fonctionnement des écosystèmes peut ainsi être étudiée;
- 3 La présence sur site d'un observatoire marin scientifique capable de déployer des suivis multidisciplinaires à haute fréquence et sur le long terme : STARESO;
- 4 L'existence de données historiques robustes permettant d'inscrire l'acquisition de la donnée sur le long terme et d'interpréter aussi efficacement que possible les phénomènes observés en différenciant la variabilité naturelle des écosystèmes ou celle due au changement climatique des impacts pouvant être reliés à l'activité humaine.



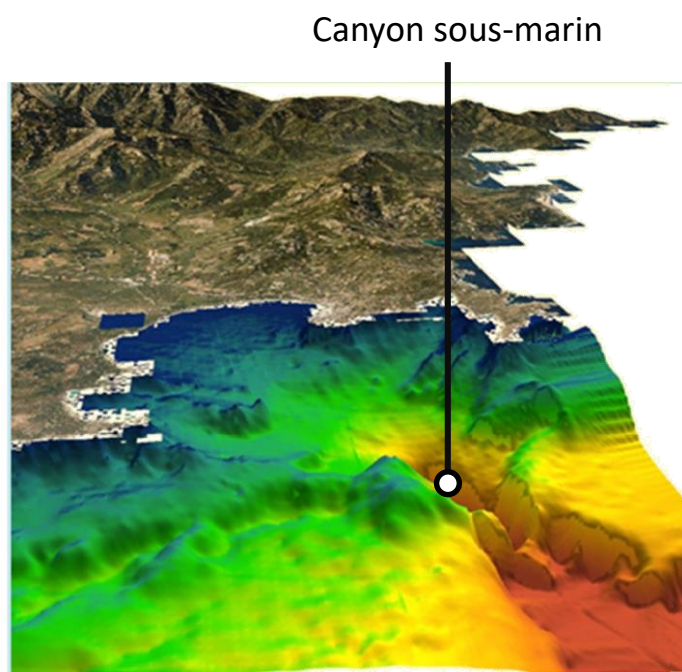
# UNE BAIE TYPIQUE MEDITERRANEENNE

La baie de Calvi regroupe l'ensemble des écosystèmes, de la biodiversité et des milieux typiques de la Méditerranée avec :

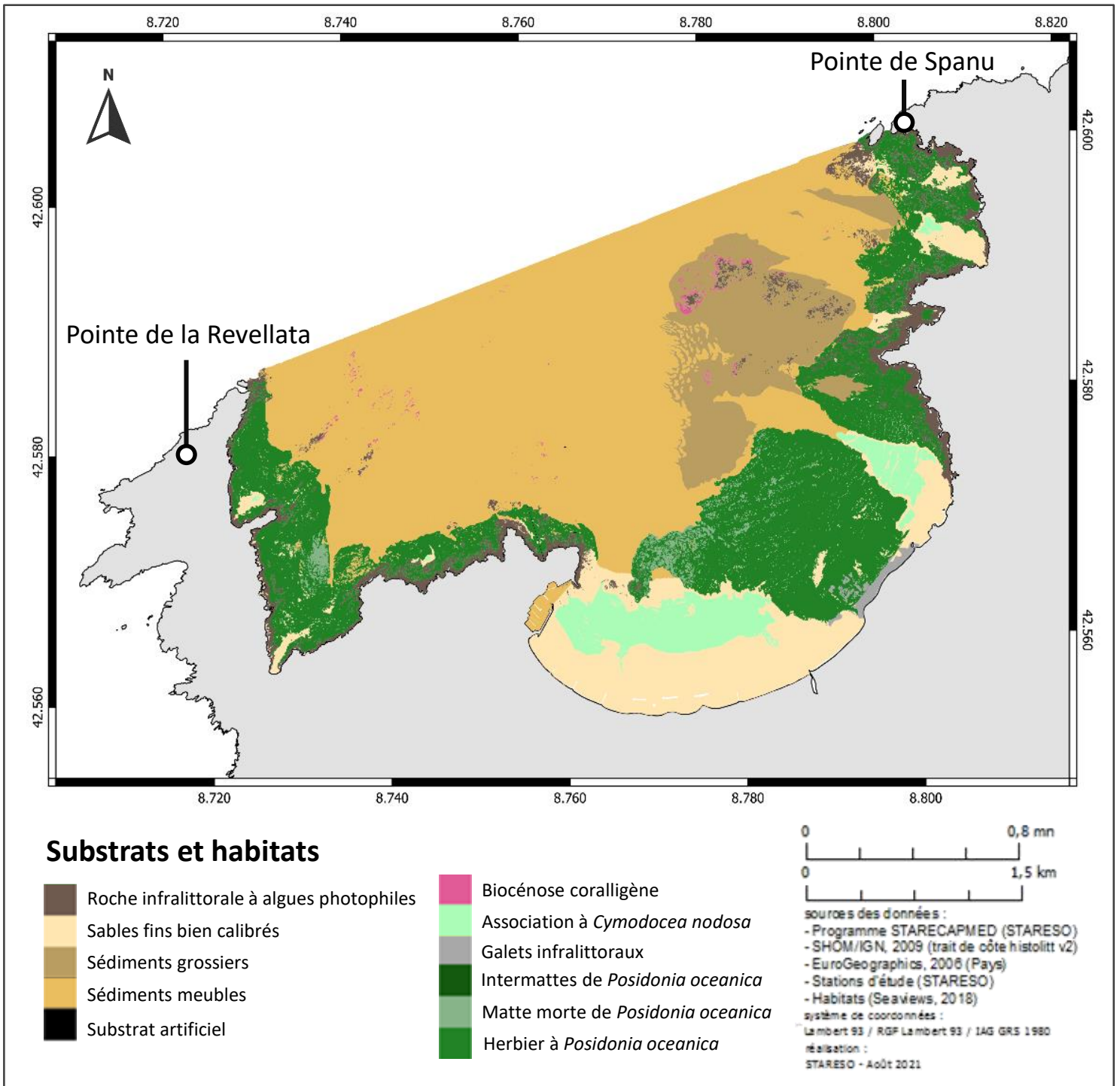
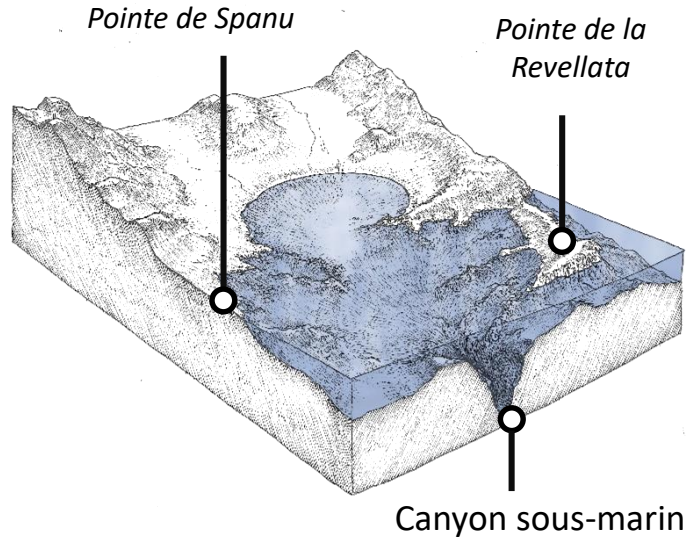
- la colonne d'eau depuis le littoral avec les eaux côtières jusqu'aux masses d'eaux de type océanique grâce à la présence d'un canyon sous-marin atteignant les 1 000m de profondeur en seulement 7,5 km des côtes (depuis STARESO)
- les récifs rocheux côtiers, avec la ceinture à algues photophylles proche de la surface et les formations coralligènes plus profondes
- les milieux sédimentaires détritiques côtiers jusqu'aux vases des milieux profonds
- les grands herbiers de Posidonie ainsi que les herbiers de Cymodocée
- les espèces endémiques et typiques méditerranéennes

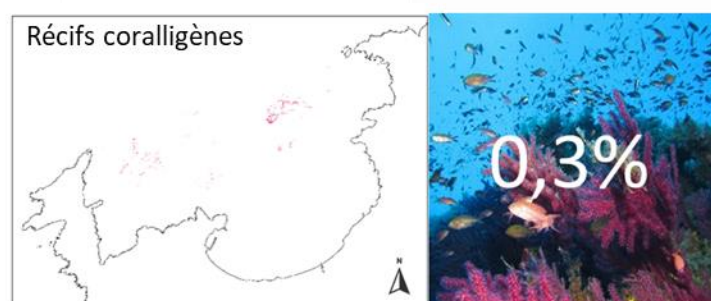
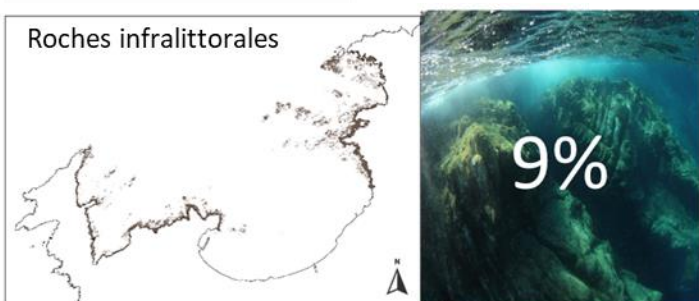
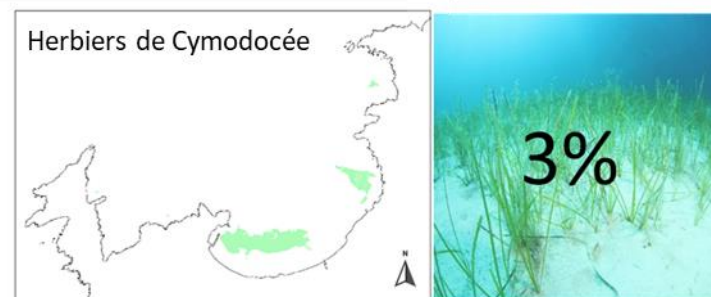
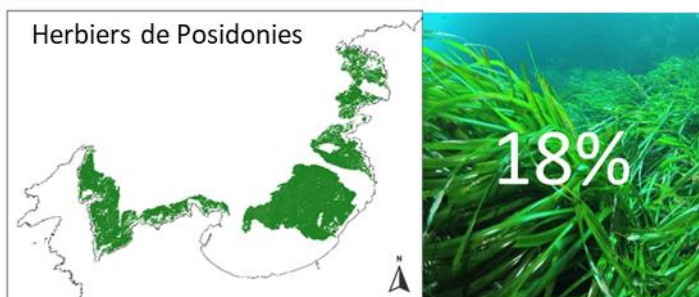
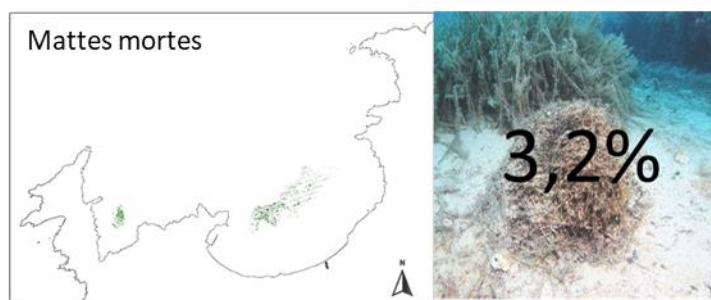
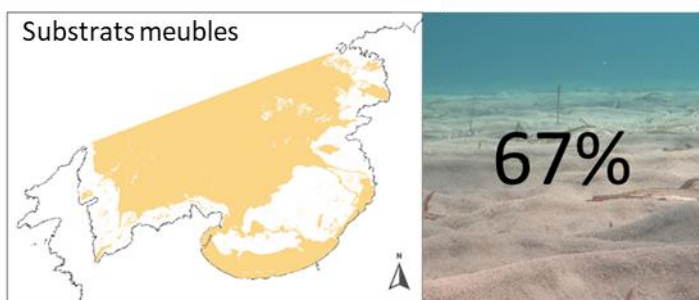
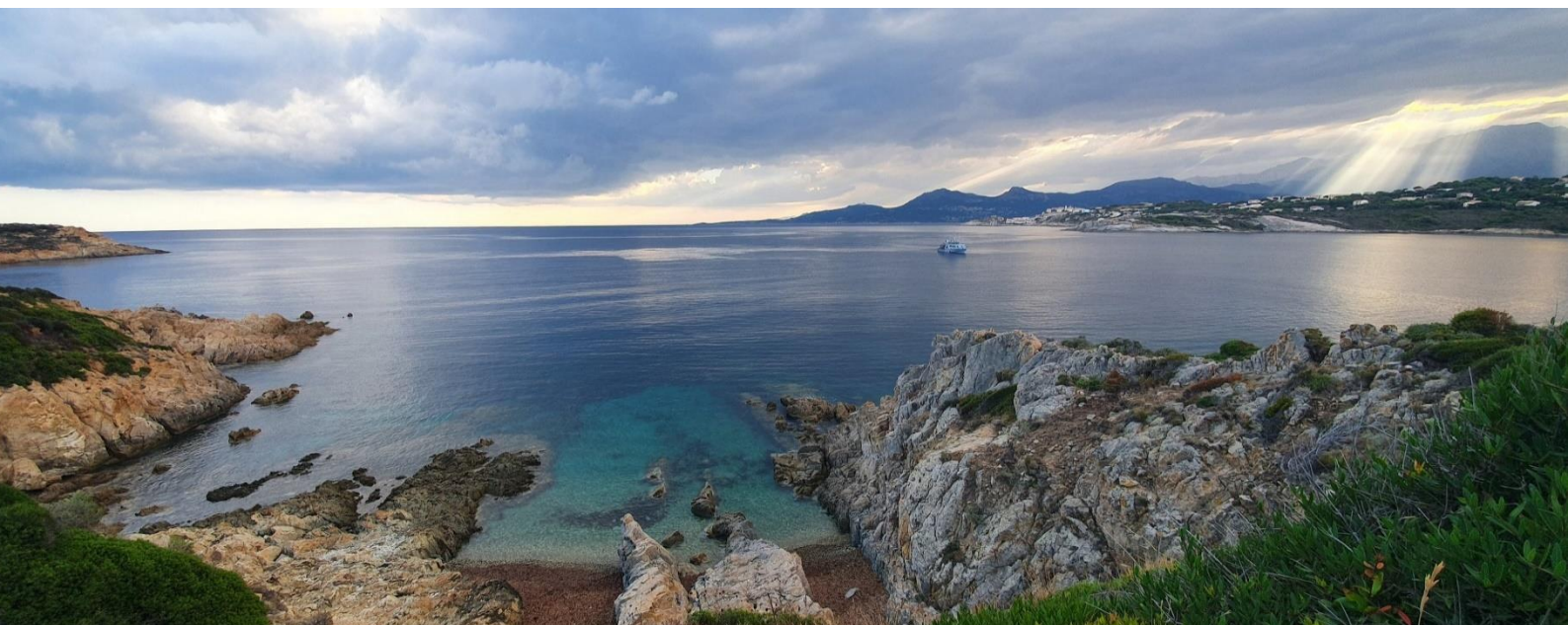


Vue 3D de la baie de Calvi



Si l'on considère la baie de Calvi comme étant un espace allant du bout de la Pointe de la Revellata jusqu'à la Pointe de Spanu, celle-ci représente alors une superficie de **2330 hectares** avec une profondeur maximale de 104 m. Cependant, la baie est prolongée vers le large par un **canyon sous-marin** qui la connecte avec les grands fonds de plusieurs milliers de mètres. L'ensemble des habitats et biocénoses typiques méditerranéennes y sont présents.





Proportions de recouvrement des principales biocénoses au sein de la baie de Calvi (espace maritime allant de la Pointe de la Revellata à la pointe de Spanu)

**STARECAPMED permet d'étudier les compartiments méditerranéens typiques des milieux côtiers et larges**

# UNE BAIE PRESERVEE, BIEN QUE SOUMISE A DIFFERENTES PRESSIONS

Outre la richesse de la baie de Calvi en termes d'écosystèmes et d'habitats, celle-ci est considérée comme présentant **un bon état de conservation écologique**. En effet de nombreux travaux menés dans la baie, associés à des indicateurs locaux de qualité du milieu, témoignent du caractère préservé et peu impacté par l'activité humaine de la baie de Calvi.

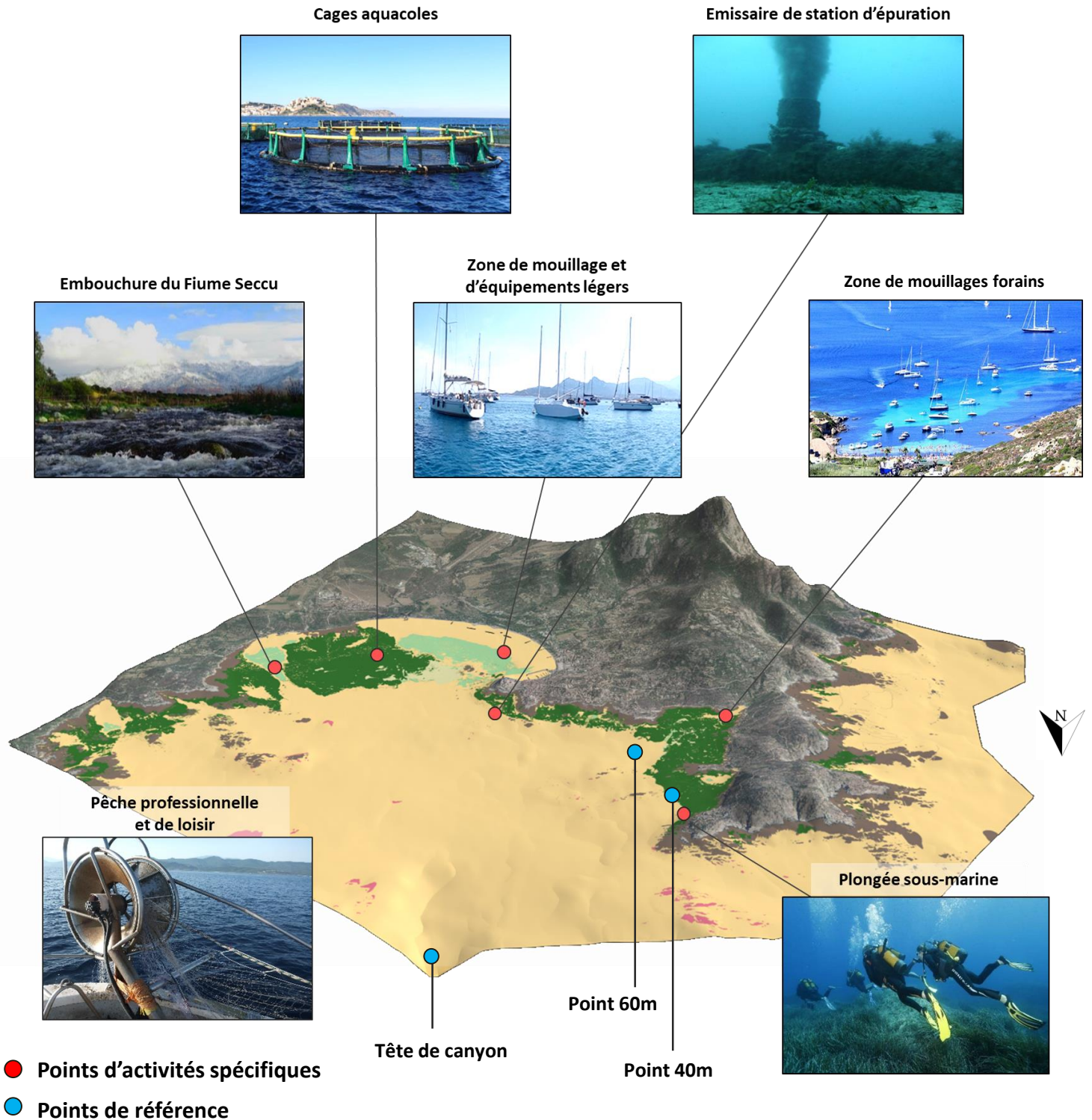


Malgré ce bon état de conservation écologique, la baie de Calvi est caractérisée par la **présence de pressions anthropiques liées au développement des activités humaines**. En effet, outre l'effet diffus du changement climatique global, le programme STARECAPMED permet de considérer et d'étudier l'influence de toutes les activités humaines typiques qui s'exercent en Méditerranée :

- Le **développement de la population**, notamment touristiques, qui a un impact sur les rejets domestiques via une station d'épuration et un émissaire en mer;
- Le développement des **activités autour du bassin versant**, dont la viticulture, qui, via les cours d'eau et les eaux de ruissellement, peut influencer la baie;
- Le développement des **activités touristiques** en mer tels que la plaisance, la plongée, le nautisme et les activités portuaires;
- L'**activité aquacole** avec la culture du bar *Dicentrarchus labrax* et de daurade royale (*Sparus aurata*) sous le «Label Rouge»;
- Les **activités de pêches** professionnelles et de loisir incluant la chasse sous-marine.

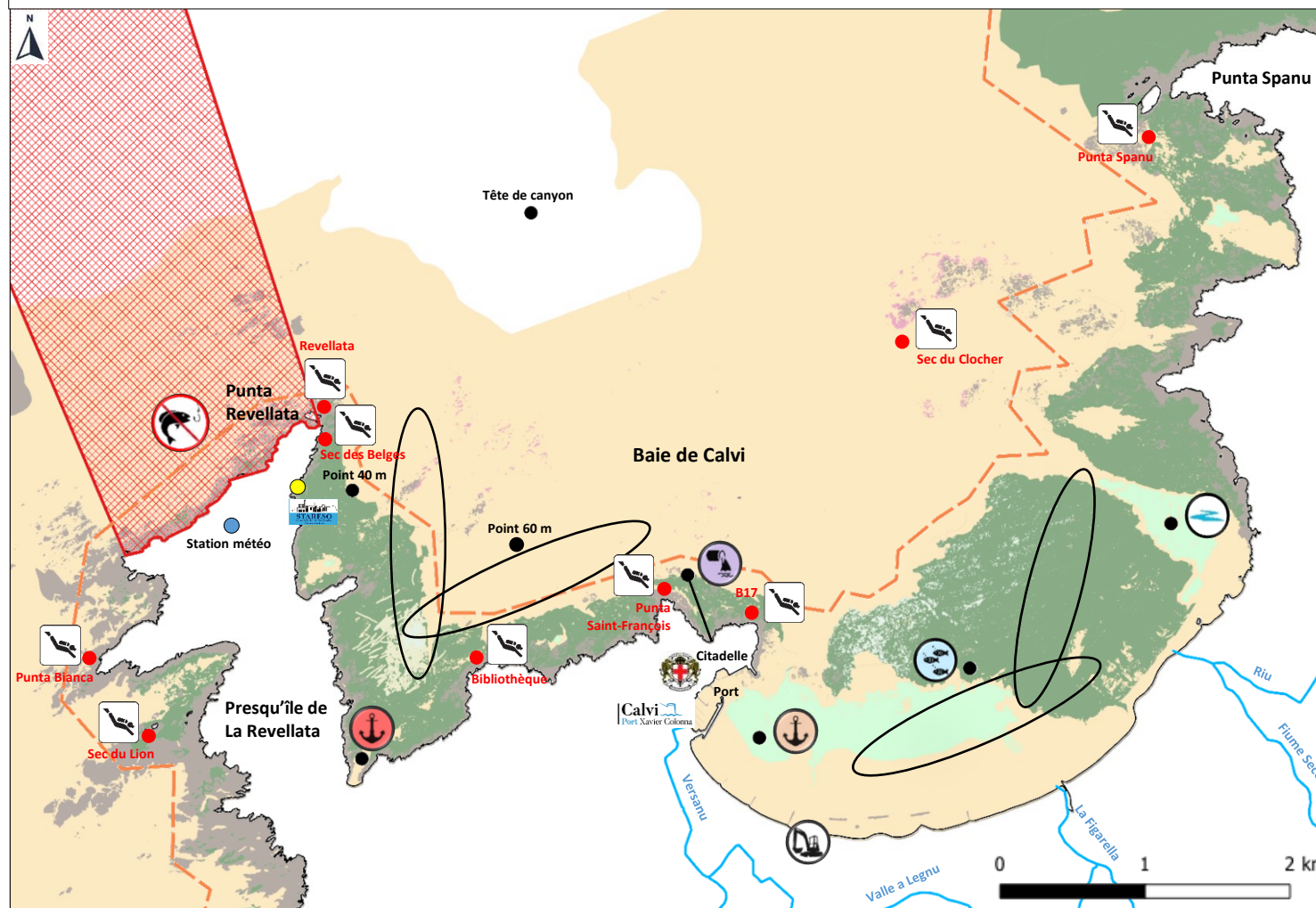


Le suivi de **points de pression** et leur comparaison avec des **points de référence** permettent de différencier le potentiel impact lié aux activités anthropiques de celui lié aux changements globaux ou aux évolutions naturelles. Les points de référence ont également vocation à être utilisés comme témoin pour l'étude d'autres sites en dehors de la baie de Calvi.



**STARECAPMED permet d'étudier l'influence des activités humaines sur les processus fondamentaux gouvernant le fonctionnement des écosystèmes**

### Cartographie des activités humaines en baie de Calvi



**Cliquer sur les pictogrammes pour ouvrir les liens internet**

- Zone d'interdiction au mouillage pour les navires supérieurs à 24 m
- Zones de prélèvement pour les aéronefs amphibies chargés de la lutte contre les incendies de forêt
- Réseau hydrographique

- Activités humaines :**
- Cantonnement de pêche de la Revellata
  - Sites de plongée sous-marine
  - Mouillage forain
  - Emissaire de station d'épuration
  - Zone de Mouillage et d'Equipements Légers (ZMEL)
  - Ferme aquacole de Spanu
  - Embouchure du Fiume Seccu
  - Enlèvement des banquettes de Posidonie

- Biocénoses marines :**
- Herbier de Cymodocée
  - Herbier de Posidonie
  - Matte de Posidonie
  - Roches à algues infralittorales
  - Coralligène
  - Substrats meubles
  - Substrats artificiels

**Source :**

- STARESO (Programme STARECAPMED)
- Seaviews, 2018 et 2021 ; Andromède océanologie, FRECO1ab 2018 (Biocénoses marines)
- SHOM/IGN, 2013 (trait de côte histolitt v2)

**Système de coordonnées :**  
WGS 84 / EPSG 4326



Cartographie des activités humaines en baie de Calvi; cliquer sur les pictogrammes pour ouvrir les liens Internet correspondants

# STARESO: 50 ANS DE TRAVAUX SCIENTIFIQUES MULTIDISCIPLINAIRES



1970



2024

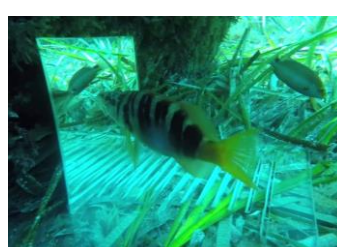
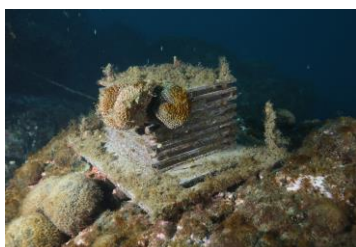
STARESO offre un **accès privilégié à la mer**, permettant le déploiement de suivis et d'expérimentations sur site. L'ensemble des connaissances, des travaux scientifiques et des données générées **depuis la création de la station dans les années 1970** offre un site au **contexte environnemental connu** tout en inscrivant l'acquisition de nouvelles données dans une **perspective de long terme** en réactualisant la masse de données historiques.



**STARECAPMED permet d'inscrire les travaux scientifiques sur le long-terme en tant qu'outil d'observation des tendances, du changement climatique et d'évènements conjoncturels ponctuels tout en offrant un cadre environnemental connu propice à l'interprétation efficace des phénomènes observés**

# UN SITE ATELIER AU RAYONNEMENT INTERNATIONAL

STARECAPMED inclut également un **site atelier**. En effet, sur financement STARECAPMED, STARESO met à disposition la logistique (bateaux, instruments, plongeurs, locaux), des techniciens et du personnel scientifique pour des projets profitant indirectement à l'enrichissement des connaissances acquises dans le cadre de STARECAPMED. C'est ainsi que la baie de Calvi, via STARECAPMED, constitue un site d'étude privilégié accueillant les chercheurs mais aussi les étudiants d'un grand nombre de partenaires académiques du monde entier ainsi que de bureaux d'études et autres institutions au service des sciences et études marines.



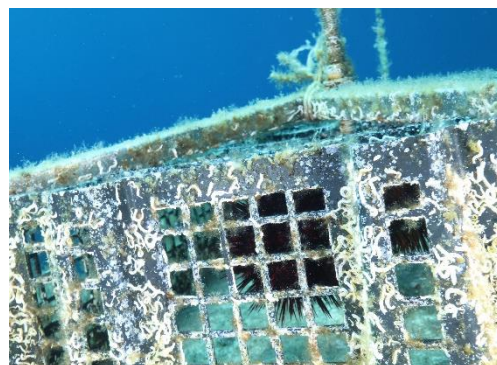
## Un site atelier source de synergies vertueuses

La notion de site atelier réfère à une dynamique de **synergie vertueuse** dans laquelle les chercheurs extérieurs peuvent bénéficier d'un site de référence pourvu d'un ensemble de suivis réguliers et **de la mise en commun de séries temporelles**, tout en participant à **l'enrichissement des connaissances sur les écosystèmes marins** ainsi que leurs interactions avec les facteurs extérieurs dont les pressions anthropiques. Par conséquent, cette dynamique contribue également indirectement à l'enrichissement du projet STARECAPMED.

Les thématiques de recherches réalisées à STARESO par les chercheurs et équipes extérieures à la station sont **très diversifiées**. STARESO contribue par une mise à disposition de la donnée, un appui technique ou/et une aide à la réflexion scientifique.

Parmi les travaux hébergés, voici quelques exemples récents :

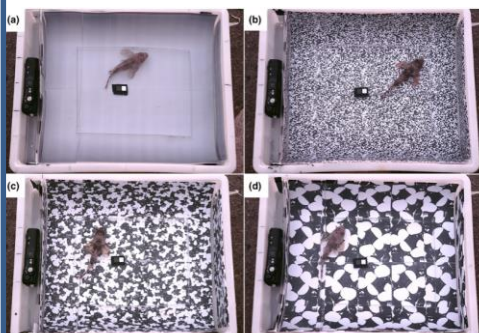
Thèse portant sur  
l'« Evaluation des contaminations en éléments traces et leurs effets sur les stades larvaires et adulte de *Paracentrotus lividus* »  
El Idrissi, O. (2022);  
Université Pascal Paoli et Université de Liège



Thèse en cours  
« Symbiocean : process of underwater mineral accretion and its sympoietic potential for the ecological formation of marine habitats » ;  
Zurich University of the Arts & University of Art and Design Linz



Plusieurs thèses différentes portant sur l'écologie sensorielle et la biologie évolutive et comportementale des animaux;  
University of Tübingen



Scorpionfish rapidly change colour in response to their background (John et al., 2023)



A context analysis of bobbing and fin-flicking in a small marine benthic fish (Santon et al., 2022)














# STARECAPMED

L'ensemble des travaux scientifiques réalisés dans le cadre du projet STARECAPMED sont compartimentés en une multitude d'axes de recherche et de travaux qui s'interconnectent. De plus, le projet se veut **évolutif** avec des axes de recherche évoluant au grès des avancées technologiques, méthodologiques et des pressions émergentes.

## 2012

-  1 Suivi du cadre hydrographique et physico-chimique
-  2 Suivi et quantification des pressions anthropiques
-  3 Ecosystème planctonique
-  4 Benthos de substrat meuble
-  5 Benthos de substrat dur et faune vagile
-  6 Zones protégées, espèces nouvelles et recrutement
-  7 Magnoliophytes marines
-  8 Mouillages et processus d'altération des herbiers à *Posidonia oceanica*
-  9 Ecotoxicologie, polluants émergents
-  10 Bilan CO2 des écosystèmes

## 2023

-  1 Météorologie
-  2 Courantologie
-  3 Hydrologie et physico-chimie de la colonne d'eau
-  4 Phytoplancton et zooplancton
-  5 Herbiers de Posidonies
-  6 Association algale
-  7 Benthos de substrat meuble
-  8 Benthos de substrat dur
-  9 Peuplements ichthyologiques
-  10 Recrutement et zone protégée
-  11 Bilan CO<sub>2</sub>
-  12 Quantification de la pression anthropique
-  13 Ecotoxicologie et chaîne trophique
-  14 Pollutions plastiques et microplastiques
-  15 Restauration écologique
-  16 Bancarisation et analyse de données
-  17 Transmission de l'information, communication
-  18 Site atelier

## AVERTISSEMENT

Le présent rapport ne peut, à lui seul, refléter toute la richesse du projet STARECAPMED. En 11 ans, STARECAPMED a généré plusieurs centaines de milliers de données alimentant une grande variété de thématiques de recherche.

Afin de rester lisible, il a été choisi d'articuler ce rapport 2022-2023 autour d'exemples ou de synthèses de travaux classés par grands compartiments écosystémiques ou domaines de recherche ou activités humaines :

- **Climat & cadre hydrographique.....15**
- **La faune ichthyologique.....29**
- **L'herbier (et les banquettes) de Posidonie.....51**
- **Le benthos de substrats durs.....68**
- **Le benthos de substrats meubles.....77**
- **La fréquentation plaisancière.....84**
- **Des observations remarquables.....94**
- **Sensibilisation & communication.....101**



# CLIMAT & CADRE HYDROGRA PHIQUE



# CLIMAT & CADRE HYDROGRAPHIQUE



Véritable **colonne vertébrale de tout milieu marin** interconnectant les dynamiques pélagiques et benthiques, la **colonne d'eau**, caractérisée par un large panel de phénomènes physico-chimiques et biologiques, joue un rôle **déterminant sur la fonctionnalité écologique, le maintien de la biodiversité, et celle de la qualité des milieux**. D'autre part, la colonne d'eau étant particulièrement **réactive et sensible aux variations climatiques et de circulation**, constitue une véritable **sentinelle** des variations environnementales. Le suivi du cadre hydrographique apparaît ainsi comme primordial à une interprétation efficace des phénomènes observés au sein

du règne animal et végétal et notamment de ceux étudiés dans le cadre des autres axes de travail réalisés à STARESO. C'est ainsi que **STARESO réalise le suivi à haute résolution temporelle et spatiale d'une multitude de paramètres physico-chimiques et planctoniques, y compris météorologiques, le climat affectant directement les dynamiques de la colonne d'eau.**

Au vu du contexte actuel, une analyse détaillée de la température de l'eau ainsi que d'un évènement météorologique inédit sont proposées au sein de ce rapport.

## Sélection d'aspects présentés

**ANALYSE DÉTAILLÉE DE  
DU L'Augmentation  
DE LA TEMPÉRATURE  
DE L'EAU**

**UN NOUVEL OUTIL DE  
PREDICTION  
D'ÉPISODES  
MÉTÉOROLOGIQUES  
PARTICULIERS ?**

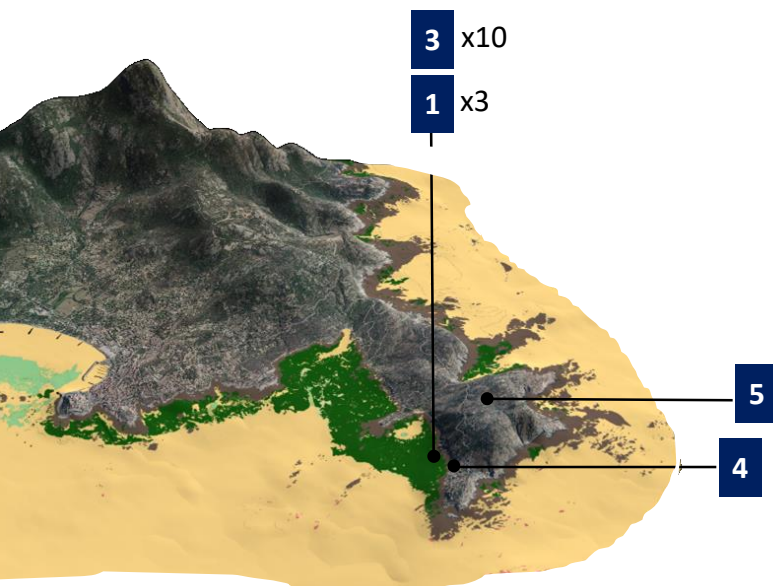
## Des suivis en continu : enregistreurs fixes

Un suivi en continu est assuré par la mise en place de capteurs et systèmes d'enregistrements en continu sous l'eau (devant et au sein du port de STARESO et à la Revellata) mais aussi sur terre dont la fréquence d'enregistrement de la donnée varie de 10min à 1h selon les paramètres considérés.

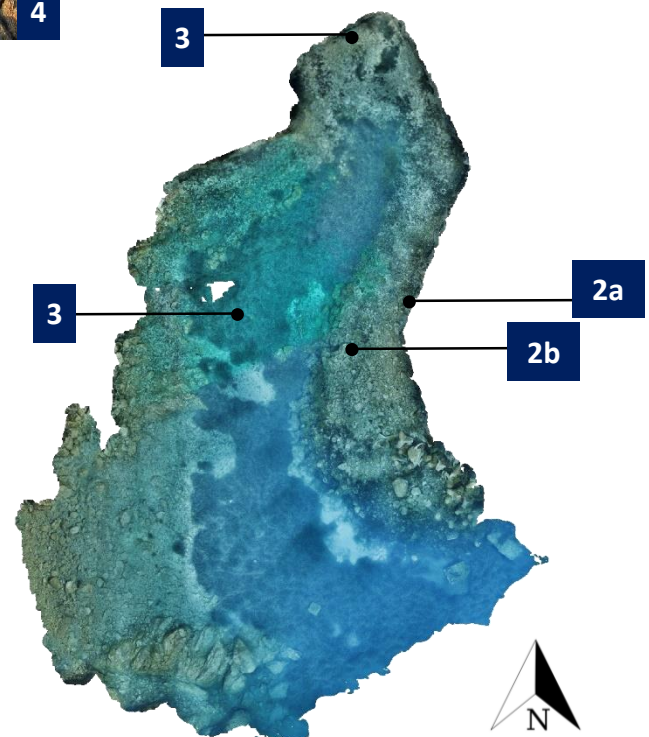
### Exemple de matériels utilisés pour le suivi en continu



- 1 Optodes puis miniDOT mesurant l'oxygène dissous à 3 profondeurs différentes;
- 2 Loggers de pression et température de l'eau à 3m de type a) Onset HOBO et b) sonde mJK connectée à un serveur;
- 3 Loggers de température et d'irradiance installés à 5 stations différentes, au-dessus et à la base de l'herbier à chaque station soit à 10 profondeurs différentes allant de 1m à 38m;
- 4 Station météorologique enregistrant 17 paramètres différents sur la pointe de la Revellata.



Cartographie 3D de la  
Pointe de la Revellata



Orthophotographie du port de STARESO

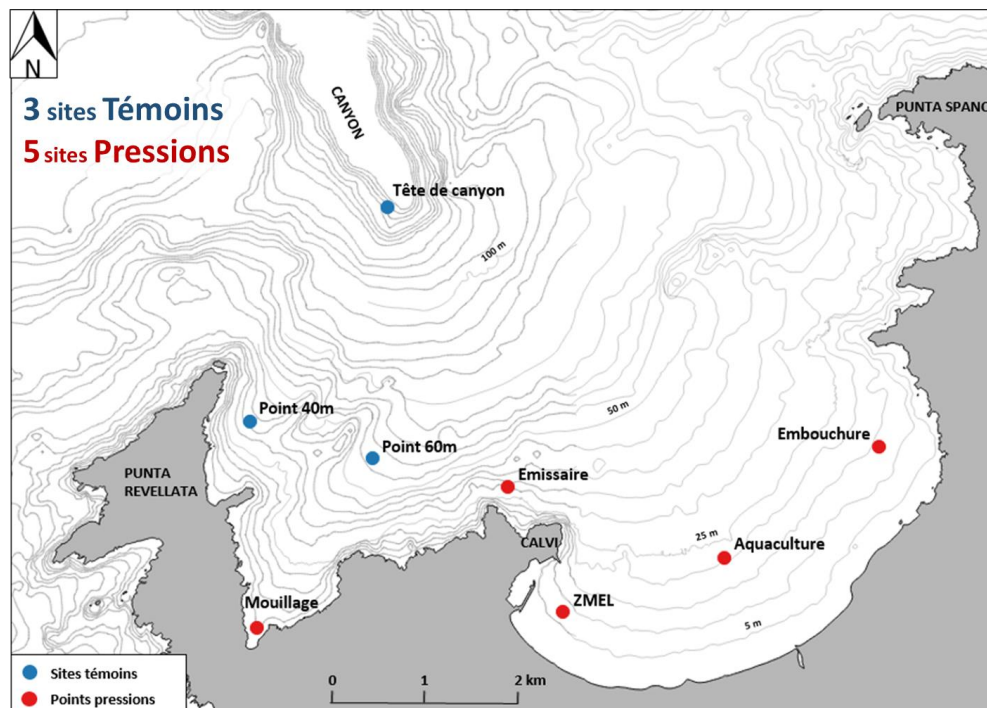


## Des suivis réguliers : campagnes en mer

Un suivi régulier du cadre physico-chimique et planctonique est réalisé via des campagnes en mer à raison de **deux campagnes par mois toute l'année. Soit 387 campagnes de 2012 à 2023.**

De plus, un trait horizontal de zooplancton est réalisé de façon hebdomadaire au niveau du site témoin Point 40m.

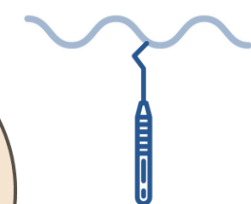
Ces prélèvements de données font suite à une acquisition de données ayant débuté avant le commencement de STARECAPMED (2012), permettant ainsi d'inscrire la donnée acquise dans un contexte temporel plus large.



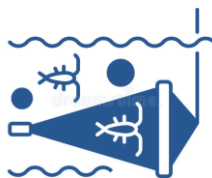
Ensemble des 8 sites échantillonnés deux fois par mois toute l'année en bateau depuis 2012

Inventaire de l'effort d'échantillonnage concernant les paramètres physico-chimiques et planctoniques de la colonne d'eau dans le cadre de STARECAPMED (2012-2023) et depuis le début des acquisitions de la donnée (antérieure à 2012)

387  
campagnes en mer



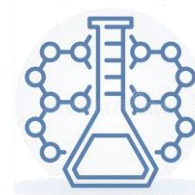
Profils de sonde  
multiparamétriques



Traits de  
zooplancton



Prélèvements de  
phytoplancton



Dosages de  
nutriments

2012- 2023	2 687	754	2 890	14 450
Série temporelle complète (avant 2012)	2 703 (depuis 1979)	1 450 (depuis 2003)	5 909 (depuis 1979)	17 875 (depuis 1988)

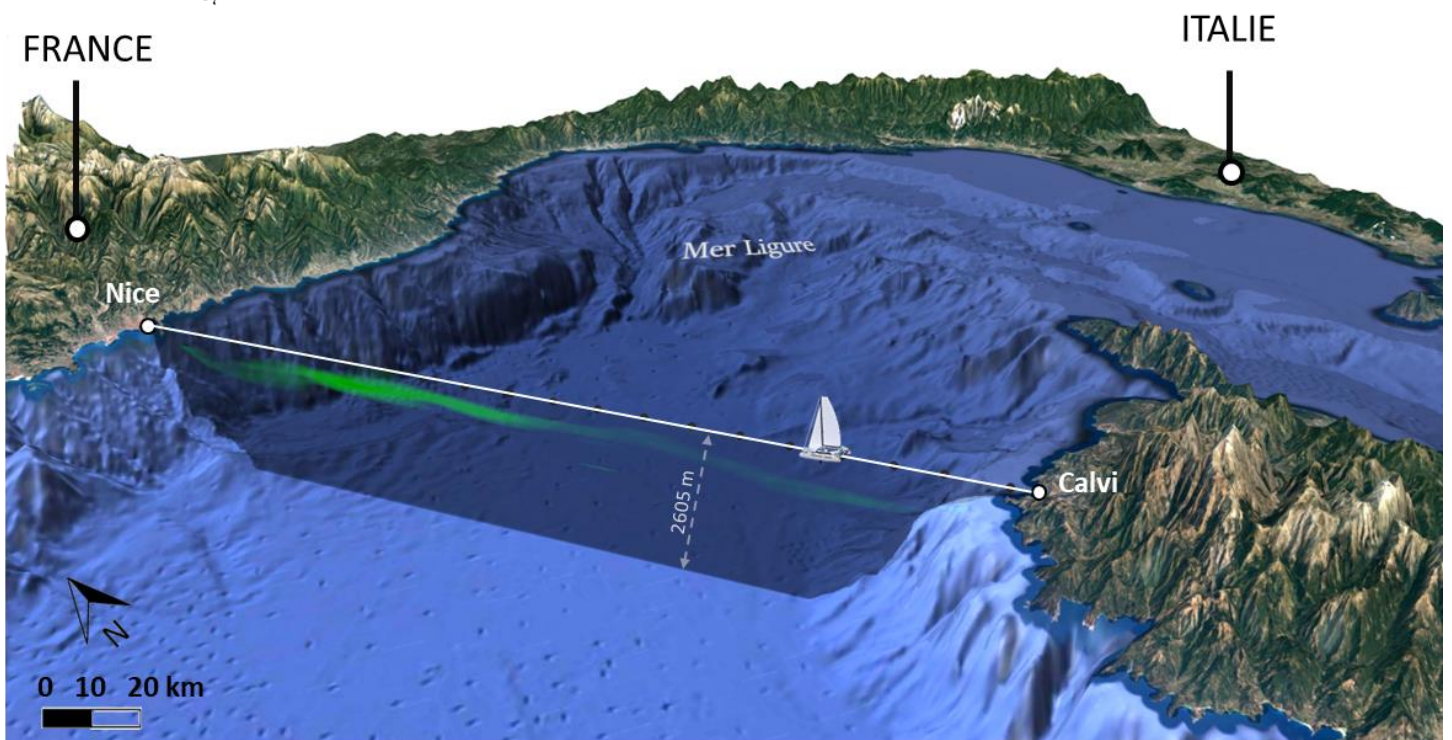
La complémentation des enregistrements en continu avec la collecte de données via les suivis réguliers en mer permet ainsi :

- 1) De définir les dynamiques de la colonne d'eau, véritable colonne vertébrale structurant le milieu marin. La caractérisation de paramètres majeurs du cadre hydrographique et climatique de la baie permet d'appréhender le fonctionnement de celle-ci, et ainsi de contextualiser et interpréter des phénomènes et tendances observées mais aussi de mieux discriminer les impacts imputables aux pressions anthropiques de celles imputables aux processus naturels ou du changement climatique.
- 2) D'identifier les évolutions et les tendances de la colonne d'eau sur le long-terme mettant en évidence et quantifiant certains aspects du changement climatique, ce qui finalement permet la considération d'impacts engendrés sur les écosystèmes nécessaire à l'encouragement et à la formulation de dynamiques d'adaptation;
- 3) D'assurer une vigilance sur les évènements conjoncturels et ponctuels allant de phénomènes météorologiques violents tels que les médicanes à des évènements de canicules sous-marines.



#### CAP SUR L'EXPORTATION :

l'expertise générée via ces années de suivis est désormais exportable et exportée vers d'autres sites autour de la Corse, à la fois sur des zones côtières comme hauturières.



Radiale Nice-Calvi réalisée en mai 2023 : une coupe transversale de la colonne d'eau au niveau de la radiale montre la distribution des concentrations en chlorophylle *a* (en vert).

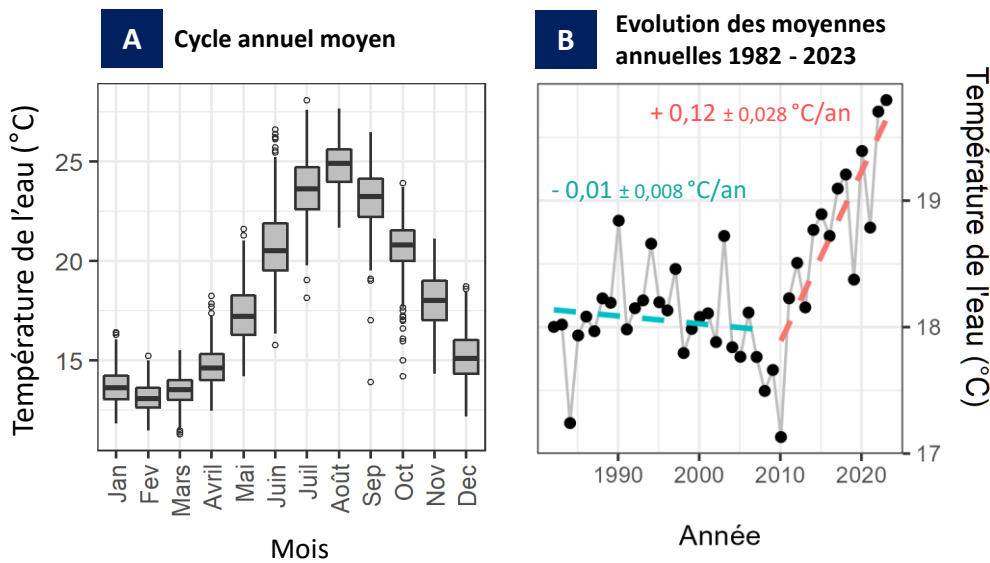
# LA TEMPERATURE DE L'EAU

## Température de l'eau : 42 ans de données à haute fréquence

La température de l'eau en subsurface (-3 m) est enregistrée depuis octobre 1981 dans le port de STARESO et présente une moyenne de 18,2°C avec un record de 28,9°C à -3 m (30,1 °C à -1 m) (août 2022) et un minimum de 11,0 °C (mars 2010). Tout comme la température de l'air, les mois d'août et de février représentent respectivement les mois les plus chauds et froids. Bien qu'une **tendance générale de +0,021 °C/an caractérise les 4 décennies** d'observations, celle-ci n'est pas linéaire et présente une rupture nette des tendances en 2010, notamment expliquée par une période particulièrement froide de mars 2007 à mai 2011. Celle-ci est synchrone avec une phase négative prolongée des Oscillations Nord-Atlantiques (NAO), soulignant l'influence de ce système climatique de large échelle même sur la Méditerranée nord-occidentale.

Depuis 2010, le réchauffement est quasiment 6 fois supérieur (+0,12 °C/an) à celui des 4 dernières décennies et notamment par un réchauffement des étés de +0,16 °C/an en particulier le mois de juin (+0,4 °C/an).

**Tendances générales et saisonnières (test de Mann Kendall & pente de Sen) et moyennes des températures à -3m.**



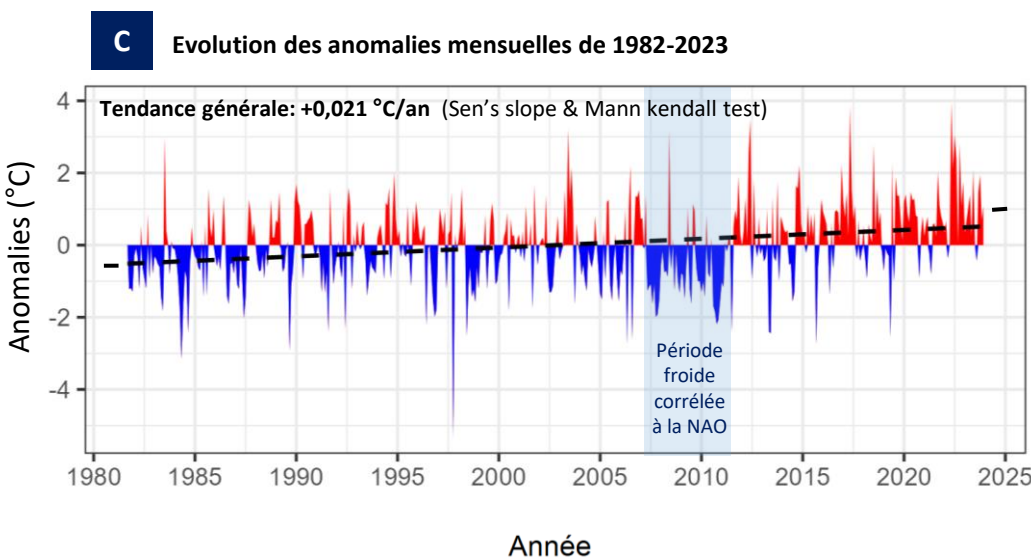
Périodes	Tend. °C/an	Temp. moy.
1982-2023	0,02	18,18
1982-2010	-0,01	18,03
2010-2023	0,12	18,65
2010-2023	Printemps	0,07
	Eté	0,16
	Automne	0,13
	Hiver	0,10

Moyenne annuelle de 18,2 °C avec un maximal saisonnier en août et un minimal en février

Augmentation générale de +0,021 °C/a

Réchauffement accru depuis 2010 (0,12 °C/an) surtout de l'été (0,15 °C/an)

Période froide de 2007 à 2011 corrélée à la NAO



## Des évènements extrêmes : les vagues de chaleur marine

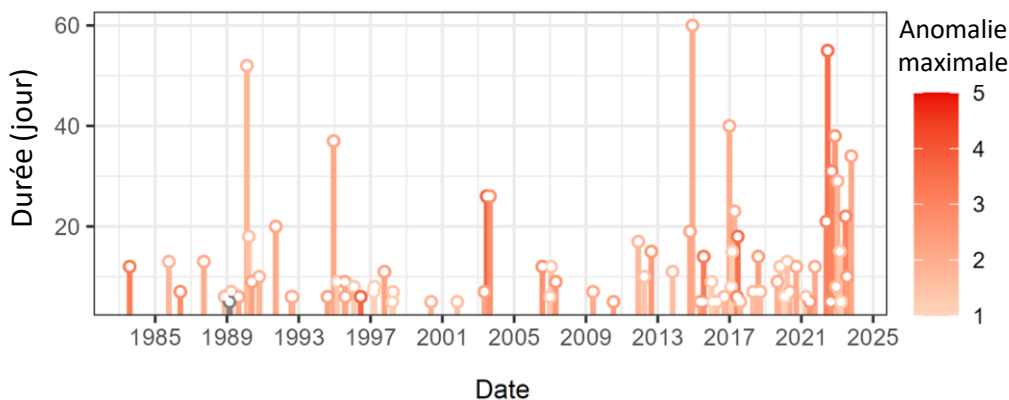
Outre l'augmentation générale de la température de l'eau, des vagues de chaleurs marines, définies comme des **périodes de fortes anomalies thermiques positives** (Hobday et al., 2016), constituent également un autre aspect du réchauffement marin. Ces canicules ont principalement lieu en été (surtout en août) mais peuvent en somme survenir toute l'année.

- Depuis 1982, 83 évènements de canicules ont été identifiés représentant une durée cumulée de 1120 jours avec des anomalies positives allant de +1 à +4,5 °C et une durée allant de 5 à 60 jours consécutifs (Fig. A).
- L'une des vagues de chaleur marine les plus conséquente a été celle de l'été 2003, dépassant de 4,5 °C la moyenne climatique et ce durant 33 jours consécutifs (Garrabou et al., 2009). Cependant, 2022 constitue une **année record** en termes de jours cumulés de canicules (187 jours contre 59 en 2003), d'anomalies maximales de plus de 3 °C (contre 4,5 °C en 2003) et de températures maximales records (Fig. B) ayant engendrées des **évènements de mortalités massives** (Fig. C) (Estaque et al., 2023)
- Le nombre de jours de canicule depuis 1982 augmente d'environ 6 jours de plus par décennie soit 2x fois plus que les augmentations

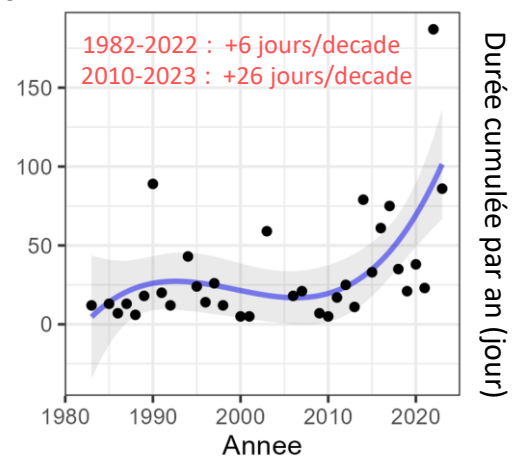
calculées à l'échelle de la Méditerranée 1982-2020 (Hamdeno & Alvera-Azcarate, 2023). Cette tendance est multipliée par plus de 4 fois depuis 2010 avec une augmentation de 26 jours/décade.



