

Port-abri de Saint-Honorat

Inventaire espèces marines

Analyse qualité de l'eau et des sédiments



Juillet 2023

Citation du document :

Jouvenel J.-Y., Picard I., 2023. Port-abri Saint-Honorat. Inventaire espèces marines et Analyse qualité de l'eau et des sédiments. P2A Développement (31 p.).

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
2. METHODOLOGIE D'INTERVENTION	6
2.1. ZONE D'ETUDE	6
2.2. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES	6
2.3. SUIVI SCIENTIFIQUE DES HERBIERS DE POSIDONIE	7
2.4. QUALITE DES SEDIMENTS.....	13
2.5. QUALITE DE L'EAU	15
3. CAMPAGNE DE TERRAIN	17
4. RESULTATS.....	18
4.1. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES	18
4.2. CARACTERISATION DE L'ETAT DE VITALITE DE L'HERBIER	20
4.2.1. <i>Station Ouest</i>	20
4.2.1. <i>Station Chenal</i>	21
4.2.1. <i>Station Est</i>	22
4.3. QUALITE DES SEDIMENTS.....	23
4.3.1. <i>Granulométrie</i>	23
4.3.2. <i>Qualité physico-chimique</i>	24
4.4. QUALITE DE L'EAU	26
5. CONCLUSIONS.....	27
5.1. SYNTHESE DES RESULTATS.....	27
5.2. RECOMMANDATIONS AU MAITRE D'OUVRAGE	27
6. BIBLIOGRAPHIE.....	28
7. ANNEXE	29

Tables des illustrations

Figure 1. Localisation de la zone d'étude (en vert) - (GoogleEarth modifié P2A).....	5
Figure 2. Localisation de la zone d'étude (P2A Développement)	6
Figure 3. Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement).	7
Figure 4. Balise implantée en limite d'herbier zone Est (P2A Développement)	7
Figure 5. Carte de localisation des stations de suivi des herbiers de posidonie (P2A Développement)	8
Figure 6. Présentation des différents types de limite inférieure de l'herbier de posidonies	8
Figure 7. Plongeur faisant des relevés sur les herbiers de posidonies et quadrat utilisé pour mesurer la densité des faisceaux (P2A Développement).....	9
Figure 8. Estimation du recouvrement (P2A Développement)	11
Figure 9. Convention pour la mesure du déchaussement des rhizomes plagiotropes (à gauche) et orthotropes (à droite), d'après Boudouresque et al. (1980) et photographie de la mesure du déchaussement (P2A Développement).....	12
Figure 10. Localisation des points de prélèvements eau et sédiments (P2A Développement).....	13
Figure 11. Prélèvements de sédiment à la pelle et homogénéisation en surface (P2A Développement).	14
Figure 12. Flacons de l'échantillon de sédiments S1 (P2A Développement)	14
Figure 13. Semi-rigide Zeppelin utilisé lors des missions (P2A Développement)	17
Figure 14. Herbiers de posidonie (P2A Développement).....	18
Figure 15. Herbiers de cymodocée (P2A Développement).....	18
Figure 16. Cartographie des biocénoses – Juin 2023 (P2A Développement).....	19
Figure 17. Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique.....	23
Tableau 1 : Classification de la limite d'herbier	9
Tableau 2 : Classification des densités de l'herbier de posidonies en fonction de la profondeur. La densité d'un herbier est classée en « très bonne », « bonne », « moyenne », « médiocre » ou « mauvaise » (Pergent, 2007).....	10
Tableau 3 : Classification du recouvrement d'herbier	11
Tableau 4 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées le long du balisage (Lizaud O., Serantoni Ph., 2006).....	12
Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier (tendance à la progression) en fonction des pourcentages moyens mesurés en limite d'herbier	12
Tableau 6 : Classification des sédiments selon leur composition granulométrique.....	23
Tableau 7 : Paramètres physico-chimique des sédiments	24
Tableau 8 : Paramètres de qualité des sédiments	25

1. Introduction

La Ville de Cannes porte un projet de confortement des ouvrages du port-abri de l'île de Saint-Honorat. Celui-ci découle d'un diagnostic de 2015 constatant de nombreuses inadaptations du quai de chargement, la vétusté des dispositifs d'amarrage et un désordre important des enrochements et des digues.

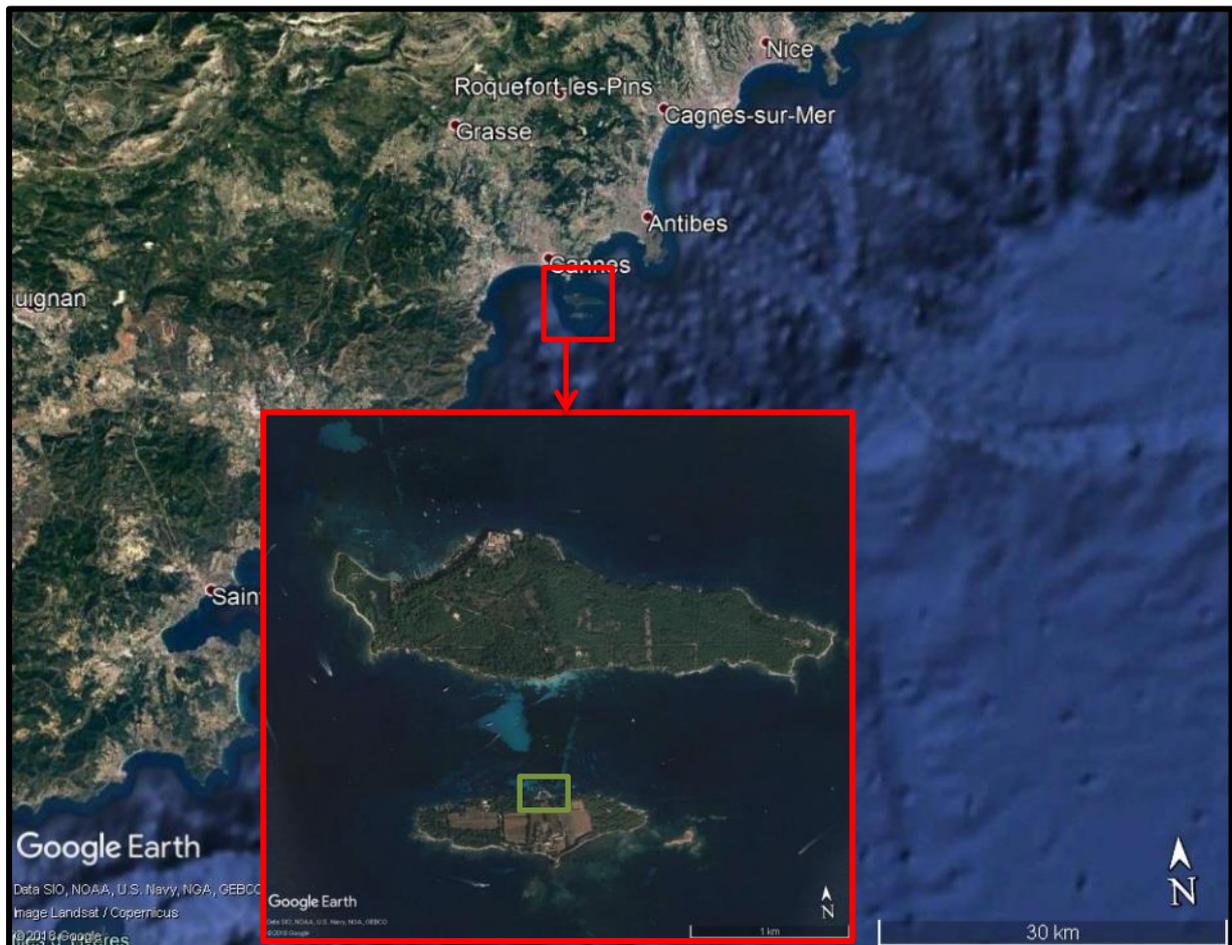


Figure 1. Localisation de la zone d'étude (en vert) - (GoogleEarth modifié P2A)

Une mise à jour des inventaires faune/flore est requise, afin d'identifier les différents enjeux écologiques de la zone d'étude et les comparer le cas échéant avec les relevés antérieurs et d'actualiser les études en cours avant la réalisation des travaux.

Pour cela, une mission d'investigation du milieu marin a été réalisée en juin 2023. Elle comprenait :

- L'actualisation de la cartographie des herbiers de phanérogames présents (posidonie et cymodocée),
- La mesure de la vitalité de l'herbier de posidonie,
- Des prélèvements d'eau et de sédiments pour caractériser la qualité de ces derniers.

2. Méthodologie d'intervention

2.1. Zone d'étude

La zone d'étude inclus le port-abri et ses abords, ainsi que localisé sur la carte ci-dessous.

