



MINISTÈRE DE LA MER Direction interrégionale de la mer Méditerranée

*Liberté
Égalité
Fraternité*



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Rapport Intermédiaire – Octobre 2023

Projet :

CAPDONA

« **C**Artographie des **P**ressions et des **DON**nées existantes sur les Substrats Meubles du Golfe du Lion. Vers l'identification de zones de référence et une meilleure **c**Alibration des indicateurs biotiques ».



Document
Stratégique
de Façade
Méditerranée



creocean
Environnement & océanographie



Rapport intermédiaire CAPDONA

Octobre 2023

Table des matières

Contexte	3
1. La mission CAPDONA 2023	3
1.1. La mission	3
1.2. Les analyses en cours	5
1.2.1. Les foraminifères	5
1.2.2. La méiofaune	5
1.2.3. La macrofaune benthique	6
1.2.4. Biogéochimie	6
1.2.5. L'épifaune benthique	6
2. La mission CAPDONA 2024	6
3. Calendrier et perspectives	7
Annexes	9
Annexe 1. Journal de bord de la mission CAPDONA 2023	9
Annexe 2. Article CAPDONA sur le Facebook de la capitainerie de Port Guardian	14
Annexe 3. Dossier de demande d'utilisation des navires déposé à la FOF en Janvier 2023	15

Contexte

Le projet CAPDONA « **C**Artographie des **P**ressions et des **D**ONnées existantes sur les Substrats Meubles du Golfe du Lion. Vers l'identification de zones de référence et une meilleure **c**Alibration des indicateurs biotiques » financé par la Région Occitanie et l'OFB a démarré en début d'année 2023.

Ce projet vise à :

- **Identifier** des zones qui pourraient être utilisées comme **zones de référence** sur les substrats meubles du Golfe du Lion en utilisant l'outil **cartographique** et en se basant sur le **projet BADG** (Phase 1)
- **Echantillonner ces zones de référence** ainsi que **des « sites atelier »** sur lesquels les **pressions** sont **identifiées** et **quantifiables** afin de tester différents **indices biotiques** (Phase 2) en se basant sur :
 - compartiments benthiques (macrofaune, méiofaune, foraminifères)
 - méthodes d'observations (biogéochimie, imagerie)
- **Comparer et inter-calibrer les indices biotiques** calculés dans différents contextes et **proposer une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation** (Phase 3)

Ce projet constitue la suite logique et une capitalisation de plusieurs projets déjà financés, à savoir BADG (BASE de Données sur la faune benthique de substrat meuble du Golfe du Lion), CLAPI (Impact des activités de clapage sur la zone de Port-La-Nouvelle) et IMPEC (IMPact de la PEche sur les écosystèmes benthiques du large).

A ce stade intermédiaire, nous avons effectué la mission CAPDONA 2023 dans le Golfe de Beauduc, qui s'intéresse à la comparaison de la qualité des fonds meubles le long du littoral de Camargue, dans un contexte de pression du chalutage illégal et en présence du cantonnement de pêche de l'anse de Beauduc depuis 2013.

Nous avons également déposé une demande de campagne à la mer à la Flotte Océanographique Française pour échantillonner 2 autres zones dans le Golfe du Lion. Cette mission a été acceptée et est préprogrammée à bord du NO Europe du 6 au 16 Août 2024. Les zones que l'on prévoit d'échantillonner sont présentées dans le rapport ci-dessous.

1. La mission CAPDONA 2023

1.1. La mission

La mission CAPDONA 2023 s'est déroulée du Lundi 17 Juillet 2023 au Vendredi 21 Juillet 2023 dans et aux alentours du Golfe de Beauduc (Figure 1 et 2). Les navires utilisés lors de cette mission étaient :

- (1) le NEEEXO appartenant au bureau d'études P2A Développement. Deux personnes de cette entreprise étaient à bord tout le long de la mission (Jean-Yves Jouvenel et Pascal Thomas). Ce navire, muni d'un treuil était dédié aux prélèvements à la benne ainsi qu'aux plongées de carottage et découpage de carottes de sédiment. A son bord étaient présents Christine Barras et Damien Lemoigne du Laboratoire de Planétologie et Géosciences à l'Université d'Angers et Lyvia Lescure et Céline Labrune du Laboratoire d'Ecogéochimie des environnements benthiques à Banyuls.
- (2) Deux personnes du Parc Naturel Régional de Camargue ont mis à disposition un semi-rigide et étaient à bord tout le long de la mission (Delphine Marobin et Léna Collet). Ce navire était dédié aux opérations de transects vidéos en plongée sous-marine. A son bord étaient présents

Bruno Belloni du GIS POSIDONIE ainsi que Sébastien Thorin et Orlane Velin du bureau d'étude Créocéan.

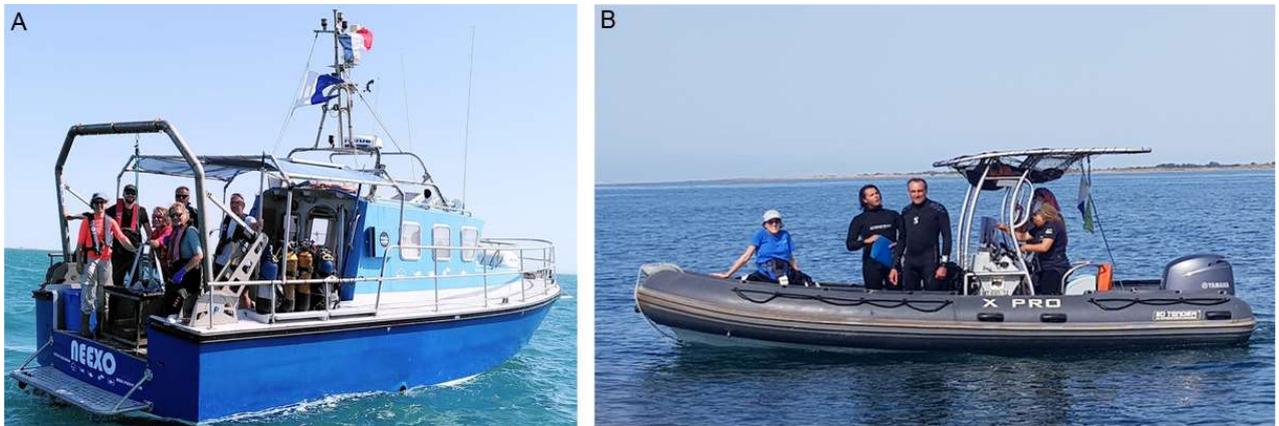


Figure 1. A : Equipe à bord du NEEEXO ; B : Equipe à bord du semi-rigide du Parc Naturel de Camargue

La carte des stations échantillonnées est présentée sur la Figure 2.

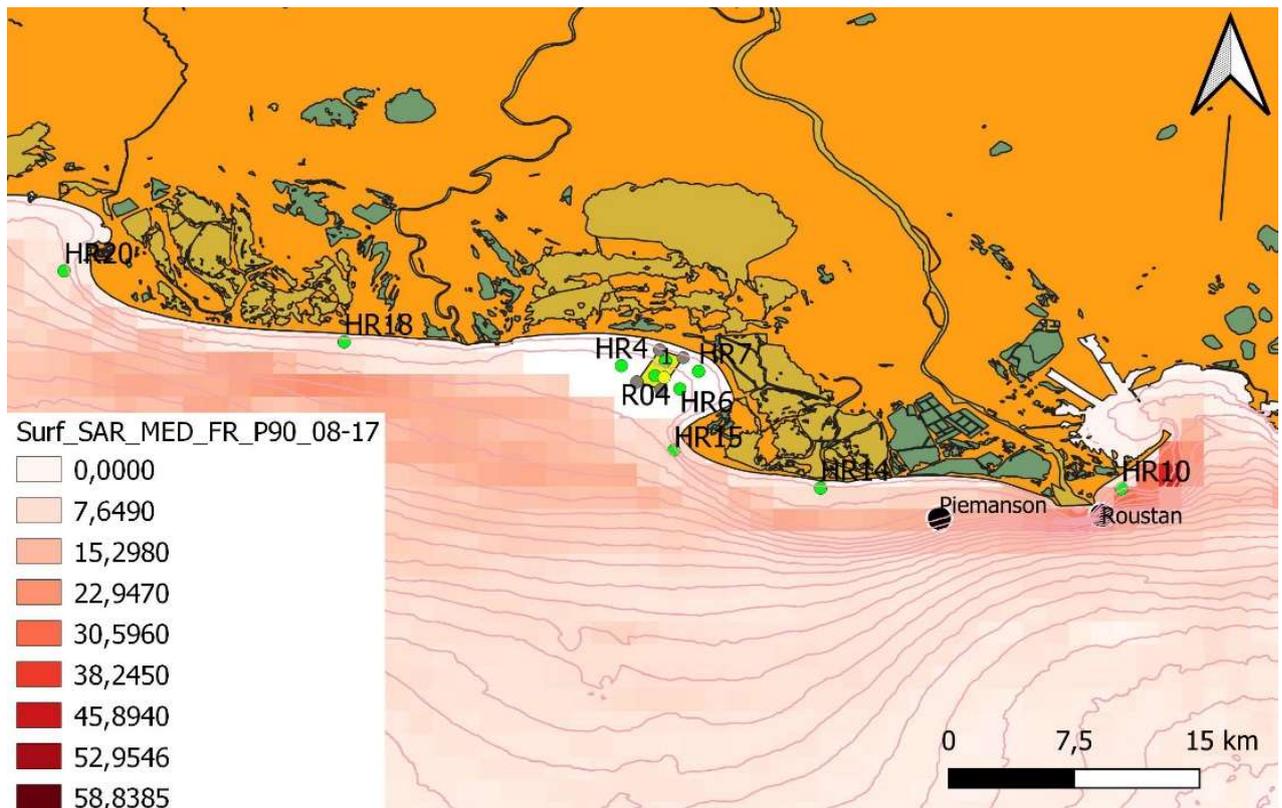


Figure 2. Stations échantillonnées dans le cadre de la mission CAPDONA 2023. Les stations échantillonnées sont représentées en vert.

Les stations indiquées en vert sont celles prévues dans le cadre du projet, la station en jaune est la station bonus. Les carrés en dégradé de rouge correspondent aux données SAR (P90 2008-2017 ; Jac & Vaz, 2020) sur la zone d'étude. Pour chaque station, dix carottes de sédiment (\varnothing intérieur = 5,9 cm) ont été prélevées pour travailler sur les différents paramètres visés dans le projet : méiofaune (3 carottes), foraminifères (3 carottes), caractérisation de la matière organique et granulométrie (3 carottes) et ADN environnemental (1 carotte). Cinq bennes ont été prélevées à chaque station pour l'analyse de la macrofaune benthique, et une benne supplémentaire pour les mesures de MO et granulométrie.