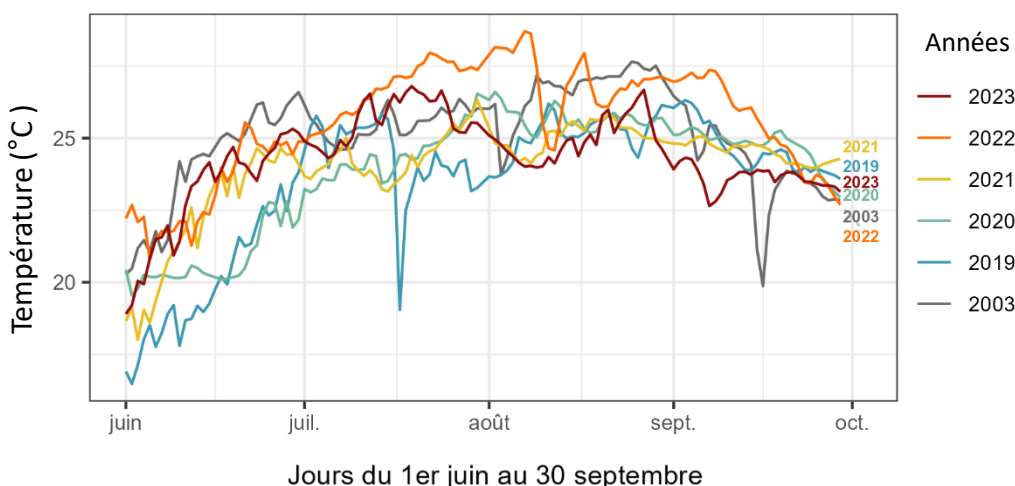
**C** Éponge nécrosée suite à l'été 2022



**A** Événements de vagues de chaleur marine 1982 – 2023. Les anomalies maximales représentent la différence maximale avec la moyenne climatique



**D** Evolution du nombre de jour de vagues de chaleur par an



**B** Comparaison des températures estivales (du 1<sup>er</sup> juin à 30 septembre) des années 2019 à 2023 et 2003

83 vagues de chaleur marines depuis 1982

+6 jours de canicules par décennie depuis 1982

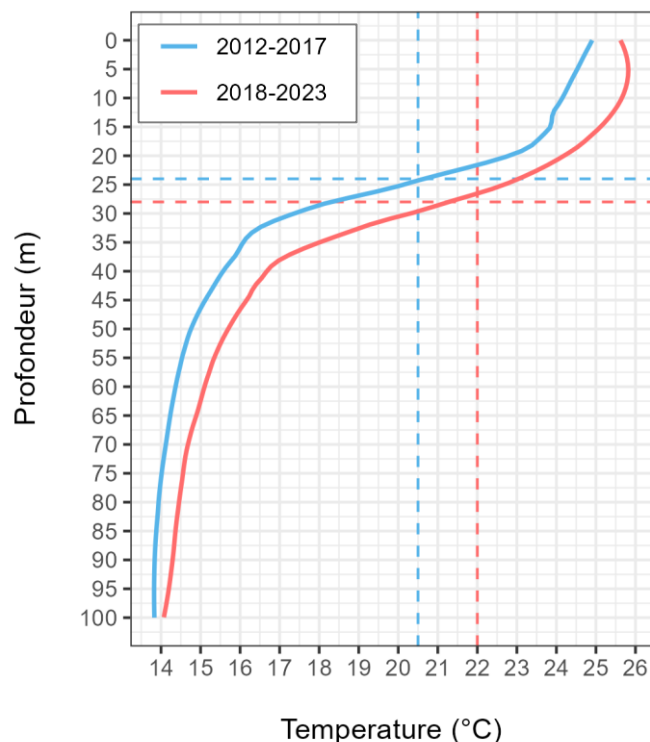
2003 et 2022 sont des années records

## Une thermocline qui s'enfonce

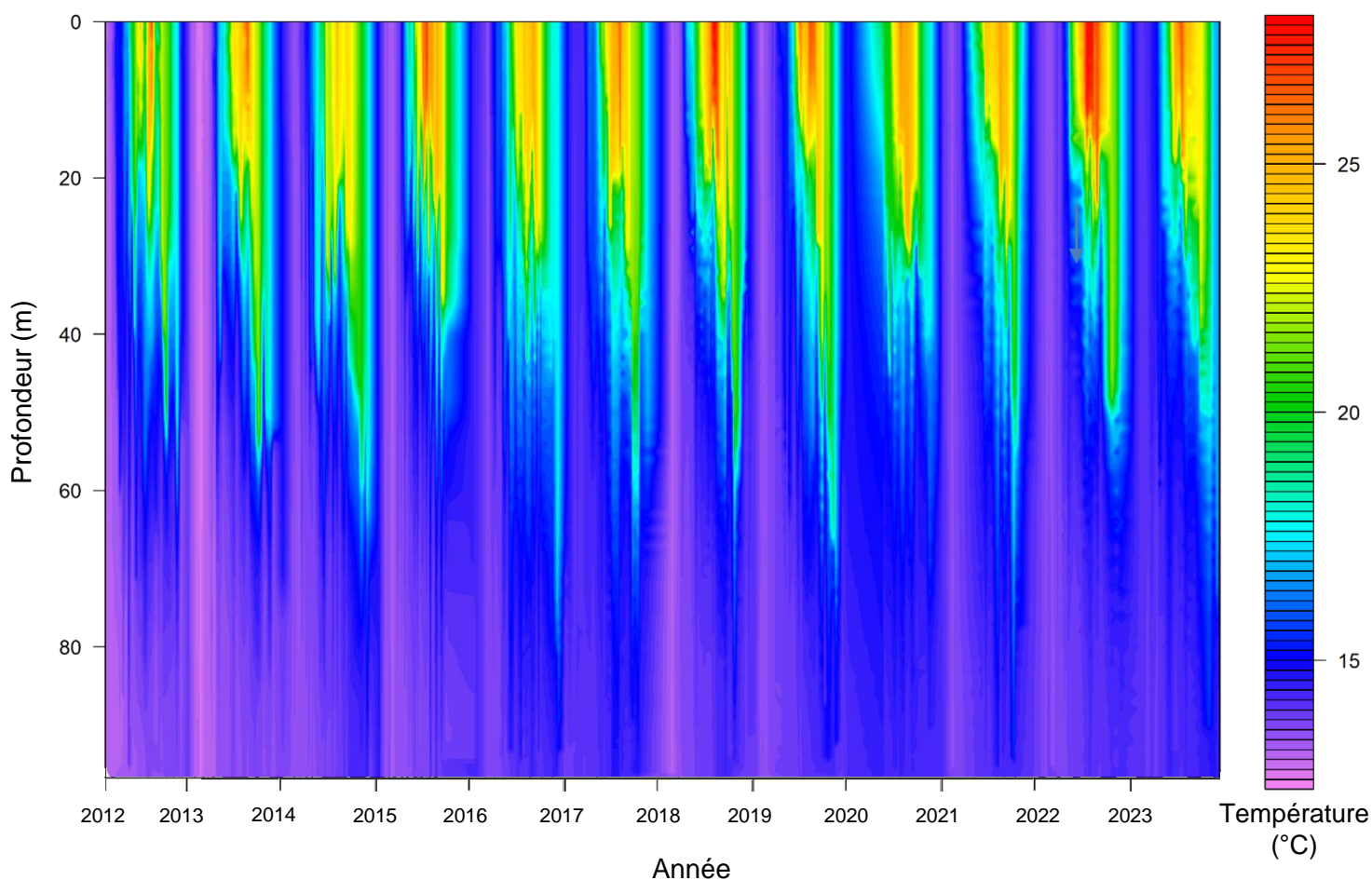
Au sein de la baie, la température de la colonne d'eau est mesurée à 7 sites différents dont les profondeurs varient entre 5 m et 120 m.

Le point de suivi sur 100 m "Tête de canyon" présente des caractéristiques océaniques malgré sa relative proximité à la côte. En effet, situé à l'entrée de la baie et proche de l'ouverture d'un canyon sous-marin (p.6), il est représentatif de masses d'eaux plus profondes, notamment celles remontant par le canyon et alimentant ainsi la baie avec des eaux riches en nutriments.

L'analyse des 371 profils de sonde effectués à ce site depuis 2012 révèle notamment un **approfondissement de la thermocline**, au mois de juillet, septembre et, surtout, août. En effet, les thermoclines moyennes de 2012 à 2017 sont en moyennes 4 m plus profondes que celles de 2018 à 2023 pour le mois d'août

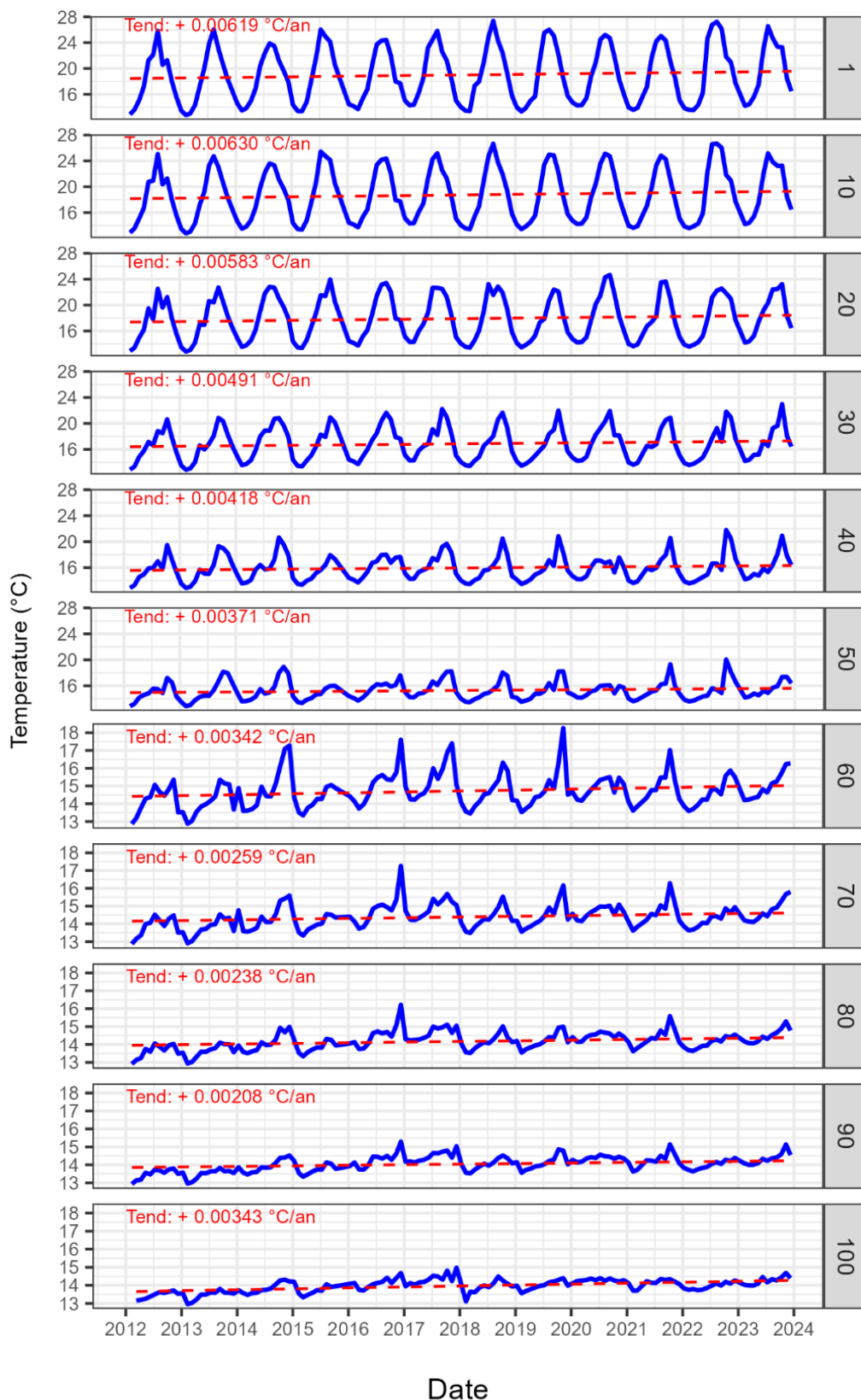


Evolution des profils moyens de température d'août (les thermoclines sont indiquées en pointillés horizontaux)



Evolution de la température sur les premiers 100m au point Tête de canyon intégrant 371 profils de sonde réalisés de 2012 à 2023

## Des tendances différentes en fonction de la profondeur



Les tendances depuis 2012 caractérisant les séries temporelles de la température de l'eau varient en fonction de la profondeur le long des 100 premiers mètres.

Bien que les réchauffements soient maximaux pour les 10 premiers mètres (0,062 °C / décennie), une tendance significative à l'augmentation caractérise également les eaux profondes à 100 m. Cependant, cette augmentation n'est que de l'ordre de 0,034 °C par décennie.

Approfondissement de la thermocline l'été, surtout en août, de plus d'1 m/an

Tendances de réchauffement hétérogènes le long de la colonne d'eau (0 – 100 m) avec un réchauffement de 0,0034 °C/an à 100 m

Evolutions 2012-2023 de la température de l'eau (bleu) à TC100 en fonction de la profondeur (1 m à 100 m) superposées aux tendances (rouge) calculées après désaisonnalisation bimensuelle des séries temporelles. A noter que 2 échelles différentes sont communes aux profondeurs 1 m – 50 m et 60 m – 100 m.

# LIEN ENTRE LA TEMPERATURE ET UN EVENEMENT INEDIT

## Derecho du 18 août 2022: un évènement inédit

Le 18 août 2022, la Corse a été frappée par une tempête exceptionnelle avec des rafales de vents de 225 km/h à Marignana ou 197 km/h à Calvi. De telles valeurs de rafales n'avait jamais été observées auparavant en métropole. Cet évènement, dont l'intensité tout à fait exceptionnelle n'avait pas pu être anticipée pour différentes raisons, a laissé derrière lui cinq victimes (en Corse) et des dégâts considérables.

Ce phénomène exceptionnel a pu par la suite être qualifié de « **derecho** », une ligne de grain en forme d'arc étendu associée à des vents très violents et se déplaçant rapidement pendant plusieurs heures.



Les mécanismes sous-jacents à cet évènement inédit seraient une combinaison de facteurs météorologiques avec 1) une masse d'air très chaude et humide qui s'était accumulée dans les basses couches de l'atmosphère depuis plusieurs jours et 2) des eaux de surface extrêmement chaudes en Corse, mer Ligure et mer Tyrrhénienne, avec des températures dépassant les 29°C.

Ces conditions ont fourni une grande quantité d'énergie thermique à l'atmosphère, agissant comme un carburant pour intensifier les mouvements de convection, qui sont un mécanisme clé dans la formation et l'intensification des orages. Certains évènements, tels que les **médicanes**, sont d'ailleurs capables de faire chuter brutalement les températures de l'eau en absorbant l'énergie thermique disponible en mer (voir p26).



Les dégâts ont été particulièrement considérables au village de Girolata



Port de STARESO durant la tempête le 18 août à 9h19



Arrivée du mur tempétueux sur les Sanguinaires, Ajaccio, le 18 août à 7h45 avec des rafales sur place à 158 km/h (crédit photo : Paolini Photographie)

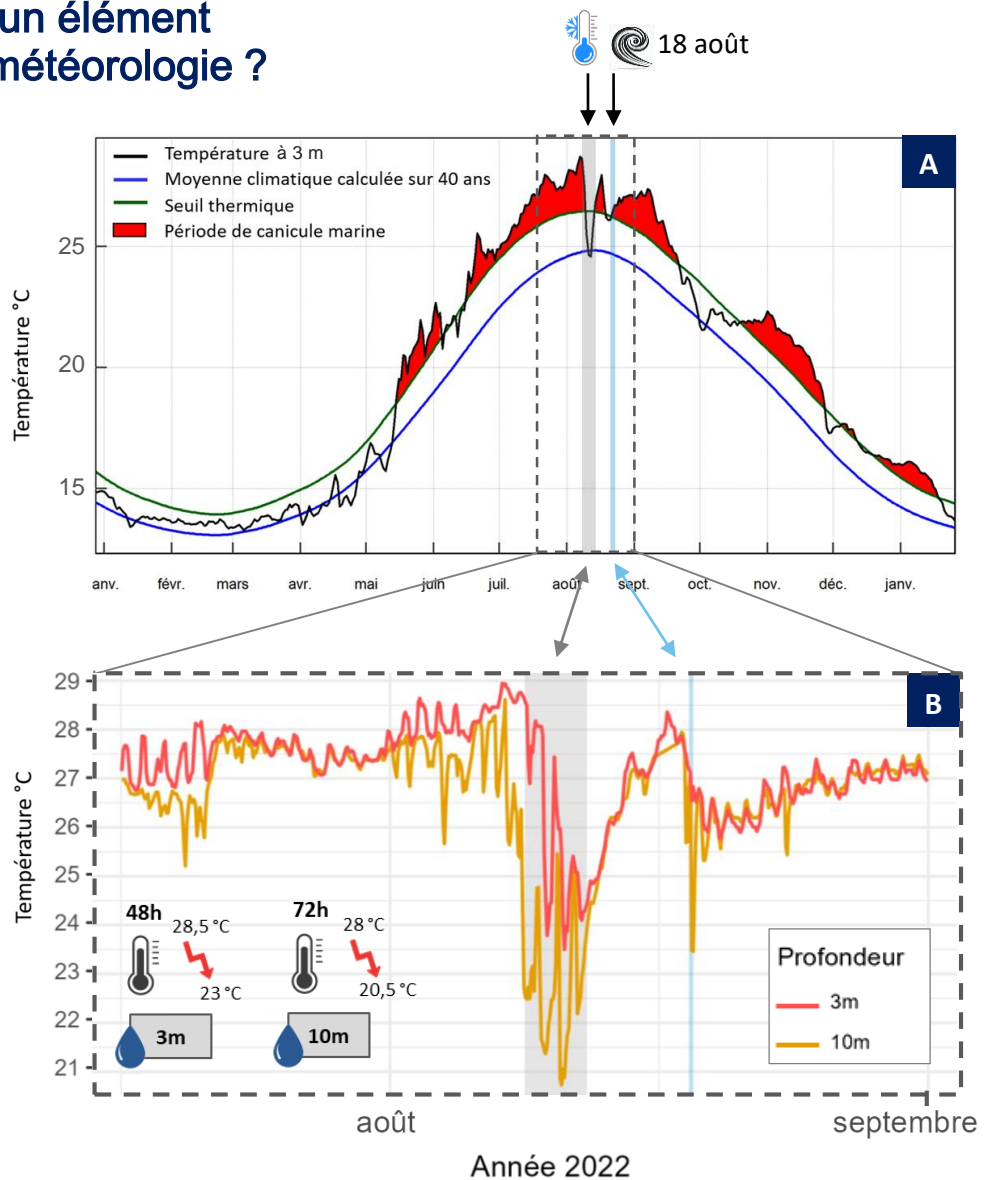
## La température de l'eau: un élément prédictif sous-estimé en météorologie ?

La mesure à haute résolution temporelle, sur le long-terme et à différente profondeur de la température de l'eau a permis de constater une chute brutale de la température de l'eau quelques jours avant l'évènement tempétueux du 18 août.

Plus précisément, la température de l'eau à 3 m et à 10 m a chuté de 5,5 °C en 48h (du 9 au 11 août) et de 7,5 °C en 72 h (du 8 au 11 août), respectivement.

En 42 ans d'acquisition continue de la température de l'eau en subsurface, il a été comptabilisé 9 évènements où la température de l'eau en subsurface a chuté d'au moins 5 °C en seulement 48 h. Ces chutes surviennent toujours entre juin et novembre et sont généralement liées à des coups de vent, refroidissant la température de l'eau en surface. Or aucun coup de vent particulier n'avait précédé cette chute, les vitesses de vent plafonnant à 30 km/h depuis le début du mois d'août.

Par ailleurs, certains de ces refroidissements brutaux sont directement engendrés par des évènements tempétueux, soit par les rafales de vent refroidissant les couches superficielles (bien que ça ne soit pas toujours le cas, exemple avec la tempête Adrian, voir page suivante), soit lorsque l'évènement tempétueux tire en partie son énergie de la température de l'eau en surface tel que lors du médicane survenu



■ Température de l'eau A) à 3 m sur l'ensemble de l'année 2022 avec les périodes de canicules marines calculées selon Hobday et al., 2016, B) moyennées toutes les 2h à 2 profondeurs différentes du 15 juillet au 31 août 2022; la période de chute de la température est grisée et l'évènement tempétueux du 18 août apparaît en bleu

en octobre 2015 (voir page suivante).

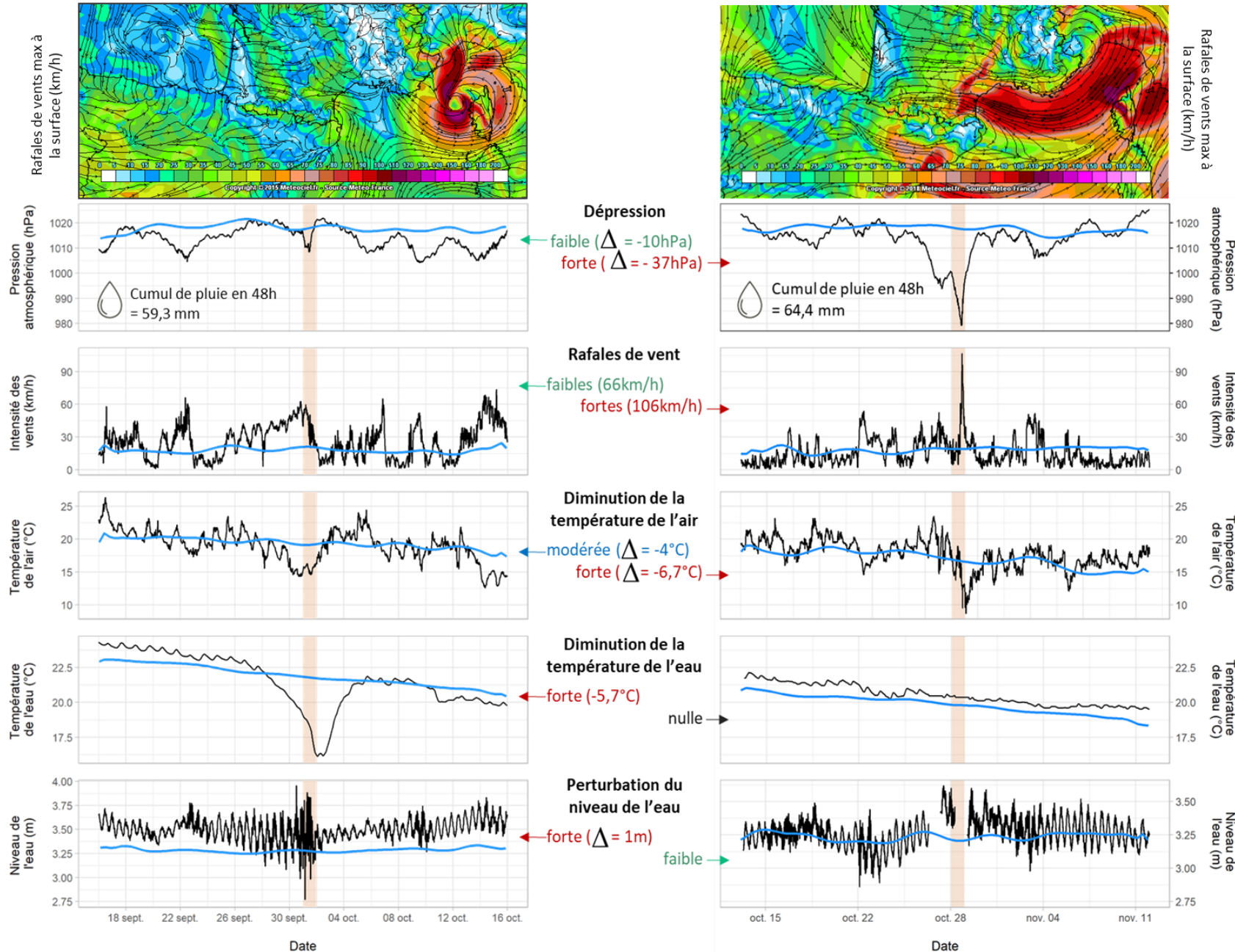
Quoiqu'il en soit, une analyse approfondie intégrant notamment des experts en météorologie et des données satellitaires est en cours. Celle-ci permettra de mieux comprendre cet évènement et surtout de définir si la surveillance de la température de l'eau pourrait à l'avenir constituer un outil prédictif de tels évènements inédits et difficilement prévisibles.

Une chute particulière de la température de l'eau avant une tempête exceptionnelle

La température de l'eau: un outil prédictif pour de tels évènements inédits et actuellement imprévisibles ?

2 Octobre 2015 : tempête de type médicane

29 Octobre 2018 : tempête Adrian



Comparaison de deux événements météorologiques remarquables tels qu'enregistrés à Calvi avec la mise en valeur du jour de l'évènement (zone rosée) et des caractéristiques de différents paramètres météorologiques et hydrographiques dont les moyennes à cette époque sont représentées par la ligne bleue.

Il est observé une absorption de l'énergie thermique marine lors du médicane en 2015, entraînant une chute de la température de l'eau. Ce phénomène n'est en l'occurrence pas observé lors de la tempête Adrian en 2018, bien que les rafales de vents étaient alors plus fortes.

# LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE



# LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE



La baie de Calvi, riche de sites emblématiques de plongée, d'une diversité d'habitats marins et de pressions localisées offre **des sites idéaux à l'étude des poissons**. Ainsi, **des comptages de poissons à haute fréquence** sont réalisés dans le cadre de STARECAPMED. Parallèlement, une connaissance générale concernant l'écologie de cette faune est continuellement alimentée

par des études plus ponctuelles concernant les dynamiques trophiques, écotoxicologiques (p.90-91), comportementales ou bien de cycles de vie. Enfin, de la donnée concernant ce compartiment biologique est également récoltée via des embarquements avec des pêcheurs professionnels et plaisancier, cette pratique étant le fruit d'une relation de confiance de longue date entre pêcheurs et STARESO.

## Sélection d'aspects présentés

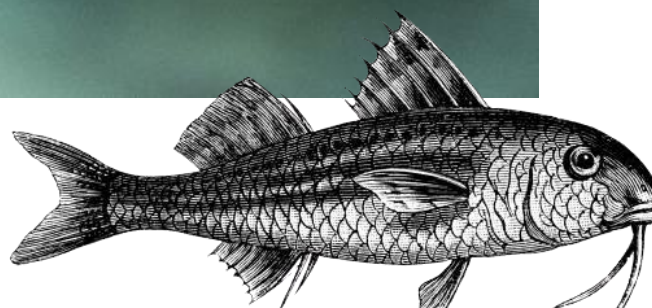
**SUIVI DU PEUPEMENT  
DE POISSONS AVEC UN  
FOCUS SUR LE MEROU**

**OUTIL DE PHOTO-  
RECENSEMENT**

**UNE THESE DE  
DOCTORAT**

**RESEAU RESPIRE**

# LES PEUPLEMENTS DE POISSONS



## Suivi des peuplements ichthyologiques

Des changements dans les assemblages de poissons peuvent refléter l'effet des **facteurs environnementaux et anthropiques**, tels que le changement climatique, la pêche, la pollution, les espèces invasives, etc. Il est donc fondamental **d'évaluer l'état de santé du compartiment ichthyologique** en baie de Calvi et d'étudier l'influence des pressions qu'il

subit. **Des comptages visuels en plongée** de poissons sur des sites présentant des caractéristiques et pressions distinctes sont ainsi réalisés depuis 2012 dans le cadre du projet STARECAPMED.

Un bilan, certains résultats marquants ainsi qu'un focus sur une espèce emblématique, le mérrou brun, sont présentés.



# Bilan des suivis de 2012 à 2023

Depuis 2012 les comptages visuels sont réalisés :

- sur 3 sites au sein de la baie de Calvi;
- chaque année d'avril à octobre à raison de 1 à 2 comptages par mois et par site;
- avec une évolution de la méthode de comptage :

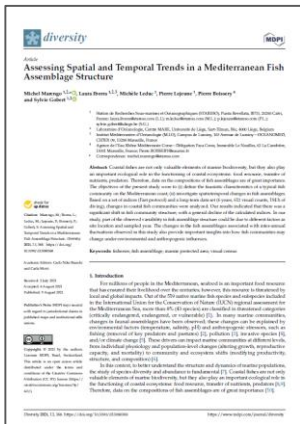


314 plongées en binômes  
1862 comptages de 15min  
soit 466 h de comptages  
avec de la donnée sur  
61 espèces différentes

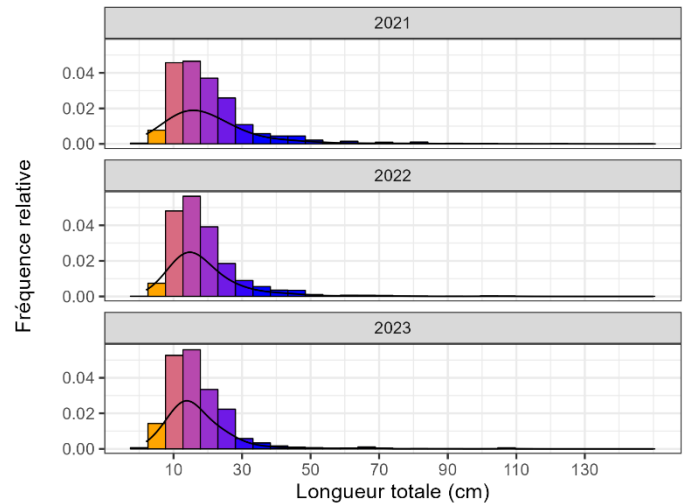


Comptage selon la méthode FAST (Fish Assemblage Survey Technique) (Seytre & Francour, 2009), recensant une sélection de 28 espèces d'intérêt (avec un dénombrement depuis 2017) et permettant le calcul de différents indices

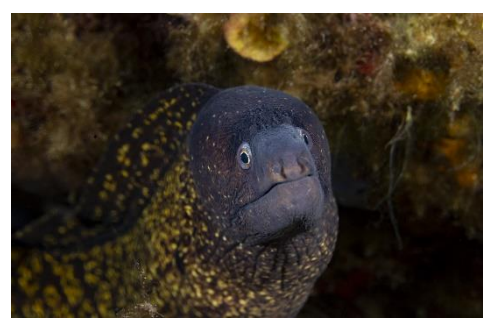
Recensement de 28 espèces puis exhaustif des espèces (>2022) de la taille des individus & recensement du comportement du mérour



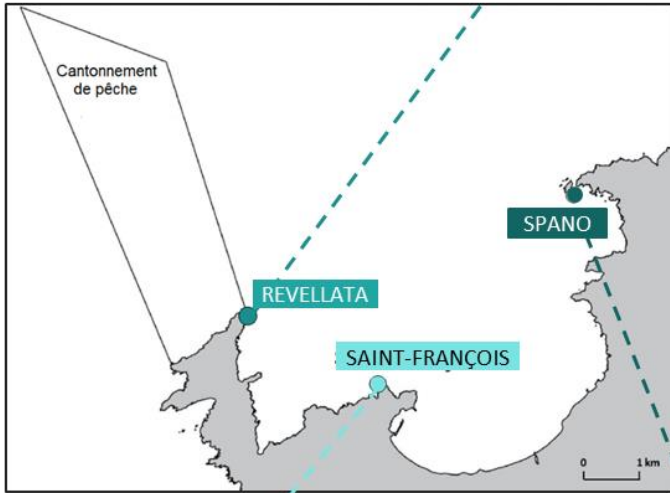
La méthode FAST a permis le calcul de plusieurs indices reflétant les densités, structures trophiques et tailles des poissons. L'étude de la structure des populations de 2012 à 2017 sur base des indices FAST a été publiée par Marengo et al., 2021.



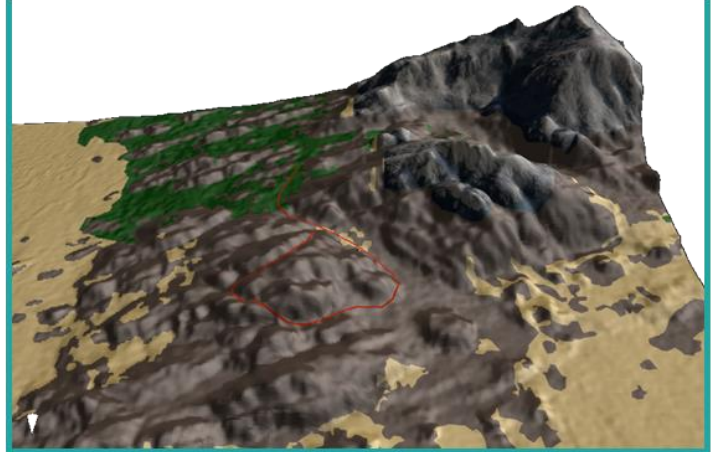
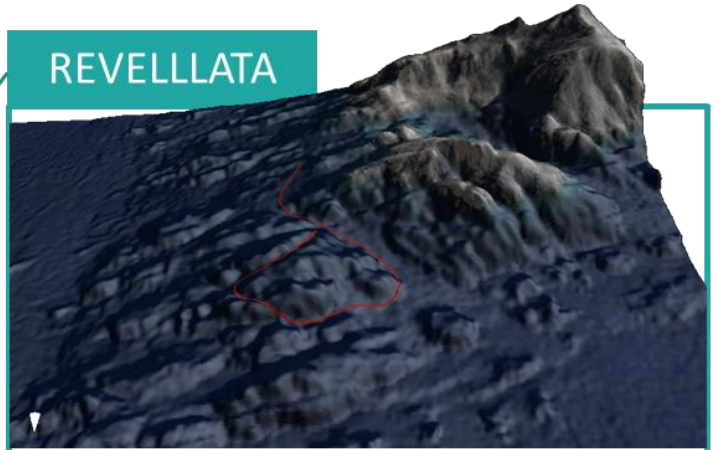
Exemple d'évolution des structures de taille pour une population de poissons de la baie de Calvi composée de 19 espèces avec au moins 20 individus recensés.



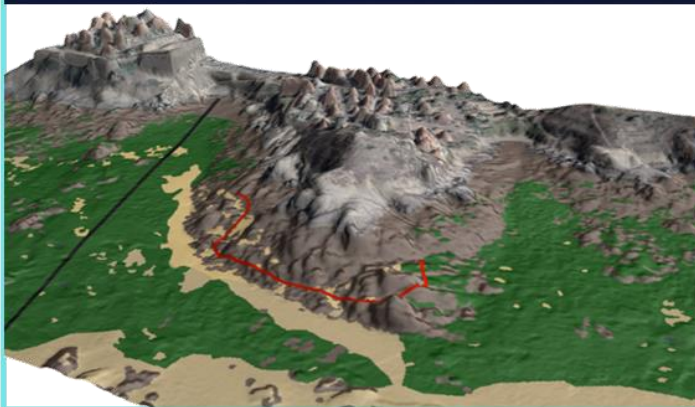
Cartes avec (haut) et sans (bas) la nature du substrat des trois sites de suivi des peuplements de poissons en comptage visuel. Le parcours réalisé en chaque site est représenté en rouge.



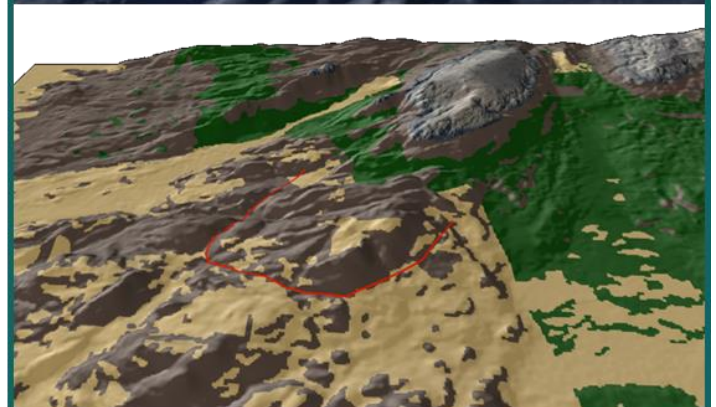
REVELLATA



SAINT-FRANÇOIS



SPANO



Substrats:



Herbier à *Posidonia oceanica*

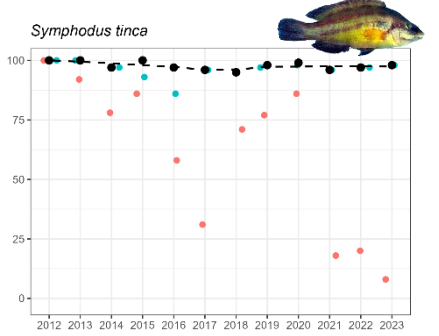
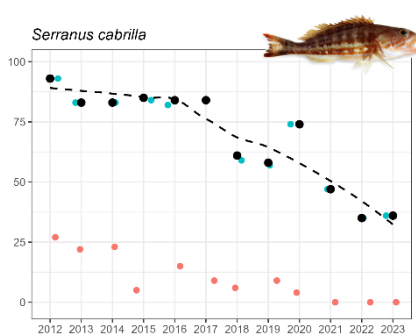
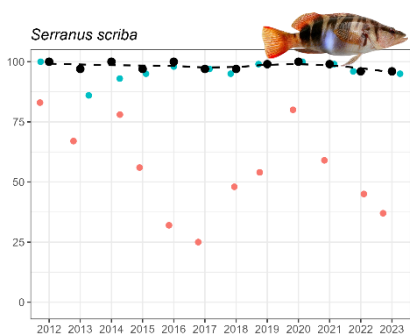
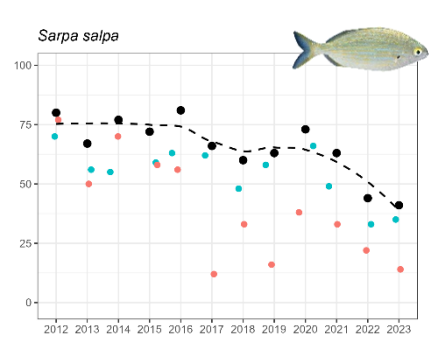
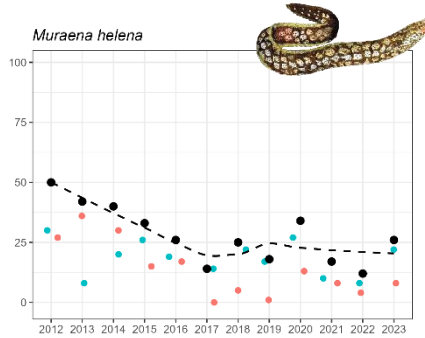
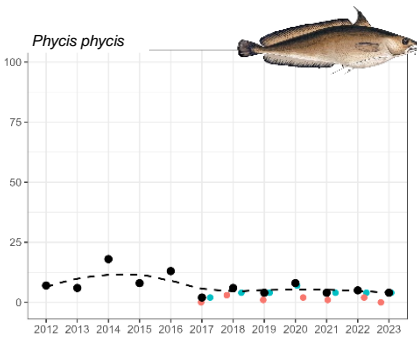
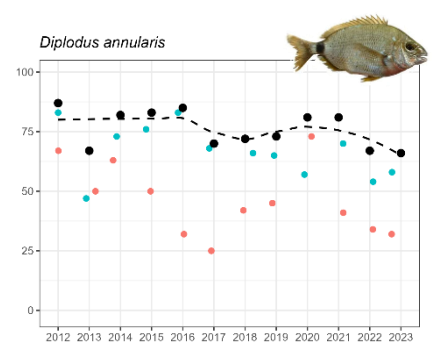
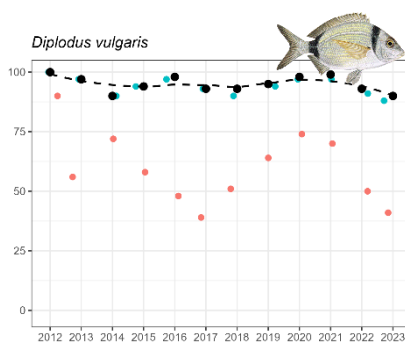
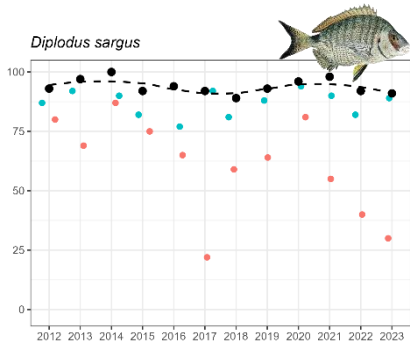
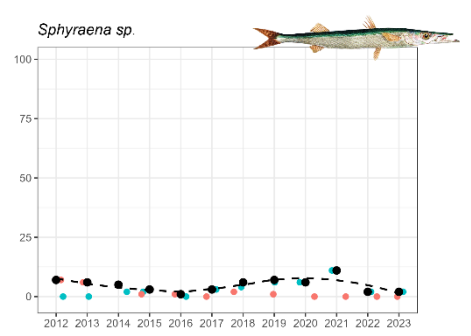
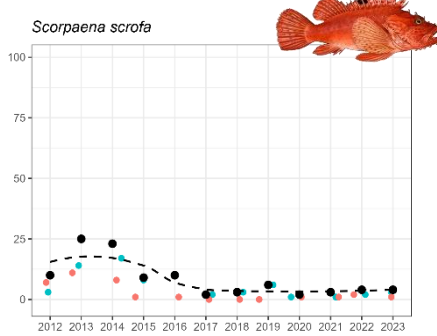
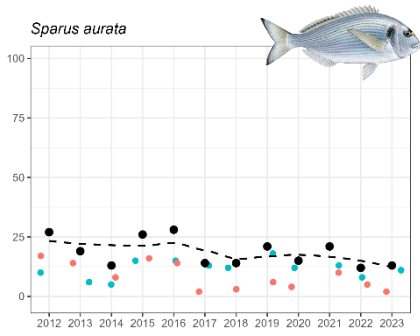
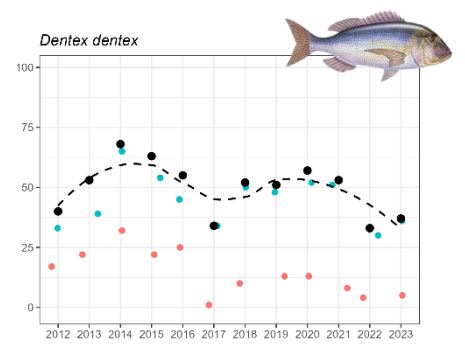
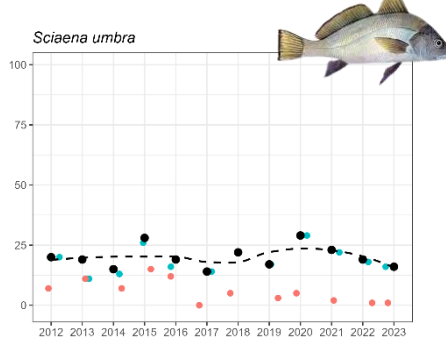
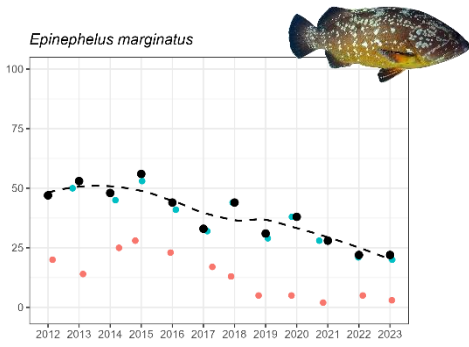


Substrat meuble



Fond rocheux

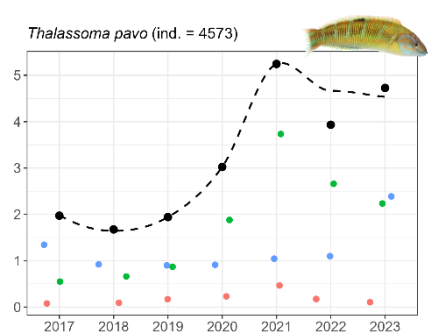
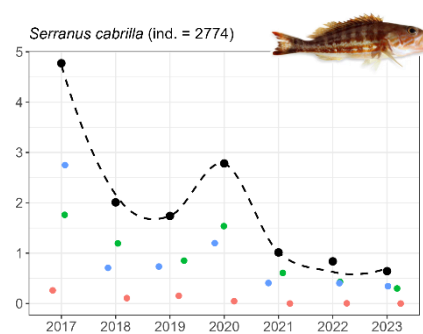
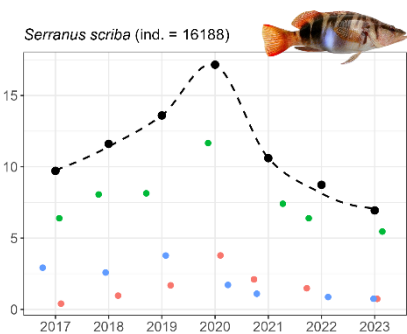
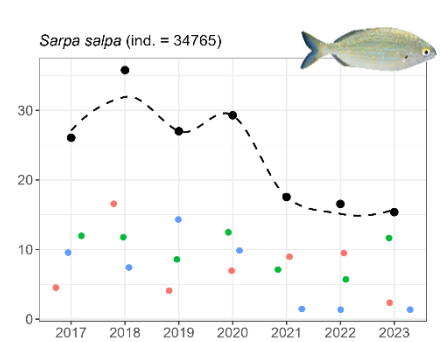
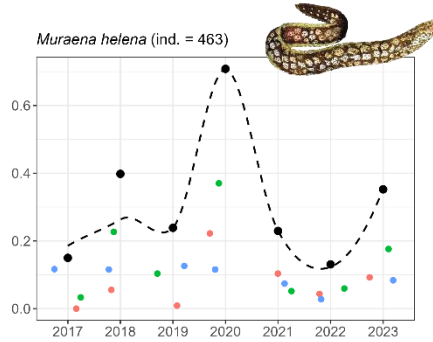
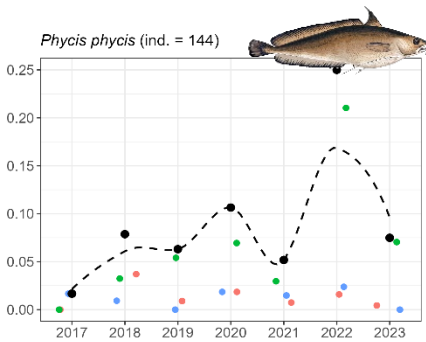
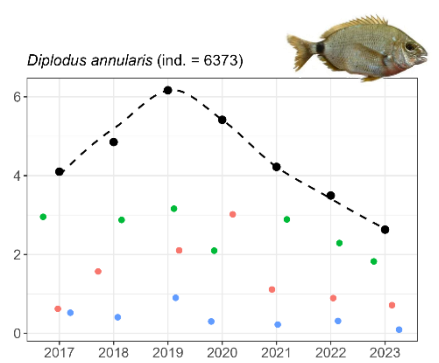
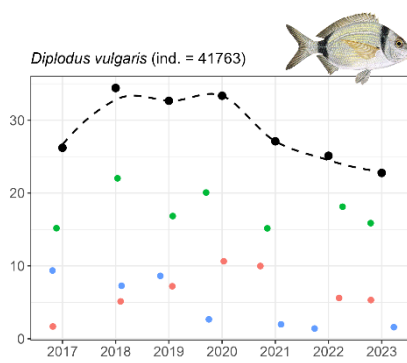
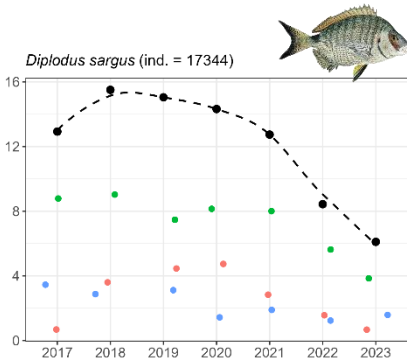
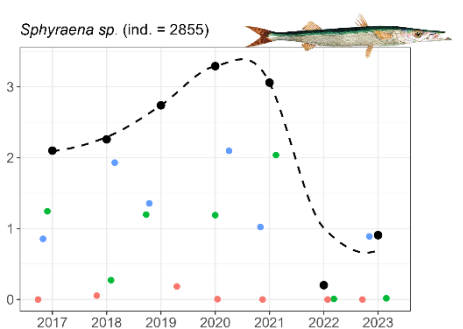
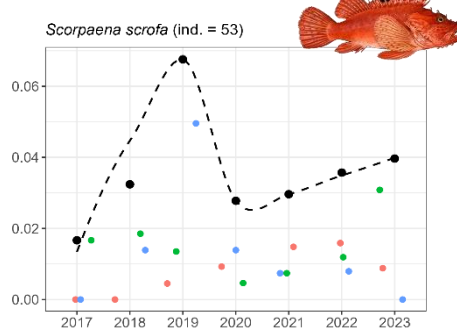
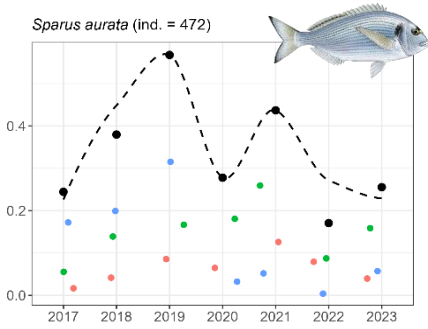
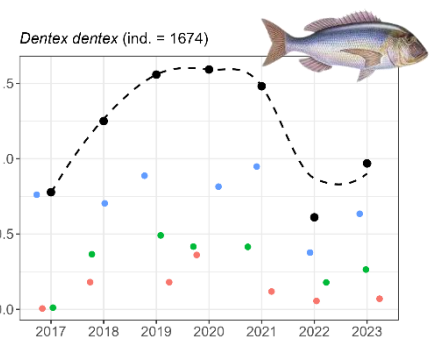
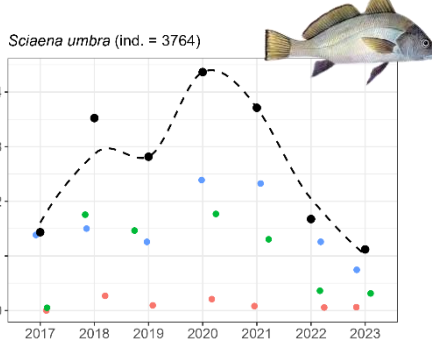
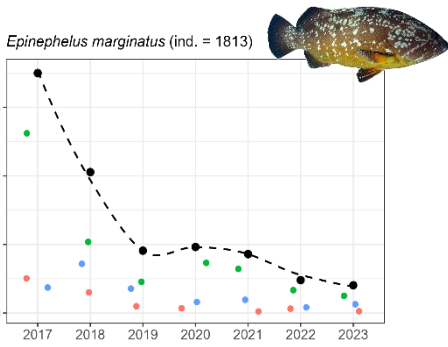
Probabilité d'observation (%)



Evolution des probabilités (%) annuelles moyennes d'observer au moins un individu toutes les 15 minutes de comptage pour une sélection d'espèces de 2012 à 2023. Le détail des classes de tailles est indiqué par les points :

- Large
- Medium/Petit
- Toutes tailles confondues

Abundance relative (ind.)



Evolution des abondances relatives annuelles moyennes (nombre moyen d'individu recensé par tranche de 15 minutes) pour une sélection d'espèces de 2017 à 2023. Le nombre entre parenthèse correspond au nombre total d'individus comptabilisés. Le détail des classes de tailles est indiqué par les points :

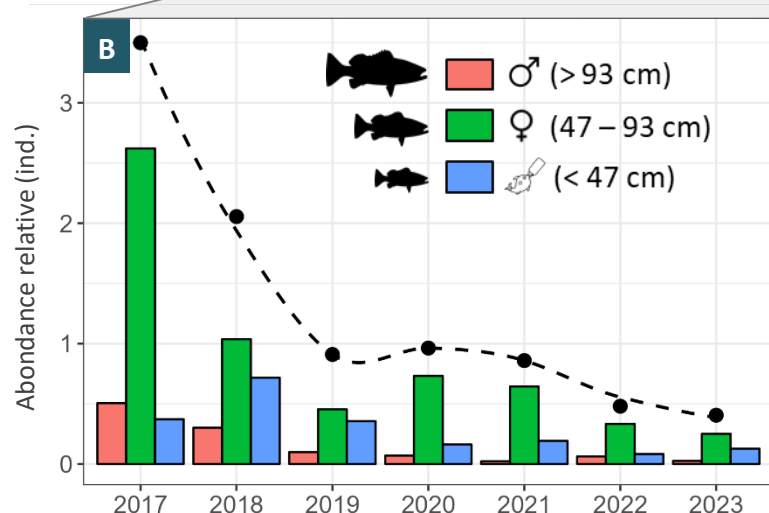
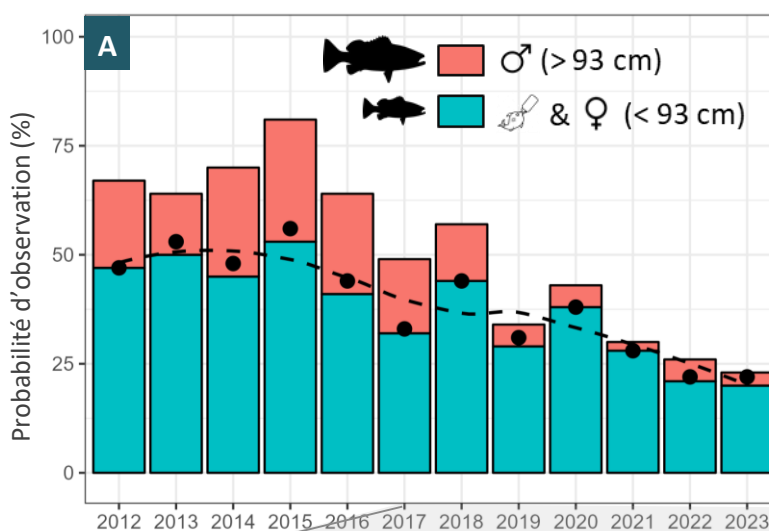
- Large
- Medium/Petit
- Toutes taille confondues

## Focus sur une espèce protégée: le mérou brun

Le suivi des populations ichthyologiques mené dans le cadre de STARECAPMED offre la double possibilité d'analyser les tendances tant au niveau de l'ensemble des espèces qu'à celui d'une espèce ciblée. Le mérou, en l'occurrence, suscite actuellement une attention particulière due au renouvellement récent (décembre 2023) du moratoire réglementant sa pêche et celle du corb. STARESO a pu fournir un avis favorable à cette reconduite sur 10 ans, notamment sur base d'au moins 2027 observations de mérous réalisées dans le cadre de STARECAPMED.

Le mérou brun, *Epinephelus marginatus*, est un pilier écologique en Méditerranée, dont la présence témoigne d'un écosystème méditerranéen sain. C'est pourquoi, sa population est, comme le montrent d'ailleurs les archives des expéditions de Jean-Yves Cousteau, naturellement abondante sur les côtes méditerranéennes. Grâce à des mesures de protection, l'espèce a été sauvée d'une probable disparition dans les années 80 en raison d'une pêche excessive puisqu'elle représente une cible particulièrement facile. Dans ce contexte, plusieurs réglementations se sont succédées dès 1980 en Corse, concernant la chasse sous-marine, et dès 1993 pour toutes les eaux françaises méditerranéennes, concernant la pêche récréative, protégeant ainsi l'espèce de toute forme de pêche, sauf en Corse, où le moratoire actuel tolère la pêche professionnelle.

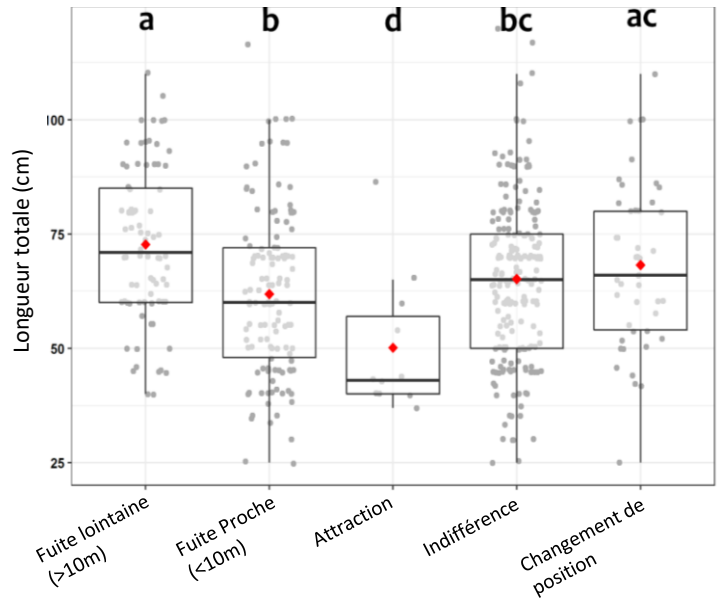
Les résultats issus des suivis des populations de mérou montrent que la probabilité d'observer un mérou toutes les 15 minutes, sur l'ensemble des 3 sites de la baie de Calvi, a diminué d'environ 50 % depuis 2015. L'évolution en termes d'abondance relative depuis 2017 confirme cette tendance à la baisse, avec en moyenne 3 individus par tranche de 15 min en 2017 contre 0,5 en 2023. Cette baisse concerne toutes les classes de taille mais est particulièrement marquée depuis 2015 pour les individus de plus grande taille et donc, principalement les mâles.



