

VILLE DE
BORMES
LES MIMOSAS



RÉALISATION D'UN SUIVI DU MILIEU MARIN Plages de Bormes



Février 2024 V0

REBOUILLON Environnement– Expert-Conseil en Environnement
1, boulevard GILLY 13010 Marseille
SIRET : 983 370 388 00016

Rapport d'intervention

Commune	Lieu	Problématique	Maitre d'Ouvrage	Dates d'intervention
Bormes-les-Mimosas	Plages de Bormes	Engraissement de plages	Villes de Bormes	23-24/02/2024

Objectifs de l'intervention :				
<input checked="" type="checkbox"/> Mesures de vitalité de la limite supérieure <input checked="" type="checkbox"/> Localisation de la limite supérieure <input checked="" type="checkbox"/> Présence / Absence d'herbiers à <i>Posidonia oceanica</i> et à <i>Cymodocea nodosa</i> <input checked="" type="checkbox"/> Observation des espèces associées				
Interventions terrain :				
Configuration		Intervenants :		
3 plongeurs	LIGER P 2B	REBOUILLON P 1B	THOMAS A 2B	

Table des matières

INTRODUCTION	3
MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
RESULTATS	5
Station de référence.....	5
Station 1 Plage de Porto Fino	7
Station 2 Plage des Cigales.....	9
Station 3 Plage du Gaou Bénat.....	12
Station 4 Plage de la Favière	14
Station 5 Plage du camp du Domaine	16
Conclusions	18
Synthèse des données environnementales.....	18
Bibliographie	21

Introduction

La commune de Bormes Les Mimosas projette l’engraissement de ses plages pour la saison estivale 2024, un suivi environnemental des herbiers à *Posidonia oceanica* a été réalisé aux abords de cinq plages ; celle de la Favière, du camp du domaine, du Gaou Bénat, des Cigales et de Porto Fino au Cap Bénat. Figure 1 L’objectif de cette étude était de mesurer l’état de vitalité des herbiers proche de la zone d’engraissement des plages à l’aide d’indicateurs biologiques et d’inventorier les espèces rencontrées dans l’herbier afin d’en obtenir un état initial. Il inclus la recherche de la faune et de la flore sous-marine protégée.

Une cartographie des biocénoses a été extraite du site Medtrix et ajouter en fond de carte afin de réaliser des vérités terrains.