Des carottes sédimentaires (longues) ont été prélevées aux stations R02 et R04 (zone de cantonnement) et à la station HR10 à l'ouest du Golfe de Beauduc. Ces carottes ont pour but d'étudier l'évolution historique des faunes de foraminifères 1) suite à la mise en place de la zone de cantonnement où la pêche au chalut a été stoppée en 2013, et 2) dans une zone où l'activité de chalutage est importante. Pour ces prélèvements, nous avons tenté d'utiliser le carottier d'interface UWITEC (\varnothing 8,5 cm) mis à disposition par le laboratoire LPG. Cependant la nature sableuse du sédiment a rendu l'utilisation de ce carottier difficile. Nous avons donc opté pour un carottier métallique à tubes en PVC d'un diamètre intérieur de 4,5 cm fourni par P2A développement

Des transects vidéos ont été effectués pour l'étude de l'épifaune sur les 10 stations. Le journal de bord de la mission est en Annexe 1. Par ailleurs, cette mission a fait l'objet d'un article sur les réseaux sociaux sur la page de Port Guardian (Annexe 2).

1.2. Les analyses en cours

1.2.1. Les foraminifères

Actuellement, le tri des échantillons de surface (0-1cm) du répliquat C1 des stations dans le Golfe de Beauduc, hormis la station R04 bonus, a été effectué. L'analyse taxonomique de ces échantillons est en cours. Les stations en dehors du Golfe de Beauduc ayant une granulométrie plus grossière, nous sommes en train de réaliser un traitement par séparation par densité avant de pouvoir trier les échantillons (Tableau II-1).

Les premières observations montrent des communautés de foraminifères diversifiées et relativement différentes entre les stations de la zone de cantonnement, avec des densités variant de 160 à 800 individus sur l'échantillon de 0-1cm pour la fraction 125-500 μ m.

Bien que cela ne fasse pas partie intégrante du projet CAPDONA, des échantillons ont été récoltés pendant la mission CAPDONA 2023 pour des analyses d'ADN environnemental. Le traitement et l'analyse de ces échantillons seront effectués par Sophie Quinchart (Technicienne de laboratoire) et Magali Schweizer (Maître de Conférences). Le séquençage haut débit est prévu pour courant novembre 2023.

1.2.2. La méiofaune

Romain Bano a été recruté en CDD AI de 3,5 mois pour identifier la méiofaune. A l'aide de Lyvia Lescure (T, LECOB) et sous la supervision de Jadwiga Orignac (MC, LECOB), la quasi-totalité du travail contractuel a été réalisé (8 stations sur 10). Les deux stations manquantes vont être identifiées dans les jours qui viennent. La possibilité de recruter une personne déjà compétente pour effectuer cette tâche a été très appréciée.

1.2.3. La macrofaune benthique

Les mesures de granulométrie du sédiment prélevé dans la benne sont terminées. Les mesures de contenu organique vont être effectuées dans les semaines qui viennent. L'identification de la faune a été sous-traitée au CSIC à Blanes. L'identification des échantillons est en cours.

1.2.4. Biogéochimie

Concernant la biogéochimie (granulométrie, porosité, pigments) un stagiaire de BTS en deuxième année arrivera en février 2024 pour 6 semaines. Il sera encadré par Audrey Pruski (MC, LECOB) et Gilles Vétion (IE, LECOB).

1.2.5. L'épifaune benthique

Les vidéos acquises au cours de la mission CAPDONA 2023 sont en cours de derushage. Il s'agit pour chaque station d'identifier la faune présente, les événements (bioturbation, macrodéchets, etc.) sur 10 transects de 10 m de longueur sur les stations, soit 1 km de parcours au total.

2. La mission CAPDONA 2024

La demande de mission en mer concernant la phase 2c *Acquisition complémentaire en Occitanie* a été déposée en Janvier 2023 et a été acceptée (Annexe 3). La mission est prévue à bord du NO Europe du 06/08/2024 au 16/08/2024.

Les deux zones qui seront échantillonnées sont sélectionnées afin de compléter l'état des connaissances sur la macrofaune benthique du Golfe du Lion particulièrement dans les zones proches des zones d'intérêts (indice de rareté élevé) identifiées dans le cadre du projet BADG (Figure 3). Idéalement, les stations seront positionnées sur une isobathe et sur un gradient d'abrasion basé sur les données SAR (Ifremer 2021).

Les données mises à disposition dans le cadre du projet BADG ont été transmises à l'INPN et devrait être intégrées au SINP dans les mois qui viennent, afin d'être utilisées dans le cadre de l'actualisation des ZNIEFF.

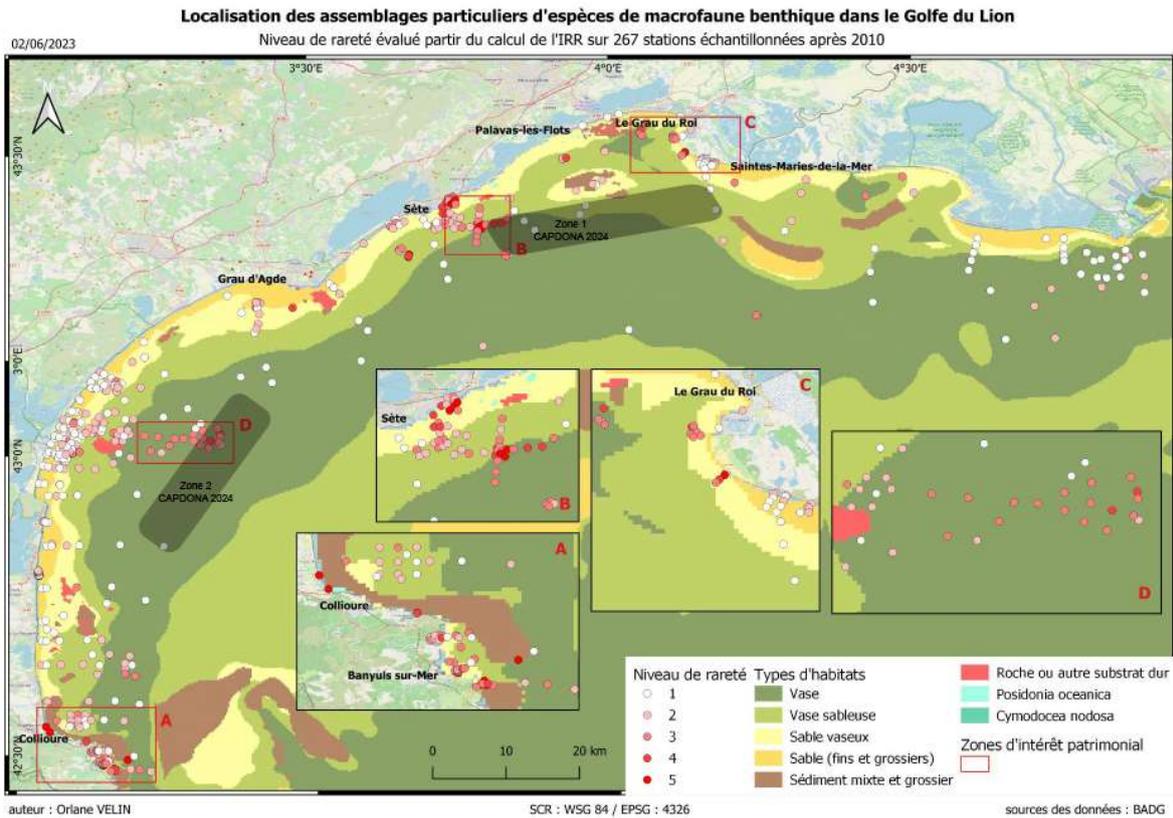


Figure 3. Modification de la carte issue du projet BADG identifiant les stations avec des indices de rareté élevés. Les 2 zones grisées sont proposées pour être échantillonnées dans le cadre de la mission CAPDONA 2024. Les coordonnées précises des stations seront fixées prochainement.

Dans chacune des zones, 10 stations seront échantillonnées pour les foraminifères, la méiofaune, la macrofaune benthique et les paramètres environnementaux (granulométrie, contenu organique, porosité, pigments). Des transects vidéos devraient être effectués afin de caractériser l'épifaune benthique et des photos de profils sédimentaires devraient être effectués à l'aide du SPI.

3. Calendrier et perspectives

Le calendrier du projet a globalement été respecté en 2023 avec l'identification des secteurs avec des indices de rareté élevé dans le cadre du programme CAPDONA. Il faut maintenant qu'en s'appuyant sur ces résultats, nous arrêtions précisément les zones qui seront échantillonnées dans le cadre de la mission CAPDONA 2024. Cette décision n'est pas simple à prendre car il faut trancher entre combler les lacunes (les zones très peu échantillonnées) et se concentrer sur les zones avec des espèces peu fréquentes ? Est-ce intéressant d'échantillonner sur un gradient d'abrasion ? Une réunion sera organisée d'ici la fin de l'année pour prendre ces décisions collégialement.

La construction d'un projet SIG Pression/Benthos a débuté dans le cadre du projet BADG et sera poursuivi en 2024 dans le cadre du projet CAPDONA.

L'échantillonnage a Beauduc a été réalisé comme prévu et les analyses des échantillons sont en cours.

L'analyse complémentaire des échantillons « bonus » prélevés à Port-La-Nouvelle dans le cadre du projet CLAPI est quasiment terminée (il manque quelques stations de foraminifères). Dès que nous aurons tous les résultats, nous souhaiterions valoriser les résultats sous forme de publication.

Enfin, comme indiqué dans la section précédente, la mission CAPDONA 2024 sera effectuée à bord du NO Europe au mois d'Août. Nous débuterons les analyses des échantillons en suivant.

Tableau 1. Phasage du projet CAPDONA proposé lors du dépôt du projet. En vert les opérations effectuées, en orange les opérations encore en cours, en jaune les opérations prévues en 2024.

Trimestre	2023				2024				2025				2026			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Phase 1 - Identification de 2 secteurs pertinents (lien BADG)	Vert	Vert														
Phase 1 - Construction d'un projet SIG Pressions/Benthos	Vert	Vert	Vert	Orange	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange				
Phase 2a Beauduc - Echantillonnage			Vert													
Phase 2a Beauduc - Analyses				Vert	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune								
Phase 2b - Port-La-Nouvelle Analyses		Vert	Vert	Orange												
Phase 2b Port-La-Nouvelle Interprétations de données			Vert	Vert	Jaune	Jaune										
Phase 2c - 2 zones d'intérêt Echantillonnage						Jaune	Jaune									
Phase 2c - 2 zones d'intérêt Analyse des données							Jaune	Jaune	Orange	Orange						
Phase 3 - Analyse du projet SIG										Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	
Phase 3 - Evaluation de l'état de conservation des Substrats meubles												Orange	Orange	Orange	Orange	
Phase 3 - Proposition d'un protocole standardisé												Orange	Orange	Orange	Orange	

De plus, le 2 février 2024 sera l'occasion d'organiser une réunion de lancement officielle du projet CAPDONA à l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer.