**Moyennes annuelles A) des probabilités d'observer un mérou toutes les 15 minutes de 2012 à 2023 sur base de 2027 observations (●) et B) du nombre de mérou recensé toutes les 15 minutes entre 2017 et 2023 sur base de 1818 mérous recensés (●) aux 3 sites confondus de Calvi. Les histogrammes bicolorés (A) et tricolorés (B) détaillent les classes de taille et stades de potentielle maturité sexuelle. La ligne de pointillés est une régression locale lissée.**

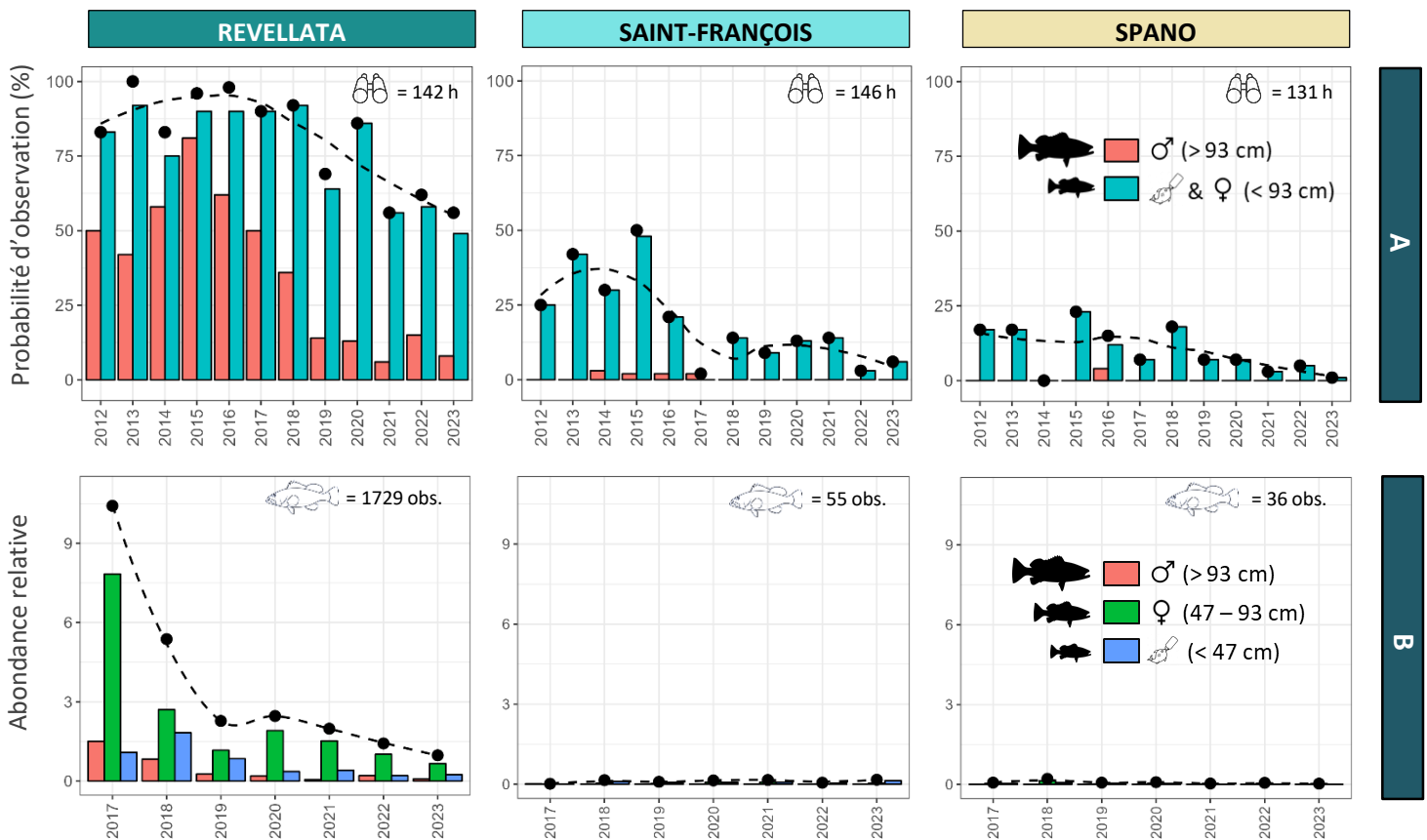
## Mérou brun - variabilité spatiale

Les tendances à la baisse sont communes aux 3 sites suivis en baie de Calvi malgré une importante **variabilité spatiale** avec le site de la Revellata présentant la plus grande densité de mérous, en moyenne 3,5 mérous observés toute les 15 min. Le sec de la Revellata est en effet un site **emblématique de plongée** en Corse, attirant annuellement plus de 6500 plongeurs séduits notamment par la présence de ces gros poissons (Iborra et al., 2020). Cependant, malgré une relative stabilité des probabilités d'observation de mérous de 2012 à 2018 voire même d'une augmentation des gros individus jusqu'en 2015, leur densité montre une chute pouvant aller jusqu'à -75 % en 10 ans pour les individus **potentiellement sexuellement actifs (> 47 cm)**. Une étude du comportement du mérou à la Revellata face aux plongeurs indique que, plus le mérou est grand, plus sa probabilité d'une fuite lointaine ou d'un changement de position est grande. Bien qu'un dérangement des comportements de reproduction ne soit pas impossible, la fréquentation en plongée ne semble pas être un facteur expliquant cette tendance à la baisse



**Comportement des mérous face à un plongeur à la Revellata selon leur taille. Les lettres en commun signifient que les groupes ne sont pas significativement différents (régression logistique multinomiale,  $p < 0,05$ )**

puisque celle-ci est commune à tout les sites, qu'ils soient fréquentés ou non pour la plongée.



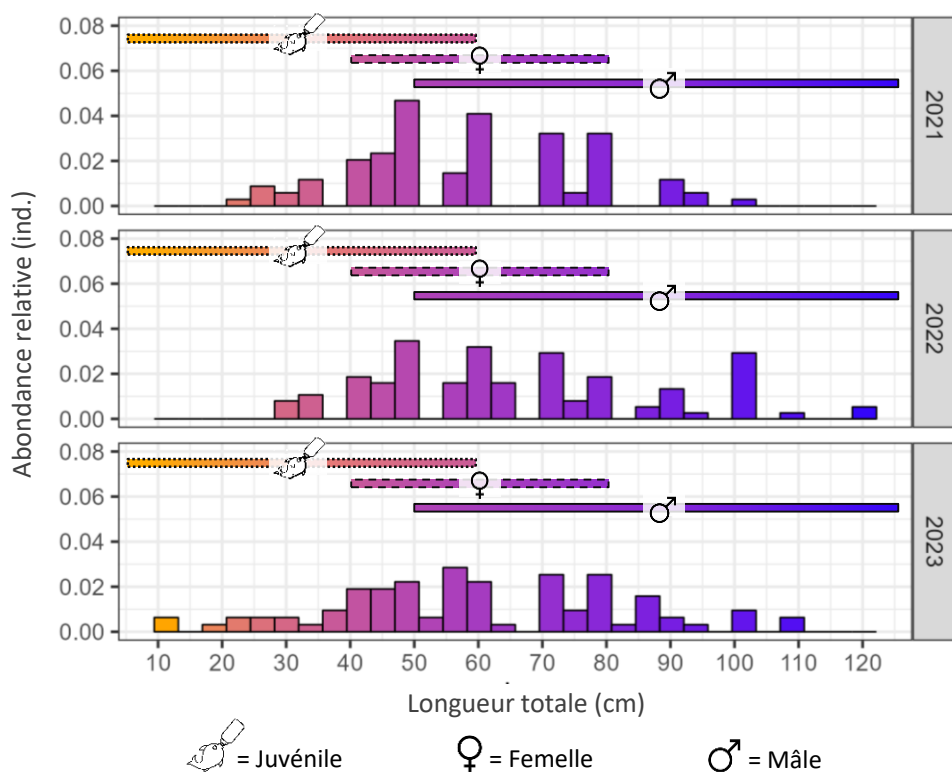
**Evolution annuelle (A) des probabilités d'observer un mérou toutes les 15 minutes de 2012 à 2023 (●) et (B) du nombre moyen de mérou recensé toutes les 15 minutes entre 2017 et 2023 (●) respectivement sur les 3 sites dans la baie de Calvi. Les histogrammes bicolorés (A) et tricolorés (B) détaillent les classes de taille et stade de potentielle maturité sexuelle.**

## Mérou brun - structure de taille de la population

Le mérou, espèce hermaphrodite protogyne, change de sexe au cours de sa vie, les juvéniles devenant ainsi d'abord femelles puis mâles. Cependant, l'âge et la taille auxquelles s'effectuent ces changements de sexe varient fortement selon les populations (Reñones et al. 2010 ; Conдини et al. 2014). Les suivis des poissons intégrant désormais un dénombrement des individus accompagné d'une estimation précise de la taille permettent d'analyser finement l'évolution de la structure de taille des populations. Les résultats indiquent que, face à **une diminution moyenne de 36% en 2 ans de la densité des mérous ayant potentiellement atteints la maturité sexuelle (>47 cm)**, **une augmentation d'environ 50% des juvéniles de petite taille (<40cm)** est observée pour l'année 2023 comparée aux 2 années précédentes. Or, un individu de 10 cm (photo A) devra grandir entre 3 et 6 ans avant de pouvoir atteindre une taille à laquelle il sera potentiellement sexuellement actif (Fennessy, 2006). L'évolution récente de la structure de taille de la population montrant **une diminution des individus actuellement aptes à se reproduire et une augmentation d'individus encore inaptes à se reproduire** souligne ainsi la pertinence d'une protection sur le long-terme de cette espèce dont la croissance est particulièrement lente.



A) Juvénile de 10 cm et B) adulte de 110 cm ©Stéphane Jamme - Aquanaute



Evolution de l'abondance relative (nombre moyen de mérou observé par tranche de 15 minutes) en fonction de leur taille et stade de potentielle maturité sexuelle de 2021 à 2023 sur les 3 sites de suivis confondus et sur base de 329 observations de mérous.

466 heures de comptages depuis 2012 recensant plus de 60 espèces

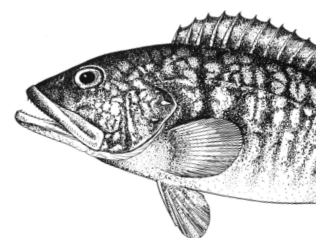
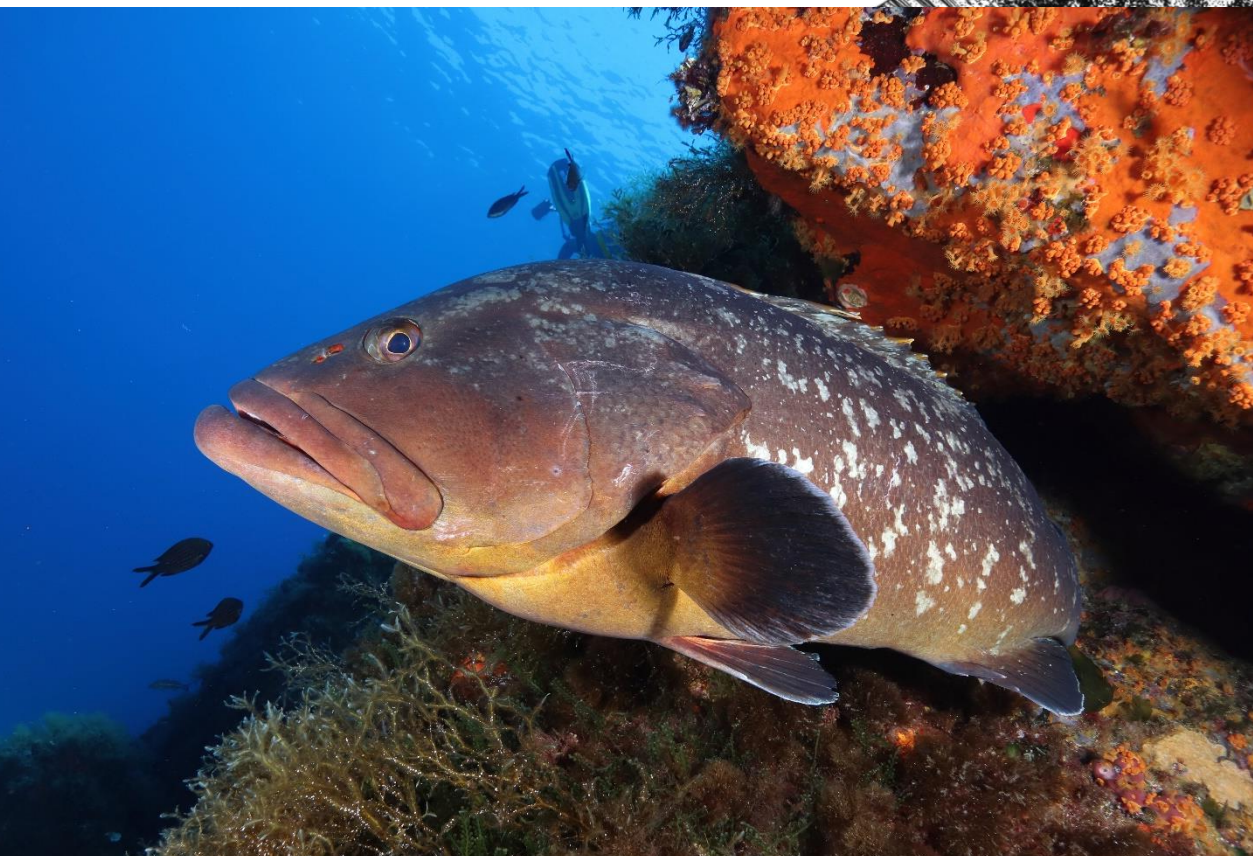
Optimisation de la méthodologie de suivis

Analyse de la population des mérous avec au moins 2027 observations

Une baisse des densités de mérous en 10 ans commune à tout les sites de suivis malgré une forte variabilité spatiale

Un basculement dans la structure de taille en faveur d'une protection sur le long-terme

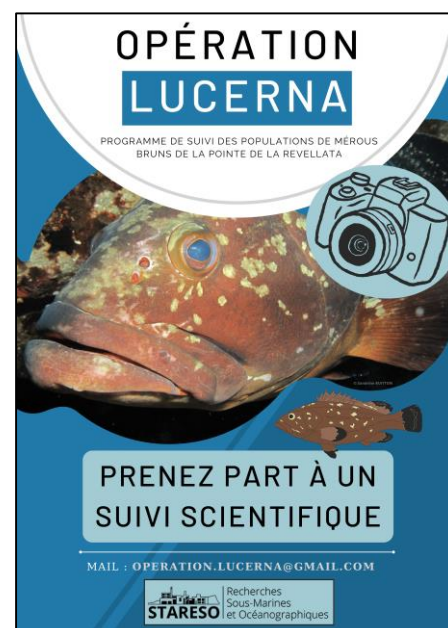
# OUTIL DE REÇENSEMENT DES MÉROUS



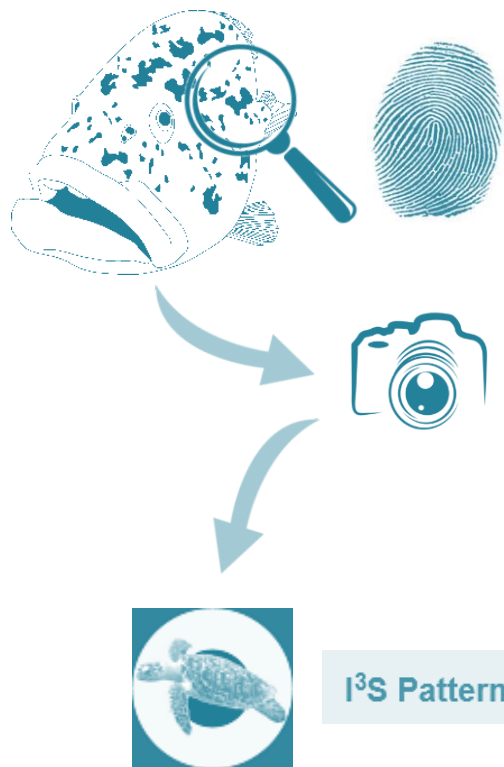
Face au déclin des populations du mérou brun *Epinephelus marginatus* ces dernières décennies, des moratoires interdisant la pêche sous-marine et récréative en Corse se sont succédés depuis 1980. En 2023, les autorités ont sollicité l'expertise de STARESO afin d'évaluer la pertinence de prolonger ce moratoire. Les avis scientifiques ont récemment contribué à la **reconduction de l'interdiction de la pêche pour une période de 10 ans**. Afin de renforcer la

connaissance de la structure démographique de l'espèce protégée, les comptages visuels à haute fréquence de la faune ichtyologique réalisées depuis 2012 sont complétés par un **programme de recensement des individus de mérou brun** sur un site emblématique de plongée tel que la Pointe de la Revellata via l'emploi de **l'intelligence artificielle**. Ce projet présente également une dimension sociétale de sciences participatives : **l'Opération Lucerna**.

Plaquette de diffusion de  
l'Opération Lucerna



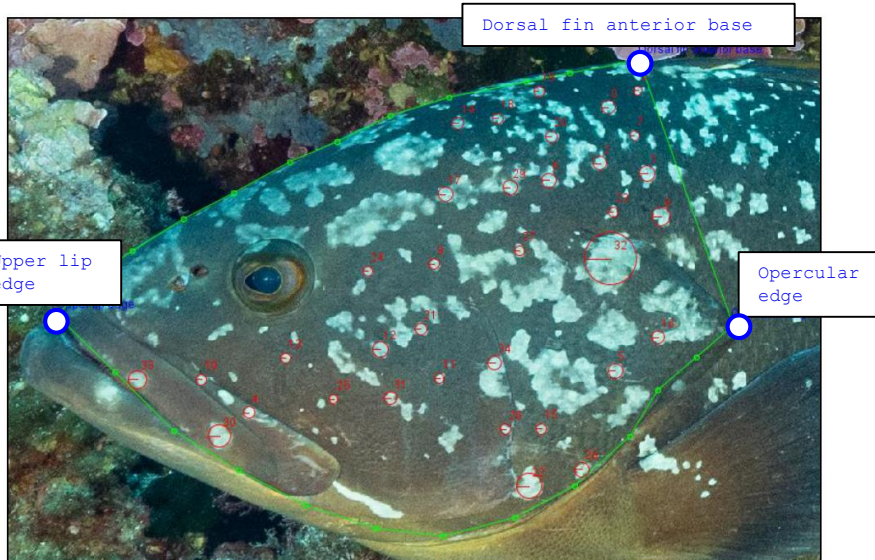
## Recensement des individus via IA



A l'image des empreintes digitales pour les êtres humains, les mérour bruns arborent des motifs (taches blanches sur livrées brunes) **uniques à chaque individu** qui restent relativement stables avec le temps (Lelong, 1999) malgré la capacité des mérour à changer rapidement de patrons de coloration (Louisy & Culioli, 1999).

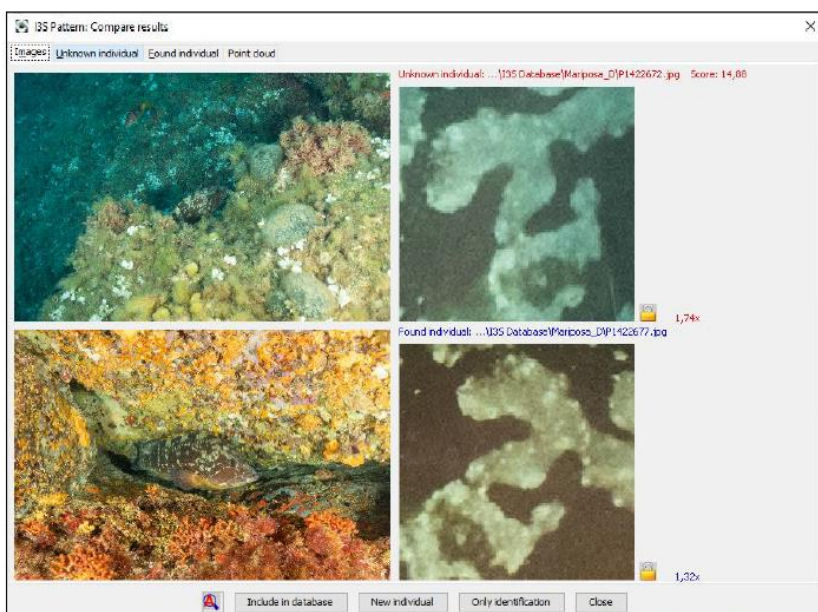
Dans cette présente étude, la disposition et la forme des **motifs céphaliques latéraux** sont utilisées afin d'identifier chaque mérour grâce à une **analyse semi-automatisée de photographies** tels que réalisée par Desiderà et al. (2021) en Italie.

**Exemple de tracé du contour de la zone étudiée (vert), des 3 points de référence (blanc), les points clés (rouge).**



Pour cette identification, le **Système Interactif d'Identification Individuelle I3S Pattern** (version 4.0.2 ; Den Hartog & Reijns 2014) est utilisé. Ce logiciel open-source permet une mise en correspondance semi-automatique qui nécessite l'interaction de l'utilisateur. Ce système peut être appliqué à un large panel d'espèce à condition d'un **paramétrage préalable, robuste et spécifique** à chaque espèce.

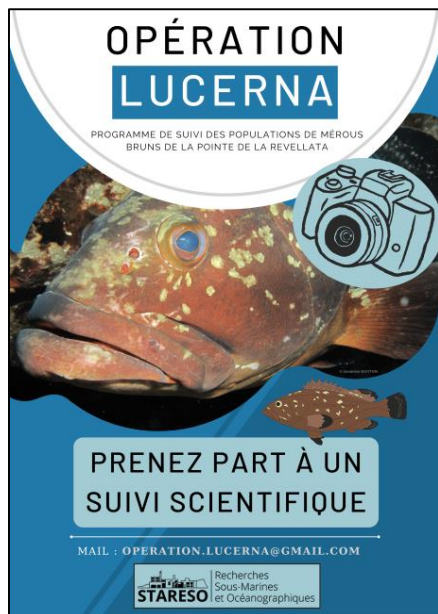
**Exemple de fenêtre comparant les résultats de correspondances proposées par le logiciel.**



Ce paramétrage spécifique a pu être réalisé via une base de donnée de plus de 300 photos de 58 individus différents afin d'obtenir un **score de correspondance satisfaisant (>95%)**.

L'outil a ainsi fait l'objet d'une première application **sur le site de la Pointe de la Revellata** via la prise photos et vidéos d'une dizaine d'individus, pour commencer.

## Une dimension populaire: l'Opération Lucerna



Un projet de sciences participatives, baptisé "Opération Lucerna", a été lancé pour surmonter les exigences strictes des images exploitables en augmentant la quantité de photos de la base de données. Ce projet vise à **collecter des photos prises** par des plongeurs loisirs qui pourraient avoir plongé sur ce site attirant plus de 6500 plongeurs chaque année (Iborra et al., 2020). Des **supports pédagogiques** multilingues ont été créés et distribués à la FFESSM et à une dizaine de clubs de plongée locaux lors de leur rencontre sur place. Une adresse e-mail spécifique a été créée afin de recevoir les photos envoyées par les participants.

**Affiches et supports pédagogiques de l'Opération Lucerna, créés et transmis aux clubs de plongée et à la FFESSM.**

**OPÉRATION LUCERNA**  
PROGRAMME DE SUIVI DES POPULATIONS DE MÉROUS BRUNS DE LA POINTE DE LA REVELLATA

AMIS PLONGEURS,

Recherches Sous-Marines et Océanographiques  
**STARESO**

PRENEZ PART À UN SUIVI SCIENTIFIQUE, POUR MIEUX CONNAÎTRE L'ÉCOLOGIE DU MÉROU BRUN (*EPINEPHELUS MARGINATUS*).

LE MÉROU BRUN EST UN POISSON EMBLEMATIQUE DE LA MÉDITERRANÉE, QUI EST PROTÉGÉE MAIS QUI DEMEURE RELATIVEMENT PEU CONNU.

LA STATION DE RECHERCHES SOUS-MARINES ET Océanographiques (STARESO), SITUÉE À LA POINTE DE LA REVELLATA, LANCE UN PROJET DE SCIENCES PARTICIPATIVES AFIN DE MIEUX CONNAÎTRE LE MÉROU BRUN.

POUR CELA, NOUS AVONS BESOIN DE PHOTOS OU DE VIDÉOS DE MÉROUS BRUNS PRISES SUR LE SITE DE LA REVELLATA, POUR SUIVRE LES POPULATIONS QUI FRÉQUENTENT LE SITE.

MERCI D'ENVOYER TOUTES VOS PHOTOS OU VIDÉOS À L'ADRESSE SUIVANTE, EN PRÉCISANT LA PROFONDEUR ET DATE DE PRISE DE VUE :

OPERATION.LUCERNA@GMAIL.COM

AUCUNE DES PHOTOS ENVOYÉES NE SERONT PUBLIÉES OU DIFFUSÉES SOUS QUELQUE FORME QUE CE SOIT. LES FICHIERS ENVOYÉS SERVIRONT UNIQUEMENT À FOURNIR DES DONNÉES CLEFS QUI SERONT UTILISÉES AU SEIN MÊME DE STARESO.

**OPÉRATION LUCERNA**  
PROGRAMME DE SUIVI DES POPULATIONS DE MÉROUS BRUNS DE LA POINTE DE LA REVELLATA

Recherches Sous-Marines et Océanographiques  
**STARESO**

**LES MÉROUS BRUNS, DES POISSONS FICHÉS**

LES MÉROUS BRUNS ARBORENT UNE COULEUR BRUNE AVEC DES TACHES BLANCHES RÉPARTIES SUR L'ENSEMBLE DU CORPS. OR, CES TACHES FORMENT UN MOTIF UNIQUE SUR CHAQUE INDIVIDU, ET NE CHANGENT PAS AU COURS DE LA VIE DE L'ANIMAL. AINSI ON PEUT RECONNAÎTRE UN MÉROU À PARTIR DE CES TACHES, NOTAMMENT CELLES SITUÉES SUR LA TÊTE, UN PEU COMME UNE EMPREINTE DIGITALE !

DE FAIT, À PARTIR DE PHOTOS OU DE VIDÉOS D'UN MÉROU PRISES DE CÔTÉ, ON UTILISE UN LOGICIEL DE PHOTO-IDENTIFICATION, ET ON PEUT METTRE UN NOM SUR L'ANIMAL QUE L'ON A RENCONTRÉ. PAS BESOIN DE PHOTOS "ESTHÉTIQUEMENT" BELLES, JUSTE BESOIN DE VOIR LES TACHES QUI SONT SITUÉES SUR LA TÊTE !

**LA REVELLATA : UN SITE DE REPRODUCTION DES MÉROUS BRUNS**

DEPUIS PLUS DE 20 ANS, LE SITE DE LA REVELLATA EST CONNU POUR ÊTRE UN SITE DE REPRODUCTION DES MÉROUS BRUNS. DE CE FAIT, DURANT L'ÉTÉ, DE NOMBREUX INDIVIDUS SE RÉUNISSENT POUR L'OCCASION. C'EST POUR CELA QU'ON PEUT OBSERVER AUTANT DE CES POISSONS SUR CE SITE DURANT LA SAISON ESTIVALE.

LE BUT DE CE PROJET EST DE FAIRE UNE ANALYSE QUANTITATIVE DES POPULATIONS QUI SE REJOignent À CET ENDROIT POUR SE REPRODUIRE, ET PERMETTRE À L'ESPÈCE DE SE PÉRENNISER. AINSI, CELA S'INSCRIT DANS UNE OPTIQUE DE PRÉSERVATION DE CETTE ESPÈCE PROTÉGÉE.



operation.lucerna@gmail.com

Ainsi, grâce à la soumission des photos dans le cadre d'initiatives collectives comme l'Opération Lucerna, cela permet d'offrir une expérience éducative aux participants, en donnant au grand public l'occasion de s'impliquer directement dans des projets scientifiques tout en donnant une dimension populaire à ce genre de programme, ce qui pourrait contribuer à assurer sa pérennité, en termes d'acceptation sociale (Scherhauser et al., 2018).

**Paramétrage et application d'un outil d'Intelligence Artificielle permettant le recensement d'une population de mérou tout en faisant participer le grand public**

# UNE THESE DE DOCTORAT

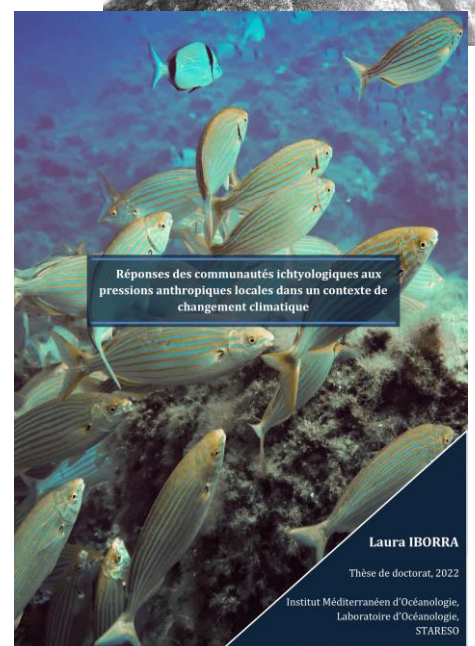
“ Réponses des communautés ichthyologiques aux pressions anthropiques locales dans un contexte de changement climatique ”



La mer Méditerranée, riche en biodiversité avec **684 espèces de poissons dont 9,2% sont endémiques**, fait face à différents types de pressions anthropiques qui peuvent être aggravées par le changement climatique. Contrairement à la dynamique liée au changement global, les pressions anthropiques locales peuvent être identifiées et gérées plus facilement à l'échelle régionale. Pour cela, il est nécessaire de quantifier et d'évaluer précisément les impacts de ces pressions notamment sur la

communauté ichthyologique.

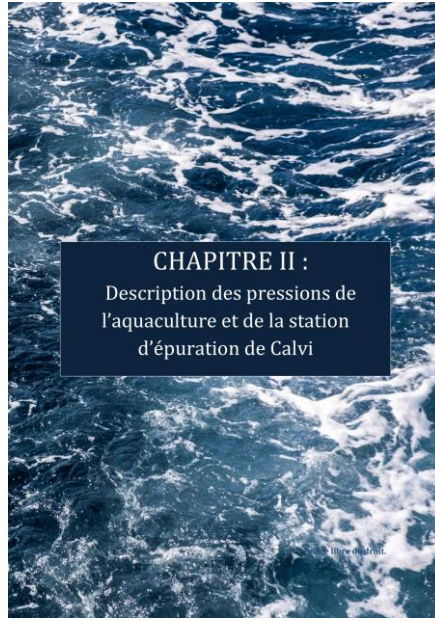
C'est ainsi, conformément à l'approche générale du « **lien état-pression** » animant le projet STARECAPMED, qu'une thèse doctorale a été finalisée en décembre 2022 étudiant les « **Réponses des communautés ichthyologiques aux pressions anthropiques locales dans un contexte de changement climatique** ». Les travaux examinent notamment les **effets de quatre pressions anthropiques** sur les poissons dans la baie de Calvi.





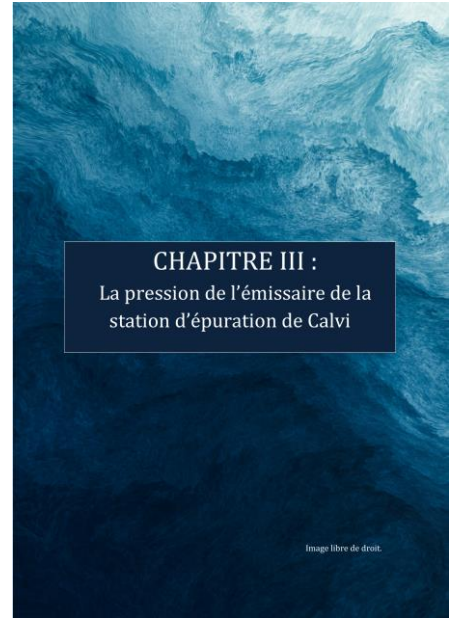
**CHAPITRE I :**  
La Méditerranée, une mer sous pressions

Sec des Baléares, Corse. © Laura Iborra



**CHAPITRE II :**  
Description des pressions de l'aquaculture et de la station d'épuration de Calvi

Image libre de droit.



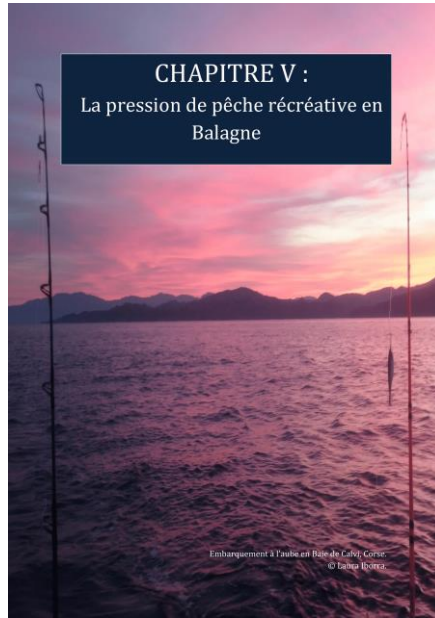
**CHAPITRE III :**  
La pression de l'émissaire de la station d'épuration de Calvi

Image libre de droit.



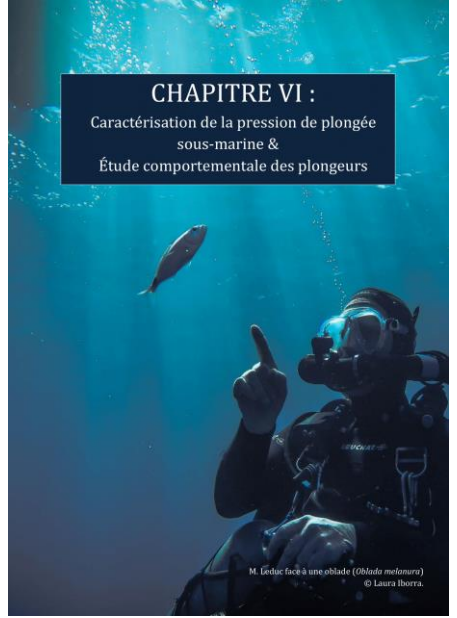
**CHAPITRE IV :**  
La pression de l'aquaculture de la baie de Calvi

Ferme maricole de la baie de Calvi. © Sylvia Galzer



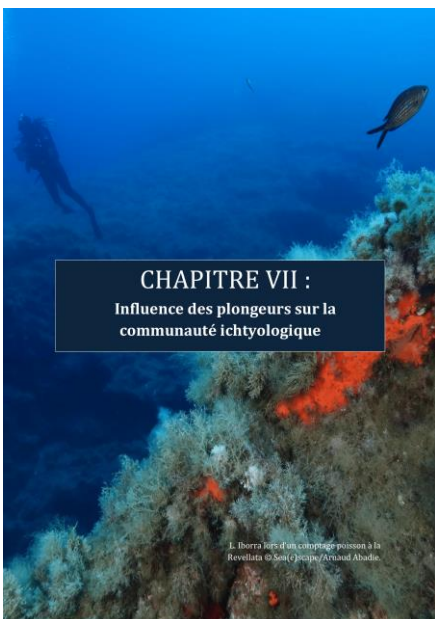
**CHAPITRE V :**  
La pression de pêche récréative en Balagne

Embarquement à l'ancre en Balagne, Corse. © Erika Iborra



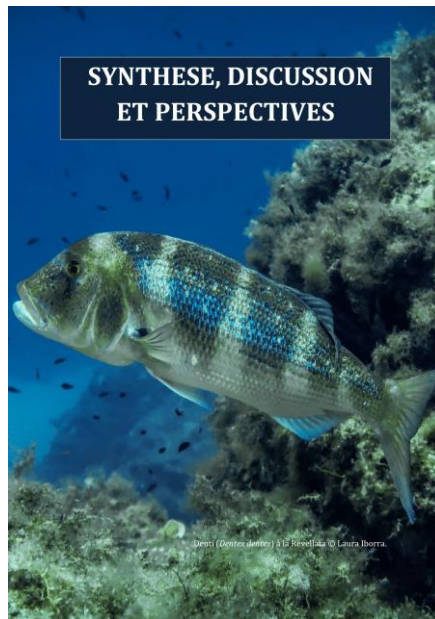
**CHAPITRE VI :**  
Caractérisation de la pression de plongée sous-marine & Étude comportementale des plongeurs

M. Leche face à une oblade (Oblada melanura). © Laura Iborra



**CHAPITRE VII :**  
Influence des plongeurs sur la communauté ichthyologique

J. Iborra lors d'un contre-plongé poisson à la Revellata. © Sami (sami) / Anoual Abadie



**SYNTHESE, DISCUSSION ET PERSPECTIVES**

Demi (Doros detron) à La Revellata. © Laura Iborra

**Différents chapitres composant la thèse**

Les travaux examinent les effets de quatre activités anthropiques sur les communautés de poissons dans la baie de Calvi:

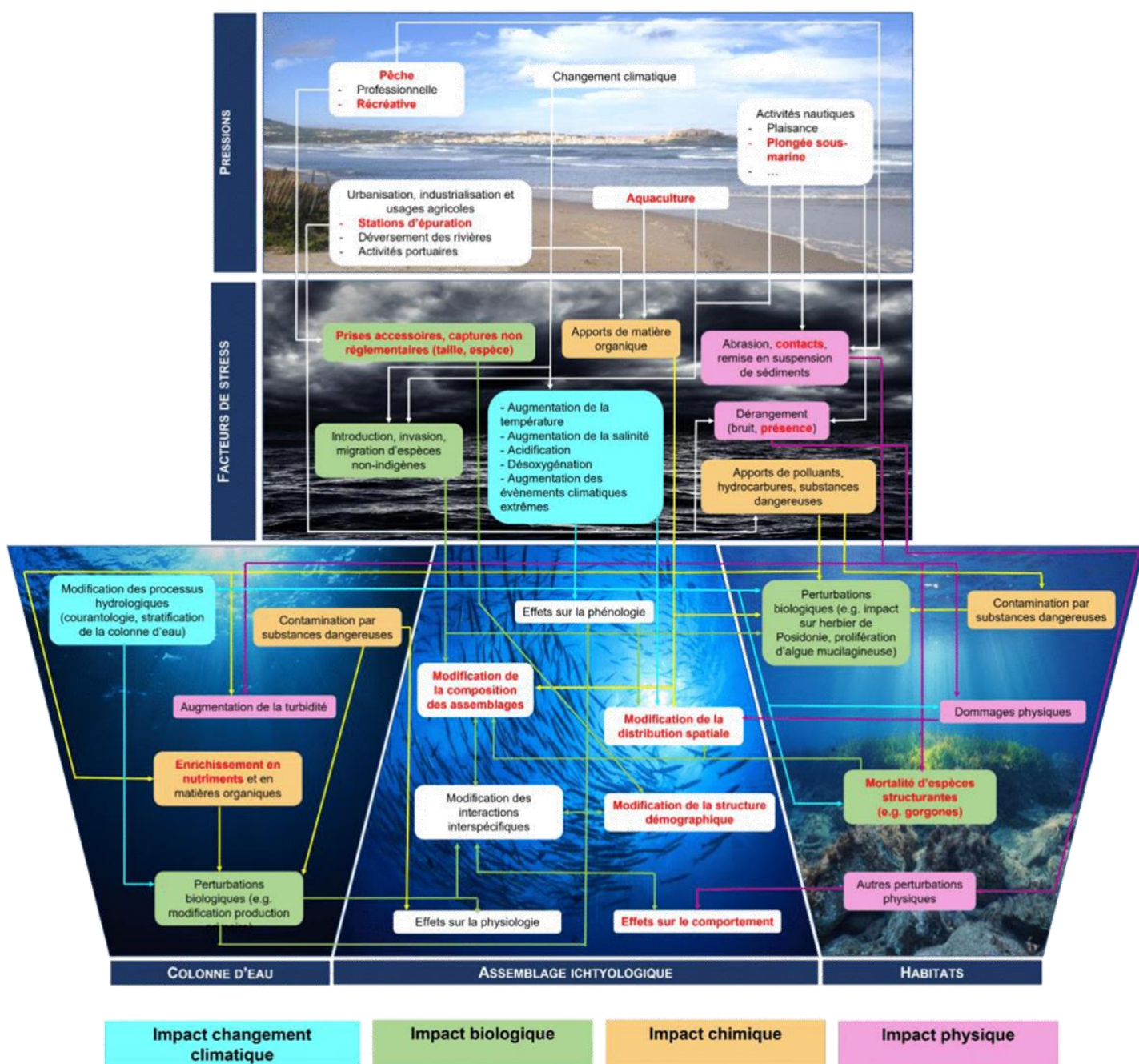
- les effluents d'une station d'épuration,
- une ferme aquacole,
- la pêche récréative,
- la plongée sous-marine.

L'ensemble est discuté dans un contexte de changement climatique.

Pour atteindre ces différents objectifs, le projet doctoral (2019 – 2022) a fait l’objet d’un travail de terrain conséquent et diversifié comprenant:

- de nombreux **recensements visuels sous-marins** des communautés ichthyologiques le long de divers **transects-gradients** depuis les sources des pressions étudiées;
- des recensements stationnaires ou mobiles comparant l’état des populations de poisson et leur comportement avant et après l’arrivée de plongeurs de loisirs;

- des plongées visant à recenser le comportement des plongeurs récréatifs;
- la mise en place de caméras fixes;
- des enquêtes et des événements de sensibilisation auprès de plongeurs et de pêcheurs de loisirs;
- l’intégration de données physico-chimiques collectées durant des campagnes en mer;
- Etc.



Représentation simplifiée des multiples interactions entre pressions anthropiques, stress et perturbations induites par ces pressions et impacts dans la baie de Calvi. Impacts liés au changement climatique (en bleu), impacts biologiques (en vert), chimiques (en orange) et physiques (en rose). Les paramètres étudiés dans le cadre de la thèse sont surlignés en rouge.

## Quelques résultats clés

### L'EMISSAIRE

- Les rejets de la station d'épuration **enrichissent** localement l'eau en nutriments **sans pour autant affecter l'abondance ou la diversité des poissons**;
- Des **déchets visibles** sur l'herbier de Posidonie indiquent une inefficacité dans le traitement des eaux usées, notamment lors des maintenances ou des pluies violentes qui entraînent un débordement des systèmes de traitement.

### L'AQUACULTURE

- La présence d'une petite ferme aquacole (produisant 8 à 10 tonnes / an) **augmente localement l'abondance et la diversité des poissons autour des cages**, bien que cet effet soit géographiquement limité (< 50m);
- La **saisonnalité n'a pas affecté l'abondance totale**, indiquant la présence d'espèces résidentes à l'année autour des cages;
- Il est suggéré que les opérations d'aquaculture à petite échelle, avec des exigences de haute qualité, pourraient être **un bon compromis** pour le développement d'une aquaculture plus durable.

### LA PÊCHE RÉCRÉATIVE

- La pêche récréative est analysée de manière détaillée, révélant que les **pêcheurs locaux prélèvent 28 tonnes de poissons par an, dont environ 50 % ne respectent pas la taille minimale légale**.

### LA PLONGÉE SOUS-MARINE

- Plus de **25,000 plongées ont été enregistrées en 2019** dans la baie de Calvi, avec un impact notable sur l'habitat des poissons, notamment **un contact fréquent avec le substrat**;
- Des **interventions** pour sensibiliser les plongeurs à réduire leur impact ont été testées;
- Bien que la plongée n'ait pas altéré significativement l'abondance ou la diversité des poissons globalement, **l'abondance de trois espèces diminue en présence de plongeurs**;
- Les **mérus plus grands tendent à fuir** lorsqu'ils rencontrent des plongeurs, suggérant un stress comportemental lié à la présence humaine.

Ces résultats sont accompagnés de **recommandations de gestion** et mettent en évidence l'importance de considérer à la fois les impacts directs et indirects des activités anthropiques sur les écosystèmes aquatiques. Enfin, ces travaux soulignent la nécessité **d'intégrer les projections de changement climatique** dans la planification et la gestion environnementale pour maintenir la résilience des écosystèmes méditerranéens.



**Journée d'échanges et de sensibilisation avec les pêcheurs loisirs de Balagne, permettant d'établir des liens, de collecter de la donnée et de partager des connaissances sur la pêche durable**

**Une thèse représentant une avancée significative dans la capacité à comprendre, prioriser et anticiper les impacts des activités anthropiques locales sur les populations ichtyologiques côtières méditerranéennes**

**Les travaux incluent des recommandations de gestions qui devront être adaptatives en fonction des évolutions futures du changement global.**

# LE RÉSEAU DE SURVEILLANCE RESPIRE



## Un réseau de surveillance du recrutement de poissons sur la côte Méditerranéenne

Initié en 2014 par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse en collaboration avec Ecocean, le réseau de surveillance RESPIRE contribue à la caractérisation des populations de poissons côtiers et à renforcer les connaissances sur leur cycle biologique. Il a en effet pour but de décrire l'évolution spatio-temporelle du recrutement de poissons sur les côtes Méditerranéennes.

Les suivis sont réalisés depuis 2015 sur 23 sites répartis sur la façade Méditerranéenne française dont 1 en Corse

(STARESO, Calvi) et 1 site de comparaison au Maroc. Les suivis sont effectués sur des unités d'observation standardisées (Biohut®) disposées dans les ports sous les pontons ou le long des quais. La méthode d'observation est standardisée selon un protocole précis (issu des programmes NAPPEX (Bouchouca et al., 2016) et GIREL (Mercader et al., 2017)). Un plongeur s'immerge en apnée et se positionne à 1 m du Biohut® avec une approche discrète afin de limiter les



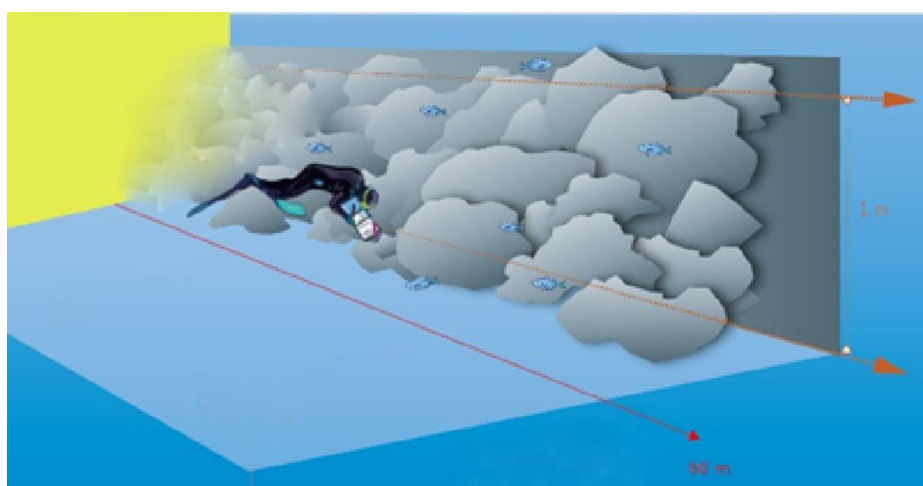
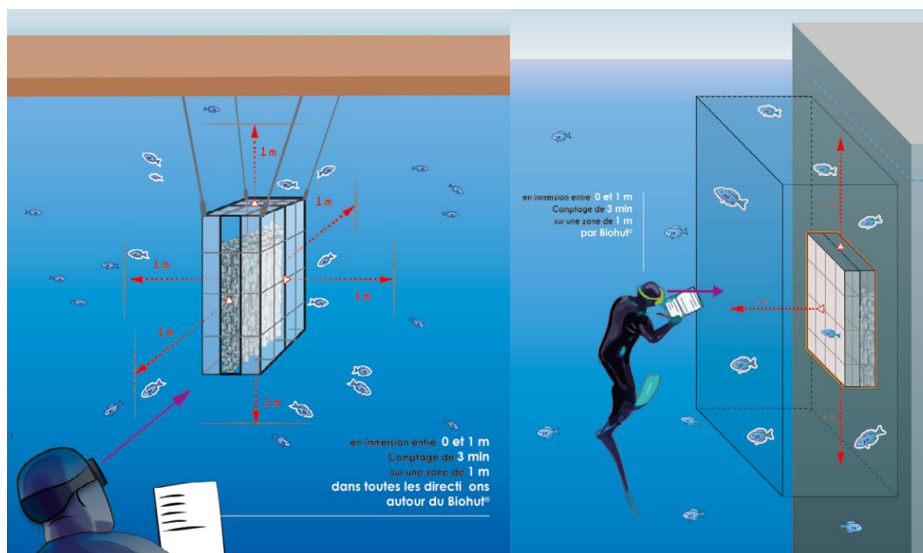
**Respire**  
Réseau pour le Suivi du Recrutement



Organismes à l'initiative du réseau de surveillance RESPIRE : l'AERMC et ECOCEAN

perturbations potentielles. Il effectue un comptage des individus < 100 mm, considérés comme des **recrues de l'année**, des différentes espèces ichthyologiques rencontrées. Le comptage est réalisé sur la tranche (pour les unités fixées sous les pontons) ou sur la face (pour les unités fixées au quai) durant 3 minutes et jusqu'à 1 m de part et d'autre du Biohut®.

Une **comparaison avec le milieu naturel proche du port** est réalisée, avec un plongeur immergé en apnée entre 0 et 1 m de profondeur qui relève l'espèce, l'abondance et la taille des individus ichthyologiques < 100 mm rencontrés le long d'un transect de 60 m et sur 1 m de large. Ce suivi a été ajusté en 2018 : entre 2015 et 2017, les suivis étaient réalisés en point fixe. Désormais, le suivi par transect est appliqué car il répond mieux aux exigences du terrain. Ces suivis sont **réalisés toute l'année mensuellement**.



**Méthodologie pour la surveillance de l'état du recrutement des jeunes stades de vie des poissons à partir de Biohut® "sous-ponton" (A gauche) ou de "quai" (A droite) et en zone naturelle (en bas).**



**(A, B & C) Plongeurs**

effectuant un suivi sur les Biohuts® en restant dans un premier temps à distance des structures avant de s'en rapprocher et (D) plongeurs effectuant un suivi sur le milieu naturel proche à la station STARESO

Depuis 2015, un total de 8 728 individus appartenant à 13 familles ont été recensés, dont 3 777 individus au niveau des Biohut® et 4 951 individus dans le milieu naturel.

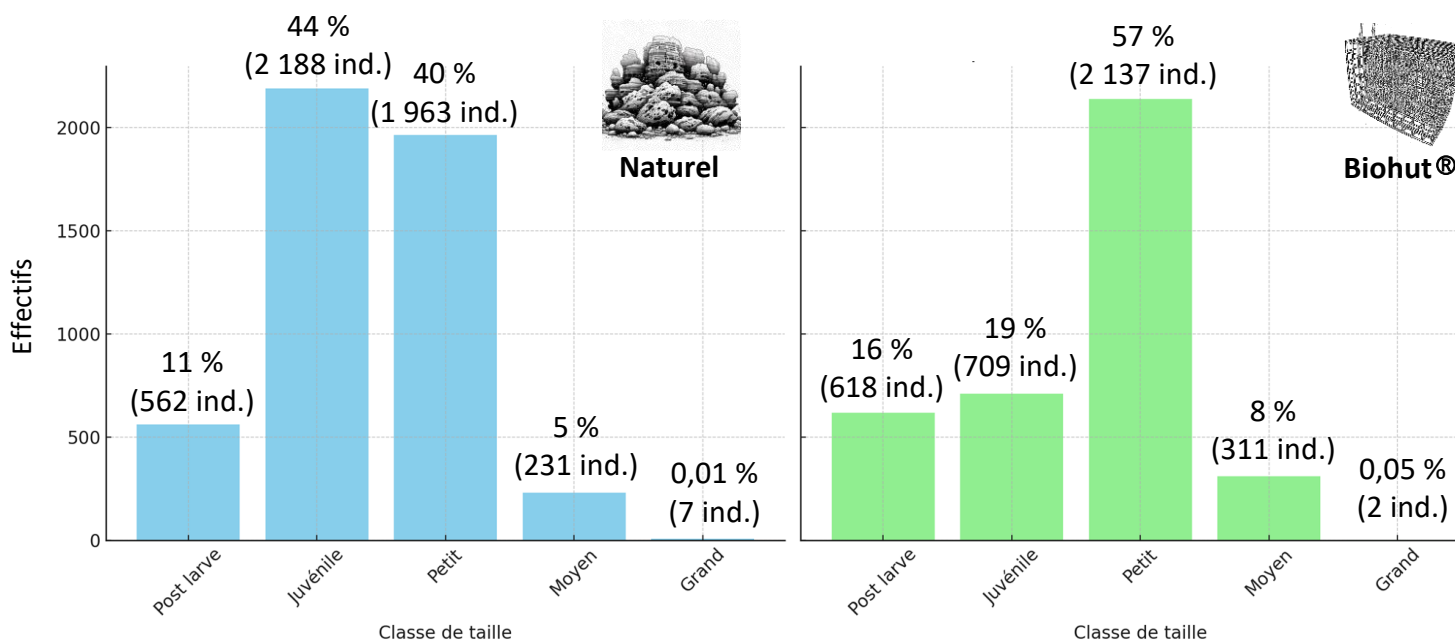
Les espèces les plus représentées, toutes années et mois confondus, dans le milieu naturel proche du port, par ordre décroissant sont:

- les mulets (*Mugilidae* sp),
- les athérines (*Atherina* sp),
- les saupes (*Sarpa salpa*),
- les oblades (*Oblada melanura*),
- les castagnoles (*Chromis chromis*).

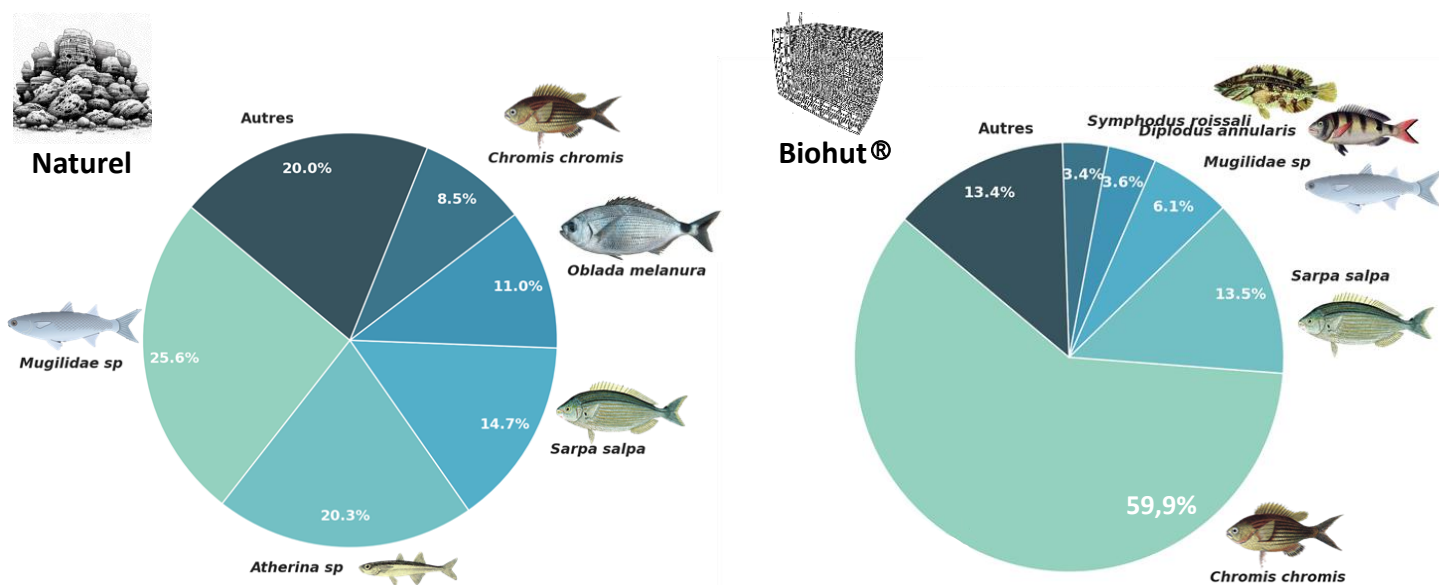
Au niveau des Biohut®, ce sont, par ordre décroissant :

- les castagnoles (*Chromis chromis*),
- les saupes (*Sarpa salpa*),
- les mulets (*Mugilidae* sp),
- les sparailleurs (*Diplodus annularis*)
- crénilabres à 5 tâches (*Symphodus roissali*).

Une même classe de taille pouvant correspondre à des juvéniles pour une espèce et des adultes pour une autre, des regroupements en 5 classes correspondant aux stades des cycles de vie de chaque espèce ont été réalisés. La distribution entre les 2 milieux est significativement différente pour les classes de taille post-larve, juvénile, petits et moyens. Pour le milieu naturel, proche du port, la classe majoritaire sont les juvéniles, alors que pour les Biohut® ce sont les petits.



Effectifs par classe de taille au niveau du milieu naturel proche du port et des Biohut® et toutes années confondues



Espèces les plus représentées au niveau du milieu naturel proche du port et des Biohut® et toutes tailles et années confondues

Par ailleurs, le taux de post-larves présent au niveau des Biohut® est plus important que celui du milieu naturel proche, toutes espèces et années confondues, indiquant qu'ils sont un milieu de vie préférentiel pour cette classe de taille. Le taux de juvéniles est en revanche plus important dans le milieu naturel qu'au niveau des Biohut®, cela est dû à la présence de grands bancs de mullets (*Mugilidae* sp.) et d'athérines (*Atherina* sp.) en milieu naturel.

