

**SEMANTIC TS**

Bureau d'Etudes Environnement Océanographie & Acoustique

## DIAGNOSTIC DE TERRAIN

Reconnaissance subaquatique  
Cartographie des biocénoses  
& Inventaire des espèces sous-marines

Secteur Canadel



**Destinataire :** CORINTHE

**Référence client :** CA MARCHE du 2020-10-29

**Rédacteur :** NOEL Claire - MARCHETTI Simon

**Document Ref. SEMANTIC TS :** N° R/20/125/CN du 16/11/2020

**Référence affaire SEMANTIC TS :** 20/630 - Canadel Plage Mairie

## RAPPORT

## Évolution du document

Version N°	Date	Référence	Évolution
1	16/11/2020	R/20/125/CN	Document initial

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER Eric Fonction : Chef de Projet Date : 30/11/2020 Visa : 	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : CEO Date : 30/11/2020 Visa : 

Ce document doit être cité sous la forme suivante :  
NOEL C., MARCHETTI S., 2020. Diagnostic de terrain. Reconnaissance subaquatique. Cartographie des biocénoses & Inventaire des espèces sous-marines. Secteur Canadel SEMANTIC TS publ., Fr., R/20/125/CN

## SOMMAIRE

<b>I. Introduction.....</b>	<b>4</b>
I.1) Contexte & Objectifs.....	4
I.2) Travaux réalisés.....	4
<b>II. Méthodologie : Cartographie des biocénoses &amp; Vérités terrain.....</b>	<b>5</b>
II.1) Travaux réalisés.....	5
II.1.a) Rappel méthodologique.....	5
II.1.b) Détails des travaux réalisés.....	6
II.2) Moyens utilisés.....	6
II.3) Résultats des levés géophysiques.....	8
II.3.a) Sonar latéral.....	8
II.3.b) Pré-cartographie des biocénoses.....	9
II.4) Réalisation des vérités terrain.....	10
II.4.a) Méthodologie & Moyens matériels mis en œuvre.....	10
II.4.b) Méthodologie pour la mesure de la vitalité de l'herbier de posidonies.....	13
<b>III. Diagnostic de terrain.....</b>	<b>16</b>
III.1) Mission d'observations subaquatiques.....	16
III.2) Espèces observées.....	19
III.3) Habitat Herbier de posidonies.....	22
III.4) Habitat Roche Infralittorale à Algues Photophiles (RIAP).....	29
III.5) Habitat Sables Fins de Haut Niveau (SFHN).....	31
III.6) Habitat Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond (SGCF).....	31
III.7) Habitat Sables Fins Bien Calibrés (SFBC).....	32
III.8) Résultats de la cartographie des biocénoses & Conclusions.....	35
<b>IV. Références.....</b>	<b>36</b>

## I. INTRODUCTION

### I.1) Contexte & Objectifs

La société SEMANTIC TS, Bureau d'Etudes en Environnement Océanographie & Acoustique, a mis à disposition ses moyens et ses compétences pour l'actualisation des données marines naturalistes existantes dans le secteur maritime du Rayol-Canadel.

### I.2) Travaux réalisés

SEMANTIC TS a déployé son navire instrumenté et une équipe terrain pour la réalisation des travaux suivants :

- Acquisition de données sonar latéral de coque
- Inspection subaquatique de la zone et prise de vues sous-marines géoréférencées
- Réalisation de 4 stations de mesure de la vitalité de l'herbier de posidonies
- Réalisation de plongées par transect pour l'évaluation de la richesse de la faune et de la flore sur la zone (6 transects).
- Réalisation d'une cartographie des biocénoses.

Ce rapport présente les travaux de levés, les méthodologies, des extraits de cartographies obtenues, la description des habitats et la liste des espèces observées.

L'emprise de la zone d'étude est matérialisée en rouge ci-dessous :



Figure 1 : Zone d'étude – Rayol Canadel plage

## II. MÉTHODOLOGIE : CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES & VÉRITÉS TERRAIN

### II.1) Travaux réalisés

#### II.1.a) Rappel méthodologique

Pour réaliser cette cartographie des biocénoses, SEMANTIC TS a utilisé sa méthodologie de monitoring RTK qui est conforme à celles recommandées par le guide CARTOCEAN [C. Noël. P. Boissery. N. Quelin. V. Raimondino. 2012 : Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p - CartOcean, Agence de l'eau RMC, Dreal PACA, Région PACA] au page 78 – 79 .

Dans une chaîne d'instrumentation, chaque capteur joue un rôle spécifique. En augmentant le nombre (et la nature) des capteurs, l'ensemble des informations collectées permet une meilleure compréhension du milieu exploré. SEMANTIC TS déploie simultanément les instruments permettant la collecte de données bathymétriques et de réponse acoustique du fond marin. Toutes ces données possèdent une précision extrêmement fiable puisqu'elles sont géo-référencées à l'aide d'un GPS RTK centimétrique. L'attitude du bateau est connue en permanence grâce à une centrale inertielle. Cela nécessite l'enchaînement des tâches suivantes :

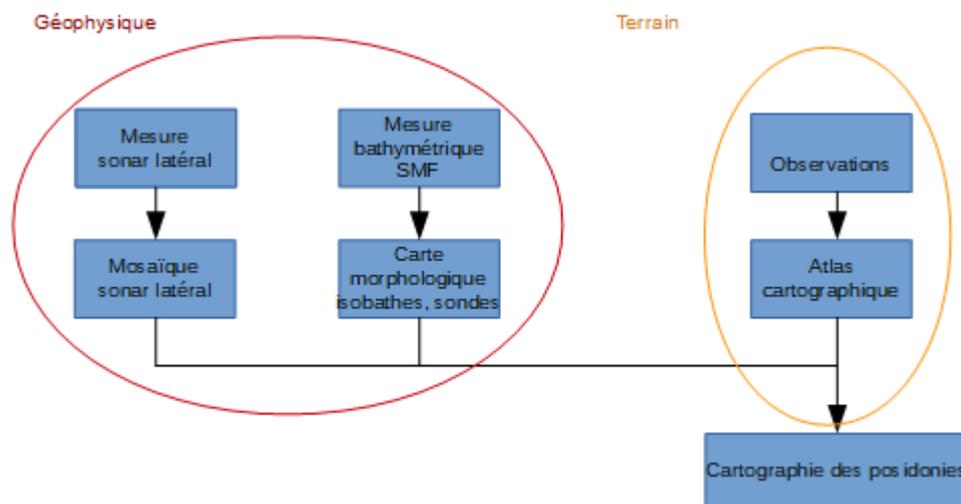


Figure 2 : Les données acquises au cours des différentes phases

Les huit étapes de la réalisation d'une cartographie des biocénoses par fusion multi-capteurs sont les suivantes :

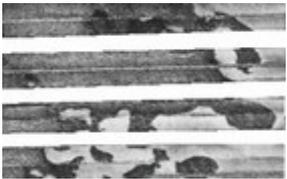
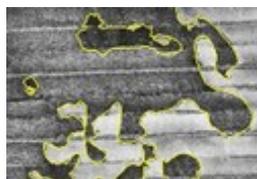
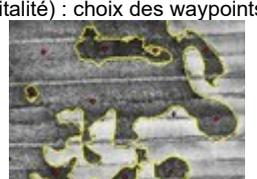
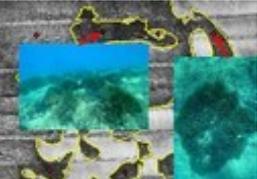
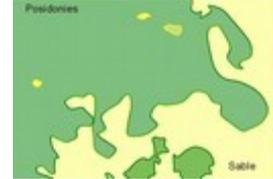
<p><b>Étape 1 : Acquisition</b> en dalles ou en bandes (Sonar latéral)</p> 	<p><b>Étape 2 : Mosaïquage</b> Constitution de l'image globale géo référencée</p> 	<p><b>Étape 3 : Segmentation</b> Contourage de zones homogènes</p> 	<p><b>Étape 4: Plan d'échantillonnage</b> Vérités terrain (observations et vitalité) : choix des waypoints</p> 
<p><b>Étape 5 : Export des WPT</b> pour la navigation sur les images segmentées</p>	<p><b>Étape 6 : Vérités terrain</b> &amp; mesures ponctuelles vitalité</p> 	<p><b>Étape 7 : Interprétation</b> Classification à partir des vérités terrain &amp; Amélioration de la segmentation</p>	<p><b>Étape 8 : Production de la cartographie</b> Format d'export</p> 

Figure 3 : Les étapes méthodologiques clés du projet

### II.1.b) Détails des travaux réalisés

Les données géophysiques de la mission ont permis d'établir le protocole de mesure de vérité terrain suivant :

- Protocole RSP sur les zones de posidonies (4 stations d'observation).
- Observation de la faune et de la flore à proximité des stations
- Transects d'observation subaquatique pour valider les hypothèses de la cartographie en phase initiale.