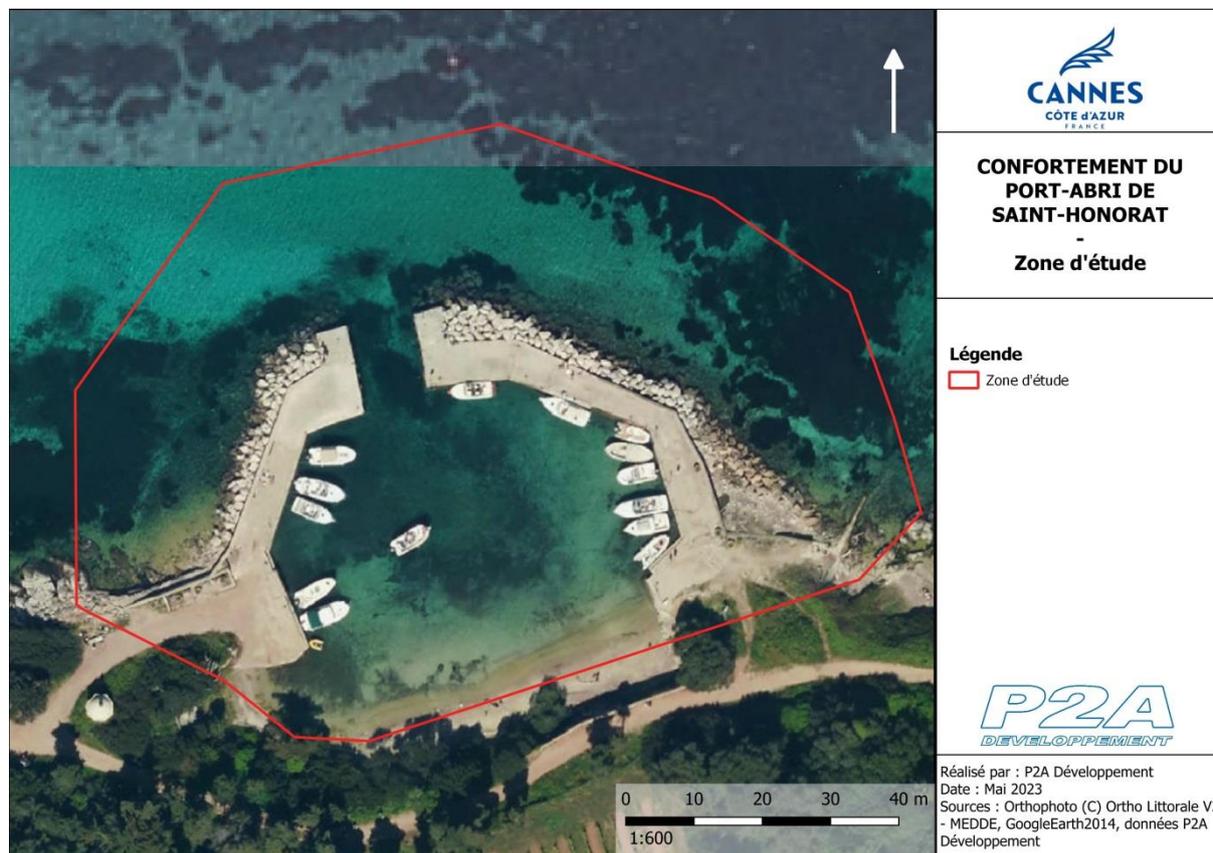


Figure 2. Localisation de la zone d'étude (P2A Développement)

2.2. Cartographie des biocénoses

Pour réaliser l'actualisation de la cartographie des herbiers de phanérogames, un levé cartographique a été réalisé avec un DGPS de précision submétrique (30 cm en moyenne) utilisé en rover flottant guidé par un observateur scientifique. La bouée est équipée en partie sous-marine d'un fil à plomb avec enrouleur réglé à une hauteur d'environ 1 m au-dessus du fond, permettant un alignement précis du GPS en surface avec la cible. Le DGPS envoie ses données à une tablette durcie gérée sur notre embarcation par l'opérateur de surface.

L'identification des lignes et des points de levés se fait de vive voix en direct sur le logiciel de cartographie GlobalMapper®.



Figure 3. Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement).

Les biocénoses présentes sont contourées directement à vue (pour des profondeurs inférieures à 10-15 mètres avec de bonnes conditions de visibilité). Pour la cartographie d'herbiers, les tâches isolées sont distinguées à partir du moment où elles sont à une distance de plus de 2 m de l'implantation principale.

L'opération est réalisée par une équipe de 3 personnes : 2 plongeurs scientifiques professionnels et un surveillant de surface / pilote, mobilisant une embarcation de type semi-rigide permettant d'accéder à la zone d'étude.

2.3. Suivi scientifique des herbiers de posidonie

Pour l'étude de l'évolution de l'herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*, Delile 1813), **trois stations de vitalité** ont été implantées, selon la répartition suivante :

- station E, dans l'herbier situé à l'Est du port (suivie en 2015) ;
- station O, dans l'herbier situé à l'Ouest du port (suivie en 2015) ;
- station C, dans le chenal (suivie en 2018).

Il a été réalisé un balisage permanent de ces stations afin de répliquer le plus fidèlement possible les mesures au cours des éventuels suivis ultérieurs en implantant une borne Feno® au droit de la station.



Figure 4. Balise implantée en limite d'herbier zone Est (P2A Développement)

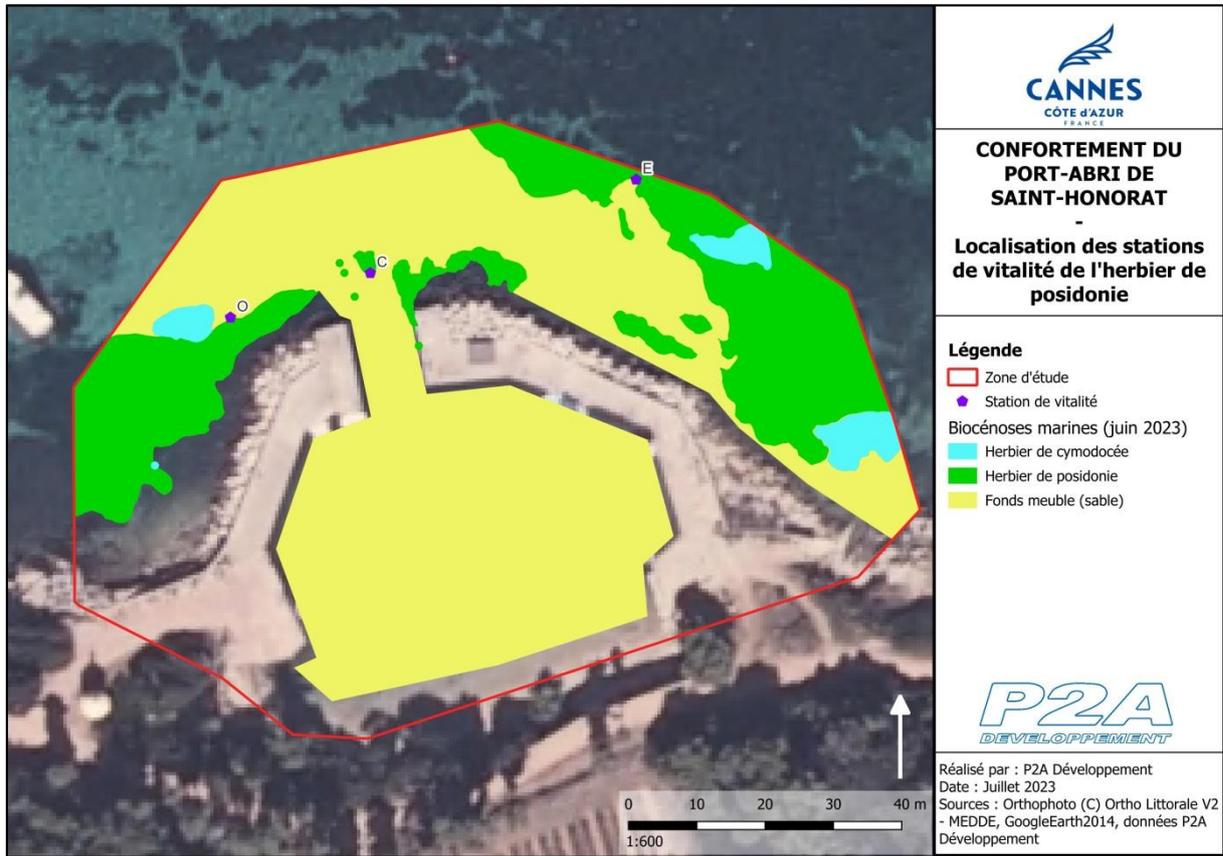
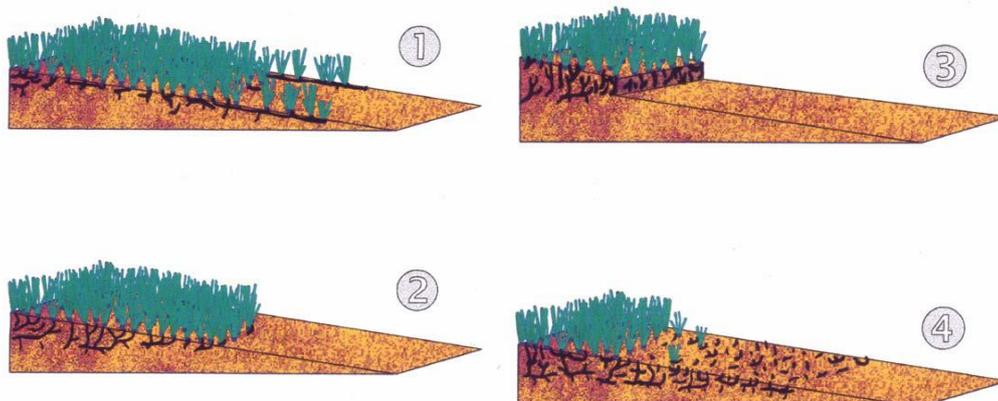


Figure 5. Carte de localisation des stations de suivi des herbiers de posidonie (P2A Développement)

Pour chaque station, un binôme de plongeurs scientifiques, expert dans la caractérisation des herbiers, a collecté les données correspondant aux paramètres détaillés ci-après.

