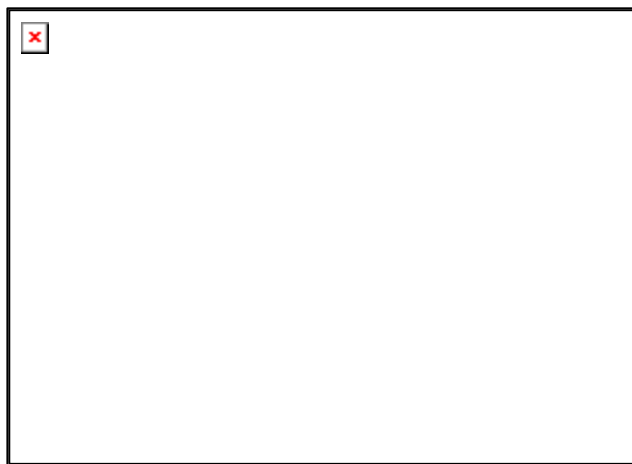
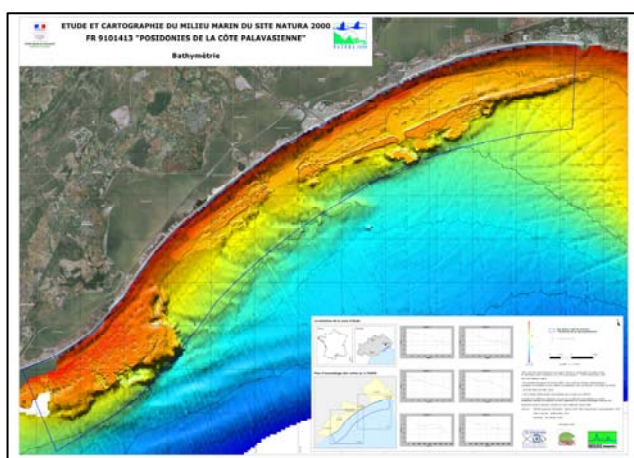


## ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000 N°FR910 1413 « POSIDONIES DE LA COTE PALAVASIENNE »



# **ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000 « POSIDONIES DE LA COTE PALAVASIENNE »**

## **Maître d'ouvrage :**

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT Languedoc-Roussillon  
58 AVENUE Marie de Montpellier  
CS 79034  
34965 MONTPELLIER cedex 2

## **Coordination DIREN LR :**

M. PIBOT Alain, chargé de mission Mer et Littoral

## **Maître d'œuvre :**

L'ŒIL D'ANDROMEDE  
Université de Montpellier II  
163, rue Auguste Broussonnet  
34 090 Montpellier, France  
**Tel :** 04. 67. 66. 32. 48. **Fax :** 04. 67. 41. 93. 34.  
**E-mail :** [andromede.oeil@worldonline.fr](mailto:andromede.oeil@worldonline.fr)

## **Responsable et coordination L'Œil d'Andromède :**

DESCAMP Pierre

## **Acquisition bathymétrique et sonar latéral : MESURIS BATHYMETRIE**

Opérateurs : Erwan Legrand, Frédéric Dubois et Thierry Mouquet. Pilotes : Christophe Keraudren.  
Post traitement : L'œil d'Andromède - Michalowski Cloé.

## **Participants mission embarquée :**

BALLESTA Laurent, DESCAMP Pierre, DETER Julie, GEELEN Leen, HOLON Florian, SABRIE Yannick.

## **Traitement des données et rédaction :**

DESCAMP Pierre, HOLON Florian.

## **SIG :**

FAURE Karine (CERCIS), SABRIE Yannick.

## **Crédit photographique :**

BALLESTA Laurent, HOLON Florian, DESCAMP Pierre.

## **Ce document doit être cité sous la forme suivante :**

HOLON F., DESCAMP P., 2008. *ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000 FR910 1413 « POSIDONIES DE LA COTE PALAVASIENNE »*, ANDROMEDE ENVIRONNEMENT 2008. Rapport final. Contrat DIREN & Andromede Environnement. *Andromede publ.*, Fr. : 1-107 + annexes.

# SOMMAIRE

---

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
------------------------------	----------

---

I.1. Objectifs et Contexte de l'étude .....	1
I.2. Zone d'étude.....	2
<i>I.2.1. Situation climatique</i> .....	4
<i>I.2.2. Géomorphologie</i> .....	5
<i>I.2.3. Conditions hydrodynamiques</i> .....	7
<i>I.2.4. Usages</i> .....	8
<i>I.2.5. propriétés du Conservatoire du Littoral sur la zone</i> .....	9
<i>I.2.6. Aménagements en récifs artificiels</i> .....	10

---

<b>II. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES MARINES ET EVALUATION PATRIMONIALE</b> .....	<b>11</b>
--	-----------

---

II.1. Introduction.....	11
<i>II.1.1. L'étagement du littoral</i> .....	11
<i>II.1.2. Les Biocénoses de l'infra- et du circalittoral</i> .....	12
II.2. Matériels et méthodes .....	28
<i>II.2.1. Processus de réalisation des cartographies biocénotiques sous-marines</i> .....	28
<i>II.2.2. Filières d'acquisition des données</i> .....	29
<i>II.2.3. Campagne bathymétrique – sonar latéral</i> .....	30
<i>II.2.4. Cartographie des biocénoses marines</i> .....	35
<i>II.2.5. Evaluation patrimoniale</i> .....	49
II.3. Résultats et discussion .....	62
<i>II.3.1. Bathymétrie multifaisceaux – Sonar latéral</i> .....	62
<i>II.3.2. Morphologie du banc rocheux</i> .....	66
<i>II.3.3. Cartographie des biocénoses marines</i> .....	67
<i>II.3.4. Espèces emblématiques rencontrées sur la zone</i> .....	71
<i>II.3.5. Espèces envahissantes</i> .....	90
<i>II.3.6. Suivi de la densité et du recouvrement des herbiers de posidonies</i> .....	91

---

<b>III. CONCLUSION</b> .....	<b>102</b>
------------------------------	------------

---

III.1. Localisation des peuplements remarquables .....	102
III.2. Préconisation de modification du périmètre du site Natura 2000 .....	105

---

<b>IV. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>106</b>
--------------------------------	------------

---

<b>ANNEXES</b> .....	<b>110</b>
----------------------	------------

---

*En écologie, une **biocénose** est un ensemble d'êtres vivants de toutes espèces, végétales et animales, coexistant dans un espace défini (le biotope), et qui offre les conditions extérieures nécessaires à leur vie.*

*Un biotope et une biocénose constituent un écosystème.*

## I . I N T R O D U C T I O N

---

### I . 1 . O B J E C T I F S E T C O N T E X T E D E L ' E T U D E

---

Le site des « Posidonies de la côte Palavasienne » a été proposé par la France à l'intégration au réseau écologique communautaire Natura2000 au titre de la directive « Habitats » du 21 mai 1992. Ce site a fait l'objet d'une publication officielle au JO de l'Union européenne le 21 septembre 2006.

La présente étude établit une cartographie et un état des lieux de l'état de santé des biocénoses marines devant servir de base à la réalisation du document d'objectifs du site NATURA 2000 « FR9101413 ».

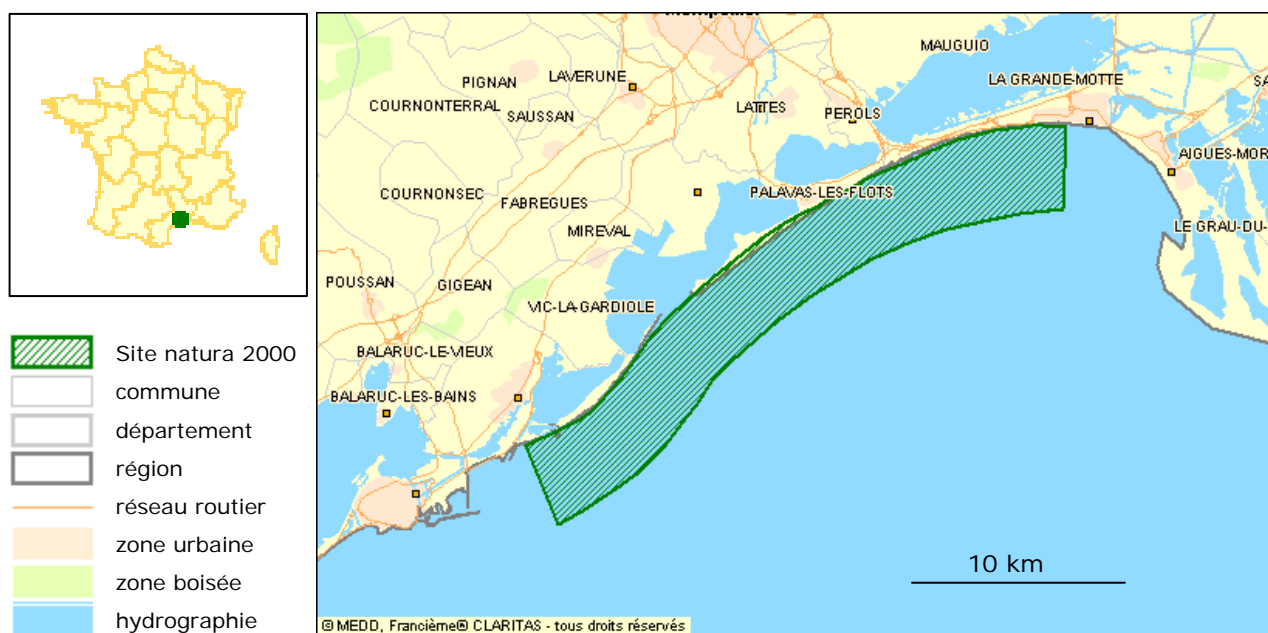
Elle comprend en particulier :

- **Une bathymétrie** de la zone intégrant des données SHOM et un lever spécifique au sondeur multifaisceaux.
- **Une cartographie biocénotique** réalisée par interprétation et interpolation de photographies aériennes, données sonar latéral, données de sondeur multifaisceaux, transects plongeur audio et plongées ponctuelles
- L'acquisition, l'actualisation ou le complément d'information concernant **la composition, la répartition et l'état de santé des biocénoses** ;
- La réalisation d'une **synthèse géoréférencée des informations recueillies** dans une base de données afin de permettre au maître d'ouvrage la prise de décision en matière de gestion de cet espace.

## I . 2 . Z O N E D ' E T U D E

Le secteur géographique concerné par cette étude correspond à la zone marine du site NATURA 2000 de l'herbier à Posidonies de la côte Palavasienne représentant une superficie d'environ 108 km<sup>2</sup>.

5 communes sont concernées par ce site (d'Est en Ouest) : La Grande-Motte, Maugio-Carnon, Palavas-les-flots, Villeneuve-les-Maguelone, Frontignan.