Annexes

Annexe 1. Journal de bord de la mission CAPDONA 2023

La semaine du 17 au 21 juillet 2023, les scientifiques du CNRS, de Sorbonne Université, de l'Université d'Angers, du GIS Posidonie, et des bureaux d'étude P2A Développement et Créocéan sont venus étudier les fonds camarguais en collaboration avec le Parc Naturel Régional de Camargue dans le cadre du programme de recherche CAPDONA.

La benne utilisée pendant toute la mission était la Benne DAY de P2A Développement

Plongées Carottes : Céline et Lyvia. 10 carottes à chaque station

Les informations relatives aux plongées (profondeurs et durées sont celles de mon ordi de plongée).

Les coordonnées réelles correspondent aux coordonnées théoriques. Le navire a été ancré pour toutes les bennes. Pour les plongées, quand le navire n'était pas ancré, un signal a été jeté en passant sur les coordonnées du point et les plongées ont été faites au niveau de ce signal.

Diamètre intérieur des carottes : 5.9cm

Lundi 17 Juillet 2023 – mer belle à peu agitée

13H30 Prêt au départ à bord du NEEEXO

13H45 Appareillage

14H30 Station HR4 – 11,6m

1ere benne pas assez pleine → jetée

On rajoute 10Kg sur la benne, ajustements.

On jette l'ancre.

5 Bennes OK

15H36 On remonte l'ancre et on part vers HR6

15H55 Station HR6 – 10,8m

5 Bennes OK

16H35 Route vers HR7

17H00 Station HR7 – 8,6m

HR7-5 pas très remplie. La houle s'est levée.

18H20 Arrivée au port.

Les échantillons granulo et Mo sont restés à température ambiante jusqu'à 19H (dans la glacière remplie d'eau de mer). Entre 19H et 21H les échantillons de granulo sont restés au congélateurs avec les échantillons de MO avant d'être remis au frigo à 21h.

Mardi 18/07/2023 – Mer belle à peu agitée (ça se lève en fin de matinée et ça forçit)

7H RDV Port Gardian

7H55 Appareillage

8H55 Station HR14 (7m60 relevé sur le NEEXO)

8H58 Début de la plongée

Plongée 10 Carottes – 7,90m 11'

/ !\ Pour la carotte Granulo/MO C2, à 2-3cm il y a une grosse coquille (diamètre de la carotte). Nous avons pris le sédiment dans la coquille pour mettre à niveau. Différence de couleur entre le sédiment au-dessus de la coquille (plutôt marron) et celui en dessous (Noir).

T°C : 25,5°C – Sal : 38,2

9H16 Départ vers HR10

Route vers HR10

On a vu des dauphins !

10H10 – Station HR10 (8m60 relevé sur le NEEXO)

On met l'ancre

10H17 Début de plongée

Plongée 10 Carottes – 8,8m- 10'

Deux carottes sur trois pour les forams on pas mal de débris coquillés en surface. Pour la carotte C2 Granulo/MO, à partir de 3cm jusqu'à 5 cm, pas mal de débris coquillés regroupés en pâté.

T°C : 25,5°C – Sal : 38,0

Carotte longue pour Foram morts (environ 35cm) – Difficultés à carotter. L'UW-TEC est remonté deux fois sans la carotte. Avec l'intervention en plongée de Jean-Yves la carotte est remontée au troisième essai. Le carottier s'enfonce en peu de biais.

HR10 : 5 Bennes Day. Granulo et MO prises dans la benne #5. Les sacs ont été pris dans l'ordre 12345 à chaque fois.

12H50 départ vers la station HR14 pour faire les bennes

13H55 – Station HR14

5 Bennes OK (je ne sais plus dans quelle benne j'ai pris granulo et mo)

14H25 fin des bennes

15H – Station HR15 (7m60 relevé sur le NEEXO)

5 Bennes OK (je ne sais plus dans quelle benne j'ai pris granulo et mo)

15H35 Plongée Carottes HR15 – 10 carottes ok – Du courant – 7,7m – 11'

Beaucoup de petits bivalves (juvéniles) qui font des trous à la surface – Toutes les carottes on de l'eau qui a percolé très doucement.

T°C : 27°C – Sal : 37,8

16H35 – Station HR6 (10m80 relevé sur le NEEOX) Station plus vaseuse que HR10 – 15 - 14

Plongée Carottes HR6 – 10 carottes ok – 11,3m – 15'

T°C : 26,3°C – Sal : 38,1

Surface oblique sur 2 carottes sur 3 pour les forams. Découpe de la surface en biais.

Nous n'avons pas de découpe pour l'échantillon eDNA pour cette station.

16H53 Retour vers le port

Arrivée au port à 18H

Mercredi 19/07/2023 Mer peu agitée à agitée

Matinée plongées carottes à HR7, R04, R03, R02

7H RDV au port

7H40 Appareillage

8H15 Station HR7 – 9,6m – 11' (9m10 relevé sur le NEEOX)

Plongée 10 carottes

T°C : 26,1°C – Sal : 37,9

8H42 Station R04 – 11,6m – 18' (11m24 relevé sur le NEEOX)

8H48 Début de plongée

Plongée 9 carottes. Vase molle. Compliquer de carotter correctement. Il y a des appels d'eau au moment où on sort la carotte. Est-ce à cause des terriers ou des carottes ovales ?

On finit par faire 9 carottes biens.

9H10 Fin de plongée

T°C : 25,7°C – Sal : 38,1

Toute petite carotte pour l'eDNA – On a essayé de récupérer ce que l'on pouvait... C'est pas top.

9H20 Station R03 – 11,9 – 14' (11m3 relevé sur le NEEOX)

Plongée 10 carottes

T°C : 26,2°C – Sal : 38,1 (relevé au port)

9H40 Station R02 – 10,0m – 10' (9m50 relevé sur le NEEOX)

Plongée 10 carottes 10H11 Fin de plongée

T°C : 26,3°C – Sal : 38,0 (relevé au port)

On rentre au port car on ne peut pas découper les carottes à bord (trop de houle). On découpe les carottes, on repart pour faire les stations vers l'Espiguette.

Arrivée au port 11H05

On part à vers 13H10 (Lyvia et moi + Pascal et JYves)

On arrive à HR18. ON fait les bennes (5 bennes, on prend MO et granulo dans la benne 2).

14H35 – HR18 – 7,7m – 10'

Plongée 10 carottes

L'interface est très remuée sous l'eau. On le voit très bien (de très près).

Pas du tout de visi.

Il y a beaucoup de courant. Galère de revenir au bateau. Il vient nous chercher.

Il lève l'ancre, nous récupère et on part vers la station HR20.

Découpe des carottes à terre

T°C : 25,1°C – Sal : 38,1 (relevé au port / pain de glace dedans)

16H – HR20 – 7,9m – 11m

Arrivée à HR20, on fait les plongées (visi nulle).

HR20. On fait les 5 bennes.

Le portique oscillant ne fonctionne plus pour les 3 dernières bennes. On se débrouille.

On prend la granulo et la MO dans la benne #2.

Découpe des carottes à terre

T°C : 27,7°C – Sal : 37,1 (relevé au port)

Arrivée au port à 18H40

Jedi 20/07/2023 – Mer peu agitée

7H26 Appareillage

Route vers R02

8H Arrivée sur R02 (9m60 relevé sur le NEEEXO)

Ancre jetée à 8H10

Carotte longue → environ 35cm

Un tube UW-TEC resté au fond, impossible de le remonter avec le carottier. Carottes longues avec les tubes de P2A – diamètre intérieur 4,5 cm

R02 : 5 Bennes ok (MO et granulo prises dans la #3)

Bennes 1, 2, 3, 4 pas très bien remplies. Benne #5 très remplie

10H Arrivée sur R03

R03 : 5 bennes ok

Toutes les bennes remplies à ras bord. MO et Granulo prises dans la #3.

Quelques problèmes de portique oscillant. Parfois la benne reste plusieurs minutes au fond avant d'être remontée.

10H50 Arrivée sur la R04.

R04 : 5 bennes ok

Benne #4 pas très remplie. MO et Granulo prises dans la #5.

11H30 fin des bennes.

On prépare la grande carotte. Carottes longues avec les tubes de P2A – diamètre intérieur 4,5 cm.
Carottes longues avec les tubes de P2A – diamètre intérieur 4,5 cm

12H18 – Début de plongée - HR4 - 12,3m – 12'

Plongée 10 carottes

T°C : 25 °C Sal : 38,1

Retour à quai vers 13H.

Fin de la mission à bord du NEEEO

Annexe 2. Article CAPDONA sur le Facebook de la capitainerie de Port Guardian



Port Guardian Capitainerie, Saintes Maries de la Mer

Publié par Semis CM · 25 juillet ·



PROGRAMME SCIENTIFIQUE CAPDONA

Pendant une semaine, Port Guardian accueillait une équipe de scientifiques menant le programme de recherche CAPDONA, institué dans le cadre du LIFE MARHA.

👉 En collaboration avec le Parc naturel régional de Camargue, ces scientifiques du CNRS, de Sorbonne Université, de l'Université d'Angers, du GIS Posidonie, et des bureaux d'étude P2A Développement et Créocéan sont venus étudier les fonds camarguais.

📍 « Capdona » est un programme financé par l'Office Français de la Biodiversité et la Région Occitanie et vise à étudier les effets de l'arrêt du chalutage dans la zone de cantonnement de pêche sur la faune de petite taille (à partir de 125 µm). Les scientifiques procèdent à un suivi en plongées et vidéo du cantonnement de pêche et de sa périphérie et au prélèvement de l'ensemble des espèces observés. Ces communautés constituent la base de la chaîne alimentaire et sont également de bons indicateurs de l'état de santé des écosystèmes.

📊 Les résultats de cette étude permettront de calculer des indicateurs d'état écologique du milieu et d'évaluer les effets des mesures de gestion mises en place.



👍 22

4 partages

👍 J'aime

💬 Commenter

🔗 Partager



Écrivez un commentaire...



Réponse à l'AO Flotte côtière pour 2024

Echantillonnage de Zones d'Intérêt dans le Golfe du Lion

CAPDONA

Résumé du projet

La mission CAPDONA s'inscrit dans le cadre du projet du même nom pour « **CA**rtographie des **P**ressions et des **DO**nnées existantes sur les Substrats Meubles du Golfe du Lion. Vers l'identification de zones de référence et une meilleure **cA**libration des indicateurs biotiques » financé par l'Office Français de la Biodiversité et la région Occitanie. L'objectif principal de ce projet est triple : **1.** Utiliser l'outil cartographique pour identifier des '**zones d'intérêt**' abritant une diversité importante et/ou des espèces peu communes, **2.** Compléter les données existantes en échantillonnant **deux zones d'intérêt identifiées par l'approche cartographique** et deux zones fortement perturbées et **3.** Proposer une méthodologie standardisée de l'évaluation de l'état écologique et de l'intérêt patrimonial des substrats meubles à l'échelle du Golfe du Lion en cohérence avec les attentes de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin et du Document Stratégique de Façade et établir un diagnostic de l'état écologique de certains de ces habitats.