Le taux de petits poissons fréquentant les Biohut® est plus élevé que celui du milieu naturel avec notamment la présence de très nombreuses petites castagnoles (*Chromis chromis*). Cette espèce est en effet très présente au niveau des Biohut® puisque c'est l'espèce la plus représentée pour les classes de tailles post-larves, juvéniles et petits pour ce milieu.

Le taux de poissons de taille moyenne est aussi plus important au niveau des Biohut® que dans le milieu naturel et représenté principalement par des sparillons (*Diplodus annularis*). Ce sont cependant des individus opportunistes, puisque cette espèce à ce stade de vie n'est pas exclusivement inféodé aux Biohut®.

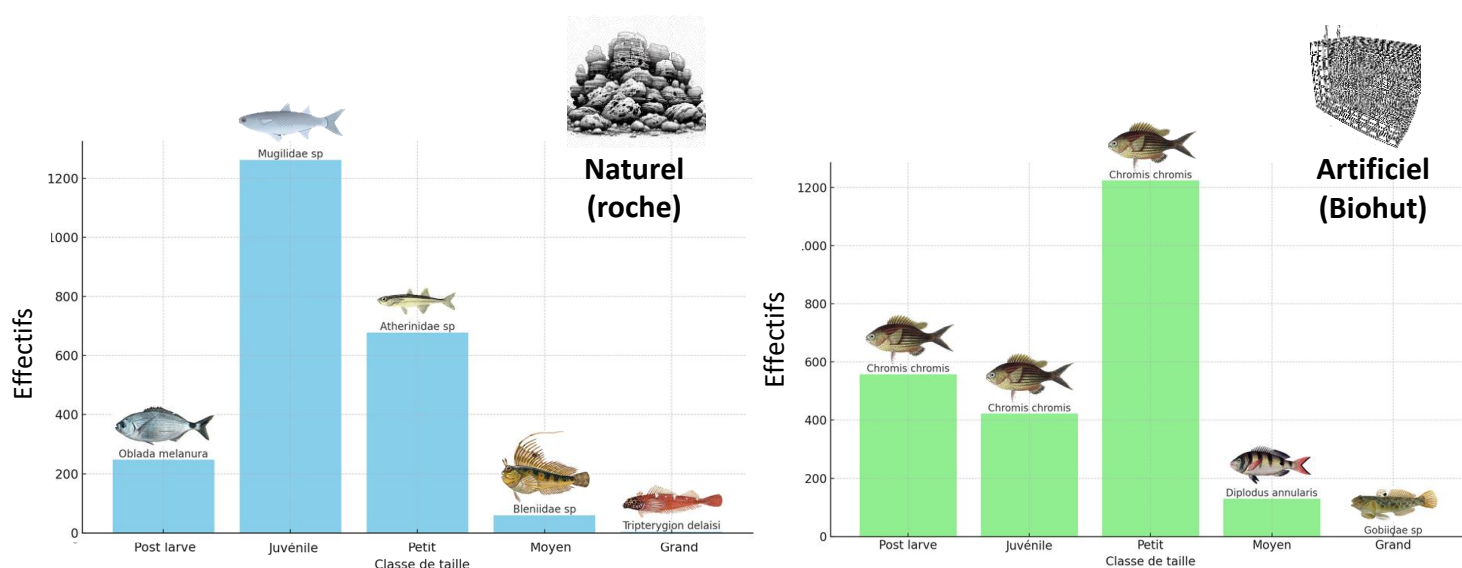
Au niveau des Biohut® comme dans le milieu naturel proche, le taux de grands individus est équivalent. Il est < à 1 % pour les deux milieux, en effet peu d'espèces ont une taille considérée comme grande étant < 100 mm. Ces individus appartiennent majoritairement à des espèces benthiques de petite taille, vivants proche de la surface :

- majoritairement *Triptérygion* sp. pour le milieu naturel,
- majoritairement *Gobiidae* sp. au niveau des Biohut®.



Triptérygion jaune (*Tripterygion delaisi*) en milieu naturel

Les espèces les plus régulièrement observées au niveau des Biohut®, toutes tailles et saisons confondues, sont les blennies (*Blenniidae* sp.) avec 38 mois où ces espèces ont été observées dans ce milieu artificiel sur 53 mois d'observations réalisés au total. Dans le milieu naturel proche du port, l'espèce la plus régulièrement observée, toutes tailles et saisons confondues, est le crénilabre à 5 tâches (*Symphodus roissali*) (présent 36 mois sur 53 mois d'observation).



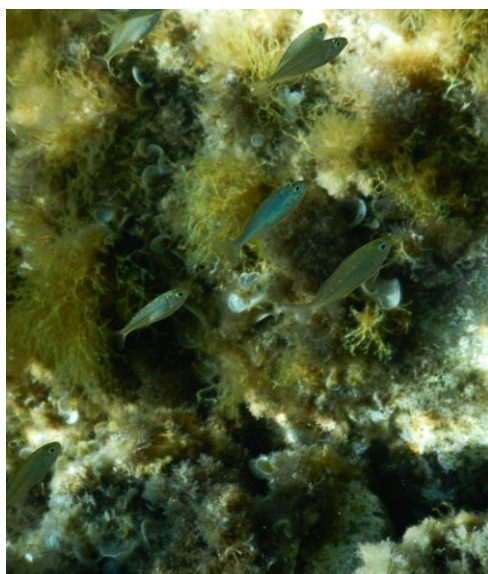
Espèce la plus représentée pour chaque classe de taille au niveau des Biohut® et du milieu naturel proche du port toutes années confondues

Parmi les **post-larves**, en milieu artificiel ce sont les **blennies** (*Blenniidae* sp.) qui sont le plus régulièrement présentes tandis que ce sont les **oblades** (*Oblada melanura*) en milieu naturel. Pour les **juvéniles**, c'est la **castagnole** (*Chromis chromis*) qui est la plus régulièrement observée au niveau des Biohut®, tandis que ce sont les **mulets** (*Mugilidae* sp.) en milieu naturel proche.

De rares observations d'espèces moins fréquentes mais d'intérêt écologique majeur ont été faites au niveau des Biohut® : **Mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), **rascasse brune** (*Scorpaena porcus*) et **petite rascasse rouge** (*Scorpaena notata*). Ce sont cependant de petits individus adultes et non pas des recrues de l'année.



**Blennie** (*Parablennius zvonimiri*) dans un Biohut®



Post-larves de saupes (*Sarpa salpa*) (à gauche) et de rougets de roche (*Mullus surmuletus*) (à droite) en milieu naturel proche



**Banc de saupes** (*Sarpa salpa*) au niveau des Biohut®



**Rascasse brune** (*Scorpaena porcus*) observée au niveau des Biohut®

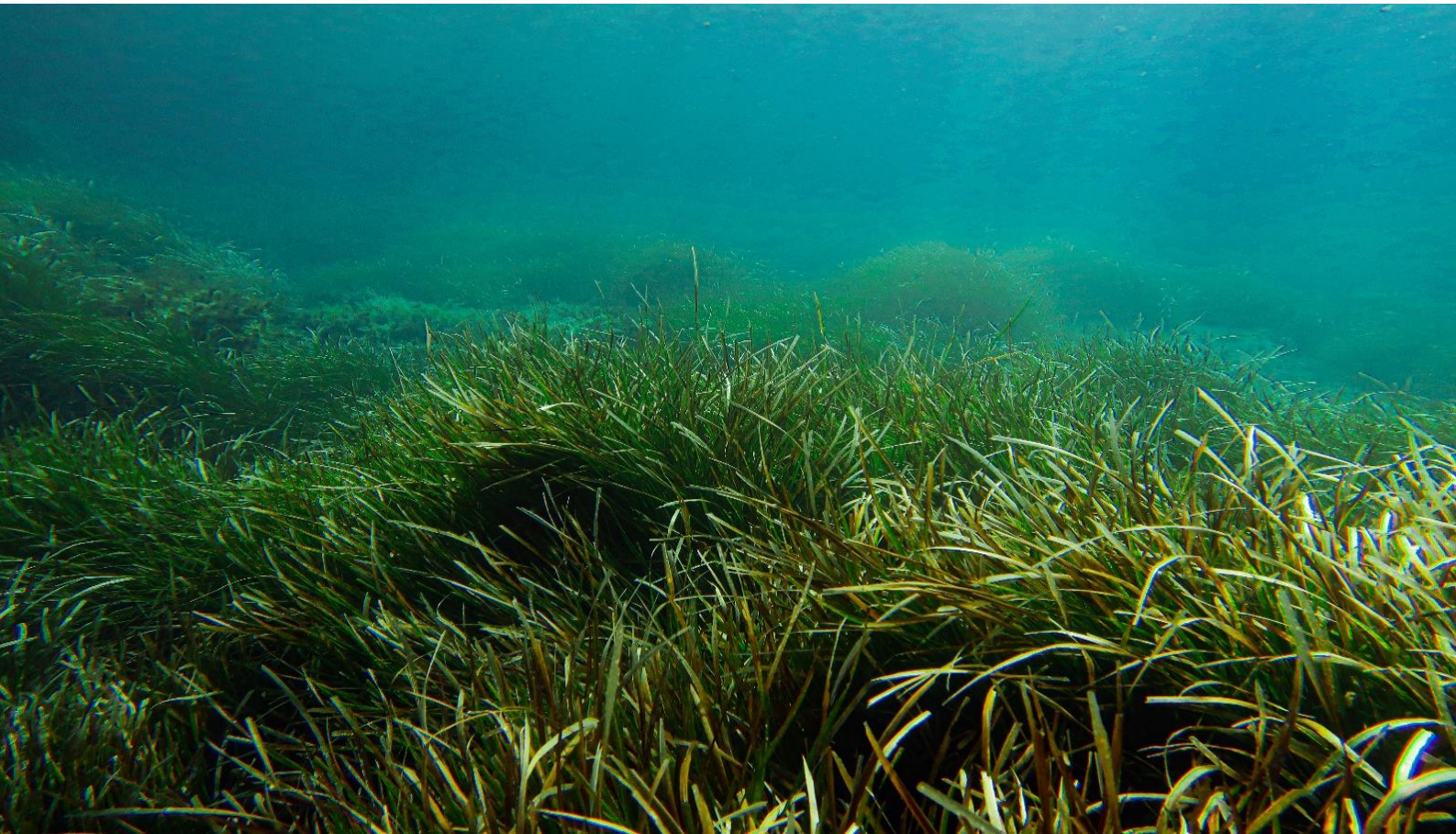
Les résultats des suivis depuis 2015 montrent des différences de communautés entre milieu naturel et Biohut®

Bien qu'au total plus d'individus, notamment des juvéniles, aient été recensés sur le milieu naturel que sur les Biohut®, ces derniers semblent être un habitat préférentiel pour les post-larves

# L'HERBIER DE POSIDONIE



# L'HERBIER DE POSIDONIE



L'espèce *Posidonia oceanica* (L.) Delile est une **espèce protégée** (arrêté interministériel du 15/07/1988) qui forme l'écosystème herbier de Posidonie dont la conservation est prioritaire en Europe (inscription à l'annexe I de la Directive Habitat/Faune/Flore n°92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992).

La régression estimée à plus d'un tiers des herbiers sur ces 50 dernières années en Méditerranée (Telesca et al., 2015) est en partie attribuée à diverses pressions locales d'origines anthropiques (eutrophisation, ancrage, aquaculture, urbanisation, pêche) et à l'introduction d'espèces

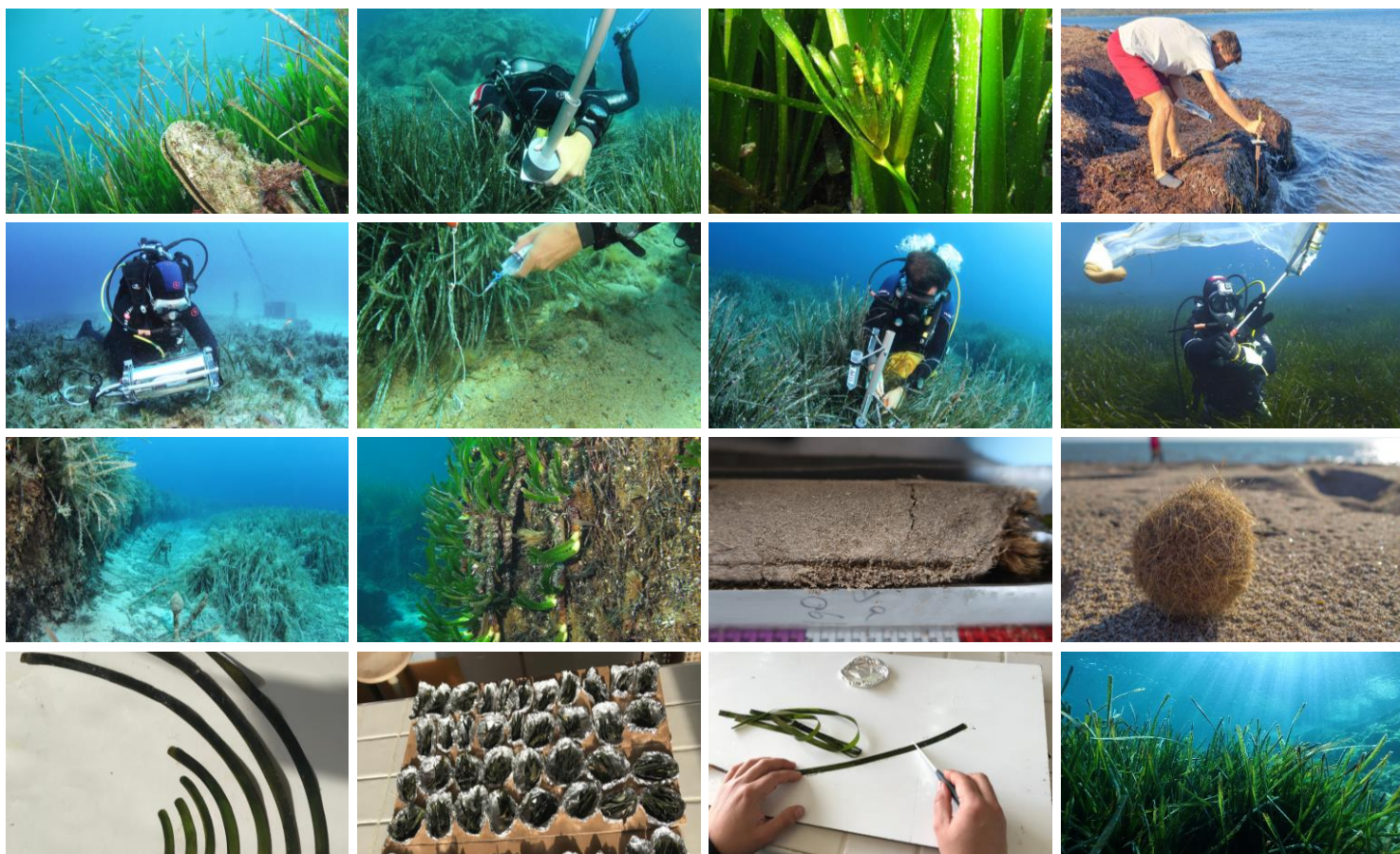
invasives (Boudouresque et al., 2009 ; Marba et al., 2014). De plus, étant donné l'importance clé des herbiers et le nombre d'organismes qui, directement ou indirectement, en dépendent (Gobert et al., 2007), leur vulnérabilité face aux pressions anthropiques locales combinées avec le changement climatique (Jordà et al., 2012) doit faire l'objet d'une attention particulière. Enfin, la Posidonie est étudiée à la fois en mer comme sur terre, avec un intérêt pour l'enjeu socio-environnemental que représente les banquettes de Posidonie.

## Sélection d'aspects présentés

**INVENTAIRE DU STOCK DE CARBONE BLEU DANS LA MATTE**

**RESTAURATION DES HERBIERS DEGRADÉS PAR L'ANCRAGE**

**OUTILS DE GESTION DES BANQUETTES DE POSIDONIE**



Dans le cadre de STARECAPMED, la mise en place de suivis et d'études concernant un large panel d'aspects relatifs à l'herbier de Posidonie permet une **approche holistique de cet écosystème clé représentant environ 18% des fonds de la baie**. Ainsi le champs des domaines étudiés relatifs à l'herbier sont particulièrement diverses et comprennent notamment :

- Paramètres structurels et fonctionnels,
- Phénologie (régime des floraisons),
- Méiofaune,
- Bilan carbon et flux d'oxygène,
- Ecotoxicologie,
- Physiologie (photosynthèse, allocations des ressources au sein des structures),

- Matte et intermatte,
- Cartographie et régression,
- Impact de l'ancrage,
- Banquettes et Posidonie,
- Aegagropiles,
- Etc.

Cette multiplicité des aspects confère à STARESO une expertise permettant d'identifier différents descripteurs de la vitalité de l'herbier, de rechercher les causes de dégradation, ainsi que d'améliorer les connaissances écologiques et physiologiques **nécessaires à la compréhension des dynamiques de recolonisation et la formulation de mesures adaptées à sa conservation**.

Ainsi, uniquement une partie du champs d'investigation mené en baie de Calvi autour

de cet écosystème est présentée dans cette partie.

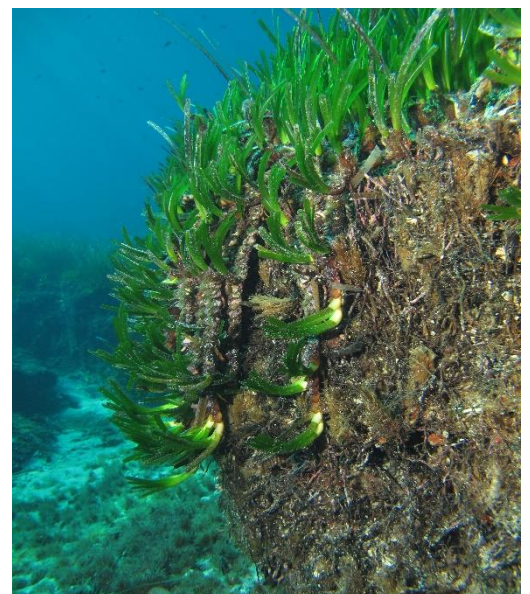


# INVENTAIRE DES STOCKS DE CARBONE BLEU DANS LES HERBIERS DE POSIDONIE



Le "carbone bleu" se réfère au carbone stocké dans les écosystèmes côtiers comme les marais salants, mangroves et herbiers marins. Bien que ces zones côtières occupent moins de 2 % du fond marin, elles renferment environ 50 % du carbone des sédiments marins (Nellemann et Corcoran, 2009), montrant une efficacité remarquable en matière de stockage du carbone. Ce stockage se fait principalement dans le sol, rendant ces habitats plus efficaces que les forêts. En effet, le taux d'enfouissement du carbone est environ cinquante fois plus élevé dans ces systèmes côtiers que dans les forêts tropicales, tempérées ou boréales (Mcleod et al., 2011).

Les herbiers de *Posidonia oceanica*, avec leur structure souterraine de "matte" faite de rhizomes, racines, et sédiments, constituent de remarquables puits de carbone en Méditerranée, puisqu'ils sont capables de stocker le carbone pendant des millénaires.



Escarpement de matte de Posidonie en baie de Calvi (crédits photos : Arnaud Abadie)

# Un inventaire multi-approches



Bien que le carbone stocké par les herbiers de *Posidonia oceanica* en Méditerranée soit crucial, les données quantitatives concernant l'épaisseur de la matre et la capacité de stockage de carbone des herbiers de *Posidonia oceanica* sont limitées.

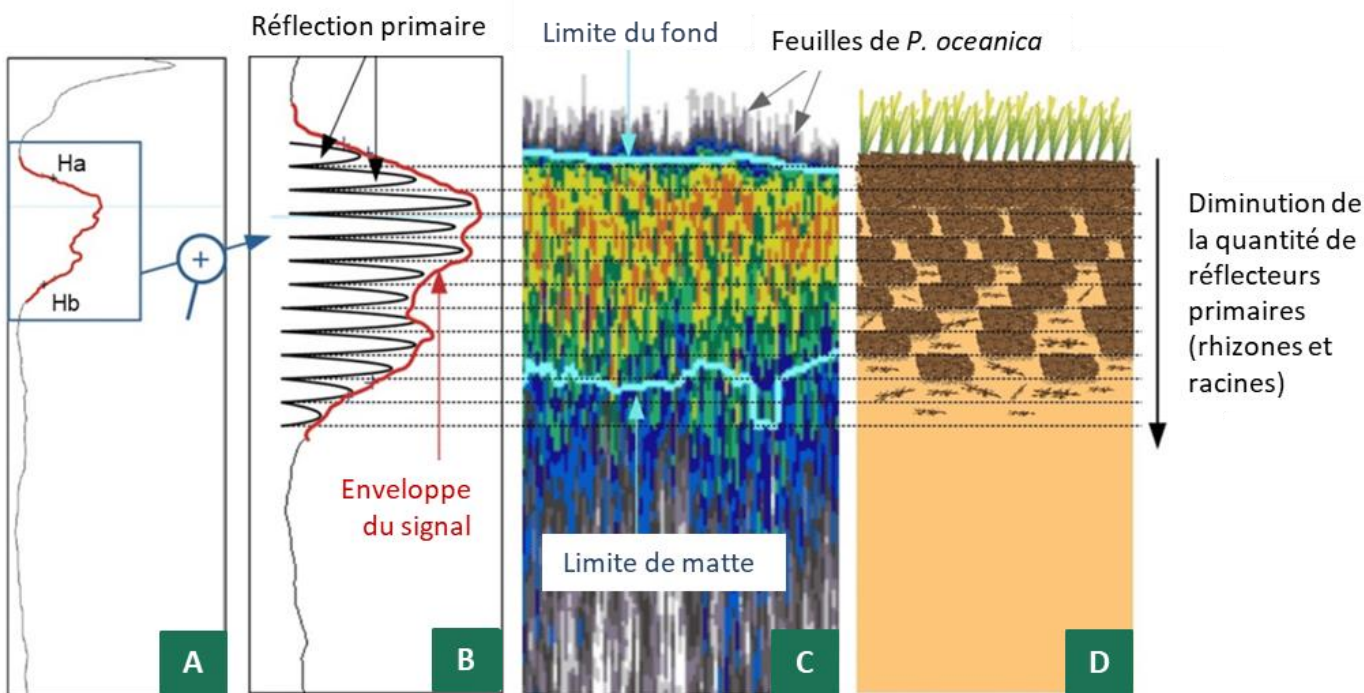


C'est dans un tel contexte, qu'une étude visant à évaluer le carbone stocké dans les herbiers de la baie de Calvi, avec des améliorations de méthodes de cartographie et de carottage de sédiment a été réalisée et publiée (Leduc et al., 2023). Ces travaux s'inscrivent dans la continuité des travaux de STARECAPMED (cft rapport des activités STARECAPMED 2018) ainsi que dans le programme PADDUC CHANGE, visant spécifiquement à surveiller les écosystèmes de carbone bleu et à évaluer leur contribution au bilan global de carbone.



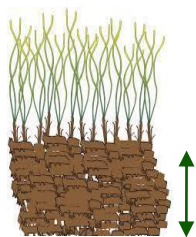
Plus concrètement, les travaux ont impliqué l'utilisation d'images de profilage par sondeur de sous-fond et des analyses biogéochimiques de carottes de sédiment incluant notamment une datation carbone ( $^{14}C$ ), des analyses de granulométrie ou encore des quantifications de calcium carbonate ( $CaCO_3$ ) et de carbone organique et inorganique. L'épaisseur de la matre dérivée des données de réflexion sismique a été traitée dans le logiciel ViewSingleBeam développé par Seaviews.

**Carottage et traitement d'une carotte**



**Interprétation des données acoustiques du sol selon la structure de la matre. Ha et Hb correspondent respectivement à 50 % et 40 % de l'énergie maximale. A) Signal acoustique vertical d'un ping ; B) zoom sur la partie du signal correspondant à la matre ; C) correspondance avec la limite de la matre sur les sonogrammes ; D) description schématique du sol associée au sonogramme**

## Un puits de carbone daté et quantifié dans la baie de Calvi

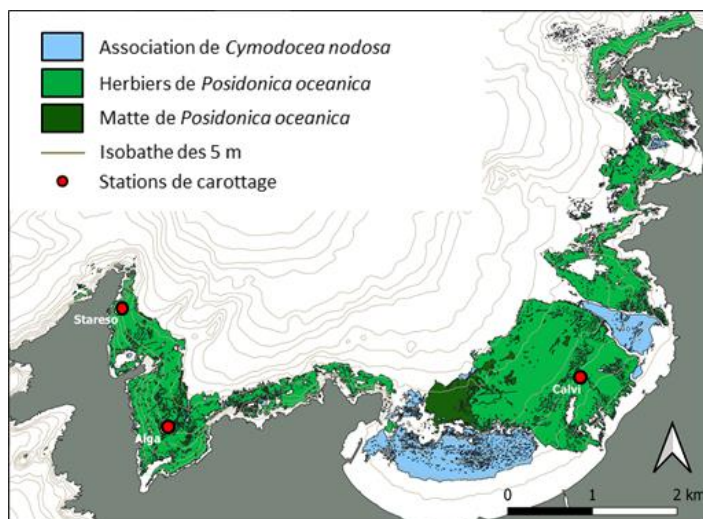


La cartographie des épaisseurs de matrice (Fig.A) a permis de déterminer une épaisseur moyenne de  $2,2 \text{ m} \pm 0,4 \text{ m}$  au sein de la baie de Calvi, avec une épaisseur maximale de 6 m devant la plage de Calvi.

Cette cartographie (Fig.A), couplée à la cartographie des habitats benthiques marins (Fig.B), a permis d'estimer le volume de la matrice dans la baie à  $12\,473\,352 \text{ m}^3$ .

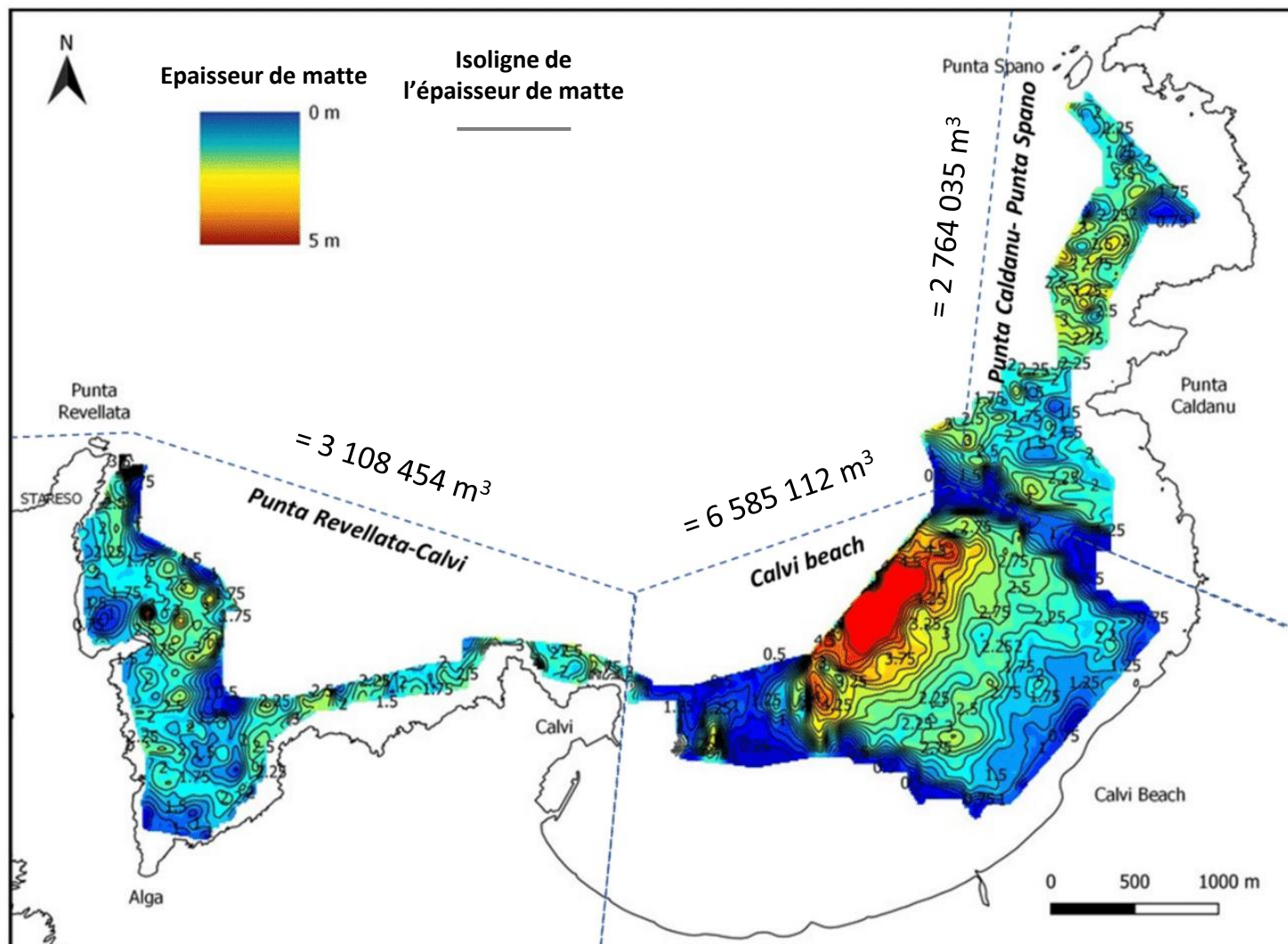


L'âge moyen du premier mètre de matrice en baie de Calvi a été daté à  $3\,632 \pm 486 \text{ cal yr BP}$ , c'est à dire qu'elle aurait été formée il y a entre 4 200 et 3 200 ans.



**B** Carte des habitats benthiques marins et des trois stations d'échantillonnage

Les estimations des stocks de carbone à l'échelle de la baie s'élèvent à 389 994 tonnes de carbone organique et 615 558 tonnes de carbone inorganique



**A** Carte de l'épaisseur de matrice dans la baie de Calvi découpée en trois zones pour lesquelles le volume total de matrice calculé est précisé

## Quelques résultats clés

- 1) **Datation et succession écologique** : La présence historique de *Posidonia oceanica* dans la baie de Calvi depuis l'Holocène (période datant d'il y a 11 700 ans à aujourd'hui) est confirmée, montrant des changements écologiques dus à des variations climatiques, en particulier un événement d'aridification il y a environ 4 200 ans.
- 2) **Croissance de *P. oceanica***: L'épaisseur de la matre varie considérablement entre les sites au sein de la baie (1.9 à 6 m), liée aux changements du niveau de la mer et aux apports des rivières, influençant la croissance de *P. oceanica*.
- 3) **Variabilité des taux d'accrétion** : Les taux d'accrétion des sédiments varient fortement selon les sites entre 0.64 à 2.15 mm/an (durant les 70 à 170 dernières années), reflétant l'influence des conditions environnementales locales.
- 4) **Influence du substrat** : Les herbiers croissants sur des substrats rocheux présentent des stocks de carbone organique inférieurs à ceux croissants sur des substrats sableux.
- 5) **Capacité de stockage** : Ces données locales confirment une capacité de stockage de *P. oceanica* du carbone organique (20.2 et 50.3 kg/m<sup>2</sup> dans le premier mètre de la matre) supérieure à celle des écosystèmes terrestres tels que les sols végétalisés boréaux ou polaires (14.9 kg/m<sup>2</sup> et 11.8 kg/m<sup>2</sup> respectivement) et les forêts tropicales humides et montagneuses (6.1 kg/m<sup>2</sup> pour les deux). Elle dépasse également d'autres espèces d'herbiers marins, tels que les prairies australiennes stockant entre 1.1 et 20.1 kg/m<sup>2</sup>.
- 6) **Méthodologie de cartographie** : La cartographie acoustique et les carottages ont permis d'obtenir des évaluations précises des épaisseurs de matre et taux d'accrétion des sédiments, essentielles pour une gestion efficace des stocks de carbone.
- 7) **Conservation des herbiers de posidonie** : L'étude met en avant la nécessité de protéger les herbiers en soulignant les risques liés à leur destruction, notamment via l'ancrage, impactant les capacités de séquestration tout en libérant du carbone stocké.



Trace d'ancrage au site de l'Alga  
(crédit photo : Greg Lecoeur)



Effondrement d'une portion de matre de Posidonie au niveau d'un escarpement (crédit photo : Arnaud Abadie)

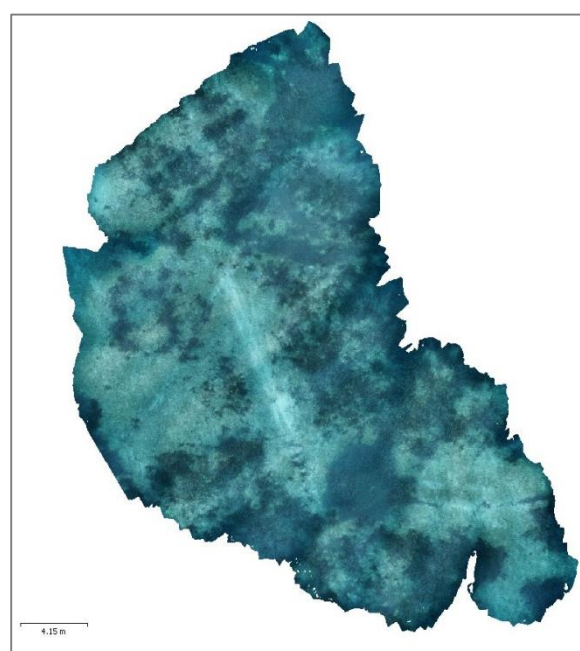
Etude quantifiant les stocks de carbone contenus dans la matre de Posidonie en baie de Calvi et datant leur formation

Ces estimations de stocks confirment des capacités records de séquestrations de carbone constituant de véritables archives biologiques

# RESTAURATION DES HERBIERS DE POSIDONIE ENDOMMAGES PAR L'ANCRAGE



L'impact de l'ancrage sur les herbiers de Posidonie a été largement mis en évidence, notamment via une thèse menée dans le cadre de STARECAPMED (Abadie, 2016). De plus, une étude de la fréquentation plaisancière en Corse réalisée par STARESO a montré qu'environ 1/7<sup>ème</sup> de la flotte mondiale de la grande plaisance (> 24m) arborent désormais les côtes corses chaque été (Fontaine et al., 2019). Or, la taille des ancres étant proportionnelle à la taille des bateaux, le mouillage de ces navires peut être particulièrement destructeur. Quoiqu'il en soit, l'arrêté cadre 123/2019 pris par le préfet maritime en 2019 interdit désormais le mouillage des navires de plaisance dans un habitat d'espèce végétale marine protégée, autrement-dit, dans l'herbier de Posidonie. C'est dans un tel contexte que le projet STARECAPMED permet notamment l'étude de la restauration des herbiers endommagés par l'ancrage (REPAIR) soit sur des zones qui étaient naturellement colonisées par les herbiers de Posidonie.

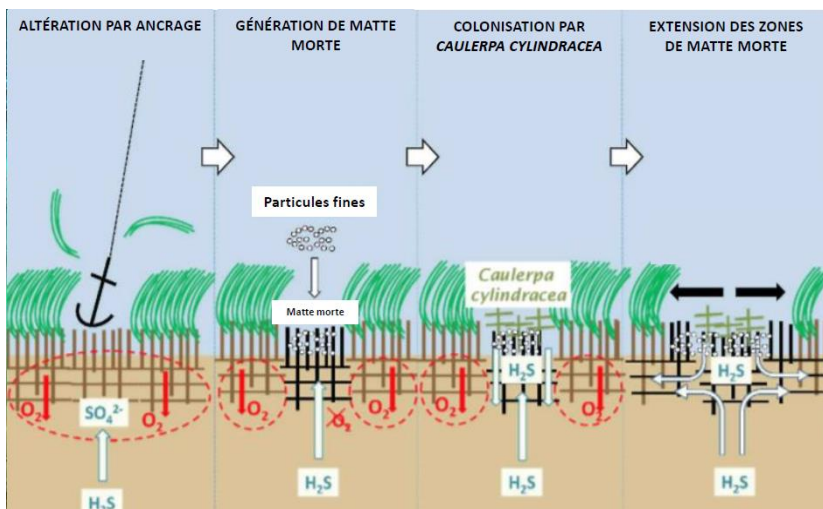


Orthophoto d'une trace d'ancrage

# Restauration des herbiers de posidonies endommagés par l'ancrage

L'identification et la quantification de l'impact de l'ancrage sur les herbiers de Posidonies a donné naissance au projet REPAIR (2021-2025) réalisé dans le cadre d'une thèse doctorale à l'Université de Liège. Le projet vise à la restauration écologique et à la stabilisation des herbiers de posidonies endommagés par l'ancrage en favorisant et accélérant le rétablissement des herbiers fragilisés et la reconquête des surfaces détruites.

— A notre connaissance, aucun projet de restauration n'a été entamé pour induire la recolonisation des sillons d'ancrage (fig. B) qui ont tendance à s'agrandir avec le temps (fig. A).



**A** Succession des processus d'altération de l'herbier engendrés par les dommages mécaniques de l'ancrage (colonisation de *C.cylindracea* et altération chimique) amenant à l'expansion des tâches anthropiques (Abadie et al., 2016)



**B** Traces d'ancrage sur le site de restauration (crédit photo : Greg Lecoeur)

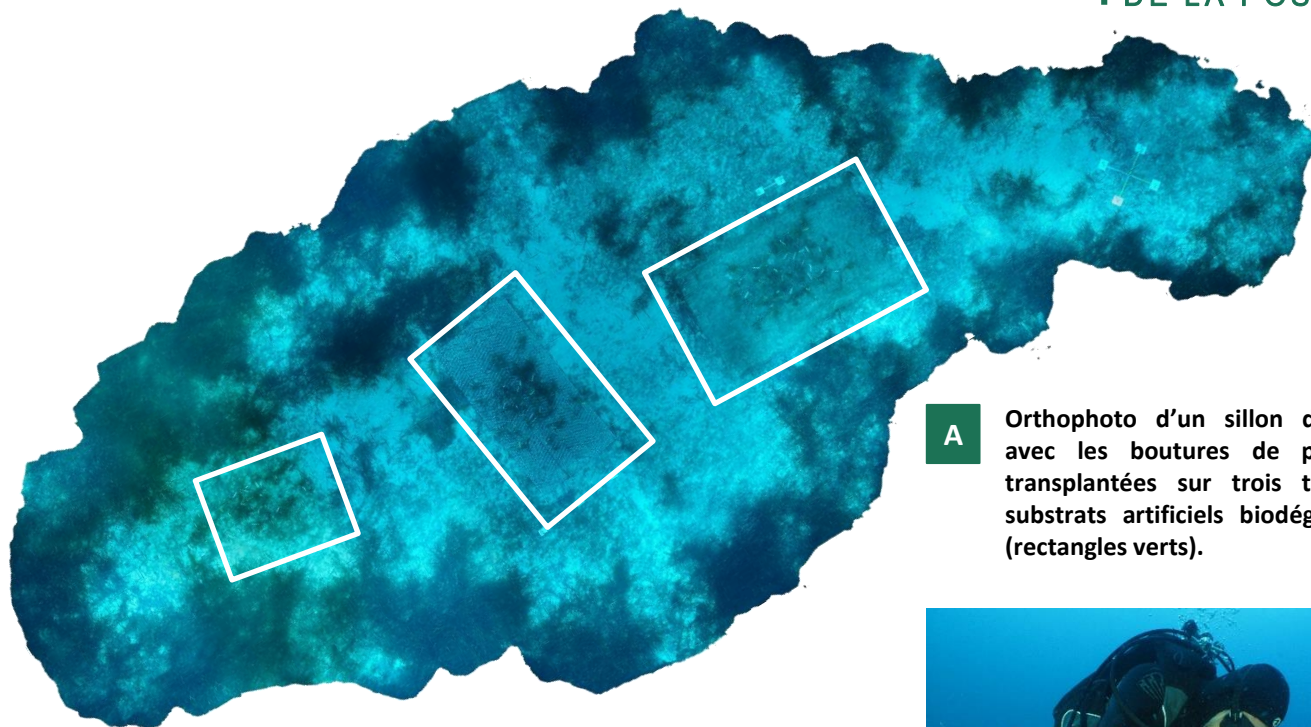


**C** Différents types de substrats ou fixations testés comme structures expérimentales

En juin 2022, près de 800 boutures de posidonie (3500 faisceaux foliaires) ont été transplantées sur différents substrats artificiels biodégradables (fig. C) entre 20 et 28m de profondeur, où se situe la majorité des sillons d'ancrage en baie de Calvi. Des boutures-épaves récoltées sur le fond marin et des prélèvements manuels de boutures au niveau des bordures d'intermatte sableuses naturelles ont été utilisées comme source de boutures pour la transplantation.



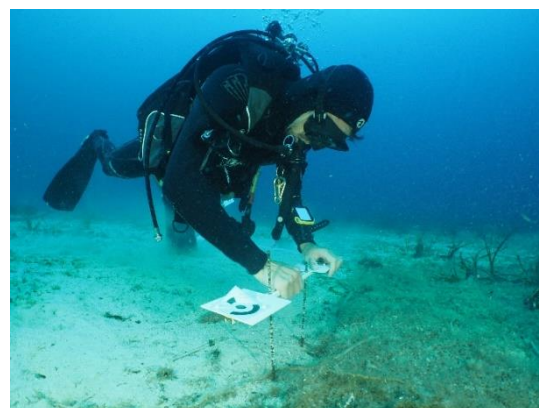
800 boutures



**A** Orthophoto d'un sillon d'ancrage avec les boutures de posidonie transplantées sur trois types de substrats artificiels biodégradables (rectangles verts).

L'évaluation de l'efficacité de ces différentes techniques de restauration est basée sur un **suivi bi-annuel** :

- de paramètres classiques comme le **taux de survie**, la **biométrie** et le **taux de recouvrement**.
- de **descripteurs fins** attestant de l'état **physiologique** afin de permettre une évaluation plus exhaustive de l'état de santé des boutures transplantées.



L'action combinée de l'hydrodynamisme et d'une faible stabilité sédimentaire sur certains sites a mené à la perte de certaines boutures. En plus d'un taux naturel de mortalité, cela a mené à un **taux de survie de 90,40 % un an après transplantation**.



**90,40% de survie**



L'étude de ces différents paramètres d'état de santé des boutures et des conditions environnementales (profondeur, température, sédimentation, etc) permettra d'**identifier la technique de restauration la plus efficace**, qui pourra être **exportée** vers d'autres **zones prioritaires** en **Corse**, et de manière générale en **Méditerranée**. Les résultats finaux sont attendus pour **automne 2025**.



**B** Diverses manipulations du suivi de l'efficacité des techniques de restauration et des conditions environnementales

## Quelques résultats préliminaires :

- 90,40% de survie des boutures un an après transplantation
- le taux de survie, le nombre de faisceaux par boutures et le nombre de feuilles par faisceaux ne semblent **pas être significativement influencés par le type de substrat artificiel, la profondeur de transplantation ou encore l'origine de la bouture.**
- la **biomasse sèche et la surface foliaire** répondent de manière similaire un an après la transplantation, avec des **valeurs plus importantes pour les herbiers de posidonies de références comparés aux boutures.** A nouveau, le type de substrat, la profondeur et l'origine des boutures n'influencent pas non plus ces deux variables morphologiques.
- Concernant la physiologie, les concentrations foliaires en **carbone et en azote** présentent également des **valeurs plus importantes pour les herbiers de Posidonie de références comparés aux boutures** (fig.A). Ces observations se corrélaient assez bien avec des expériences précédentes menées en baie de Calvi (Gobert et al., 2005; Lepoint et al., 2004). Cependant, d'autres paramètres physiologiques, tels

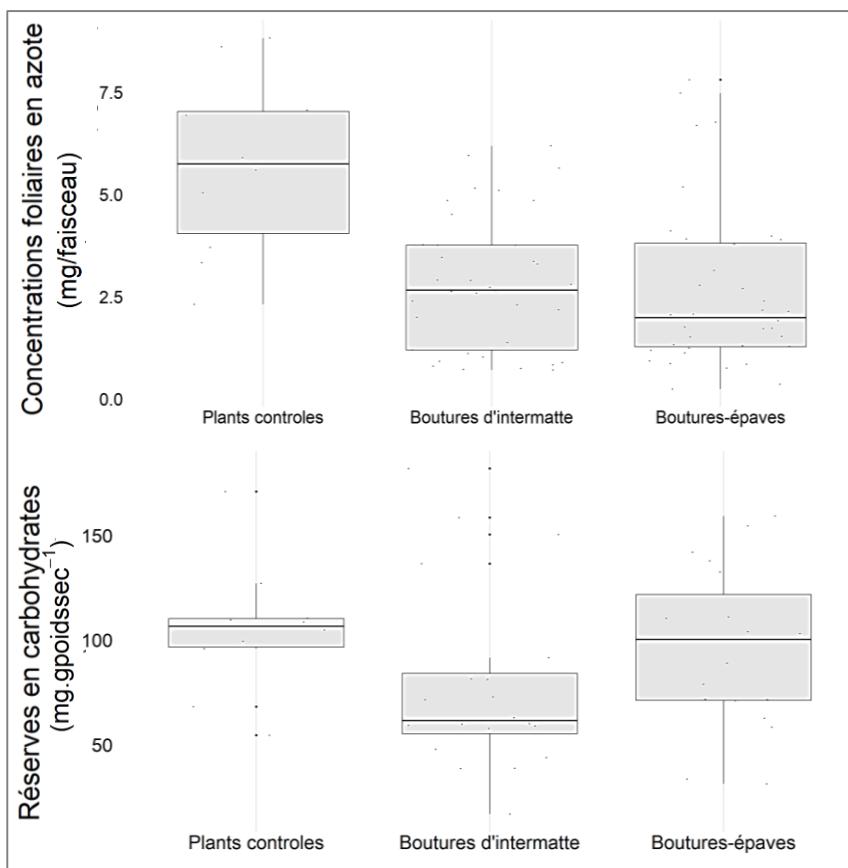
que les concentrations foliaires en **phosphore** ou les réserves en **carbohydrates** dans les rhizomes, ne répondent pas de la même manière que pour le carbone et l'azote (fig.A).



Boutures fixées sur structure 3D en amidon de pomme de terre (BESE elements)



Boutures fixées avec une agrafe métallique. On peut voir une importante production racinaire.



**A** Concentrations foliaires en azote (en haut) et réserves totales en carbohydrates (en bas) pour les herbiers de référence et les différents types de boutures un an après transplantation.

Un taux de survie de plus de  
90% un an après  
transplantation

Des réponses contrastées en  
fonction des paramètres  
morphologiques ou  
physiologiques suivis

Importance d'un suivi à long-  
terme et de la diversité des  
indicateurs de l'état de santé

# LES BANQUETTES DE POSIDONIE



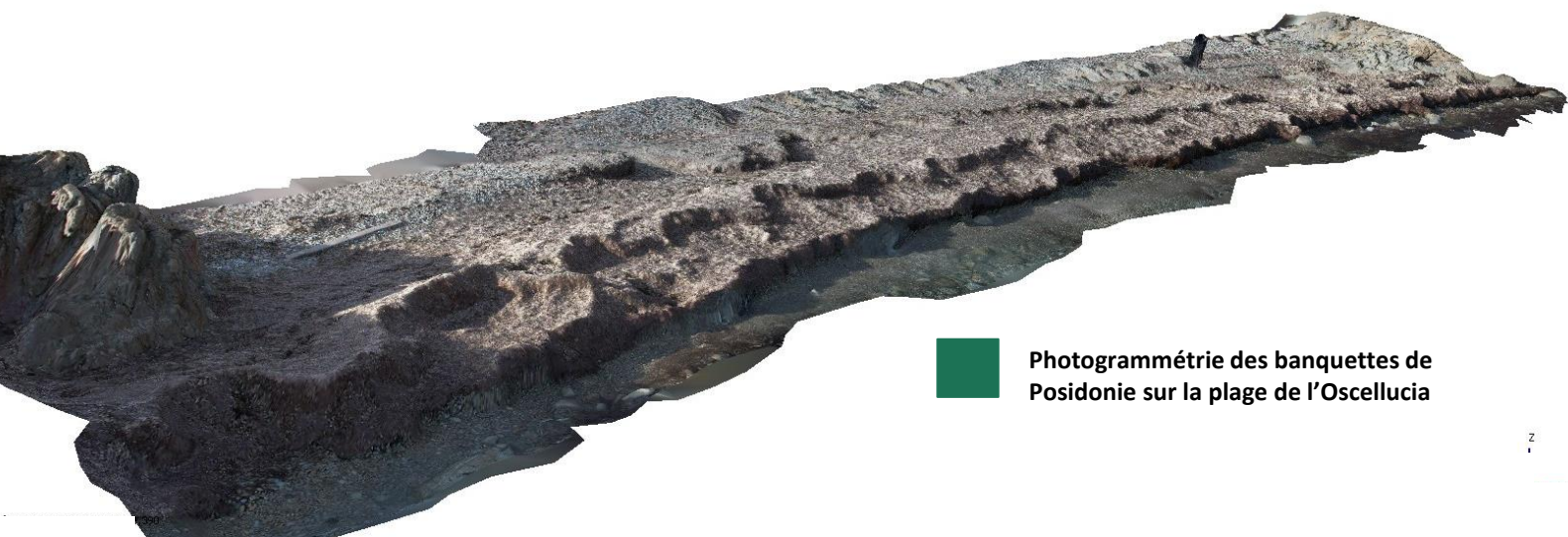
L'association de fortes houles et de la perte annuelle et naturelle des feuilles de Posidonie donne lieu à des **dépôts de paquets de feuilles et de rhizomes** (tiges de Posidonies) sur les rivages, appelés banquettes de Posidonie. **Ces banquettes jouent des rôles écologiques et économiques importants.** Elles protègent directement les plages contre **l'érosion** en réduisant l'intensité des vagues et en stockant une grande quantité de sédiments (Chessa et al., 2000), façonnent les côtes et influencent l'énergie de la dérive sédimentaire (Guala et al., 2006). Les feuilles et les épiphytes constituent une **ressource alimentaire** (sels nutritifs) pour les écosystèmes

dunaires riches en détritivores invertébrés (Remy et al., 2021). Enfin, lorsqu'elles sont déposées plus loin par les vents, les feuilles mortes de Posidonie peuvent également servir d'engrais et de support pour la végétation et ainsi permettre **le maintien puis le développement de l'arrière-dune.**

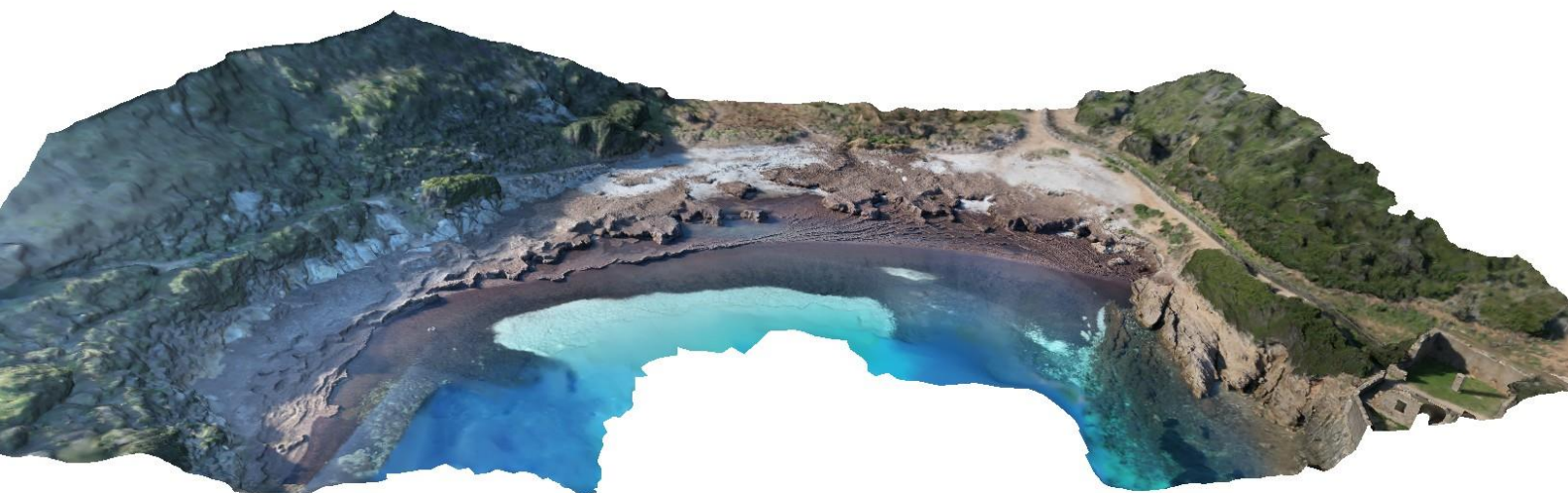
Pourtant, en dépit des avantages écologiques et géomorphologiques qu'elles confèrent, les banquettes de Posidonie sont souvent à l'origine **d'incompréhensions** de la part des usagers et posent **problèmes aux collectivités**, souvent victimes d'un manque d'outils de gestion et de connaissances.

C'est en réponse à **ces lacunes de connaissances et d'outils de gestion** concernant les banquettes de Posidonie que leur étude constitue désormais **un nouvel axe de recherche dans le cadre de STARECAPMED.**





Photogrammétrie des banquettes de Posidonie sur la plage de l'Oscellucia



Photogrammétries des banquettes de Posidonie sur la plage de l'Alga

## Suivi et caractérisation des banquettes de Posidonie

La structure et la fonctionnalité des banquettes ont été étudiées sur plusieurs plages, dont la plage de Calvi, via la mesure régulière de :

- leur épaisseur, surface et volume,
- leur compacité,
- leur teneur en sédiment.



Mesures géoréférencées de l'épaisseur (A) et de la compacité (B) à l'aide d'un compacteur



Etapas permettant la mesure des teneurs en sédiments

L'analyse de ces données a permis de mettre en évidence l'existence de différentes typologies de banquettes caractérisées par des valeurs de compacité (profondeur d'enfouissement du compacteur) et de teneurs en sédiments significativement différentes.

Il existerait donc des banquettes :

- **récentes**: caractérisées par une faible compacité, une faible teneur en sédiment, une grande humidité et une proximité au trait de côte;
- **moyennes** et **anciennes**: situées plus en haut de plage, d'apparence plus sèches, et caractérisées par une compacité et une teneur en sédiment plus importantes.