- **Type et état de la limite de l'herbier**

Le type de limite inférieure de l'herbier est déterminé selon les typologies ci-dessous :



1 = limite progressive ; 2 = limite franche ; 3 = limite érosive ; 4 = limite régressive (d'après Meinesz & Laurent, 1978, modifié par Boudouresque, redessiné par Palluy).

Figure 6. Présentation des différents types de limite inférieure de l'herbier de posidonies

La classification de Pergent (2007) est également utilisée pour qualifier l'état de la limite de l'herbier :

Tableau 1 : Classification de la limite d'herbier

Type de limite	Caractéristiques principales	Interprétation
Progressive	Présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite	Très Bonne
Franche à fort recouvrement	Limite nette présentant un recouvrement supérieur à 25%	Bonne
Franche à faible recouvrement	Limite nette présentant un recouvrement inférieur à 25%	Normale
Clairsemée	Densité inf. à 100 faiscs./m ² , recouvrement inf. à 15%	Médiocre
Régressive	Présence de matte morte avant la limite	Mauvaise

- **Morphologie générale de l'herbier**

La morphologie générale de l'herbier est mentionnée : herbier continu, discontinu, en mosaïque (avec alternance d'herbier et de matte morte, de roche et/ou sables)

- **Nature du fond**

La nature du fond sera consignée : substrat meuble (sables fin / coquillier / grossier ou sablo-vaseux) ou substrat dur (roche).

- **Structures érosives**

Les structures érosives observées seront caractérisées : intermattes, tombant ou rivière de mattes seront localisées.

- **Densité des faisceaux**

Le faisceau est défini comme un ensemble de feuilles de posidonie regroupées autour d'un même axe de croissance. La base du faisceau de posidonie est entourée par les écailles des anciennes feuilles qui se sont détachées du faisceau. Par convention, les faisceaux en cours de division sont considérés comme différents à partir du moment où une écaille (traduisant la chute d'une feuille) est visible entre les deux nouveaux faisceaux. La densité des faisceaux est établie en comptant les faisceaux de feuilles dans des quadrats de 0,2 x 0,2 m soit 0,04 m². Il est proposé de réaliser **5 répliquats** par station. Les répliquats permettent de calculer un nombre moyen de faisceaux /m² pour chacune des stations.



Figure 7. Plongeur faisant des relevés sur les herbiers de posidonies et quadrat utilisé pour mesurer la densité des faisceaux (P2A Développement)

Une classification de la vitalité de l’herbier selon la profondeur a été proposée d’après les critères de Pergent-Martini et Pergent. L’interprétation de la densité de l’herbier de posidonies est également évaluée selon le tableau suivant :

Tableau 2 : Classification des densités de l'herbier de posidonies en fonction de la profondeur. La densité d’un herbier est classée en « très bonne », « bonne », « moyenne », « médiocre » ou « mauvaise » (Pergent, 2007).

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
4	>1000	1000-792	792-585	585-377	<377
5	>942	942-742	742-543	543-343	<343
6	>887	887-696	696-504	504-312	<312
7	>836	836-652	652-468	468-284	<284
8	>788	788-611	611-435	435-259	<259
9	>742	742-573	573-404	404-235	<235
10	>699	699-538	538-376	376-214	<214
11	>659	659-504	504-350	350-195	<195
12	>621	621-473	473-325	325-177	<177
13	>585	585-444	444-303	303-161	<161
14	>551	551-416	416-282	282-147	<147
15	>519	519-391	391-262	262-134	<134
16	>489	489-367	367-244	244-122	<122
17	>461	461-344	344-227	227-111	<111
18	>434	434-323	323-212	212-101	<101
19	>409	409-303	303-197	197-92	<92
20	>385	385-285	285-184	184-83	<83
21	>363	363-267	267-172	172-76	<76
22	>342	342-251	251-160	160-69	<69
23	>322	322-236	236-149	149-63	<63
24	>304	304-221	221-139	139-57	<57
25	>286	286-208	208-130	130-52	<52
26	>269	269-195	195-121	121-47	<47
27	>254	254-184	184-113	113-43	<43
28	>239	239-173	173-106	106-39	<39
29	>225	225-162	162-99	99-36	<36
30	>212	212-152	152-92	92-32	<32
31	>200	200-143	143-86	86-30	<30
32	>188	188-135	135-81	81-27	<27
33	>178	178-127	127-76	76-24	<24
34	>167	167-119	119-71	71-22	<22
35	>158	158-112	112-66	66-20	<20
36	>148	148-105	105-62	62-18	<18
37	>140	140-99	99-58	58-17	<17
38	>132	132-93	93-54	54-15	<15
39	>124	124-87	87-51	51-14	<14
40	>117	117-82	82-47	47-13	<13

- **Taux de recouvrement**

Le recouvrement est estimé par l'analyse de clichés pris au droit de chaque station, avec mise en place d'une pige d'un mètre pour visualiser l'étendue de la surface couverte (10 photographies sont réalisées pour chaque station). Un quadrillage est ensuite appliqué sur la prise de vue. Les carrés contenant de l'herbier sont comptés pour estimer le recouvrement de chaque prise de vue. La moyenne des résultats permet d'obtenir la valeur du recouvrement.

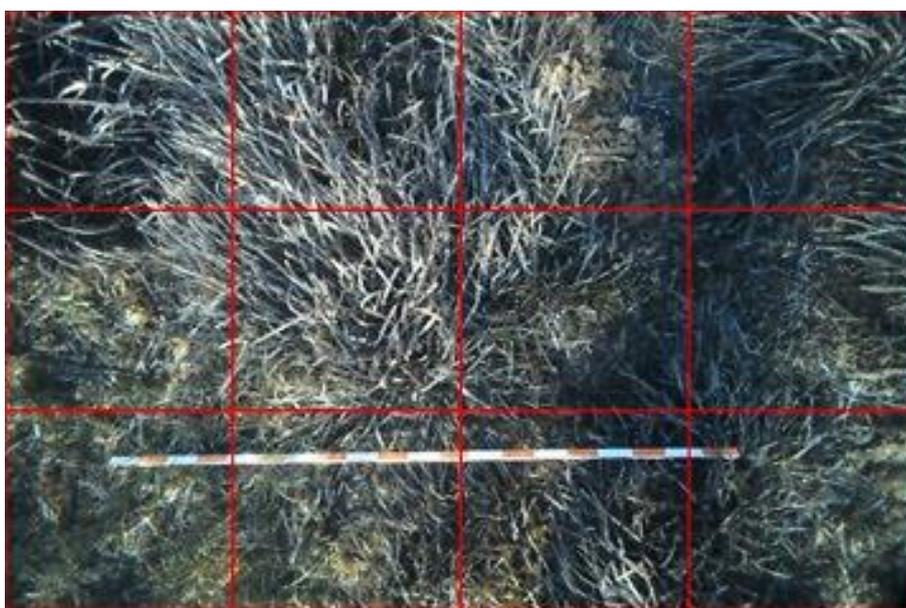


Figure 8. Estimation du recouvrement (P2A Développement)

L'interprétation des résultats est réalisée en utilisant la grille suivante (Charbonnel et *al.*, 2000) :

Tableau 3 : Classification du recouvrement d'herbier

Recouvrement (%)	Interprétation
>80%	Très fort recouvrement
60% < valeur < 80%	Fort recouvrement
40% < valeur < 60%	Recouvrement moyen
20% < valeur < 40%	Faible recouvrement
< 20%	Très faible recouvrement

- **Déchaussement**

Le déchaussement des rhizomes de posidonie correspond à :

- Pour un rhizome orthotrope, à la distance entre la base des feuilles et la surface du sédiment, moins 2 cm ;
- Pour un rhizome plagiotrope, à la distance entre la partie inférieure des rhizomes et la surface du sédiment.

Les mesures s'effectuent directement en plongée à l'aide d'une règle graduée au millimètre dans chacune des stations avec **5 répliqués** par station.