La présente demande de mission concerne uniquement l'échantillonnage des deux zones d'intérêt. Ces 2 zones d'intérêt devront répondre à plusieurs critères : être localisées dans des habitats sur lesquels nous avons déjà une connaissance assez approfondie qui permettra d'identifier des stations présentant une ou plusieurs espèces rarement échantillonnées sur ces habitats, et/ou être à l'écart de perturbation importante, afin d'en faire de bonnes candidates pour être utilisées comme stations de référence dans le Golfe du Lion. Un des verrous d'une évaluation pertinente de l'Etat Ecologique est le choix éclairé des stations de référence. L'étude de la base de données BADG, contenant les données de 560 stations échantillonnées depuis 1998 dans le Golfe du Lion, permettra d'identifier les 2 zones d'intérêts de façon objective. L'échantillonnage concernera la macrofaune benthique, les foraminifères, la meiofaune associées à des analyses biogéochimiques (granulométrie, contenu organique, pigments) ainsi qu'à de l'imagerie (profils de sédiment, transects vidéo). Les résultats de l'ensemble de ces paramètres pourront donc, soit confirmer le fait que ces zones sont de bonnes références du Bon Etat Ecologique de l'habitat dans lequel elles sont localisées, soit souligner leur particularité.

Résumé du projet (Anglais)

The CAPDONA mission is part of the project of the same name for "**CA**rtography of **P**ressures and existing **Data** on the Soft Substrates of the Gulf of **LiON**. Towards the identification of reference areas and better **cA**libration of biotic indicators" funded by the French Office for Biodiversity and the region Occitanie. The main objective of this project is threefold: **1.** Use GIS tool to identify 'areas of interest' harboring significant diversity and/or uncommon species and to overlay different types of information such as pressures, habitats and benthos data already acquired, **2.** Complete existing data by sampling two areas of interest identified by the combined GIS/Indices approaches and two heavily disturbed areas and **3.** Propose a standardized methodology for assessing the ecological status of soft substrates across the Gulf of Lion in line with the expectations of the European Marine Framework Directive and

the programmes of measures and establish a diagnostic of the Ecological Quality Status of some of these habitats.

The present document concerns only the sampling of the two areas of interest. These 2 areas will have to meet several criteria: 1. Be located in habitats on which we already have a fairly in-depth knowledge which will allow us to identify stations presenting one or more species rarely sampled on these habitats and/or. be far away from any disturbance source, in order to make them good candidates to be used as reference stations in the Gulf of Lion. One of the obstacles to a relevant assessment of the Ecological Quality Status is the choice of relevant reference stations. The study of the BADG database, containing data from 350 stations sampled in the Gulf of Lion, will make it possible to identify the 2 areas of interest objectively. Sampling will concern benthic macrofauna, foraminifera, meiofauna associated with biogeochemical analyzes (grain size, organic content, pigments) as well as imagery (sediment profiles, video transects). The results of all of these parameters can therefore either confirm the fact that these areas are good references for the Good Ecological Status of the habitat in which they are located, or underline their particularity.

Le dossier scientifique devra comprendre les rubriques suivantes :

- 1.1 - Problématique générale, contexte national et international.
- 1.2 - Dans ce contexte, objectif(s) spécifiques de la demande et résultats escomptés.
- 1.3 -Si la demande est présentée au titre d'un programme régional, national, européen ou international : rattachement à ce programme, contribution attendue de la campagne à ce programme (tout document d'information sur le programme devra être joint en annexe).
- 1.4 - Période demandée : justifier précisément des contraintes et impératifs sur les périodes/dates demandées.
- 1.5 - Résultats escomptés et plan d'exploitation des résultats.
- 1.6 - Références des publications antérieures de l'équipe sur le sujet en précisant notamment les résultats majeurs obtenus lors des campagnes antérieures ainsi que leurs valorisations.
- 1.7 - La fiche de valorisation est à compléter et à déposer en ligne lors de la demande de campagne.
- Stratégie des acquisitions, méthodologie ;
- Plan de la campagne journalier et calendrier prévisionnel :
 - Succession des opérations à la mer, mesures et expériences, nombre de stations, temps de travail sous conditions météorologiques supposées favorables.

1.1 - Problématique générale, contexte national et international.

Le long du littoral languedocien, à l'Ouest de l'embouchure du Rhône, les habitats marins sont très largement dominés par des substrats meubles, dont la granulométrie évolue rapidement de substrats sableux (sables fins bien calibrés) vers de la vase terrigène côtière en fonction de la profondeur et de la proximité de fleuves côtiers. La nature de ces fonds est également conditionnée par les pressions issues d'activités anthropiques nombreuses le long du littoral : (i) dégradation mécanique par les arts trainants, (ii) recouvrement ou dégradation d'habitats en raison de l'aménagement et de l'urbanisation du littoral, (iii) pollutions diverses liés aux rejets continentaux. Les conséquences de ces perturbations anthropiques sur les fonctions jouées par ces biocénoses (frayères et nurseries de poissons, ressources trophiques, zones de transfert de matière organique, etc.) peuvent être importantes (Daily, 2003).

Dans le Golfe du Lion, entre 0 et 100 m de profondeur, les fonds meubles sont étudiés et suivis dans le cadre :

- Des réseaux de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau (indicateur AMBI) et de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) ;
- De l'évaluation à 'dire d'expert' de l'état de conservation dans le cadre du réseau Natura 2000 (Directive Habitat Faune Flore), uniquement pour les habitats d'intérêt communautaires ;
- D'études environnementales ponctuelles liées à des projets d'aménagements ;
- De programmes de recherche fondamentale tels que par exemple, les projets CHACCRA-RIOMAR menés dans le pro-delta du Rhône (Cathalot *et al.* 2010, Bourgeois *et al.* 2011, Bonifacio *et al.* 2014) ou le projet IMPEC autour du canyon Lacaze-Duthiers.

Une partie de ces études (suivis DCE, évaluation Natura 2000) ont pour objectif de qualifier l'état écologique ou l'état de conservation des habitats. Ce type d'évaluation nécessite une bonne connaissance des écosystèmes concernés, qui permet :

1. la définition de l'état idéal qui constitue la référence vers laquelle on souhaiterait tendre. Plusieurs études visant à évaluer l'état écologique des substrats meubles ont souligné la difficulté d'identifier des stations de référence, compte tenu de l'étendue et de l'intensité des impacts anthropiques dans le Golfe du Lion (ex : Jac *et al.* 2020 ; Romero-Ramirez *et al.* 2015). Afin de pallier à cette difficulté, certains indicateurs intègrent un état de référence par construction. Afin d'être plus généraliste, d'autres indicateurs n'intègrent pas cet état de référence et les valeurs calculées doivent être comparées à celles calculées à une station de référence (virtuelle ou réelle). Ces indicateurs sont le plus souvent calculés sur la macrofaune benthique (faune de taille supérieure à 1 mm) mais peuvent également l'être sur la méiofaune (faune de taille comprise entre 100 et 1000 μm : nématodes, copépodes, foraminifères). Le choix des conditions de référence est le plus souvent théorique ou subjectif, sur la base des données disponibles.

2. Une calibration des indicateurs biotiques en relation avec les gradients de pression anthropique. Des données quantifiées de pression physique dans le Golfe du Lion sont disponibles depuis peu et nous permettent de mettre en place des programmes de recherche confrontant ces dernières à des données écologiques. Ce point a fait l'objet d'une mission en mer à bord du Tethys II à Port-La-Nouvelle (Labrune, 2021 <https://doi.org/10.17600/18001633>) et fera l'objet d'une mission sur le cantonnement de pêche de Beauduc en 2023, dans le cadre du programme CAPDONA.

La mission demandée dans le cadre du projet CAPDONA vise à échantillonner deux zones d'intérêt sélectionnées de façon éclairée qui pourraient être de bonnes candidates comme référence.

La sélection de ces zones est faite sur la base du projet BADG, financé par l'OFB, dans le cadre duquel une base de données sur la macrofaune benthique a été constituée en regroupant les données acquises par le Bureau d'étude CREOCEAN et le LECOB dans le Golfe du Lion (Figure 1). Plusieurs couches de pressions seront ajoutées, ce qui permettra d'identifier à la fois les zones les moins anthropisées et les zones les plus diversifiées et/ou présentant un intérêt particulier. Le projet BADG se terminant le 30 mai 2023, vise à construire la base de données alors que l'analyse de celle-ci fait partie du projet CAPDONA (début du projet Janvier 2023).