### IDENTIFICATION

► **Appellation :** POSIDONIES DE LA COTE PALAVASIENNE

► **Statut :** Site ou proposition de Site d'Importance Communautaire (SIC/pSIC)

► **Code :** FR9101413

### Localisation

★ **Région :**

★ **Département :** Domaine maritime

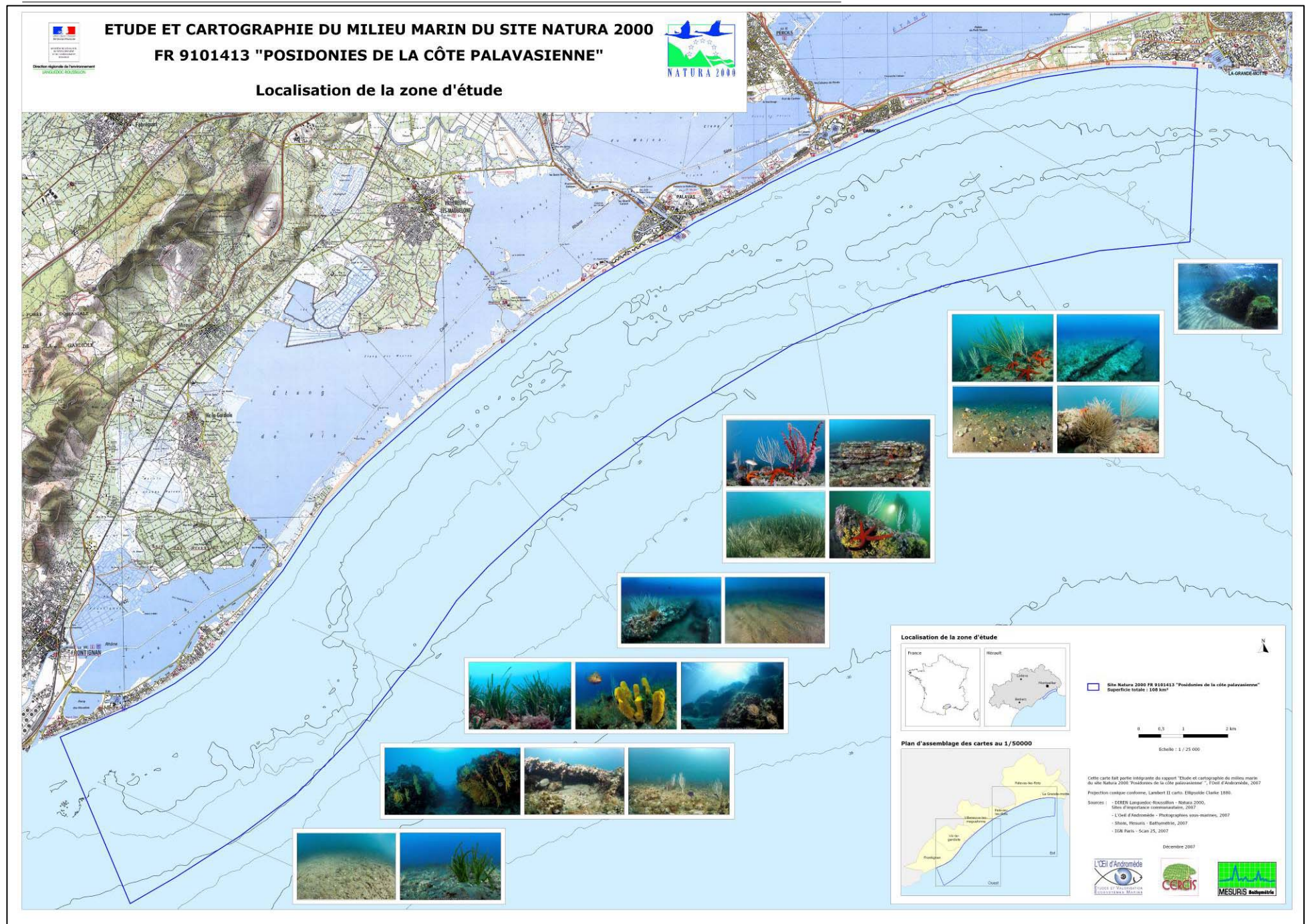
★ **Superficie :** 10830 ha

★ **Altitude minimale :** -20 m

★ **Altitude maximale :** 5 m

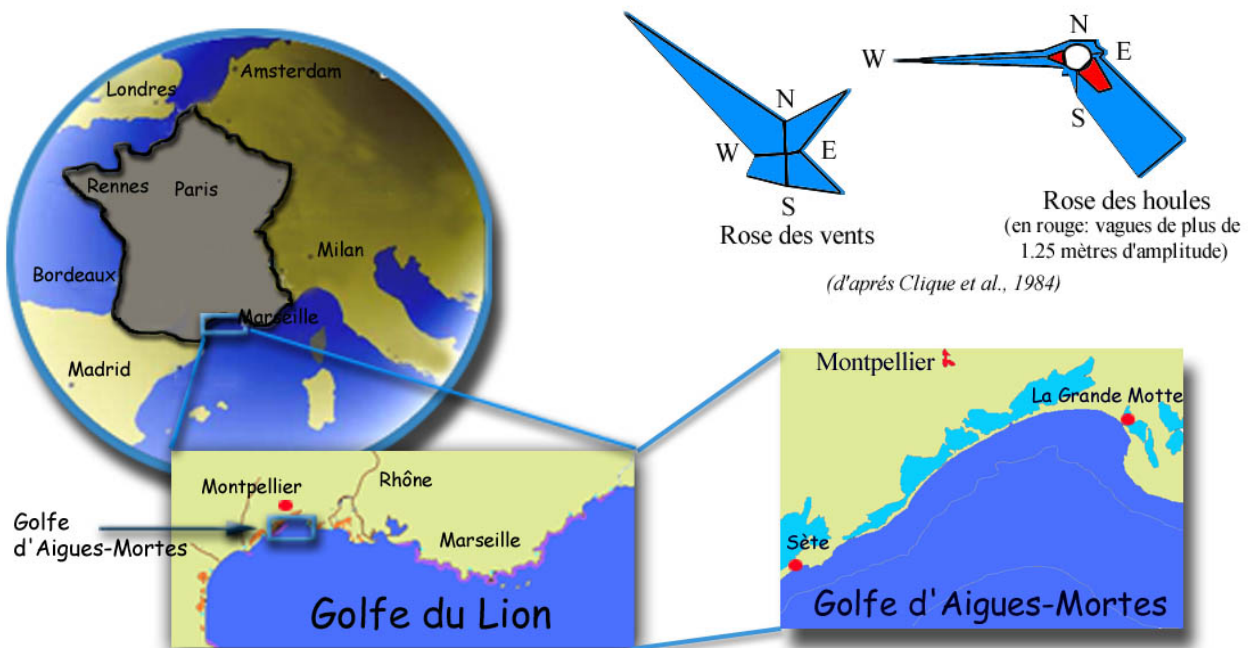
★ **Région biogéographique :** Méditerranéenne

La surface de ce site intersecte la Zone de Protection Spéciale suivante : [FR9112017](#) ETANG DE MAUGUIO



### I . 2 . 1 . S I T U A T I O N C L I M A T I Q U E

Le Golfe d'Aigues-Mortes est soumis aux conditions météorologiques hydrodynamiques et hydrologiques générales du Golfe du Lion. Les vents y sont fréquents et violents. Les directions dominantes (figure 1) sont Nord-Ouest à Ouest (Mistral et Tramontane) et Est à Sud (Grec et Marin). Les vents violents de N/O et O ont pour conséquence une diminution des précipitations, une augmentation de l'insolation hivernale et une intensification du phénomène d'évaporation. Les vents de secteurs S à E, humides et chauds, provoquent de fortes houles pouvant atteindre 8 mètres de creux (Anonyme, 1984).

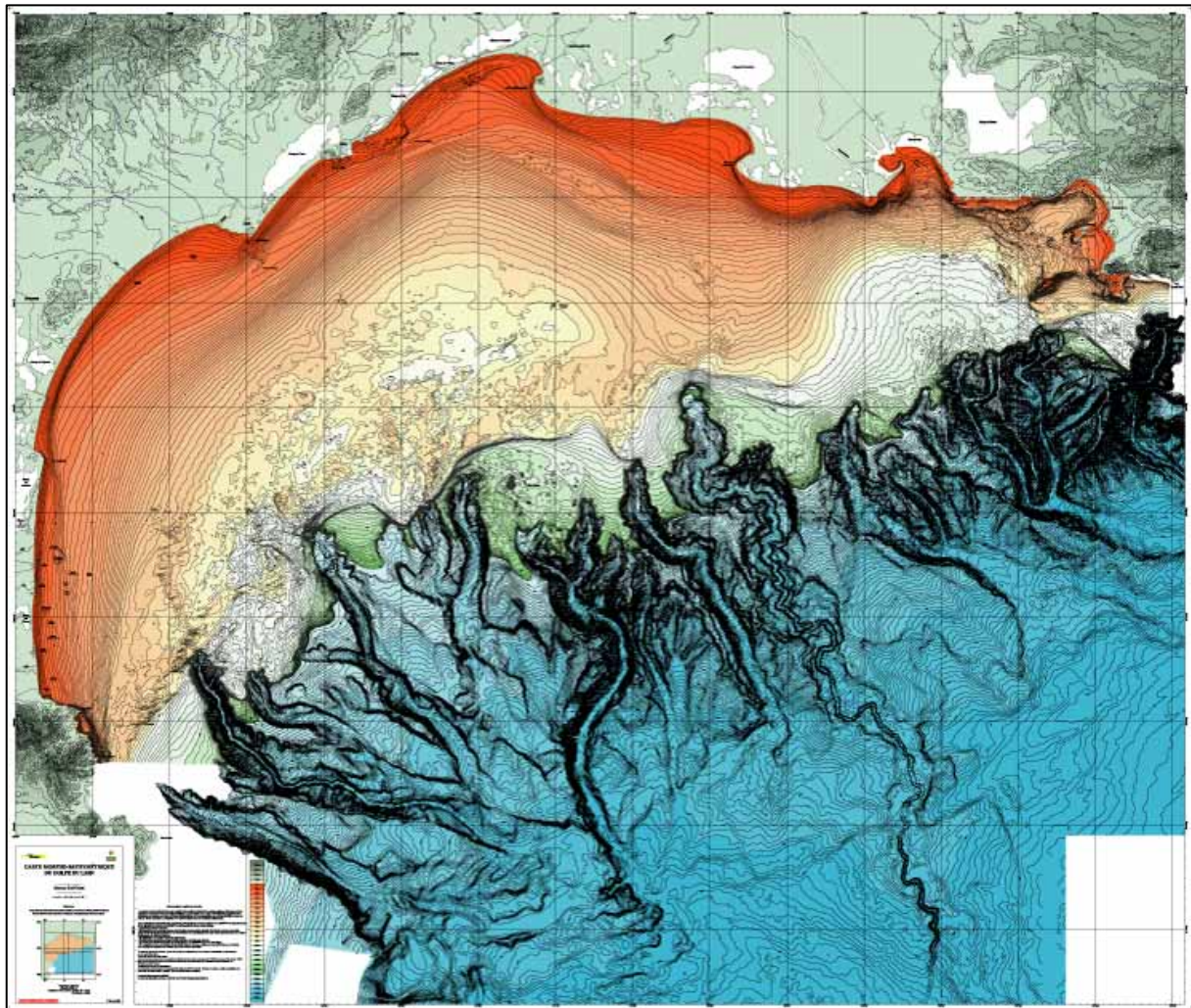


*Figure 1 : le golfe d'Aigues-Mortes : situation géographique, caractéristiques des vents et houles*

## I . 2 . 2 . G E O M O R P H O L O G I E

La zone Natura 2000 N°FR910141 se situe dans le golfe d'Aigues-Mortes, sous-entité du golfe du Lion. Le golfe du Lion présente une particularité rare en Méditerranée, celle de disposer d'un vaste plateau continental (14000 km<sup>2</sup>). Le golfe a la forme d'un croissant de 185 km d'ouverture par 83 km de profondeur. A l'exception de son extrémité ouest haute et rocheuse (côte des Albères), la côte du golfe du Lion est basse, constituée d'une succession de lagunes fermées par des cordons sableux.