Photographie de dépôts de banquettes catégorisés en 3 typologies

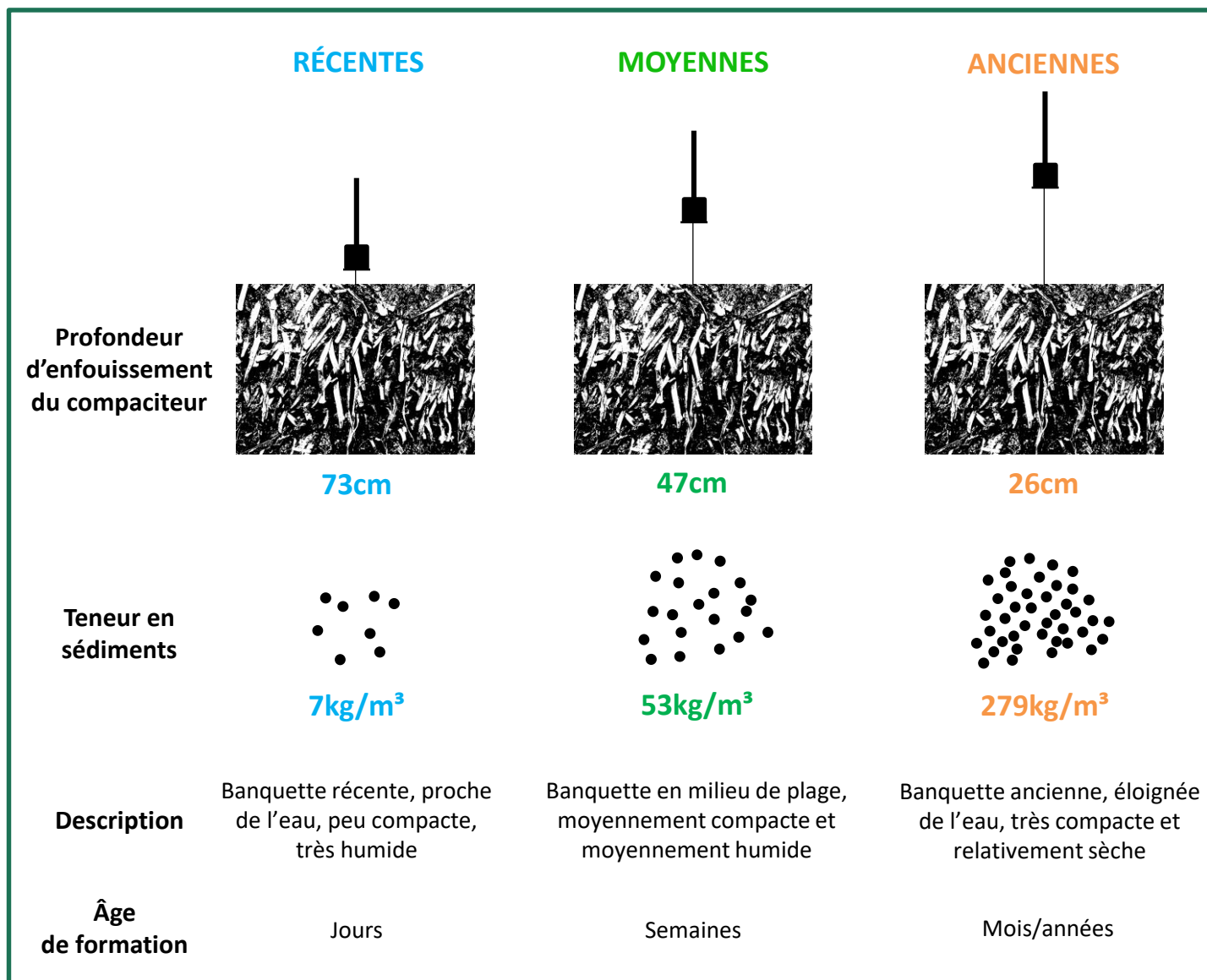
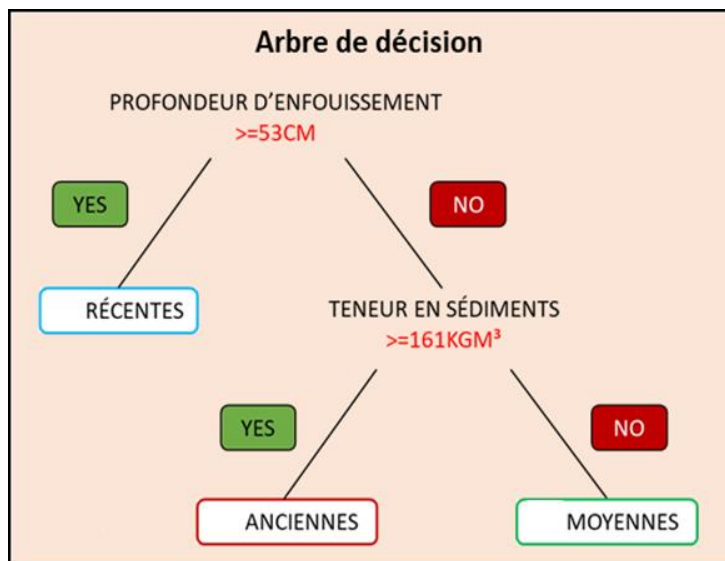


Schéma synthétique illustrant les caractéristiques (compacité, teneur en sédiments, description, âge de formation) de chaque typologie de banquettes

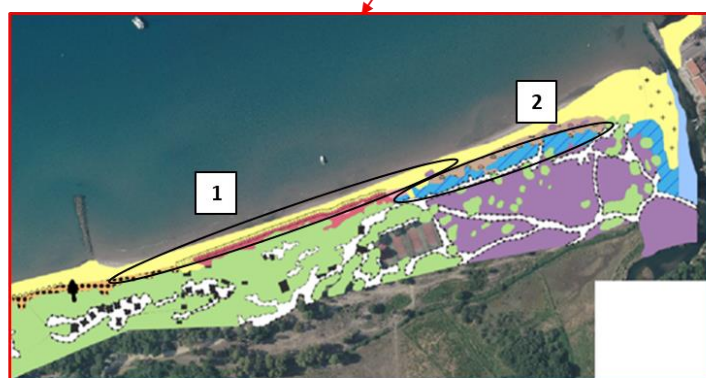
Des seuils permettant de distinguer ces différentes typologies ont ainsi été calculés. Sur base de ces résultats et de **l'intérêt de protéger et maintenir le budget sédimentaire de la plage**, il est donc possible pour la 1<sup>ère</sup> fois, de préconiser grâce à cette méthode facilement reproductible quelle typologie et quel volume de banquette déplacer (en l'occurrence et idéalement les « récentes ») dans le cas où des déplacements de banquette seraient inévitables. De plus, et en parallèle du suivi de la dynamique de dépôt de ces banquettes, l'étude et la prise en compte systématiques **des communautés végétales et des divers enjeux socio-économiques, de fréquentation et sécuritaires**, permet d'identifier et de proposer aux municipalités des **sites potentiels de stockage** de ces accumulations de feuilles mortes.



■ Valeurs seuils permettant la différenciation des typologies de banquettes (récentes, moyennes et anciennes)



○ Etalement des feuilles mortes au niveau de la large zone sableuse en arrière du brise-lames oriental et à proximité du CO



1 ○ Stockage des feuilles mortes le long de cette portion de plage étroite et en érosion à proximité du CO  
 2 ○ Stockage des feuilles mortes dans d'anciennes dépressions de la Figarella

■ Proposition de sites de stockage des banquettes de Posidonie sur la plage de Calvi sur base d'une carte de végétation réalisée spécifiquement au printemps 2024

L'expertise développée par STARESO concernant le suivi, la caractérisation et la gestion des banquettes de Posidonie est notamment mise au profit de la municipalité

et de la Communauté de communes de Calvi et plus largement transmise à de nombreux gestionnaires de plages.



Grande plage de Calvi photographiée en drone (printemps 2023)

Cette problématique s'intègre dans un contexte plus large de gestion du trait de côte à l'échelle régionale et contribue à concilier fréquentation et activité balnéaire avec préservation de cet écosystème et de cette espèce protégée.

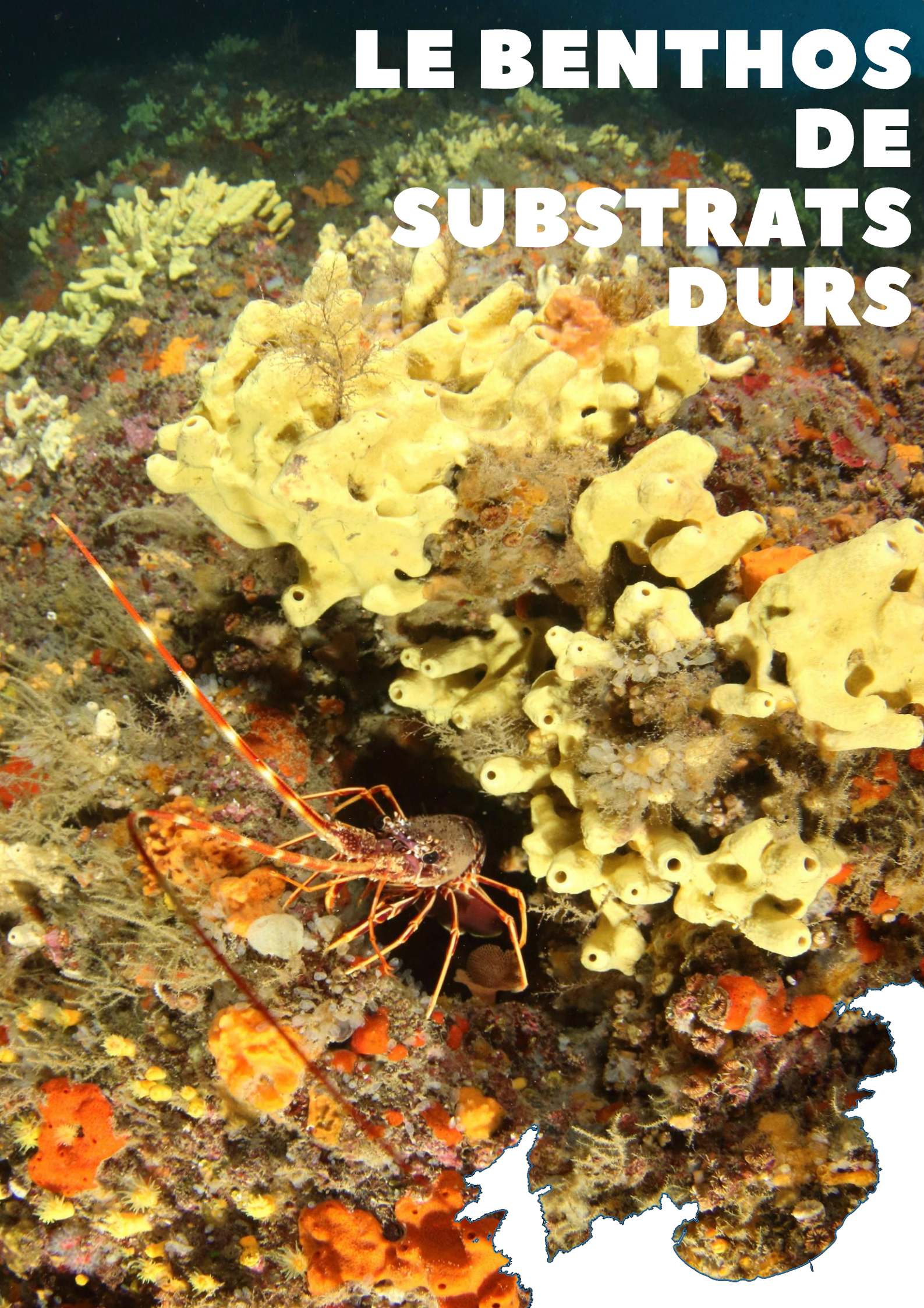
En effet, les résultats de ces suivis bénéficieront, d'une part, aux travaux de l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) dans le cadre de son Groupe Technique Régional banquette (GTR) et de l'élaboration de la Stratégie Territoriale Corse de Gestion Intégrée du Trait de Côte (S.T.C.G.I.T.C), et d'autre part, pourraient plus généralement venir renforcer les démarches entreprises par le Conseil National de la Protection de la Nature (CNP) et sa déclinaison régionale, le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Corse (CSRPN) concernant la préservation et la gestion des banquettes à l'échelle de la façade méditerranéenne française.



Réunion en mairie de Calvi pour discuter de la gestion des banquettes de Posidonie

**La création d'un outil de gestion via l'élaboration d'une méthodologie de discrimination de différentes typologies de banquettes au service du territoire pour une gestion cohérente des banquettes de Posidonie**

# LE BENTHOS DE SUBSTRATS DURS



# LE BENTHOS DE SUBSTRATS DURS



Bien que les substrat durs ne constituent que **9%** des substrats de la baie de Calvi (entre 0 et 100m), ces milieux sont très hétérogènes et peuvent abriter **une flore et faune** (fixée et pélagique) **particulièrement diversifiées**. Des phénomènes tels que les blooms d'algues filamenteuses ou les événements de mortalité massive d'invertébrés (gorgones, éponges, ...) sont particulièrement **frappants**, et potentiellement **brutaux** mais l'évolution des écosystèmes

associés à ces substrats peut être plus **diffus** telles que la modification des communautés de poissons, l'apparition d'espèces invasives, etc.

Dans ce contexte, les axes de travail STARECAPMED concernant les écosystèmes associés à ce substrat regroupe différentes thématiques afin de saisir au mieux l'ensemble des aspects et évolutions de ce milieu très hétérogène.

Sélection  
d'aspects  
présentés

SUIVI DES JUVÉNILES  
DE LANGOUSTES

PROTOCOLE  
EXPERIMENTAL D'AIDE  
A LA REGENERATION  
DES GORGONES

# LES JUVENILES DE LANGOUSTE



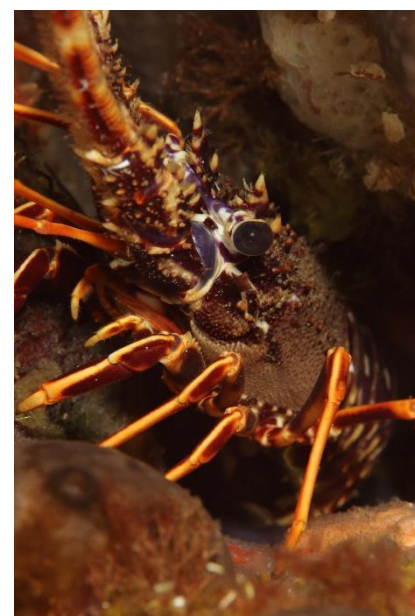
## Les recensements visuels de juvéniles de langouste

La langouste rouge *Palinurus elephas* est une ressource halieutique centrale en Méditerranée, tout particulièrement en Corse. Cependant, malgré de fortes variabilités interannuelles, les débarquements de langouste sont en déclin depuis les années 60 (Père, 2012) et l'espèce a même été évaluée comme « **vulnérable** » selon la liste rouge des espèces menacées de l'UICN. Paradoxalement, les connaissances concernant les premiers stades de vie sont très limitées, notamment à cause de leur complexité. En effet, en Méditerranée, après la ponte des

œufs en septembre, l'éclosion environ 4-5 mois plus tard, plusieurs stades de développement se succèdent :

1) un stade pélagique lors de laquelle la larve « **phyllosome** » dérive au sein des courants, 2) une métamorphose lors de laquelle la larve devient « **puerulus** » et s'installe alors sur un substrat, et enfin, 3) le dernier stade avant la phase adulte correspondant à celui du recrutement des juvéniles appelés « **post-puerulus** ».

Le succès du recrutement conditionnant celui du renouvellement et maintien de la ressource, le recensement visuel des juvéniles « **post-puerulus** » est réalisé chaque année depuis 2012.



## Des résultats au service d'une gestion de la ressource halieutique

Depuis 2012, 230 juvéniles de langouste rouge (*Palinurus elephas*) ont été recensés via des prospections visuelles en plongée sur 3 sites différents.



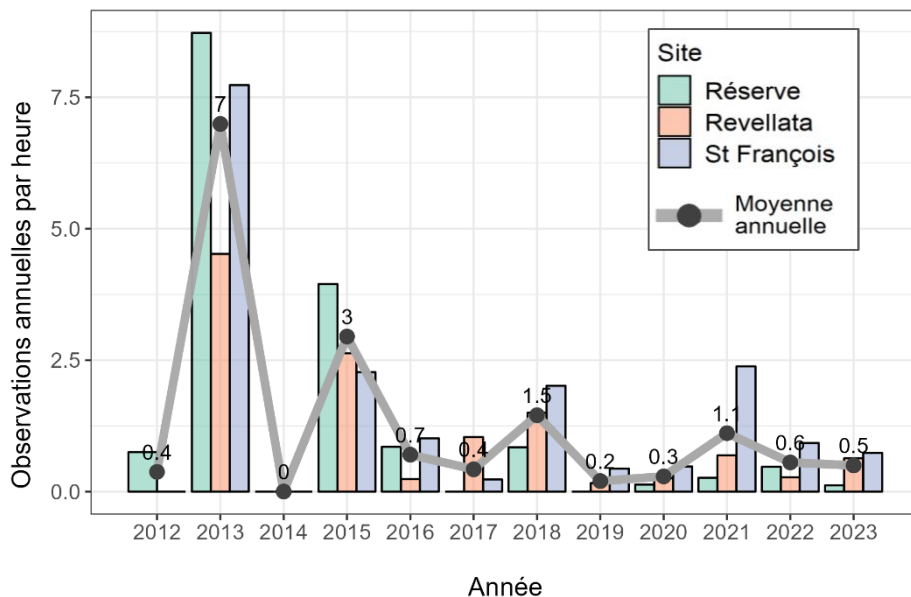
235 heures



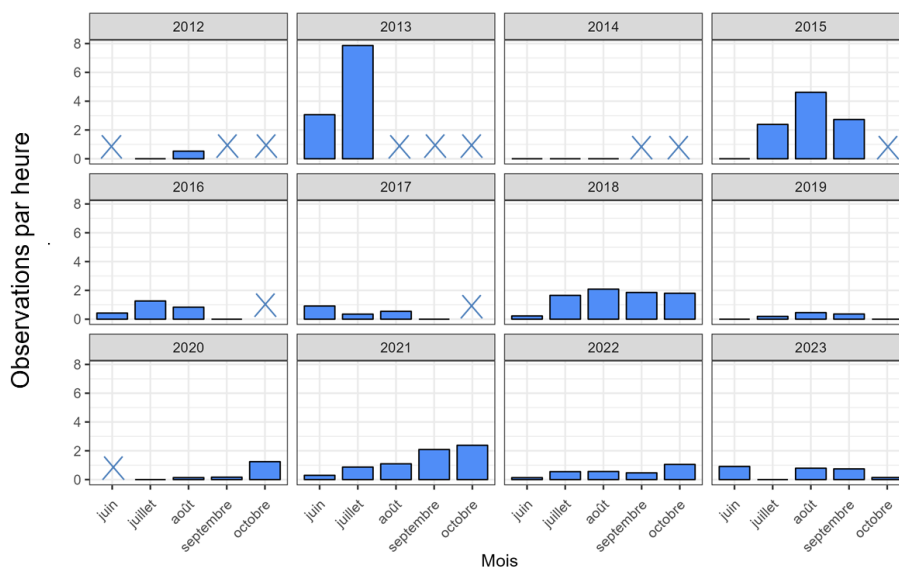
230 juvéniles

L'analyse de 12 années de recensement de juvéniles révèle une **forte variabilité interannuelle** (Fig.A), mais une faible variabilité spatiale suggérant des **phénomènes d'implantation à plus large échelle**. Actuellement, une analyse fine couplant ces résultats avec les données environnementales et halieutiques est entreprise dans le but d'identifier les **facteurs conditionnant l'implantation des juvéniles** et donc de la ressource halieutiques, mais aussi de créer **un outil d'anticipation de la ressource dans les années à venir** puisque ces juvéniles atteindront, 4 ans plus tard, la taille minimale de capture (soit 90mm de céphalothorax).

Par ailleurs, ces suivis permettent également de documenter un potentiel **décalage temporel du pic de recrutement**. En effet, le pic de recensement des juvéniles semble être de plus en plus tardif (après juillet) (Fig.B) ce qui coïncide avec l'apparition retardée de larves planctoniques (après juin) (phyllosomes, Fig.C) associée à l'apparition de plus en plus tardive (après février) de femelles grainées. Or, la **période d'ouverture de la pêche à la langouste** en Corse (actuellement du 1<sup>er</sup> mars au 30 septembre) doit être adaptée afin d'éviter la période de ponte.



**A** Variabilité interannuelle et spatiale des observations annuelles moyennes de juvéniles de langouste ramenées à l'effort de prospection



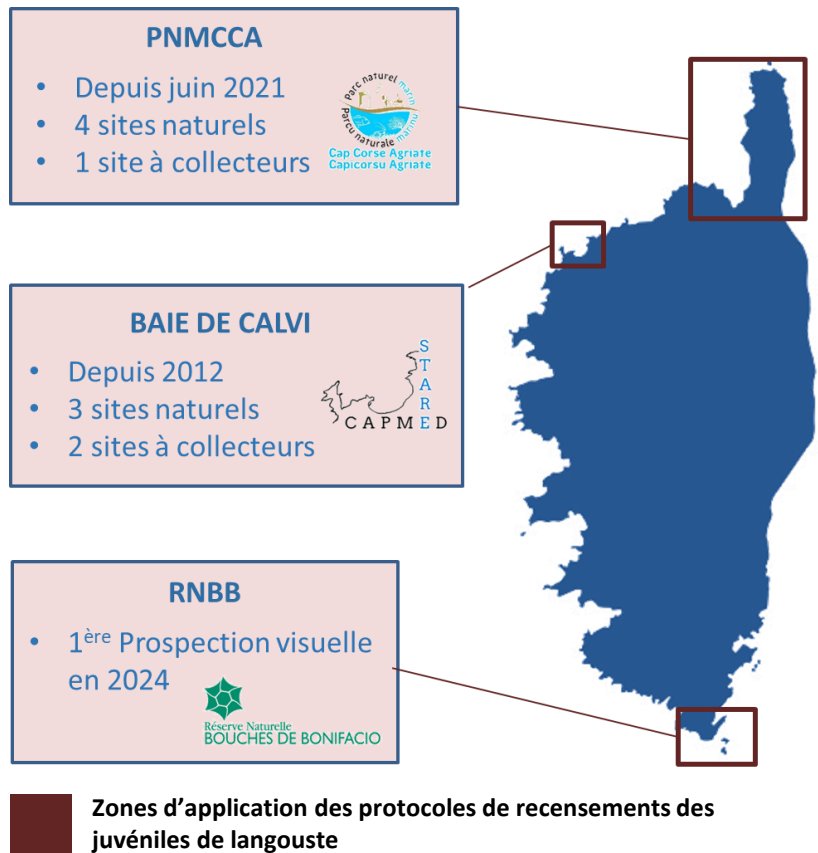
**B** Variabilité interannuelle des observations mensuelles moyennes de juvéniles de langouste ramenées à l'effort de prospection



**C** Langouste grainée pêchée en mars 2021 dans le golfe d'Ajaccio (à gauche) et phyllosome de langouste échantillonné en août 2023 au large du Cap Corse (à droite)

## Une expertise exportée au service d'une gestion à l'échelle insulaire

Avec 230 juvéniles de langouste recensés depuis 2012, STARESO a pu acquérir une expertise solide concernant les **caractéristiques des sites propices** au recrutement de la langouste. Cette connaissance est exportable et d'ores et déjà exportée à d'autres sites au nord et au sud de la Corse via le déploiement de recensements en milieux naturels ainsi que sur des collecteurs spécifiquement conçus pour permettre l'implantation de juvéniles. **La mutualisation** de tels efforts de recherche aux protocoles standardisés autour de la Corse permettrait non seulement de combler le **manque de connaissances** sur les facteurs conditionnant les dynamiques de d'implantation, mais également de **caractériser cette dynamique** à l'échelle de la Corse et permettre une **gestion temporelle et spatiale** de la ressource (Whomersley et al., 2018).



### Milieux naturels



### Collecteurs



**230 langoustes recensées depuis 2012**

**Un outil de prédiction de la ressource halieutique**

**Un potentiel décalage saisonnier du recrutement**

**Une expertise exportée autour de la Corse en faveur d'une gestion insulaire**

Exemples de prospection de juvéniles en milieux naturels (à gauche) et sur des collecteurs (à droite) formés de briques alvéolées installés sur des fonds sableux

# PROTOCOLE EXPERIMENTAL D'AIDE A LA REGENERATION DES GORGONES

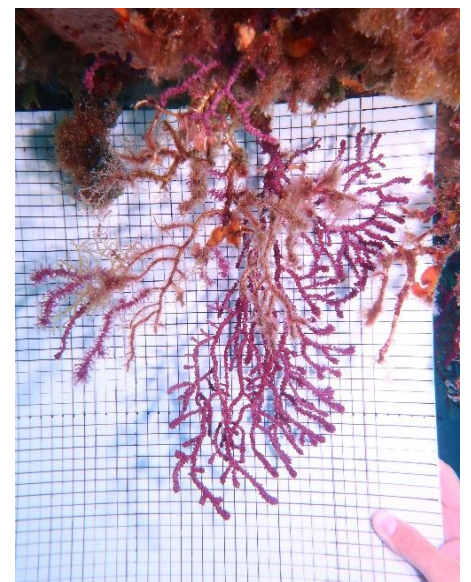


Les peuplements de gorgones forment des **structures clés des récifs coralligènes en Méditerranée** par la constitution d'habitats complexes favorisant la biodiversité. Ainsi, des suivis des peuplements *Eunicella cavolini* (gorgone jaune) et *Paramuricea clavata* (gorgone pourpre) sont réalisés **depuis 2004 à la Pointe de la Revellata** et ont fait l'objet d'une publication (Iborra et al., 2022). Le suivi de leurs structures (taille et profondeur), de leurs taux de nécroses ainsi que des influences environnementales et anthropiques a permis de

caractériser la dynamique gorgonaire sur un site emblématique de plongée et de biodiversité corse.

Face aux considérables conséquences des canicules sous-marines de l'été 2022 sur le coralligène (Estaque et al., 2023), un **suivi du coralligène plus exhaustif** est déployé, et un **protocole expérimental d'ablation des portions nécrosées de gorgones** est testé dans le but de **favoriser le rétablissement** de ces individus menacés.

**Suivi photographique d'un individu de *Paramuricea clavata***



## Un suivi évolutif et diversifié

Suite aux températures extrêmes durant l'été 2022, de nombreuses observations de gorgones et éponges nécrosées ont été faites en Méditerranée Nord-Occidentale, y compris dans la baie de Calvi. Un état des lieux a donc été réalisé via un **suivi revisité des peuplements de gorgones et éponges**, notamment avec le soutien de Septentrion. Ce suivi s'est traduit par le déploiement de 4 transects de 5 m<sup>2</sup> (soit 1 m x 5 m) distribués entre 18 et 30 m sur des parois de coralligènes au niveau de 4 sites sur le sec de la Revellata. Des capteurs de températures y sont également installés depuis 2021 tout les 10 m de 10 à 36 m.

Les températures les plus extrêmes enregistrées sur ce site durant l'été 2022, ont dépassé :

- les 27 °C à 20 m à plusieurs reprises sur des périodes prolongées de 5 jours;
- les 25 °C à 36 m à plusieurs reprises sur des périodes courtes de 2 jours max.



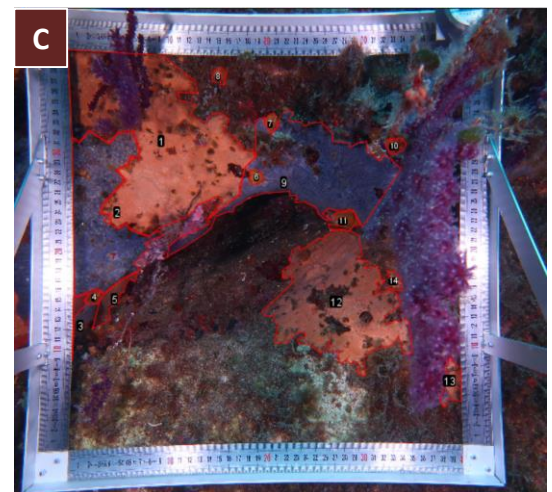
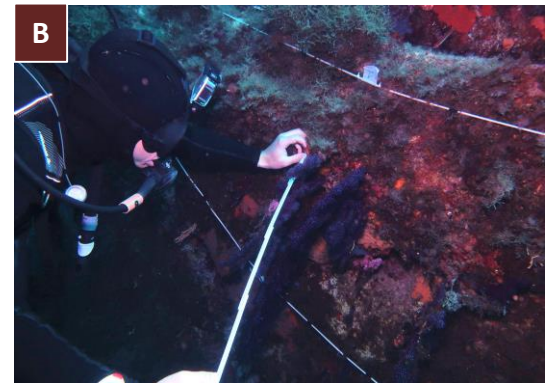
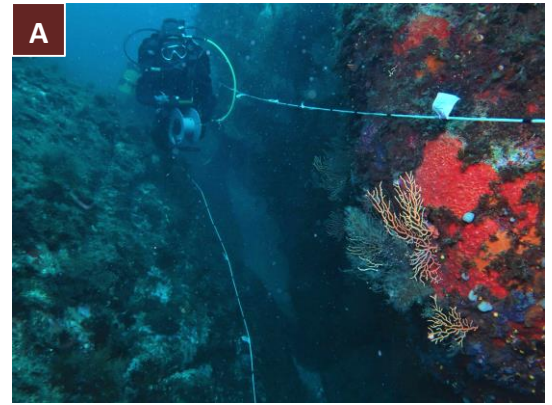
Une première campagne de ce type de janvier à juin 2023 a permis d'estimer l'état de santé des populations de gorgones (162 individus) sur des zones fixes, d'explorer la diversité des éponges associées à ces faciès (taux de recouvrement & identification au microscope) et de tester un protocole expérimental d'ablation des nécroses.

A titre d'exemple et de comparaison, pour une profondeur de 29 m, les populations de *Paramuricea clavata* et de *Eunicella cavolini* présentaient un taux maximal de nécrose récente pour les individus de tailles 20-30 cm de 50 % et 55 %, respectivement, soit des taux bien inférieurs à ceux reportés sur les colonies au large de Marseille.



Démospone nécrosée en automne 2022

Sur base de photo-quadrats et de prélèvements, 29 clades ou espèces d'éponges ont pu être différenciées. Les éponges recouvraient entre 14 % et 26 % de la surface des transects de coralligènes. Aucune trace de nécrose sur les éponges n'a été identifiée sur ces transects. En 6 mois, les individus ont potentiellement pu se régénérer de ces nécroses, se détacher de leur paroi rocheuse et mourir, ou se débarrasser de leurs nécroses par autotomie.

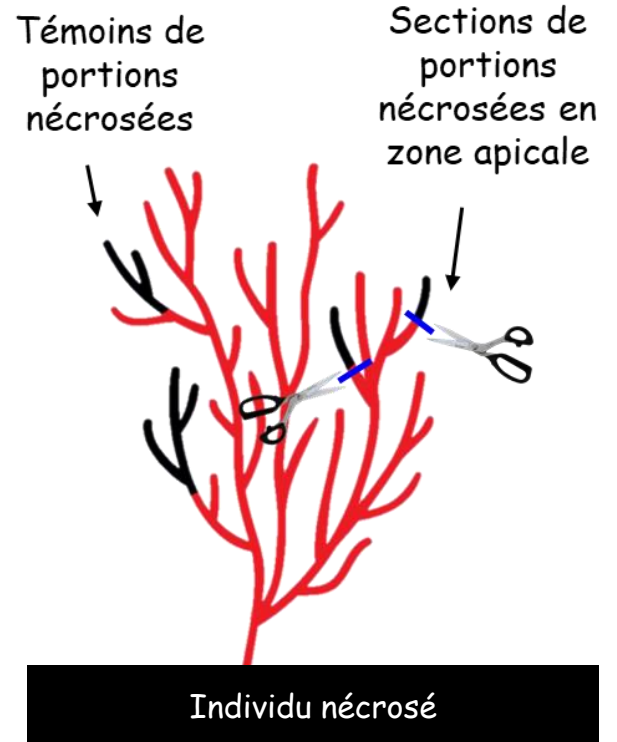


(A) Déploiement d'un transect de 5 m<sup>2</sup>, (B) mesure d'une gorgone pourpre, (C) analyse d'un photo-quadrat et du taux de recouvrement des éponges et (D) observations de spicules d'éponges dans le but de les identifier

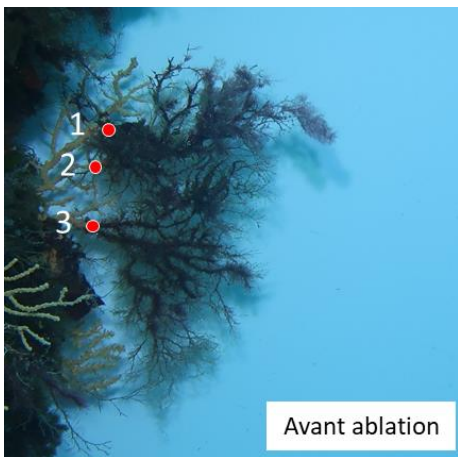
## Un protocole de restauration

De récents évènements de canicules sous-marines ont impacté le coralligène, entraînant notamment des phénomènes de nécroses chez les gorgones. Bien que celles-ci soient capables de **régénérer** lentement les parties nécrosées via une recolonisation de la structure squelettique par le coenenchyme (tissu vivant reliant les polypes), elles sont confrontés à divers facteurs qui peuvent **compromettre cette capacité de régénération** (Henry & Hart, 2005; Fava et al., 2010). En outre, la taille de la lésion et celle de l'individu jouent un rôle déterminant dans cette faculté de récupération face à la rapide colonisation des épibiontes (Canessa et al., 2023). En effet, les épibioses peuvent, selon leur ampleur, entraver la récupération de l'organisme mais aussi endommager les parties saines adjacentes de la zone affectée.

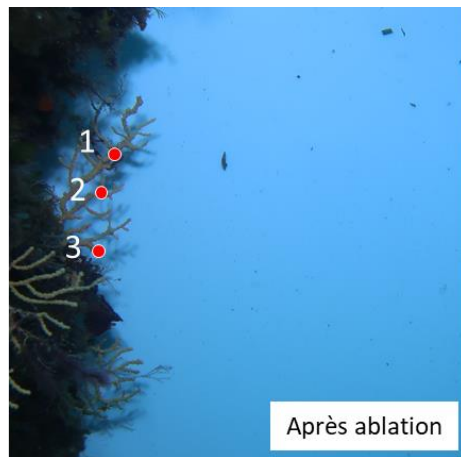
C'est dans un tel contexte qu'il a été imaginé et testé un protocole expérimental visant à favoriser la régénération de gorgones endommagés en retirant les extrémités nécrosées, en apex, sur des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) situés entre 18 m et 28 m à la pointe de la Revellata à Calvi. Un protocole semblable mais sur des colonies de *Paramuricea clavata* s'était déjà avéré prometteur sur les côtes italiennes (Previati et al., 2011).



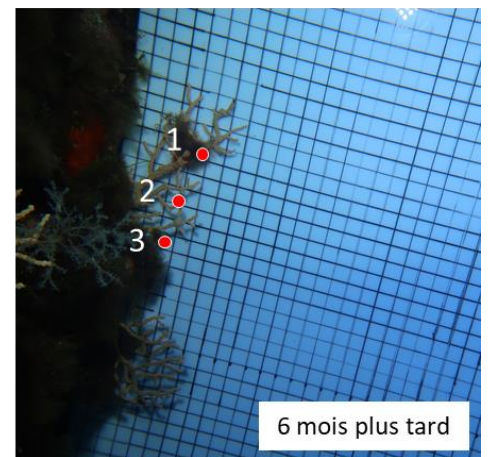
Schématisme du protocole d'ablation sur une gorgone jaune nécrosée; des individus témoins sont également considérés sur 3 sites différents.



Avant ablation



Après ablation



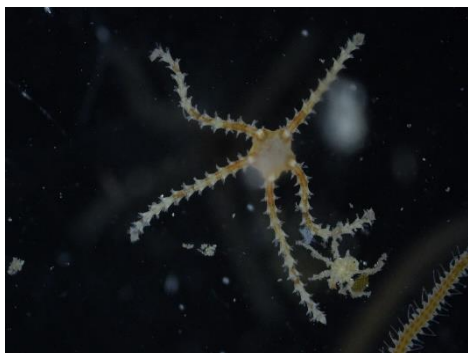
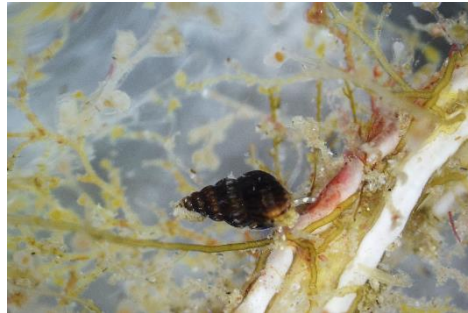
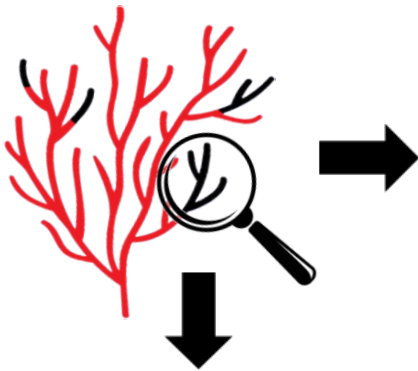
6 mois plus tard

**Exemple de 3 ablations réalisées sur une gorgone jaune expérimentale nécrosée et contrôlée 6 mois après l'opération.**

Sur une période de 6 mois et au niveau de 3 sites, le suivi de l'impact de ces ablations sur des individus nécrosés face à des individus témoins a permis de montrer que ces opérations n'ont causé aucune aggravation de l'état de santé initial des individus expérimentaux. A l'inverse, les gorgones témoins ont, elles, subi une augmentation du taux de nécrose. Cette étude préliminaire montre qu'une telle opération peut être judicieuse surtout pour les gorgones dont le taux de nécrose se situe entre 20 % et 50 %. En deçà de ce seuil, les nécroses seraient de type « naturelles », tandis qu'au-delà, l'état de la gorgone est souvent trop avancé pour envisager une régénération. Une étude plus complète et conséquente est nécessaire pour confirmer l'efficacité de cette méthode.

## Des nécroses pleines de vie

La réalisation d'ablations de portions nécrosées sur les colonies choisies s'est accompagnée d'une exploration au microscope de la faune et flore épibiontes présentes sur ces portions prélevées. L'épibiose de ces tissus dépourvus de coenenchyme, par des algues de type filamenteuse, des hydrozoaires, des éponges, des bryozoaires ou encore des algues encroûtantes forment rapidement (< 1 an) des habitats propices à une vie microscopique foisonnante.



Bien que les nécroses puissent entraîner la mort de colonies entières selon leur gravité, la taille des colonies affectées et les conditions de régénération, dégradant à terme la complexité des habitats coralligènes, il est remarquable d'observer que l'épibiose permet finalement une augmentation de la biodiversité locale (Canessa et al., 2023).

Il est donc essentiel de prendre en compte ce facteur lors de l'élaboration d'un tel protocole d'ablation. Ces découvertes nous rappellent également à quel point la nature excelle à saisir toutes les opportunités pour réinventer la vie sous de multiples formes.

**Suivi approfondi des communautés de coralligène**

**Protocole expérimental d'ablation des nécroses apicales de gorgone jaune visant à promouvoir la régénération des petits individus fortement nécrosés**

**Exploration de la diversité des épibiontes sur les portions nécrosées**

Sélection de faunes et flores épibiontes observées au microscope sur les portions nécrosées et sectionnées de gorgones jaunes

# LE BENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES



# LE BENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES

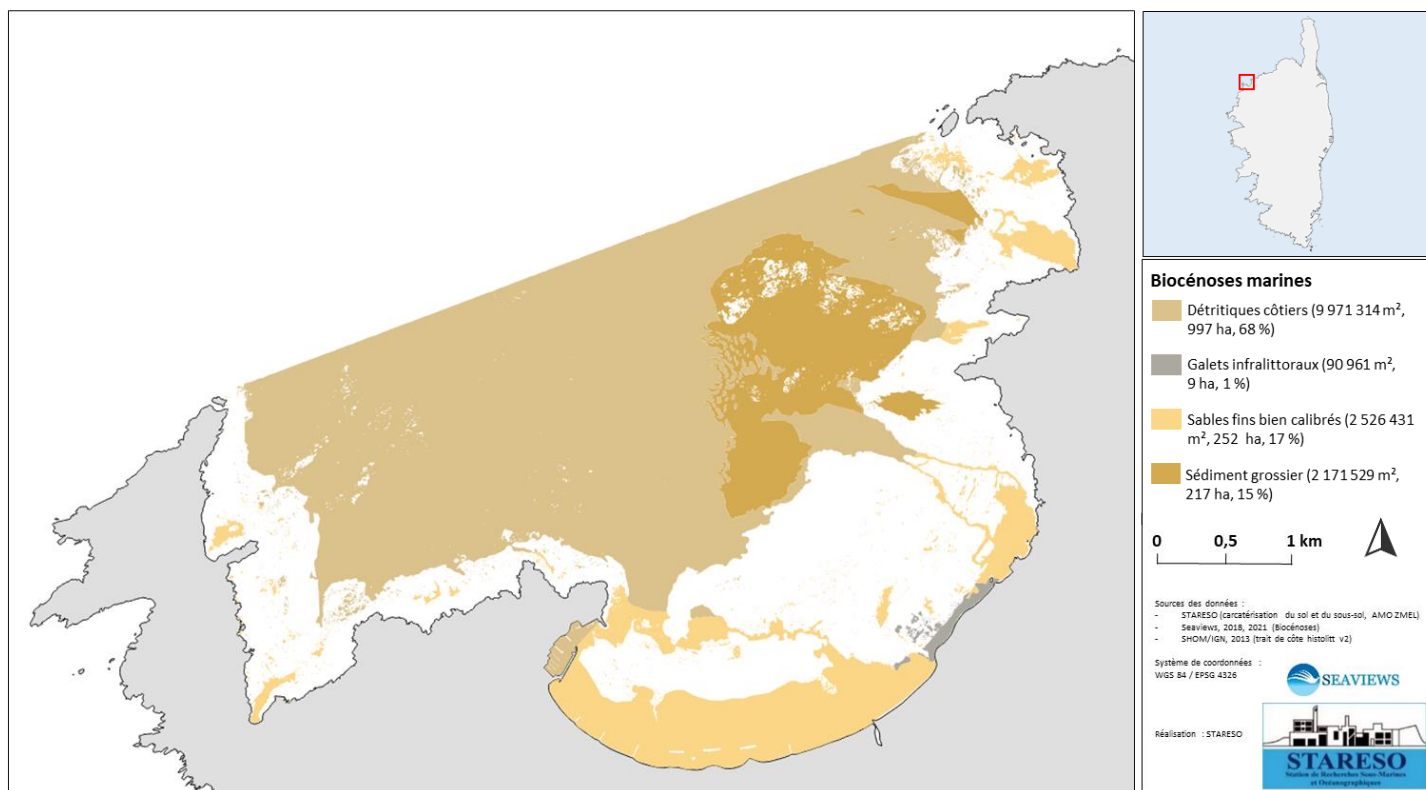


Le substrat meuble, vulgairement qualifié comme milieu sableux, représente quasi 70% de la biocénose côtière des façades méditerranéennes françaises et **67% en baie de Calvi** (de 0 à 100m). Pourtant, il s'agit probablement du compartiment écologique le plus **méconnu** en termes de fonctionnement écologique. De plus, il s'agit d'un milieu « sacrifié » **réceptionnant grand nombre de pratiques indésirées** sur les autres milieux et donc directement

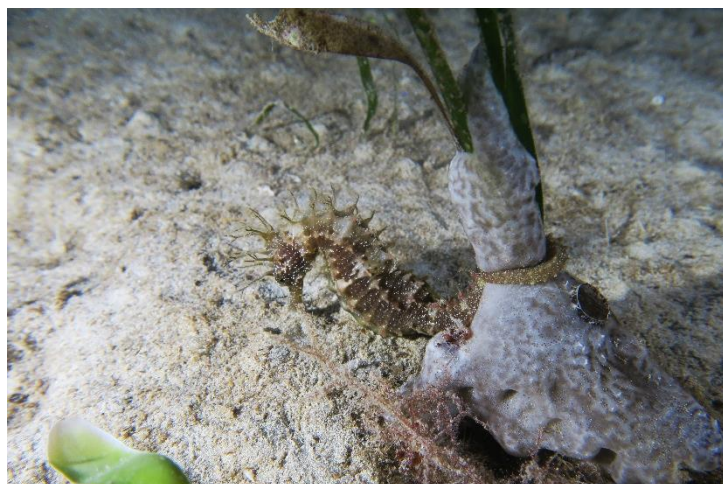
concernée par la mise en vigueur des **réglementations relatives à l'interdiction d'ancrage** dans les herbiers de Posidonie ou le déversement de sédiments de dragages ou des résidus de banquette de Posidonie issus des opérations de **clapages** en mer. Pourtant ce milieu est particulièrement « **vivant** » puisqu'il abrite une grande richesse et abondance de macrofaune qui, de plus est, est particulièrement réactif et sensible aux variations physico-chimiques du milieu.

Sélection  
d'aspect  
présenté

IMPACT DE  
L'ANCRAGE SUR LA  
MACROFAUNE  
BENTHIQUE



Cartographie des biocénoses de type substrats meubles au sein de a baie de Calvi (Seaviews 2018 et 2021)



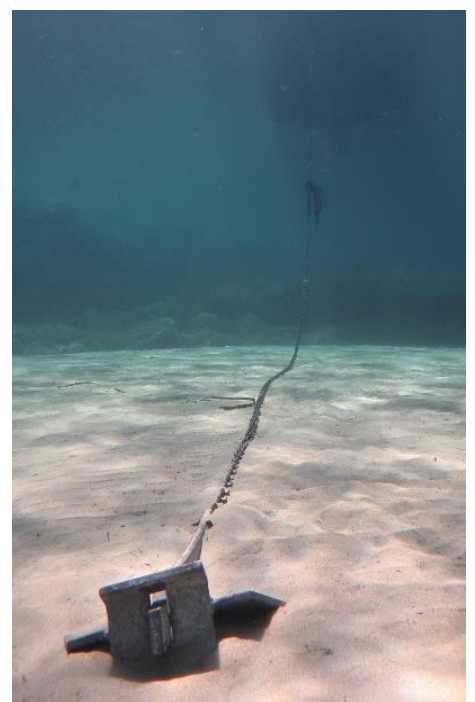
Sélection d'espèces associées au substrat meuble rencontrées de nuit à 40 m en baie de la Revellata

# LA MACROFAUNE BENTHIQUE



La macrofaune benthique de substrats meubles fait référence à l'ensemble des invertébrés supérieurs à 1 mm vivant sur le fond (épifaune) ou totalement voire partiellement enfouis dans ce dernier (endofaune). Elle se compose de différents phylums dont les principaux sont les polychètes, les crustacés, les mollusques et les échinodermes. Tous ces organismes présentent des caractéristiques morphologiques et/ou de traits de vie qui permettent de décrire un peuplement. De plus, malgré le fait que ces invertébrés soient influencés par différents paramètres environnementaux

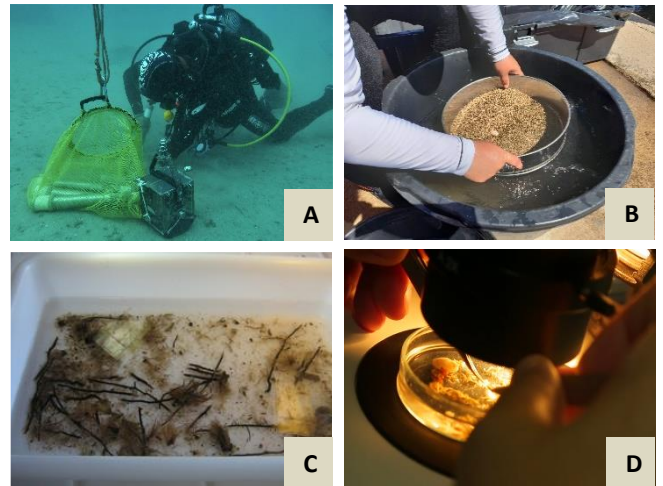
dont la granulométrie, liée à l'hydrodynamisme et la profondeur, ils sont connus pour être des indicateurs de qualité de milieu du fait de leur sensibilité reconnue à diverses perturbations (enrichissement du milieu, etc.). De ce fait, de nombreux indices de qualification du milieu ont été développés dont, selon Borja et al., 2015 les plus employés sont l'AMBI et le M-AMBI. Ce dernier a été ajusté par STARESO par la création de référentiels par habitat sédimentaire corse et pondéré afin d'obtenir un indice adapté aux conditions particulières de l'île: le J'MAMBI (Donnay, 2016),



Ancre dans le substrat meuble

## Une expérience de 25 ans

Forte d'une expérience de plus de 25 ans, STARESO a été désignée par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse comme référente de l'indicateur Macrofaune benthique de substrats meubles dans le cadre du suivi de la **qualité des eaux côtières pour la Directive Cadre sur l'Eau** depuis 2006 pour le littoral corse, et depuis 2015 pour la façade méditerranéenne française. De plus, des prélèvements et analyses sont réalisés continuellement dans le cadre **d'études d'impact** (suivis d'émissaires de station d'épuration, d'opérations de dragage, etc.) pour lesquelles une analyse biocénotique est nécessaire. Enfin, le suivi sur le long terme de sites de référence et sous influences dans la baie de Calvi, permet de différencier les évolutions dues aux influences globales de celles dues aux influences anthropiques locales.

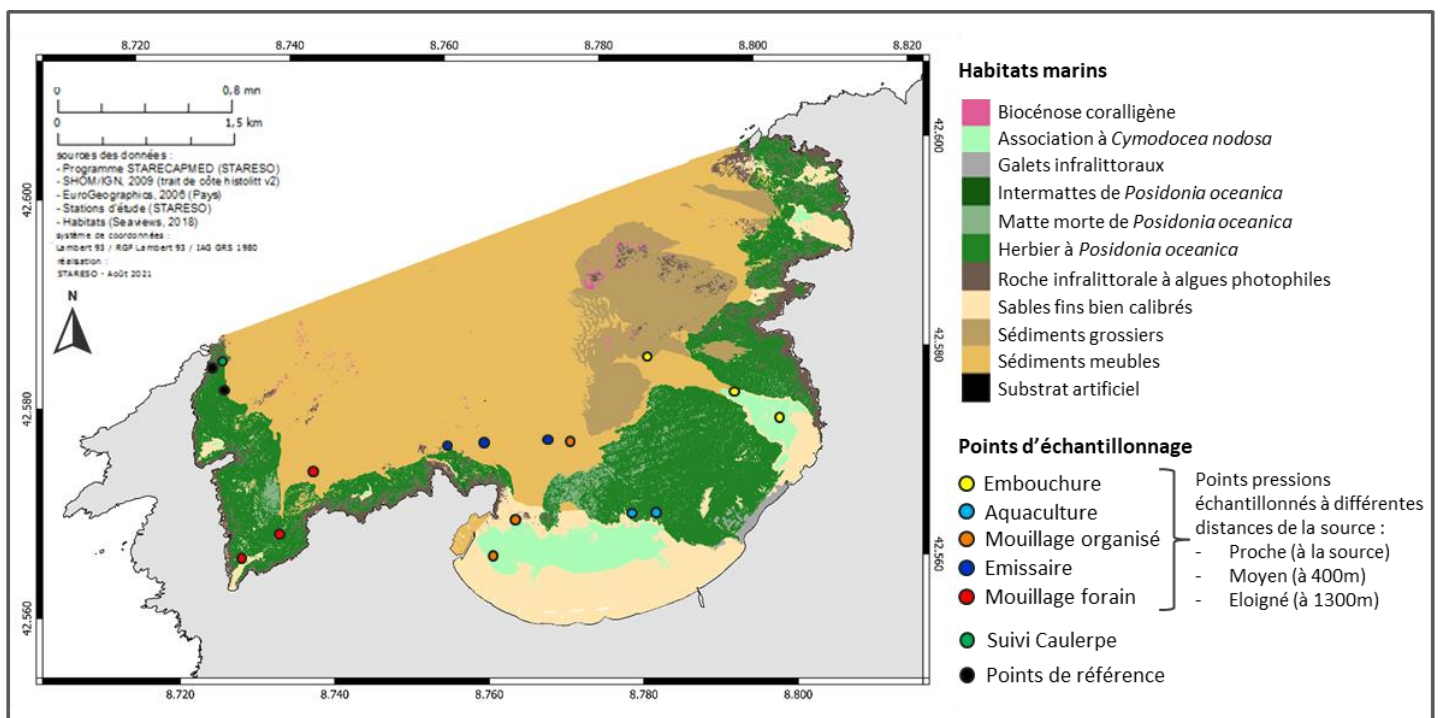


(A) Prélèvement d'échantillons par bennes et carottes, (B) tamisage, (C) tri et (D) identification

## Une expertise aux applications multiples

Dans le cadre du programme STARECAPMED, plusieurs suivis ont été réalisés permettant :

- l'étude de la réponse de la macrofaune aux **différentes pressions anthropiques** recensées en baie de Calvi (Emissaire, Aquaculture, Embouchure, Mouillage forain et Mouillage organisé). Deux sites de référence (hors influences anthropiques) ont également été échantillonnés.
- l'étude de la réponse de la macrofaune à la présence de **l'algue envahissante *Caulerpa cylindracea***;
- la comparaison de la réponse de la macrofaune et celle des **foraminifères** (organismes appartenant à la méiofaune benthique) au niveau de l'émissaire en collaboration avec l'Université d'Angers et de Lille (Dubois et al., 2021).

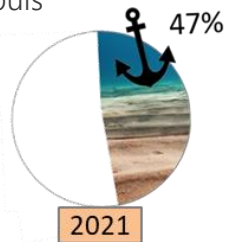


Répartition des stations concernées par le suivi de la macrofaune benthique de substrats meubles

# Impact de l'ancrage sur le macrofaune benthique

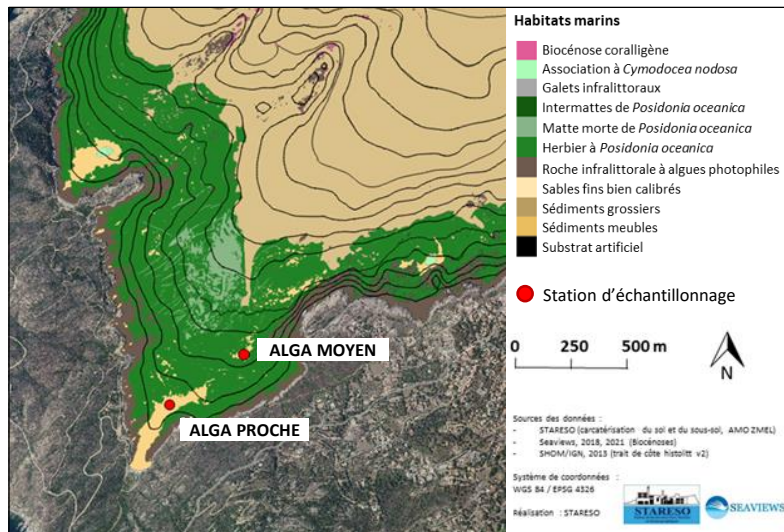
L'influence des ancrages sur le substrat meuble, ainsi que sur la macrofaune associée est **peu connue**, bien que supposée (Broad et al., 2020). La Baie de l'Alga est reconnue pour être une importante zone d'ancrage forain, où la proportion de bateaux ancrés dans le sable ne fait qu'augmenter depuis

2021 (47%). C'est pourquoi, un des volets de STARECAPMED a pour but d'évaluer l'impact potentiel des ancrages sur la macrofaune benthique :

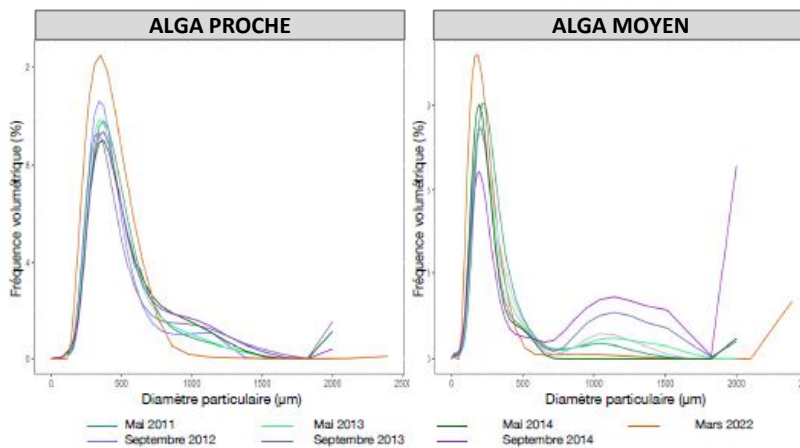


- au niveau de la baie de l'Alga;
- sur une station « proche » située au coeur de la zone de mouillage et une station « moyen » située à 400 m de la source de perturbation potentielle;
- depuis 2011;
- via des prélèvements en avant-saison (mars et mai) des prélèvements après-saison (septembre).

L'indice J'MAMBI, intégrant le type d'habitat et reflétant de fines variations d'états écologiques, montre que **le statut du champ moyen est globalement meilleur que celui du champ proche**. Cependant, ces variations de statuts **ne sont pas exclusivement expliquées par l'ancrage** puisque ces perturbations des peuplements concernent différentes saisons (septembre 2012, mai 2014, mars 2022).