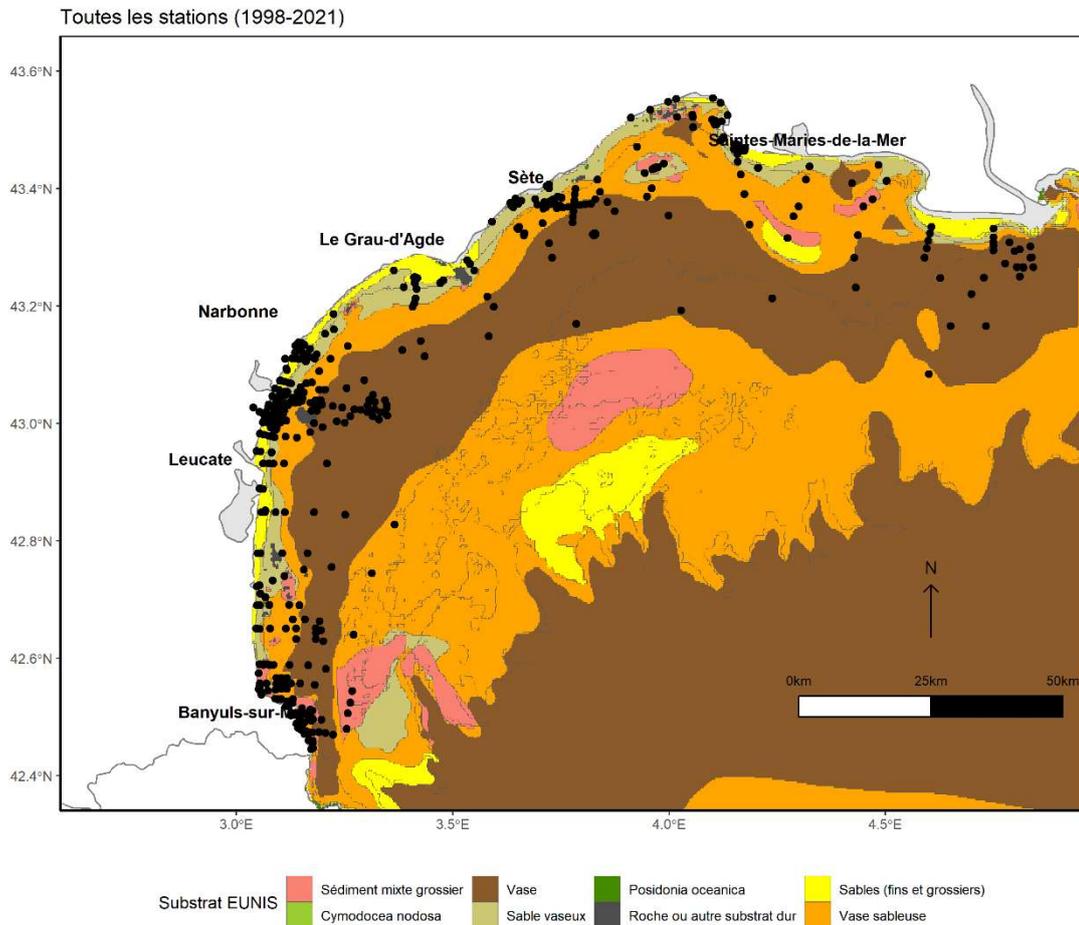


Figure 1. Localisation des stations échantillonnées après 1990 et contenues dans la base de données BADG. Les zones d'études retenues pour la mission CAPDONA seront localisées soit sur les sables (Sand), soit sur les sables vaseux (Muddy sand), soit sur l'ensemble vases sableuses (Sandy mud) et vases (Mud).

C'est sur cette base de données que s'appuiera l'**identification de 2 secteurs d'intérêts localisés dans le Golfe du Lion**. Le projet CAPDONA permettra d'aller les échantillonner et ainsi de compléter la connaissance sur ces zones identifiées comme particulières (et pouvant potentiellement être utilisées comme stations de référence et/ou protégées pour leur singularité).

1.2 - Objectifs spécifiques de la demande et résultats escomptés.

L'objectif de cette mission CAPDONA est d'**échantillonner les 2 zones d'intérêts** sélectionnées à l'aide de la base de données BADG. Ces zones géographiques seront localisées sur des habitats sur lesquels nous avons suffisamment de connaissance pour les identifier de façon pertinente à savoir les sables, les sables vaseux, vases sableuses et vases (Figure 2).

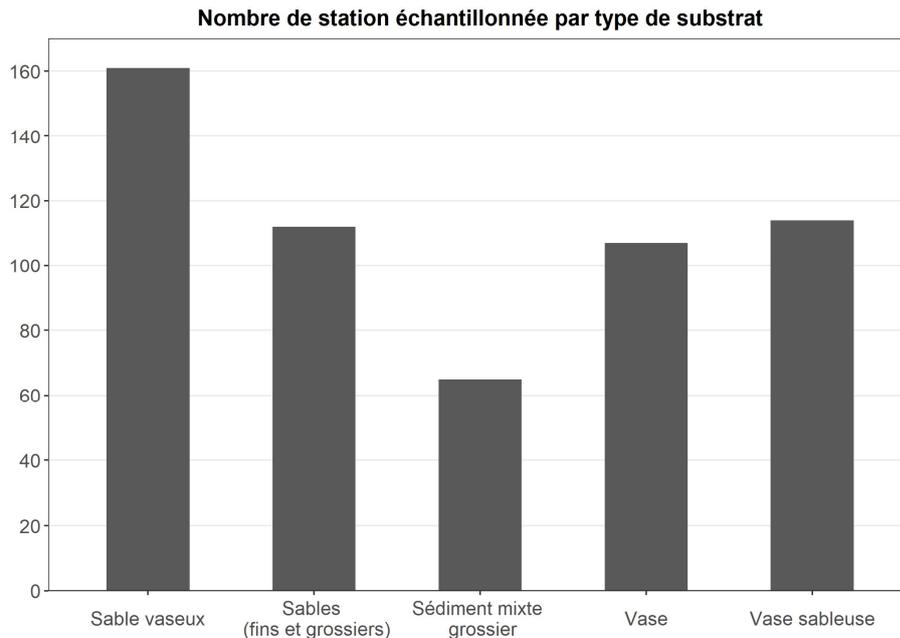


Figure 2. Nombre de stations échantillonnées par type d'habitat dans la base de données BADG

1.2.1. Méthodologie proposée

1.2.1.1 Description des différents paramètres étudiés

Le projet est articulé autour de l'étude complémentaire de différents compartiments de la faune benthique et des paramètres environnementaux et géochimiques associés à des données de pression. En effet, il est indispensable, pour pouvoir développer des indicateurs fiables, de bien comprendre le fonctionnement de l'écosystème considéré. Le projet est donc divisé en plusieurs approches qui sont présentées ci-dessous :

a) Caractérisation des conditions environnementales

L'analyse granulométrique du sédiment ainsi que la quantité et la qualité de la matière organique permettront d'une part de caractériser l'habitat et d'autre part de déterminer le potentiel impact des pressions anthropiques sur les caractéristiques géochimiques du milieu. Les descripteurs de la matière organique considérés sont le contenu total, le CHN (Carbone Hydrogène Azote), indiquant la quantité de matière organique, les pigments (Chl a et Phae a) informant sur la fraîcheur des ressources végétales disponibles pour la faune, les acides aminés reflétant la labilité de la MO et les lipides, protides et glucides totaux indiquant la capacité trophique de la MO (Dell'Anno et al. 2008 ; Pusceddu et al. 2009). Ces données environnementales seront également primordiales pour comprendre les résultats obtenus pour les faunes benthiques.

b) Etude de la macrofaune benthique

La macrofaune benthique (taille supérieure à 1mm) est classiquement utilisée pour évaluer la qualité écologique des substrats meubles (ex : Pearson et Rosenberg, 1978). En effet, la durée de vie des organismes (de quelques semaines à plusieurs années) et les stades sensibles qu'ils traversent leur confère des propriétés d'intégration des changements environnementaux. Un grand nombre d'indicateurs écologiques de l'état des assemblages de macrofaune benthique ont été proposés (voir Diaz et al. 2004, pour un revue). Ces indices ne sont pas ubiquistes et ne peuvent pas détecter tous les types de perturbation. Dans le cadre du projet CAPDONA, nous testerons plusieurs types d'indice basés sur la macrofaune benthique.

c) Etude de la méiofaune benthique, en particulier des foraminifères

Les bio-indicateurs les plus classiquement utilisés dans les suivis de la qualité du milieu marin sont basés sur la macrofaune benthique. Cependant, depuis plusieurs années, de plus en plus d'études démontrent l'intérêt et l'efficacité de la méiofaune benthique dans les études de bio-monitoring.

Les **foraminifères** sont d'excellents bio-indicateurs de la qualité des eaux marines et côtières grâce à leur forte densité, à la diversité des assemblages et aux différences interspécifiques concernant la résistance aux paramètres de stress. En effet, les espèces indicatrices de stress ont la particularité de s'adapter rapidement à des conditions de stress avec une stratégie de reproduction rapide typique pour des organismes de petite taille.

Il existe une importante communauté internationale de spécialistes qui ont standardisé leurs méthodes de prélèvements et d'analyses (Schönfeld et al. 2012) et qui combine leur effort pour le développement d'indices biotiques (Alve et al., 2016 ; Jorissen et al., 2018). Plusieurs indices biotiques basé sur les faunes de foraminifères dans le milieu côtier seront calculés (TSI-Med, Foram-AMBI, FSI).et mis en relation avec les autres indicateurs.

Nous étudierons également le reste de la méiofaune benthique avec un focus sur les nématodes. Ce compartiment a aussi été utilisé pour qualifier l'état écologique (Heip et al. 1985 ; Balsamo et al. 2012).

d) Etude de la méga-épifaune benthique grâce à des transects vidéo

Les engins de capture et d'analyses d'images sont de plus en plus utilisés, du fait de la miniaturisation et de la démocratisation de l'imagerie numérique. Ils permettent de quantifier la biodiversité de l'épifaune benthique. Sur ce paramètre, plusieurs auteurs ont évalué l'impact d'activités anthropiques telles que la pêche ou l'installation d'un site à énergie marémotrice, à l'aide d'une vidéo tractée (Lambert et al., 2014 ; Sheehan et al. 2013). L'exploration vidéo de la zone permettra de renseigner la nature des fonds et de décrire la composition de l'épifaune. Les vidéos seront réalisées en utilisant le Pagine 2 de l'Ifremer ainsi que la caméra tractée du Bureau d'Etude P2A. L'utilisation de ces 2 systèmes vidéo

e) Imagerie Sédimentaire (SPI)

Le profileur de sédiment SPI (Rhoads and Young, 1970; Rhoads and Cande, 1971; Rhoads and Germano, 1982; voir Germano et al., 2011 pour une revue, Wilson et al. 2009) permet de prendre une photo verticale de l'interface eau-sédiment. Grâce à ces photos, il est possible d'obtenir des informations sur la pénétration d'oxygène dans le sédiment et sur l'activité de bioturbation du milieu. Un indice biotique a été développé en milieu côtier à partir des données quantifiées obtenues, Benthic Habitat Quality Index (BHQ, Nilsson & Rosenberg, 1997), il sera calculé et permettra une évaluation de la qualité de l'habitat indépendante des communautés benthiques présentes.

1.2.1.2. Description des engins d'échantillonnages utilisés

Pour les 2 zones d'études proposées les moyens de prélèvements et les descripteurs sont les mêmes :

- Prélèvement à l'aide d'un carottier multi-tubes ;
- Prélèvement à la benne Van Veen ;
- Transects vidéo en plongée sous-marine, selon le protocole de Orts et al. (2022) et/ou bien à l'aide d'une vidéo tractée (analyse comparative et acquisitions sur les stations les plus profondes);
- Prise de vues à l'aide d'un SPI (Sediment Profile Imagery)

a) Le carottier multitube

Le carottier multitube du LECOB sera utilisé pour l'échantillonnage du sédiment permettant les analyses de MO ainsi que la méiofaune (foraminifères et nématodes). A chaque station 3 carottes pour chaque descripteur seront prélevées (soit 4 tirs de carottier minimum). Les analyses de la MO seront faites sur les cinq premiers centimètres de sédiment par pas de 1 cm (soit 5 analyses par carottes). Les dénombrements de la méiofaune seront effectués sur le premier (pour 2 des 3 carottes foraminifères échantillonnées à chaque station) ou les 3 premiers centimètres (nématodes). Une carotte de chaque station, sera découpée jusqu'à 10 cm par pas de 1cm pour les foraminifères.

b) La benne van Veen

La macrofaune benthique sera prélevée à l'aide de la benne van Veen du LECOB (surface 0,1m²). A chaque station 5 répliqués seront prélevés et tamisés sur un tamis de maille 1mm. Les échantillons seront conservés dans du formol à 5% puis envoyés en sous-traitance pour l'identification. A chaque station, cinq tirs seront réalisés, plus un tir complémentaire pour la mesure de la granulométrie.

c) Transects vidéo

Dans le cadre du projet, nous proposons une analyse comparative entre les vidéos acquises avec le Pagure de l'IFREMER (engin précis mais logistique lourde) et la vidéo tractée CAT80 du bureau d'étude P2A développement (moins de précision, pas de laser mais logistique légère).