A partir de ces données SEMANTIC TS a pu établir :

- La cartographie des biocénoses avec une résolution de 1 m<sup>2</sup>
- Un compte rendu d'analyse de la vitalité de l'herbier de posidonies selon le protocole RSP en 4 stations
- Un inventaire de la faune et de la flore à proximité de ces stations.
- Un atlas photographique des fonds marins

### II.2) Moyens utilisés

SEMANTIC TS a mis en œuvre les moyens suivants :

- **Le navire océanographique SEMANTIC**, dédié à la reconnaissance des fonds marins et présentant un très faible tirant d'eau, équipé d'un **DGPS RTK** et d'une **centrale d'attitude**, ainsi que des **fonctionnalités de navigation**.
- **Le sonar latéral interféromètre de nouvelle génération KONGSBERG NG + (ex GEOSWATH GS) (Fréquence de 250 kHz)**. Il s'agit d'un sondeur de nouvelle génération, deux fois plus résolvant que le système classique précédemment utilisé. Il "ping" à une récurrence double et permet donc d'acquérir deux fois plus d'échos dans un intervalle de temps donné. Il permet d'établir l'imagerie sonar latéral en même temps que la bathymétrie multi-faisceaux
- Un **D-GPS RTK Mobile** couplé à une **centrale inertielle CODA Octopus FS185+**
- Un **profileur de célérité Valeport Mini SVS P**

Le principe de l'acquisition est illustré sur la figure suivante :

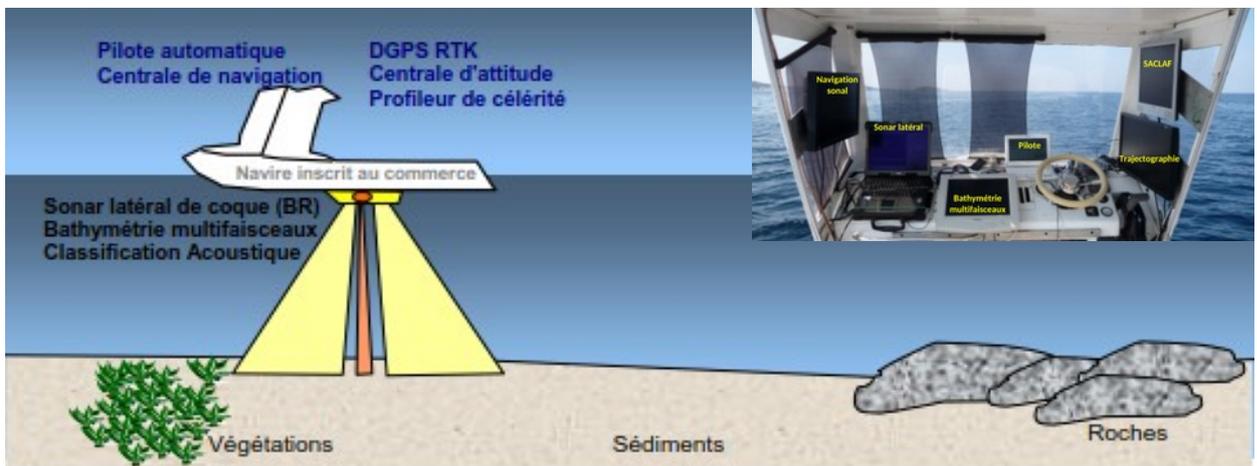


Figure 4 : Méthode d'acquisition des données géophysiques

Les données bathymétriques & sonar latéral sont acquises par 2 opérateurs. Le navire support le SEMANTIC est un navire type semi-rigide. Conçu pour être conforme au gabarit routier standard ; il permet d'accéder à toutes cales de mise à l'eau (barrière de hauteur inférieure à 2 m).



Figure 5 : Le SEMANTIC : un navire océanographique conçu pour les petits fonds marins

Le sonar latéral réalise, à l'aide d'ondes sonores, des images acoustiques détaillées de la réflectivité des fonds marins. Ces images sont obtenues en balayant un faisceau sonore étroit, en incidence rasante sur le fond. L'écho recueilli au cours du temps est une représentation de la réflectivité du fond et surtout de la présence d'irrégularités ou de petits obstacles. Ce signal enregistré latéralement à la direction d'avancée du sonar (d'où son nom : side scan sonar) constitue ligne après ligne une image acoustique du fond.

Pour que les images soient de bonne qualité, l'incidence des ondes sonores doit être très rasante, le poisson doit donc être positionné à une altitude proche du fond (typiquement 10 m - 15 m). Pour les fonds inférieurs à 15 m, comme c'est le cas dans le secteur d'étude, le poisson peut être installé sous la coque du navire. Les données acoustiques mesurées latéralement sont géo-référencées au moment de l'acquisition. Les profils acquis peuvent être ajoutés les uns aux autres, par superposition ou par fusion, afin de constituer l'image acoustique appelée « mosaïque sonar ». Elle représente la valeur de la réflectivité du fond en niveaux de gris.

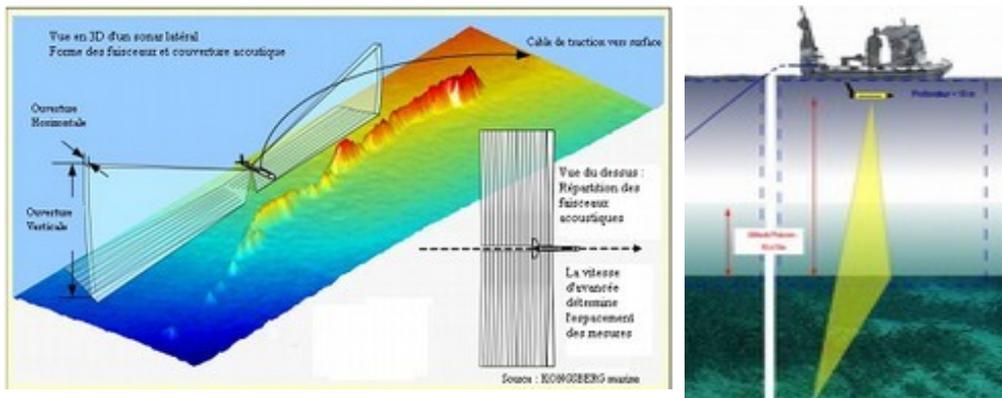


Figure 6: Principe de la mesure par sonar latéral - Schéma de principe simplifié de l'acquisition sonar latéral.

## II.3) Résultats des levés géophysiques

### II.3.a) Sonar latéral

La réalisation du levé au sonar latéral permet d'obtenir une mosaïque sonar de la zone en 2020, ainsi que la carte de la rugosité topographique des fonds.



Figure 7 : Mosaïque sonar du secteur

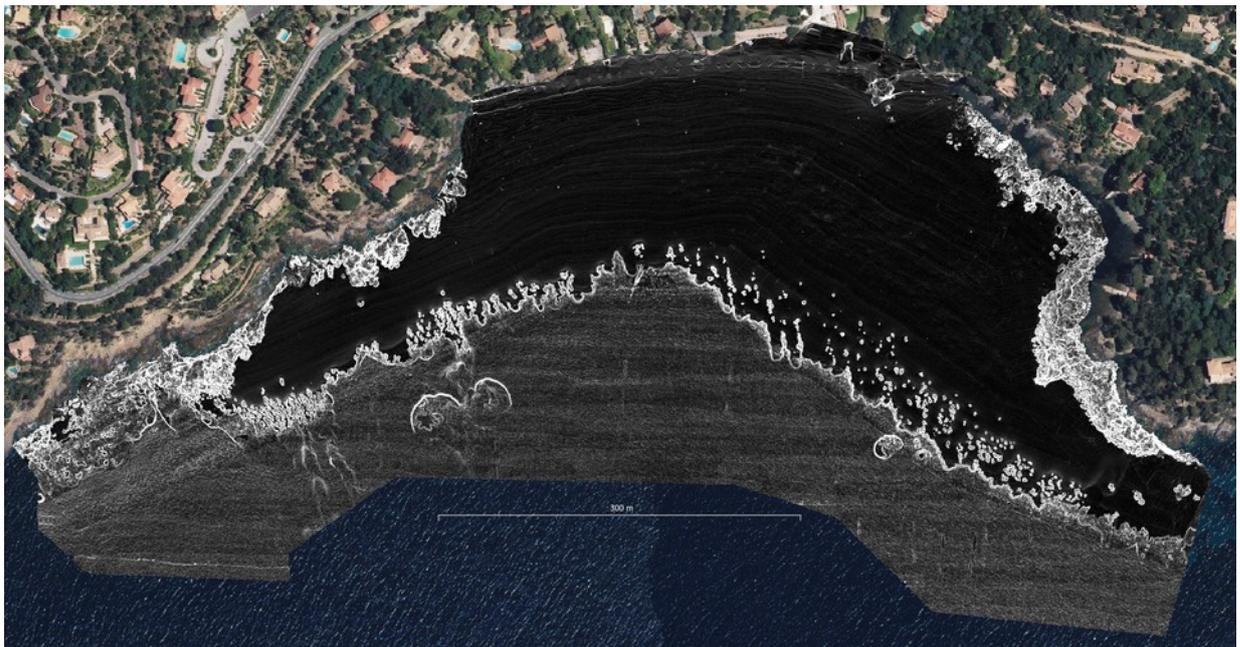


Figure 8 : Indice topographique du fond

### II.3.b) Pré-cartographie des biocénoses

La pré-cartographie des biocénoses, issue de l'analyse des données géophysiques est présentée sur la figure suivante :



**Figure 9 : Pré-cartographie des biocénoses du secteur du Rayol-Canadel**

Elle présente la distribution surfacique des biocénoses en termes de probabilité de présence.

Les observations de reconnaissance subaquatique ont pour objectif de confirmer la classification des fonds marins.

## II.4) Réalisation des vérités terrain

### II.4.a) Méthodologie & Moyens matériels mis en œuvre

Les opérations de reconnaissance subaquatique sont réalisées en plongée subaquatique.

**Les opérations de reconnaissances subaquatique sont réalisées selon la réglementation en vigueur de la plongée professionnelle en scaphandre :** règles de sécurité édictées par le Ministère du Travail (décret n°90.277 du 28 mars 1990 et décret 2011-45 du 11 janvier 2011).

L'équipe d'observation est constituée de :

- **plongeurs INPP Classe II B**
- **spécialisés en suivis écologiques d'espèces et d'habitats marins sensibles**
- **équipés d'appareil photo numérique et d'un GPS de surface.**

#### Matériel : Plongée professionnelle et vérités terrain

<b>ÉQUIPEMENTS</b>	Divers	Équipements de plongée autonome avec accessoires pour les vérités terrains (quadra, balises, tablettes,...)	
<b>JUNIOR 2</b>	BAUER	Compresseur 300bar	
<b>TZ</b>	PANASONIC/IKELITE	Appareil photographique numérique et caisson sous-marin	
<b>D7000</b>	NIKON/IKELITE	Appareil photographique numérique et caisson sous-marin	

### Méthodologie pour les plongées de reconnaissance

Les plongeurs parcourent en plongée subaquatique la zone à observer.