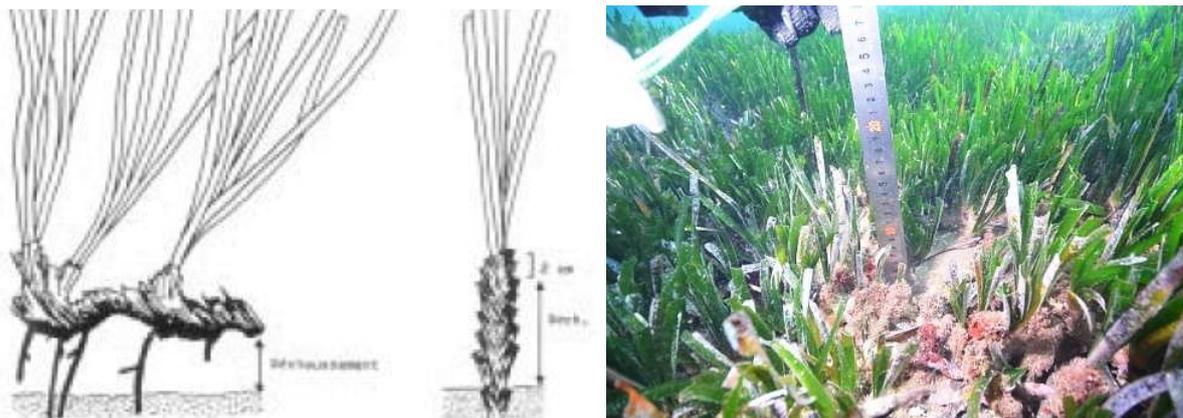


Figure 9. Convention pour la mesure du déchaussement des rhizomes plagiotropes (à gauche) et orthotropes (à droite), d'après Boudouresque et al. (1980) et photographie de la mesure du déchaussement (P2A Développement)

Tableau 4 : Échelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées le long du balisage (Lizaud O., Serantoni Ph., 2006)

Déchaussement (valeurs seuils)	Interprétation
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5 – 15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement important

- **Proportion de rhizomes plagiotropes (traçants)**

Les rhizomes de posidonie peuvent croître soit horizontalement (rhizomes plagiotropes), ce qui permet à l'herbier de rétablir ou d'étendre sa surface de recouvrement, soit verticalement (rhizomes orthotropes) pour lutter contre l'enfouissement. La proportion de rhizomes plagiotropes par rapport aux rhizomes orthotropes sera déterminée en limite d'herbier (en %) sur chacune des stations.

La proportion de rhizomes plagiotropes permet de connaître la dynamique de colonisation des différentes tâches d'herbier.

Tableau 5 : Interprétation de la vitalité de l'herbier (tendance à la progression) en fonction des pourcentages moyens mesurés en limite d'herbier

Pourcentage de rhizomes plagiotropes (valeurs seuils)	
Interprétation	
Inférieur à 30 %	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
30 % à 70 %	Légère tendance à la progression
Supérieur à 70 %	Nette tendance à la progression

- **Longueur des feuilles**

Pour chaque station, les feuilles sont dénombrées au niveau de 20 faisceaux et la longueur de la feuille la plus longue de chacun des 20 faisceaux est mesurée.

Les mesures biométriques sont effectuées selon la méthode non destructive définie par Gobert *et al.* (2009) pour le calcul de l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index). Ainsi, les mesures sont réalisées en plongée, sans prélèvement de faisceaux ni découpe des feuilles. La mesure de la longueur maximale (Lmax) des feuilles est réalisée depuis la base de la feuille jusqu'à la limite de la dernière écaille.

- **Diversité des espèces à l'intérieur et autour de l'herbier**

La diversité des espèces dans les herbiers sera établie grâce à un inventaire de la faune visible en plongée (poissons et invertébrés). Cet inventaire sera mené par un plongeur biologiste marin muni d'une plaquette immergeable permettant de noter les noms d'espèces sous l'eau. Le plongeur note à chaque fois qu'il rencontre une nouvelle espèce dans son champ de vision. Le nombre d'individus observés, ainsi que le stade (adulte / juvénile) est également indiqué. Les observations remarquables sont géoréférencées.

Les résultats de cette collecte de données sont présentés sous forme de tableaux de synthèse avec l'interprétation des valeurs obtenues, en comparaison avec les valeurs seuil connues et avec les études similaires menées dans la région méditerranéenne (notamment les grilles d'analyse des herbiers de posidonies de Charbonnel *et al.*). Les différents paramètres mesurés sur les herbiers de posidonies permettront de statuer sur leur état de santé actuel.

2.4. Qualité des sédiments

Il a été réalisé des prélèvements de sédiments au niveau de 2 stations, comme indiqué sur le plan ci-après.

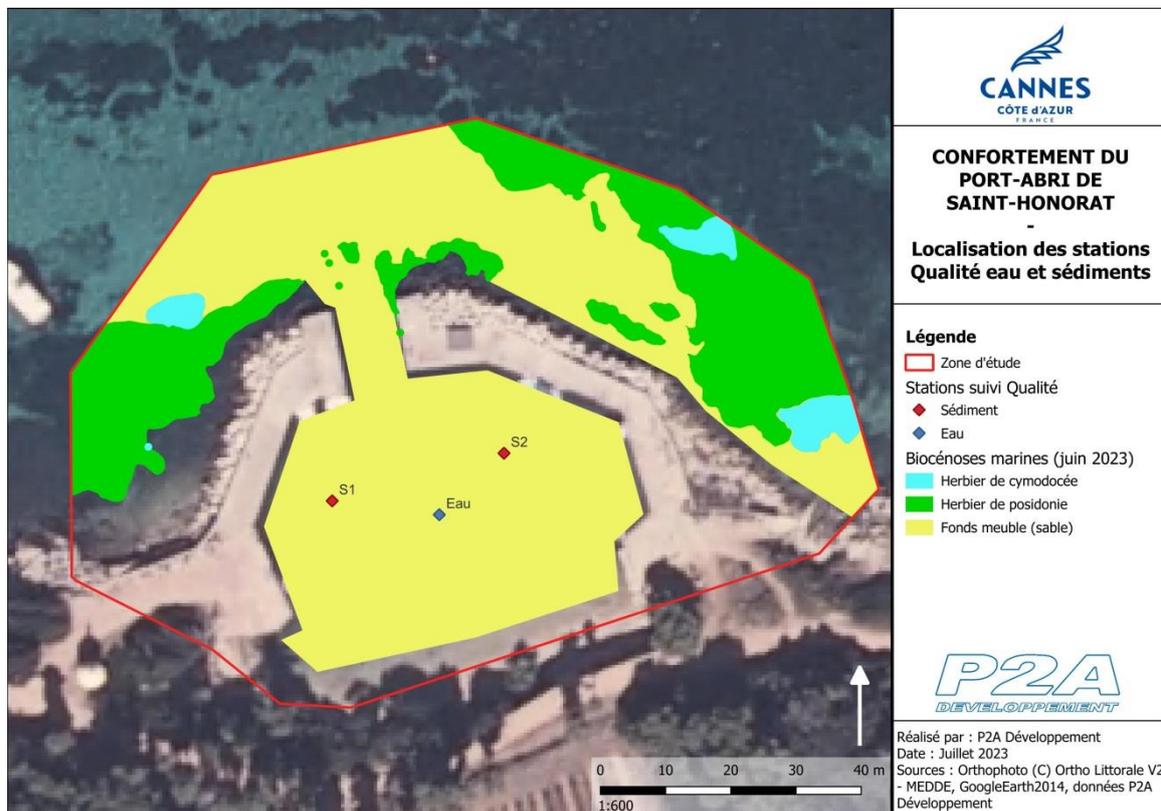


Figure 10. Localisation des points de prélèvements eau et sédiments (P2A Développement)

Les prélèvements ont été effectués de façon manuelle par un plongeur, à l'aide d'une pelle à sédiment en inox. Le sédiment a été pelleté délicatement et transféré dans un sac hermétique posé sur le fond. Une fois la quantité de sédiment prélevée suffisante, le sac est fermé et remonté en surface, garantissant la conservation de l'intégralité du prélèvement. Cette technique est particulièrement adaptée pour les petits fonds et les fonds compacts.



Figure 11. Prélèvements de sédiment à la pelle et homogénéisation en surface (P2A Développement)

A chaque station sont réalisés 3 prélèvements de dépôts particulaires très fins (couche néphéloïde) de sédiment superficiels. Les 3 répliquas sont mélangés de façon à obtenir un échantillon moyen, soit 1 échantillon par station.

Tous les points de prélèvements sont géoréférencés grâce au GPS différentiel.

Chaque échantillon est étiqueté avec le numéro de la station, la date et l'heure de prélèvement. Ils sont conditionnés dans des flacons fournis par le laboratoire d'analyse, étiquetés et conservés en glacière réfrigérée jusqu'à l'envoi.