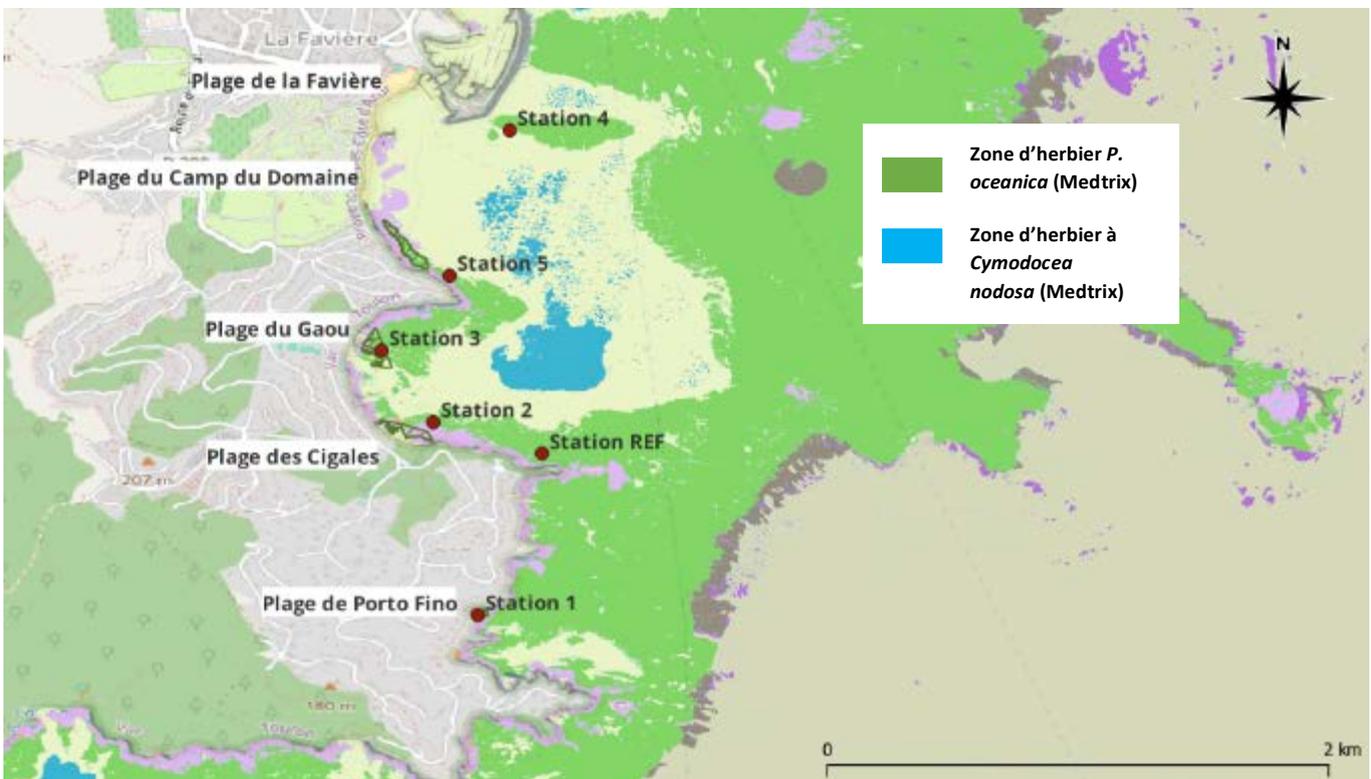


Figure 1 Localisation des plages à engraisser sur la commune de Bormes les Mimosas, fond de carte Medtrix

Tableau 1 Coordonnées GPS des stations de mesure de vitalité de l’herbier à *Posidonia oceanica*

	Latitude	Longitude
Station REF	43°6'12.6000" N	6°22'5.3400" E
Station 1	43°5'44.0016" N	6°21'54.0000" E
Station 2	43°6'12.5388" N	6°22'4.2600" E
Station 3	43°6'30.9996" N	6°21'37.0008" E
Station 4	43°7'10.0812" N	6°21'59.6412" E
Station 5	43°6'44.2800" N	6°21'49.0212" E

Matériel et méthodes

Des mesures de vitalité des herbiers de *Posidonia oceanica* ont été réalisées aux abords des plages par deux plongeurs CAH spécialisés en biologie marine. Au total 6 stations ont été mesurées, une au plus proche des 5 plages et une de référence. Figure 1 et Tableau 1.

Trois mesures sont réalisées dans chaque station ; la densité de faisceaux, le déchaussement et la longueur de feuille.

Les limites supérieures des herbiers face aux plages de Porto Fino, Cigales, Gaou et Domaine ont été tracées à l'aide d'un GPS portable et superposées aux données issues de Medtrix sur QGIS.

En complément de ces relevés, des images aériennes ont été réalisées par drone puis géoréférencées sur QGIS, afin de vérifier la corrélation entre les différentes données.

-Densité des faisceaux et longueur de feuille

Cette mesure consiste à compter le nombre de faisceaux de posidonie dans un quadrat (Photographie 1), elle est ensuite exprimée en nombre de faisceaux par mètre carré (faisceaux/m²).

Dix mesures sont réalisées par station, les valeurs de densité sont ensuite interprétées selon une grille d'interprétation permettant d'évaluer l'état de santé de l'herbier en fonction de sa profondeur. Tableau 2



Photographie 1 Quadrat de mesure de densité

La longueur de feuille est mesurée une fois par quadrat, en prenant la plus longue feuille d'un faisceau.

-Déchaussement

Le déchaussement des rhizomes correspond à la distance entre le sédiment et le haut du rhizome pour les rhizomes orthotropes.

Cinq mesures sont réalisées par quadrat en sélectionnant des rhizomes aléatoirement. Les valeurs de déchaussement sont interprétées selon l'échelle d'interprétation de Charbonnel et al., 2000. Tableau 3

-Limite supérieure

La limite supérieure est réalisée par un plongeur à l'aide d'une bouée de surface équipée d'un GPS et couplée à des photographies aériennes réalisées en drone DJI Mini 2. Ces données sont ensuite traitées sur un logiciel de SIG.

Tableau 2 Classification de l'état de l'herbier à *Posidonia oceanica* selon les mesures de densité (nombre de faisceaux/m²) et la profondeur (Pergent et al. 2008)

Profondeur (m)	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	>1195	1195-964	964-732	732-501	<501
2	>1126	1126-903	903-679	679-456	<456
3	>1061	1061-846	846-630	630-415	<415

Tableau 3 Echelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées (Charbonnel et al., 2000)

Déchaussement (cm)	Interprétation
<5	Déchaussement faible
5-15	Déchaussement moyen
>15	Déchaussement important

Résultats

Station de référence

Le tableau 4 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la station de référence, qui se situe au milieu des différentes stations sur un herbier que nous savons en bon état sur laquelle nous disposons de plusieurs années de suivis. Figure 2

Tableau 4 Synthèse des résultats de mesures de la station de référence

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation n déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvrement	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station REF	43°6'12.6000" N 6°22'5.3400" E	6,5	793	EXCELLENT	5,15	Déch moyen	0,0	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	57,8

L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette station est un herbier sur roche qui est stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une excellente densité de faisceaux au m², un déchaussement moyen et un fort recouvrement. Les feuilles sont longues pour la saison, avec un faible taux d'épiphytes de l'ordre de 30%.



Figure 2 Localisation de la station de référence



Photographie 2 Herbier au niveau de la station de référence

Station 1 Plage de Porto Fino

Le tableau 5 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la plage de Porto Fino au Cap Bénat.

Tableau 5 Synthèse des résultats de mesures de la plage de Porto Fino

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvremen	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station1 - Porto Fino	43°5'44.0016" N 6°21'54.0000" E	2,5	1073	EXCELLENT	3,18	Déch faible	4,1	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	43,8

L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette plage est un herbier sur roche qui est stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une excellente densité de faisceaux au m², un déchaussement faible et un fort recouvrement. Les feuilles sont longues pour la saison, avec un faible taux d'épiphytes de l'ordre de 20%.