Stations d'échantillonnage de la macrofaune benthique dans la baie de l'Alga

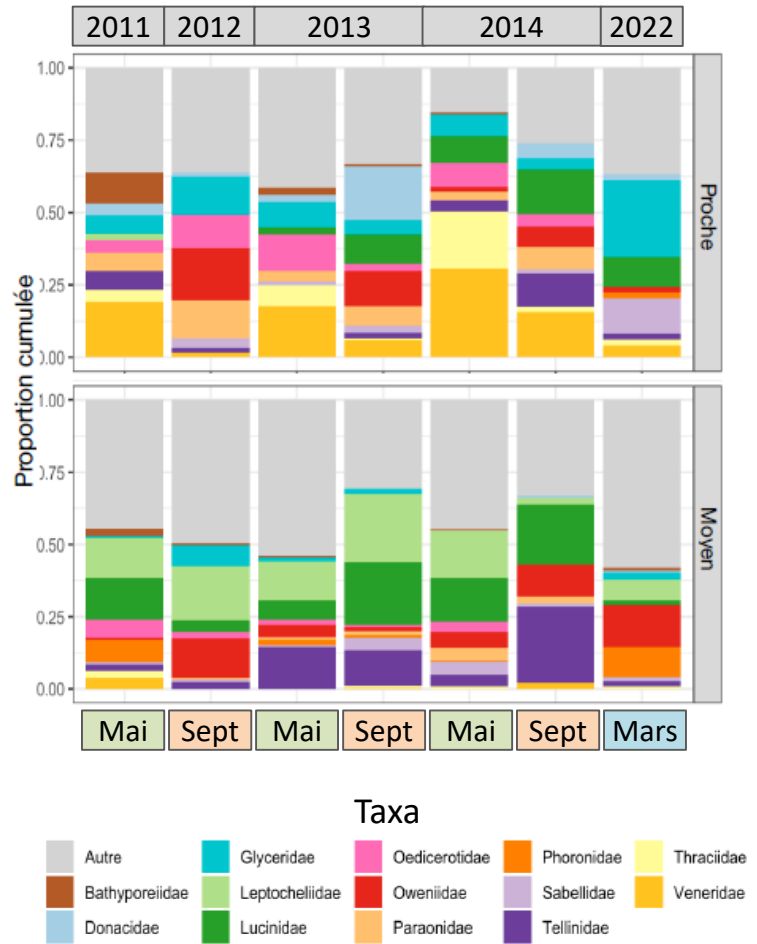


Courbes de fréquences volumétriques des sédiments permettant, en partie, de caractériser le type d'habitat sédimentaire

Champ	Date	AMBI	H	Richesse	M-AMBI	J'	J'MAMBI	Statut
Proche	05/2011	0,728	2,760	20	0,807	0,850	0,686	Bon
	09/2012	1,510	2,596	21	0,698	0,821	0,573	Moyen
	05/2013	1,035	2,865	26	0,775	0,835	0,647	Bon
	09/2013	1,000	2,860	28	0,776	0,841	0,653	Bon
	05/2014	0,537	2,290	22	0,710	0,768	0,545	Moyen
	09/2014	0,772	2,885	36	0,773	0,813	0,628	Bon
	03/2022	1,209	2,523	19	0,715	0,819	0,586	Moyen
Moyen	05/2011	1,355	3,021	33	0,787	0,833	0,655	Bon
	09/2012	1,800	2,955	32	0,767	0,826	0,633	Bon
	05/2013	1,544	3,021	36	0,813	0,826	0,672	Bon
	09/2013	1,298	2,721	45	0,843	0,728	0,613	Bon
	05/2014	1,532	3,140	42	0,846	0,819	0,693	Bon
	09/2014	0,774	2,529	26	0,733	0,766	0,561	Moyen
	03/2022	1,593	3,135	33	0,805	0,850	0,684	Bon

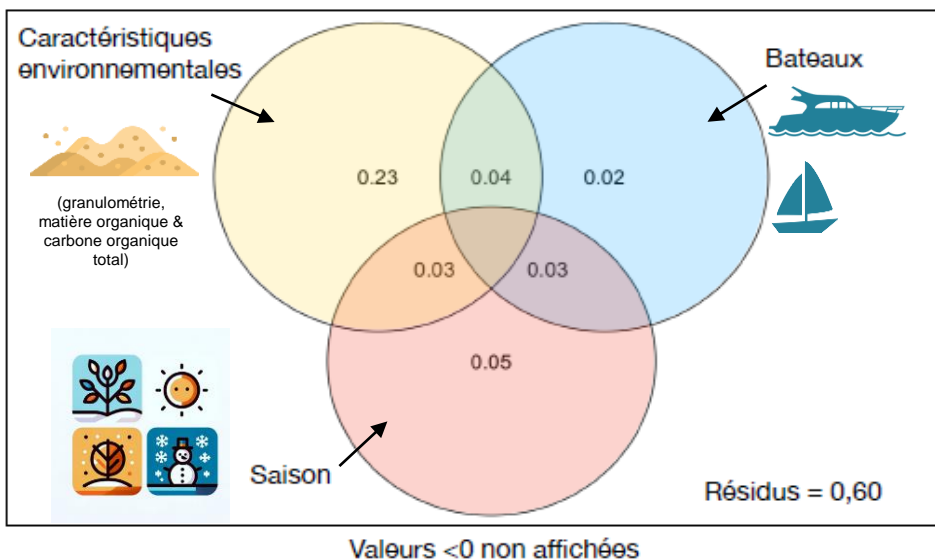
Valeur des paramètres nécessaires à l'identification du statut écologique pour chaque station et date de prélèvement entre 2011 et 2022.

En termes d'état écologique, le seul impact significatif du nombre de bateaux est observé en septembre 2012, où les ancrages ont été plus nombreux que les autres années. Cependant, au-delà de l'analyse de l'état écologique, l'étude des communautés (Fig. B) a permis de montrer qu'elles n'étaient pas dissociées selon la pré et post saison, (ce qui aurait montré un effet de la fréquentation estivale), mais plutôt entre 1) des milieux non-influencés et 2) des milieux perturbés naturellement (tempêtes) ou par influence anthropique (ancrages). Bien que ces variabilités de la structure de population soient en grande partie imputables aux caractéristiques environnementales (Fig. A), un léger impact du nombre de bateaux sur ces communautés a été mis en évidence. Cette légère influence est à la fois **directe**, sur les organismes, et **indirecte** via les caractéristiques sédimentaires, notamment par un **effet de remise en suspension**. L'intensité de cette influence peut d'ailleurs être semblable, si ce n'est dépasser, celle engendrée par une tempête, telle qu'en mars 2022, entraînant également une remise en suspension. Enfin, cette étude a également permis de mettre en évidence que le **temps de résilience de la baie est assez court** (moins de 3 mois), puisqu'elle retrouve son bon état écologique avant les perturbations saisonnières suivantes.



**B** Proportions des principales familles représentées pour chaque station et date de prélèvement entre 2011 et 2022.

**A** Diagramme de Venn représentant la partitionnement de la variation séparant l'effet des caractéristiques environnementales, de l'effet des bateaux et de l'effet de la saison. Exemple: 4 % de la variance est expliquée par l'effet combiné des caractéristiques environnementales et du nombre de bateaux



La pression d'ancrage influence peu la qualité écologique de la macrofaune benthique des substrats meubles

Par contre, la structure du peuplement est modifiée par cette perturbation

L'impact de la mise en place d'une ZMEL en baie de l'Alga pourra être suivi via la macrofaune benthique

# LA FREQUENTATION PLAISANCIERE



# LA FREQUENTATION PLAISANCIERE



## Une pratique à comprendre et à encadrer

La Méditerranée française est caractérisée par un marché de la plaisance mature, avec une implantation de ports très dense. En 2015, l'observatoire des ports de plaisance français à décompté 162 ports maritimes en Méditerranée, dont 22 ports corses. Ce bassin méditerranéen offre environ 95 200 places, dont 96 % sont destinés à la plaisance. Il s'agit d'un des principaux foyer de fréquentation à l'échelle mondiale, notamment pour les grandes unités (< 24 m). En effet, la moitié de la flotte mondiale de grande plaisance est concentrée chaque été sur la côte d'Azur, la Corse et l'Italie, 1/3 évolue entre la Provence Alpes Côte d'Azur et la Corse et environ 1/7<sup>ème</sup>

arborent les côtes corses chaque été (Fontaine et al., 2019). En Méditerranée française, les secteurs du nautisme et de la plaisance génèrent d'importantes retombées économiques mais sont également sources de dégradations environnementales et de conflits d'usages sur le plan d'eau.

C'est dans ce contexte, et à des fins de compréhension, de gestion et d'encadrement de cette pratique, que depuis de nombreuses années STARESO a développé une expertise concernant les études de fréquentation.

### Opérateurs de STARESO en train de faire un comptage bateau



## Des comptages depuis 2012

Depuis, 2012, des comptages sont réalisées au sein de 2 baies situées à l'Est de la presqu'île de la Revellata : la baie de l'Alga et de l'Oscellucia (représentant environ 165 hectares), faisant l'objet d'une forte pression de mouillage forain.

Ces comptages sont effectués de façon journalière voire bi-journalière du lundi au vendredi de avril à septembre, comptabilisant ainsi de 2012 à 2023, 2 202 jours de comptages et recensant 23 923 bateaux.



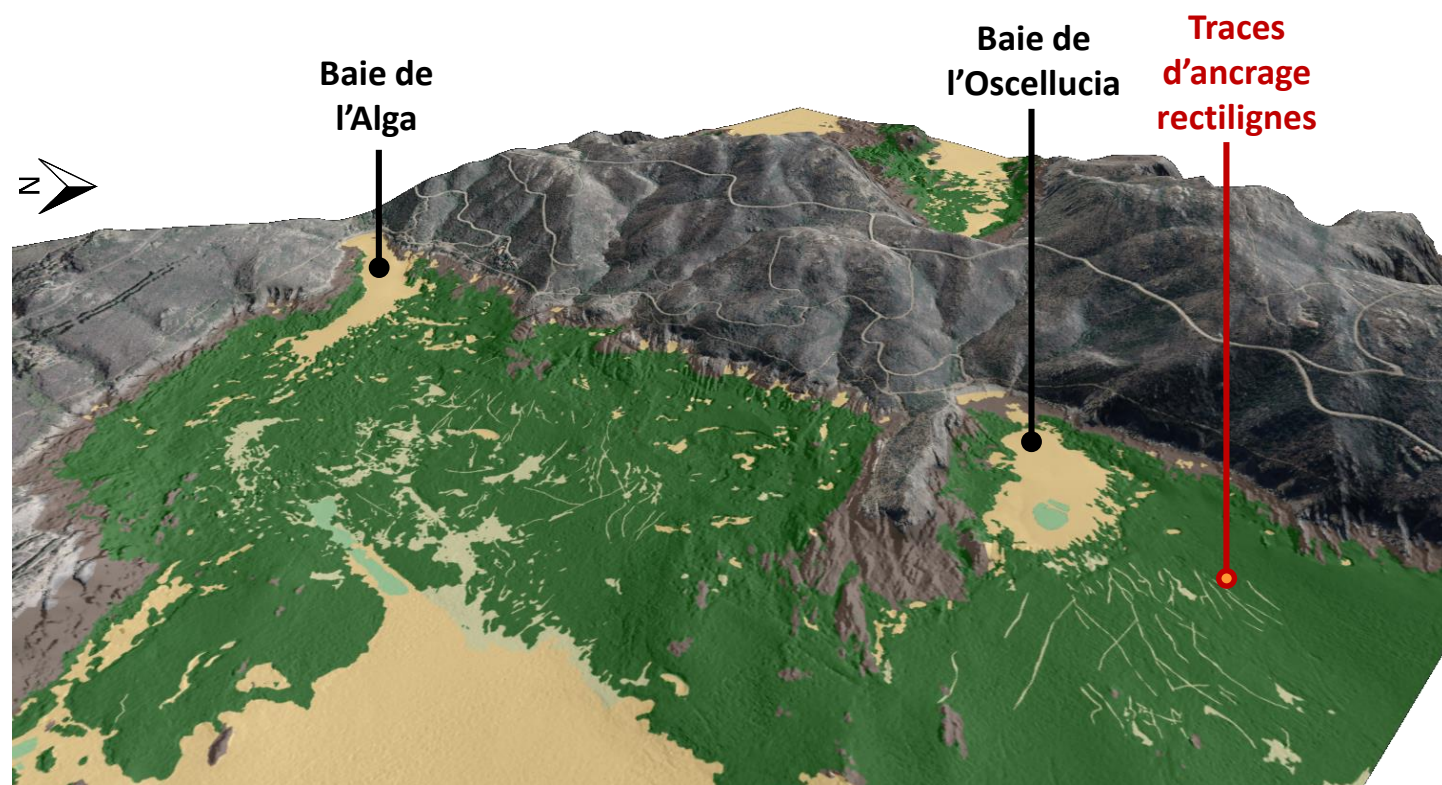
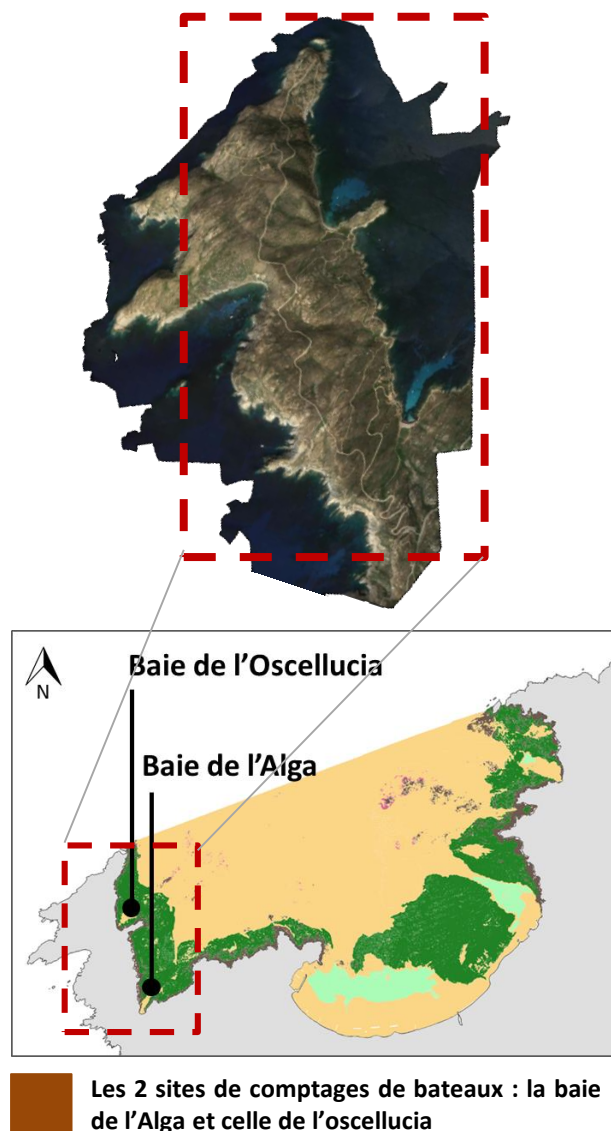
2 202  
comptages



23 923 bateaux

Ces comptages discriminent:

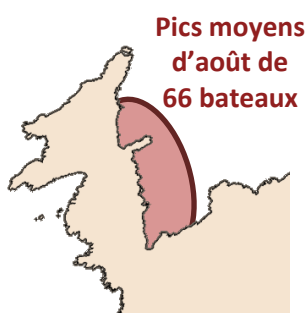
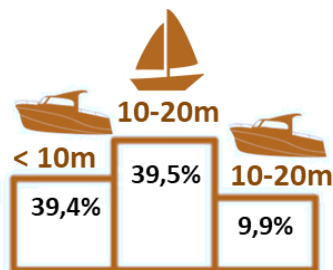
- le site (Alga, Oscellucia)
- l'heure
- la typologie (moteur, voilier)
- la classe de taille (> 10m, 10-20, > 20m)
- le substrat d'ancrage (sable, herbier de Posidonie)



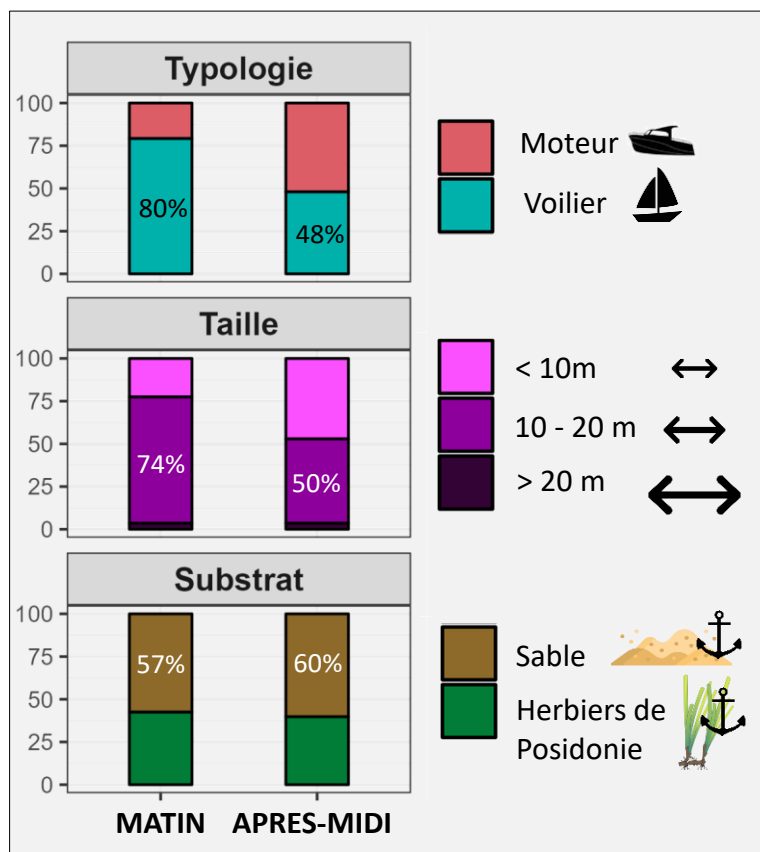
## Profils types et évolutions

Les profils de plaisanciers diffèrent selon l'heure de la journée. Les voiliers, en particulier ceux supérieurs à 10m, représentent l'embarcation privilégiée pour passer la nuit sur site et sont donc 4 fois plus nombreux que les moteurs le matin.

L'après-midi (13h-19h), les profils les plus récurrents de plaisanciers sont :

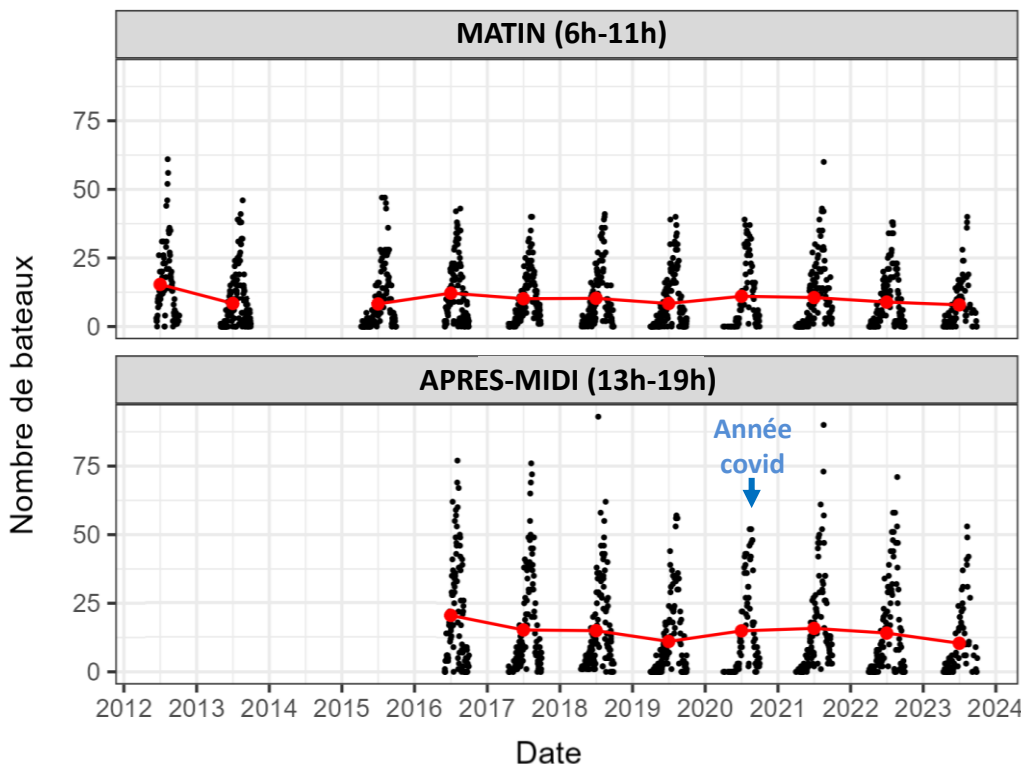
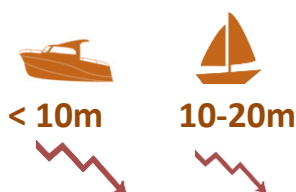


Durant la haute saison (juillet & août), en moyenne 24 bateaux sont au mouillage l'après-midi, avec un pic moyen en août de 66 bateaux, sur un espace de 165 hectares.



Profils moyens de plaisanciers sur la période 2012-2023 en fonction de la période de la journée.

Face à une certaine stabilité du nombre moyen de plaisanciers passant la nuit au mouillage, le nombre de bateaux l'après midi montre une **légère diminution**, cependant non-significative, depuis 2016. Ce pattern semble être indépendant de l'effet covid. Cette diminution est la plus prononcée pour les bateaux à moteur de moins de 10m puis les voiliers de 10-20m pour lesquels les tendances à la baisse sont significatives.



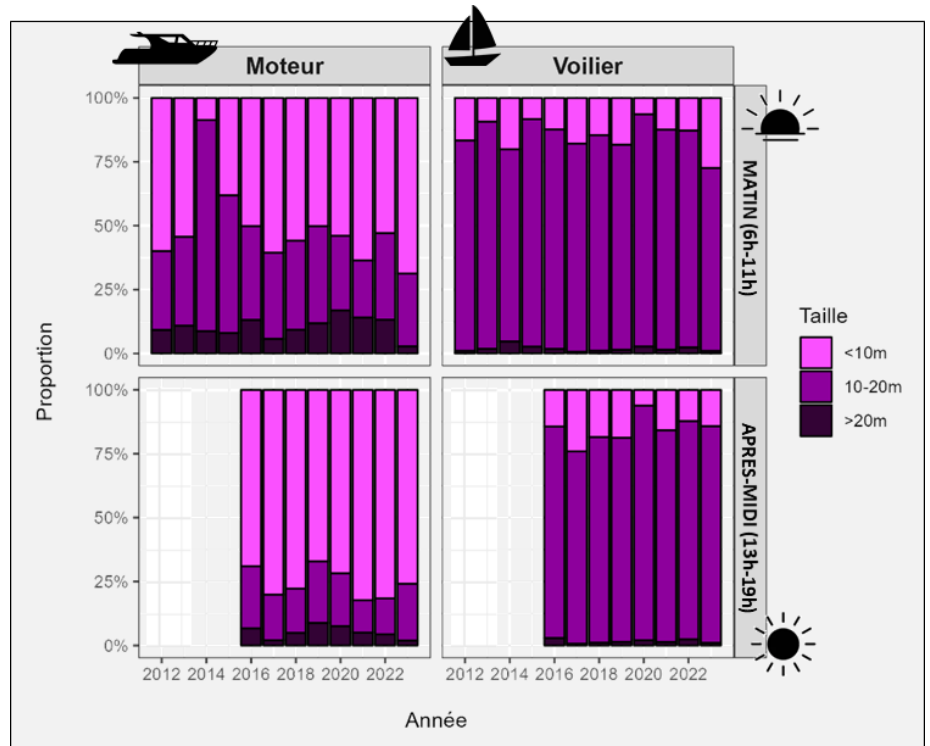
Nombre de bateaux recensés à chaque comptage (en noir) et moyenne annuelle (en rouge) de 2012 à 2023 entre avril et septembre inclus en fonction de la période de la journée.

# Impacts de l'interdiction d'ancrage dans l'herbier de Posidonie

Suite à l'arrêté cadre n°123/2019 ayant pour but de protéger les herbiers de Posidonie de l'ancrage, plusieurs arrêtés locaux définissant les zones d'interdiction au mouillage pour les navires de 20 et 24 m ont été signés.

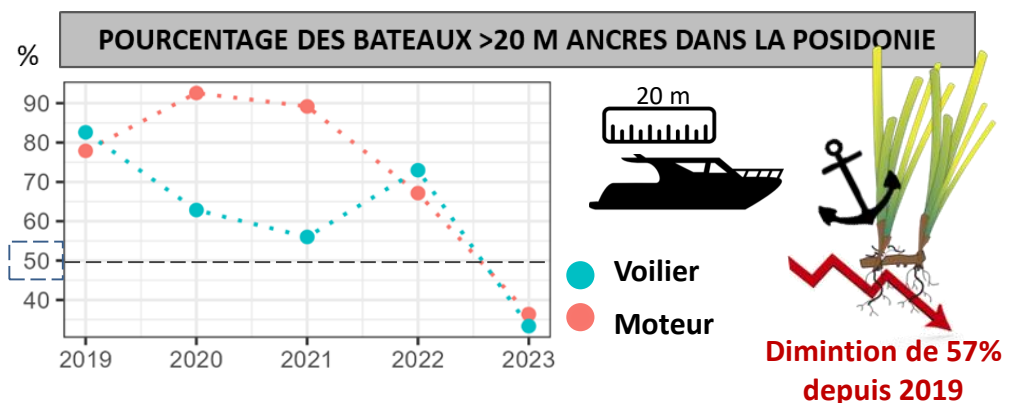


A Calvi, alors que la proportion des bateaux à moteurs de plus de 20 m était en légère augmentation entre 2012 à 2020, cette proportion diminue désormais depuis 2020, tout particulièrement en 2023 (Fig. A).

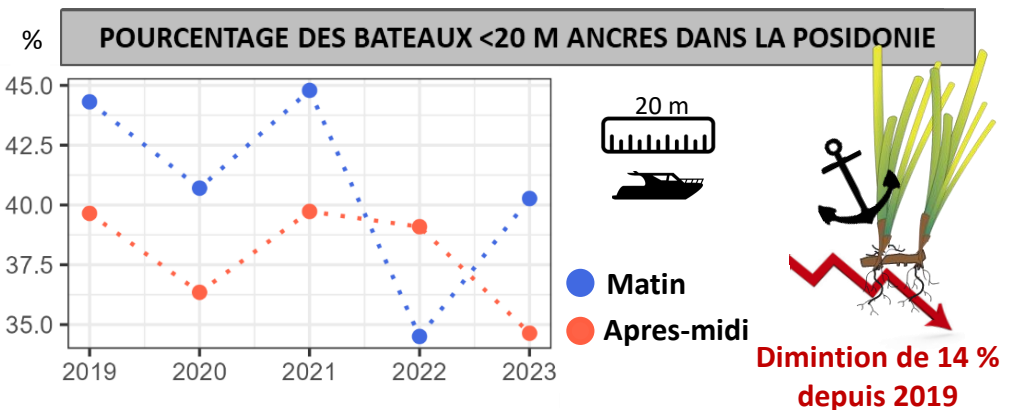


**A** Evolution annuelle des proportions de bateaux par typologie et classes de taille en fonction de la journée.

En terme du substrat d'ancrage, depuis 2019, plus de la moitié des unités de plus de 20 m était systématiquement ancrée dans l'herbier de Posidonie sauf en 2023, où ce pourcentage chute sous la barre des 50%. En effet, la proportion de bateaux de plus de 20 m ancrés dans l'herbier de Posidonie a diminué de 60 % pour les voiliers et de 53 % pour les moteurs entre 2019 et 2023 (Fig. B).



Une diminution plus faible marque également les unités plus petite que 20 m, principalement l'après-midi avec un comportement plus contrastée lors d'un ancrage pour la nuit. Ainsi, entre 2019 et 2023 les proportions de petites unités ancrées dans la Posidonie ont diminué de 12 % le matin et de 16 % l'après-midi.



**B** Evolutions annuelles des pourcentages de bateaux ancrés dans l'herbier de Posidonie en fonction de la typologie (pour les plus de 20m) et en fonction de la période de la journée (pour les moins de 20m).

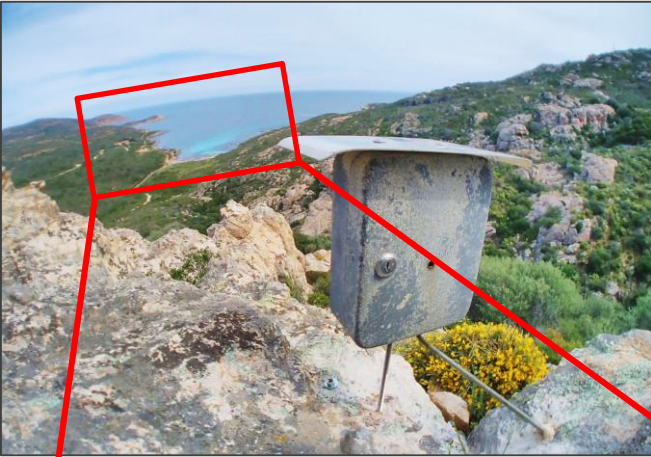
# Protocole de quantification de la pression d'ancrage

Un protocole permettant la quantification de la pression d'ancrage sur l'ensemble des substrats a été développé sur la base de prises photographiques obliques et fixes à intervalles réguliers et durant la large saison estivale (avril à septembre).

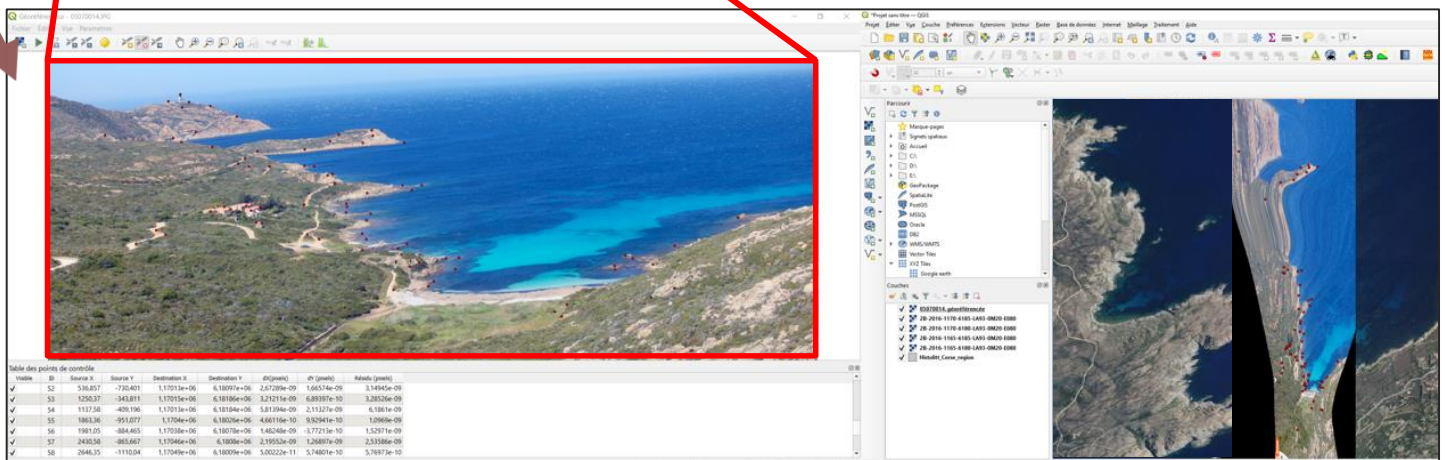
La réalisation de points de calage ainsi qu'une validation de la méthode par des vérités terrain permettent de garantir le géoréférencement correct des bateaux. La géolocalisation de chacun des points de mouillage est reliée à :

- la hauteur de la colonne d'eau sur laquelle est mouillée chaque bateau grâce au modèle numérique de terrain (MNT);
- la distance à la côte;
- le substrat correspondant au point d'ancrage grâce à une cartographie fine.

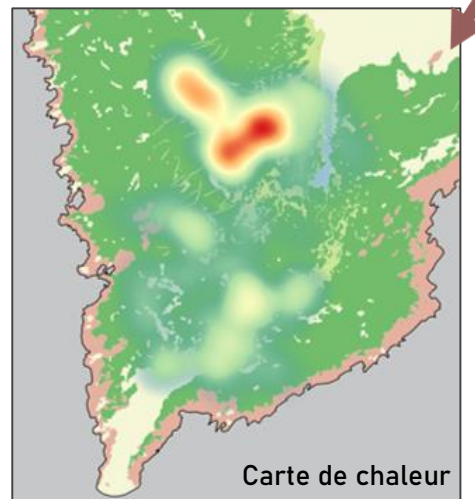
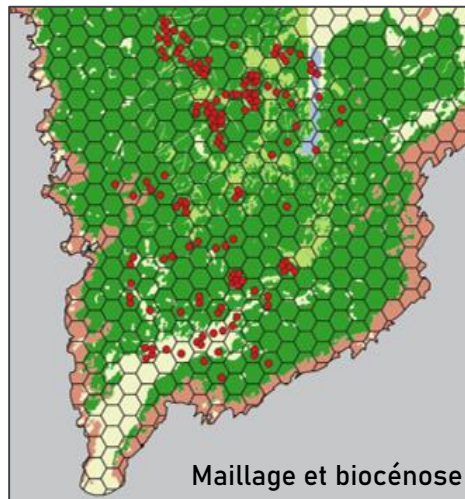
La mise en relation entre les points de mouillages et les substrats marins permet finalement de quantifier la pression d'ancrage sur les différents écosystèmes.



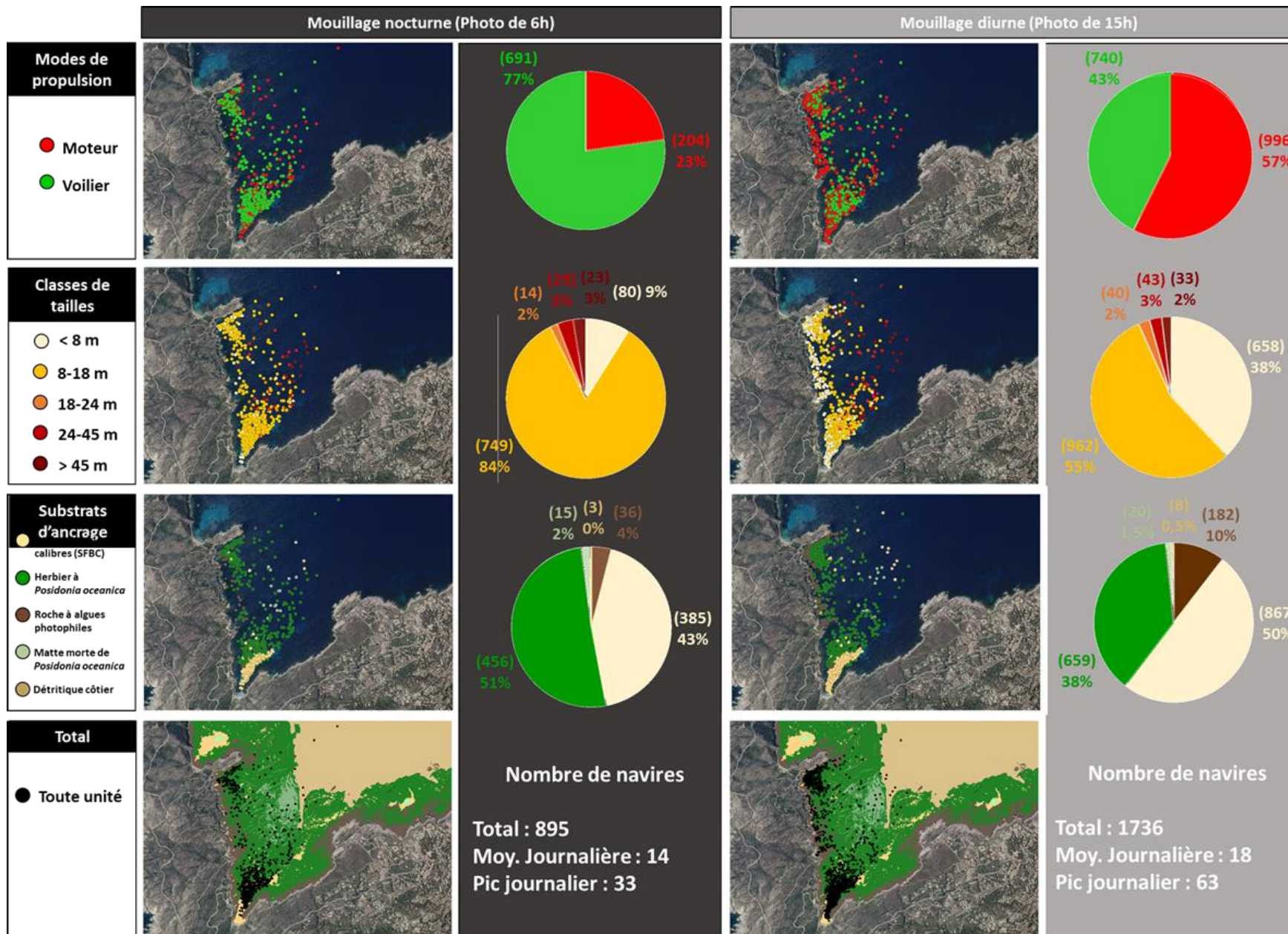
Caméra fixe surplombant et photographiant à intervalle régulier la baie de l'Alga. Ces images font ensuite l'objet d'un travail cartographique via l'intégration de points de calage, de transformation et de géoréférencement des bateaux au mouillage.



Ce protocole développé en baie de Calvi constitue ainsi un outil de gestion pertinent, notamment dans un contexte d'essors de la réglementation et de la nécessité de vérifier son efficacité.



Exemples de représentations du géoréférencement des bateaux au mouillage dans la baie de l'Alga superposé au type de substrat.



**Biocénoses marines**

- Biocénose coralligène
- Association à Cymodocea nodosa
- Sédiments meubles
- Galets infralittoraux
- Intermattes de Posidonia oceanica
- Matte morte de Posidonia oceanica
- Herbier à Posidonia oceanica
- Roche infralittorale à algues photophiles
- Sables fins bien calibrés
- Sédiment grossier
- Substrat artificiel

0 250 500 m

**Sources des données :**

- STARESO (Comptages bateaux, AMO ZMEL)
- Seaviews, 2018 et 2021 (Biocénoses)
- IGN, 2017 (BDORTHO)
- SHOM/IGN, 2013 (trait de côte histolitt v2)

Système de coordonnées : WGS 84 / EPSG 4326

Réalisation : STARESO

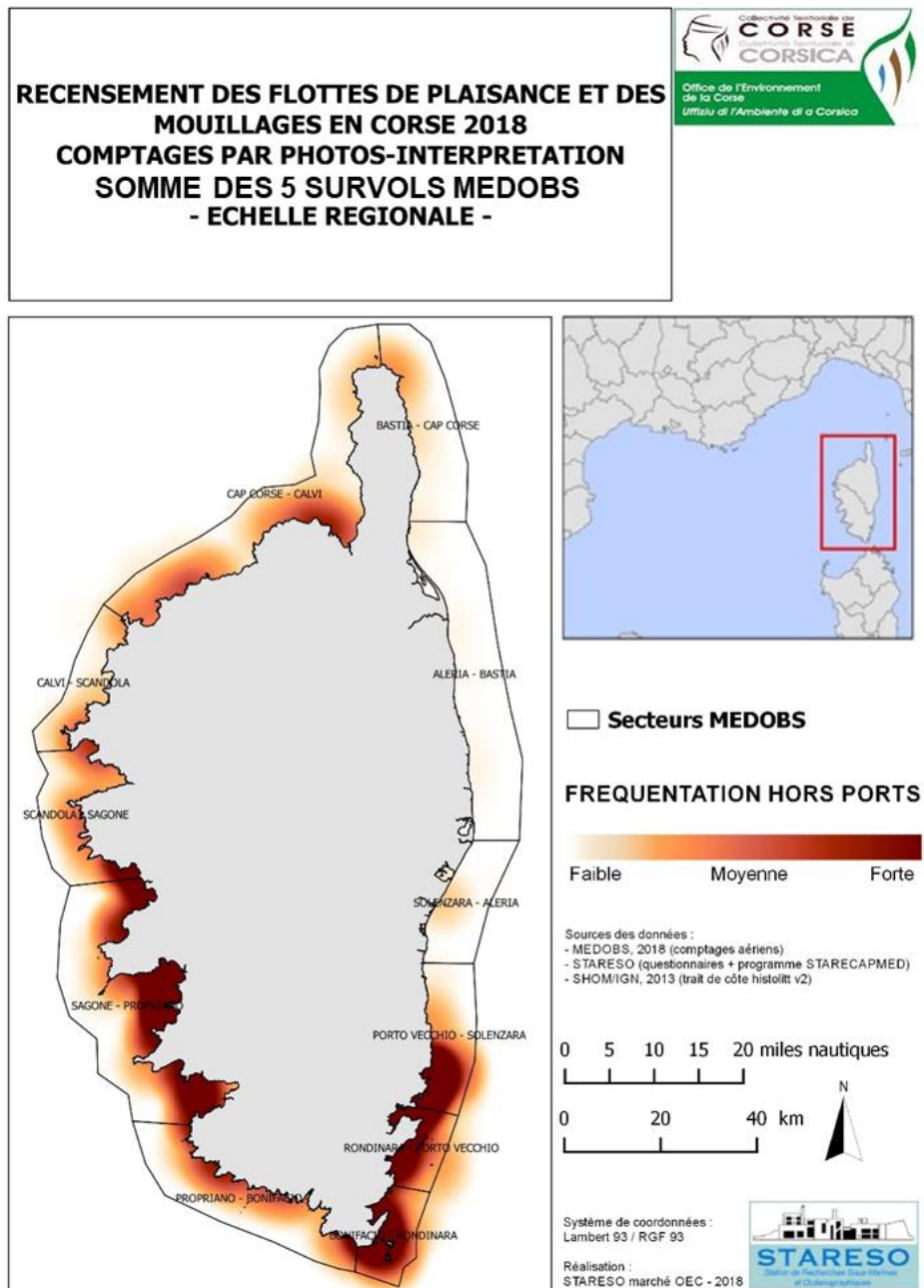
Fréquentation et caractéristiques plaisancières à l'échelle de la baie de l'Alga la nuit (6h) et l'après-midi (15h) déterminées via les comptages sur photos obliques géoréférencées durant une année de mai à septembre

## Une étude à l'échelle insulaire

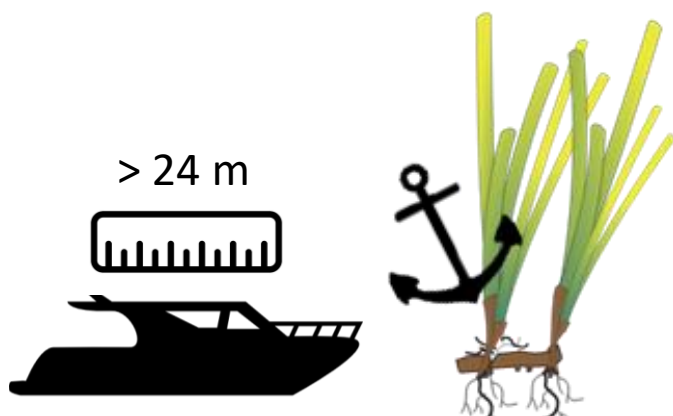
Grâce à cette expertise, initialement développée en baie de Calvi, STARESO a réalisé plus d'une quarantaine d'études de fréquentation plaisancière à l'échelle de la Corse depuis les années 90.

STARESO a notamment réalisé 2 études majeures de la plaisance et des mouillages à l'échelle de la Corse en 2013 et 2018. La diversité des modes de comptage mis en œuvre avait permis de dresser un diagnostic global, de comprendre le fonctionnement et d'analyser l'évolution de ce secteur d'activité à l'échelle insulaire.

L'étude de 2018 avait d'ailleurs pour la première fois permis de quantifier, d'identifier les hot-spots et les flux et d'évaluer la pression d'ancrage des navires de grande plaisance. Il avait ainsi été démontré que plus d'1/7 de la flotte mondiale de grande plaisance (navire de plus de 24 m) fréquentait la Corse chaque été, et que parmi ces yachts identifiés au mouillage à l'ancre, 1/3 l'était dans l'herbier de Posidonie.



Distribution de la flotte de plaisance hors ports en 2018



**Parmi les yachts ancrés en Corse en 2018, 1/3 l'étaient dans l'herbier**

**1/7 de la flotte mondiale de grande plaisance en Corse en 2018**

**1/3 des yachts ancrés dans l'herbier de Posidonie**

## Une expertise clé pour la gestion de la plaisance à plus large échelle

Les résultats de ces études précis et récents ont été sources d'éléments de compréhension du secteur de la plaisance et du nautisme pour les gestionnaires et institutionnels.

En effet, la mise en évidence de l'essor grandissant de la grande plaisance et de ses impacts environnementaux a permis une prise de conscience généralisée de la nécessité d'encadrer cette catégorie de navires.

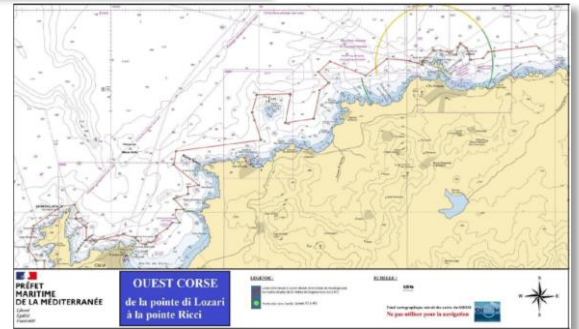
C'est ainsi qu'en 2019, la préfecture maritime de Méditerranée a pris l'arrêté cadre 123/2019 réglementant et encadrant le mouillage des navires de grande plaisance à l'échelle de la façade méditerranéenne. Cet arrêté cadre précise qu'il est désormais officiellement interdit de mouiller dans une zone correspondant à un habitat d'espèces végétales marines protégées, autrement-dit dans l'herbier de posidonie. Déclinée en plusieurs arrêtés locaux, cette réglementation a permis de définir des zones d'interdiction à l'ancrage des grandes unités sur tout le pourtour méditerranéen français.

Associée à cette réglementation, et dans le cadre de la mise en œuvre du Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) correspondant à une déclinaison de la DCSMM (Directive Cadre Stratégie Milieu Marin), une nouvelle stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages (Préfecture maritime Méditerranéenne, 2019) ainsi qu'un guide méthodologique pour créer, gérer et organiser les ZMEL (Ministère de la transition écologique, 2019) ont également été élaborés. Le volet opérationnel de cette stratégie de façade identifie, au sein d'arrêtés locaux, des secteurs prioritaires pour organiser le mouillage des navires de plaisance.

C'est dans ce contexte, et afin d'accompagner la mise en œuvre opérationnelle de la stratégie mouillage, que la Direction Interrégionale de la Mer (DIRM) Méditerranée a lancé, en 2020 puis en 2022, deux appels à projet visant à promouvoir la création de zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) petite et / ou grande plaisance.

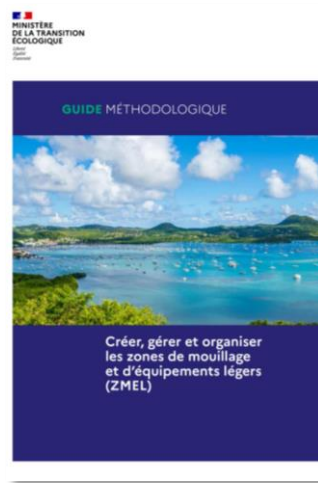


**2019**  
Arrêté cadre 123/2019



**2019**

Stratégie de gestion des mouillages en Méditerranée



**2019**

Guide méthodologique pour créer, gérer et organiser les ZMEL



**2020 et 2022**

Appels à projet de la DIRM pour la mise en place de ZMEL



## Un accompagnement de l'émergence des zones de mouillage

C'est ainsi que STARESO, après avoir contribué à l'acquisition de connaissances et à l'essor de ces réglementations à large échelle, est désormais sollicité pour valoriser son expertise dans le cadre d'études de faisabilité, d'impact, de demande ou de renouvellement d'AOT, d'évaluation d'incidences Natura 2000 nécessaires pour la mise en place de ZMEL (Zone de Mouillages et d'Équipements Légers) au sein de nombreuses baies corses.

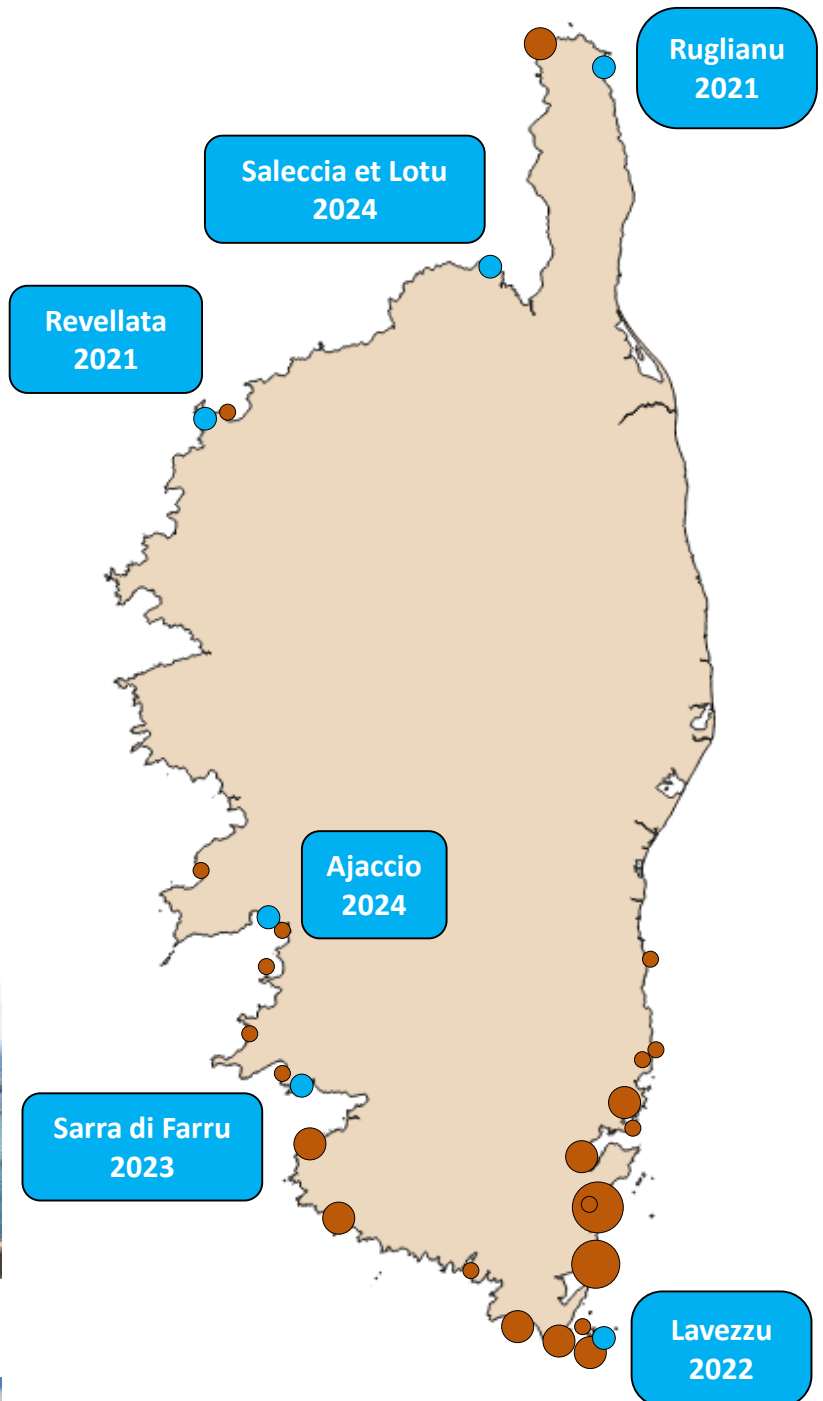
En effet, depuis l'existence de ces nouvelles réglementations, plusieurs porteurs de projet publics tels que la municipalité de Ruglianu, de Sarra di Farru, d'Ajaccio, un gestionnaire privé pour une future ZMEL en baie de la Revellata, ou encore le Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate pour la création de son observatoire des usages au niveau des plages de Saleccia et du Lotu et la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio au niveau des îles Lavezzi, ont fait appel à STARESO.



Zone de mouillage propre de l'île Lavezzu



ZMEL de Sarra di Farru au niveau de la baie de Porto Pollo



Cartographie des projets de ZMEL pour lesquels STARESO a réalisé des études de fréquentation et des études environnementales avant (en marron) et après (en bleu) la nouvelle réglementation

**42 études de fréquentation au profit de la gestion effective de la plaisance en Corse**

# DES OBSERVATIONS REMARQUABLES



# PREMIERE OBSERVATION DE *HALOPHILA STIPULACEA* EN CORSE



## Une espèce lessepsienne

*Halophila stipulacea* (Forsskål) Ascherson, est une plante marine originaire de la mer Rouge, du golfe Persique et de l'Océan Indien. Cette espèce est considérée comme une espèce exotique envahissante en Méditerranée (Boudouresque et Verlaque, 2002) où elle s'est répandue rapidement via le canal de Suez dès la fin du XIX siècle (Por, 1978). Pendant longtemps, l'espèce est restée confinée au bassin méditerranéen

oriental, où elle habite principalement les fonds vaseux depuis la surface jusqu'à 30-45 m, à l'intérieur ou à proximité immédiate des ports (Pérès et Picard, 1964 ; Lipkin, 1975a, 1975b). Cependant, avec le réchauffement climatique, *H. stipulacea* a commencé à introduire le bassin occidental et a été observée pour la première fois en Corse en baie de Calvi en février 2022 (Cnudde et al., 2023).

Scientific Reports of Parc National Corse 37: 503-507 (2023)

### First record of the Red Sea seagrass *Halophila stipulacea* in Corsica

Sébastien CNUDDE<sup>1</sup>, Charles-François BOUDOURESQUE<sup>2\*</sup>, Michel MARENGO<sup>3</sup>, Gérard PERGENT<sup>4</sup>, Thierry THIBAUT<sup>2</sup>

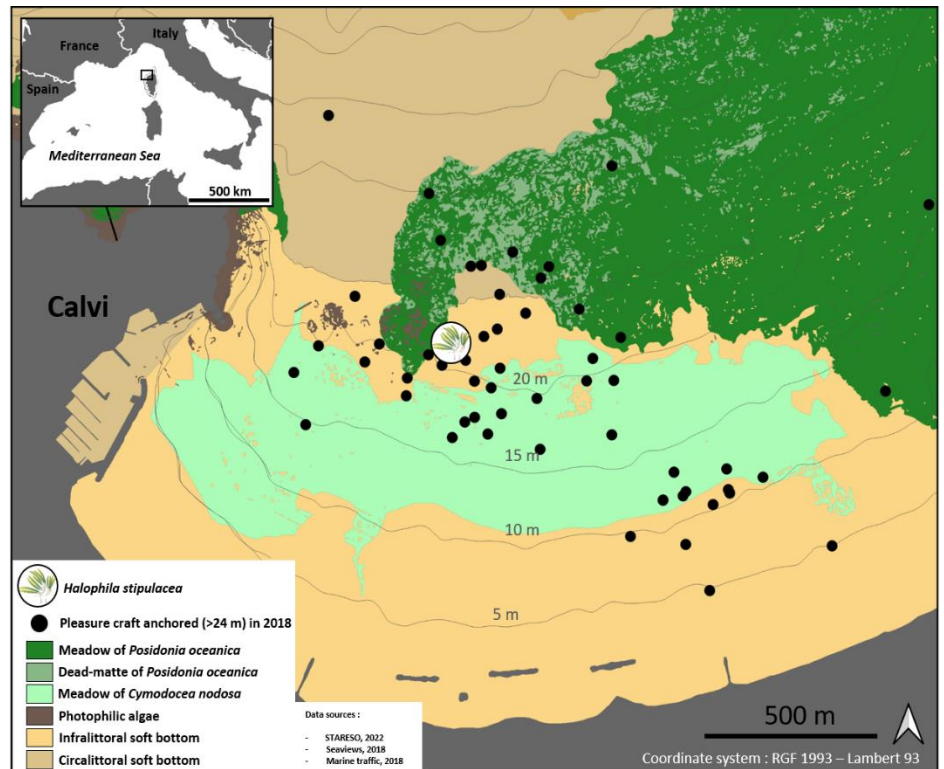
<sup>1</sup>STARESO, Punta Revellata, BP 33, 20200 Calvi, Corsica, France.  
<sup>2</sup>Aix Marseille University and University of Toulon, IMO (Mediterranean Institute of Oceanography), CNRS, IRD, Campus of Luminy, 13208 Marseille, France.  
<sup>3</sup>Equipe Ecosystèmes Littoraux, UMR CNRS SPE 0134, University of Corsica Pasquale Paoli, 20202 Corte, France.  
<sup>4</sup>Corresponding author: charles.boudouresque@imo.osupytheas.fr

The seagrass *Halophila stipulacea* (Forsskål) Ascherson, native to the Red Sea, was among the first Red Sea species to enter the Mediterranean Sea via the Suez Canal (Por, 1978). For a long time, the species remained confined to the eastern Mediterranean basin, where it mainly inhabits muddy bottoms from sea level down to 30-45 m, within or in the immediate vicinity of harbours (Pérès and Picard, 1964; Lipkin, 1975a, 1975b). However, with climate warming, *H. stipulacea* began to invade the western basin: Vulcano Island (Messina, Italy) (Accanto et al., 1995), Palmiro harbour (Salerno, mainland Italy) (Gambiti et al., 2009, 2018), northern Sardinia (Pica et al., 2021) and more recently Cannes (mainland France) (Thibaut et al., 2022).

The pathway by which the species entered the Mediterranean was the Suez Canal (Por, 1978; Boudouresque, 1999). Within the Mediterranean, two ways of dispersal occur: (i) the wave of advance model (diffusion spread), when the species spreads to adjacent areas, and (ii) the hopscotch jump model (saltation dispersal), for long-distance dispersal (Boudouresque and Sempéré, 2017). The main vector of saltation dispersal is the anchoring of pleasure craft and cruise ships, given the nature of the invaded sites (marinas, anchoring zones) (Calvo et al., 2010; Thibaut et al., 2022). From the Mediterranean, via anchoring and survival in anchor wells, *H. stipulacea* has been introduced to the Caribbean Sea (Rutz and Ballantine, 2004; Willette and Ambrose, 2009; Maréchal et al., 2013; Boudouresque et al., 2016).