Figure 12. Flacons de l'échantillon de sédiments S1 (P2A Développement)

Les échantillons prélevés ont été analysés par un laboratoire spécialisé, agréé COFRAC. Les paramètres suivants ont été testés :

Paramètres qualité des sédiments
<ul style="list-style-type: none">• Masse volumique• Teneur en Matière Organique Totale (Perte au feu à 550°C / 48 h)• Matière sèche• pH• Granulométrie complète du sédiment• Carbone organique total• Teneur en Aluminium
Substances polluantes <ul style="list-style-type: none">• Métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc)• Hydrocarbures polycycliques aromatiques (16HAP)• Polychlorobiphényles (PCB)• Organoétains (TBT-DBT-MBT)
Nutriments <ul style="list-style-type: none">• Azote• Phosphore

La qualité est évaluée en utilisant les seuils de référence N1 et N2 fournis par l'arrêté du 9 août 2006¹ et par l'arrêté du 17 juillet 2014² pour les contaminants (métaux lourds, HAP et PCB).

Il est considéré que la qualité est bonne si la valeur est inférieure au seuil N1, moyenne si elle se situe entre le seuil N1 et le N2, et mauvaise si elle dépasse le seuil N2. Un code couleur associé permet de visualiser rapidement la qualité globale des sédiments.

Valeur	< N1 : Bonne qualité	N1 < valeur < N2 : Qualité moyenne	> N2 : Qualité mauvaise
--------	----------------------	------------------------------------	-------------------------

2.5. Qualité de l'eau

Conformément aux dispositions de la directive 2006/7/CE, les paramètres réglementés pour la qualité des eaux de baignade sont les indicateurs *Escherichia coli* et entérocoques intestinaux. Leur présence dans l'eau indique une contamination d'origine fécale plus ou moins forte en fonction des concentrations relevées.

¹ Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

² Arrêté du 17 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement - Article 1.

Le prélèvement d'eau a été réalisé en respectant le protocole adapté, en évitant toute contamination de l'échantillon. Une station est échantillonnée (cf. Figure 10).

Le rapport relatif à la qualité de l'eau et des sédiments comporte l'interprétation des résultats des analyses d'eau et permet de qualifier la qualité microbiologique en « bon », « moyen » ou « mauvais » selon les valeurs obtenues.

3. Campagne de terrain

La mission de terrain s'est déroulée le 7 juin 2023.

L'équipe mobilisée était constituée des personnels suivants :

- Ingrid Picard, ingénieure d'études en milieu marin, plongeuse professionnelle Classe 1B ;
- Cyrille Gournay, assistante, plongeuse professionnelle Classe 1B ;
- Valentine Camille, technicienne scientifique, plongeuse professionnelle Classe 2B.

Conditions météo : les conditions environnementales étaient favorables avec un vent de force 1 à 2 (1 à 11 km/h), une visibilité d'environ 10 à 15 mètres et un plan d'eau calme.

L'intervention a mobilisé également une embarcation légère, du matériel de prise de vue sous-marine (caméra haute définition avec éclairages d'appoint), le matériel spécifique aux mesures dans les herbiers de posidonie et de cymodocée (quadrat, réglet, tablette, compas, pige, etc.) ainsi que du matériel de géoréférencement (tablette durcie et DGPS de précision submétrique).



Figure 13. Semi-rigide Zeppelin utilisé lors des missions (P2A Développement)

4. Résultats

4.1. Cartographie des biocénoses

La délimitation des herbiers de cymodocée et de posidonie observés dans la zone d'étude a été cartographiée et synthétisée sur la carte ci-après.

On observe une implantation des herbiers observés lors des campagnes de terrain de 2015 et 2018 similaire à celle relevée lors de la campagne de juin 2023.

Aucun herbier n'a été observé à l'intérieur du port-abri, ils sont tous localisés à l'extérieur du port ainsi que dans le chenal et sur la paroi du quai côté Est.



Figure 14. Herbiers de posidonie (P2A Développement)



Figure 15. Herbiers de cymodocée (P2A Développement)

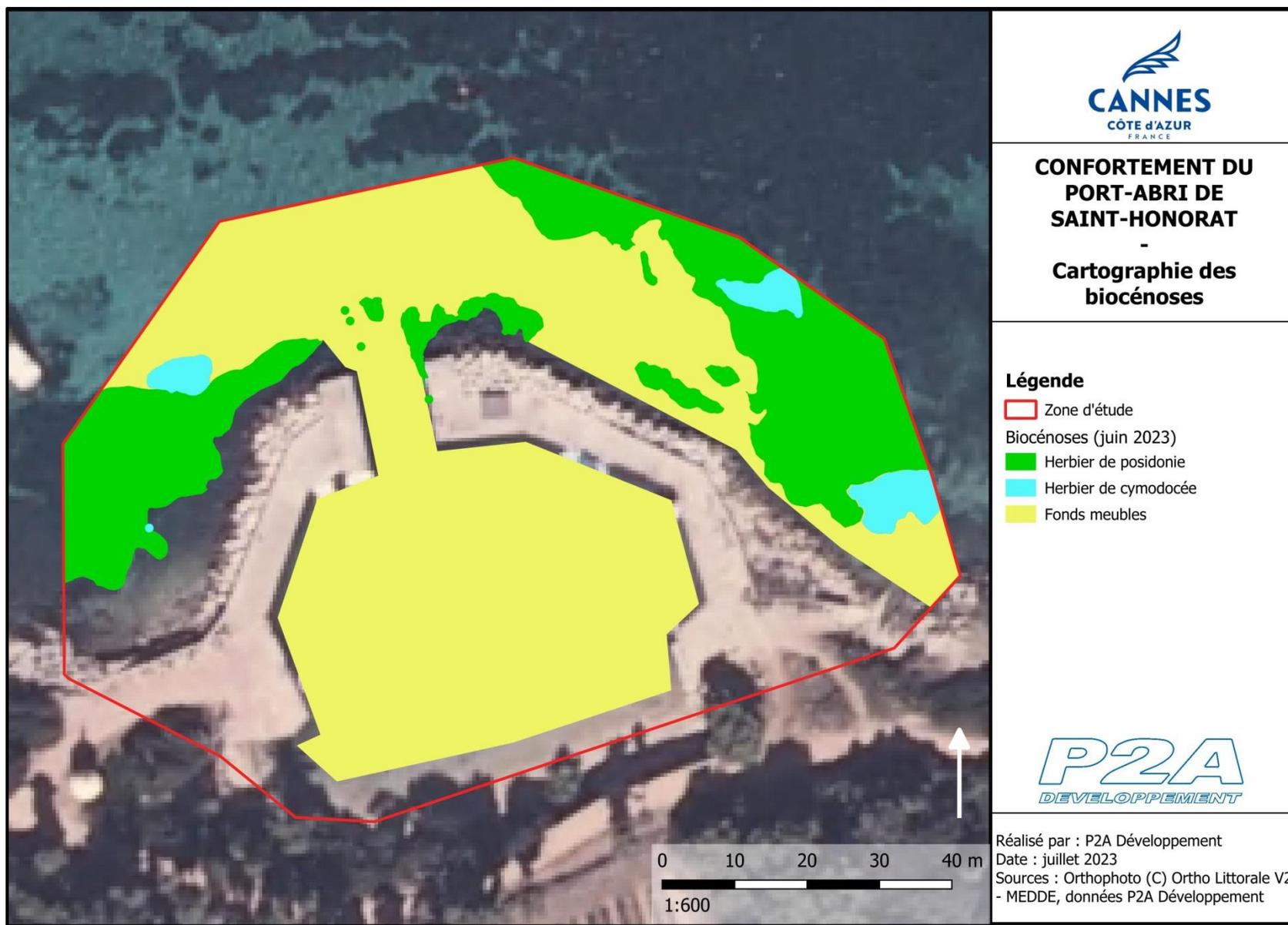


Figure 16. Cartographie des biocénoses – Juin 2023 (P2A Développement)

4.2. Caractérisation de l'état de vitalité de l'herbier

La vitalité des herbiers a été évaluée au niveau des 3 stations de suivi.