Une espèce protégée a été observée dans l'herbier il s'agit d'une nacre épineuse, *Pinna rudis* (coordonnées GPS : 43°05.742', 6°21.923').¹ Photographie 3

La limite supérieure de l'herbier se révèle plus proche de la plage que ce que le site Medtrix indiquait. La figure 3 et les images réalisées en drone offrent un aperçu plus précis de la réalité sur le terrain. Photographie 4



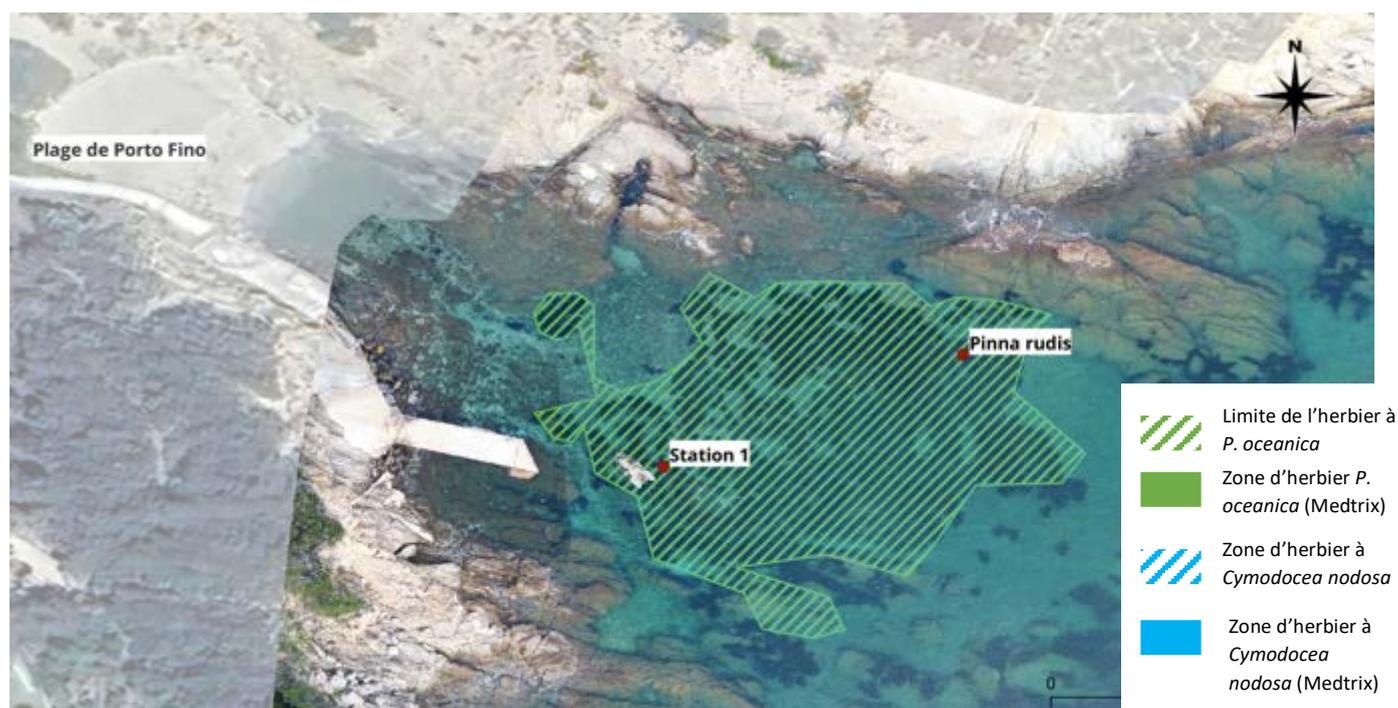
¹ - Textes de références

Niveau national : art. L. 411-1 et s. & R. 411-1 et s. du C.Env (protection des espèces) ; art. L. 411-2 (4°) et R. 411-6 à R. 411-14 du C.Env (dérogations) ; arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire - art. 1.

Figure 3 Limite supérieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* relevé par un plongeur, calquée sur les données de Medtrix. Et position de la nacre *Pinna rudis* dans l'herbier



Photographie 3 Herbier au niveau de la plage de Porto Fino. En bas, *Pinna rudis* et un beau spécimen de langouste



Photographie 4 Photos aériennes de la zone d'herbier de *Posidonia oceanica* au niveau de la plage de Porto Fino géoréférencées sous QGIS

Station 2 Plage des Cigales

Le tableau 6 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la plage des Cigales au Gaou Bénat.