We observed *H. stipulacea* near Calvi (western Corsica), east of the citadelle, on February 22<sup>nd</sup>, 2022 (Latitude 8.770339, longitude 42.565443 – WGS 84 geodetic system) (Fig. 1); it was sparsely distributed at 21 m depth, on a fine sand bottom (Figs. 2, 3) (Table 1). This locality lies near, but outside, the Natura 2000 zone FR09400574

Depuis la fin du XX siècle, cette plante marine lessepsienne a commencé à introduire également le bassin occidental (Tableau B) avec finalement une première observation en Corse près de Calvi (Latitude 8.770339, longitude 42.565443 - système géodésique WGS 84) (Figure A) ; elle était répartie de manière éparse à 21 m de profondeur, sur un fond de sable fin. Cette localité se trouve à proximité, mais en dehors, de la zone Natura 2000 FR09400574 "Porto / Scandola / Revelatta / Calvi". Le site de la baie de Calvi constitue un point chaud d'ancrage de bateaux de plaisance, ce qui est cohérent avec l'hypothèse d'une dispersion par saltation (dispersion sur de longues distances) (Boudouresque et Sempéré, 2017) via la navigation (plaisance) et l'ancrage (Thibaut et al., 2022).



**A** Site et photos des observations d'*Halophila stipulacea* en février 2022, associées aux sites d'ancrage de la grande plaisance recensés en 2018.

## **B** Ensemble des observations de *Halophila stipulacea* réalisées dans le bassin occidental méditerranéen

Sites	Profondeur	Habitat	Reference
Calvi	21 m	Sable fin	Cnudde et al. (2023)
Cannes	11-17 m	Matte morte de <i>P. oceanica</i>	Thibaut et al. (2022)
Gulf of Aranci (nord Sardaigne)	6-8 m	Matte morte of <i>P. oceanica</i>	Pica et al. (2021)
Razza di Juncu (nord Sardaigne)	2-3 m	Sédiment détritique grossier	Pica et al. (2021)
Palinuro (S-E Italie)	0.5-5 m	Sable and <i>P. oceanica</i>	Gambi et al. (2009)
Palinuro (S-E Italie)	1.5-4 m	Matte morte de <i>P. oceanica</i>	Gambi et al. (2018)
Vulcano (Sicile)	3-27 m	Sable avec et sans <i>Cymodocea nodosa</i> ou <i>Caulerpa prolifera</i>	Acunto et al. (1995)

L'évolution de l'étendue de *H. stipulacea* est désormais surveillée sur ce site avec une vigilance particulière sur l'impact qu'elle pourrait avoir sur deux espèces protégées et de valeur patrimoniale: les herbiers de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile et *Cymodocea nodosa* (Ucria) (Sghaier et al., 2014 ; Conte et al., 2023).

**Première observation de l'espèce lessepsienne *Halophila stipulacea* en Corse en février 2022**

# PREMIERE OBSERVATION DE TRACHYPTERE EN CORSE



## Une rencontre d'exception

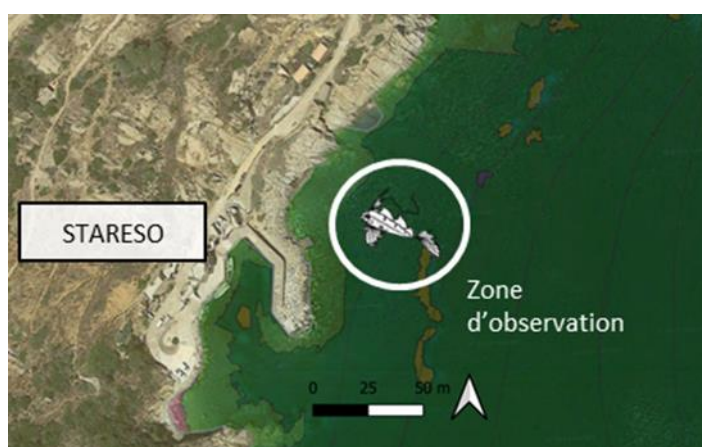
De nombreux organismes rencontrés dans la colonne d'eau sont d'aspects très variés, appartenant à un large éventail évolutif. Ces diversités de forme reflètent souvent des fonctionnalités particulières, issues d'une série d'adaptations aux conditions particulières de ce milieu. Bien qu'une grande partie des organismes marins soit décrite dans des journaux ou bases de données scientifiques, les **comportements** de nombreux organismes ne sont pas connus à ce jour faute de fréquences d'observations suffisantes *in situ*. Néanmoins la communauté scientifique s'intéresse de plus en plus à certains milieux peu explorés où des espèces relativement rares peuvent s'y trouver. Les explorations benthiques en ROV (Remotely Operated Vehicle) ont permis par exemple d'acquérir par hasard des images de comportements exceptionnels d'organismes de la colonne d'eau grâce aux

caractéristiques discrètes de ces appareils (Robison, Reisenbichler & Sherlock, 2017). Plus récemment, une vague d'enthousiasme mondiale au sein de la communauté des plongeurs avertis convaincs de nombreux photographes et naturalistes à effectuer des plongées dites de «*blackwater*». Ces plongées consistent à s'immerger de nuit, généralement en pleine eau au large, avec une source lumineuse afin d'attirer ou d'observer les organismes présents dans la colonne d'eau. C'est dans un cadre similaire à celui d'une plongée *blackwater* qu'un **organisme parmi les plus rares de Méditerranée** (Macali *et al.*, 2020) a été observé par quelques employés de la station juste à côté de STARESO dans la baie de Calvi. L'organisme en question a été identifié en tant qu'appartenant à l'espèce *Trachipterus trachipterus* (Gmelin, 1789) de son nom commun Poisson ruban.

## Contexte d'observation

Le trachyptère à été observé, photographié et filmé par des opérateurs scientifiques en apnée :

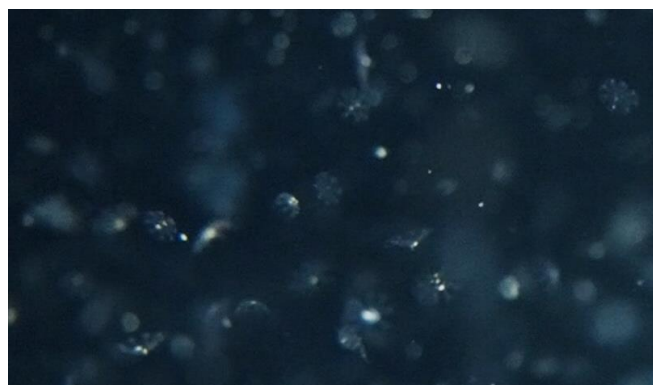
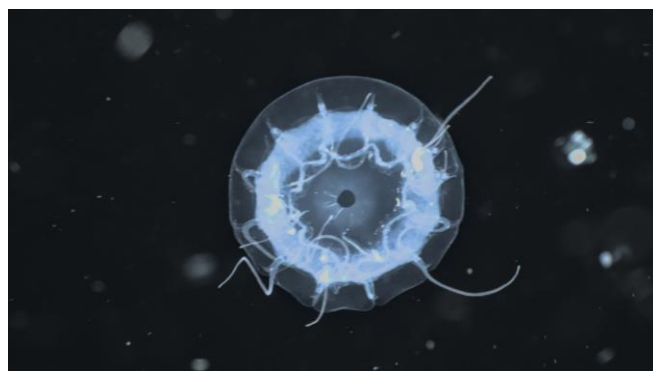
- le vendredi **28 avril 2023**,
- de nuit **entre 23h23 et 23h31**,
- en période de **lune gibbeuse croissante**, soit la phase précédant la pleine lune
- en baie de Calvi, devant la station STARESO (Fig.A),
- à la **surface** entre 4 et 10 mètres de fond.



A

### Contexte géographique du lieu et de la zone de rencontre

Par avis d'expertise, la **diversité et l'abondance d'organismes planctoniques** rencontrés au cours de cette soirée étaient **exceptionnelles**. Cette densité d'individus semble coïncider avec un bloom légèrement tardif. De nombreux **gélatineux** étaient alors présents dans la colonne d'eau ainsi que les jours précédant l'observation du trachyptère (Fig.B). Plus précisément, la densité de larves de méduses au **stade ephyra** le jour même de la rencontre était extrêmement importante, visibles en centaines lors de certains arrêts sur image des prises de vues vidéos. De plus, une forte concentration de *Veleva veleva* avait été observée dans la période d'observation du trachyptère ( $\pm 3$  jours). De manière générale, le **cycle lunaire** a été montré comme étant un facteur déterminant des abondances et comportement du zooplancton (Macali et al., 2020).



B

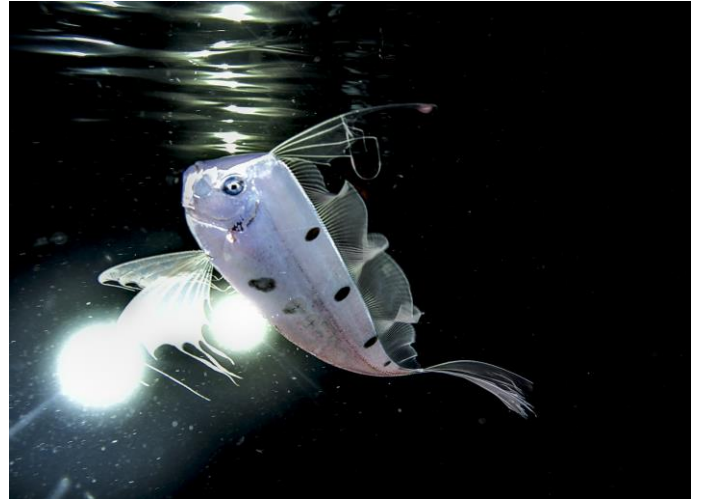
Quelques photographies d'organismes gélatineux peu communs rencontrés la même soirée (de haut en bas) : *Forskalia edwardsii*, *Pegantha* sp., *Rhopalonema velatum* et multiples ephyra)

## Description et comportement

La taille de l'individu est estimée **entre 30 et 40 centimètres de long**, ce qui correspond, selon la littérature, à un juvénile. Bien que les adultes soient principalement rencontrés en zone mésopélagique (Heemstra & Kannemeyer, 1986; Bianco *et al.*, 2006; Borme & Voltolina, 2006), les juvéniles sont parfois observés plus à la surface (Bini, 1970). La période de rencontre d'un juvénile coïncide avec les observations réalisées dans d'autres régions de Méditerranée, telles qu'en Mer Tyrrhénienne (Italie) **en avril** (Macali *et al.*, 2020) ou encore avec les observations d'échouages sur les plages entre les **mois de mars à mai** (Stipa *et al.*, 2022). Par ailleurs, les quatre points noirs observés sur l'individu pris en photo semblent être récurrents chez les juvéniles. Le trachyptère possède un corps très allongé, reflet d'une adaptation à des profondeurs importantes (Borme & Voltolina, 2006). Sa nageoire dorsale parcourt pratiquement l'ensemble de son corps jusqu'à la nageoire caudale. Ses nageoires représentent une grande surface proportionnellement à son corps lorsqu'elles sont dépliées. Les juvéniles semblent utiliser la surface large des nageoires pour dériver avec les courants (Borme & Voltolina, 2006).

Le trachyptère est resté à la surface l'intégralité de la rencontre, jusqu'à son éloignement de la côte suivi d'une immersion plus profonde empêchant de pouvoir le suivre en apnée. A l'approche du trachyptère par les plongeurs, celui-ci restait en suspend en dessous de la surface en changeant la vitesse d'ondulation de sa nageoire bien que cela n'influe pas toujours sur le déplacement de son corps dans la colonne d'eau. L'individu ne semblait **pas montrer de comportement de fuite particulier** et semblait, au contraire, être attiré par la source lumineuse émise par les phares sous-marin. Dans certaines situations, le trachyptère changeait de position dans l'espace jusqu'à s'incliner latéralement à 90°, voire totalement à l'envers (Fig.C). Il lui arrivait aussi de faire des petits déplacements sur une courte distance à des intervalles de temps irréguliers. Ces comportements ont déjà été observés par une équipe scientifique italienne sur l'île de Ponza (Macali *et al.*, 2020). Ces derniers suggèrent

que ce comportement pourrait être lié à un **mimétisme batésien** permettant au trachyptère de se faire passer pour un organisme dangereux auprès de ses potentiels prédateurs.



C

**Variation de positions du trachyptère juvénile dans la colonne d'eau. La caméra utilisée est quasi-parallèle au niveau de l'eau.**

*Trachipterus trachipterus* imiterait en effet des méduses *Pelagia noctiluca* ou bien des cormidies de siphonophores. Comme le spécifient les auteurs, les **excroissances en filament** au niveau de la tête que nous avons aussi pu observer sur l'individu de la baie de Calvi (Fig. D) ne semblent pas être conservés chez les adultes. Ces structures pourraient ainsi avoir comme rôle principal de participer au mimétisme batésien afin de **limiter la prédation** sur les juvéniles de trachiptère avant qu'ils atteignent une certaine taille nécessaire à leur vie semble-t-il exclusivement **mésopélagique**.

## Perspectives

Aucune documentation publiée ne témoigne de l'existence de rencontres ou même de pêche de *Trachipterus sp.* dans les eaux corses. Il semblerait ainsi que **cet individu soit la première observation documentée de *Trachipterus trachipterus* (Gmelin, 1789) dans les eaux méditerranéennes de Corse, du moins**

assurément documenté *in situ*, la plupart des observations mondiales étant faite par pêche ou échouage. Via le programme STARECAPMED permettant à la baie de Calvi d'être un site atelier de référence, une investigation plus approfondie sera menée en associant les observations *in situ* du trachiptère avec la série temporelle de données environnementales et planctoniques de la colonne d'eau, dans la perspective de **documenter sous forme de communiqué court (*short-note*) la présence de cette espèce dans la baie de Calvi afin de contribuer à une meilleure compréhension écologique de cette espèce particulièrement méconnue.**

**Première observation *in situ*  
du poisson  
*Trachipterus trachipterus*  
en Corse en avril 2023**



D

**Capture d'écran des prises de vue vidéo du trachiptère juvénile dans la colonne d'eau. Les 4 points noirs alignés le long de la dorsale ainsi que les excroissances en filament au niveau de la tête seraient caractéristiques du stade juvénile.**

# SENSIBILISATION, COMMUNICATION



## Evènements de sensibilisation

En 2 ans, STARESO a animé ou participé à l'animation de **21 évènements de sensibilisation** au milieu marin répartis sur **7 communes corses** différentes grâce à un contenu pédagogique et une expertise alimentés en partie par les travaux réalisés dans le cadre de STARECAPMED.



### 2022

- **21 mai 2022** : Stand de sensibilisation au Salon du nautisme et de la pêche « MARE VIVU », à l'île Rousse.
- **11 juin 2022** : Stand de sensibilisation pour le Water Safety Day, à Calvi.
- **27 juin 2022** : Stand de sensibilisation lors des journées nationales des Sauveteurs en Mer (SNSM), au Port de Calvi.
- **30 juin 2022** : Stand de sensibilisation pour l'accueil des élèves du Lycée Laetitia Bonaparte d'Ajaccio, à STARESO, à Calvi.
- **27 juillet 2022** : Stand de sensibilisation à la Fête de la mer / Mar'in Festa, à Lumio, Marine de Sant Ambroggio.
- **10 septembre 2022** : Stand de sensibilisation au Forum des associations, au Complexe sportif de Balagne, à Calvi.



~ 2000 personnes touchées en présentiel rien qu'en 2023

### 2023

- **16 mai 2023** : Stand de sensibilisation et visite de STARESO pour les élèves de l'École primaire Olmi Capella, à Calvi.
- **11 mai 2023** : Stand de sensibilisation, Cap Mer, à Belgodère.
- **25 mai 2023** : Stand de sensibilisation, « Mer en fête », auprès des scolaires, sur le bateau de Corsica Linea, à Bastia.
- **4 juin 2023** : Stand de sensibilisation pour l'accueil des élèves du collège de Porto-Vecchio.
- **16 juin 2023** : Stand de sensibilisation et visite de STARESO pour le Service National Universel (SNU), à STARESO, Calvi.
- **17 juin 2023** : Stand de sensibilisation pour le Water Safety Day, à Calvi.
- **19 juin 2023** : Stand de sensibilisation à l'école primaire de Belgodère.
- **24 juin 2023** : Stand de sensibilisation lors des journées nationales des Sauveteurs en Mer (SNSM), au Port de Calvi.
- **29 juillet 2023** : Stand de sensibilisation à la Fête de la mer / Mar'in Festa, à Lumio, Marine de Sant Ambroggio.
- **11 octobre 2023** : Fête de la Science avec journée portes ouvertes à STARESO.
- **20 au 22 octobre 2023** : Stand de sensibilisation et tables rondes au Festival Green Orizante, à Calvi.
- **22 octobre 2023** : Stand de sensibilisation et conférence lors du Séminaire du réseau des espèces invasives « ALIEN CORSE », à STARESO, Calvi.
- **13 novembre 2023** : Visite de STARESO pour les étudiants du Master Gestion Intégrée du Littoral et Valorisation Halieutique de l'Université de Corse, à Calvi.
- **30 novembre 2023** : Débat et table ronde sur le thème « La mer Méditerranée, défis et solutions pour un avenir durable », à l'Université de Corse, à Corte.
- **02 décembre 2023** : Débat, exposition photographique et table ronde lors de « La mer en débat, escale de Bastia », Bastia.

## EXEMPLES PARMIS LES 6 EVENEMENTS EN 2022

### WATER SAFETY DAYS, CALVI



### JOURNEE NATIONALE DES SAUVETEURS EN MER, CALVI



### VISITE DU LYCEE BONAPARTE D'AJACCIO A STARESO



### MAR'IN FESTA, LUMIO



## EXEMPLES PARMIS LES 15 EVENEMENTS EN 2023 (1/2)

### VISITE DES ECOLES PRIMAIRES D'OLMI-CAPELLA A STARESO



### INTERVENTIONS DANS L'ECOLE DE BELGODERE



### ACCUEIL DU COLLEGE DE PORTO-VECCHIO A STARESO



### VISITE DU SERVICE NATIONAL UNIVERSEL A STARESO



## EXEMPLES PARMIS LES 15 EVENEMENTS EN 2023 (2/2)

### JOURNEE DE LA SCIENCE, PORTES OUVERTES DE STARESO



### PROJET AVEC L'ECOLE PRIMAIRE DE BELGODERE



### GREEN HORIZONTE, CALVI



### WATER SAFETY DAYS, CALVI



## Communications dans la presse écrite et audio-visuelle

Ces 2 dernières années, STARESO a poursuivi ces efforts pour partager ces connaissances avec le grand public au sujet d'une diversité de thématiques (sensibilisation des jeunes, réchauffement climatique, mise en valeur de la biodiversité insulaire, pêche, érosion etc.) faisant l'objet en 2 ans de :













24 articles de presses (8 en 2022 et 16 en 2023)
























24 émissions ou documentaires télévisés (2 en 2022 et 12 en 2023)

### 2022

-  **9 janvier 2022** : Article de presse écrite, « Calvi : Stareso, la base scientifique dédiée à la recherche marine, a un nouveau directeur », Corse Net Infos.
-  **23 janvier 2022** : Article de presse écrite, « Environnement : Il faut préparer les Corses à faire face à des événements extrêmes », Corse Net Infos.
-  **14 avril 2022** : Article de presse écrite, « Un séminaire de biologie à Calvi pour les moniteurs de plongée », Corse-matin.
-  **11 juin 2022** : Article de presse écrite, « Analyse ADN des eaux du port : une oasis de biodiversité », Corse-matin.
-  **13 juillet 2022** : Article de presse écrite, « Station de recherches sous-marines et océanographiques de Calvi : "Notre île est au coeur des problématiques climatiques », Corse-matin.
-  **6 août 2022** : Article de presse écrite, « Canicule sous-marine : l'herbier de posidonie menacé par la hausse des températures », Corse Net Infos.
-  **19 septembre 2022** : Emission télévisée, D'umani, France 3 Corse ViaStella.
-  **20 septembre 2022** : Article de presse écrite, « Un été de forte canicule marine qui n'inquiète pas à la STARESO », Corse-matin.
-  **5 octobre 2022** : Emission télévisée, In Tantu Ambiente, France 3 Corse ViaStella.
-  **13 novembre 2022** : Article de presse écrite, « DOSSIER. COP27 : quelles sont les conséquences du réchauffement climatique en Corse ? », Corse Net Infos.



## 2023 (1/2)

-  **22 février 2023** : Article de presse écrite, « Pourquoi le niveau de la mer a autant baissé ces derniers jours en Corse ? », Corse Net Infos.
-  **23 février 2023** : Article de presse écrite, « Pourquoi le niveau de la mer a-t-il baissé ? », Corse matin.
-  **4 avril 2023** : Article de presse écrite, « Le réchauffement de la mer impacte toutes les espèces », Corse matin.
-  **5 avril 2023** : Article de presse écrite, « La Corse approfondit ses connaissances sur la langouste rouge », Le Marin.
-  **12 avril 2023** : Emission télévisée, « Langoustes, oursins... trésors à préserver », Journal de 13h TF1.
-  **25 mai 2023** : Article de presse écrite, « Des collégiens en immersion avec les chercheurs de STARESO », Corse matin.
-  **25 mai 2023** : Emission télévisée, Sensibiliser au milieu marin, Télé paese.
-  **26 mai 2023** : Emission télévisée, « Les sentinelles de la Méditerranée, une expédition pour comprendre les effets du dérèglement climatique », Journal de 20h TF1.
-  **3 juillet 2023** : Article de presse écrite, « La Corse baigne dans des eaux anormalement chaudes », Corse matin.
-  **5 juillet 2023** : Article de presse écrite, Calvi la vie, le magazine des Calvais, n°42.
-  **18 juillet 2023** : Emission télévisée, « Plongée au cœur de la Méditerranée : un trésor de biodiversité en danger », Journal de 20h TF1.
-  **19 juillet 2023** : Article de presse écrite, « Méditerranée en surchauffe : la vie sous-marine autour de la Corse en danger », Corse Net Infos.
-  **10 août 2023** : Article de presse écrite, « Le centre STARESO mise sur la sensibilisation des plus jeunes », Corse matin.
-  **11 août 2023** : Article de presse écrite, « La température de la mer anormalement fraîche pour la saison », Corse matin.
-  **13 août 2023** : Article de presse écrite, « La Corse face à l'inexorable érosion de son littoral », Corse Net Infos.
-  **23 août 2023** : Emission télévisée, Corsica sera, France 3 Corse ViaStella.
-  **24 août 2023** : Emission télévisée, Corsica sera, France 3 Corse ViaStella.
-  **10 septembre 2023** : Emission télévisée, In Tantu Ambiente, France 3 Corse ViaStella.
-  **22 septembre 2023** : Emission télévisée, Corse l'île aux trésors, Echappées belles, France 5.
-  **10 octobre 2023** : Emission télévisée, D'umani, France 3 Corse ViaStella.
-  **12 octobre 2023** : Article de presse écrite, « Un public curieux se bouscule à la découverte de la STARESO », Corse matin.



Corse Net Infos  
Per voi, Incu voi In ogni locu - l'Info corse en libre accessu

le marin

viàTéléPaese

corse  
matin



CALVI  
Le Magazine des Calvais > N°32 la Vie

19/20  
Corse - Corsica Sera

Échappées  
Belles



2023 (2/2)

- 12 octobre 2023** : Article de presse écrite, « Un public curieux se bouscule à la découverte de la STARESO », Corse matin.
- 29 octobre 2023** : Article de presse écrite, « Banquettes de posidonie sur les plages corses, toujours en quête de la moins mauvaise des solutions », Corse Net Infos.
- 29 octobre 2023** : Article de presse écrite, « La biodiversité marine frappée par le réchauffement des eaux », Corse matin.
- 27 novembre 2023** : Emission télévisée, Green Orizone interview : Lovina – Stareso, YouTube.
- 29 novembre 2023** : Documentaire, Corsica Salvatica, France 3 Corse ViaStella.
- 10 décembre 2023** : Article de presse écrite, « Braconnage et prix cassés, la pêche du mérou cristallise les tensions », Corse matin.
- 17 décembre 2023** : Article de presse écrite, « L'interdiction de la pêche du mérou et du corb en passe d'être reconduite dix ans dans les eaux corses », Corse Net Infos.



### Des collégiens en immersion avec les chercheurs de Stareso

Les professeurs de sciences et les chercheurs de Stareso ont organisé un atelier de découverte de la biodiversité marine pour des collégiens de la région de Calvi. Les élèves ont pu découvrir les différents habitats marins et les espèces qui y vivent. Ils ont également pu participer à des ateliers de sensibilisation et de découverte de la biodiversité marine.



Les collégiens ont pu découvrir les différents habitats marins et les espèces qui y vivent. Ils ont également pu participer à des ateliers de sensibilisation et de découverte de la biodiversité marine.

### La Corse face à l'inevitable érosion de son littoral

David Rovier le Dimanche 13 Août 2023 à 18:48

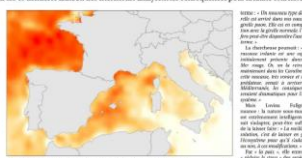
À la fin du mois de juillet, le gouvernement a dévoilé une liste comprenant 242 communes qui font face à des risques d'érosion côtière. Parmi elles, plusieurs localités corses ont été recensées. Une réflexion approfondie sera initiée dès l'automne par l'Etat, dans le but d'élaborer une stratégie solide et durable pour la préservation de ces zones vulnérables.



Les habitants du centre-ville de Calvi ont été témoins de l'érosion de leur littoral. Les rochers ont disparu et les maisons sont menacées.

### La Corse baigne dans des eaux anormalement chaudes

En ce début d'été, comme chaque année depuis 2020, la Méditerranée connaît des canicules marines. En 2023, la température sous feu, au large de la Corse, a atteint 30 °C, un record en 50 dernières années. Les chercheurs analysent les conséquences pour la faune et la flore.



Les scientifiques de Stareso ont pu constater que la température de l'eau a augmenté de 1 à 2 degrés Celsius par rapport à la normale. Cela a des conséquences sur la biodiversité marine.



LE 20H TFI

AU CHEVET DU JARDIN DE LA MÉDITERRANÉE



### « Le réchauffement de la mer impacte toutes les espèces »

Quelques jours après la publication du dernier rapport du groupe de travail scientifique de l'Inchiesta du Climat (CIC), le 20 mars dernier, les scientifiques de la station de recherche sous-marine et océanographique Stareso de Calvi évoquent les effets du réchauffement de l'eau pour les espèces vivant dans la baie de Calvi. Les observations locales ont permis de recueillir de nouvelles données sur la biodiversité marine.



Les scientifiques de Stareso évoquent le changement climatique sous-marin et ses effets sur de nombreuses espèces commerciales comme les oursins, la langouste, le mérou et l'espadon.



### L'hôpital de Bastia au bord de la crise de nerfs

Avec la loi Rist, la baisse du nombre de médecins généralistes paralyse plusieurs services

### La Stareso ausculte la baie de Calvi

Les scientifiques étudient l'impact du réchauffement climatique



### Le centre Stareso mise sur la sensibilisation des plus jeunes

Les enfants du centre-ville de Calvi ont été témoins de l'érosion de leur littoral. Les rochers ont disparu et les maisons sont menacées.



Le centre Stareso organise des ateliers de sensibilisation pour les enfants. Ils découvrent la biodiversité marine et les dangers du réchauffement climatique.

### Analyse ADN des eaux du port : une « oasis de biodiversité »

Les scientifiques de la station de recherche sous-marine et océanographique Stareso de Calvi ont pu constater que la température de l'eau a augmenté de 1 à 2 degrés Celsius par rapport à la normale.



Les scientifiques ont pu constater que la température de l'eau a augmenté de 1 à 2 degrés Celsius par rapport à la normale. Cela a des conséquences sur la biodiversité marine.



**PUBLICATIONS,  
THESES,  
RAPPORTS ET  
COMMUNICATIONS  
SCIENTIFIQUES**



# Publications scientifiques, thèses doctorales, communications et rapports 2012 - 2023 réalisées dans le cadre et en collaboration avec STARECAPMED

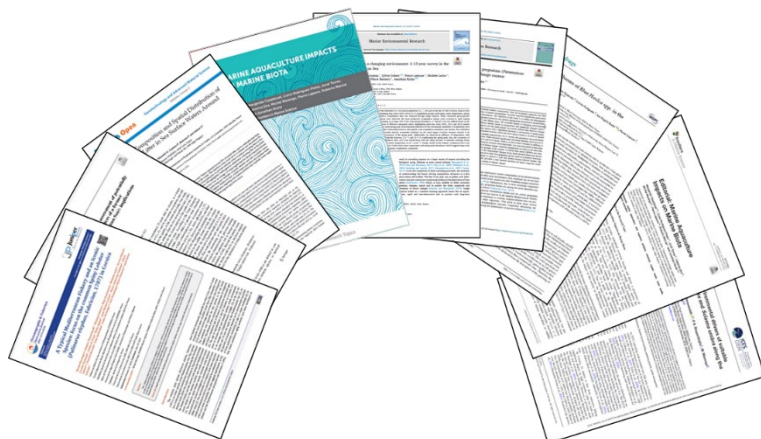
Le lecteur trouvera ci-après la liste non-exhaustive des différents travaux publiés issus des recherches réalisées dans le cadre et/ou en collaboration plus ou moins étroite avec STARECAPMED. Les travaux sont regroupés par ordre alphabétique, selon leur catégorie de publication:

- articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés ;
- livres ou chapitres de livres ;
- communications à des congrès scientifiques internationaux ;
- conférences scientifiques dans des Universités ou Centre de Recherches ;
- rapports de programmes scientifiques ;
- articles scientifiques de vulgarisation ;
- thèses de doctorat terminées et en cours
- Mémoires de master et rapports de stage.

Les lecteurs sont invités à consulter la digithèque ORBI de l'Université de Liège, Belgique, où la majeure partie des documents listés se trouve archivée: <http://orbi.ulg.ac.be/>.

2022 - 2023

16  
publications



## Années 2022 - 2023 :

### Articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés

- Amoussou N., Marengo M., Iko Afé O.H., Lejeune P., Durieux E.D.H., Douny C., Scippo M.L., Gobert S. (2022). Comparison of fatty acid profiles of two cultivated and wild marine fish from Mediterranean Sea. *Aquaculture International*. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00861-3>
- Bolgan, M., Di Iorio, L., Dailianis, T., Catalan, I. A., Lejeune, P., Picciulin, M., Parmentier, E. (2022). Fish acoustic community structure in Neptune seagrass meadows across the Mediterranean basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(2), 329-347. <https://doi.org/10.1002/aqc.3764>
- Bousquet C., Bouet M., Patrissi M., Cesari F., Lanfranchi J.B., Susini S., Massey J.L., Aiello A., Culioli J.M., Marengo M., Lejeune P., Dijoux J., Duchaud C., Santoni M.C., Durieux E.D.H. (2022). Assessment of catch composition, production and fishing effort of small-scale fisheries: The case study of Corsica Island (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*, 218, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105998>
- Cnudde, S., Boudouresque, C.-F., Marengo, M., Pergent, G., Thibaut, T. (2023). First record of the Red Sea seagrass *Halophila stipulacea* in Corsica. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 37, 503-507.
- Delacuvellerie, A., Geron, A., Gobert, S., Wattiez, R. (2022). New insights into the functioning and structure of the PE and PP plastispheres from the Mediterranean Sea. *Environmental Pollution*, 295, 118678. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118678>
- El Idrissi, O., Gobert, S., Delmas, A., Demolliens, M., Aiello, A., Pasqualini, V., Ternengo, S. (2022). Effects of trace elements contaminations on the larval development of *Paracentrotus lividus* using an innovative experimental approach. *Aquatic Toxicology*, 246, 106152. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2022.106152>
- El Idrissi, O., Santini, J., Bonnin, M., Demolliens, M., Aiello, A., Gobert, S., Ternengo, S. (2022). Stress response to trace elements mixture of different embryo-larval stages of *Paracentrotus lividus*. *Marine Pollution Bulletin*, 183, 114092. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114092>
- El Idrissi, O., Ternengo, S., Monnier, B., Lepoint, G., Aiello, A., Bastien, R., Gobert, S. (2023). Assessment of trace element contamination and effects on *Paracentrotus lividus* using several approaches: Pollution indices, accumulation factors, and biochemical tools. *Science of the Total Environment*, 869, 161686. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161686>
- Garcia, J., Pasqualini, V., Vanalderweireldt, L., Bisgambiglia, P.-A., Marengo, M., Lejeune, P., Aiello, A., Durieux, E.D.H. (2022). Global patterns and environmental drivers of suitable habitat for *Dentex dentex* and *Sciaena umbra* along the Corsican coast. *ICES Journal of Marine Science*, 79(9), 2461-2472. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac184>
- Iborra, L., Leduc, M., Fullgrabe, L., Cuny, P., Gobert, S. (2022). Temporal trends of two iconic Mediterranean gorgonians (*Paramuricea clavata* and *Eunicella cavolini*) in the climate change context. *Journal of Sea Research*, 186, 102241. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2022.102241>
- Leduc, M., Abadie, A., Viala, C., Bouchard, A., Iborra, L., Fontaine, Q., Lepoint, G., Marengo, M., Pergent, G., Gobert, S., Lejeune, P., Monnier, B. (2023). A multi-approach inventory of the blue carbon stocks of *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Large scale application in Calvi Bay

(Corsica, NW Mediterranean). *Marine Environmental Research*, 183, 105847. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105847>

Lefebvre, L., Compère, P., Gobert, S. (2023). The formation of aegagropiles from the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813): plant tissue sources and colonisation by melanised fungal mycelium. *Marine Biology*, 170(2), 19. <https://doi.org/10.1007/s00227-022-04166-0>

Marengo, M., Fullgrabe, L., Fontaine, Q., Boissery, P., Cancemi, M., Lejeune, P., Gobert, S. (2023). Ecological and human health risk assessment of potentially toxic element contamination in waters of a former asbestos mine (Canari, Mediterranean Sea): implications for management. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10737-x>

Marengo, M., Vanalderweireldt, L., Horri, K., Patrissi, M., Santoni, M.C., Lejeune, P., Durieux, E.D.H. (2023). Combining indicator trends to evaluate a typical Mediterranean small-scale fishery: The case study of Corsica. *Regional Studies in Marine Science*, 65, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103087>

Seveno, J., Car, A., Sirjacobs, D., Fullgrabe, L., Dupčić Radić, I., Lejeune, P., Leignel, V., Mouget, J.-L. (2023). Benthic Diatom Blooms of Blue *Haslea* spp. in the Mediterranean Sea. *Marine Drugs*, 21, 583. <https://doi.org/10.3390/md21110583>

Vanalderweireldt, L., Albouy, C., Le Loc'h, F., Millot, R., Blestel, C., Patrissi, M., Marengo, M., Garcia, J., Bousquet, C., Barrier, C., Lefur, M., Bisgambiglia, P.-A., Donnay, A., Ternengo, S., Aiello, A., Lejeune, P., Durieux, E.D.H. (2022). Ecosystem modelling of the Eastern Corsican Coast (ECC): Case study of one of the least trawled shelves of the Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 235, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2022.103798>

## Années 2012 - 2021 :

### Articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés

- Abadie A., Gobert S., Bonacorsi M., Lejeune P., Pergent G., & Pergent-Martini C. (2015). Marine space ecology and seagrasses. Does patch type matter in *Posidonia oceanica* seascapes?, *Ecological Indicators*, 57, 435–446.
- Abadie, A., Lejeune, P., Pergent, G., Gobert, S. (2016). From mechanical impact of anchoring in seagrasses : The premises of anthropogenic patch generation in *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 61-71.
- Abadie A., Lejeune P., Pergent G., Gobert S. (2016) From mechanical to chemical impact of anchoring in seagrasses: the premises of anthropogenic patch generation in *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Pollution Bulletin* (2016), 109(1), 61-71
- Abadie A., Borges A., Champenois W., Gobert S. (2017) Natural patches in *Posidonia oceanica* meadows: the seasonal biogeochemical pore water characteristics of two edge types. *Marine Biology*, 164:166
- Abadie A., Pace M., Gobert S., Borg J. (2018) Seascape ecology in *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Linking structure and ecological processes for management. *Ecological Indicators*, 87, 1-13
- Abadie A., Richir J., Lejeune P., Leduc M., Gobert S. (2019) Structural Changes of Seagrass Seascapes Driven by Natural and Anthropogenic Factors: A Multidisciplinary Approach. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Vol 7, Art 190.
- Amoussou, N., Marengo, M., Durieux, E. D. H., Douny, C., Scippo, M. L., & Gobert, S. (2020). Trace elements and fatty acid profile of *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) from Mediterranean aquaculture. *Biological Trace Element Research*, 196(2), 618-628.
- Bertucci, F., Lejeune, P., Payrot, J., Parmentier, E. (2015) Sound production by dusky grouper *Epinephelus marginatus* at spawning aggregation sites. *Journal of Fish Biology* 87: 400-421.
- Binard M. (2017). Composantes météorologiques de la base de données océanographique RACE de STARESO (Baie de Calvi – Corse). *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 68, 37-47.
- Bolgan M., Soulard J., Di Iorio L., Gervaise C., Lejeune P., Gobert S., Parmentier E. (2019) Sea chordophones make the mysterious /Kwa/ sound: identification of the emitter of the dominant fish sound in Mediterranean seagrass meadows. *Journal of Experimental Biology* 222, jeb196931.
- Bolgan, M., Di Iorio, L., Dailianis, T., Catalan, I. A., Lejeune, P., Picciulin, M., & Parmentier, E. Fish acoustic community structure in Neptune seagrass meadows across the Mediterranean basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.
- Borges A.V. & Champenois, W. (2015) Seasonal and spatial variability of dimethylsulfoniopropionate (DMSP) in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany* 125, 72-79.
- Borges A., Champenois W. (2017) Preservation protocol for dimethylsulfoniopropionate and dimethylsulfoxide analysis in plant material of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*, and re-evaluation of dimethylsulfoniopropionate leaf content, *Aquatic Botany*, 143C, 8-10.
- Bousquet, C., Bouet, M., Patrissi, M., Cesari, F., Lanfranchi, J. B., Susini, S., ... & Durieux, E. D. (2022). Assessment of catch composition, production and fishing effort of small-scale fisheries: The case study of Corsica Island (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*, 218, 105998.
- Champenois W., Borges A. (2019) Determination of dimethylsulfoniopropionate and dimethylsulfoxide in *Posidonia oceanica* leaf tissue. *MethodsX*, Vol 6, 56-62.
- Champenois W., & Borges, A. (2019). Inter-annual variations over a decade of primary production of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Limnology and Oceanography*.
- Collard, F., Collignon, A., Hecq, J-H., Michel, L., Goffart, A. (2015). Biodiversity and seasonal variations of zooneuston in the northwestern Mediterranean Sea. 145, 40-48.
- Collignon A., Hecq J.-H., Galgani F., Collard F., Goffart A. (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean - Corsica). *Marine Pollution Bulletin*, 79, 293-298.
- Collignon A., Hecq J.-H., Galgani F., Voisin P., Collard F., Goffart A. (2012). Neustonic microplastic and

- zooplankton in the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 861-864.
- Di Iorio L., Raick X., Parmentier E., Boissery P., Valentini-Poirier C., Gervaise C. (2018) *Posidonia meadows calling': a ubiquitous fish sound with monitoring potential*, *Remote Sensing in Ecology and Conservation*
- Delacuvellerie, A., Benali, S., Cyriaque, V., Moins, S., Raquez, J. M., Gobert, S., & Wattiez, R. (2021). Microbial biofilm composition and polymer degradation of compostable and non-compostable plastics immersed in the marine environment. *Journal of Hazardous Materials*, 419, 126526.
- De los Santos C., Vicencio B., Lepoint, G. (2016) Ontogenic variation and effect of collection procedure on leaf biomechanical properties of Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology* (2016)
- Donnay, A., Pelaprat, C., Lejeune, P., & Gobert, S. (2013). An adapted staining-destaining method to sort soft-bottom macrobenthos mixed with *Posidonia oceanica* fibers. *Mediterranean Marine Science*, 14(1), 92-94.
- Eeckhaut, I., Caulier, G., Bresseur, L., Flammang, P., Gerbaux, P., Parmentier, E. (2015). Effects of holothuroid ichthyotoxic saponins on the gills of free-living fishes and symbiotic pearlfishes. *The Biological Bulletin* 228 : 253-265.
- El Idrissi, O., Marengo, M., Aiello, A., Gobert, S., Pasqualini, V., & Ternengo, S. (2020). Seasonal change in trace element concentrations of *Paracentrotus lividus*: Its use as a bioindicator. *Ecological Indicators*, 112, 106063.
- Falaise C., Cormier P., Tremblay R., Audet C., Deschenes JS., Turcotte F., Francois C., Seger A., Hallegraef G., Lindquist N., Sirjacobs D., Gobert S., Lejeune P., Demoulin V., Mouget JL. (2019) *Aquatic Toxicology* 2019, 13-25
- Felisberto, P., Jesus, S. M., Zabel, F., Santos, R., Silva, J., Gobert, S., Beer, S., Björk, M., Mazzuca, S., Procaccini, G., Runcie, J. W., Champenois, W., & Borges, A. (2015). Acoustic monitoring of O<sub>2</sub> production of a seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 464(0), 75-87.
- Fullgrabe, L., Grosjean, P., Gobert, S., Lejeune, P., Leduc, M., Engels, G., ... & Richir, J. (2020). Zooplankton dynamics in a changing environment: A 13-year survey in the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 159, 104962.
- Garrido M., Koeck B., Goffart A., Collignon A., Hecq J.-H., Agostini S., Marchand B., Lejeune P., Pasqualini V. (2014). Contrasting patterns of phytoplankton communities in two coastal ecosystems in relation to environmental factors (Corsica, NW Mediterranean Sea). *Diversity*, 6, 296-322.
- Gazeau, F., Sallon, A., Maugendre, L., Louis, J., Dellisanti, W., Gaubert, M., Lejeune, P., Gobert, S., Borges, A., Harlay, J., Champenois, W., Alliouane, S., Taillandier, V., Louis, F., Obolensky, G., Grisoni, J.-M., Guieu, C. (2016). First mesocosm experiments to study the impacts of ocean acidification on plankton communities in the NW Mediterranean Sea (MedSeA project). *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 2016, 1-19.
- Giakoumi, S., Halpern, B. S., Michel, L., Gobert, S., Sini, M., Boudouresque, C.-F., Gambi, M.-C., Katsanevakis, S., Lejeune, P., Montefalcone, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Sanchez-Jerez, P., Velimirov, B., Vizzini, S., Abadie, A., Coll, M., Guidetti, P., Micheli, F., & Possingham, H. P. (2015). Towards a framework for assessment and management of cumulative human impacts on marine food webs. *Conservation Biology*, 0, 1-7.
- Gobert, S., Fullgrabe, L., Quentin, F., Leduc, M., Marengo, M., Patrissi, M., ... & Lejeune, P. (2019). Climate Change Impact on Water Column in Corsica. In *Proceedings of the Fourteenth International Medcoast Congress on coastal and Marine Sciences, engineering, management and Conservation*,. Beskopru Mah. 274. Sok. N 2/B.
- Gobert, S., Fullgrabe L., Lejeune P., Marengo M. Climate Change and Fisheries: The Case Study of Corsica, an Ideal Reference Station in the Mediterranean Sea. *Research Open*, Volume 2 Issue 1
- Gobert, S., Lefebvre, L., Boissery, P., & Richir, J. (2020). A non-destructive method to assess the status of *Posidonia oceanica* meadows. *Ecological Indicators*, 119, 106838.
- Goffart, A., Hecq, J.-H., & Legendre, L. (2015). Drivers of phytoplankton bloom in the well-preserved Bay of Calvi (NW Mediterranean): Results from a long-term study (1979-2011). *Progress in*

- Oceanography, 137, Part A, 121-139.
- Gobert, S., Lepoint, G., Silva, J., Santos, R., Lejeune, P., Du Jardin, P., Delvaux, B., Cornelis, J-T., Richir, J. (2015). A consensual Diving-PAM protocol to monitor *Posidonia oceanica* photosynthesis. Peer Journal.
- Gobert S., Lepoint G., Pelaprat C., Remy F., Lejeune P., Richir J., Abadie A. (2017) Temporal evolution of sand corridors in a *Posidonia oceanica* seascape: a 15-years study, Mediterranean Marine Science (2017), 17(3), 777-784
- Gobert, S., Fullgrabe, L., Quentin, F., Leduc, M., Marengo, M., Patrissi, M., ... & Lejeune, P. (2019). Climate change on seawater column: physical and biological consequences. In Proceedings of the Fourteenth International Medcoast Congress on coastal and Marine Sciences, engineering, management and Conservation. Beskopru Mah. 274. Sok. N 2/B.
- Gobert, S., & Richir, J. (2019). Des indices pour la définition de l'état des masses d'eau en milieu marin: mises au point, applications et aide à la gestion. Geo-Eco-Trop, 43(3), 353-364.
- Harant, U. K., & Michiels, N. K. (2019) Visual modelling supports the potential for prey detection by means of diurnal active photolocation in a small cryptobenthic fish.
- Jahnke, M., D'Esposito, D., Orrù, L., Lamontanara, A., Dattolo, E., Badalamenti, F., ... & Orsini, L. (2019). Adaptive responses along a depth and a latitudinal gradient in the endemic seagrass *Posidonia oceanica*. Heredity, 122(2), 233-243.
- Katz, L., Sirjacobs, D., Gobert, S., Lejeune, P., & Danis, B. (2021). Distribution of macroalgae in the area of Calvi (Corsica). Biodiversity Data Journal, 9.
- Kéver, L., Boyle, K.S., Parmentier, E. (2015) Effects of seawater temperature on sound characteristics in *Ophidion rochei* (Ophidiidae). Journal of Fish Biology 87: 502-509.
- Kever, L., Lejeune, P., Michel, N.L., Parmentier, E. (2015). Passive acoustic recording of *Ophidion rochei* calling activity in Calvi Bay (France). Marine Ecology.
- Lefebvre, L., Compère, P., Léonard, A., Plougouven, E., Vandewalle, N., & Gobert, S. (2021). Mediterranean aegagropiles from *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813): a first complete description from macroscopic to microscopic structure. Marine Biology, 168(3), 1-17.
- Lepoint, G., Heughebaert, A., Michel, L. (2016). Epiphytic bryozoans on Neptune grass – a sample-based data set. ZooKeys.
- Lepoint, G., Balancier, B., & Gobert, S. (2014). Seasonal and depth-related biodiversity of leaf epiphytic Cheilostome Bryozoa in a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow. Cahiers de Biologie Marine, 55, 57-67.
- Lepoint, G., Mouchette, O., Pelaprat, C., & Gobert, S. (2014). An ecological study of *Electra posidoniae* Gautier, 1954 (Cheilostomata, Anasca), a bryozoan epiphyte solely found on the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813. Belgian Journal of Zoology, 144(1), 51-63.
- Levin L.A., Liu K.-K., Kay-Christian E., Breitburg D.L., Cloern J., Deutsch C., Giani M., Goffart A., Hofmann E.E., Lachkar Z., Limburg K., Liu S.-M., Montes E., Naqvi W., Ragueneau O., Rabouille C., Kumar Sarkar S., Swaney D. P., Wassman P., & Wishner K. F. (2015). Comparative biogeochemistry-ecosystem-human interactions on dynamic continental margins. Journal of Marine Systems, 141, 3-17.
- Luy, N., Gobert, S., Sartoretto, S., Biondo, R., Bouqueneau, J.-M., & Richir, J. (2012). Chemical contamination along the Mediterranean French coast using *Posidonia oceanica* (L.) Delile above-ground tissues: a multiple trace element study. Ecological Indicators, 18, 269-277.
- Marengo M., Durieux E. D. H., Ternengo S., Lejeune P., Degrange E., & Gobert S. (2018). Comparison of elemental composition in two wild and cultured marine fish and potential risks to human health. Ecotoxicology and Environmental Safety.
- Marengo, M., Theuerkauff, D., Patrissi, M., Doutreloux, N., Leduc, M., Dijoux, J., ... & Lejeune, P. (2020). A Typical Mediterranean Fishery and an Iconic Species: focus on the common Spiny Lobster (*Palinurus elephas*, Fabricius, 1787) in Corsica. Oceanography and Fisheries Open Access journal, 12(1).
- Marengo, M., Fullgrabe L., Fontaine, Q., Mazzotti, N., Lejeune, P., Boissery, P., & Gobert, S. (2020) Abundance, Composition and Spatial Distribution of Marine Plastic Litter in Sea Surface Waters Around Cap Corse. Research Open, Volume 3(1): 5–5,
- Marengo, M., Iborra, L., Leduc, M., Lejeune, P., Boissery, P., & Gobert, S. (2021). Assessing Spatial

- and Temporal Trends in a Mediterranean Fish Assemblage Structure. *Diversity*, 13(8), 368.
- Mascart, T., Agosto, L., Lepoint, G., Remy, F., & De Troch, M. (2015). How do harpacticoid copepods colonize detrital seagrass leaves? *Marine Biology*, 162 (5), 929-943.
- Mascart, T., Lepoint, G., Deschoemaeker, S., Binard, M., Remy, F., & De Troch, M. (2015). Seasonal variability of meiofauna, especially harpacticoid copepods, in *Posidonia oceanica* macrophytodebris accumulations. *Journal of Sea Research*, 95, 149-160.
- Mascart, T., Lepoint, G., & De Troch, M. (2013). Meiofauna and harpacticoid copepods in different habitats of a Mediterranean seagrass meadow. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(06), 1557-1566.
- Mascart T., De Troch M., Remy F., Michel L., Lepoint G. (2018) Seasonal dependence on seagrass detritus and trophic niche partitioning in four copepod eco-morphotypes, *Food Webs*
- Mazzuca, S., Björk, M., Beer, S., Felisberto, P., Gobert, S., Procaccini, G., Runcie, J., Silva J, Borges, A.V., Brunet, C., Buapet, P., Champenois, W., Costa, M., D'esposito, D., Gullstrom, M., Lejeune, P., Lepoint, G., Olivé, I., Rasmusson, L., Richir, J., Ruocco, M., Serra, I., Spadafora, A., & Santos, R. (2013). Establishing research strategies, methodologies and technologies to link genomics and proteomics to seagrass productivity, community metabolism, and ecosystem carbon fluxes. *Frontiers in Plant Science*, 4(38), 1-19.
- Michel L., Sturaro N., Heughebaert A., Lepoint G. (2016) AxIOM: Amphipod crustaceans from insular *Posidonia oceanica* seagrass meadows. *Biodiversity Data Journal* (2016), 4.
- Michel, L., Dauby, P., Dupont, A., Gobert, S., Lepoint, G. (2015). Selective top-down control of epiphytic biomass by amphipods from *Posidonia oceanica* meadows : implications for ecosystem functioning. *Belgian Journal Zoology*. 145(2) : 83-93.
- Michel, L., Dauby, P., Gobert, S., Graeve, M., Nyssen, F., Thelen, N., & Lepoint, G. (2014). Dominant amphipods of *Posidonia oceanica* seagrass meadows display considerable trophic diversity. *Marine Ecology*. 13 pp.
- Mugnai, F., Megléc, E., Abbiati, M., Bavestrello, G., Bertasi, F., Bo, M., ... & Costantini, F. (2021). Are well-studied marine biodiversity hotspots still blackspots for animal barcoding?. *Global Ecology and Conservation*, 32, e01909.
- Parmentier E., Di Iorio L., Picciulin M., Malavasi S., Lagardère JP., Bertucci F. (2017) Consistency of spatiotemporal sound features supports the use of passive acoustics for long-term monitoring. *Animal Conservation*.
- Pere A., Marengo M., Lejeune P., Durieux E. (2019) Evaluation of *Homarus gammarus* (Crustacea: Decapoda: Nephropidae) catches and potential in a Mediterranean small-scale fishery. *Scientia Marina* 83(1)
- Remy F., Gobert S., Lepoint G. (2017). Effects of an experimental resource pulse on the macrofaunal assemblage inhabiting seagrass macrophytodebris. *Belgian Journal of Zoology* (2017), 147(1), 1-15
- Pete, D., Lepoint, G., Bouquegneau, J.-M., & Gobert, S. (2015). Early colonization on Artificial Seagrass Units and on *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves. *Belgian Journal of Zoology*, 145(1), 59-68.
- Remy, F., Collard, F., Gilbert, B., Compère, P., Eppe, G., Lepoint, G. (2015). When microplastic is not plastic: The ingestion of artificial cellulose fibers by macrofauna living in seagrass macrophytodebris. *Environmental Science and Technology*.
- Richir J., Gobert S. (2016) An ecophysiological discussion of trace element bioaccumulation in cultured *Mytilus galloprovincialis*. *Belgian Journal of Zoology* (2016), 145(1), 53-61
- Richir J., Gobert S. (2016) Trace Elements in Marine Environments: Occurrence, Threats and Monitoring with Special Focus on the Coastal Mediterranean. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology* (2016), 6:1
- Richir, J., Gobert, S. (2016). Trace elements in marine environments: occurrence, threats and monitoring with special focus on the coastal Mediterranean. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*. 6 : 349.
- Richir, J., Gobert, S. (2016). Trace element accumulation in cultured mussels. *Belgian Journal of Zoology*.
- Richir, J., Gobert, S. (2016). An ecophysiological discussion of trace element bioaccumulation in cultured *Mytilus galloprovincialis*. *Belgian Journal Zoology*, 145 (1):53-61.

- Richir, J., Galgani, F., Benedicto, J., Andral, B., Lejeune, P., Salivas-Decaux, M., Lafabrie, C., Lopez y Royo, C., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Gobert, S. (2015). Seagrasses or caged mussels to bioassess the contamination rate of Mediterranean coastal waters? That is the question. PeerJournal.
- Richir, J., Salivas-Decaux, M., Lafabrie, C., Lopez y Royo, C., Gobert, S., Pergent, G., & Pergent-Martini, C. (2015). Bioassessment of trace element contamination of Mediterranean coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Environmental Management*, 150, 486-499.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). A reassessment of the use of *Posidonia oceanica* and *Mytilus galloprovincialis* to biomonitor the coastal pollution of trace elements: New tools and tips. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 390-406.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). The effect of size, weight, body compartment, sex and reproductive status on the bioaccumulation of 19 trace elements in rope-grown *Mytilus galloprovincialis*. *Ecological Indicators*, 36, 33-47.
- Richir, J., Luy, N., Lepoint, G., Rozet, E., Alvera Azcarate, A., & Gobert, S. (2013). Experimental in situ exposure of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile to 15 trace elements. *Aquatic Toxicology*, 140-141, 157-173.
- Richir, J., Velimirov, B., Poulicek, M., & Gobert, S. (2012). Use of semi-quantitative kit methods to study the heterotrophic bacterial community of *Posidonia oceanica* meadows: Limits and possible applications. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 109, 20-29.
- Santos, C., Vicenco-Rammsy, B., Lepoint, G., Remy, F., Bouma, T., Gobert, S. (2016). Ontogenic variation and effect of collection procedure on leaf biomechanical properties of Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*.
- Sturaro, N., Gobert, S., Perez-Perera, A., Caut, S., Panzalis, P., Navone, A., Lepoint, G. (2016). Effects of fish predation on *Posidonia oceanica* amphipod assemblages. *Marine Biology*, 163 :58.
- Sturaro, N., Lepoint, G., Vermeulen, S., & Gobert, S. (2015). Multiscale variability of amphipod assemblages in *Posidonia oceanica* meadows. *Journal of Sea Research*, 95, 258-271.
- Sturaro, S., Lepoint, G., Pérez-Perera, A., Vermeulen, S., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2014). Seagrass amphipod assemblages in a Mediterranean marine protected area: A multiscale approach. *Marine Ecology Progress Series*, 506, 175-192.
- Ternengo S., Marengo M., El Idrissi O., Yepka J., Pasqualini V., Gobert S. (2018) Spatial variations in trace element concentrations of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, a first reference study in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 129, 293-298
- Velimirov B., Lejeune P., Kirschner A., Jousseume M., Abadie A., Pete D., Dauby P., Richir J., Gobert S. (2016) Estimating carbon fluxes in a *Posidonia oceanica* system: Paradox of the bacterial carbon demand. *Estuarine Coastal & Shelf Science* (2016), 171
- Vermeulen, S., Lepoint, G., & Gobert, S. (2012). Processing samples of benthic marine diatoms from Mediterranean oligotrophic areas. *Journal of Applied Phycology*, 24, 1253-1260.
- Zervoudaki, S., Krasakopoulou, E., Moutsopoulos, T., Protopapa, M., Marro, S., Gazeau, F. (under review). Copepod response to ocean acidification in a low nutrient-low chlorophyll environment in the NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, special issue "Ocean acidification in the Mediterranean Sea: pelagic mesocosm experiments". Champenois W., & Borges, A.V. (2012) Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow, *Limnology and Oceanography*, 57(1), 347-361.

### Livres et chapitres de livres

- Gobert S., Abadie A. (2017) La plante de la mer du milieu- La posidonie
- Gobert, S., Aurélie Chéry, Alexandre Volpon, Corinne Pelapat, & Pierre Lejeune. (2014). The Seascape as an Indicator of Environmental Interest and Quality of the Mediterranean Benthos: The *in Situ* Development of a Description Index: The LIMA. In O., Musard (Ed.), *Underwater Seascape*. Switzerland: Springer International, pp. 273-287.
- Hecq J.-H., Collignon A., Goffart A. (2014). Atlas du zooplancton des eaux côtières corses. Travail de

synthèse réalisé à la demande de l'Agence de l'Eau RMC, France, 166 pp.