Ils sont équipés d'un GPS de surface et d'un APN numérique en caisson et/ou Caméra HD Gopro, Avant l'immersion, la montre du plongeur, l'horloge de l'appareil photo ou de la caméra et l'heure du GPS sont synchronisées.

Le plongeur relié à une bouée portant un GPS photographie ou filme le fond.

Les plongeurs réalisent simultanément des observations des espèces protégées. Durant les plongées de reconnaissances, notes d'observations et relevés d'espèces sont effectués sur plaquettes immergeables.

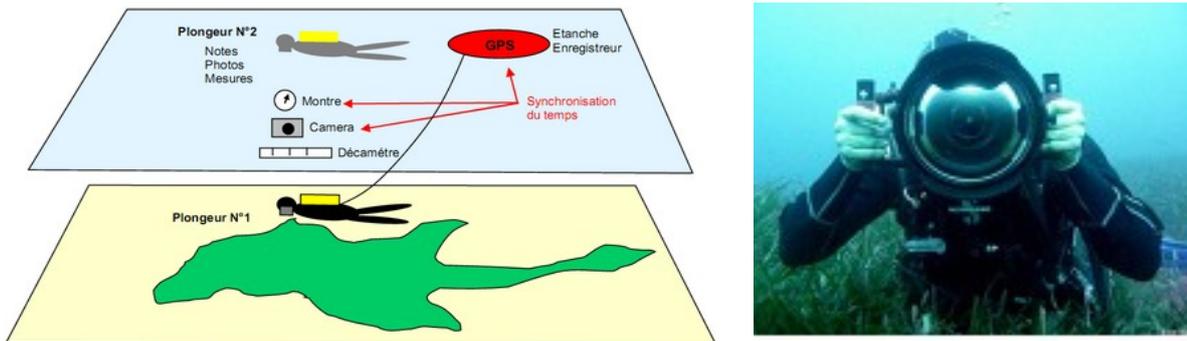


Figure 10 : Méthodologie pour les plongées de reconnaissance subaquatique

La quantité de photos pouvant être importante, une gestion rigoureuse s'impose afin d'éviter les éventuels problèmes d'intégration dans le système de bancarisation final. Ainsi il est nécessaire :

- d'associer un point de localisation GPS à chaque photo,
- d'attribuer à chaque photo un nom unique pour l'ensemble du site,
- de respecter la nomenclature des fichiers proposée dans les spécifications techniques de format de données.

**Les photos géo-référencées sont présentées sur une carte dynamique, dite "Atlas photographique".**

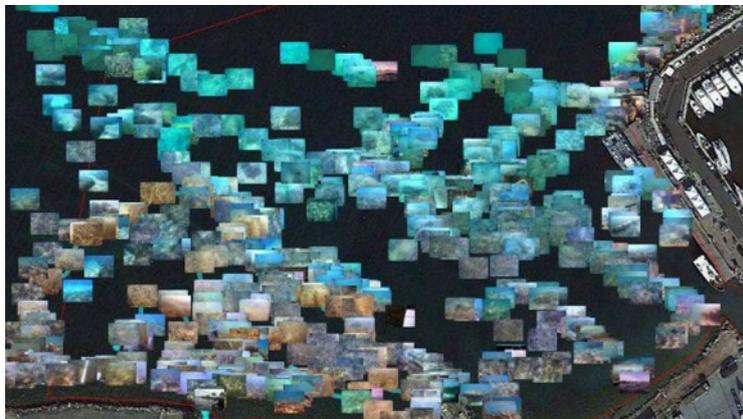


Figure 11: Exemple de localisation des photos géo-référencées relevées lors de plongées de reconnaissance subaquatique

### Méthodologie pour les observations ponctuelles de la vitalité sur station et de la richesse faunistique environnante

Outre les observations de reconnaissance subaquatique visant à confirmer la classification des fonds marins pour la cartographie des herbiers de posidonies, des observations subaquatiques seront réalisées pour les mesures ponctuelles de la vitalité. Elles consistent dans cette étude en des mesures des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies :

- ✓ recouvrement
- ✓ densité des faisceaux
- ✓ orientation des rhizomes (pourcentage de rhizomes plagiotropes)
- ✓ déchaussement des rhizomes
- ✓ longueur des deux plus grandes feuilles

En parallèle des observations de la richesse de la faune et de la flore environnante sont relevées.

Le navire muni d'un DGPS se déplace en naviguant sur les cartographies haute définition réalisées (sonar et bathymétrique) et les **plongées sont réalisées en déposant un repère plombé (Galito)** depuis la surface dès lors que le navire a atteint le waypoint et vérifié sa position sur les cartographies.

Les plongeurs disposent d'une tablette immergeable, avec un tableau pré-rempli ainsi que la cartographie au sonar latéral et la disposition des balises imprimées sur papier étanche. Ils notent leur observations, ainsi que l'instant d'observation.



Figure 12 : Plaquettes immergeables pour localisation sur mosaïque sonar et tableau pré-rempli

## II.4.b) Méthodologie pour la mesure de la vitalité de l'herbier de posidonies

### Mesure de la densité des faisceaux

La densité de l'herbier de posidonie correspond au nombre de faisceaux présents par unité de surface. Cette mesure est réalisée avec un quadrat de 20 cm x 20 cm, puis ramenée au mètre carré. Trois mesures de densité sont réalisées de façon aléatoire autour de chaque balise (hors intermattes).

Au cours de cette étude, les densités mesurées sont comparées à l'abaque de Pergent-Martini & Pergent (2010). **Ces mesures de densité permettent de classer l'herbier en cinq catégories**, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur comme le mentionne le tableau suivant :

Profondeur (m)	Excellent	Bon	Normal	Médiocre	Mauvais
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214

**Figure 13 : Classification de l'état de vitalité de l'herbier de posidonies selon les densités (/ m<sup>2</sup>) de faisceaux et de la profondeur (m)**

**Classification révisée d'après Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010.**

[Pergent-Martini C., Pergent G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis :1 – 66]



**Figure 14: Exemples de mesures de densité de l'herbier de posidonies - Quadrat 20 cm X 20 cm**

### Remarque :

Les profondeurs renseignées sont celles relevées sur l'ordinateur de plongée de l'observateur.

### Recouvrement de l'herbier

Le recouvrement est le pourcentage moyen du substrat couvert (en projection verticale) par l'herbier de posidonies (quelle que soit la densité des faisceaux au sein de l'herbier ou des taches de posidonies), par rapport à la surface totale du secteur considéré (sable, vase, peuplements algues de substrat dur, "matte morte" et herbier vivant). Dans les herbiers peu profonds et sains, le recouvrement peut être élevé (80 -100%). Au contraire, dans les herbiers soumis à un fort impact humain, le recouvrement est habituellement faible (entre 5 et 40%).

Le recouvrement sera mesuré autour des stations de suivi.

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

Deux méthodes de mesure du recouvrement existent : directe et indirecte, comme le présente le tableau suivant : Présentant la même résolution, les deux méthodes de relevés (direct et indirect) pourront être utilisées en fonction de la qualité des données sonar acquises et de la position des balises. (Le paramètre de précision de la localisation de l'information n'étant pas informatif dans ce cas puisque la mesure est réalisée autour des stations)

Méthodes	Détermination de « Présence /absence »
Relevé direct	Estimation visuelle par le plongeur. Utilisation de carrés subdivisés en sous-carrés <i>Rq : problème de la localisation de la mesure → information liée au point d'observation</i>
Relevé indirect	Estimation du recouvrement à travers l'analyse de photographies ou l'analyse d'imagerie sonar de coque. <i>Mesure bien géoréférencée. Permet une cartographie du recouvrement.</i>

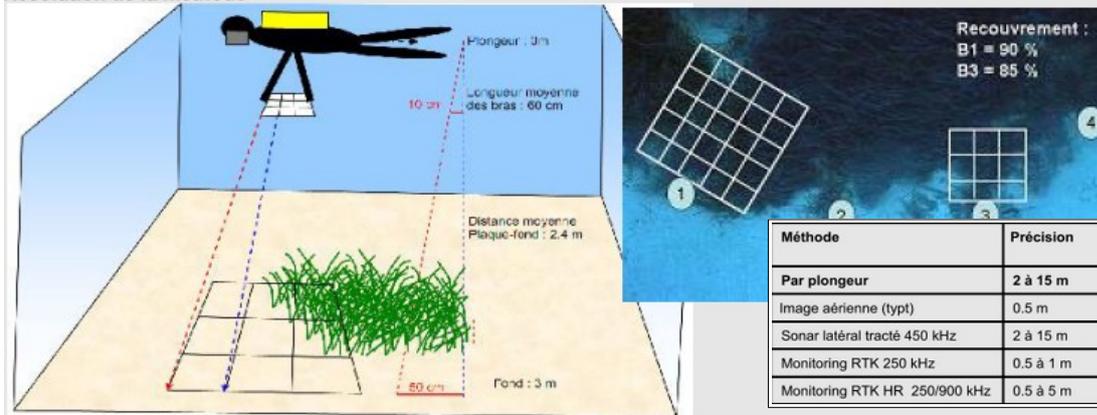
**Résolution de la méthode**


Schéma d'Évaluation de la résolution (Théorème de Thalès)

L'application du théorème de Thalès donne une résolution de 0.5 m pour cette méthode.

@[Pergent 2007]

**Orientation des rhizomes ou pourcentage de rhizomes plagiotropes**

La présence de nombreux rhizomes plagiotropes traçants en limite de l'herbier est un indice de bonne vitalité de l'herbier, car elle traduit une tendance à la progression. Une mesure correspond au comptage sur 10 rhizomes, du nombre de plagiotropes et d'orthotropes, permettant de calculer un pourcentage de rhizomes plagiotropes.

Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est qualifié de la façon suivante :

- **Pourcentage de rhizomes plagiotropes compris entre 0 et 10 : Faible**
- **compris entre 11 et 29 : Moyen**
- **compris entre 30 et 100 : Fort**

**Déchaussement des rhizomes**

Les rhizomes de posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation. Le déchaussement des rhizomes résulte d'un déficit sédimentaire dans l'herbier : la quantité de sédiment piégé par la canopée et le sédiment produit in situ (restes d'organismes calcifiés ayant vécu dans l'herbier) est inférieure à la quantité de sédiment qui quitte l'herbier, par exemple lors des tempêtes.

Par convention, le déchaussement est mesuré comme schématisé ci-contre [Boudouresque et al., 1980] :

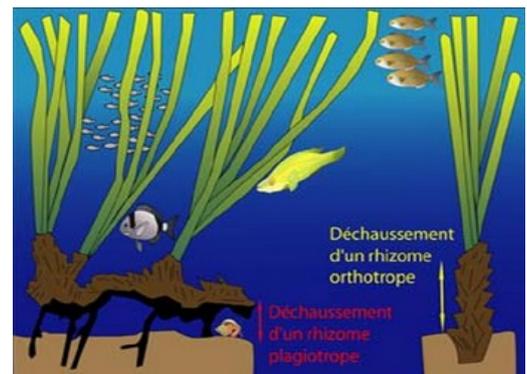
- Rhizomes plagiotropes (rampants): c'est la distance entre le niveau du sédiment ("sol") et la partie inférieure des rhizomes.
- Rhizomes orthotropes (dressés): c'est la distance entre le sédiment et la base de la feuille la plus externe, diminuée de 2 cm.

Le déchaussement est mesuré au cm près.

Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée en fonction des valeurs moyennes mesurées le long des balisages.

- **Déchaussement inférieur à 5 cm : Faible**
- **Déchaussement entre 5 et 15 cm : Moyen**
- **Déchaussement supérieur à 15 cm : Important**

1 mesure correspond à 1 rhizome.


**Longueur des deux plus grande feuilles - Nombre de feuilles par faisceau**

Ces paramètres font partie des paramètres de "Phénologie" (ou biométrie). Ils fournissent des informations sur le développement végétatif de la plante.

La longueur des feuilles adultes, c'est-à-dire, celles dont la croissance est terminée correspond à :

- Longueur de la première (F1) et la deuxième (F2) plus longue feuille du faisceau.

### Identification des espèces de végétations sous-marines

En Méditerranée, on recense 5 espèces de plantes marines (autrefois appelées phanérogames et à présent nommées magnoliophytes) [Boudouresque et al. 2006 : Préservation et conservation de l'herbier à *Posidonia oceanica*. Accord RAMOGE, Monaco et GIS posidonie publ]. Outre les herbiers de posidonies, les herbiers présents dans les baies correspondent généralement à des herbiers à *Cymodocea nodosa* ou à *Zostera noltii* (magnoliophytes à feuilles plus étroites et plus courtes que celles de la posidonie).

**Ces espèces sont des espèces protégées.**

Dans le cadre de cette étude, un prélèvement d'une feuille de magnoliophyte a été identifié à la binoculaire comme *Cymodocea nodosa* (bords dentelés observés).



Figure 15 : Identification *Cymodocea nodosa*

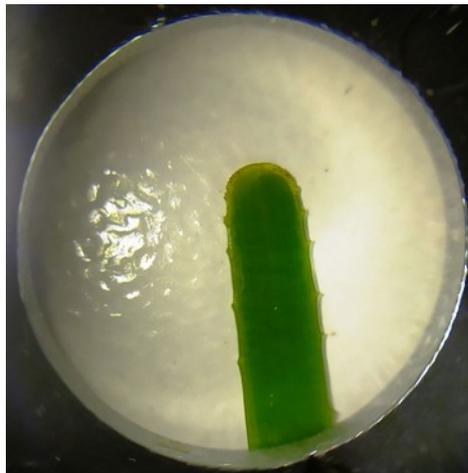


Figure 16 : feuille à bords dentelés - Cymodocées (*Cymodocea nodosa*)  
Secteur du Rayol-Canadel – Novembre 2020

Nous avons ainsi pu contrôler que les tâches apparaissant en gris clair sur la mosaïque (contraste diffus) correspondaient bien à des herbiers de cymodocées.

### III. DIAGNOSTIC DE TERRAIN

#### III.1) Mission d'observations subaquatiques

Les plongées d'observation de la vitalité de l'herbier de posidonies, ainsi que les transects d'observation, ont été réalisés les 13 & 23 novembre 2020.

Les dates des observations font suite à des périodes de plusieurs jours de bonnes conditions météorologiques.

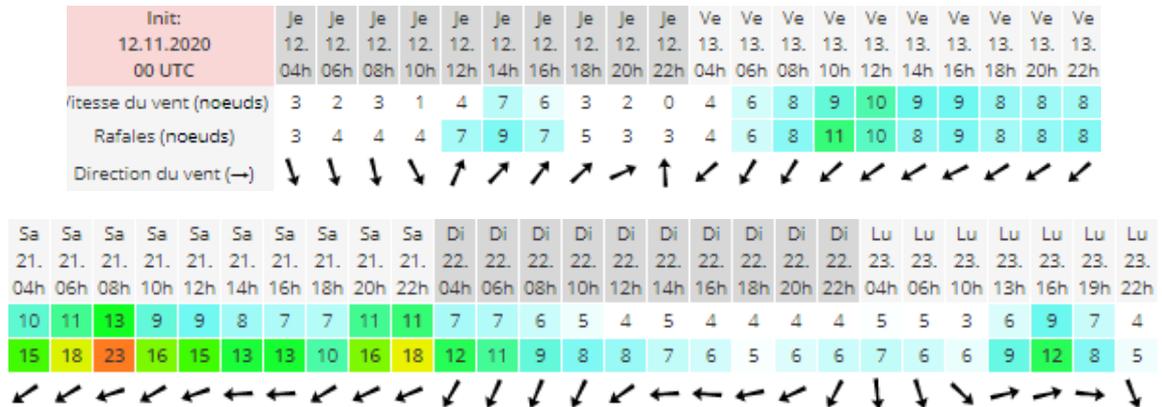


Figure 17 : Conditions météorologiques du 13/11/2020 et du 23/11/2020



Figure 18 : Conditions météorologiques du 13/11/2020 et du 23/11/2020

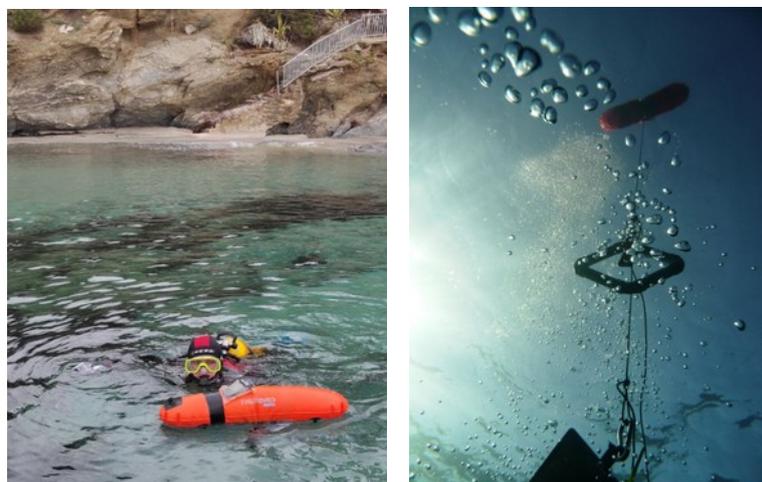


Figure 19 : Mission d'observations subaquatiques

### Plan d'échantillonnage

Les reconnaissances subaquatiques ont été réalisées selon 6 transects échantillonnant spatialement les différents habitats.

Quatre stations (S1 à S4) de mesure des paramètres de la vitalité de l'herbier de posidonies ont été réalisées. Ces stations ont été repérées par GPS et dans la mesure du possible situées à proximité d'un repère existant sous l'eau.

L'herbier de cymodocées a été plus particulièrement observé en 2 stations S5 et S6.

Les positions des stations et transects sont données sur la figure ci-dessous :



**Figure 20 : Plan d'échantillonnage.**

Positions des transects et stations d'observations de la vitalité de l'herbier de posidonies

**Atlas photographique**

Environ 575 vues sous-marines géo-référencées ont été acquises en plongée subaquatique. L'ensemble de toutes ces vues des fonds marins a été compilé dans un dossier unique au format KMZ. L'atlas photographique présente ces 575 photos géo-référencées ; elles sont accessibles par simple clic sous Google Earth.



Figure 21 : Atlas photographique : Positions des 575 vues sous-marines réalisées lors des explorations