Tableau 4 Synthèse des résultats de mesures de la plage des Cigales

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvrement	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station 2 - Cigales	43°6'12.5388" N 6°22'4.2600" E	3	885	BON	2,25	Déch faible	2,6	Herbier stable	85%	Fort recouvrement	48,3

L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette station est un herbier sur roche et matre morte discontinu (sous forme de patch) qui est stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une bonne densité de faisceaux au m², un déchaussement faible et un fort recouvrement. Les feuilles sont longues pour la saison, avec un taux d'épiphytes de l'ordre de 40% plus important que les autres stations mesurées. Il a de plus été observé la présence d'algues filamenteuses et de l'espèce protégée *Cymodocea nodosa*² entre la limite supérieure et la plage sur tout le linéaire de la plage. Photographie 5

² Textes de références

Niveau national : art. L. 411-1 et s. & R. 411-1 et s. du C.Env (protection des espèces) ; art. L. 411-2 (4°) et R. 411-6 à R. 411-14 du C.Env (dérogations) ; arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées - art. 1.

La limite supérieure de l’herbier se révèle plus proche de la plage que ce que le site Medtrix indiquait, la figure 5 et les images réalisées en drone donne un aperçu de la réalité terrain. En effet, le site de Medtrix contour la zone d’herbier dense or sur cette plage l’herbier est de type discontinu sous forme de patches, la limite supérieure a donc été faite en prenant en compte tous ces patches. Photographie 6

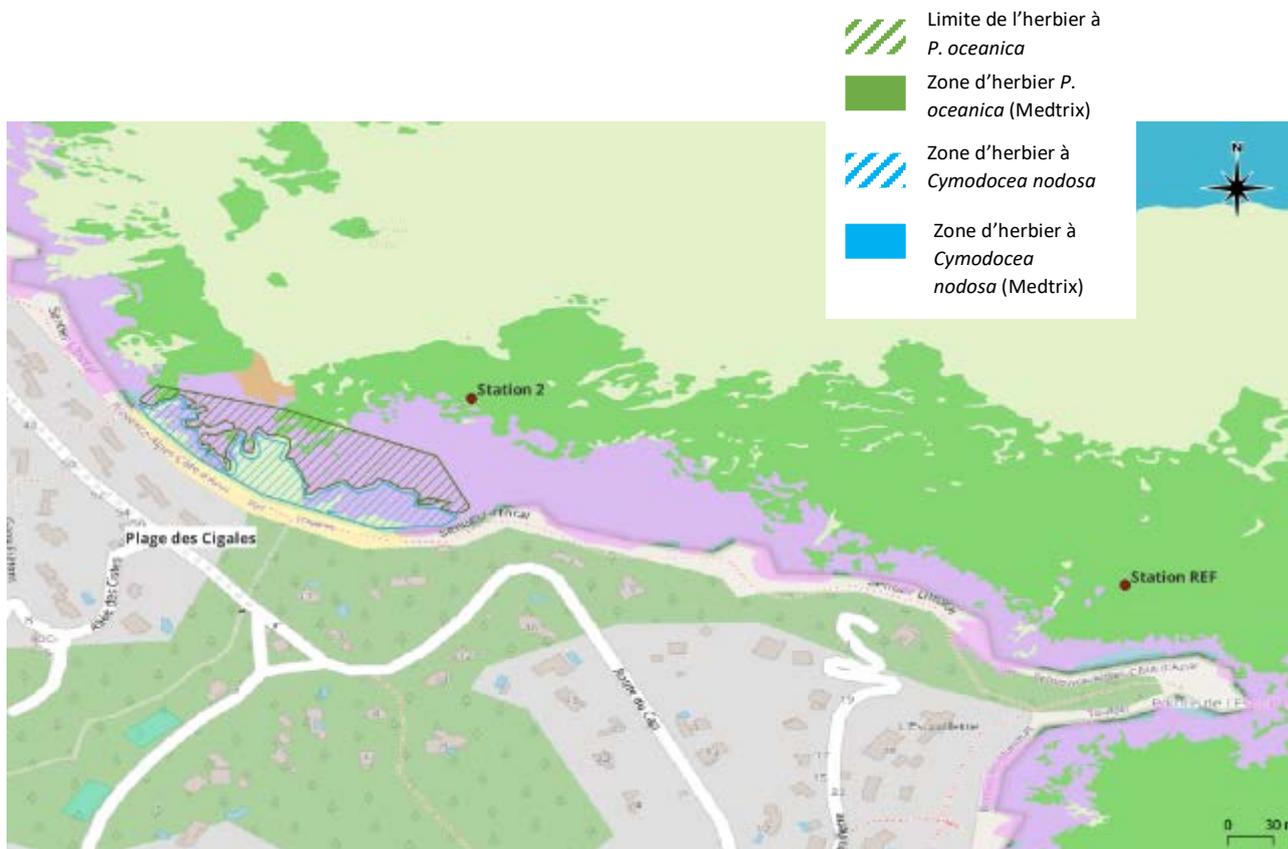


Figure 4 Limite supérieure de l’herbier à *Posidonia oceanica* et de l’herbier à *Cymodocea nodosa* au niveau de la plage des Cigales relevé par un plongeur, calquée sur les données de Medtrix.



Photographie 5 Herbier à *Posidonia oceanica* (en bas) et à *Cymodocea nodosa* (en haut) au niveau de la plage des cigales.