Le plateau continental a une pente très douce depuis le littoral jusqu'à l'isobathe 100 mètres, qui correspond au début de la flexure. A ce niveau, des vallées sous-marines entaillent le plateau et se caractérisent par un changement brutal de pente. Les têtes de ces vallées ou « rechs » sont entourées de zones accidentées.





La zone Natura 2000 N°FR910141 comprend un plateau rocheux irrégulier, s'étendant à proximité du rivage, des Aresquiers à la Grande Motte, entre 4 et 25 mètres de profondeur.

Ce plateau rocheux est de formation relativement récente. Son origine remonte à la dernière phase de la transgression flandrienne où le niveau de la mer est progressivement passé de -120 mètre au niveau actuel.

Durant cette lente remontée, qui n'a pas été progressive mais a connu des paliers, la mer à refoulée devant elle de nombreux matériaux géologiques qui, pour une raison mal élucidée, ont été agglomérés par un ciment calcaire. Ces dalles rocheuses présentent une structure feuilletée caractéristique des formations d'origine sédimentaire et reposent sur un substrat argileux qui est soumis à l'érosion par les courants. Il se produit donc des phénomènes d'érosion sous les dalles, ce qui provoquent des porte-à-faux et des fractures aboutissant à la formation de failles caractéristiques.



photo : Laurent Ballesta / Andromède Environnement

### I . 2 . 3 . C O N D I T I O N S H Y D R O D Y N A M I Q U E S

Le Golfe d'Aigues-Mortes est soumis aux conditions météorologiques, hydrodynamiques et hydrologiques générales du Golfe du Lion. Les vents violents de N/O et O ont pour conséquence une diminution des précipitations, une augmentation de l'insolation hivernale et une intensification du phénomène d'évaporation. Les vents de secteurs S à E, humides et chauds, provoquent de fortes houles pouvant atteindre 8 mètres de creux (Anonyme, 1984). L'action de cette houle lors des tempêtes d'Est provoque, jusqu'à des profondeurs de 20 m, des déplacements de masses sédimentaires considérables. Les rares précipitations tombent en averses violentes.

Les marées sont faibles (26cm d'amplitude moyenne) mais ce sont les variations de niveau causées par le vent qui sont les plus importantes (pouvant atteindre plus de 50 cm).

Les apports en eaux douces sont très conséquents et proviennent de l'important réseau hydrographique (Lez, Vidourle), mais l'essentiel provient du Rhône (débit de 55 milliards de m<sup>3</sup> par an). Les débits solides sont également considérables : par exemple, une estimation du débit solide du Rhône a donné les chiffres de 21 millions de m<sup>3</sup> de matières solides en 1847 (Anonyme, 1984). De nombreuses lagunes et étangs (étang du Prévost, étang de l'Ors...) influencent également considérablement la qualité des eaux de la zone. Ces lagunes ont un rôle particulièrement important dans les cycles biologiques des poissons puisqu'un certain nombre d'espèces migre cycliquement du large vers ces lagunes ou vice-versa. Elles jouent alors un véritable rôle de nurseries (Monteiro, 2001).

La grande majorité du transport alluvionnaire est réalisée par deux courants littoraux : le courant Ligure, qui transporte des sables fins depuis le Rhône jusqu'à Port la Nouvelle et un contre courant qui véhicule des sables grossiers depuis les Pyrénées jusqu'à Port la Nouvelle. On retrouve au sein des golfes dont celui d'Aigues-Mortes, des contre-courants générés par la morphologie de la zone. D'autres courants, induits par les vents, influencent de façon plus ou moins locale la circulation générale des eaux.



#### I . 2 . 4 . U S A G E S

La côte bordant la zone d'étude est un milieu original, constitué d'une succession de lagunes fermées par des cordons sableux. Cet espace autrefois délaissé a été l'objet, au cours des dernières décennies, de la plus vaste opération d'aménagement touristique jamais entreprise en France (Mission Racine). Ce développement a permis la mise en valeur économique des rivages et le développement d'une forte densité d'infrastructures dédiées au tourisme. Cependant il a aussi entraîné une déstabilisation du trait de côte qui a été d'autant plus importante qu'elle est survenue dans un contexte sédimentaire défavorable depuis quelques décennies, en raison d'une recrudescence des événements tempétueux et d'une diminution de la charge alluviale apportée par les fleuves, conséquence de leur équipement en barrages et de la multiplication des extractions de granulats dans leur lit. Aussi l'érosion s'est elle renforcée sur nombre de plages, menaçant le capital touristique des stations balnéaires. Pour lutter contre ce phénomène, de coûteux travaux de défense sont régulièrement engagés. Mais très souvent, ils ne font que reporter le problème de l'érosion dans des secteurs jusqu'alors épargnés.



La zone est de plus soumise à une pression de pêche importante : le transport alluvionnaire et les vents violents favorisent la turbidité de l'eau mais les nombreuses particules organiques mises ainsi en suspension assurent une forte productivité à l'ensemble des eaux du Golfe du Lion. Ajoutés aux conditions climatiques favorables, cet important apport en sels nutritifs permet le développement d'une production primaire importante sur des fonds inférieurs à 200 mètres. Ainsi, le Golfe du Lion fournit près de 95% de la production halieutique de la Méditerranée française, ainsi que 8 à 10% des produits frais de la production nationale tant en tonnage qu'en valeur marchande (Pary, 2000, d'après des données CEPRALMAR).

Sur la zone Natura 2000 sensu stricto, on compte une forte activité de pêche, exercée par les pêcheurs petits métiers (Palavas, Carnon, le Grau du Roi, Frontignan) et des chalutiers basés à Sète et au Grau du Roi.



## I . 2 . 5 . P R O P R I E T E S D U C O N S E R V A T O I R E D U L I T T O R A L S U R L A Z O N E

### Petit Travers

**Surface** : 157 hectares

**Période d'acquisition** : 1979 - 2004

**Nombre d'actes d'acquisition signés** : 13

**Commune** : Mauguio (Hérault)

**Nom du gestionnaire** : Commune de Mauguio (34)

### Le Grand Travers

**Surface** : 206 hectares

**Période d'acquisition** : 1988

**Nombre d'actes d'acquisition signés** : 1

**Commune** : La Grande-Motte (Hérault)

**Nom du gestionnaire** : Commune de la Grande-Motte (34)

### Aresquiers

**Surface** : 138 hectares

**Période d'acquisition** : 1979 - 2001

**Nombre d'actes d'acquisition signés** : 31

**Commune** : Frontignan, Vic-la-Gardiole (Hérault)

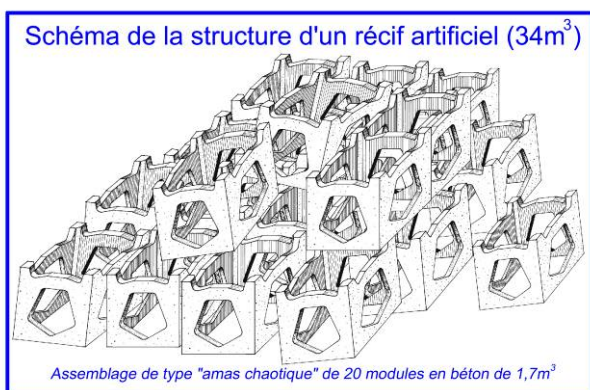
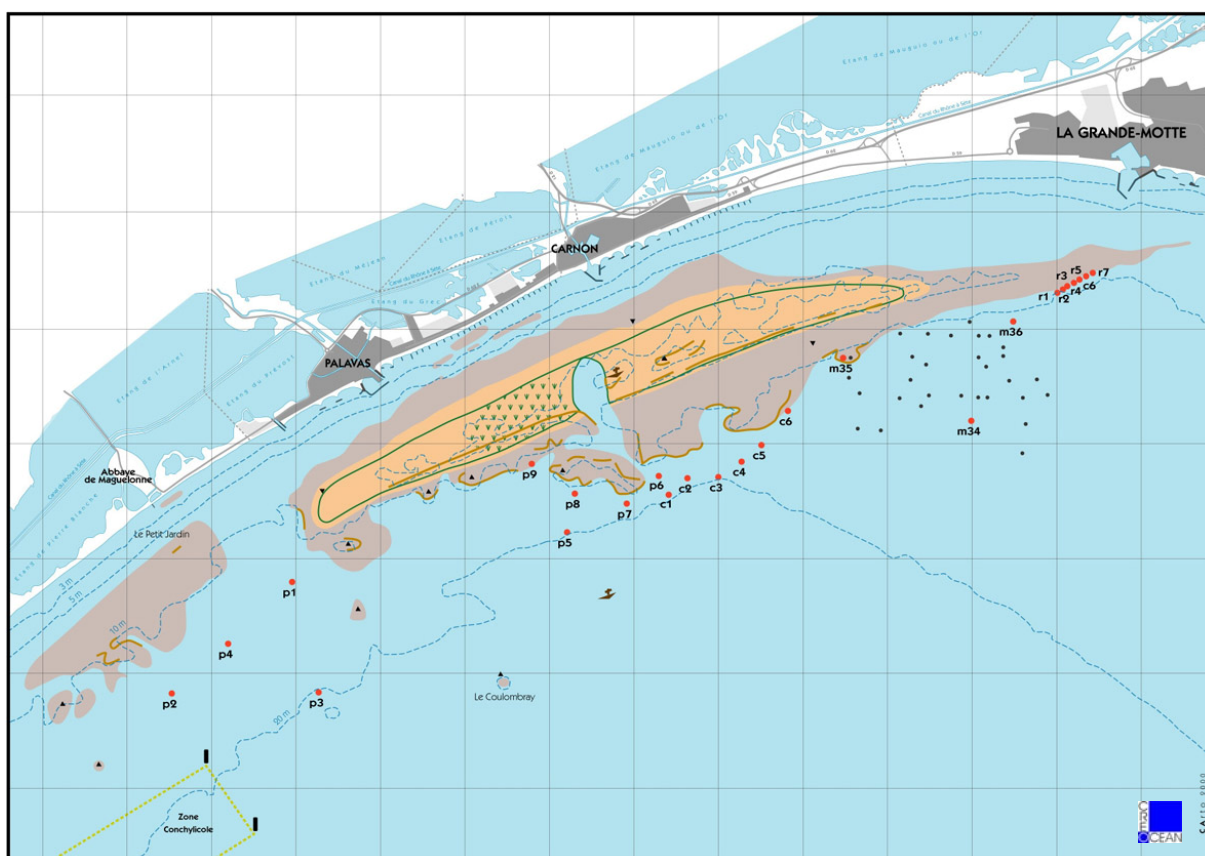
**Nom du gestionnaire** : Communauté d'Agglomération Bassin de Thau,  
Commune de Frontignan et Commune de Vic-la-Gardiole (34)

## I . 2 . 6 . AMENAGEMENTS EN RECIFS ARTIFICIELS

Entre septembre et novembre 1999, des récifs ont été immergés entre le Grau du Roi et Villeneuve-les-Maguelone, avec un double objectif de production halieutique et de protection, à l'initiative du syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines du Golfe d'Aigues Mortes.

Cet aménagement se compose de buses et d'amas de 20 modules Sabla de 1,2 m<sup>3</sup>. Les récifs ont été placés à une profondeur comprise entre 10 et 20 mètres (voir carte). Cet aménagement a fait l'objet d'un suivi scientifique entre 2000 et 2003 (CREOCEAN / L'Œil d'Andromède).

En 2006, une seconde immersion de 56 récifs artificiels a été réalisée. Il s'agit de 36 récifs de type « buses » et 20 récifs de type « amas chaotique » répartis sur 4 zones (Palavas est et ouest ; La Grande-Motte est et ouest).