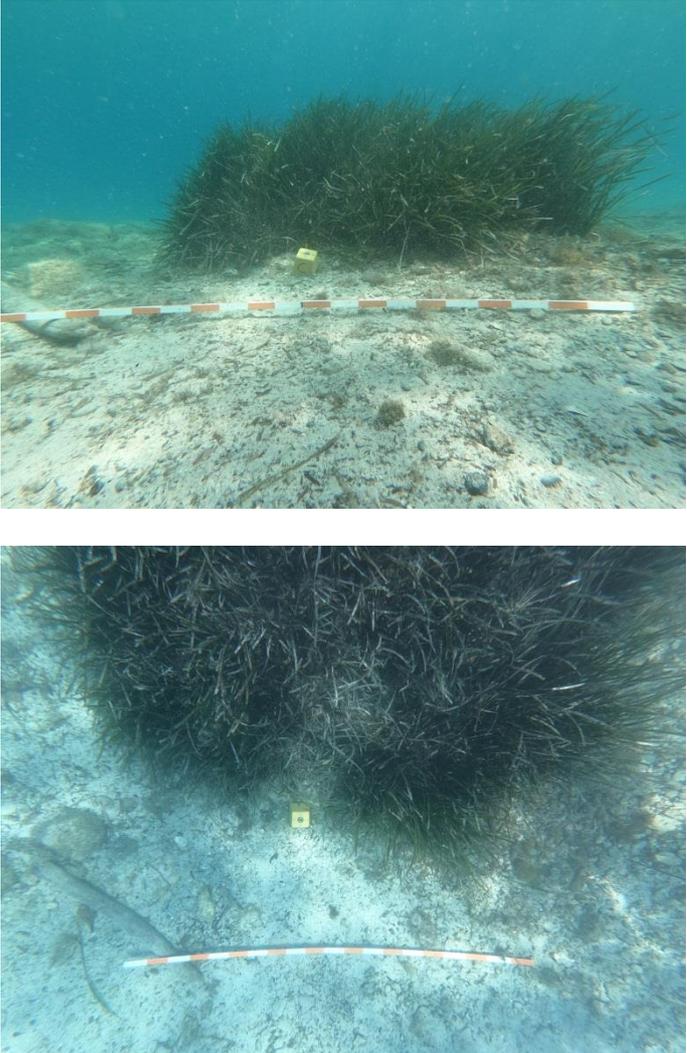
4.2.1. Station Ouest

Station	Posidonie	
Date	07/06/2023	
Observateur	IP	
Profondeur (m)	3,2	
Limite	Erosive	
Type d'herbier	Continu	
Morphologie	plaine	
Nature du fond	Sable grossier	
Densité foliaire (nb faisceaux/m ²)	755 ± 363	
Pergent 2007	Moyenne	
Nombre de feuilles par faisceau	4,95 ± 1,4	
Lmax (cm)	47,75 ± 17,9	
Recouvrement	88,2 ± 15	
Classification	Très fort recouvrement	
Déchaussement orthotrope	4,4	
plagiotrope	2,6	
Classification	Déchaussement faible	
% plagio/ortho	0%	
Interprétation	Herbier stable, peu ou pas de progression	
Observations		Etat de vitalité : moyen
Epiphytes	oui	
Broutage	oui	
Faune / flore	Sars à tête noire, castagnoles	

L'herbier situé à l'ouest du port est principalement implanté le long de la digue. Il apparaît comme présentant une bonne vitalité, avec une densité foliaire moyenne mais un très bon recouvrement. Le déchaussement est faible et l'herbier globalement stable. L'herbier, épiphyté, montre également des signes de broutage.

Par rapport aux données de septembre 2015, la densité foliaire est légèrement supérieure (755 contre 615 faisceaux/m² en 2015) et le recouvrement est en augmentation, passant de 64% à 88%.

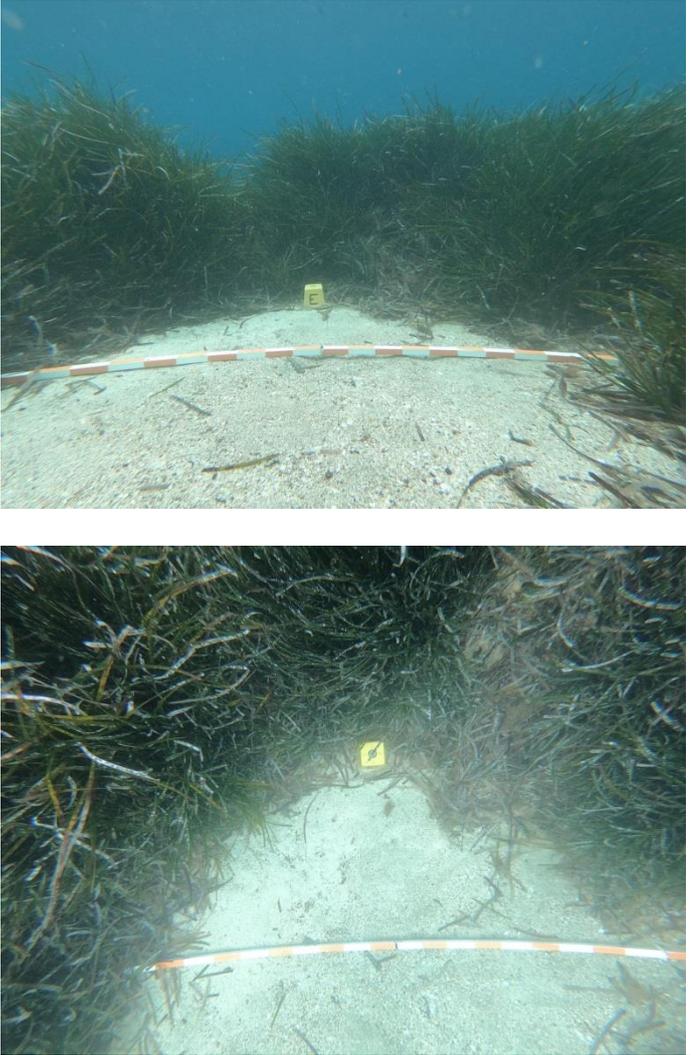
4.2.1. Station Chenal

Station	Posidonie		
Date	07/06/2023		
Observateur	VC		
Profondeur (m)	2,8		
Limite	Franche		
Type d'herbier	Discontinu		
Morphologie	plaine		
Nature du fond	Sable grossier		
Densité foliaire (nb faisceaux/m ²)	785 ± 232		
Pergent 2007	Moyenne		
Nombre de feuilles par faisceau	6,4 ± 2,3		
Lmax (cm)	60,6 ± 9,4		
Recouvrement	83,5 ± 12		
Classification	Très fort recouvrement		
Déchaussement orthotrope	0		
plagiotrope	0		
Classification	Déchaussement faible		
% plagio/ortho	28%		
Interprétation	Herbier stable, peu ou pas de progression		
Observations			Etat de vitalité : bon
Epiphytes	oui		
Broutage	oui		
Faune / flore	Saupes, barbus, STR		

La zone d'herbier étudiée se situe le long du musoir Est ainsi qu'au niveau de la touffe d'herbier située au centre du chenal. L'herbier présente une densité foliaire moyenne pour cette profondeur et un très fort recouvrement. Il ne montre pas de signe de régression, ni de progression et le déchaussement est faible. L'herbier, épiphyté, est brouté par la faune locale.

Les données de juin 2018 révèlent que la densité est en progression (passant de 550 à 785 faisceaux par mètre-carré), comme le recouvrement (50% à 83%). Le nombre de feuilles par faisceaux a augmenté lui-aussi (5,9 en 2018 et 6,4 actuellement) tandis que la longueur maximale moyenne a diminué, de 80,7 cm à 60,6 cm.

4.2.1. Station Est

Station	Posidonie		
Date	07/06/2023		
Observateur	CG		
Profondeur (m)	2,7		
Limite	Erosive		
Type d'herbier	Continu		
Morphologie	plaine		
Nature du fond	Sable coquillier		
Densité foliaire (nb faisceaux/m ²)	465 ± 99		
Pergent 2007	Médiocre		
Nombre de feuilles par faisceau	5,8 ± 1,4		
Lmax (cm)	55,25 ± 12,4		
Recouvrement	83,8 ± 6		
Classification	Très fort recouvrement		
Déchaussement orthotrope	1,4		
plagiotrope	2,8		
Classification	Déchaussement faible		
% plagio/ortho	5%		
Interprétation	Herbier stable, peu ou pas de progression		
Observations			Etat de vitalité : moyen
Epiphytes	oui		
Broutage	oui		
Faune / flore	Sars, saupes, girelles, crénilabres		

L'herbier situé à l'Est du port est implanté sur un fond sableux peu profond. Il présente un état de vitalité moyen, caractérisé par une densité foliaire médiocre, compensée par un très fort recouvrement et un déchaussement faible. L'herbier est stable et il présente des traces de broutage et est épiphyté.

En septembre 2015, la densité était plus importante (640 faisceaux/m²), contre 465 en juin 2023. Le recouvrement est au contraire plus élevé actuellement (83% contre 62% en 2015).

4.3. Qualité des sédiments

Les 2 échantillons prélevés dans le port ont été analysés par le laboratoire Eurofins. Les résultats sont présentés ci-dessous.

4.3.1. Granulométrie

La figure ci-dessous représente la composition granulométrique des deux échantillons de sédiments mesurée par la granulométrie laser (particules <2 mm).