-  Limite de l'herbier à *P. oceanica*
-  Zone d'herbier *P. oceanica* (Medtrix)
-  Zone d'herbier à *Cymodocea nodosa*
-  Zone d'herbier à *Cymodocea nodosa* (Medtrix)



Photographie 6 Photographies aériennes de l'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la plage des cigales géoréférencées sous QGIS

Station 3 Plage du Gaou Bénat

Le tableau 7 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la plage du Gaou Bénat.

Tableau 5 Synthèse des résultats de mesures de la plage du Gaou

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvrement	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station 3 - Gaou	43°6'30.9996" N 6°21'37.0008" E	3	988	BON	3,48	Déch faible	2,1	Herbier stable	80%	Fort recouvrement	43,1

L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette plage est un herbier sur roche discontinu qui est stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une bonne densité de faisceaux au m², un déchaussement faible et un fort recouvrement. Les feuilles sont longues pour la saison, avec un taux d'épiphytes de l'ordre de 20%, on retrouve tout de même une zone d'érosion et de nécrose dû à l'hydrodynamisme de la zone, en effet cette baie subit de fréquents coups d'Est en hiver. Tout comme sur la plage des Cigales il a été observé la présence d'algues filamenteuses et de l'espèce protégée *Cymodocea nodosa*³ entre la limite supérieure et la plage. Figure 6 et photographie 7

La limite supérieure de l'herbier se révèle ici aussi plus proche de la plage que ce que le site Medtrix indiquait, la figure 6 et les images réalisées en drone donne un aperçu de la réalité terrain. Photographie 8

³ Textes de références

Niveau national : art. L. 411-1 et s. & R. 411-1 et s. du C.Env (protection des espèces) ; art. L. 411-2 (4°) et R. 411-6 à R. 411-14 du C.Env (dérogations) ; arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées - art. 1.



Figure 5 Limite supérieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* et de l'herbier à *Cymodocea nodosa* au niveau de la plage du Gaou relevé par un plongeur, calquée sur les données de Medtrix.



Photographie 7 Herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la plage du Gaou, algues filamenteuses en bas à droite



Photographie 8 Photographies aériennes de l'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la plage du Gaou, géoréférencées sous QGIS

Station 4 Plage de la Favière

Le tableau 8 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la station 4, il s'agit de l'herbier qui se situe au plus proche de la plage de la Favière (Figure 7). C'est une station bien connue sur laquelle nous disposons de plusieurs années de suivis.

Tableau 6 Synthèse des résultats de mesures de la station 4 au plus proche de la plage

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvrement	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station 4 - Favière	43°7'10.0812" N 6°21'59.6412" E	10,5	785	EXCELLENT	6,30	Déch moyen	2,6	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	47,2

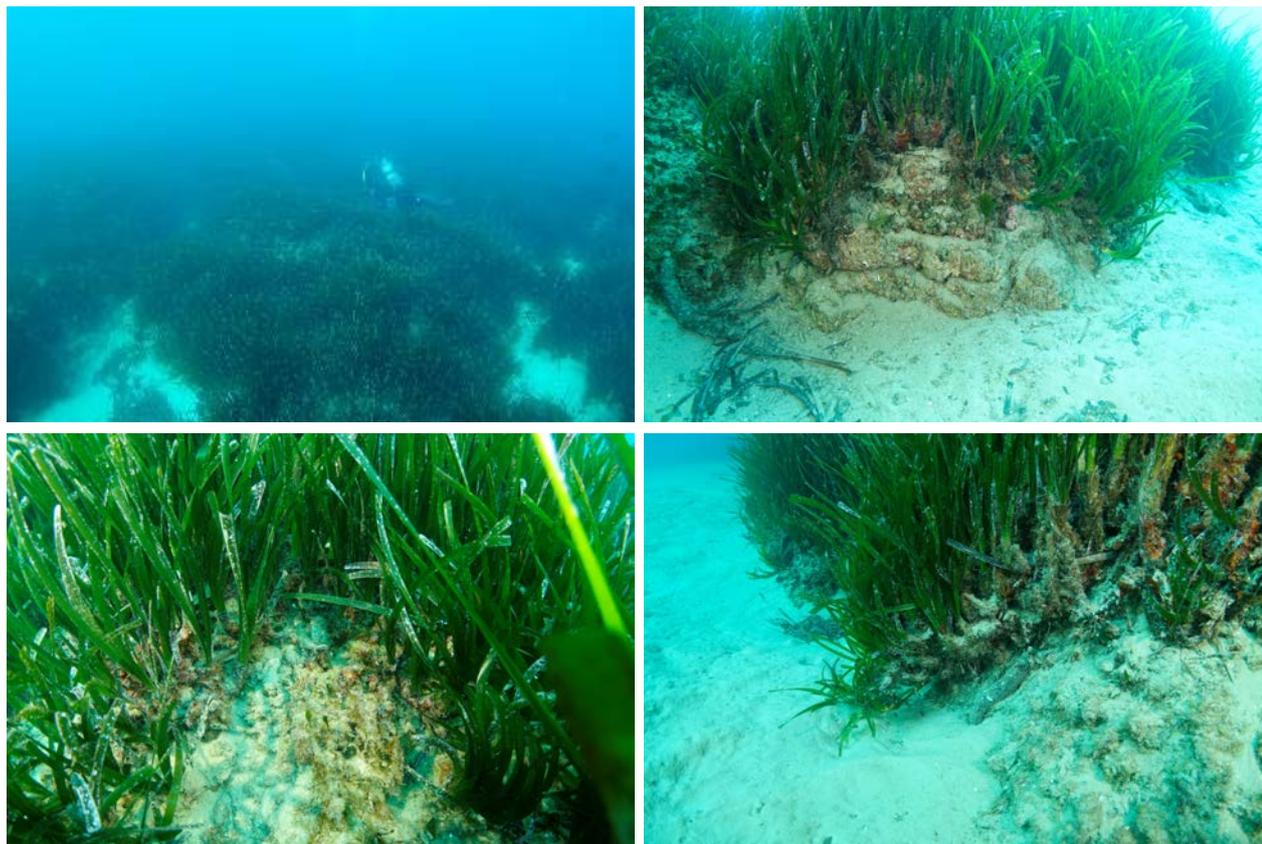
L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette station est un herbier sur matre morte et sable qui est stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une excellente densité de faisceaux au m², un déchaussement moyen et un fort recouvrement. Les feuilles sont longues pour la saison et peu épiphytées (20%).