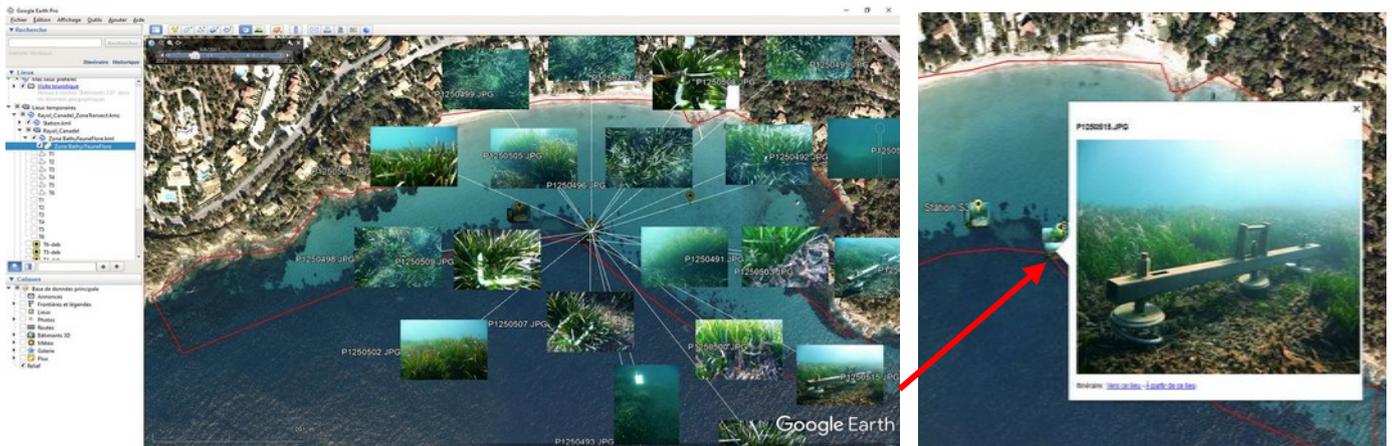


Figure 22 : Atlas photographique : un clic sur la photo permet de l'observer

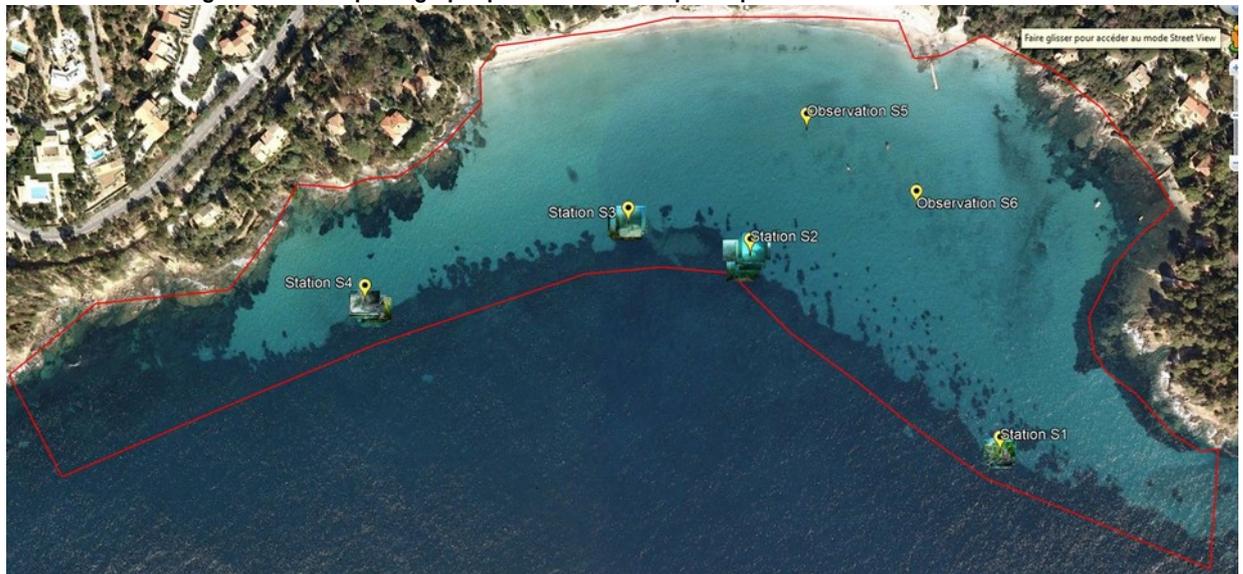


Figure 23 : Atlas photographique relatif aux stations de mesure des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies

### III.2) Espèces observées

#### Espèces associées sur l'ensemble des stations et transects

Plusieurs espèces de vertébrés ont été observées sur les secteurs lors des plongées de vérité terrain et de mesure des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies :

#### Espèces de vertébrés observées

Famille	Nom Commun	Genre espèce	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Apogonidae</i>	Apogon	<i>Apogon imbertis</i>	++	++				
<i>Atherinidae</i>	Athérine	<i>Atherina sp.</i>	+++	+++		+++	++	+++
<i>Blenniidae</i>	Blennie		+	+				
<i>Centracanthidae</i>	Mendole	<i>Spicara maena</i>		+	+++	+		
<i>Gobidae</i>	Gobie svelte	<i>Gobius geniporus</i>						+
	Gobie à bouche rouge	<i>Gobius cruentatus</i>	+					
<i>Labridae</i>	Crénilabre ocellé	<i>Symphodus ocellatus</i>			+			
	Crénilabre méditerranéen	<i>Symphodus mediterraneus</i>	+		+			
	Crénilabre tanche - Paon	<i>Symphodus tinca</i>	++	+	+++ (J)			
	Crénilabre cendré	<i>Symphodus cinereus</i>	+	+	++			
	Crénilabre à queue noire	<i>Symphodus melacercus</i>	++	+	+			
	Crénilabre nettoyeur (Sublet)	<i>Symphodus rostratus</i>	+	+	+			
	Girelle	<i>Coris julis</i>	++	++	+++			
	Girelle paon	<i>Thalassoma pavo</i>	++	+				
<i>Mullidae</i>	Labre vert	<i>Labrus viridis</i>	+		+			
	Rouget de roche	<i>Mullus surmuletus</i>	+					
	Rouget de vase	<i>Mullus barbatus</i>			++	+		+
<i>Pomacentridae</i>	Mulet lippu	<i>Chelon labrossus</i>	+++	+++				
	Castagnole	<i>Chromis chromis</i>	++++	++++	++++			
<i>Serranidae</i>	Serran écriture	<i>Serranus scriba</i>	++	++	++			
<i>Sparidae</i>	Bogue	<i>Boops boops</i>		+++ (J)	+++	+++	++	
	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>	+++	+++	++			
	Oblade	<i>Oblada melanura</i>	+	+++	+++	+++		
	Sar à tête noire	<i>Diplodus vulgaris</i>	++	++	++	++		
	Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>	++	++	++	++		
<i>Tripterygiidae</i>	Triptérygion jaune	<i>Tripterygion delaisi</i>	+	+				
<i>Tripterygiidae</i>	Triptérygion rouge	<i>Tripterygion tripteronotus</i>		+				
	Bancs d'alevins np.	<i>Sur cymodocées</i>					+++ (J)	++ (J)
<b>Richesse spécifique par zone</b>		<b>28 espèces observées</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Figure 37 : Vertébrés observés lors des plongées de vérité terrain et de mesures des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies**

Densité : + 1 ou 2 individus ++ 3 à 10 individus +++ [10 ,100] individus ++++ >100 individus  
(J) : Juvéniles

**Espèces d'invertébrés observées**

Famille	Nom Commun	Genre espèce	Remarque
Cnidaires	Anémone encroûtante jaune	<i>Parazoanthus axinellae</i>	T2
	Anémone de verre	<i>Aiptasia mutabilis</i>	T2
	Cérianthe solitaire	<i>Pachycerianthus solitarius</i>	T5
	Tomate de mer	<i>Actinia equina / mediterranea</i>	T1
Echinoderme	Etoile de mer	<i>Echinaster sepositus</i>	T3
	Oursin noir	<i>Arbacia lixula</i>	T1 - T2 - T3
	Oursin de sable		Un individu mort - Test (T3)
Eponges	Holothurie noire	<i>Holothuria forskali</i>	T1 - T3 - T2
	Eponge pierre	<i>Petrosia ficiformis</i>	T1
	Eponge orange encroûtante	<i>Crambe crambe</i>	T1 - T2
Vers	Eponge noire	<i>Scalariispongia scalaris</i>	T1
	Petite serpule	<i>Serpula vermicularis</i>	T1
Tuniciers	Sabelle	<i>Sabella pavonina</i>	T1 - T3
	Ascidie rouge	<i>Halocynthia papillosa</i>	T1 - T2
Mollusque	Nacre	<i>Pinna nobilis</i>	<b>Espèce protégée</b> Un seul individu mort observé (T2)

**Figure 24 : Espèces d'invertébrés observées lors des plongées de reconnaissance subaquatique**
**Végétaux observés**

Type	Nom Commun	Genre espèce	Remarque
Plante à fleurs	Posidonies	<i>Posidonia oceanica</i>	<b>Espèce protégée</b>
	Cymodocées	<i>Cymodocea nodosa</i>	<b>Espèce protégée</b>
Algues	Codium	<i>Codium bursa</i>	
	Codium vermiforme	<i>Codium vermilaria</i>	
	Janie	<i>Jania rubens</i>	
	Peyssonelle	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	
	Udotée	<i>Flabellia petiolata</i>	
	Coralline	<i>Corallina elongata</i>	
	Monnaie de Poséidon	<i>Halimeda tuna</i>	
	Dictyote - Algue fourchue	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	Padine	<i>Padina pavonica</i>	
	Algue à massues	<i>Dasycladus vermicularis</i>	

**Figure 25 : Espèces de végétaux observées lors des plongées de reconnaissance subaquatique**
**Remarques :**

Notons, qu'aucune espèce protégée autre que la grande nacre (*Pinna nobilis*) pour laquelle seul un individu mort a été observé, la posidonie (*Posidonia oceanica*) ou la cymodocée (*Cymodocea nodosa*), n'a été observée lors des explorations subaquatiques.

L'espèce *Caulerpa taxofolia* n'a pas été observée sur l'ensemble des sites de prospection.



Rougets



Girelle paon



Sars



Serran écriture



Banc de saupes



Banc d'athérines



Apogons &amp; Crénilabre tanche



Crénilabre à queue noire



Banc de mulets

**Figure 26 : Quelques espèces de poissons observées**

### III.3) Habitat Herbier de posidonies

#### Herbiers de posidonies

La magnoliophyte *Posidonia oceanica* est une endémique méditerranéenne stricte. L'espèce, et les herbiers qu'elle constitue, sont répandus dans la plus grande partie de la Méditerranée. Elle constitue de vastes prairies sous-marines, appelées herbiers, qui se développent depuis la surface de l'eau jusqu'à 30 à 40 m de profondeur, selon la transparence des eaux. Cet habitat est une entité complexe qui se développe aussi bien sur les substrats meubles que sur les substrats durs.

L'herbier à *Posidonia oceanica* est actuellement considéré comme l'écosystème le plus important de la Méditerranée : importance de sa production primaire, richesse de sa faune et de sa flore, équilibre sédimentaire du littoral, exportation de biomasse vers d'autres écosystèmes, frayères et nurseries pour de nombreuses espèces de poissons et de crustacés.