Les systèmes vidéo-tractés seront mis en œuvre 15 minutes sur chaque station en tractant l'engin le long de la même isobathe que celle de la station considérée à une vitesse de 1 nœud maximum.

d) SPI – Image de profils sédimentaires

L'imagerie des profils sédimentaires permettra de caractériser la qualité de l'habitat benthique. Les images seront réalisées avec un SPI (Sediment Profil Imagery ; Nilson et Rosenberg, 2003 ; Rosenberg et al. 2003 ; Wilson et al. 2009) à raison de 10 images par station, en remontant légèrement l'engin entre chaque photo afin d'avoir une bonne idée de l'hétérogénéité de la station.

1.2.2. Résultats escomptés

Dans un premier temps il s'agira de déterminer si les zones échantillonnées sont de bonnes références du Bon Etat Ecologique de l'habitat dans lequel elles sont localisées, ou si elles sont trop singulières et ne peuvent donc pas servir de référence pour le calcul des indices biotiques mais doivent être protégées. Par ailleurs, en fonction des habitats dans lesquelles elles sont localisées, les données multi-paramètres mesurées durant CAPDONA pourront être mises en relation avec les données de Port-La-Nouvelle et Beauduc (acquises aussi dans le cadre du projet CAPDONA mais pas de la mission CAPDONA), les autres données de la base de données BADG et les données de pression dans le Golfe du Lion.

Dans un second temps, nous pourrions tester différents indices biotiques (idéalement en utilisant les stations des zones d'intérêts comme référence) afin de dériver une évaluation à une échelle stationnelle de l'état de conservation. Ces indices ne sont pas ubiquistes et ne peuvent pas détecter tous les types de perturbation, nous testerons donc plusieurs types d'indices basés sur les différents compartiments échantillonnés. A titre d'exemple, la Figure 3 illustre les valeurs de l'indice GPBI (Labruno et al. 2021) testé sur la zone de clapage de Port-La-Nouvelle.

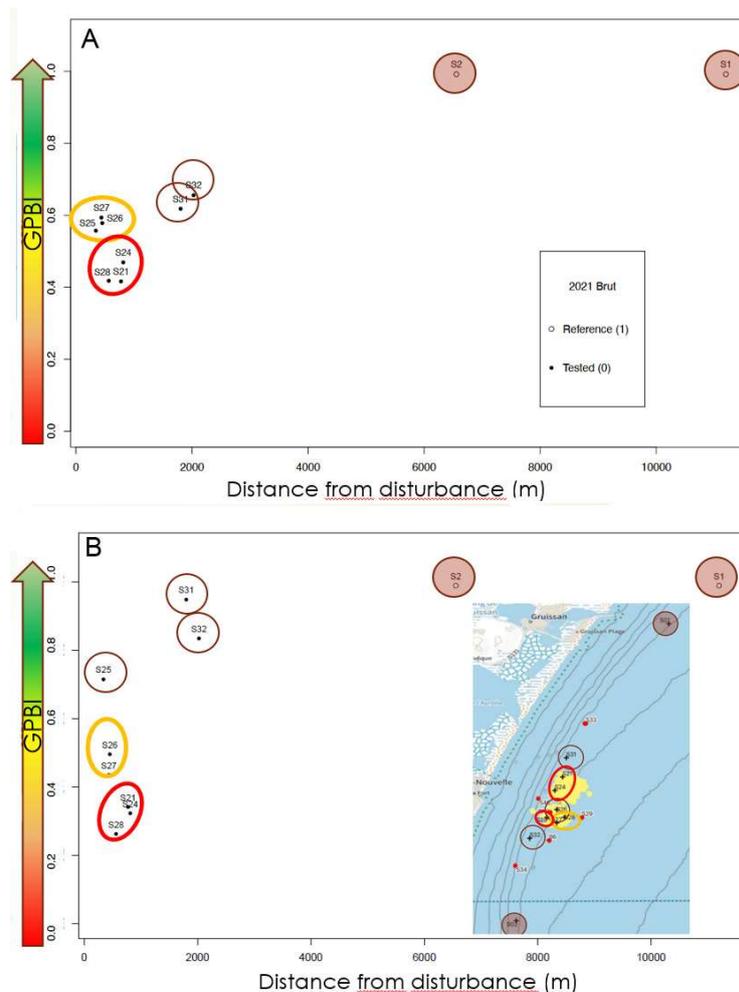


Figure 3. Exemple de résultats obtenus par le calcul de l'indice GPBI sur les données de macrofaune (A) et foraminifères (B) sur la zone de clapage de Port-La-Nouvelle. Les stations S1 et S2 ont été choisies comme référence. Les faibles valeurs de GPBI indiquent un mauvais état écologique et correspondent aux stations localisées sur les zones de clapage (S21, S24 et S28).

Il s'agira enfin de proposer un protocole standardisé sur la base des différentes phases du projet, et en particulier des données écologiques échantillonnées sur des gradients de pression (mission Port-La-Nouvelle et Beauduc) et de zone « témoins » (présente demande). Une analyse critique des différents descripteurs utilisés ou développés lors de cette étude sera faite avec des préconisations en termes de mode et de limite d'interprétation de ces nouveaux outils. Nous proposerons un protocole méthodologique optimal pour l'évaluation de l'état de conservation des substrats meubles. Ce protocole sera proposé au Comité Technique de suivi du projet qui veillera au lien avec la DCSMM et le DSF.

De plus, les objets (espèces) identifiées durant la phase de traitement des vidéos viendront alimenter la base d'images qui constituera la base de travail pour la conception d'un nouveau logiciel d'annotation vidéo à des fins de suivi de la biodiversité benthique et de l'état écologique dans le cadre du projet FUTUROBS.

1.3 –Lien avec les projets régionaux, nationaux et européens

Cette mission est demandée dans le cadre du projet CAPDONA dont une partie des actions s'inscrit dans le cadre du programme européen LIFE 16 IPE FR001 Marha (Annexe 1), porté par l'OFB, dont le

GIS Posidonie est bénéficiaire associé. Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'acquisition de connaissance nécessaire à la mise en place du Programme de surveillance de la DCSMM ainsi que d'autres directives européennes telles que la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) ou la DHFF (Directive Habitat Faune Flore).

Ce projet est co-financé à hauteur de 1/5 par la Région Occitanie et 4/5 par l'OFB dans le cadre des subventions de l'Observatoire de l'éolien en mer (<https://www.eoliennesenmer.fr/>).

Cet Observatoire est piloté par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du Ministère de la transition énergétique (MTE), la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) du Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT), la Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DGAMPA) du Secrétariat d'Etat à la mer, l'Office français de la biodiversité (OFB) et l'Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer (Ifremer). Cet observatoire a deux missions principales : (1) regrouper, diffuser les études et données existantes sur l'éolien en mer ainsi que le retour d'expériences des parcs étrangers en fonctionnement et (2) définir et piloter un programme de travail d'acquisition de connaissances (données naturalistes et connaissances des impacts) en s'appuyant sur la communauté scientifique pour effectuer de nouvelles campagnes de mesure sur le milieu marin.

De plus, la partie « analyse des vidéos » du projet s'intègre parfaitement au Projet Prioritaire de Recherche Ocean Climat FuturObs (<https://www.ocean-climat.fr/Les-actions-et-projets/Les-projets-de-recherche>) auquel le LECOB (via C. Labrune) et l'IFREMER (via S. Vaz) associées. Les images obtenues durant la mission CAPDONA viendront alimenter la base d'images qui constituera la base de travail pour la conception d'un nouveau logiciel d'annotation vidéo à des fins de suivi de la biodiversité benthique et de l'état écologique dans le cadre de ce projet.

1.4 - Période demandée

L'idéal serait de prévoir la mission entre fin mai (pas disponible la première quinzaine de mai) et début Août, afin d'éviter le recrutement de la faune en avril et septembre (trop de juvéniles qui ne survivent pas et risquent de biaiser les résultats pour comparer aux stations de la base de données). Si on veut pouvoir utiliser ces stations comme des références, il ne faut pas que la diversité soit temporairement élevée pour des raisons de fluctuations saisonnières.

1.5. Résultats escomptés et plan d'exploitation des résultats

Les livrables prévus dans le cadre du projets CAPDONA sont les suivants :

- Une évaluation de l'état de conservation de certains habitats des substrats meubles
- Un protocole méthodologique optimal proposé pour évaluer l'état écologique des substrats meubles du Golfe du Lion
- Les données concernant la macrofaune benthique acquise durant le projet seront mises à disposition et stockées dans la base de données nationale BenthOBS.

Les résultats seront également valorisés sous la forme de publications scientifiques et participations à des congrès scientifiques.

Pour des raisons indépendantes de notre volonté, le calendrier du projet n'est pas bien synchronisé avec l'AO de la FOF. Ceci implique que la présente demande soit effectuée plus tôt que prévue dans le projet (voir ci-dessous). Ceci étant, le travail en laboratoire à la suite de la mission est très chronophage et seul une mission en 2024 pourrait permettre que les résultats soient disponibles courant 2025 (il faut prévoir environ 1 année de traitement des données).

Mi-2023 : Rapport intermédiaire : synthèse et analyse des données existantes mises à disposition par le groupement. Point sur l'avancée des travaux : sélection des zones d'intérêt à échantillonner,

dossier de demande d'utilisation des navires à la Flotte Océanographique Française (présente demande ; les zones précises devraient être sélectionnées d'ici 5 mois).

Fin 2024 : Rapport intermédiaire de phase d'acquisition de données présentant le bilan des campagnes d'acquisition de données et les premiers résultats

Fin 2025 : - Projet SIG incluant les stations BADG, les données de Pressions et les stations échantillonnées dans le cadre de CAPDONA ainsi que les indicateurs globaux/surfaciques.