Figure 6 Localisation de la station 4 par rapport à la plage de la Favière



Photographie 9 Photographie aérienne de la station 4 au plus proche de la plage de la Favière



Photographie 10 Herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la station 4.

Station 5 Plage du camp du Domaine

Le tableau 9 présente les données et les résultats obtenus au niveau de la station 5, il s'agit de l'herbier qui se situe au plus proche de la plage du camp du domaine (Figure 8).

Tableau 7 Synthèse des résultats de mesures de la station 5 au plus proche de la plage du camp du Domaine

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déch	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvrement	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station 5 - Domaine	43°6'44.2800" N 6°21'49.0212" E	5,5	1085	EXCELLENT	7,59	Déch moyen	3,9	Herbier stable	85%	Fort recouvrement	37,3

L'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de cette station est un herbier sur roche, continu vers la pointe de la Ris et qui devient discontinu sous forme de patch en s'approchant de la plage. Herbier qui semble stable (*i.e.* peu ou pas de progression compte tenu de son pourcentage de rhizomes plagiotropes), avec une excellente densité de faisceaux au m², un déchaussement moyen et un fort recouvrement. Les feuilles sont plus courtes que dans les autres stations, avec un taux d'épiphytes de l'ordre de 20%, on retrouve une zone d'érosion et de nécrose dû à l'hydrodynamisme de la zone, en effet cette baie subit de fréquents coups d'Est en hiver.