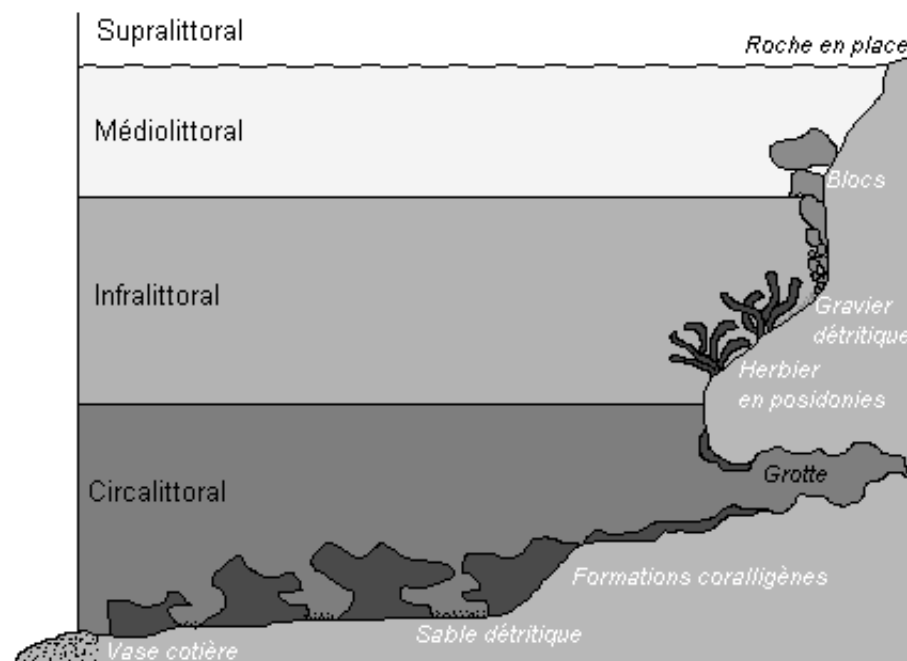
## II. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES ET EVALUATION PATRIMONIALE

### II.1. INTRODUCTION

#### II.1.1. L'ETAGEMENT DU LITTORAL








Le système de classement des différents étages du littoral se fait en fonction de facteurs abiotiques tels que la lumière et l'immersion... On distingue 4 étages :

- **L'étage supralittoral** : zone découverte mais exposée aux embruns où se localisent les organismes qui supportent ou exigent une émergence continue. Les immersions véritables y sont exceptionnelles.
- **L'étage médiolittoral** : zone de balancement des vagues et marées.
- **L'étage infralittoral** : correspond à la zone immergée et bien éclairée. Sa limite inférieure est celle qui est compatible avec la vie des algues photophiles et des phanérogames marines.
- **L'étage circalittoral** : correspond à la zone profonde du plateau continental qui s'étend depuis 40 m de profondeur environ (= limite inférieure de vie des algues photophiles) jusqu'à la limite de la pénétration de la lumière dans l'eau, laquelle dépend de la plus ou moins grande transparence des eaux, en général une centaine de mètres.





## II.1.2. LES BIOCENOSES DE L'INFRA- ET DU CIRCALITTORAL

### II.1.2.1. PRESENTATION DES BIOCENOSES CARTOGRAPHIEES

Biocénoses :		Recouvrement de l'herbier à Posidonia oceanica :
 Détritique côtier	 Sables fins de haut niveau	 0 - 10 %
 Roche à algues photopiles	 Sables fins bien calibrés	 11 - 30 %
 Galets et petits blocs	 Sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fonds	 31 - 50 %
 Roche à coralligène	 Matte morte de Posidonia oceanica	 51 - 75 %
 Enrochement artificiel		 76 - 100 %

Le choix des catégories biocénologiques relève d'un compromis entre précision, moyens disponibles et lisibilité des résultats.

En ce qui concerne la présente étude, la nomenclature retenue (voir figure ci-contre) a fait l'objet d'une adaptation des biocénoses habituellement utilisées en Méditerranée. On s'est appuyé en particulier sur :

-  les travaux de bancarisation des données sur les biocénoses marines à l'échelle de la façade méditerranéenne (document réalisé par l'Ifremer).
-  Les biocénoses définies dans les « Cahiers d'Habitats Tome 2 Habitats côtiers » et le « Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation » (PNUE 2002, coordinateur G. Pergent).

Cependant, les biocénoses de la zone d'étude présentant une grande originalité par rapport au reste de la Méditerranée, cette typologie a été adaptée au contexte local, prenant en compte en particulier plusieurs catégories d'herbiers à posidonie selon le pourcentage de recouvrement

### II.1.2.1.1. Biocénose des Sables Fins de Haut Niveau

Bande de sable immergée jusqu'à environ 2,5 à 3 m de profondeur au maximum. Succédant aux plages émergées, elle constitue la « basse plage » et correspond à la zone d'hydrodynamisme maximum des plages.

Le sédiment est dominé par du sable fin, mais il est mélangé à une fraction sableuse plus hétérogène et plus grossière (coquilles mortes, petits graviers) et à des débris de feuilles mortes de Posidonies en transit momentané.

#### Variabilité

Dans la partie correspondant à la pente de la plage, où déferlent les vagues, le sable est compacté, il devient plus fluide et « mou » plus profondément. L'extension altitudinale de cet habitat est directement liée au degré d'hydrodynamisme qu'il subit. Lors d'un apport trophique local via la colonne d'eau, on peut observer la prolifération d'une espèce et la formation d'un faciès à *Donax trunculus*, espèce pêchée sous le nom de « telline » ou « haricot de mer ». En cas d'apport local d'eau douce, des populations de *Corbulomya* (= *Lentidium*) *mediterranea* sont susceptibles de se développer.

#### Dynamique du peuplement

La dynamique du peuplement est liée aux saisons. Lors de périodes de fort hydrodynamisme avec déferlement en tempête le sable est fortement remanié, les organismes s'enfoncent ou fuient ; leur réinstallation et leur développement correspond aux périodes de calme relatif. La zone est aussi soumise aux variations des températures estivales et aux écoulements d'eau en particulier au printemps et en automne.

#### Tendances évolutives et menaces potentielles

Cet habitat, particulièrement fréquenté par les touristes, est affecté par le piétinement et les activités humaines. Certaines zones font l'objet de pêches par raclage, à l'aide de grands râtaux, voire de dragues. Ce type de milieu est également menacé par des pollutions marines, notamment par les dépôts de nappes d'hydrocarbures.

#### Espèces « indicatrices » du type d'habitat

Annélides polychètes : *Scolecipis* (= *Nerine*) *mesnili*, *Spio decoratus*.

Mollusques bivalves : *Donax trunculus*, *D. semistriatus*, *Tellina tenuis*.

Crustacés décapodes : *Philocheras monacanthus*, *Portunus latipes*, les mysidacées *Gastrosaccus mediterraneus*, *G. spinifer* ; amphipodes : *Bathyporeia* spp., *Pontocrates altamarinus* ;

Isopodes : *Eurydice spiniger* et *Parachiridotea panousei*.

#### Correspondances biocénotiques

Typologie ZNIEFF-Mer (1994) : III.3.5

Typologie EUNIS (1999) : A4.2



### II.1.2.1.2. Biocénose des Sables Fins Bien Calibrés

La biocénose des Sables Fins Bien Calibrés (SFBC) est une catégorie de biocénose sur fonds meubles infralittoraux généralement entre 2 et 25 m de profondeur. Dépourvue de végétation, elle abrite une faune diversifiée, notamment de mollusques, de polychètes, de crustacés décapodes, d'échinodermes, et de poissons.

Il s'agit d'une étendue de sable fin dont le sédiment est généralement de granulométrie homogène et d'origine terrigène. La biocénose occupe parfois de très grandes superficies le long des côtes ou dans les larges baies.

La biocénose des sables fins bien calibrés tolère localement une légère dessalure des eaux au voisinage des estuaires et sur le pourtour de certains étangs méditerranéens, elle présente alors un certain appauvrissement compensé par la présence de quelques espèces euryhalines. Lorsque le mode est trop battu, la biocénose peut aussi être appauvrie.



#### Espèces indicatrices :

- Les annélides polychètes : *Sigalion mathildae*, *Onuphis eremita*, *Exogone hebes*, *Diopatra neapolitana*,
- Les mollusques bivalves : *Acanthocardia tuberculata* (= *Cardium tuberculatum*), *Macra corallina*, *Tellina fabula*, *T. nitida*, *T. pulchella*, *Donax venustus*,
- Les mollusques gastéropodes : *Acteon tornatilis*, *Nassarius* (= *Nassa*) *mutabilis*, *Nassarius pygmaea*, *Neverita josephina*,
- Les crustacés décapodes : *Macropipus barbatus*, les amphipodes: *Ampelisca brevicornis*, *Hippomedon massiliensis*, *Pariambus typicus*, l'isopode *Idothea linearis*,
- Les échinodermes : *Astropecten spp.*, *Echinocardium cordatum*,
- Les poissons : *Gobius microps*, *Callionymus belenus*.

#### Correspondance biocénotique :

Typologie ZNIEFF-Mer : III.3.6

Typologie Cahiers d'habitats Natura 2000 : 1110\_6

Typologie « Corine BIOTOPES » : 11.22

### II.1.2.1.3. Biocénose des Sables Grossiers et Fins Gravieres Sous l'Influence des Courants de Fonds

Cet habitat est constitué de sables grossiers et fins graviers, d'origine partiellement organogène, pratiquement dépourvus de phase fine et soumis à des courants linéaires puissants, qui se manifestent dans des zones particulières, chenaux, détroits. Il se retrouve entre 3-4m et 20-25m de profondeur, mais peut, localement, descendre jusqu'à 70m de profondeur. Il se situe donc sur les deux étages infra- et circalittoral.

La biocénose des Sables Grossiers fin graviers sous l'influence des Courants de Fonds (SGCF) est fréquente dans les passes entre les îles soumises à de fréquents et violents courants, qui constituent le principal facteur conditionnant son existence. On le retrouve aussi dans les chenaux dits "d'intermattes" creusés par les courants dans les Herbiers à Posidonie. Cet habitat strictement soumis aux courants de fond peut se modifier si la circulation hydrologique est modifiée artificiellement ou naturellement, comme lors de longues périodes de calme. Son extension en profondeur, dans l'étage circalittoral, est liée à des phénomènes hydrodynamiques particulièrement intenses. Il peut, dans ces conditions, présenter des modifications tant qualitatives que quantitatives de son peuplement habituel. Les fluctuations saisonnières sont marquées par des différences d'abondance et des remplacements d'espèces.

#### Espèces indicatrices :

- Les annélides polychètes : *Sigalion squamatum*, *Armandia polyopthalma*, *Euthalanessa oculata* (= *Dendrolepis*),
- Les mollusques bivalves : *Venus casina*, l'amande de mer (*Glycimeris glycimeris*), *Laevicardium crassum*, *Donax variegatus*, *Dosinia exoleta*,
- Les échinodermes : *Ophiopsila annulosa*, la spatangue pourpre (*Spatangus purpureus*),
- Les crustacés : *Cirolana gallica*, *Anapagurus breviaculeatus*, *Thia polita*,
- Le céphalochordé : l'Amphioxus (*Amphioxus lanceolatum*).