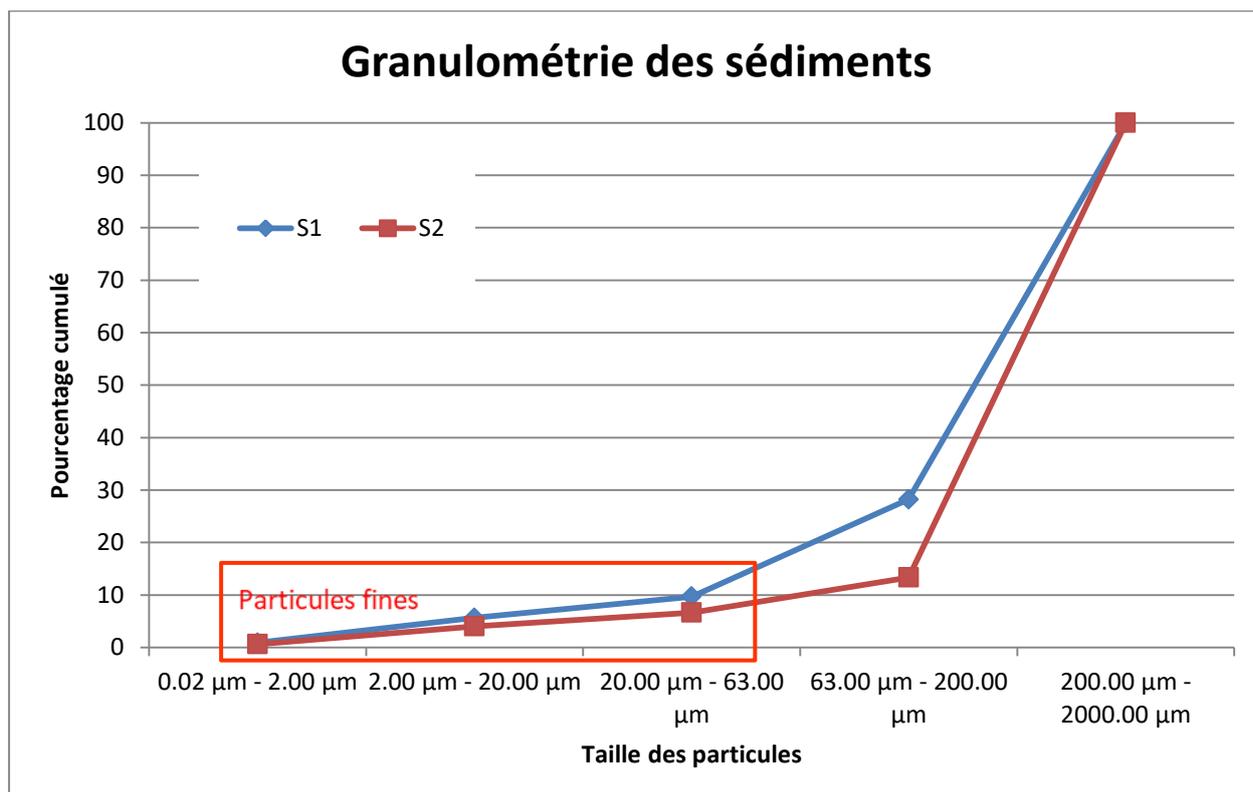


Figure 17. Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique

On observe que les sédiments sont de nature plutôt homogène pour les deux stations, ils contiennent tous une faible proportion de particules fines. Les échantillons sont majoritairement composés de sables moyens à grossiers.

Tableau 6 : Classification des sédiments selon leur composition granulométrique

Station	1	2
Limons et argiles (%<63 µm)	8,68	6,01
Sables fins (63 µm < % < 200 µm)	18,52	6,71
Sables moyens à grossiers (200 µm < % < 2 mm)	71,78	86,65
Refus pondéral à 2 mm (% PB)	9,31	29,2
Médiane	318,3 µm	480,0 µm
Typologie des sédiments	Sables grossiers	Sables grossiers

4.3.2. Qualité physico-chimique

Les analyses de la qualité des sédiments menées en laboratoire ont fournies les résultats suivants :

Tableau 7 : Paramètres physico-chimique des sédiments

Paramètres	unité	1	2
Matière sèche	% P.B.	68,7	74,1
Masse volumique	g/cm ³	1,83	1,89
Matière organique (Perte au feu)	% MS	3,51	5,59
pH		9,1	9
Azote Kjeldahl	g/kg MS	0,6	<0,5
Carbone Organique Total	mg/kg MS	4 560	4 170
Phosphore	mg/kg MS	257	274
Phosphore total (P2O5)	mg/kg MS	588	627
Aluminium	mg/kg MS	1 160	855

Les teneurs en nutriments (azote, phosphore) sont basses. Le taux d'aluminium est également faible, en cohérence avec la faible quantité de particules fines observée au niveau granulométrique.

Tableau 8 : Paramètres de qualité des sédiments

Station	S1	S2	NIVEAU N1	NIVEAU N2	
Date					
Paramètres	unité				
Éléments traces					
Aluminium	mg/kg	1 160	855	-	-
Arsenic	mg/kg	2,83	3,16	25	50
Cadmium	mg/kg	0,12	0,12	1,2	2,4
Chrome	mg/kg	8,88	7,39	90	180
Cuivre	mg/kg	11,60	13,90	45	90
Mercure	mg/kg	0,12	<0.10	0,4	0,8
Nickel	mg/kg	2,55	3,05	37	74
Plomb	mg/kg	21,00	16,60	100	200
Zinc	mg/kg	45,00	30,40	276	552
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB congénère 28	µg/kg	<1	<1	5	10
PCB congénère 52	µg/kg	<1	<1	5	10
PCB congénère 101	µg/kg	<1	<1	10	20
PCB congénère 118	µg/kg	<1	<1	10	20
PCB congénère 138	µg/kg	<1	<1	20	40
PCB congénère 153	µg/kg	<1	<1	20	40
PCB congénère 180	µg/kg	<1	<1	10	20
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
Naphtalène	µg/kg	5,9	2,1	160	1 130
Acénaphène	µg/kg	3,2	<2	15	260
Acénaphthylène	µg/kg	<2	<2	40	340
Fluorène	µg/kg	2,5	<2	20	280
Anthracène	µg/kg	11,0	15,0	85	590
Phénanthrène	µg/kg	38,0	77,0	240	870
Fluoranthène	µg/kg	80,0	150,0	600	2 850
Pyrène	µg/kg	73,0	130,0	500	1 500
Benzo [a] anthracène	µg/kg	42,0	81,0	260	930
Chrysène	µg/kg	46,0	79,0	380	1 590
Benzo [b] fluoranthène	µg/kg	85,0	110,0	400	900
Benzo [k] fluoranthène	µg/kg	28,0	35,0	200	400
Benzo [a] pyrène	µg/kg	50,0	80,0	430	1 015
Di benzo [a,h] anthracène	µg/kg	12,0	16,0	60	160
Benzo [g,h,i] pérylène	µg/kg	33,0	56,0	1 700	5 650
Indéno [1,2,3-cd] pyrène	µg/kg	39,0	63,0	1 700	5 650
Tributylétain					
Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg/kg	7,20	5,40	100	400
Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg/kg	3,3	2,3		
Tétra-butylétain -Sn (TeBT)	µg/kg	<10	<10		
Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg/kg	7,3	5		
Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	µg/kg	<2.0	<2.0		
MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	µg/kg	<2.0	<2.0		
DiOctylétain cation-Sn (DOT)	µg/kg	<2.0	<2.0		
Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)	µg/kg	<2.0	<2.0		

On observe que **les sédiments sont de bonne qualité** pour tous les paramètres testés, **pour les deux stations.**

4.4. Qualité de l'eau

Les analyses microbiologiques réalisées sur l'échantillon d'eau prélevé dans le port ne révèlent aucune contamination biologique.

Paramètres	Unités	LQ	Résultats
Escherichia coli	NPP/100 ml	15	< 15
Entérocoques intestinaux	NPP/100 ml	15	< 15

5. Conclusions

5.1. Synthèse des résultats

Les investigations de terrain menées en juin 2023 révèlent que :

- Les herbiers de cymodocée et de posidonie sont toujours bien présents dans la zone d'étude, leur implantation reste stable ;
- Les stations de vitalité réalisées dans l'herbier de posidonie révèlent qu'il est dans un état moyen à bon ;
- L'étude des sédiments montre une bonne qualité (pas de contamination supérieure au seuil N1) et l'étude granulométrique classe les sédiments dans la catégorie sables grossiers ;
- Aucune contamination biologique n'a été détectée dans le prélèvement d'eau.

5.2. Recommandations au maître d'ouvrage

Les interventions nécessaires à la réalisation des travaux sur les ouvrages immergés devront prendre en compte les contraintes liées à la présence de plusieurs espèces protégées dans la zone d'étude. En effet, des herbiers de posidonie et de cymodocée ont été observés et doivent être impérativement préservés.

Des mesures particulières seront donc à prendre en compte pour la réalisation de travaux afin d'éviter toute altération des herbiers :

- Favoriser un accès par la terre plutôt que par mer et programmer préférentiellement des interventions terrestres,
- Éviter l'ancrage des engins de chantier et, le cas échéant, ancrer sur des fonds dépourvus d'herbiers et à distance des nacres,
- Minimiser les travaux durant l'été, saison à laquelle les herbiers reconstituent leurs réserves,
- Limiter la remise en suspension de sédiments pendant les travaux, qui augmente la turbidité, une des causes indirectes de régression des herbiers, qui sont des organismes photosynthétiques,
- Réaliser un suivi écologique de l'herbier et des stations en phase travaux et après-travaux.

Si les modalités de réalisation des travaux ne peuvent garantir l'innocuité des interventions et l'absence d'impact sur les herbiers, il sera nécessaire de monter un dossier de demande de dérogation pour autoriser la destruction d'espèces protégées, qui devra comprendre des mesures compensatoires à achever avant le début des travaux.