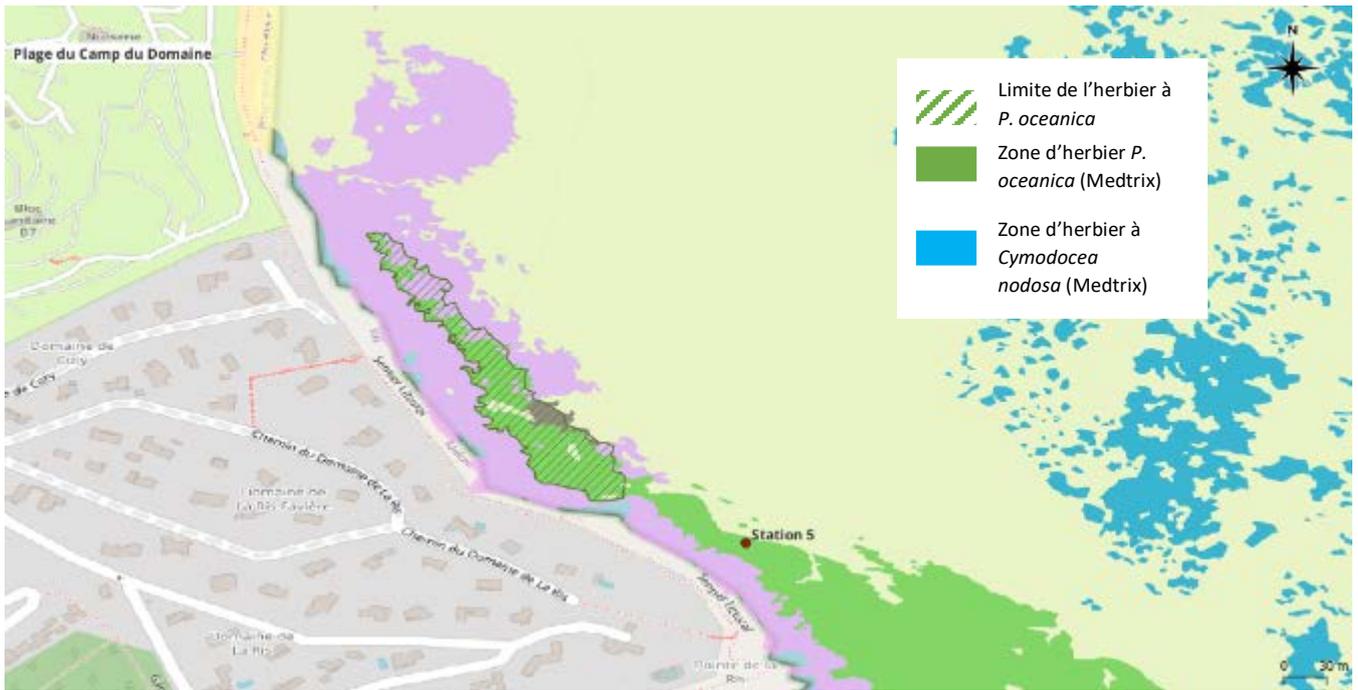


Figure 7 Limite supérieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* au plus proche de la plage du camp du Domaine relevé par un plongeur, calquée sur les données de Medtrix.



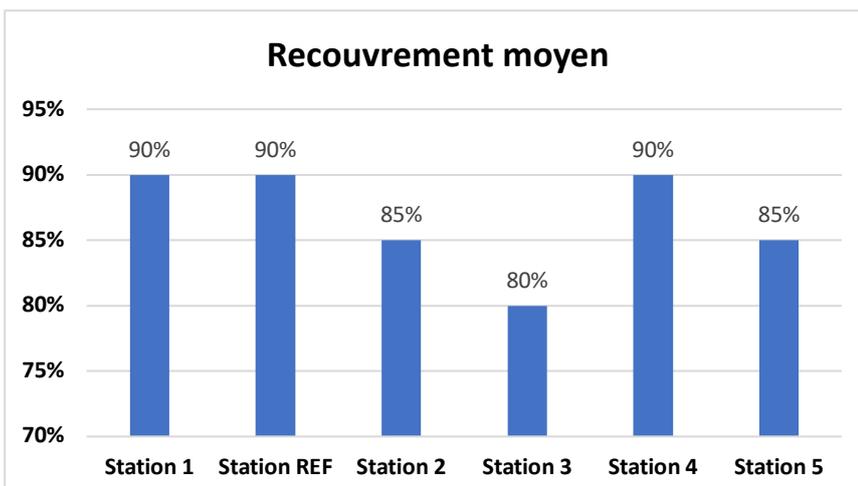
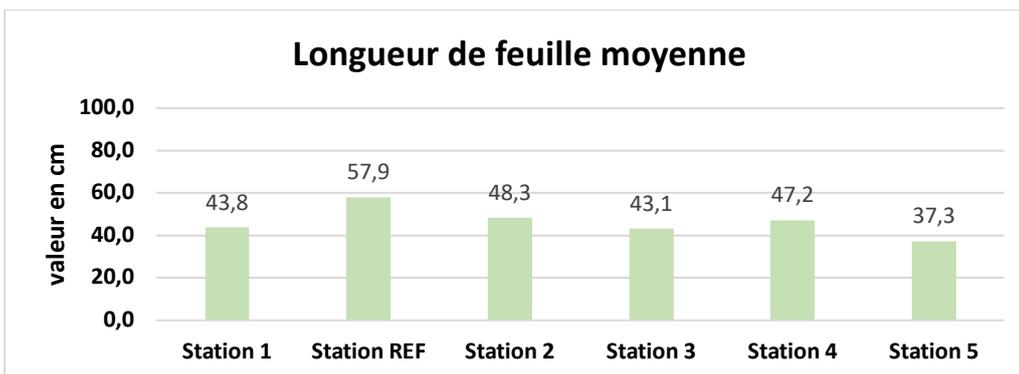
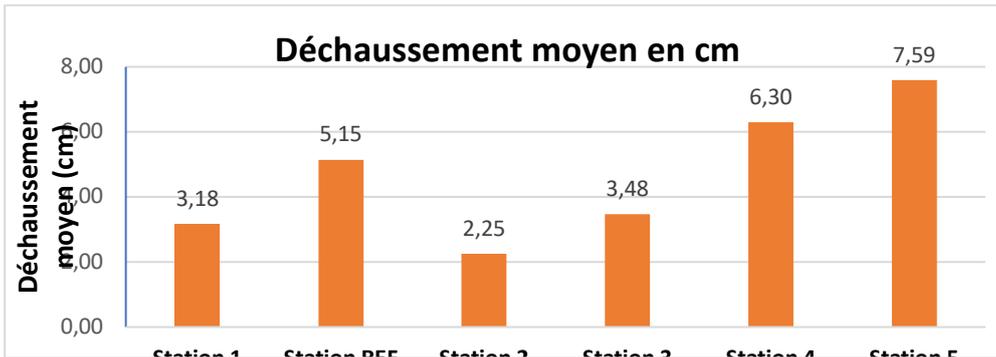
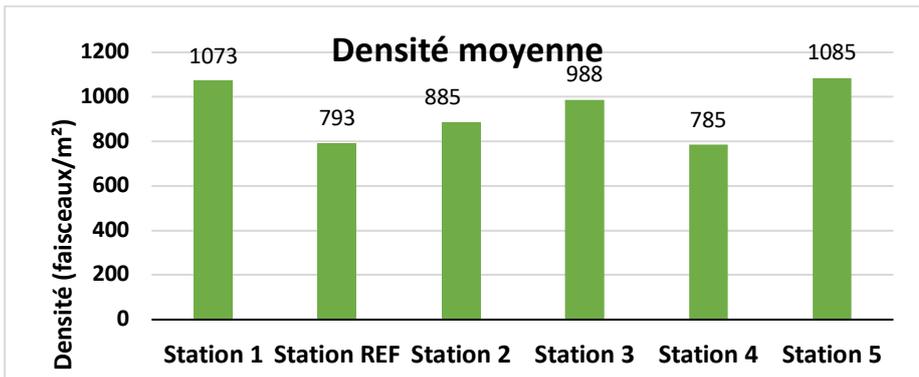
Photographie 11 Herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la station 5 au plus proche de la plage du camp du Domaine