#### Correspondances biocénotiques :

Typologie ZNIEFF-Mer : III.5.4

Typologie Cahiers d'Habitats Natura 2000 : 1110\_7

Typologie « Corine BIOTOPES » : 11.22

#### II.1.2.1.4. Roche à algues photophiles

La biocénose roche à algues photophiles est d'une grande richesse spécifique et regroupe plusieurs communautés algales (14 peuplements dans la typologie PACA selon les ZNIEFF Mer) dont le faciès à *Padina pavonica* (lumière forte, mode calme), le faciès à *Udotea petiolata* et *Halimeda tuna* (lumière atténuée, eau pure), ou encore le faciès à *Ulva rigida* (lumière forte, eau impure). Cette biocénose est retrouvée depuis la surface jusqu'à 35-40m de profondeur.

Ces peuplements sont riches en organismes plus ou moins strictement caractéristiques. Ils renferment plusieurs centaines d'espèces avec comme groupes principaux : les algues, les polychètes, les mollusques, les crustacés et les échinodermes.



Assimilée aux petits fonds rocheux, ces peuplements à algues photophiles sont le lieu d'une vie intense (invertébrés, poissons, crustacés, etc.). Cette biocénose constitue également un lieu de recrutement pour de nombreuses espèces de poissons telles que le Sar (*Diplodus sargus*), le Serran chevrette (*Serranus cabrilla*), le crénilabre (*Symphodus roissali*). Les interactions entre les espèces y sont multiples et complexes. La production y est élevée, le réseau trophique complexe et ouvert sur les autres biotopes de substrat dur et de substrat meuble par exportation de matériel organique (proies, déchets, etc).

Ces peuplements sont extrêmement fragiles à cause de la complexité de leur structure et de leur fonctionnement, de leur haut niveau de production, de leur place dans le réseau trophique général comme producteurs primaires essentiels, de leur richesse en petite faune vagile participant aux échelons secondaire et tertiaire du réseau trophique littoral général.

Ces peuplements sont de plus sensibles à la plupart des atteintes du milieu : aménagement de la bordure côtière, ruissellement des eaux de lessivage terrestre, piétinement et récolte des espèces, introduction puis développement d'espèces étrangères, rejets de substances toxiques, rejets de matériel solide, pollué ou non, utilisation de certains moyens de pêche.

Les atteintes à ces peuplements sont nombreuses et vont de la détérioration très locale par des récoltes à but ludique ou gastronomique jusqu'à la destruction quasi-totale d'espèces et de peuplements à cause de la pollution des eaux lors du rejet d'eaux usées urbaines ou industrielles. Lorsque les peuplements sont atteints, une très forte baisse de la diversité s'observe alors, avec une "uniformisation" vers un peuplement constitué essentiellement d'espèces très résistantes, à large valence écologique.

## Espèces indicatrices

Elles sont très abondantes, on peut citer :

- Les algues : *Lithophyllum incrustans*, *Padina pavonica*, *Stypocaulon scoparia*, *Laurencia obtusa*, *Amphiroa rigida*, *Jania rubens*, *Cystoseira amentacea stricta*, *Codium bursa*
- les cnidaires: l'anémone tomate (*Actinia equina*), *Anemonia sulcata*, *Eudendrium spp.*, *Sertularella ellisi*, *Aglaophenia octodonta* ;
- les mollusques : *Acanthochitona fascicularis*, *Patella aspera*, *Vermetus triqueter*, la moule (*Mytilus galloprovincialis*) ;
- les polychètes: *Amphiglena mediterranea*, *Branchiomma (Dasychone) lucullana*, *Hermodice carunculata*, *Lepidonotus clava*, *Lysidice ninetta*, *Perinereis cultrifera*, *Platynereis dumerilii*, *Polyophthalmus pictus*, *Syllis spp.*
- les crustacés : la balane commune (*Balanus perforatus*), *Amphithoe ramondi*, *Dexamine spiniventris*, *Hyale spp.*, *Acanthonyx lunulatus*.
- les échinodermes : l'ophiure *Amphipholis squamata*, l'oursin violet *Paracentrotus lividus*.

## Correspondance biocénotique

Typologie ZNIEFF-Mer : III.9.6

Typologie Cahiers d'Habitats Natura 2000 : 1170\_13

Typologie « Corine BIOTOPES » : 11.24 et 11.25

### Sous Catégorie des petits blocs à algues photophiles

Ces formations ne peuvent être caractérisées par une faune et une flore spécifiques.

Cependant elles forment un paysage sous-marin caractéristique aisément identifiable, composé de galets plats et de plaques mobilisables issues du plateau rocheux. C'est la raison pour laquelle ce paysage fait l'objet d'une sous catégorie dans la biocénose de la Roche infralittorale à algues photophiles.

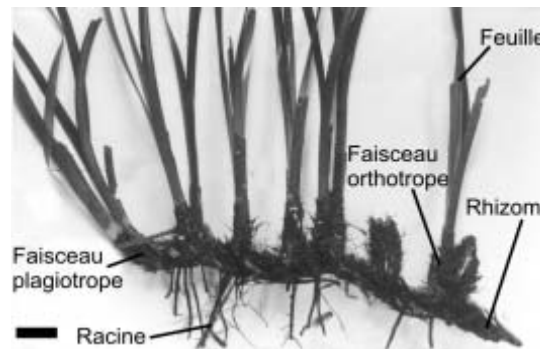


II.1.2.1.5. Herbier à *Posidonia oceanica* sur roche et sur matre

La Posidonie, *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, est une magnoliophyte marine (plante à fleurs) endémique 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. La formation des herbiers, leur dynamique et leur densité dépendent étroitement du milieu environnant : nature du substrat sur lequel les posidonies se fixent, force et direction des courants sous-marins, profondeur, qualité des eaux, etc. L'extension de *Posidonia oceanica* en profondeur caractérise l'étage infralittoral.



Les feuilles de Posidonie mesurent généralement de 40 à 80 cm de long et 1 cm de large et sont regroupées en faisceaux de 4 à 8 feuilles environ. Chacun de ces faisceaux de feuilles est situé à l'apex d'un axe appelé rhizome (tige souterraine), qui croît horizontalement (rhizome plagiotrope) ou verticalement (rhizome orthotrope). La vitesse de croissance de l'herbier est très lente, en moyenne de l'ordre de 3 à 6 cm par an pour les rhizomes plagiotropes.



L'herbier édifié au cours du temps un enchevêtrement complexe et extrêmement compact de rhizomes et de racines dont les interstices sont comblés par du sédiment. Ces « mattes » stabilisent les fonds meubles, elles peuvent atteindre une épaisseur de 8 m, à raison d'un mètre par siècle. A la mort de l'herbier de Posidonie, ces mattes restent en place car elles sont peu putrescibles, et sont alors dénommées "mattes mortes". Selon les conditions du milieu et en particulier de l'hydrodynamisme, la posidonie peut également édifier des paysages et reliefs particuliers comme les "herbiers tigrés", les "herbiers de colline" et les "herbiers ondoyants".

## Importance de l'herbier de Posidonies

L'herbier de Posidonie est considéré comme l'un des écosystèmes les plus importants, voire l'écosystème-pivot de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Au même titre que la forêt en milieu terrestre, l'herbier de Posidonie est le terme ultime d'une succession de peuplements et sa présence est la condition *sine qua non* de l'équilibre écologique et de la richesse des fonds littoraux méditerranéens.

La Posidonie joue un rôle primordial dans la production de matière végétale dans l'écosystème. Cette biomasse végétale peut être consommée in situ par des organismes en place mais peut également être exportée vers d'autres écosystèmes. En tant qu'espèce photosynthétique, elle permet aussi la production d'oxygène indispensable à la vie des organismes et joue un rôle important dans le piégeage du CO<sub>2</sub>.

L'herbier de posidonie est aussi une frayère (nursérie) pour un grand nombre de poissons et de crustacés. Elle est de plus, une zone de pêche de haute valeur économique. Son influence sur les écosystèmes voisins en terme de production de nourriture et de larves pour les espèces d'intérêt économique est aussi importante.

Elle est également une zone de biodiversité importante, en abritant de nombreux peuplements de poissons mais également des espèces protégées telles que la Grande Nacre (*Pinna nobilis*) qui bénéficie d'une protection intégrale par l'arrêté ministériel du 26 novembre 1992.

De plus, l'herbier joue un rôle fondamental dans la protection hydrodynamique de la frange côtière et des plages, par atténuation de la puissance des vagues, de la houle et des courants. Les fonds sableux sont ainsi stabilisés par la fixation des sédiments dans le lacis des rhizomes constituant la matte. Sans cette protection contre l'érosion, le profil d'équilibre des rivages sableux serait fortement modifié. C'est le cas de nombreuses communes littorales confrontées au problème d'érosion des plages, suite à la régression des herbiers situés au large. Des budgets conséquents sont ainsi annuellement consacrés par les communes à un apport régulier de sable pour compenser le lessivage de leurs plages.

Enfin, les herbiers jouent également un rôle déterminant en terme de qualité des eaux littorales grâce à sa production d'oxygène et au piégeage des sédiments.

## Espèces indicatrices

L'habitat présente trois catégories de faune et de flore :

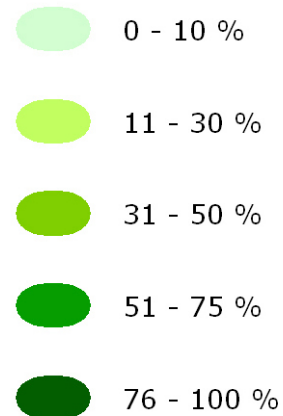
- Les espèces sessiles sur les feuilles de posidonie : algues calcaires encroûtantes (*Hydrolithon sp.*, *Pneophyllum sp.*), Hydraires (*Monotheca posidoniae*, *Sertularia perpusilla*), Bryozoaires (*Electra posidoniae*). Certaines de ces espèces ne se rencontrent que sur les feuilles de posidonie.
- Les espèces vivant dans la matre constituée par les rhizomes de posidonie : algues encroûtantes (*Peyssonnelia spp*, *Corallinaceae*, *Rhodymenia spp*), mollusque telle que la grande nacre (*Pinna nobilis*), les ascidies (*Halocynthia papillosa*, le violet *Microcosmus sulcatus*).
- Les espèces vagiles : mollusques (*Tricolia speciosa*, *Alvania lineata*), isopode (*Idotea baltica*), échinodermes (l'oursin violet *Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*), poissons (le Saupe *Sarpa salpa* et l'hippocampe *Hippocampus hippocampus*).

## Catégories de cartographie

Dans un souci de précision, on distinguera pour la cartographie des biocénoses, 5 classes d'herbiers, définies selon leur pourcentage de recouvrement.

En effet, dans l'ensemble de la zone d'étude, l'herbier à posidonie ne forme pas une biocénose continue mais se présente sous la forme de tâches recouvrant partiellement un substrat qui peut être de la matre morte du sable ou un affleurement rocheux.