Calendrier prévisionnel du projet CAPDONA

Trimestre	2023				2024				2025				2026			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Phase 1 - Identification de 2 secteurs pertinents (lien BADG)																
Phase 1 - Construction d'un projet SIG Pressions/Benthos																
Phase 2a Beauduc - Echantillonnage																
Phase 2a Beauduc - Analyses																
Phase 2b - Port-La-Nouvelle Analyses																
Phase 2b Port-La-Nouvelle Interprétations de données																
Phase 2c - 2 zones d'intérêt Echantillonnage																
Phase 2c - 2 zones d'intérêt Analyse des données																
Phase 3 - Analyse du projet SIG																
Phase 3 - Evaluation de l'état de conservation des Substrats meubles																

- Rhoads D. C. and Cande S. (1971) Sediment Profile Camera for in Situ Study of Organism-Sediment Relations. *Limnol. Oceanogr.* **16**, 110–114.
- Rhoads D. C. and Germano J. D. (1982) Characterization of Organism-Sediment Relations Using Sediment Profile Imaging: An Efficient Method of Remote Ecological Monitoring of the Seafloor. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **8**, 115–128.
- Rhoads D. C. and Young D. K. (1970) The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* **28**, 150–178.
- Romero-Ramirez A., Bonifácio P., Labrune C., Sardá R., Amouroux J.-M., Bellan G., Duchêne J.-C., Hermand R., Karakassis I., Dounas C., Grémare A., Long-term (1998–2010) large-scale comparison of the ecological quality status of gulf of lions (NW Mediterranean) benthic habitats, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 102, Issue 1, 2016,
- Rosenberg, R., Nilsson, H., Grémare, A., Amouroux, J.M., 2003. Effects of demersal trawling on marine sedimentary habitats analysed by sediment profile imagery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 285-286, 465-477
- Schönfeld J., Alve E., Geslin E., Jorissen F., Korsun S., Spezzaferri S., Abramovich S., Almogi-Labin A., Armynot du Chatelet E., Barras C., Bergamin L., Bicchi E., Bouchet V., Cearreta A., Di Bella L., Dijkstra N., Trevisan Disaro S., Ferraro L., Frontalini F., Gennari G., Golikova E., Haynert K., Hess S., Husum K., Martins V., McGann M., Oron S., Romano E., Mello Sousa S. and Tsujimoto A. (2012) The FOBIMO (FOraminiferal Blo-MONitoring) initiative—Towards a standardised protocol for soft bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Mar. Micropaleontol.* **94–95**, 1–13.
- Wilson, S.J.K., Fredette, T.J., Germano, J.D., Blake, J.A., Neubert, P.L.A., Carey, D.A., 2009. Plan-view photos, benthic grabs, and sediment-profile images : Using complementary techniques to assess response to seafloor disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 59, 26-37

1.6. Références antérieures de l'équipe

1.6.1 Publications avec comité de lecture

2023

Massé, C.; Viard, F.; Humbert, S.; Antajan, E.; Auby, I.; Bachelet, G.; Bernard, G.; Bouchet, V.M.P.; Burel, T.; Dauvin, J.-C.; Delegrange, A.; Derrien-Courtel, S.; Droual, G.; Gouillieux, B.; Gouilletquer, P.; Guérin, L.; Janson, A.-L.; Jourde, J.; **Labrune, C.**; Lavesque, N.; Leclerc, J.-C.; Le Duff, M.; Le Garrec, V.; Noël, P.; Nowaczyk, A.; Pergent-Martini, C.; Pezy, J.-P.; Raoux, A.; Raybaud, V.; Ruitton, S.; Sauriau, P.-G.; Spilmont, N.; Thibault, D.; Vincent, D.; Curd, A. An Overview of Marine Non-Indigenous Species Found in Three Contrasting Biogeographic Metropolitan French Regions: Insights on Distribution, Origins and Pathways of Introduction. *Diversity* **2023**, *15*, 161. <https://doi.org/10.3390/d15020161>

2022

Jac C., Desroy N., Foveau A., **Vaz S.**. Disentangling trawling impact from natural variability on benthic communities. *Continental Shelf Research*, 2022, 247, pp.104828.

[doi:10.1016/j.csr.2022.104828](https://doi.org/10.1016/j.csr.2022.104828). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03892456>

Pruski , A. M., Stetten, E., Huguet, A., Vétion, G., Wang, H., Senyarich, C., Baudin, F. Fatty acid biomarkers as indicators of organic matter origin and processes in recent turbidites: The case of the terminal lobe complex of the Congo deep-sea fan. *Organic Geochemistry* Vol. 173, November 2022, 104484 <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2022.104484>

Viladrich, N., Bramanti, L., Tsounis, G., Coppari, M., Dominguez-Carrió, C., **Pruski, A.**, & Rossi, S. (2022). Estimations of free fatty acids (FFA) as a reliable proxy for larval performance in Mediterranean octocoral species. *Mediterranean Marine Science*, 115–124. <https://doi.org/10.12681/mms.27151>

2021

Dubois, A., **Barras, C.**, Pavard, J.-C., Donnay, A., Béatrix, M., Bouchet, V.M.P., 2021. Distribution Patterns of Benthic Foraminifera in Fish Farming Areas (Corsica, France): Implications for the

- Implementation of Biotic Indices in Biomonitoring Studies. *Water*, 13, 2821. <https://doi.org/10.3390/w13202821>
- Cheminee, A., Le Direach, L., Rouanet, E., **Astruch**, P., Goujard, A., Blanfune, A., ... & Harmelin-Vivien, M. (2021). All shallow coastal habitats matter as nurseries for Mediterranean juvenile fish. *Scientific reports*, 11(1), 1-17.
- Combes M., Vaz S., Grehan A., Morato T., Arnaud-Haond S., et al.. Systematic Conservation Planning at an Ocean Basin Scale: Identifying a Viable Network of Deep-Sea Protected Areas in the North Atlantic and the Mediterranean. *Frontiers in Marine Science*, 2021, 8, pp.611358. [doi:10.3389/fmars.2021.611358](https://doi.org/10.3389/fmars.2021.611358). <https://hal.umontpellier.fr/hal-03411116>
- Jac, C., Desroy, N., Duchêne, J.-C., Foveau, A., **Labrune**, C., **Lescure**, L., **Vaz**, S., 2021. Assessing the impact of trawling on benthic megafauna: comparative study of video surveys vs. scientific trawling. *Ices Journal of Marine Science*
- Parent, B., Hyams-Kaphzan, O., **Barras**, C., Lubinevsky, H., Jorissen, F., 2021. Testing foraminiferal environmental quality indices along a well-defined organic matter gradient in the Eastern Mediterranean. *Ecological indicators*, 125, 107498.
- Parent, B., **Barras**, C., Bicchi, E., Charrieau, L.M., Choquel, C., Bénéteau, É., Maillet, G.M., Jorissen, F.J., 2021. Comparison of Four Foraminiferal Biotic Indices Assessing the Environmental Quality of Coastal Mediterranean Soft Bottoms. *Water*, 13, 3193. <https://doi.org/10.3390/w13223193>
- Labrune**, C; Gauthier, O.; Conde, A.; Grall, J.; Blomqvist, M.; Bernard, G.; Gallon, R.; Dannheim, J.; Van Hoey, G.; Grémare, A. A General-Purpose Biotic Index to Measure Changes in Benthic Habitat Quality across Several Pressure Gradients. *J. Mar. Sci. Eng.* **2021**, *9*, 654. <https://doi.org/10.3390/jmse9060654>
- Pruski**, A.M., **Rzeznik-Orignac**, J., Kerhervé, P., **Vétion**, G., Bourgeois, S., Peru, E., Brosset, P., Toussaint, F., Rabouille, C., 2021. Dynamic of organic matter and meiofaunal community on a river-dominated shelf (Rhône prodelta, NW Mediterranean Sea): responses to river regime. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 253, 107274. [10.1016/j.ecss.2021.107274](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107274)

2020

- Astruch**, P., Boudouresque, C. F., Faget, D., Changeux, T., Lasceve, M., Le Direach, L., ... & Simo, M. (2020). Improving the management of the saltmarshes of Hyeres (Provence, France) using an ecosystem based approach. *Vie et Milieu/Life & Environment*, 70
- Boudouresque, C. F., **Astruch**, P., Bănaru, D., Blanfuné, A., Belloni, B., Changeux, T., ... & Thibaut, T. (2020). Ecosystem-based quality indices: valuable tools for environment management. *Vie et Milieu/Life & Environment*, 70.
- Boudouresque, C. F., **Astruch**, P., Banaru, D., Blanchot, J., Blanfune, A., Carlotti, F., ... & Thibaut, T., 2020. The Management of Mediterranean Coastal Habitats: A Plea for a Socio-ecosystem-Based Approach. In *Evolution of Marine Coastal Ecosystems under the Pressure of Global Changes* (pp. 297-320). Springer, Cham.
- Jac, C., Desroy, N., Certain, G., Foveau, A., **Labrune**, C., **Vaz**, S., 2020. Detecting adverse effect on seabed integrity. Part 1: Generic sensitivity indices to measure the effect of trawling on benthic mega-epifauna *Ecological Indicators* 117, 106631
- Jac, C., Desroy, N., Certain, G., Foveau, A., **Labrune**, C., **Vaz**, S., 2020. Detecting adverse effect on seabed integrity. Part 2: How much of seabed habitats are left in good environmental status by fisheries? *Ecological Indicators* 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106617>
- Van der der Heijden LH, Graeve M, Asmus R, **Rzeznik-Orignac** J, Niquil N, Bernier Q, Guillou G, Asmus H, Lebreton B. 2019. Trophic importance of microphytobenthos and bacteria to meiofauna in softbottom intertidal habitats: A combined trophic marker approach. *Marine Environmental Research* 149:50–66. DOI: [10.1016/j.marenvres.2019.05.014](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.05.014).

2019

- Astruch** P., Goujard A., Rouanet E., Boudouresque C.F., Verlaque M., Berthier L., Daniel B., Harmelin J.G., Peirache M., Peterka A., Ruitton S., Thibaut T., 2019. Assessment of the conservation status

of Coastal Detrital sandy bottoms in the Mediterranean Sea: an Ecosystem-based Approach in the framework of the ACDSea project. Proceedings of the 3rd Mediterranean Symposium on the conservation of coralligenous and other calcareous bio-concretions (Antalya, Turquie, 15-16 January 2019), 23-29.