L'herbier de posidonies a été observé au travers des transects T1, T2 et T3, et lors des stations de mesure de sa vitalité.



Banc de castagnoles



Limite franche avec SFBC



Très fort recouvrement de l'herbier dans la partie Ouest



Limite franche avec SFBC

**Figure 27 : Habitat Herbier de posidonies**

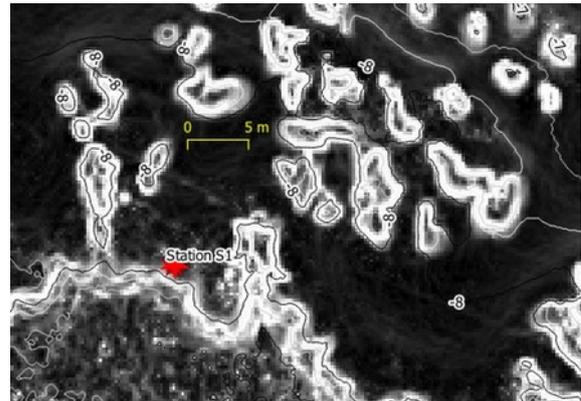
Les paragraphes qui suivent présentent les résultats des mesures de la vitalité de l'herbier de posidonies réalisées sur les 4 stations.

**Station 1**

La station S1 est située en limite de l'herbier de posidonies. La limite est franche. Le fond est constitué de sable fin bien calibré recouvert de litière.

Station S1 - Profondeur 8 m	2020	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	75%	<i>Ecart typ.</i>
Densité moyenne de faisceaux par m <sup>2</sup>	558	95
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	13%	
Déchaussement moyen (cm)	2.5	4.0
Longueur F1 (cm)	55	13.2
Longueur F2 (cm)	42	7.6
Nombre de feuilles par faisceau	6.4	1.0

Localisation de la station sur la mosaïque sonar →



**Figure 28 : Station 1 – Herbier de posidonies aux alentours**

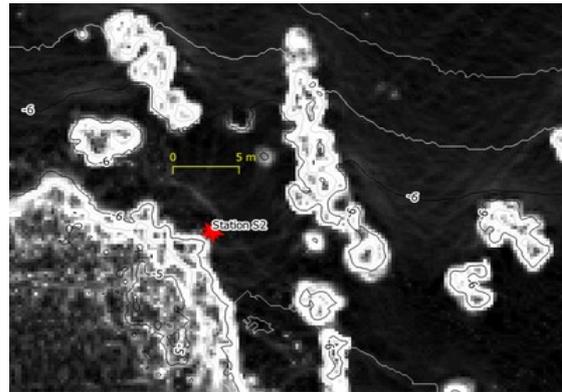
En haut : Recouvrement – Vue d'ensemble. Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes  
 En bas : Déchaussement - Banc de castagnoles / Herbier brouté

**Station 2**

S2 est située en limite de l'herbier de posidonies. La limite est érosive (marche de matre de 40 cm). Fond de sable fin bien calibré (litière). Bloc à 6 m.

Station S2 - Profondeur 6 m	2020	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	65%	Ecart typ.
Densité moyenne de faisceaux par m <sup>2</sup>	792	218
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	10%	
Déchaussement moyen (cm)	3.6	4.4
Longueur F1 (cm)	53	10.5
Longueur F2 (cm)	35	12.1
Nombre de feuilles par faisceau	5.8	1.2

Localisation de la station sur la mosaïque sonar →



**Figure 29 : Station 2 – Herbier de posidonies aux alentours**

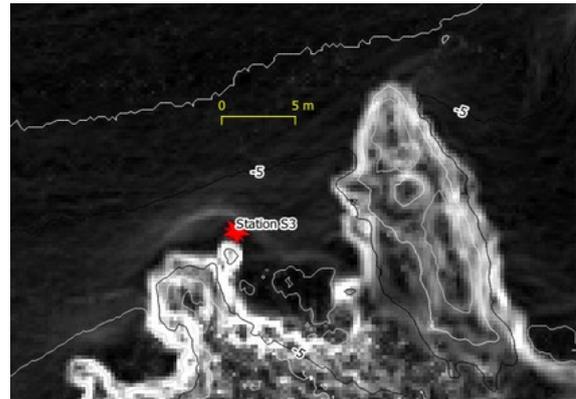
En haut : Recouvrement – Vue d'ensemble (bloc à proximité). Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes  
En bas : Déchaussement - Herbier peu brouté

**Station 3**

S3 est située en limite de l'herbier de posidonies. La limite est franche (marche de matre de 10 cm). Fond de sable fin bien calibré. Ancreage à proximité (2 m).

Station S3 - Profondeur 5 m	2020	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	75%	<i>Ecart typ.</i>
Densité moyenne de faisceaux par m <sup>2</sup>	767	38
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	10%	
Déchaussement moyen (cm)	3.7	8.1
Longueur F1 (cm)	50	10.7
Longueur F2 (cm)	30	10.8
Nombre de feuilles par faisceau	6.1	0.9

Localisation de la station sur la mosaïque sonar →



**Figure 30 : Station 3 – Herbier de posidonies aux alentours**

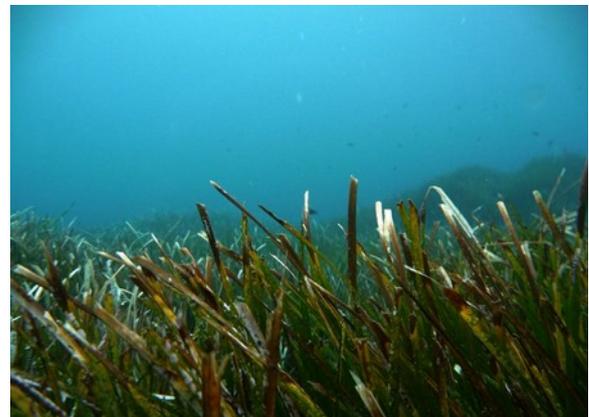
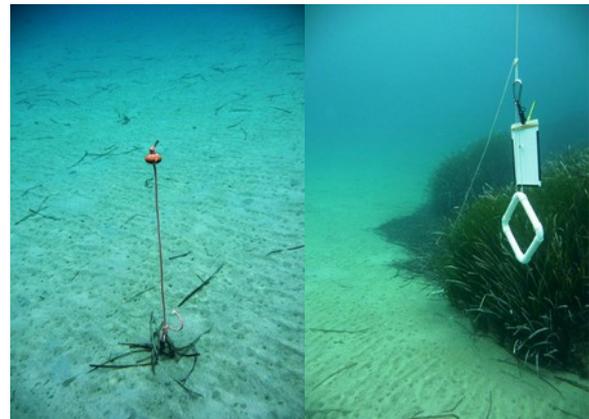
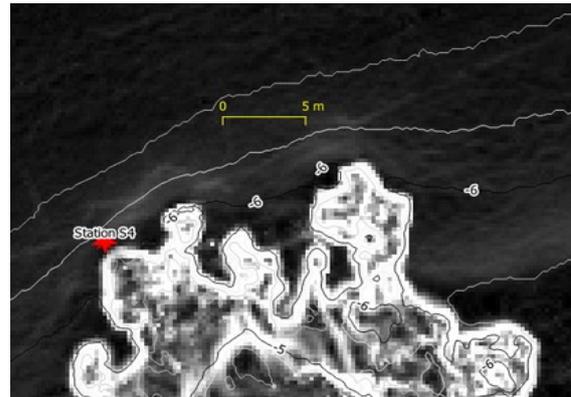
En haut : Recouvrement – Vue d'ensemble (ancrage à proximité). Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes  
 En bas : Déchaussement (négatif) – Bacs de crénilabres juvéniles

**Station 4**

S4 est située en limite de l'herbier de posidonies. La limite est franche (marche de matte de 10 cm). Fond de sable fin bien calibré. Ancrage à proximité (8 m)

Station S4 - Profondeur 5 m	2020	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	85%	Ecart typ.
Densité moyenne de faisceaux par m <sup>2</sup>	758	113
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	13%	
Déchaussement moyen (cm)	-0.5	3.6
Longueur F1 (cm)	50	10.3
Longueur F2 (cm)	39	7.0
Nombre de feuilles par faisceau	6.0	1.1

Localisation de la station sur la mosaïque sonar →



**Figure 31 : Station 4 – Herbier de posidonies aux alentours**

En haut : Recouvrement – Vue d'ensemble (ancrage à proximité). Au centre : Mesure de la densité – Vue d'ensemble  
En bas : Léger ensablement des rhizomes – Herbier peu brouté

## Conclusions

Le tableau suivant synthétise les résultats des mesures des paramètres de la vitalité de l'herbier de posidonies.

Stations	S4 (5 m)	S3 (5 m)	S2 (6 m)	S1 (8 m)
Etat santé/vitalité	Bon	Bon	Bon	Bon
Taux de recouvrement (%)	85%	75%	65%	75%
Densité moyenne de faisceaux par m <sup>2</sup>	758	767	792	558
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	13%	10%	10%	13%
Déchaussement moyen (cm)	-0.5	3.7	3.6	2.5
Longueur F1 (cm)	50	50	53	55
Longueur F2 (cm)	39	30	35	42
Nombre de feuilles par faisceau	6.0	6.1	5.8	6.4

L'analyse du classement des paramètres de vitalité selon les grilles standardisées montre une bonne vitalité de l'herbier de posidonies.

L'herbier de posidonies présente en limite inférieure de forts taux de recouvrement.

La densité de l'herbier est considérée comme normale à bonne sur l'ensemble des 4 stations, la valeur de la densité relative à la station S1 se trouvant très proche du seuil "Normal-Bon" (correspondant à une densité de 584 faisceaux par m<sup>2</sup>, pour 558 faisceaux mesurés ici).

A la limite d'un herbier de posidonies, la présence de faisceaux plagiotropes (rhizomes croissant horizontalement) est un signe de bonne santé, puisqu'elle exprime la tendance de l'herbier à coloniser (ou à recoloniser) les zones voisines. Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est moyen, les valeurs relatives aux stations S2 et S3 se trouvant très proches du seuil "Moyen" (correspondant à un pourcentage supérieur à 11 %) pour 10 % mesurés ici).