### Recouvrement de l'herbier à *Posidonia oceanica* :



## Correspondances biocénotiques

Typologie ZNIEFF-Mer (1994) : III.8

Typologie Cahiers d'Habitats Natura 2000 : 1120\*

Typologie « Corine BIOTOPES » : 11.34

## Mesures de protection existantes

L'importance écologique des herbiers de posidonies rend leur régression particulièrement préoccupante. C'est la raison pour laquelle la posidonie apparaît sur les listes d'espèces menacées, bien que ce ne soit pas l'espèce en elle-même mais l'écosystème qu'elle édifie qui soit menacé. L'urgence d'une protection légale et d'une gestion raisonnée du domaine littoral a débouché sur plusieurs initiatives législatives au niveau national et communautaire :

1. Arrêté de protection de la Posidonie (19 juillet 1988, J.O. du 09 août 1988), dans le cadre de la Loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Cet Arrêté stipule qu'il est interdit « *de détruire, de colporter, de mettre en vente ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie* » de la plante.
2. Prise en considération de l'herbier de Posidonie en tant que biotope dans le décret d'application (n°89.694 du 20 septembre 1989) de la "Loi littoral" n°86.2 du 3 janvier 1986. Ce décret d'application impose notamment la réalisation d'une notice d'impact spécifique sur le milieu marin, et en particulier sur l'herbier de Posidonie, pour tout projet d'aménagement littoral. De plus, la présence d'herbiers doit également être prise en compte dans les dossiers d'aménagement et les études d'impact (Loi sur l'eau n° 92.3 du 3 janvier 1992 ; Loi relative à la protection de la nature n°76.629 du 10 juillet 1976).
3. La Directive de l'Union Européenne du 21 mai 1992 (92/43/CEE) sur la conservation des habitats naturels et de la faune et la flore sauvage (dénommée "Directive Habitats") inclut les herbiers de Posidonies dans son Annexe 1 ("*Natural habitat types of Community interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation*"), avec la mention "*priority habitat type*".
4. La Posidonie apparaît dans les Annexes de la Convention de Barcelone (adoptées en décembre 1995) et de la Convention de Berne (adoptées en février 1996);
5. Enfin, les herbiers marins sont pris en compte par l'Unesco, depuis la conférence de Rio en 1992.

L'herbier de Posidonie, ainsi que l'ensemble des phanérogames marines sont également protégées en Espagne : Catalogne (Ordre du 31 juillet 1991) et Comunidad Valenciana (Ordre du 23 janvier 1992).



#### II.1.2.1.6. Matte morte de *Posidonia oceanica*



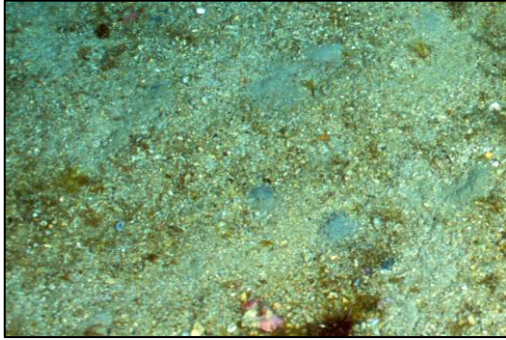
La biocénose des mattes mortes de Posidonies apparaît après la mort des posidonies. La disparition des feuilles provoque une modification des facteurs écologiques au niveau du système de rhizomes (formant la matte) qui reste en place.

Les espèces sciaphiles qui vivaient à l'abri des feuilles de posidonies sont remplacées par un peuplement photophile dominé par les algues.

On y trouve ainsi des algues rouges (*Laurencia*, *Liagora*), des algues vertes comme l'Acetabulaire (*Acetabularia acetabulum*), des algues brunes comme la padine ou l'espèce *Stypocaulon scoparium* ou encore de nombreuses espèces épiphytes (*Jania rubens*, *Ceramium sp.,...*)

Les espèces endogées de la matte restent en place après la disparition des feuilles. On y trouve des mollusques tels que la lime brillante (*Lima hians*), des crustacés et de nombreux polychètes.

#### II.1.2.1.7. Détritique côtier



Cette biocénose uniquement circalittorale occupe une grande partie du plateau continental depuis la limite inférieure de l'herbier de Posidonie (environ 30m) jusqu'à la biocénose des fonds Détritique du Large (hors secteur d'étude) à 90-100m de profondeur. Le sédiment est formé d'un gravier organogène, provenant de la destruction des organismes actuels et dont les interstices sont comblés par une fraction sablo-vaseuse. Cet engorgement est généralement inférieur à 20 % mais il peut subir des accroissements rapides et importants, déséquilibrant toute la biocénose.

#### Correspondances biocénotiques :

Typologie ZNIEFF-Mer :

Biocénose du Détritique Côtier : IV.5.2

*Association à Rhodolithes* IV.5.2.1

## II.1.2.1.8. Roche à Coralligène

**L'importance des peuplements du coralligène**

Ces peuplements font partie de la biocénose du circalittoral qui débute à la limite inférieure des herbiers de phanérogames jusqu'à 90m de profondeur. Le nom de "coralligène" a été donné par le premier scientifique qui a étudié ce milieu (particulier à la Méditerranée) car il pensait que cette formation donnait naissance au corail rouge.

Il s'agit en fait d'un concrétionnement d'algues calcaires. Leur croissance est relativement lente (quelques mm/an) et les blocs ne se développent qu'à partir de certaines profondeurs car les algues qui les édifient craignent une trop forte lumière : ce sont des algues sciaphiles (= qui aiment l'ombre) telles que les Corallinaceae (*Mesophyllum lichenoides*, *Pseudolithophyllum expansum*) et Peyssonneliaceae (*Peyssonnelia rosa-marina*).

Des invertébrés sciaphiles à test ou squelette calcaire, foraminifères, bryozoaires, polychètes Serpulidés, mollusques, contribuent plus ou moins, selon les espèces, à l'édification ou à la consolidation des concrétionnements. En effet, les surplombs et cavités des blocs ainsi constitués sont ensuite colonisés par des formes plus petites d'éponges et de bryozoaires, encroûtantes et fuyant fortement la lumière. Les particules qui tombent de la surface colmatent les petits interstices restant et consolident ainsi la construction qui, à la longue, se transforme en roche (phénomène de lithification) et est colonisée par une foule nombreuse d'invertébrés fixés (éponges, mollusques, etc.).

Comme tout substrat calcaire en mer, le coralligène subit une érosion qui est l'œuvre de nombreux organismes destructeurs endolithes (= à l'intérieur de la roche) tels que les éponges perforantes, mollusques lithophages, mais également les oursins qui broutent les algues vivantes du coralligène. Une perpétuelle compétition dynamique s'engage donc entre les organismes destructeurs et constructeurs du coralligène.

Le "coralligène de paroi" se rencontre sur des roches où les algues calcaires ne peuvent édifier de concrétionnement épais du fait d'une pente trop importante. Il est précédé à faible profondeur (à partir de 15 m) par un précoraligène, assemblage de transition avec les peuplements infralittoraux plus photophiles. Le coralligène de paroi est marqué physionomiquement par l'abondance de grands invertébrés sessiles de forme dressée. La plupart des animaux fixés se nourrissent du plancton et des particules en suspension dans l'eau. La compétition pour accéder à la masse d'eau et au flux de nourriture qu'elle représente est donc très forte et le peuplement à la surface des blocs s'organise en plusieurs strates, un peu à la manière des végétaux dans une forêt.

Les grands invertébrés dressés constituent la strate supérieure : grandes gorgones (blanches, oranges et rouges, *Eunicella singularis*, *E. cavolinii*, *Paramuricea clavata*), éponges corne-de-cerf (*Axinella polypoides*), grands vers spirographes et certains grands bryozoaires branchus (faux corail, *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*).

Les gorgones, s'édifiant généralement en éventail plan, s'orientent de manière à être perpendiculaires au courant, augmentant ainsi leurs chances de capture de la nourriture apportée par celui-ci. Ces grands invertébrés marquent profondément la physionomie des "tombants", plus que celle du coralligène proprement dit. En sous-strate se développent des organismes plus petits :

d'autres vers fixés, des ascidies, des bryozoaires comme les dentelles de Neptune, des hydraires et des petits coraux solitaires. Des éponges et des bryozoaires encroûtants, et les algues calcaires édificatrices constituent la dernière strate, constituée d'une mosaïque de plaques.

Les peuplements du coralligène procurent également nourriture et habitats pour une faune vagile variée (poissons, crustacés, mollusques, etc.) qui se regroupe ainsi le long des tombants rocheux. Par exemple on a dénombré près de 600 espèces d'invertébrés sur le coralligène. Toutefois, bien que d'une richesse parfois spectaculaire le peuplement de poissons du coralligène comprend peu d'éléments caractéristiques : la plupart des espèces rencontrées fréquentent également les fonds rocheux infralittoraux et les grottes sous-marines.

Certaines espèces de la biocénose du coralligène peuvent être observées à faible profondeur, dans des conditions où la luminosité est faible, sous les surplombs rocheux par exemple (surplombs sciaphiles) ou encore le long des parois des failles : animaux constructeurs à squelette calcaire (bryozoaires, spongiaires) à tubes (polychètes serpulides) ou à tests (mollusques, etc.), cimentés et colmatés sur la roche.

Cette richesse spécifique se traduit par des paysages sous marins remarquables très appréciés des plongeurs sous-marins : les tombants de coralligène, ils représentent un patrimoine sous-marin qu'il convient de connaître et de protéger.

## Espèces indicatrices

La biodiversité dans cet habitat est très élevée, les espèces les plus typiques sont :

- Les algues Corallinacées : *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum frondosum*, *Pseudolithophyllum expansum*, *P. cabiochae* ; les algues Peyssonneliacées : *Peyssonnelia rosa-marina*, *P. rubra* ; les algues molles *Cystoseira usneoides*, *C. opuncioides*, *Halimeda tuna*.
- Les éponges : l'Axinelle commune (*Axinella polypoides*), *Spongia agaricina* ;
- les cnidaires : la Gorgone pourpre (*Paramuricea clavata*), la gorgone jaune (*Eunicella cavolinii*), la gorgone blanche (*E. singularis*), la gorgone orange (*Lophogorgia sarmentosa*), l'Alcyon (*Alcyonium acaule*), le corail noir (*Gerardia savaglia*), *Parerythropodium coralloides* ;
- Les bryozoaires : l'Adéonelle (*Adeonella calveti*), *Hornera spp.*, *Myriapora truncata*, *Pentopora fascialis*, *Smittina cervicornis*, *Schizomavella mamillata*
- Les polychètes : *Amphitrite rubra*, *Bispira volutacornis*, *Eunice aphroditois*, *E. oerstedii*, *E. torquata*, *Haplosyllis spongicola*, *Glycera tessellata*, *Trypanosyllis zebra*, *Palola siciliensis*
- les mollusques : la datte de mer (*Lithophaga lithophaga*), la porcelaine *Luria lurida*, *Triphora perversa*, *Muricopsis cristatus*, *Chlamys multistriatus*, *Pteria hirundo* ; les sipunculides : *Phascolosoma granulatum*, *Aspidosiphon spp.*
- les échinodermes : *Astrospartus mediterraneus*, la Comatule (*Antedon mediterraneus*), l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*), l'Oursin melon (*Echinus melo*) ;
- les Crustacés : La langouste (*Palinurus elephas*), Le homard (*Homarus gammarus*), *Lissa chiragra*, *Periclimenes scriptus* ;
- L'ascidie : le violet (*Microcosmus sabatieri*)
- les poissons : Le Barbier (*Anthia anthias*), *Labrus bimaculatus*, la rascasse rouge (*Scorpoena scrofa*), Les labridés : *Acantholabrus palloni*, *Lappanella fasciata*.

## Valeur écologique et biologique

La croissance des algues calcaires consolidées et compactées par des invertébrés constructeurs façonne des anfractuosités qui remodelées par les foreurs vont constituer des réseaux cavitaires abritent une faune variée et riche ayant souvent des besoins et des relations très diverses. On retrouve dans cette biocénose des espèces à forte valeur patrimoniale et des espèces protégées telles que l'éponge Axinelle commune (*Axinella polypoides*), listée dans l'annexe II de la Convention de Berne (Décret 99-615 du 7 juillet 1999, J.O. du 18 juillet 1999).