Photographie 12 Photographies aériennes de l'herbier à *Posidonia oceanica* au niveau de la plage du camp du domaine géoréférencées sous QG

Synthèse des données environnementales

Stations	Coordonnées GPS	Prof (m)	Densité moyenne (nb faisceaux/m ²)	Classe de densité	Déchaussement moyen (cm)	Interprétation déché	% rhizomes plagiotropes	Interprétation rhizomes	% de recouvremen	Interprétation recouv	Long max de feuilles (cm)
Station1 - Porto Fino	43°5'44.0016" N 6°21'54.0000" E	2,5	1073	EXCELLENT	3,18	Déch faible	4,1	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	43,8
Station REF	43°6'12.6000" N 6°22'5.3400" E	6,5	793	EXCELLENT	5,15	Déch faible	0,0	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	57,8
Station 2 - Cigales	43°6'12.5388" N 6°22'4.2600" E	3	885	BON	2,25	Déch faible	2,6	Herbier stable	85%	Fort recouvrement	48,3
Station 3 - Gaou	43°6'30.9996" N 6°21'37.0008" E	3	988	BON	3,48	Déch faible	2,1	Herbier stable	80%	Fort recouvrement	43,1
Station 4 - Favière	43°7'10.0812" N 6°21'59.6412" E	10,5	785	EXCELLENT	6,30	Déch moyen	2,6	Herbier stable	90%	Fort recouvrement	47,2
Station 5 - Domaine	43°6'44.2800" N 6°21'49.0212" E	5,5	1085	EXCELLENT	7,59	Déch moyen	3,9	Herbier stable	85%	Fort recouvrement	37,3



Conclusion des investigations Faune-Flore protégées

Les herbiers de *Posidonia oceanica*, évalués au cours de cette étude, présentent un bon état écologique global. Cependant, des observations révèlent des feuilles plus courtes et des zones d'érosion dans les herbiers de la baie du Gaou et du Domaine. Ces altérations seraient attribuables à un hydrodynamisme intense résultant de leur exposition au Sud-Est, exposés à de fréquents coups de mer.

Deux espèces protégées, la *Cymodocea nodosa* et la nacre épineuse *Pinna rudis*, ont été identifiées. En raison de leur statut de protection et de leur proximité avec les plages sujettes à l'engraissement, une vigilance particulière est nécessaire.

Le traitement des photos aériennes, capturées par drone, au moyen d'un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) offre une opportunité d'améliorer la précision des données par rapport aux informations provenant de sources couramment employées telles que Medtrix, ainsi que par rapport aux limites établies par les plongeurs.

Pour une surveillance plus précise de l'impact de l'engraissement des plages, la mise en place de deux suivis serait intéressante. Premièrement, un suivi photographique utilisant des bornes de suivi FENO permettrait des relevés photographiques à la limite supérieure des herbiers de *Posidonia oceanica*, offrant ainsi un suivi précis de leur évolution écologique. Deuxièmement, l'évaluation du taux de sédimentation à l'aide de pièges à sédiments avant, pendant et après les travaux permettrait de déterminer le dépôt de sédiments sur les herbiers, potentiellement causé par l'engraissement des plages. Nous précisons que, à notre avis et ceci à la connaissance de la dynamique des herbiers, les mesures de taux de sédimentation seraient pertinentes pour évaluer l'impact des rechargement des plages en fournissant des données directes à la suite de chaque opération.

Nous notons que les mesures faites lors de ces investigations permettent d'indiquer que les précédents rechargements des plages n'ont pas été impactant pour les biocénoses en place en prenant les herbiers de posidonies comme espèce témoin ou sentinelle.

Bibliographie

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L. 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*, RAMOGE publ. : 1-202, ISBN 2- 905540-30-3, 204PP.

Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruzeck R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000. Le réseau de surveillance Posidonie de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA / Agence de l'Eau RMC / GIS Posidonie / CQEL 13 / CQEL 83 / Conseil Général 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 76 PP.

Pergent G., 2007. Protocole pour la mise en place d'une surveillance des herbiers de Posidonies. Programme « MedPosidonia » / CAR/ASP - Fondation d'entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer ; Mémoire d'Accord N°01/2007/RAC/SPA_MedPosidonia Nautilus-Okianos: 24p + Annexes.

*****/*****