Pillet, M., Marengo, M., Gobert, S., Lejeune, P., Leduc, M., Fullgrabe, L., ... & Thomas, H. (2021). Environmental Quality of Coastal Areas in the Mediterranean Sea and Potential Risks to Human Health. *Marine Environmental Quality: Healthy Coastal Waters*, 103-143.

### Communications à des congrès scientifiques internationaux

- Abadie A., Richir J., Pieraccini R., Velimirov B., Leduc M., Lepoint G., Gobert S. (2016) Investigating the potential of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson as a coastal carbon sink coupling marine habitat cartographies and in situ nondestructive sampling. Paper presented at the 2th International Seagrass Biology Workshop, Nant Gwrtheyrn, Wales.
- Abadie A., Bonacorsi M., Gobert S., Lejeune P., Pergent G., Pergent-Martini C. (2015) Patch types in *Posidonia oceanica* meadows around Corsica. How can we use them in seascape ecology? Paper presented at the 4th Mediterranean Seagrass Workshop, Oristano, Italy.
- Abadie A., Jousseau M., Lejeune P., Gobert S. (2015) Mapping *Posidonia oceanica* meadows through time. A story of precision, evaluation and fragmentation. Paper presented at the 4th Mediterranean Seagrass Workshop, Oristano, Italy.
- Abadie, A., Gobert, S., & Lejeune, P. (2014, July 05). Islands as reference stations for environmental studies: the case of Calvi Bay in Corsica. Paper presented at RETI conference 2014, Charlottetown, Canada.
- Abadie, A., Lejeune, P., Pergent, G., & Gobert, S. (2014, May). Sediment oxidation by seagrasses: Influence on the S cycle in *Posidonia oceanica* (L.) Delile intermattes dynamic. Poster session presented at The 46th International Liege colloquium - Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, Liège, Belgium.
- Baudouin M., Marengo M., Pere A., Culioli J.-M., Santoni M.-C., Marchand B., Durieux E.D.B. Comparison of otolith and scale readings for age estimation of common dentex. 5th International Otolith Symposium. ICES. October 20-24, 2014. Mallorca, Spain.
- Bolgan M., Di Iorio L., Dailianis T., Catalan I., Lejeune P., Parmentier E. (2019) Vocal fish communities in Mediterranean *Posidonia oceanica* meadows and adjacent areas. International Bioacoustics Congress. United Kingdom
- Borges A.V. & W. Champenois, Seasonal and inter-annual variations of gross primary production, community respiration, and net community production of a seagrass meadow. 45th International Liege Colloquium, Primary production in the ocean: from the synoptic to the global scale, Liège, Belgium, 13-17 May 2013.
- Borges A., Champenois W. (2018) Inter-annual variations over a decade of primary production of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. 50th International Liege Colloquium on Ocean Dynamics, Liège, Belgique.
- Cariou, N., Chery, A., Jousseau, M., Richir, J., Lejeune, P., & Gobert, S. (2013). L'indice paysager *Caulerpa racemosa* "I.Ca.r.". In Ifremer (Ed.), CARTographie des HABitats Marins Benthiques : de l'Acquisition à la Restitution. Brest, France.
- Champenois W. & A.V. Borges, Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow based on continuous oxygen measurements with optodes. 46th international Liège colloquium, Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, 5-9 May 2014, Liège, Belgium.
- Champenois W. & A.V. Borges, Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow, European Geosciences Union General Assembly 2012, 22 – 27 April 2012, Vienna, Austria.
- Champenois W., G. Lepoint & A.V. Borges, Evaluation of gross primary production, community respiration, and net community production in various benthic communities (*Posidonia oceanica* seagrass meadow, *Posidonia oceanica* litter, epilithic macro-algae) in the Bay of Revellata (Corsica) using optodes. 45th International Liege Colloquium, Primary production in the ocean: from the synoptic to the global scale, Liège, Belgium, 13-17 May 2013 – poster.
- Collard, F., Remy, F., Gilbert, B., Compère, P., Eppe, G., & Lepoint, G. (2014, December 12). When

- microplastic is not microplastic: ingestion of artificial cellulose fibers by macrofauna living in seagrass macrophytodebris. Poster session presented at 21st Benelux Congress of Zoology, Liège, Belgium.
- Collignon A., Hecq J.-H., Goffart A (2014). Abundance and variability of jellyfishes in the Bay of Calvi, Corsica. Università Degli Studi di Messina, Italy.
- Collignon A., Hecq J.-H., Goffart A. (2012). Understanding drastic changes in zooplankton and medusae communities over the 2003-2011 period in the Mediterranean Sea (Corsica). Paper presented at 2012 Aslo aquatic Sciences Meeting : Voyages of Discovery, Lake Biwa, Japan.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Fréjefond, C., Gobert, S., & Lejeune, P. (2013). Soft-bottom macrobenthos monitoring in the framework of the STARECAPMED program. CIESM Congress Proceedings n°40. France.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014, December). Taxonomic sufficiency for soft-bottom macrozoobenthos long term study - A case study in Corsica. Poster session presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Donnay, A. (2015). Soft bottom macrofauna monitoring under anthropogenic influences in Calvi bay, Corsica: Methodological simplifications. BEWG Meeting
- Donnay, A. (2016). Simplified methodology to study soft-bottom macrofauna in Corsica, France - Fish Farming influence's study case. Benthos Ecology Working Group Meeting.
- Elkalay K., Frangoulis C., Richir J., Damsiri Z., Natij L., Khalil K. (2016) Modelling nitrogen incorporation by primary producers of a Mediterranean coastal area. Paper presented at The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2016, Baltimore, MD, USA.
- Felisberto P, F. Zabel, O. Rodriguez, P. Santos, S.M. Jesus, W. Champenois, A.V. Borges, & R Santos. Correlation between the acoustic noise field measured in a *Posidonia oceanica* bed and the photosynthetic activity, 46th International Liège Colloquium, Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, 5-9 May 2014, Liège, Belgium.
- Felisberto P., F. Zabel, O. Rodriguez, P. Santos, S. M. Jesus, W. Champenois, A. V. Borges, & R. Santos. Using active and passive acoustics to assess O<sub>2</sub> production of a *Posidonia oceanica* meadow. Workshop Seagrasses in Europe: Threats, Responses and Management, Olhão, Portugal, 4-6 March 2014, poster.
- Felisberto, P., Silva, J. P., Jesus, S. M., Silva, A. J., Silva, A. T., Silva, J., ... & Pousão, P. (2019, October). Tank and field experiments of short-range acoustic propagation through a seagrass canopy. In OCEANS 2019 MTS/IEEE SEATTLE (pp. 1-6). IEEE.
- Fullgrabe L., Richir J., Batigny A., Leduc M., Dauby P., Lejeune P., Grosjean P., Gobert S. (2016) Exploring a Mediterranean mesozooplankton 13 year time-series. Paper presented at Belgian and Dutch Royal Societies of Zoology, Antwerp, Belgium.
- Gobert S. (2016) Importance de l'océan pour la régulation du climat de nos régions. Paper presented at Premier Colloque du Plan Climat, La Reid Theux, Belgique.
- Gobert, S., & Richir, J. (2013). Recent advances in the biomonitoring of trace elements using *P. oceanica* (L.) Delile. In G. J., de Lange, M., Gacic, A., Romaña, M., da Costa, F., Boero, C., Turan, & E., Sala (Eds.), 40th CIESM Congress Proceedings. Marseille, France: CIESM.
- Gobert, S., & Richir, J. (2014). Trace element bioaccumulation and compartmentalization in the invasive algae *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* from the Calvi Bay, Corsica. In H., Langar, C., Bouaffif, & A., Ouerghi (Eds.), Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (pp. 212-213). Tunis: RAC/SPA publ.
- Gobert, S., Lejeune, P., Chéry, A., Boissery, P., Sartoretto, S., Andral, B., Lepoint, G., & Richir, J. (2012). Assessment of the ecological status of *P. oceanica* meadow with a non-destructive shoot method. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 2012. Essaouira, Morocco.
- Gobert, S., G. Lepoint, J. Silva, R. Santos, P. Lejeune, P. du Jardin, B. Delvaux, J.-T. Cornelis, & J. Richir (2015, May 18-22). A consensual Diving-PAM protocol to monitor *Posidonia oceanica* photosynthesis. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.
- Gobert S. (2018) Double offensive en Méditerranée: changement climatique et pression anthropique. Colloque Attac, Seraing, Belgique.

- Gobert, S., Fullgrabe, L., Fontaine, Q., Marengo, M., Leduc, M., Garrido, M., & Lejeune, P. (2019). Climate change on seawater column: physical and biological consequences. *Medcoast 19* ; Marmaris, Turquie.
- Goffart A., Collignon A., Hecq J.-H. (2015). Control of plankton phenology by climate variation in a Mediterranean coastal area: Results from a long-term study (1979-2011). Paper presented at Effects of Climate Change on the World's Oceans, 3rd International Symposium, Santos, Brazil.
- Goffart A., Hecq J.-H., Collignon A., Legendre L. (2013). Nutrient and phytoplankton responses to external forcing in a Mediterranean coastal area unbiased by terrestrial inputs and local activities (Calvi, Corsica). Poster session presented at IMBER IMBIZO III, the future of marine biogeochemistry, ecosystems and societies, funded as Eurocean Conference, Goa, India.
- Goffart, A., Hecq, J.-H., Legendre, L. (2014). Control of phytoplankton bloom by winter conditions in a Mediterranean coastal area: Results from a long-term study (1979–2011). Poster session presented at 2014 Ocean Sciences Meeting, Honolulu, United States.
- Goffart, A., Lejeune, P., Gohin, F., & Coudray, S. (2019). Response of phytoplankton to climate-driven changes in a Mediterranean coastal area: results from 4 decades of observations (1979-2018).
- Goffart A., Hecq JH., Baldi Y., Collignon A., Coudray S., Marco-Mirallès F., Lejeune P. (2018) Interaction between climate forcing and plankton communities in a pristine NW Mediterranean site, the Bay of Calvi (Corsica) : a long term study. 50th International Liege Colloquium on Ocean Dynamics - Long-term studies in oceanography, Liège, Belgique.
- Lepoint G., Borges A., Champenois W., Darchambeau F., Dauby P., Gobert S., Mascart T., Michel L., Remy F., Sturaro N., De Troch M. (2016) Diversity, dynamics and trophic ecology of animal communities associated to *Posidonia oceanica* (L.) Delile macrophytodebris accumulation: synthesis of a ten year study. Paper presented at International Seagrass Biology Workshop (ISBW 12), Nant Gwrtheyrn, Wales.
- Lepoint G., A.V. Borges, F. Darchambeau, P. Dauby, T. Mascart, F. Remy, & W. Champenois. A descriptive study of physico-chemical characteristics of *Posidonia* litter accumulation, International Seagrass Biology Workshop, Rio de Janeiro, Brazil, 18-25 November 2012.
- Lepoint, G., Balancier, B., & Gobert, S. (2012, May 31). Seasonal and depth-related distributions of epiphytic Bryozoa in a Mediterranean seagrass meadow. Poster session presented at 3rd Mediterranean Seagrass Workshop (MSW2012), Essaouira, Morocco.
- Lepoint, G., Borges, A., Darchambeau, F., Dauby, P., Mascart, T., Remy, F., & Champenois, W. (2012). A descriptive study of physico-chemical characteristics of *Posidonia oceanica* litter accumulation. Poster session presented at 10th International Seagrass Biology Workshop (25- 30 November, Rio de Janeiro, Brazil), Buzos (Rio de Janeiro), Brazil.
- Lepoint, G., Mouchette, O., Pelaprat, C., & Gobert, S. (2012, November 26). A study of *Electra posidoniae* Gautier (Cheleistomata, Anasca), a bryozoan strictly found as epiphyte of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Poster session presented at 10th International Seagrass Biology Workshop (25-30 November, Rio de Janeiro, Brazil), Buzos (Rio de Janeiro, Brazil).
- Magnier C., Gervaise C., Pelaprat C., Bourdon R., Dufrechou L. (2016) Contribution of the ship radiated noises to the soundscape of the Bay of Calvi during the summer. Paper presented at the Fourth International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life, Dublin, Ireland.
- Marengo, M., Iborra, L., Tomasi, N., Cancemi, M., & Gobert, S. (2019). Spatio-temporal catch variation of the spiny lobster (*palinurus elephas*): implications for the management in Calvi/Cap corse. In 42nd CIESM Congress Proceedings (Vol. 42).
- Mascart T., De Troch M., Remy F. (2016) Trophic diversity of seagrass detritus copepods: A consequence of species-specific specialization or a random diet? Paper presented at the Mares Conference on Marine Ecosystems Health and Conservation 2016 Collection, Olhao, Portugal.
- Mascart, T., De Troch, M., Gobert, S., Biondo, R., Remy, F., & Lepoint, G. (2014, May 05). Hypoxia in macrophytodebris accumulation: Species specific harpacticoid copepod adaptation? Poster session presented at 46th International GHER Colloquium, Liège, Belgium.
- Mascart, T., De Troch, M., Remy, F., & Lepoint, G. (2012, August 21). Trophic and specific diversity of harpacticoid copepods associated to *Posidonia oceanica* macrophytodebris. Poster session presented at 8th ISOECOL International Conference on Applications of Stable Isotope

- Techniques to Ecological Studies, Brest, France.
- Mascart, T., De Troch, M., Remy, F., & Lepoint, G. (2014, August 04). Feeding ecology of harpacticoid copepod species: Insights from stable isotopes analysis and fatty acid profiling. Paper presented at 9th International Conference on the Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies (IsoEcol 9), Perth, Australia.
- Mascart, T., Lepoint, G., Biondo, R., Remy, F., Agosto, L., & De Troch, M. (2014, December 12). Colonization of a new habitat by copepods: An in situ experiment. Paper presented at Zoology 2014 (21th Benelux congress of Zoology), Liège, Belgium.
- Mascart, T., Lepoint, G., Remy, F., Gobert, S., Dauby, P., & De Troch, M. (2014, March 07). Corsican seagrass detritus: An opportune shelter or a copepod Eldorado? Poster session presented at 14th VLIZ Young Marine Scientist Day, Brugge, Belgium.
- Michel, L., Dauby, P., Gobert, S., Graeve, M., Thelen, N., & Lepoint, G. (2012, August 20). Trophic tracers reveal considerable diversity among diets of dominant amphipods from *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Poster session presented at 8th International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies (IsoEcol), Brest, France.
- Patrissi M, Astrou A, Pelaprat C, Lejeune P, Michel L, Pere A. From nets to bottom traps: Is exploitation of Norway lobsters a suitable option for Corsican common spiny lobster fishermen? 10th International Conference on Lobster Biology and Management - Lobsters in a Changing Climate. May. 18–23, 2014. Cancún, México.
- Patrissi M, Astrou A, Pere A, Pelaprat C. The professional fishery of sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in Corsica island, France. Zoology 2014. December 12-13, 2014. Liège, Belgium.
- Pere A, Astrou A, Patrissi M, Michel L, Pelaprat C. 2014. Long term spatial and temporal variability in catches of common spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) in Corsica (NW Mediterranean): fisheries trends, biological trends or both? 10th International Conference on Lobster Biology and Management - Lobsters in a Changing Climate. Cancún, México, May 18–23, 2014.
- Pete D., Alvera Azcarate A., Gobert S. (2016) Relationships between environmental parameters and the microbenthic loop of *Posidonia oceanica* meadows at small spatial scale. Paper presented at the 23rd Congress of Zoology, Antwerp, Belgium
- Pete, D., & Gobert, S. (2014, December). Impact of shading on meiofauna in a *Posidonia oceanica* meadow. Poster session presented at Zoology 2014, 21st Benelux Congress of Zoology, Liege, Belgium.
- Pete, D., Quattrocchi, L., Velimirov, B., Lepoint, G., & Gobert, S. (2012). An overview of the microbenthic loop in *Posidonia oceanica* meadows: the good, the bad and the ugly. In J. C., Creed & S. S., Oigman-Pszczol (Eds.), Proceedings of the 10th International Seagrass Biology Workshop (ISBW10), 25-30 November 2012, Armação dos Búzios, Brazil (pp. 39). Rio de Janeiro, Brésil: Instituto Biodiversidade Marinha.
- Remy F., Michel L., Sturaro N. (2016) The secret life of a Mediterranean seagrass litter macrofauna community : a history of oxygen Paper presented at the VlIZ 16th Marine Scientists Day, Bruges, Belgique.
- Remy, F., Mascart, T., Dauby, P., & Lepoint, G. (2012, August 20). Leaf fall impact on diversity and trophic ecology of vagile macrofauna associated with exported *P. oceanica* litter. Poster session presented at 8th ISOECOL International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies, Brest, France.
- Remy, F., Mascart, T., Dauby, P., Gobert, S., & Lepoint, G. (2014, May 06). Has oxygen depletion an impact on nutrients and macrofauna in a highly dynamic macrophytodebris accumulation? Poster session presented at 46th GHER Liège International Colloquium 2014, Liège, Belgique.
- Remy, F., Melchior, A., Darchambeau, F., & Lepoint, G. (2014, August 04). Turnover rates of carbon and nitrogen stable isotopes in the amphipod *Gammarus aequicauda*: Insights for trophic studies of Mediterranean macrophytodebris accumulation. Paper presented at 9th IsoEcol, International Conference on the Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies, Perth, Australia.
- Richir J., Abadie A., Grosjean P., Franck F., Lepoint G., Lejeune P., Silva J., Santos R., Gobert S. (2016) A one year survey of seagrass primary productivity using the diving-PAM technique. Paper

- presented at the 2th International Seagrass Biology Workshop, Nant Gwrtheyrn, Wales.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). The conceptualization of trace element flows within *Posidonia oceanica* meadows: a collaborative proposal to fill knowledge gaps. In H., Langar, C., Bouafif, & A., Ouerghi (Eds.), Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation. Tunis:RAC/SPA publ.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014, May 12). Trace element bioaccumulation in rope-grown *Mytilus galloprovincialis*: knowledge update. Poster session presented at SETAC Europe 24th Annual Meeting, Bâle, Suisse.
- Richir, J., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014). New insights for an old topic: seagrasses as bioindicators of coastal trace element pollution. In Argyro Zenetos (Ed.), Mediterranean Marine Science. Hellas, Greece: HCMR.
- Richir, J., Lepoint, G., Donnay, A., & Gobert, S. (2014, December). Trace element kinetics in caged *Mytilus galloprovincialis*. Poster session presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Richir, J., Lepoint, G., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014, December). Ecology of 20 trace elements in *Mytilus galloprovincialis*. Paper presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Richir, J., Luy, N., Lepoint, G., Biondo, R., & Gobert, S. (2012). Trace element kinetics in contaminated *Posidonia oceanica* meadow. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 2012. Essaouira, Morocco.
- Richir, J., Sartoretto, S., & Gobert, S. (2013, December). The underestimation of seagrass biological cycle in the biomonitoring of coastal trace element pollution. Poster session presented at 9th SETAC Europe Special Science Symposium, Brussels, Belgium.
- Richir, J., F. Galgani, J. Benedicto, B. Andral, P. Lejeune, M. Salivas-Decaux, C. Lafabrie, C. Lopez y Royo, G. Pergent, C. Pergent-Martini, & S. Gobert (2015, May 18-22). Seagrasses or caged mussels to bioassess the contamination rate of Mediterranean coastal waters? That is the question. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.
- Richir, J., M. Salivas-Decaux, C. Lafabrie, C. Lopez y Royo, P. Lejeune, G. Pergent, C. Pergent- Martini and S. Gobert (2015, May 18-22). Trace element contamination severity of coastal waters: A first bioassessment at the scale of the whole Mediterranean. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.
- Richir, J., Abadie, A., Binard, M., Biondo, R., Boissery, P., Borges, A., Cimiterra, N., Collignon, A., Champenois, W., Donnay, A., Fréjefond, C., Goffart, A., Hecq, J.-H., Lejeune, P., Lepoint, G., Michel, L., Pelaprat, C., Pere, A., Sirjacobs, D., Thomé, J.-P., Volpon, A., & Gobert, S. (2015, November 08). STATION of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts: The STARECAPMED project. Paper presented at 5th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries, Qingdao, China.
- Richir, J., & Gobert, S. (2015, November 07). The trace element contamination of coastal waters: A holistic approach to environmental monitoring surveys. Paper presented at 4th Annual International Congress of Ocean (WCO), Qingdao, China.
- Richir, J., Lejeune, L., Lepoint, G., Das, K., & Gobert, S. (2015, November 07.) The spatial variability of trace element bioaccumulation processes: Tools to environmental management. Paper presented at 5th Annual World Congress of Marine Biotechnology (WCMB), Qingdao, China.
- Richir J., Abadie A., Borges A., Champenois W., Lepoint G., Santos R., Silva J., Lejeune P., Gobert S. (2018) PAM fluorometry research in *Posidonia oceanica*. FOCUS Young Scientists Day, Université de Liège, Belgique.
- Santos R., J. Silva, I. Olivé, M. Mendes, S. Cabaço, A.V. Borges, W. Champenois, & J. Runcie. Seagrass production: Linking individual, community and ecosystem carbon fluxes, 22nd Biennial CERF Conference Toward Resilient Coasts & Estuaries, Science for Sustainable Solutions, 3-7 November 2013, San Diego, California, USA, oral presentation.
- Sévéno, J., Sirjacobs, D., Lejeune, P., Baurain, D., Gobert, S., Badawi, M., ... & Mouget, J. L. (2019). Blue Haslea blooms in natural environment First investigations in Revellata bay, Corsica, France.
- Sirjacobs D., Pelaprat C., Leduc M., Volpon A., Chery A., Gobert S., Lejeune P. (2018) Seaweed distribution in Calvi bay : from 35 years of temporal changes towards R modelling of distribution maps. Poster pour le Colloque "Climate Change Biogeography - International Biogeographical Society Meeting" 20-24 March 2018, Evora, Portugal.

- Sirjacobs, D., Le Carrer, J., Katz, L., Agüera, A., Donnay, A., Carré, C., ... & Lejeune, P. (2019). Completing forty years of investigation on macroalgal distributions in Calvi Bay (Corsica, France).
- Sturaro, N., Lepoint, G., Pérez-Perera, A., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2013, October). Protection effects or natural variability? The case of seagrass amphipods. Paper presented at The International Marine Protected Areas Congress (IMPAC) 3, Marseille & Corsica, France.
- Wyffels, R., Sirjacobs, D., Lejeune, P. and Gobert, S., (2014, December). Ecological status of Mediterranean coastal ecosystem using quality indexes. Poster presented at the 21st Benelux Congress of Zoology, Liège, Belgium.

### Conférences scientifiques dans des Universités ou Centres de Recherche

- Abadie, A. (2015, June 25). Caractéristiques des patchs dans les herbiers à *Posidonia oceanica* : origine naturelle versus origine anthropique. Journée des doctorants JDD, Corte, Corse, France.
- Abadie, A. (2014, June 26). L'ancrage dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Conséquences chimiques de la destruction mécanique? Journée des doctorants JDD, Corte, Corse, France.
- Collignon, A., Hecq, J.-H., Collard, F., & Goffart A. (2012). Accumulation de particules de microplastiques dans le neuston en Méditerranée Occidentale et au large de la Corse. Séminaire sur le milieu marin 2012 - DREAL, Calvi, Corse, France.
- Fullgrabe L., Grosjean P., Richir J. (2018) Evolution et variations à long terme du mésozooplancton de la Baie de Calvi. Workshop STARECAPMED, STARESO, France.
- Gobert S., Richir J. (2017) Des indices pour la définition de l'état des masses d'eau en milieu marin, mises au point, applications et aide à la gestion. Colloque « L'eau pour le développement: Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les pays en Développement », Arlon, Belgique.
- Gobert, S. (2012). L'océanographie, c'est quoi? Communication présentée à la Conférence bio, Calvi, Corse, France.
- Gobert, S., & Richir, J. (2011, November 25). Contamination of the Marine Environment by trace metals: old and emergent elements, case studies and perspectives. Paper presented at Ecotoxicologie-Wallonie, Namur, Belgium.
- Gobert, S., Lepoint, G., Richir, J., Borges, A., & Lejeune, P. (2012, October 09). Seagrass productivity, from genes to ecosystem management - benthic incubations. Paper presented at COST Action Meeting, Berlin, Germany.
- Gobert, S., Lepoint, G., Richir, J., Borges, A., & Lejeune, P. (2012, May 07). Seagrass productivity, from genes to ecosystem management. Paper presented at COST Action Meeting, Nottingham, England.
- Goffart A., Collignon A., Lejeune P., Hecq JH. (2017) Thresholds of plankton community change in a Mediterranean coastal area : results from a long-term (1979-2014) time series. Poster pour le Colloque "IMBIZO V : Marine biosphere research for a sustainable ocean : Linking ecosystems, future states and resource management", Woods Hole, United States.
- Goffart A., Andral B., Baldi Y., Marco-Mirallès F., Lejeune P., Belin C. (2016) Contrôle de la variabilité interannuelle de la composition du phytoplancton de la Baie de Calvi (Corse) par les facteurs environnementaux. Paper presented at Journées REPHY, Nantes, France.
- Goffart, A., Lejeune, P., Hecq, J.-H. (2012). Impact des mouillages forains sur la qualité de l'eau et du phytoplancton: résultats d'une étude préliminaire menée en Baie de Calvi (Corse). Séminaire sur le milieu marin 2012 - DREAL, Calvi, Corse, France.
- Gobert S., Durieux E., El Idrissi O., Lefebvre L., Lejeune P., Pasqualini V., Richir J., Ternengo S., Marengo M. (2018) Contamination par les éléments traces en Méditerranée occidentale, focus sur la baie de Calvi et la Corse. Bilan et perspectives. Workshop STARECAPMED, STARESO, France.
- Iborra, L., Leduc, M., Gobert, S., & Cuny, P. (2021). Influence de la plongée sous-marine (Calvi, Corse): fréquentation, comportement des plongeurs et conséquences sur la communauté ichthyologique méditerranéenne. Avril 2021 ; Marseille.
- Lapeyra Martin J., Abadie A., Richir J. (2017) From seascape level to functional ecology: A case study

- over *P. oceanica* seagrass meadows in Calvi, Corsica. Paper presented at the colloque Carhamb'ar, Brest, France.
- Leduc M., Abadie A., Donnay A. (2017) STARECAPMED, des indices pour La Méditerranée. Paper presented at the colloque Carhamb'ar, Brest, France.
- Lejeune P., Gobert S. (2018) Changement climatique en milieu marin Milieu physique Exemples et conséquences. Journée de restitution du projet Report Card 2018. Université de Corse
- Magnier C., Gervaise C., Bourdon R., Dufrechou L., Boissery P., Pelaprat C. (2016) Reconnaissance non supervisée des embarcations d'une flottille côtière par acoustique passive - Application au management des aires marines protégées. Paper presented at the colloque Serenade, Brest, France.
- Marengo M., Patrissi M., Lejeune P., Gobert S. (2018) Utilisation d'indicateurs biologiques pour évaluer l'état des stocks d'espèces d'intérêt halieutique. Worskop MOONFISH, Cargèse, France.
- Michel, L., Borges, A., Champenois, W., Chery, A., Donnay, A., Gobert, S., Goffart, A., Hecq, J.-H., Pelaprat, C., Père, A., Thome, J.-P., Volpon, A., & Lejeune, P. STARECAPMED : Présentation générale du projet et exemple d'une action : "Impact de l'ancrage sur la dynamique des herbiers de posidonies". Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DREAL Corse. 14-16 mai, 2012, Stareso, Calvi, Corse, France.
- Patrissi, M. & Pere, A. Diversificazione della piccola pesca : prove di pesca con nasse a crostacei di profondità sul versante occidentale della Corsica. Progetto Marte +. 18 dicembre 2012. Cagliari, Italia.
- Patrissi, M, Pere, A. Prove sperimentali per crostacei di profondità sul versante occidentale della Corsica : un' alternativa all' aragosta del Mediterraneo ? Progetto Marte +. 23 maggio 2013. Livorno, Italia.
- Père, A, Patrissi, M, Luzi, J, Villain, E, & Lejeune, P. Diversification de la pêche artisanale : essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DREAL Corse. 14-16 mai, 2012, Stareso, Calvi, Corse, France.
- Père, A. La langouste, biologie et pêche. Colloque Biodiva' Mare, lycée agricole de Sartène. 16 mars 2013, Propriano, Corse, France.
- Père, A. La pêche langoustière en Méditerranée - zoom sur la Corse. Cycle de conférence/débat, Association Septentrion. 1<sup>er</sup> octobre 2014, Marseille, France.
- Père, A. Mais où sont les post-larves de la langouste rouge ? Journée de l'école doctorale, 29 juin 2012, Corte, Corse, France.
- Richir, J., Biondo, R., Bouqueneau, J.-M., & Gobert, S. (2011, December 02). *Posidonia oceanica*, a usefull tool to biomonitor the pollution of Mediterranean coastal areas by trace elements. Paper presented at Journée UNITER, Brussels, Belgium.
- Richir J., Abadie A., Borges A., Champenois W., Lepoint G., Santos R., Silva J., Walz S., Lejeune P., Engels G., Gobert S. (2018) Etude de la photosynthèse de *Posidonia oceanica* par fluorimétrie modulée. Workshop STARECAPMED, STARESO, France.
- Richir J., Abadie A., Borges A., Champenois W., Leduc M., Binard M., Fettweis X., Lejeune P., Boissery P., Gobert S. (2018) Etude des séries temporelles : exemple de la température de l'eau. Workshop STARECAPMED, STARESO, France.
- Sirjacobs D., Aguera Garcia A., Pelaprat C. (2017) Caractérisation des habitats et communautés benthiques en baie de Calvi (Corse) : évaluation du potentiel de l'imagerie ROV. Paper presented at the colloque Carhamb'ar, Brest, France.

### Rapports de programmes scientifiques

- Astrou A., Lejeune P., & Pere A., 2012. Etude de la pêche artisanale dans la zone du projet de nouveau port de commerce de Bastia sur le site de la Carbonite. Document de travail. Contrat Collectivité Territoriale de Corse. Stareso. 76 pp.
- Cornou A.-S., Dimeet J., Tétard A., Gaudou O., Dubé B., Fauconnet L., Rochet M.-J., 2013. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2012. Ifremer. 368 pp.

- Cornou A.-S., Dimeet J., Tétard A., Gaudou O., Quinio-Scavinner M., Fauconnet L., Dubé B., Rochet M.-J., 2014. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2013. Ifremer. 381 pp.
- Gobert S., & Richir J. (2017). Des indices pour la définition de l'état des masses d'eau en milieu marin, mises au point, applications et aide à la gestion. Paper presented at L'eau pour le développement: Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les pays en Développement, Arlon, Belgique.
- Iborra L., Leduc M., Patrissi M., Séverin T., Donnay A., Fullgrave L., Marengo M. & Lejeune P. (2020) – Etude de l'influence de la plongée sous-marine sur le milieu marin en baie de Calvi. Contrat OFB/DIRMM/STARESO, 60pp
- Lejeune, P., Abadie, A., Binard, M., Biondo, R., Borges, A., Collignon, A., Champenois, W., Chéry, A., Diaz, D., Donnay, A., Fréjefond, C., Gobert, S., Goffard, A., Hecq, J.-H., Jousseau, M., Lepoint, G., Michel, L., Pelapat, C., Père, A., Sirjacobs, D., Thomé, J.-P., Volpon, A., 2014. STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts): Rapport d'activité - Année 2013. Rapport de recherches, STARESO, 147 pp.
- Meconi U., Gagliardini Anibaldi L., Palladino S., Marchesan M., Frittelloni C., Catalani L., Piccinetti C., Marini M., Lucchetti A., Virgili M., Nardini A., Astrou A., & Pere A., 2013. Pilot action – Concession de pêche transférable (CPT). Transférabilité, modes d'application et analyse de gestion pour la région méditerranéenne - Région Marche - Rapport Final. Projet Maremed/ Office de l'Environnement de la Corse/Stareso. 148 pp.
- Meconi, U., Gagliardini Anibaldi, L., Palladino, S., Marchesan, M., Frittelloni, C., Catalani, L., Piccinetti, C., Marini, M., Lucchetti, A., Virgili, M., Nardini, A., Astrou, A., & Père, A., 2013. Recommendation paper on the applicability of a management model based on Transferable Concessions in the Mediterranean sea. Projet Maremed/ Office de l'Environnement de la Corse/Stareso. 28 pp.
- Michel, L., Abadie A., Binard, M., Biondo, R., Borges, A., Collignon, A., Champenois, W., Chéry, A., Donnay, A., Gobert, S., Goffart, A., Hecq, J.-H., Pelapat, C., Pere A., Plaza, S., Thomé, J.-P., Volpon, A., & Lejeune, P., 2013. STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts): Rapport d'activité – Année 2012. Rapport de recherches, Stareso. 85 pp.
- Patrissi M., Astrou A., Lejeune P., & Pere A., 2013. Diversification de la pêche artisanale : essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Rapport final. Projet stratégique Marte+. Contrat Office de Développement Agricole et Rural de Corse - Stareso. 69 pp.
- Patrissi, M, Astrou, A, Père, A, Pelapat, C., 2014. Réalisation d'une étude biologique et halieutique sur l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en Corse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso. 75 pp.
- Richir, J., Abadie, A., Binard, M., Biondo, R., Borges, A., Cimiterra, N., Collignon, A., Champenois, W., Donnay, A., Fréjefond, C., Gobert, S., Goffart, A., Lepoint, G., Pelapat, C., Pere, A., Sirjacobs, D., Thomé, J.-P., Volpon, A., Lejeune, P., 2015. STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts) Année 2014. Rapport de recherches, STARESO, 84pp.

### Articles et présentations de vulgarisation

- Abadie A., Gobert S., Pergent G. (2017) Posidonies : Lire dans les prairies sous-marines. Article grand public, Espèces n°23, mars 2017.
- Gobert, S., Richir, J. (2015, February 23). Méditerranée: des sentinelles qui parlent vrai. Article published online in the non-specialist press. Reflexions, University of Liège Publ., Liège, Belgium.
- Fullgrave et al. (2020). Les banquettes de posidonie : défenses naturelles contre l'érosion des plages. Article paru sur la plateforme de vulgarisation scientifique SEA(E)SCAPE <https://seaescape.fr/blog/2020/10/20/banquettes-posidonie/>
- Lefebvre L., Gobert S., Compère P., Vandewalle N., Léonard A., Plougonven E. (2018) Structures macroscopique et microscopique et formation des aegagropiles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813). Poster Sciences du vivant : Sciences aquatiques & océanologie, Liège, Belgique.

- Marengo M., Patrissi M., Lejeune P., Gobert S. (2018) Avis scientifique concernant la pêche du Corb en Corse. A la demande de la Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée (D.I.R.M)
- Richir, J. (2015, August 20). Sentinelles, à vos postes! Article published online in the non-specialist press. Reflexions, University of Liège Publ., Liège, Belgium.

### Thèses de doctorat

- Abadie, A. (2016). Etude des intermattes des herbiers à *Posidonia oceanica*. . University of Liège, University of Corsica, Stareso
- Collignon, A. (2014). Abondance et variabilité des méduses en Baie de Calvi (Corse). Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, 186 pp.
- Champenois, W. (2020). Etude du métabolisme, à l'échelle de l'écosystème, de l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delille en Baie de Calvi (Doctoral dissertation, Université de Liège, Liège, Belgique).
- Bonacorsi, M. (2012) - Caractérisation des peuplements benthiques du Cap Corse. Thèse de Doctorat. Université de Corse. 166pp.
- Donnay, A. (2016). Le macrobenthos du substrat meuble en zone infralittorale Corse. Indice et méthodologie adaptée pour un diagnostic écologique facilité. University of Liège/Ghent University, Belgium
- Garrido, M. (2012). Structure et fonction des communautés phytoplanctoniques en milieux côtiers marin et lagunaire (Méditerranée - Corse) dans une optique de gestion. Université de Liège, Belgique et Université de Corse, France, 219 pp.
- Mascart, T. (2015). Seagrass macrophytodebris: a copepod hub - Species diversity, dynamics and trophic ecology of the meiofauna community in *Posidonia oceanica* leaf litter accumulations. University of Liège/Ghent University, Belgium, 256 pp.
- Père, A. (2012). Déclin des populations de langouste rouge et baisse de la ressource halieutique en Corse - Causes et perspectives. Université de Corse, France, 478 pp.
- Remy, F. (2016). Characterization, dynamics and trophic ecology of macrofauna associated to seagrass macrophytodebris accumulations (Calvi Bay, Mediterranean Sea). University of Liège
- Richir, J. (2012). Coastal pollution of the Mediterranean and extension of its biomonitoring to trace elements of emerging concern. University of Liège, Belgium, 224 pp.
- Sturaro, N. (2012). Multiscale variability of amphipod assemblages in *Posidonia oceanica* meadows - A comparison between different protection levels. University of Liège, Belgium, 298 pp.
- Vermeulen, S. (2012). Spatial and temporal responses of marine gastropods and biofilms to urban wastewater pollution in a Mediterranean coastal area. University of Liège, Belgium, 212 pp.

### Thèses de doctorat en cours

- Boulenger, A. (2021-2023). Restauration des herbiers de posidonies endommagés par l'ancrage. Université de Liège
- Iborra, L. (2019-2022). Effets de l'anthropisation sur les communautés de poissons : la baie de Calvi, un site de référence en Méditerranée nord-occidentale. Université d'Aix Marseille & Université de Liège
- Lefèbvre, L. (2017- ). Phénologie de l'herbier de *Posidonia oceanica* L. (Delile) 1813: contraintes biotique et abiotique de la variation à court, moyen et long termes. Université de Liège

### Mémoires de master et rapports de stage

- Abadie, A., (2012). Evolution des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la baie de Calvi (Corse, France) et influence de l'ancrage dans la baie de l'Alga. Mémoire de Master professionnel "Environnement Marin", Université Aix-Marseille, 46 pp.
- Aime, A. (2014) Etude de la concentration en diméthylsulfoniopropionate (DMSP) chez *Posidonia oceanica* en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité

- Approfondie, Université de Liège, Belgique, 45 pp.
- Berloo, A. (2014). La variabilité temporelle des méduses en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 75 pp.
- Balsaux, L. (2023). Etat et suivi des communautés de gorgones et de spongiaires, dans un contexte de réchauffement climatique. Mémoire de Master 2 GILVHA. Université de Corse, 38 pp.
- Blayac, H. (2020). Evolution de l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile 1813 face aux influences climatiques et anthropiques en baie de Calvi (Corse, France). Master Sciences de la Mer, Université de la Sorbonne, 55 pp
- Boussard, A. (2016). Etude des paramètres physico-chimiques et de la quantification des pressions anthropiques de la station d'épuration de Calvi au sein du sujet STARECAPMED. Mémoire de Licence 3 « Biologie et écologie des organismes », 20pp.
- Bozio, L. (2016). Etude des pressions anthropiques au Fiume Seccu dans la baie de Calvi. Mémoire de Licence 3 « Biologie et écologie des organismes », 24pp.
- Burger M. (2021). La matrice mésozooplanctonique comme bioindicateur de la contamination en éléments traces dans la baie de Calvi, Corse. Mémoire de Master 2. Université de Liège. 76 pages
- Cariou, N. (2012). La chlorobionte invasive *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* en Corse. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 80 pp.
- Chandieu, M. (2020). Influence de la plongée sous-marine en scaphandre autonome sur l'ichtyofaune de la Pointe de la Revellata (Corse, France). Master en biologie des organismes et écologie, à finalité approfondie. 49 pp
- Cnudde S. (2021). Can zooplankton be a bioindicator for trace elements contamination ? Mémoire de Master 2. Faculté des sciences d'Aix Marseilles & Institut Pythéas. 37 pages
- Collard F. (2012). Approche écologique du neuston en Baie de Calvi. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 53 pp. + annexes.
- Collienne, A. (2012). Ecologie et teneurs en éléments traces de l'Espadon (*Xiphias gladius* Linné) autour des côtes corses. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 57 pp. + annexes.
- Couture, M. Suivi et quantification des pressions anthropiques en baie de Calvi. Mémoire de Master en Ingénierie Environnementale, Université de Liège, Belgique, et Université de Corse, France, 72 pp.
- Crampon A. (2019) - Caractérisation de la biodiversité de la faune et de la flore fixée à partir de micro-récifs artificiels en baie de Calvi, Corse. Mémoire de Master 2. Université de Bretagne Sud. 96 pp.
- Creemers, M. (2015). Comparaison d'intermattes naturelles et anthropogéniques, par l'étude de paramètres biologiques et structurels de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile, dans la baie de la Revellata (Calvi, Corse). Mémoire de Master en Biologie des Organismes et Ecologie à finalité approfondie. Université de Liège.
- Cuvillier, P. (2014). Etude des paramètres physiologiques de l'herbier à *Posidonia oceanica* adjacent aux intermattes anthropiques et naturelles dans la baie de Calvi. Rapport de stage, Université Lille 1, France, 20 pp.
- Delbeke L., (2018). Impact des contraintes environnementales sur le phytoplancton : le cas de la baie de Calvi, Corse, France. Mémoire de Master MARE, Université de Liège, 69p.
- Delva, S. (2014). Growth dynamics of *Posidonia oceanica* meadows surrounding a natural patch in the bay of Calvi (Corsica). Internship report, University of Leuven and University of Liège, Belgium, 10 pp.
- Devleeschouwer V. (2019) - Evaluation de la population de *Chromis chromis* en baie de Calvi et analyse de son régime alimentaire. Mémoire de Master 2. Université de Liège. 80pp.
- Doutreloux N. (2019) – Dynamic and process of *Palinurus elephas* (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) recruitment: case of the Calvi-Balagne strata. Rapport de stage de Master 2 : Marine Environment and Resources (MER). Université du Pays Basque. 38 pp.
- Drion, R., 2014. Analyse fonctionnelle de la diversité du macrobenthos par leurs traits biologiques (Plateau continental nord-ouest de la mer Noire et baie de Calvi en mer Méditerranée). Mémoire

- de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 76 pp.
- Dussutour, P. (2015). Impact de l'ancrage sur l'herbier à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile en vue de mettre en place un indice d'impact : cas de la baie de l'Alga (Corse, France). Mémoire de Master en Océanographie à finalité approfondie, option océanographie. Université de Liège.
- Faller-Galernau Pierre-Aurélien (2013). Réponses des communautés phytoplanctoniques corses aux pressions exercées par l'aquaculture et le mouillage forain. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 54 pp.
- Fontaine Q. (2017). Réponse des écosystèmes méditerranéens au changement climatique global et aux pressions anthropiques locales. Mémoire de Master « Expertise et gestion du littoral », 80pp.
- Frankart, T. (2016). Teneurs en éléments traces des épithètes de posidonies: variation spatiales et temporelles. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.
- Frippiat, D. (2013). Conception et implémentation d'un prototype de base de données spatiales pour la station scientifique de STARESO. Mémoire de Master en Sciences Géographiques, Université de Liège, Belgique. 153 pp.
- Fullgrabe, L. (2016). Use and application of the zooscan. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.
- Gain, H. (2016) Transfer of trace elements from sand to trophic food chains in the Mediterranean coastal areas, Calvi Bay, France: A preliminary study. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.
- Glötz V. (2019) - Détermination des concentrations de 20 éléments traces dans les poissons des petits fonds de la côte ouest de la Corse. Mémoire de Master 2. Université de Liège. 76pp.
- Ghyselen G. (2016) Relation entre l'état physiologique mesurées au Diving Pam et les teneurs en pigments chlorophylliens chez *P. oceanica*. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.
- Gillard, B. (2013) Variabilité spatiale du zooplancton en relation avec l'environnement du front liguro-provençal (Secteur Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 60 pp.
- Graux, M. (2012). Description du statut trophique des eaux côtières: mesures environnementales associées à l'utilisation du bioindicateur *Mytilus galloprovincialis*. Mémoire de Baccalauréat en Sciences Agronomiques, Campus de Ciney, Belgique, 101 pp.
- Humbert, S. (2016). Application d'une méthodologie simplifiée de caractérisation des communautés macrobenthiques des substrats meubles : Cas de l'influence de *Caulerpa* en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master Océanographie cotière à finalité recherche, Université de Bordeaux. 57 pp
- Iborra, L. (2016). Suivi de l'évolution de l'effet réserve du cantonnement de pêche de Calvi et des peuplements ichtyologiques de la baie de Calvi. Mémoire de Master professionnel "Environnement Marin", Université Aix-Marseille, 46 pp.
- Katz L. (2019) - Évaluation de l'imagerie ROV pour l'étude des communautés de macroalgues en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2. Université Libre de Bruxelles. 112pp.
- Lapeyra, J. (2016). Edge effects in *P. oceanica* meadow. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.
- Le Carrer J., (2018). Evaluation spatio-temporelle des communautés algales côtières en baie de Calvi. Mémoire de Master SML, Université de Bretagne Occidentale, 55p.
- Léonard, C. (2012). Elaboration d'une méthodologie d'évaluation de l'état de *Posidonia oceanica* par le biais de l'outil Diving-PAM. Mémoire de Master en Bioingénieur en Chimie et Bio-industries. Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 90 pp.
- Linotte J. (2019) - Surveillance et états des lieux d'algues envahissantes en baie de Calvi, Corse: *Caulerpa cylindracea* et les algues filamenteuses. Mémoire de Master 2. Université de Liège. 77pp.
- Lorieux D. (2019) - Étude de l'influence du changement climatique sur la colonne d'eau en baie de Calvi dans le cadre du programme STARECAPMED. Mémoire de Master 2. Université Toulouse III. 48pp.
- Mellet, N. (2021) Suivi de l'évolution de la biodiversité des écosystèmes de substrat dur via la réalisation d'indice écologique LIMA Mémoire de Master Sciences de la mer parcours Océanographie Biologique et Écologie Marine, Université Aix Marseille, 41 pages
- Mistri, N. (2016) Trace element contents in *P. oceanica* shoots around sandy patches. Mémoire de Master. Programme ERASMUS.

- Patrissi, M. (2012). Diversification de la pêche artisanale: Essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Mémoire de Master en Sciences et Techniques, Université Montpellier 2, France, 92 pp.
- Pires D. (2021). Etude des dynamiques du phytoplancton en baie de Calvi. Mémoire de 2<sup>ème</sup> année de licence Sciences Techniques, Université de Corte. 30 pages
- Poggionovo, O. (2014). Analyse de données biologiques et physico-chimiques pour la mise en évidence des variations anthropiques face aux variations naturelles dans le cadre du projet STARECAPMED (2012-2014) en baie de Calvi. Mémoire de Master 2 en Gestion Intégrée du Littoral et des Ecosystèmes, Université de Corse, France, 30 pp.
- Quivy T. (2018). Le mésozooplancton de la baie de Calvi, Corse : une étude comparative entre traits verticaux et horizontaux. Mémoire de Master EcoNum, Université de Mons, 97p.
- Richard J. (2017). Suivi et quantification des pressions anthropiques de la baie de Calvi. Mémoire de Master professionnel « Environnement marin », 43pp.
- Rondiat E. (August 2020), Spatial and temporal evolution of the seagrass meadow *Posidonia oceanica* (L.) Delile (1813) in the Revellata Bay (Calvi, Corsica). Master thesis. Faculty of Sciences, University of Liège. 50 pages
- Seimandi, T. (2023). L'utilisation d'un logiciel d'intelligence artificielle de photo-identification pour étudier la structure démographique de populations de mérus brun (*Epinephelus marginatus*) en Méditerranée occidentale. Mémoire de Master 1 Sciences Pour l'Environnement parcours Gestion de l'Environnement et Écologie Littorale ; Université de La Rochelle, 29 pp.
- Scholten N., (2018). Suivi de l'évolution du substrat dur en baie de Calvi dans le cadre du programme STARECAPMED. Mémoire de Master, Université Montpellier, 73 pp.
- Tejerizo Fuertes, A. (2019). Détermination de 20 éléments traces dans le *Chromis chromis* et dénombrement de leur population dans la Baie de Calvi. Mémoire de Master 2. Université de Liège. 63pp.
- Thumerel, R. (2020). Comparaison de la communauté ichthyologique entre les sites de la Revellata et l'émissaire en mer de la Baie de Calvi.
- Valleteau, C. (2020). La pêche de loisir maritime en Balagne (Corse) : quantification, caractérisation et variations spatio-temporelles. Mémoire de Master 2 STAAE, Université de Pau et des Pays de l'Adour. 57 pp.
- Warzé, M. (2015). The conceptualization of trace element distribution and flows within *Posidonia oceanica* meadows, written in Energy Circuit Language. Professional training, master 2 in Biology, University of Namur. 23 pp.
- Wyffels, R. (2014). Détermination du statut écologique d'un milieu côtier méditerranéen (Corse : face à STARESO) par évaluation de l'état de peuplements et par recensement d'habitats. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 57 pp. + annexe

## BIBLIOGRAPHIE CITEE DANS LE RAPPORT

- Bianco, P. G., Zupo, V., & Ketmaier, V. (2006). Occurrence of the scalloped ribbonfish *Zu cristatus* (Lampridiformes) in coastal waters of the central Tyrrhenian Sea, Italy. *Journal of fish Biology*, 68(A), 150-155.
- Bini, G. (1970). *Atlante dei pesci delle coste italiane* (Vol.3). Mondo sommerso.
- Borme, D., & Voltolina, F. (2006). On the occurrence of ribbon fish *Trachipterus trachipterus* (Gmelin, 1789) in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). In *Annales: Series Historia Naturalis* (Vol. 16, No. 2, p. 181). Scientific and Research Center of the Republic of Slovenia.
- Boudouresque, C. F., & Verlaque, M. (2002). Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macro
- Boudouresque C.F., Sempéré R., (2017). Biological invasions, habitat fragmentation, contamination and ecosystem-based approach in ports and adjacent coastal areas: problems and outlook. In: *What knowledge to reconcile the evolution of port facilities with sustainable development in the Mediterranean? Actes du Forum Parmenides VIII, 21-23 March 2017, Genova*. GID (Groupement Interdisciplinaire pour le Développement) publ., Paris: 28-32.
- Broad, A., Rees, M. J., & Davis, A. R. (2020). Anchor and chain scour as disturbance agents in benthic environments: trends in the literature and charting a course to more sustainable boating and shipping. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111683.
- Canessa, M., Amedeo, I., Bavestrello, G., Panzalis, P., & Trainito, E. (2023). The Diversity, Structure, and Development of the Epibiont Community of *Paramuricea clavata* (Risso, 1826)(Cnidaria, Anthozoa). *Water*, 15(14), 2664.
- Cnudde, S., Boudouresque, C. F., Marengo, M., Pergent, G., & Thibaut, T. (2023). First record of the Red Sea seagrass *Halophila stipulacea* in Corsica.
- Den Hartog J E, & Reijns R A (2014). I3S Pattern manual: interactive individual identification system. Version 4.0.2., 42
- Desiderà E, Trainito E, Navone A, Blandin R, Magnani L, Panzalis P, Mazzoldi C, & Guidetti P (2021). Using complementary visual approaches to investigate residency, site fidelity and movement patterns of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) in a Mediterranean marine protected area. *Marine Biology*, 168(7), 111
- Dubois, A., Barras, C., Pavard, J. C., Donnay, A., Béatrix, M., & Bouchet, V. M. (2021). Distribution Patterns of Benthic Foraminifera in Fish Farming Areas (Corsica, France): Implications for the Implementation of Biotic Indices in Biomonitoring Studies. *Water*, 13(20), 2821.
- El Idrissi, O. (2022). Evaluation des contaminations en éléments traces et leurs effets sur les stades larvaires et adulte de *Paracentrotus lividus* (Doctoral dissertation, Université Pascal Paoli; Université de Liège).
- Estaque, T., Richaume, J., Bianchimani, O., Schull, Q., Mérigot, B., Bensoussan, N., ... & Garrabou, J. (2023). Marine heatwaves on the rise: One of the strongest ever observed mass mortality event in temperate gorgonians. *Global change biology*.
- Fava, F., Bavestrello, G., Valisano, L., & Cerrano, C. (2010). Survival, growth and regeneration in explants of four temperate gorgonian species in the Mediterranean Sea. *Italian Journal of Zoology*, 77(1), 44-52.
- Gobert, S., Lepoint, G., Bouqueneau, J. M., Vangeluwe, D., Eisinger, M., Paster, M., Schuhmaker, H., & Van Treeck, P. (2005). Restoration of seagrass meadows: Means and limitations. *Proceedings of the 7th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 2005*, 1(September 2001), 461-472.
- Hamdeno, M., & Alvera-Azcarate, A. (2023). Marine heatwaves characteristics in the Mediterranean

- Sea: Case study the 2019 heatwave events. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1093760.
- Henry, L. A., & Hart, M. (2005). Regeneration from injury and resource allocation in sponges and corals— a review. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 90(2), 125-158.
- Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C., ... & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in oceanography*, 141, 227-238.
- Iborra L., Leduc M., Patrissi M., Séverin T., Donnay A., Fullgrabe L., Marengo M. & Lejeune P. (2020) – Etude de l'influence de la plongée sous-marine sur le milieu marin en baie de Calvi. Contrat OFB/DIRMM/STARESO, 60pp.
- John, L., Santon, M., & Michiels, N. K. (2023). Scorpionfish rapidly change colour in response to their background. *Frontiers in Zoology*, 20(1), 10.
- Lelong P (1999). Identification individuelle du mérour brun, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) par les taches céphaliques. *Mar. Life*, 9(2), 29-35.
- Lepoint, G., Vangeluwe, D., Eisinger, M., Paster, M., Van Treeck, P., Bouquegneau, J. M., & Gobert, S. (2004). Nitrogen dynamics in *Posidonia oceanica* cuttings: Implications for transplantation experiments. *Marine Pollution Bulletin*, 48(5-6), 465-470. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.08.023>
- Lipkin Y (1975a). *Halophila stipulacea*, a review of a successful immigration. *Aquatic Botany*, 1203-1215.
- Lipkin Y (1975b). *Halophila stipulacea* in Cyprus and Rhodes, 1967-1970. *Aquatic Botany*, 1309-1318.
- Louisy P, & Culioli J M (1999). Synthèse des observations sur l'activité reproductrice du mérour brun *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) en Méditerranée nord-occidentale. *Mar. Life*, 9(1), 47-57.
- Macali, A., Semenov, A., Paladini de Mendoza, F., Dinoi, A., Bergami, E., & Tiralongo, F. (2020). Relative influence of environmental factors on biodiversity and behavioural traits of a rare mesopelagic fish, *Trachipterus trachipterus* (Gmelin, 1789), in a continental shelf front of the Mediterranean Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), 581.
- McLeod E, Chmura GL, Bouillon S, Salm R, Björk M, Duarte CM, Lovelock CE, Schlesinger WH, Silliman BR (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO<sub>2</sub>. *Front. Ecol. Environ.* 9, 552-560.
- Nellemann C., Corcoran E. (2009). Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon: a rapid response assessment. UNEP/Earthprint.
- Pérès J.M., Picard J., (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47) : 5-137.
- Por F.D., (1978). - Lessepsian migrations. The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. Springer publ., Berlin: i-viii + 1-228.
- Previati, M., Magliozzi, C., Palma, M., Navone, A., Pantaleo, U., Landi, G., & Cerrano, C. (2011). Sperimentazione di tecniche di recupero (pruning) su una popolazione di *paramuricea clavata* colpita da eventi di moria/pruning techniques testing on *paramuricea clavata* population affected by mass mortality events. *Biologia Marina Mediterranea*, 18(1), 40.
- Robison, B. H., Reisenbichler, K. R., & Sherlock, R. E. (2017). The coevolution of midwater research and ROV technology at MBARI. *Oceanography*, 30(4), 26-37.
- Santon, M., Deiss, F., Bitton, P. P., & Michiels, N. K. (2021). A context analysis of bobbing and fin-flicking in a small marine benthic fish. *Ecology and Evolution*, 11(3), 1254-1263.
- Scherhauser P, Höltinger S, Salak B, Schuppenlehner T, & Schmidt J (2018). A participatory integrated assessment of the social acceptance of wind energy. *Energy research & social science*, 45, 164-172.
- Sghaier Y.R., Zakhama-Sraieb R., Charfi-Cheikhrouha F., (2014). Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass *Cymodocea nodosa*. In: *Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Portorož, RAC/SPA publ., Tunis: 167-171.*
- Smith, M. M., & Heemstra, P. C. (Eds.). (2012). *Smiths' sea fishes*. Springer Science & Business Media.
- Stipa, M. G., Longo, F., Aammendolia, G., Romeo, T., & Battaglia, P. (2022). New data on *Trachipterus trachipterus* Gmelin, 1789 and *Zu cristatus* (Bonelli, 1820)(Pisces: Trachipteridae) from the

- Mediterranean Sea. *Acta Adriatica*, 63(1), 65-74.
- Thibaut T., Blanfuné A. Boudouresque C.F., Holon F., Agel N., Descamps P., Deter J., Pavy T., Delaruelle G., Verlaque M., (2022). Distribution of the seagrass *Halophila stipulacea*: a big jump to the northwestern Mediterranean Sea. *Aquatic Botany*, 176 (103465): 1-4.



STARECAPMED