En raison de cette richesse et de cette grande diversité, on considère que le Coralligène est un des habitats ayant la plus haute valeur écologique de Méditerranée.

## Correspondance biocénotique

Typologie ZNIEFF-Mer : IV.6.5

Typologie Cahiers d'Habitats Natura 2000 : 1170\_14

Typologie « Corine BIOTOPES » : 11.251

#### II.1.2.1.9. Enrochement artificiel

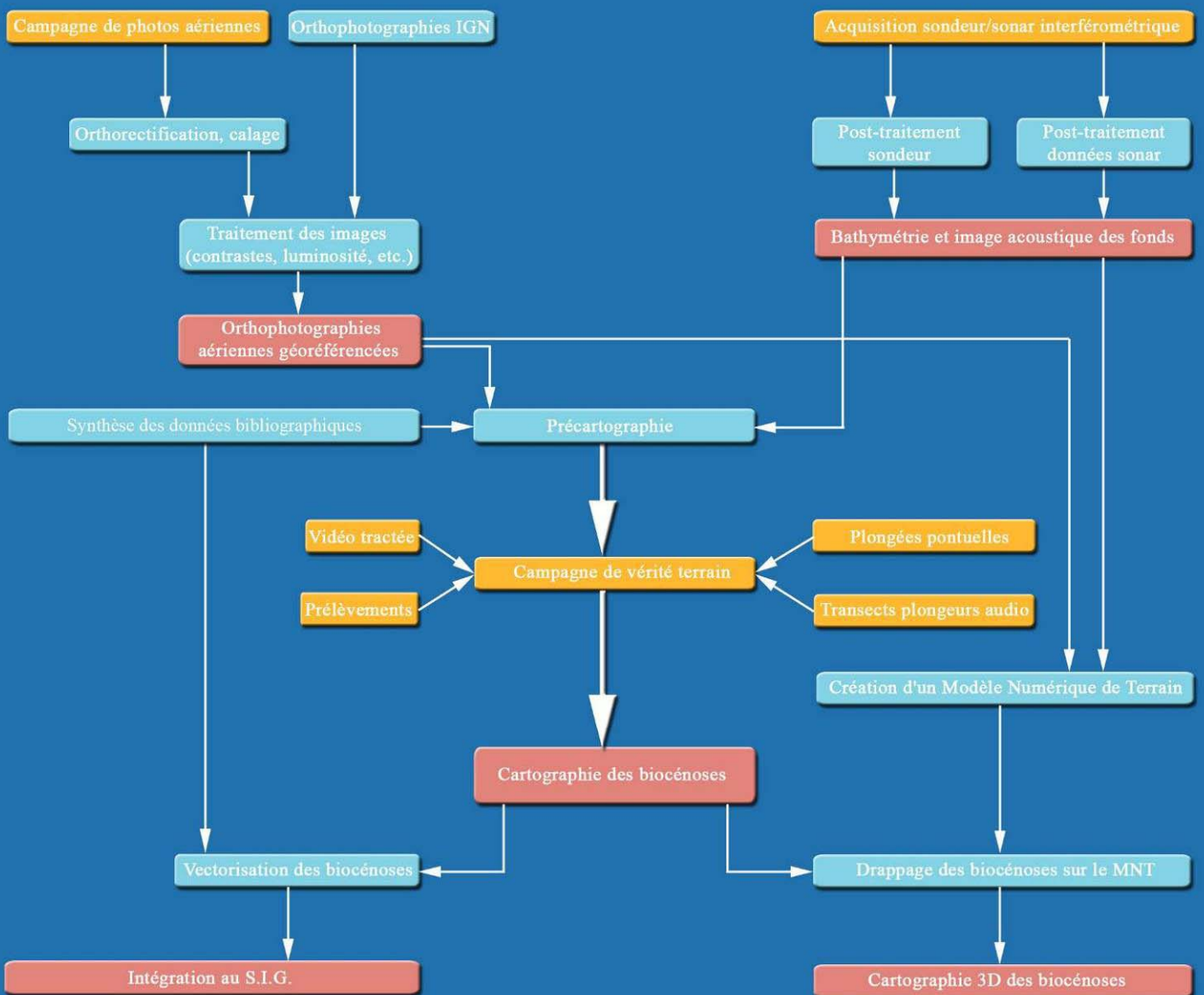
Cette catégorie regroupe tous les ouvrages ayant une emprise marine. Ce n'est pas une biocénose au sens stricte du terme mais elle revêt une importance particulière dans le cadre de la gestion d'un site. Elle est très représentée dans la zone d'étude qui est marquée par la présence de nombreuses digues de défense contre l'érosion et d'ouvrages portuaires.



## II.2. MATERIELS ET METHODES

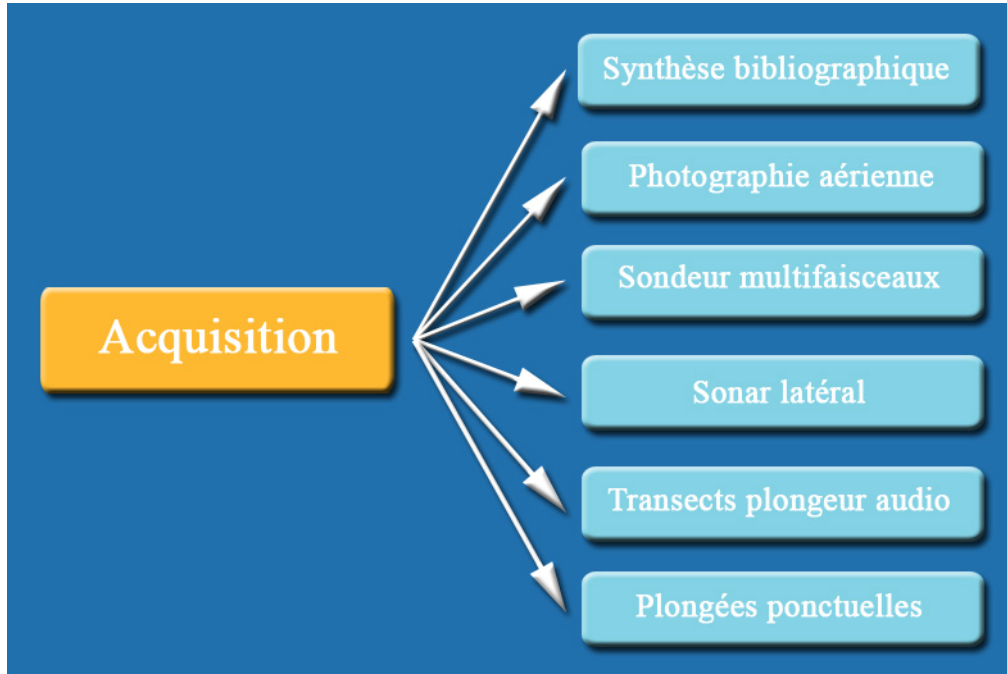
### II.2.1. PROCESSUS DE REALISATION DES CARTOGRAPHIES BIOCENOTIQUES SOUS-MARINES

#### PROCESSUS DE RÉALISATION DES CARTOGRAPHIES BIOCÉNOTIQUES SOUS-MARINES



Phase terrain
  Phase de traitement
  Phase de résultat

### II.2.2. FILIERES D'ACQUISITION DES DONNEES



Les données obtenues par photographies aériennes, sondeur multifaisceaux et sonar latéral se complètent géographiquement pour couvrir la zone de l'infralittoral et notamment l'herbier à *Posidonia oceanica* : les photographies aériennes couvrent la partie supérieure de l'infralittoral (dans la tranche bathymétrique de 0 à 10 m sur la zone d'étude), les levés bathymétriques couvrent l'ensemble de l'infralittoral et le circalittoral.

- les données obtenues par "transect plongeur audio", permettent de préciser les types de biocénoses rencontrées le long de profils et de déceler des herbiers de petite superficie.
- les données obtenues en "explorations ponctuelles", permettent de dresser des inventaires précis et de réaliser des prises de vue des espèces et habitats en place.



### II.2.3. CAMPAGNE BATHYMETRIQUE – SONAR LATERAL

Cette phase a été réalisée par la société Mesuris, équipée de la vedette Survet 1.



#### MOYENS A LA MER

La vedette hydrographique SURVEX 1 appartient à la filiale commune Comex SA / SMF Europe. La précision et la performance de cette unité mobile de bathymétrie multifaisceaux, couvre une zone beaucoup plus importante qu'un levé au sondeur mono faisceau. Le sondeur multifaisceaux produit en effet une restitution détaillée du relief sous marin (jusqu'à 200 m de profondeur), il a été complété par l'imagerie sonar latéral simultanée sur les zones d'herbier.

La technique multifaisceaux utilisée permet de reproduire avec précision le relief sous-marin : le sondeur multifaisceaux couvre une bande minimum de 3 fois la profondeur d'eau sur le fond à chaque passage (au lieu d'une ligne de sondes en technique monofaisceau). Cette couverture sur le fond peut être augmentée par l'opérateur en temps réel jusqu'à 5 fois la profondeur d'eau en fonction du relief sous-marin. L'imagerie sonar latéral est produite en même temps que la bathymétrie.



La vedette SURVEX 1 utilisée pour les levés a les caractéristiques suivantes : navire 3ème catégorie, équipage professionnel avec rôles d'équipage, autorisé jusqu'à 10 miles d'un abri (dérogation jusqu'à 20 miles possible de jour, dans cette catégorie).

Longueur	Largueur	Tirant d'eau	Tirant d'air
8,60 m	2,97 m	0,83 m	2,40 m



## DETAILS TECHNIQUES DES MOYENS CARTOGRAPHIQUES

VEDETTE ALUMINIUM 8,60 m construite en Octobre 2002

Armée en 3eme catégorie, 10 miles d'un abri. Autonomie gasoil : 10 à 15 jours selon travaux.

Levé bathymétrique de 3,5 à 16 Nœuds, transit à 20 Nœuds, moteur Z drive 130CV et hors bord secours 25 CV / tirant d'eau réduit à 0,83 m / tirant d'air à 2,35 m

### - SONDEUR MULTIFAISCEAUX

Seabat 8101 RESON (DK) avec option imagerie sonar latéral, couverture 210°, 40 profils en travers par seconde en petits fonds, résolution centimétrique avec 101 faisceaux sur 150° (145 faisceaux maximum sur 210°). Opérationnel de 1 à 200 m d'eau.

### - LOGICIEL d'ACQUISITION temps réel QPS-QINSy 7.5 :

Contrôle qualité temps réel sur modèle numérique de terrain couleur mosaïqué.

Post traitement : QINSy processing manager, Terra Model Design Pack, et Autocad.

### - CENTRALE INERTIELLE ALTITUDE, CAP, POSITION :

POS MV 320 Applanix, précision 0.01° roulis et tangage, 0.01° cap, 5% ou 5cm en pilonnement. Continuité de position et cap pendant les masquages GPS, option RTK intégrée.

### - POSITIONNEMENT GPS différentiel ou RTK :

Mode différentiel par satellite Spot-beam, précision 0,4m en sortie centrale inertielle avec déport liaison VHF numérique depuis un véhicule en cas de masquage au Sud.

En option : mode RTK avec station de référence LEICA 530 installée localement (liaison radio modem).

### - INFORMATIQUE RESEAU EMBARQUEE:

Pentium 4 à 1 600 Mhz, RAM 1 Go, 5 écrans couleur plats.