6. Bibliographie

Boudouresque C.F., Thommeret J., Thommeret Y., 1980. Sur la découverte d'un bioconcrétionnement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse) *Journées Etud. System. Biogéogr. médit.*, Cagliari. CIESM. Monaco. 139-142

Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Krukczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Leccia G. & Le Direach L., (2000), Le réseau de surveillance Posidonies de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 1999. Région PACA/Agence de l'Eau RMC/Gis Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06. Gis Posidonie Publication, Marseille, Fr. : 1-76.

Gravez V. et al., 1995. Surveillance de l'herbier de Posidonie de la baie du Prado (Marseille)-Suivi 1995. Ville de Marseille & GIS Posidonie, Marseille, Fr., 56 p.

Lizaud O., Serantoni Ph., 2006, Suivi de l'herbier de Posidonie sur le site du SIVOM du Littoral des Maures, 67 p.

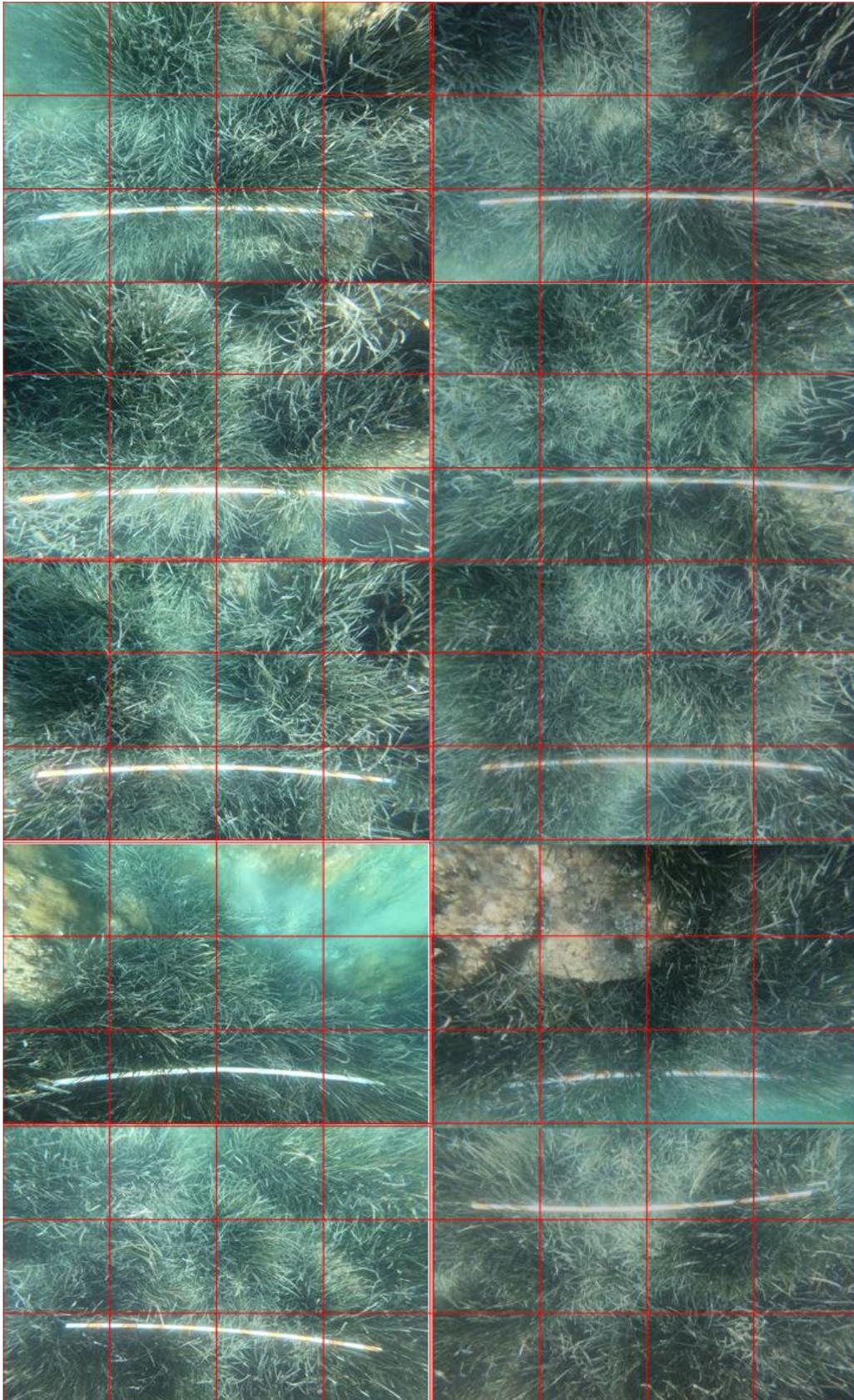
PERGENT-MARTINI C., (1994), Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à *Posidonia oceanica* avant et après la mise en service d'une station d'épuration, Thèse Doctorat, Univ. Corse : 1-190.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée état des connaissances *Mésogée*, Fr., 54 :3-2

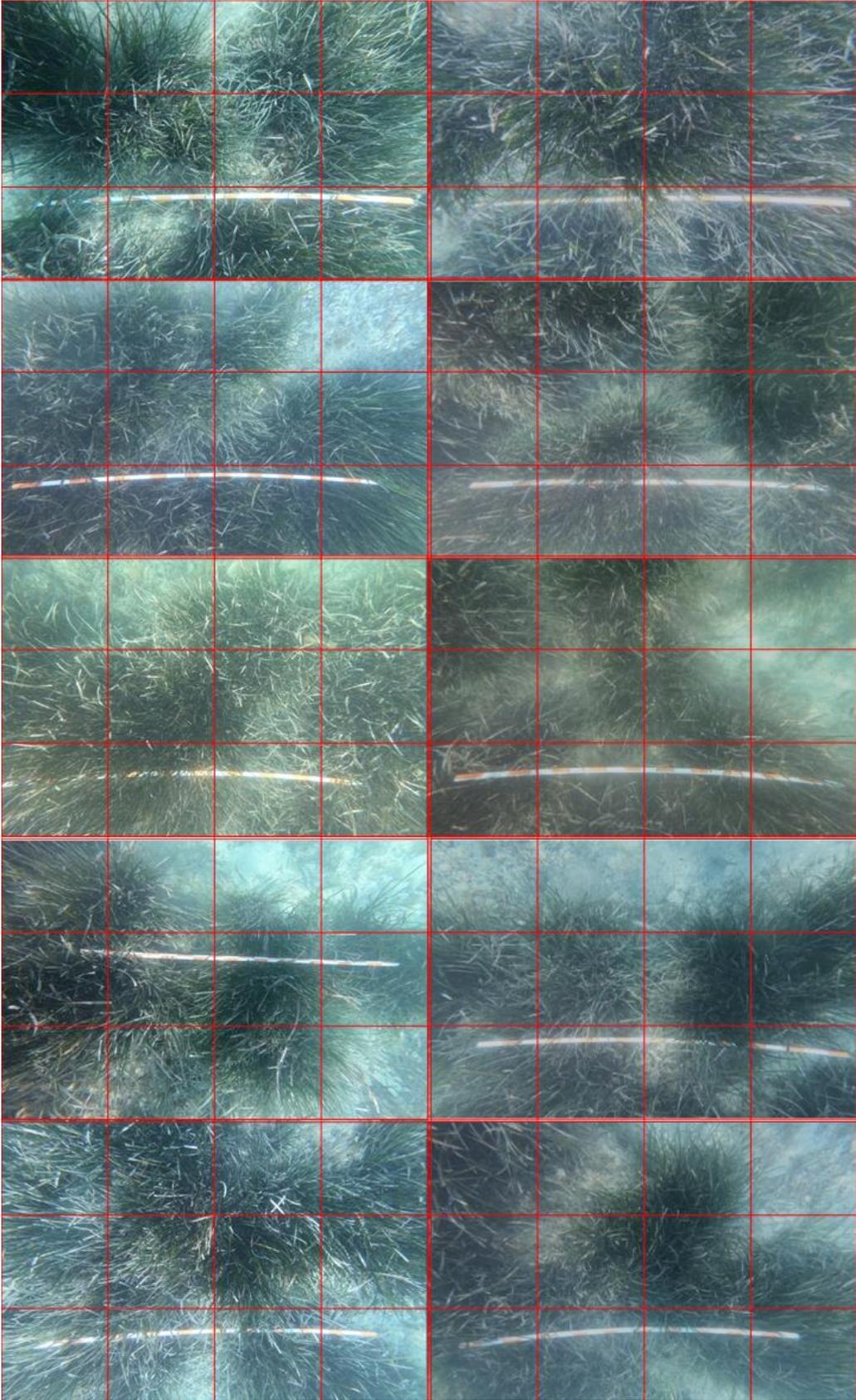
Pergent G., 2007. Protocole pour la mise en place d'une surveillance des herbiers de Posidonies. Programme « MedPosidonia » / CAR/ASP - Fondation d'entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer ; Mémoire d'Accord N°21/2007/RAC/SPA/ MedPosidonia Nautilus-Okianos: 21p.

7. Annexe

Annexe 1 : Calcul du recouvrement la station Ouest



Annexe 2 : Calcul du recouvrement la station Chenal



Annexe 3 : Calcul du recouvrement la station Est