- Petersen, J., **Barras, C.**, Bézos, A., La, C., Slomp, C.P., Meysman, F.J.R., Mouret, A., Jorissen, F.J., 2019. Mn/Ca ratios of *Ammonia tepida* as a proxy for seasonal coastal hypoxia. *Chemical geology*, 518, 55- 66.
- Bonifácio, P., Grémare, A., Amouroux, J.-M., **Labrune, C.**, 2019. Climate-driven changes in macrobenthic communities in the Mediterranean Sea: A 10-year study in the Bay of Banyuls-sur-Mer. *Ecology and Evolution* 9, 10483-10498.10.1002/ece3.5569
- Pruski, A.**, M, Buscail, R., Bourrin, F., **Vétion, G.**, 2019. Influence of coastal Mediterranean rivers on the organic matter composition and reactivity of continental shelf sediments: The case of the Têt River (Gulf of Lions, France). *Continental Shelf Research* 181, 156-173.10.1016/j.csr.2019.05.009

2018 et avant

- Jorissen, F., Nardelli, M.P., Almogi-Labin, A., **Barras, C.**, Bergamin, L., Bicchi, E., El Kateb, A., Ferraro, L., McGann, M., Morigi, C., Romano, E., Sabbatini, A., Schweizer, M., Spezzaferri, S., 2018. Developing Foram-AMBI for biomonitoring in the Mediterranean: Species assignments to ecological categories. *Marine Micropaleontology*, 140, 33-45.
- Rzeznik-Orignac J.**, Kalenitchenko D., Mariette J., Bodiou J.-Y., Le Bris N., Derelle E. 2017. Comparison of meiofaunal diversity by combined morphological and molecular approaches in a shallow Mediterranean sediment. *Marine Biology* 164. DOI: 10.1007/s00227-017-3074-4.
- Romero-Ramirez, A., Bonifácio, P., **Labrune, C.**, Sardá, R., Amouroux, J.M., Bellan, G., Duchêne, J.C., Hermand, R., Karakassis, I., Dounas, C., Grémare, A., 2016. Long-term (1998–2010) large-scale comparison of the ecological quality status of gulf of lions (NW Mediterranean) benthic habitats. *Marine Pollution Bulletin* 102, 102b113.<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.052>,
- Barras, C.**, Jorissen, F., Labrune, C., Andral, B. and Boissery, P., 2014. Live benthic foraminiferal faunas from the French Mediterranean Coast: towards a new biotic index of environmental quality. *Ecological indicators*, 36, 719-743.
- Labrune, C.**, Romero-Ramirez, A., Amouroux, J.M., Duchêne, J.C., Desmalades, M., Escoubeyrou, K., Buscail, R., Grémare, A., 2012. Comparison of ecological quality indices based on benthic macrofauna and sediment profile images: A case study along an organic enrichment gradient off the Rhône River. *Ecological Indicators* 12, 133-142
- Labrune, C.**, Amouroux, J.M., Sardá, R., Dutrieux, E., **Thorin, S.**, Rosenberg, R., Grémare, A., 2006. Characterization of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Marine Pollution Bulletin* 52, 34-47

1.6.2. Rapports sans comité de lecture

- La Rivière, M., Michez, N., Delavenne, J., Andres, S., Frejefond, C., Janson, A.L., Abadie, A., Amouroux, J.M., Bellan, G., Bellan-Santini, D., Chevaldonné, P., Cimiterra, N., Derolez, V., Fernez, T., Frisoni, G.F., Grillas, P., J.G., H., Jordana, E., Kleszczewski, M., **Labrune, C.**, Mouronval, J.B., Ouisse, V., Palomba, L., Vanina, P., Pelaprat, C., Pergent, G., Sartoretto, S., Thibaut, T., Vacelet, J., Verlaque, M., 2021. Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée. UMS PatriNat éditeur, Paris, France.
- Barras C.**, Jorissen F., Parent B., 2020. Etude des faunes de foraminifères benthiques de la côte méditerranéenne française : Résultats de la campagne DCE 2015. Rapport pour l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. 288pp
- La Rivière M., Michez M., Aish A., Bellan-Santini D., Bellan G., Chevaldonné P., Dauvin J.-C., Derrien-Courtel S., Grall J., Guérin L., Janson A.-L., **Labrune C.**, Sartoretto S., Thibaut T., Thiébaud E. et Verlaque M., 2016. Evaluation de la sensibilité des habitats benthiques de Méditerranée aux pressions physiques. Rapport SPN 2015-70. MNHN. Paris, 101 pp

Laurand S., Grall J. et **Labrune C.**, 2013. Chapitre III : Habitats benthiques côtiers et du plateau continental. In Guérin L., Feunteun E., Gremare A., Beauvais S. (coord.), Gailhard-Rocher I., Grall J., **Labrune C.**, Laurand S., Lavesque N., Lejart M., Paillet J., Personnic S., Quemmerais-Amice F., Sterckeman A., Robinet T., You H., 2013. "Définition du programme de surveillance et plan d'acquisition de connaissances pour la DCSMM: propositions scientifiques et techniques (chantier 2). Thématique 1: Biodiversité". MNHN-Service des stations marines, RESOMAR, AAMP. 212 pages + annexes.

Pelapat, C., **Labrune, C.**, Amouroux, J.M., Donnay, A., Frejefond, C., Chery, A., Lejeune, P., 2013. Mise en oeuvre du contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre Eau pour l'indicateur benthos du substrat meuble (Eaux côtières) 2012. Contrat Stareso/Ifremer N/Ref 13/30530017

1.6.3. Valorisation des campagnes précédentes

La campagne REDIT2010 a mis en évidence les changements temporels de la macrofaune benthique dans le Golfe du Lion entre 1998 et 2010. Les communautés benthiques continuent de se distinguer les unes des autres mais au sein de chaque communauté, la diversité change au cours du temps. Ces résultats ont été valorisés par Bonifacio et al. (2017). De plus, les données obtenues lors de cette campagne ont permis de comparer plusieurs indices biotiques et de mettre en évidence leur divergences ainsi que de proposer une évaluation de l'état écologique du Golfe du Lion basé sur les images de profils sédimentaires Romero-Ramirez et al. (2015). Cette étude met également en évidence que malgré l'évolution temporelle de la composition des communautés benthiques, l'état écologique ne montre pas de tendance claire.

La campagne APPEALMED a été utilisée dans un jeu de données plus important afin de comparer l'évaluation de l'impact du chalutage par acquisition par vidéo tractée et par chalutage scientifique (Jac et al. 2021). Bien que les résultats ne soient pas très concluant pour la zone Golfe du Lion, ce travail a mis en évidence que l'échantillonnage vidéo pourrait être une bonne alternative, ou du moins une méthode complémentaire, au chalutage scientifique pour surveiller l'effet du chalutage sur les communautés benthiques dans les eaux européennes. La campagne APPEALMED est encore en cours de valorisation avec deux articles soumis : (1) Charles et al. Soumis à *Regional Studies in Marine Science* sur la comparaison saisonnière des réseaux trophiques entre APPEALMED1 et APPEALMED2. Les résultats ont révélé que la structure du réseau alimentaire a changé en termes de gamme, d'étendue et de degré de diversité trophique. Entre les deux dates d'échantillonnage, les niches trophiques des taxons sont restées uniformément distribuées mais l'espace de niche s'est rétréci. (2) Seyer et al. ont utilisés les données de la campagne APPEAL pour alimenter un modèle ECOPATH dans le Golfe du Lion.

Les campagnes REDIT2010 et APPEAL ont également permis de décrire des nouvelles espèces ou d'effectuer de nouvelles signalisations d'espèces en Méditerranée :

- Présence de l'Annélide *Spiophanes afer* en Méditerranée (Jourde et al. 2020)
- Description de nouvelles espèces d'Annélides du genre *Terebellides* pour la science (Lavesque et al. 2019)

De plus les données REDIT2010 et APPEALMED ont alimenté plusieurs bases de données telles que la base OBIS et la base BENTHOBS (<https://www.benthobs.fr/>) de l'Infrastructure de Recherche Nationale ILICO qui sont à l'origine de plusieurs publications telles que Gallon et al. (2017).

Les campagne ECHAPLN et IMPEC sont encore en cours de valorisation. Un complément d'analyse des données de la campagne ECHAPLN est financée par le projet CAPDONA.

- Bonifácio P., Grémare A., Gauthier O., Romero-Ramirez A., Bichon S., Amouroux J-M., **Labrune C.**, Long-term (1998 vs. 2010) large-scale comparison of soft-bottom benthic macrofauna composition in the Gulf of Lions, NW Mediterranean Sea. The address for the corresponding author was captured as affiliation for all authors. Please check if appropriate. Seares(2017), doi: [10.1016/j.seares.2017.08.013](https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.08.013)
- Charles et al. (soumis) Seasonal stratification leads to changes within the benthic food web of the Gulf of Lions (northwestern Mediterranean).
- Gallon R. K., Lavesque N., Grall J., **Labrune C.**, Grémare A., Bachelet G., Blanchet H., Bonifacio P., Bouchet V.M.P., Dauvin J-C., Desroy N., Gentil F., Guérin L., Houbin C., Jourde J., Laurand S., Le Duff M., Le Garrec V., de Montaudouin X., Olivier F., Orvain F., Sauriau P-G., Thiebaut E., Gauthier O. (2017) Regional and latitudinal patterns of soft-bottom macrobenthic invertebrates along French coasts: Results from the RESOMAR database *Journal of Sea Research* doi: [10.1016/j.seares.2017.03.011](https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.03.011)
- Jac, C., Desroy, N., Duchêne, J.-C., Foveau, A., **Labrune, C.**, **Lescure, L.**, **Vaz, S.**, 2021. Assessing the impact of trawling on benthic megafauna: comparative study of video surveys vs. scientific trawling. *Ices Journal of Marine Science*
- Jourde J., Lavesque N., Labrune C., Amouroux J-M., Bonifácio P., Humbert S., Lamarque B., Sauriau P-G. and Meißner K. (2020) New insights in the biogeographical distributions of two Spionidae (Annelida) from the NE Atlantic and Mediterranean French coasts. *Zoosymposia* 19: 173–184. <https://doi.org/10.11646/zoosymposia.19.1.18>
- LABRUNE Céline, AMOUROUX Jean-Michel (2010) REDIT2010 cruise, RV Téthys II, <https://doi.org/10.17600/10450130>
- LABRUNE Céline (2018) APPEAL MED 2018 cruise, RV Téthys II, <https://doi.org/10.17600/18000598>
- LABRUNE Céline (2021) ECHAPLN cruise, RV Téthys II, <https://doi.org/10.17600/18001633>
- LABRUNE Céline (2021) IMPEC cruise, RV L'Europe, <https://doi.org/10.17600/18001594>
- Lavesque N, Hutchings P, Daffe G, Nygren A, Londoño-Mesa MH. A revision of the French Trichobranchidae (Polychaeta), with descriptions of nine new species. *Zootaxa*. 2019 Sep 3;4664(2):zootaxa.4664.2.1. doi: 10.11646/zootaxa.4664.2.1. PMID: 31716675.
- Romero-Ramirez A., Bonifácio P., **Labrune C.**, Sardá R., Amouroux J-M, Bellan G., Duchêne J-C., Hermand R., Karakassis I., Dounas C., Grémare A., (2015) Long-term (1998–2010) large-scale comparison of the ecological quality status of gulf of lions (NW Mediterranean) benthic habitats, *Marine Pollution Bulletin*, ISSN 0025-326X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.052>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X15301995>
- Seyer Y et al. (soumis) Ecosystem modelling in the North-Western Mediterranean Sea: structure and functioning of a complex system