L'herbier étudié est en eaux peu profondes, la limite supérieure se situant entre 5 et 8 m. L'herbier peut subir de forts mouvements sédimentaires pouvant conduire à terme à structurer son état général. Des marées de sables peuvent recouvrir l'herbier sur ces limites, à l'inverse l'hydrodynamisme peut provoquer le déchaussement de l'herbier. On observe dans la partie Est du secteur de nombreux îlots de posidonies bordant la limite, celle-ci étant plus franche dans la partie Ouest.

Les déchaussements observés sur l'ensemble des stations sont en moyenne faibles, bien que les écarts types des mesures puissent être importants. La connaissance de la bathymétrie fine, acquise par les mesures géophysiques permet de suivre finement ce paramètre.

Les informations relatives à la biométrie (longueur des feuilles et nombre de feuilles par faisceau) sont très similaires d'un secteur à l'autre. Le nombre de feuilles observées par faisceau est conforme à la moyenne en Méditerranée, soit 5 à 6 feuilles par faisceau.

Bien que la faune vagile la plus abondante soit les castagnoles, l'herbier de posidonies présente une bonne diversité d'espèces de vertébrés.

L'herbier de posidonies du secteur étudié est sain en bon état de vitalité.

Sur la zone d'étude, la valeur écologique, biologique et patrimoniale de l'herbier de posidonie est jugée bonne (B) d'après le document d'objectif (DOCOB) du site Natura 2000 « Corniche Varoise ».

Le niveau des risques et menaces sur cet habitat est évalué par le DOCOB comme « Très fort », ainsi au final que l'enjeu de conservation.



Figure 32 : Ancre – Pipe (centre du transect T3)

Remarque : On notera, au centre du transect T3, dans les taches de posidonies bordant la limite inférieure de l'herbier, l'observation de structures érosives particulières.



Figure 33 : Structures érosives particulières (centre du transect T3)

### III.4) Habitat Roche Infralittorale à Algues Photophiles (RIAP)

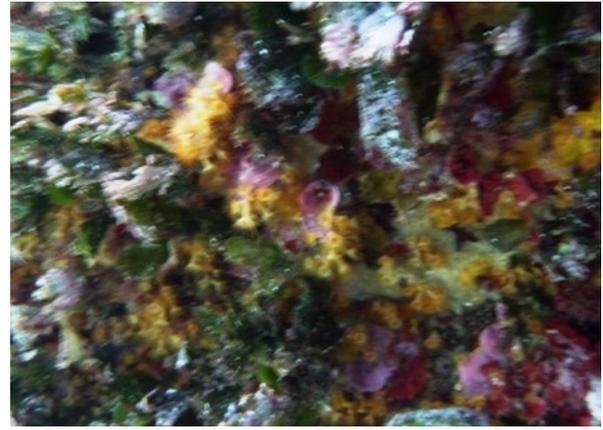
C'est l'habitat de substrat dur le plus représenté dans l'étage infralittoral qui est d'une grande richesse et diversité en organismes. Cet habitat est généralement retrouvé depuis la surface jusqu'à 35-40 m de profondeur. La diversité de faciès témoigne du bon état de la biocénose de la roche infralittorale à algues photophiles dans le site Natura 2000.

L'habitat RIAP a été observé au travers des transects T1 et T2.

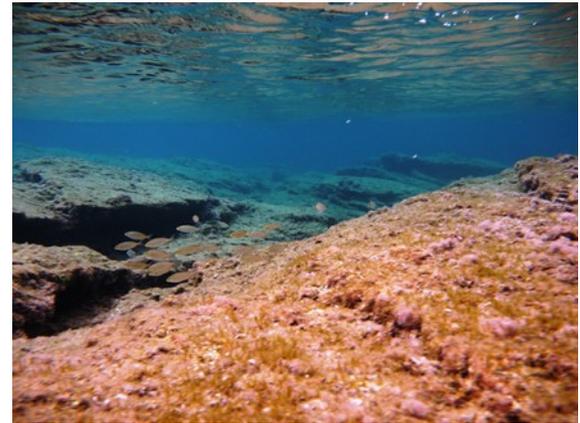
Parmi les transects réalisés, ceux-ci présentent la plus forte diversité d'espèces de vertébrés rencontrées.



Roche et posidonies



Faciès rocheux : Anémone encroûtante jaune



Quelques faciès typiques des secteurs de RIAP (transects T1 et T2)

**Figure 34 : Habitat RIAP**

Les roches sont entièrement recouvertes d'algues. De nombreuses espèces d'algues colorées sont observées le long de ces transects ainsi qu'éponges, vers, cnidaires et une forte diversité d'espèces de poissons. Cette forte diversité est liée à la proximité des herbiers de posidonies, qui jouxtent la roche, et à la présence de reliefs et failles pouvant servir d'abri.



Eponge pierre - Eponge noire



Janie



Peyssonelle



Eponge *Crambe crambe*



Monnaie de Poséidon



Codium

**Figure 35 : Algues observées (Extrait des observations sur les transects T1 et T2)**

L'état de conservation de la roche infralittorale à algues photophiles semble être excellent.

Sur la zone d'étude, la valeur écologique, biologique et patrimoniale de l'habitat RIAP est jugée excellente (A) d'après le document d'objectif (DOCOB) du site Natura 2000 « Corniche Varoise ».

Les observations réalisées en plongée sont cohérentes avec cette évaluation.

Le niveau des risques et menaces sur cet habitat est évalué par le DOCOB comme « Fort », et l'enjeu de conservation est jugé « Très fort ».

### III.5) Habitat Sables Fins de Haut Niveau (SFHN)

Les Sables Fins de Haut Niveau (SFHN) sont des bancs de sable immergés jusqu'à environ 2,5 à 3 m de profondeur, succédant aux plages émergées et qui constituent la "basse plage". Cela correspond à la zone d'hydrodynamisme maximum des plages. Le sédiment est dominé par du sable fin mélangé à une fraction plus grossière de sable, coquilles et graviers. Ces sables ont été trouvés devant les plages.

L'habitat a été observé lors des transects T4, T5 et T6. Compte tenu des observations en plongée, l'isobathe 2,5 m a été retenue comme délimitation de cet habitat.

Peu de vie a été observée lors des transects. Ce secteur est dépourvu de végétation et de substrats rocheux, et nous avons observé peu de faune vagile hormis quelques bancs d'athérines et de bogues à proximité de la plage et des secteurs rocheux.



Banc d'athérines

Fond de SFNH

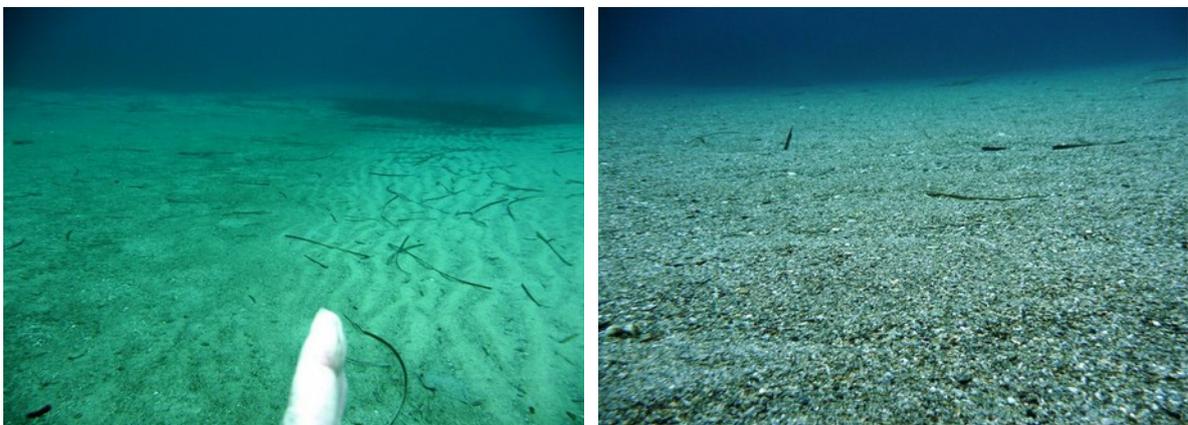
**Figure 36 : Sable Fin de Haut Niveau**

Si la végétation est inexistante et la faune plus que discrète, elle constitue néanmoins un secteur important pour l'alimentation des juvéniles.

### III.6) Habitat Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond (SGCF)

Les Sables Grossiers et fins graviers sous influence des Courants de Fonds (SGCF) sont constitués de sables grossiers et de petits graviers dépourvus de fraction fine, triés sous l'effet de courants de fonds fréquents, voire persistants, et assez forts. Les SGCF peuvent s'étendre en Méditerranée de 4 à 70 m de profondeur et donc se mêler en profondeur avec l'habitat du Détritique Côtier. Les SGCF sont riches en méiofaune mais la macrofaune y est rare et peu abondante. Cet habitat est fréquent dans les passes entre les îles, où les courants violents sont fréquents, mais également dans les intermattes des herbiers de posidonies.

Cet habitat, présent dans la partie sud-est du secteur, est très faiblement représenté.



Limite SGCF / SFBC

Fond de SGCF

**Figure 37 : Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond**

### III.7) Habitat Sables Fins Bien Calibrés (SFBC)

En dessous des SFHN, on trouve les Sables Fins Bien Calibrés (SFBC) c'est à dire du sable fin de granulométrie homogène. Les SFBC sont dépourvus de végétation mais abritent une faune diversifiée, notamment de mollusques, de polychètes, de crustacés décapodes, d'échinodermes, de poissons et qui occupe l'essentiel des surfaces de fonds meubles de l'étage infralittoral notamment les fonds de calanques en limite supérieure d'herbier. Cet habitat peut présenter des faciès particuliers à *Cymodocea nodosa* ou à *Caulerpa prolifera*.

Un herbier de cymodocées, dont la signature est visible sur les données acoustiques, a été observé eu travers des transects T4 et T5 et en bordure du transect T2.



Cymodocées (*Cymodocea nodosa*)



Cériante solitaire



Figure 38 : Cymodocées sur SFBC

L'herbier est constitué de large taches de cymodocées de densité inhomogène. Des quadras photo ont été réalisés sur les taches les plus denses.



Station observation S6



Station observation S5

Figure 39 : Herbier de cymodocées sur secteur de Sables Fins Bien Calibrés (SBCF)

*Cymodocea nodosa* est une magnoliophyte marine. Elle forme de larges prairies dans l'étage infralittoral. Elle est associée à l'habitat Sables Fins Bien Calibrés (SFBC). L'appareil végétatif de la cymodocée comporte un rhizome enfoui dans le sédiment, portant des racines et des feuilles étroites rassemblées en faisceaux. Ses feuilles rubanées vert clair sont étroites (3 à 4 mm de largeur, 7 à 9 nervures longitudinales parallèles), allongées (jusqu'à 40 cm). L'extrémité présente des bords dentelés, visibles à la binoculaire.

Cette espèce présente d'une part un cycle saisonnier marqué, avec de fortes variations de taille saisonnales et pluriannuelles (perte des feuilles possible en hiver) [OFB 2020]. Notons que ses taux de renouvellement des feuilles qui peuvent atteindre 4 fois celui des herbiers de posidonies [Olesen et al 2002]

*Cymodocea nodosa* apprécie les sédiments instables sableux. Si l'accrétion du sable n'est pas trop rapide, les stolons peuvent croître verticalement à travers elle, mais les herbiers peuvent être submergés par l'accrétion rapide. La mort des plants est causée principalement par l'érosion car les racines sont découvertes, des organismes encroûtants ou perçants prolifèrent et les plantes sont emportées. L'accrétion du sable stimule également les graines en dormance, la floraison et peut permettre la recolonisation lorsque les conditions le permettent [Marba 1995].

La liste des paramètres physico-chimiques et biologiques auxquels *Cymodocea nodosa* est potentiellement sensible est la suivante [DREAL 2018] : Altération mécanique (chocs, frottements, écrasements et arrachages), courant, houle, topo-bathymétrie, stocks sédimentaires, trait de côte, turbidité et paramètres associés, déchets posés sur le fond, qualité générale de l'eau, substances chimiques problématiques dans la colonne d'eau, les sédiments et le biote, flux à la mer (débit eau douce).

La dynamique de l'herbier de cymodocées est bien supérieure à celle de l'herbier de posidonies, et est complexe en raison du nombre et de la diversité des phénomènes potentiellement impactants.

**La figure suivante présente l'analyse des images historiques disponibles sous GOOGLE EARTH :**



**Figure 40 : Analyse de l'historique des images disponibles sous GOOGLE EARTH**

**Emprise de l'herbier de cymodocées**

En haut : Images du 16/10/2003 et du 21/08/2006

En bas : Images du 13/07/2007 et du 03/10/2018



Figure 41 : Analyse de l'historique des images disponibles sous GOOGLE EARTH

**Emprise de l' herbier de cymodocées**

En Magenta : 16/10/2003

En Orange : 21/08/2006

En jaune : 13/07/2007

En vert : 03/10/2018

L'historique des images disponibles sous GOOGLE EARTH met en évidence la présence des cymodocées dans le secteur d'étude depuis au moins 2003.

### III.8) Résultats de la cartographie des biocénoses & Conclusions

Les figure suivante présente la cartographie biocénétique obtenue sur le secteur d'étude (image en basse résolution extraite du document **L93\_Canadel\_Plage\_Mairie\_BIO\_A0\_1000e.pdf** de la livraison).

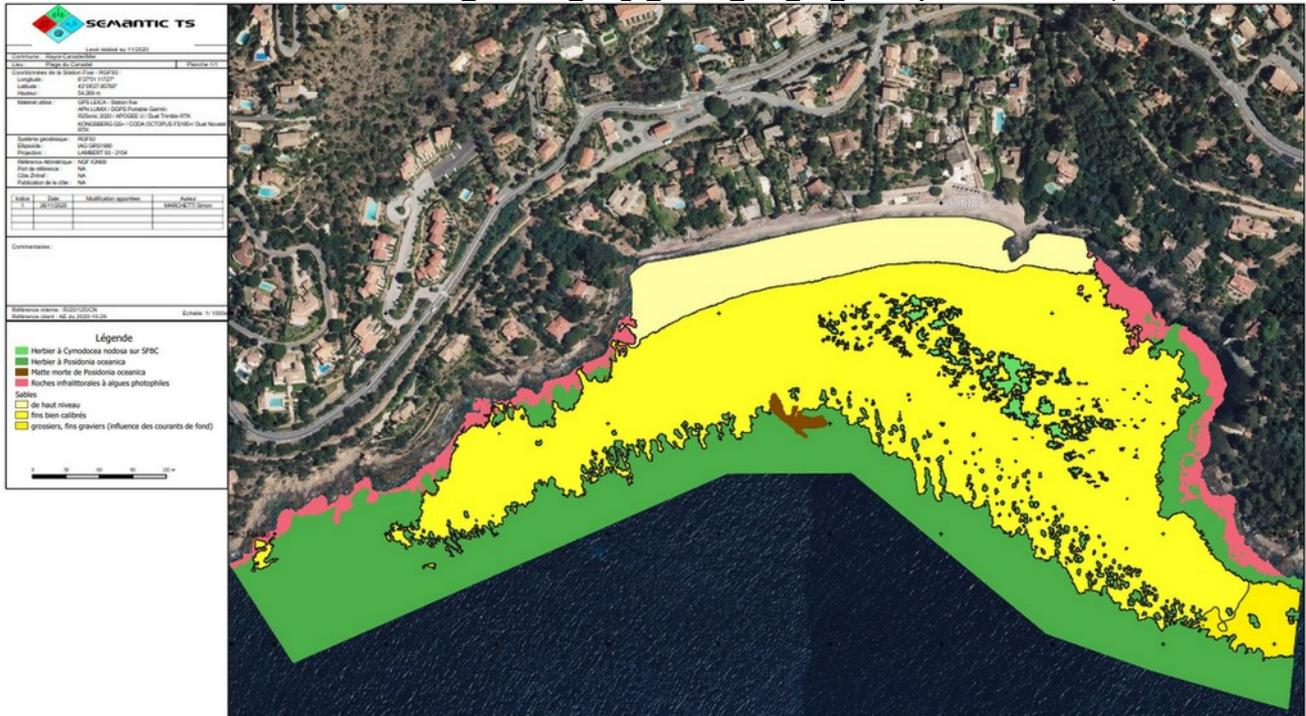


Figure 42 : Cartographie des biocénoses - Novembre 2020

Cette carte met en évidence la forte représentation des trois habitats suivants :

- **SFBC** Sables fins bien calibrés & Association à *Cymodocea nodosa* sur SFBC.
- **RIAP** Roches infralittorales à algues photophiles
- **Herbier de posidonies** & Association de la matte morte de posidonies

Les deux autres habitats sont faiblement représentés

- **SFHN** Sables fins de haut niveau
- **SGCF** Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond

La carte inscrite au DOCOB est la suivante :



Figure 43 : Cartographie des biocénoses. Extrait du DOCOB [Sylla 2013 a]

En ce qui concerne les herbiers de posidonies et les roches infralittorales à algues photophiles, l'actualisation de la cartographie, affine la carte mais ne met pas en évidence de changement majeur.

**Le changement majeur consiste en la mise en évidence d'un herbier de cymodocées dans la partie centrale et Est du secteur d'étude.**

## IV. RÉFÉRENCES

[Boudouresque et al. 2006 : Préservation et conservation de l'herbier à *Posidonia oceanica*. Accord RAMOGE, Monaco et GIS posidonie publ]

[DREAL 2018] DREAL PACA et DREAL Occitanie, 2018. Guide cadre Eval\_Impact. Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs. Fascicule 4 – Suivi environnemental. Ed. CO2 communication

[Marba 1995] Nuria Marba, Carlos M. Duarte, « Coupling of seagrass (*Cymodocea nodosa*) dynamics with subaqueous dune migration », *Journal of Ecology*, vol. 83, no 3, juin 1995, p. 381–389

[OFB 2020] <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc/cymodocee-cymodocea-nodosa>

[Olesen et al 2002] Birgit Olesen, Susana Enríquez, Carlos M. Duarte, Kaj Sand-Jensen. Depth-acclimation of photosynthesis, morphology and demography of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* in the Spanish Mediterranean Sea. Vol. 236: 89–97, 2002 MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Published July 3

[Pergent-Martini C., Pergent G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis :1 – 66]

[Sylla 2013 a] Sylla G., 2013. Tome 1 - Diagnostic, enjeux et objectifs de conservation du site Natura 2000 FR9301624 « Corniche varoise ». Convention cadre Etat / Sivom du Littoral des Maures du 24 novembre 2010. Observatoire marin de la Communauté de commune du Golfe de Saint-Tropez publ. : 175 p. + annexes. (Atlas cartographique)

[Sylla 2013 b] Sylla G., 2013. Note de synthèse. Document d'objectifs du site Natura 2000 FR9301624 « Corniche varoise ». Convention cadre Etat / Sivom du Littoral des Maures du 24 novembre 2010. Observatoire marin de la Communauté de commune du Golfe de Saint-Tropez publ.: 31 p.

[Sylla 2013 c] Observatoire marin, 2013. Document d'objectifs Natura 2000 du site FR9301624 « Corniche varoise ». Annexe 1 «Fiches des habitats et espèces marines d'intérêt communautaire et patrimonial» Convention cadre Etat / Sivom du Littoral des Maures du 24 novembre 2010. Observatoire marin de la Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez publ. , Fr. : 1-331.

[Wienberg 2013] Steven Weinberg. Guide d'identification, 665 espèces de faune et flore, Découvrir la vie sous-marine Méditerranée, Gap Eds. 2013