- PROFILEUR de CELERITE SVP15 NAVITRONIC:

Assure la mesure de célérité à 1.5 m/sec près sur toute la colonne d'eau jusqu'à 200m

- MAREGRAPHE NUMERIQUE VALEPORT 740:

Enregistre les variations du plan d'eau pendant le levé à 1 cm près, pour les travaux réalisés sans positionnement GPS RTK.

- PRECISION GLOBALE BATHYMETRIE MULTIFAISCEAUX Vedette Survex I :

Planimétrie: <0.4m (0,1m avec option GPS RTK). Altimétrie: centimétrique y compris sur plan d'eau agité et lors des masquages GPS. Résolution : jusqu'à 150 sondes par m<sup>2</sup> en petit fonds, production de la sonde moyenne, minimum ou maximum par m<sup>2</sup> ou maille de 5 x 5m, 10 x 10m selon les besoins.

### LE LEVE BATHYMETRIQUE MULTIFAISCEAUX

Les différentes étapes pour les levés bathymétriques multifaisceaux ont été :

Transit par route de la vedette Survex 1.

La reconnaissance sur site des zones à lever et des contraintes de navigation.

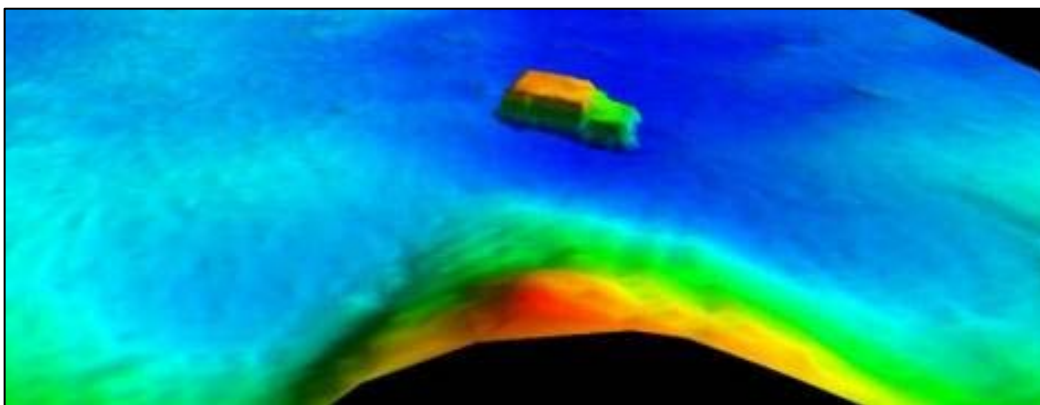
La collecte préalable des données topographiques IGN 69 et la préparation des modèles numériques de terrain en Lambert 3.

Levé bathymétrique au sondeur multifaisceaux, couverture du fond avec une fauchée de 130° et un maillage de 1 m x 1 m jusqu'à 25 m de profondeur, (2x2 m au de la). 10 jours d'acquisition ont été nécessaires pour couvrir l'ensemble de la zone d'étude.

Couverture avec les faisceaux latéraux de la zone 0 à 1 m CM jusqu'à 10 m de l'axe de navigation dans la limite de navigabilité du Survex (tirant d'eau 0,83 m, navigation dans 2 m d'eau minimum).

L'utilisation d'une centrale inertielle embarquée permettant d'assurer une continuité de cap et de position et de compenser la houle, le roulis et le tangage. Il n'y a donc pas d'altération de la précision en fonction des conditions météo (précision meilleure que 5 cm en XY et Z).

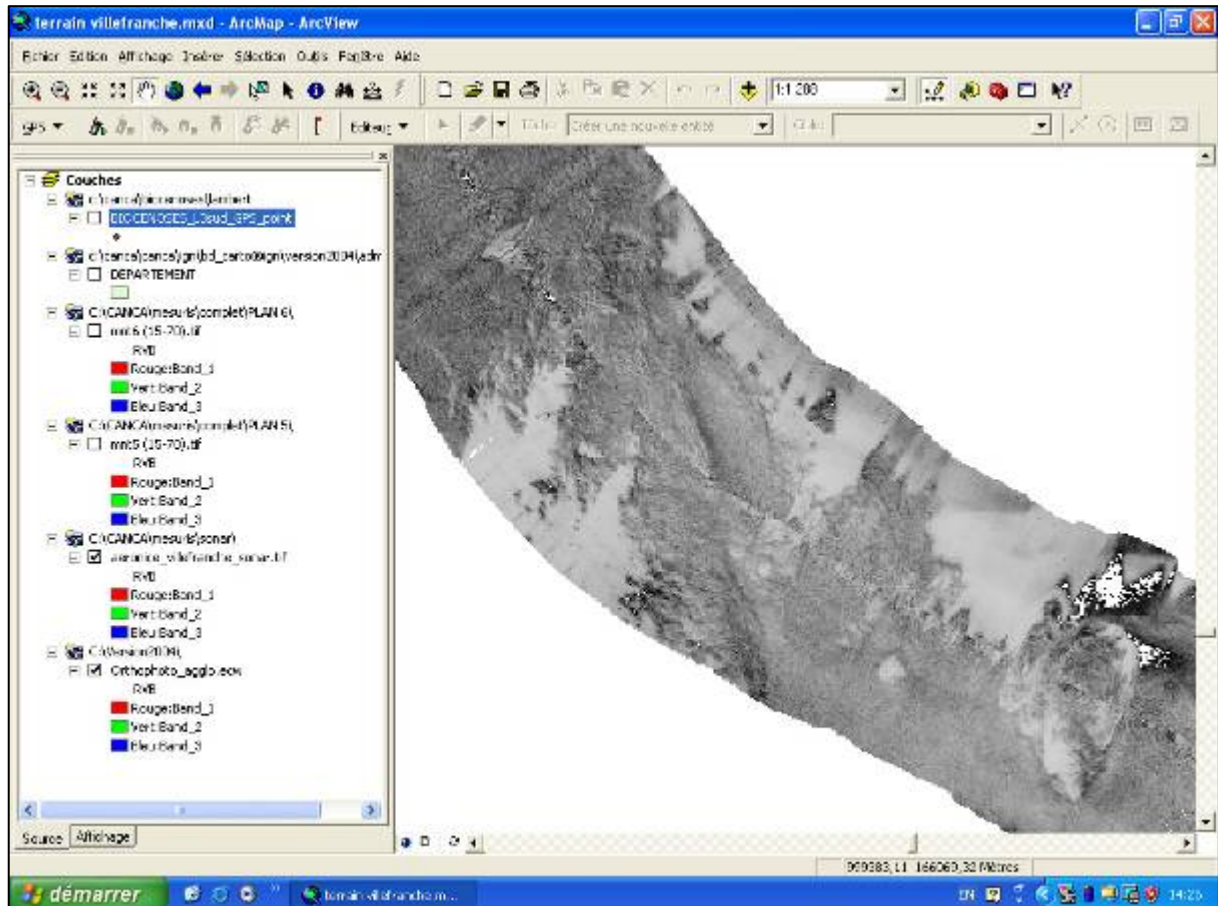
Moyens de positionnement GPS 3D centimétrique : Leica 530 en station sur un point de référence, assurant la précision centimétrique en XYZ pendant le levé en temps réel (liaison téléphone-GSM avec la centrale inertielle embarquée pour transmettre les corrections).- Il est prévu de créer le point de référence disponible à Antibes port Vauban.



Epave de voiture dans un canal. Sondeur multifaisceaux Mesuris.

## L'IMAGERIE SONAR LATÉRAL

L'image produite comprend tous les échos, mosaïqués par mailles de 30 cm en temps réel sur le SURVEX, avec une navigation rectiligne et un chevauchement d'environ 10%. Le logiciel embarqué QINSy 7.5 assure simultanément imagerie et bathymétrie. Un complément de couverture bathymétrique est réalisé après l'imagerie pour disposer d'un modèle numérique de terrain avec couverture totale du fond.



Extrait du lever sonar latéral.

## DEMARCHE QUALITE ET SECURITE

Les instruments composant la chaîne d'acquisition bathymétrique ont été étalonnés en usine suivant les Plans d'Assurance Qualité propre à chaque constructeur.

Une sonde de célérité est utilisée pour garantir la même précision sur les faisceaux obliques et les faisceaux verticaux (profil de célérité relevé plusieurs fois par jour si nécessaire).

La calibration du Survex 1 est effectuée en mer près de la base de St Philibert avant transport sur site (compensation des écarts d'alignement sondeur centrale inertielle sur les 3 axes à l'aide du logiciel QINSy, précision 0,01° à 0,05°).

La précision globale en xyz est meilleure que 5 cm (moyennage automatique des sondes par maille du modèle numérique de terrain).

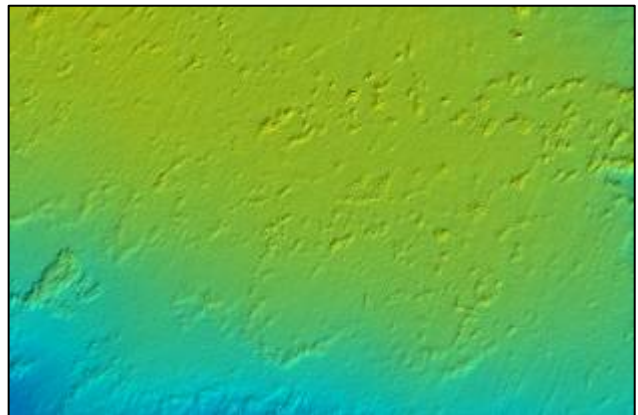
La vedette Survex comporte tous les éléments de sécurité d'un navire de travail professionnel, homologué en 3ème catégorie maritime, complété par une propulsion hors bord de secours et un radar. Les équipements de secours embarqués sont prévus pour un équipage de 2 personnes et 1 à 3 embarquants maximum.

L'affichage en temps réel des sondes sous forme d'un modèle numérique de terrain en couleur assure le contrôle qualité en continu à bord (pas de différence de profondeur visible lorsqu'une zone est couverte pour la seconde fois avec une orientation différente). Les données brutes sont disponibles immédiatement après le levé, elles sont épurées au post traitement pour ne conserver que le fond (suppression de quelques échos parasites dans la colonne d'eau).

## POST TRAITEMENT

Réalisé par L'Œil d'Andromède :

- Fichier mosaïque sonar latéral
- Cartes bathymétriques. Modèle numérique terrain avec isobathes superposées et ombrage mettant en évidence les herbiers (exemple ci-contre).
- Conversion des fichiers informatiques format DWG, fichiers XYZ (ASCII) et ARC VEW (DXF) pour les isobathes et les profils.



Les levés sondeur multifaisceaux et sonar latéral ont été concentrés sur les zones rocheuses. Afin de compléter le rendu bathymétrique, les données du SHOM concernant la zone d'étude ont en sus été acquises.

## **II.2.4. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES**

### **II.2.4.1. INTERPRETATION DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES**

L'interprétation de photographies aériennes permet de localiser les limites des principales biocénoses marines littorales, à faible profondeur (de 0 à 10 m au maximum à partir des données issues de l'IGN).

Cette filière, qui complète celles du sonar latéral et de la bathymétrie multifaisceaux en tant qu'outil d'extrapolation, permet la localisation de la partie supérieure de l'herbier de Posidonie, elle doit être validée par les autres filières de validation terrain.

#### **LES PHOTOGRAPHIES UTILISEES**

Nous avons utilisé les données de l'IGN et notamment la BD Ortho (photographies aériennes orthorectifiées de 2004 et 1999) pour le travail de photo-interprétation.

Nous avons disposé d'orthophotographies mises à notre disposition par la Direction Régionale de l'Environnement Languedoc-Roussillon.



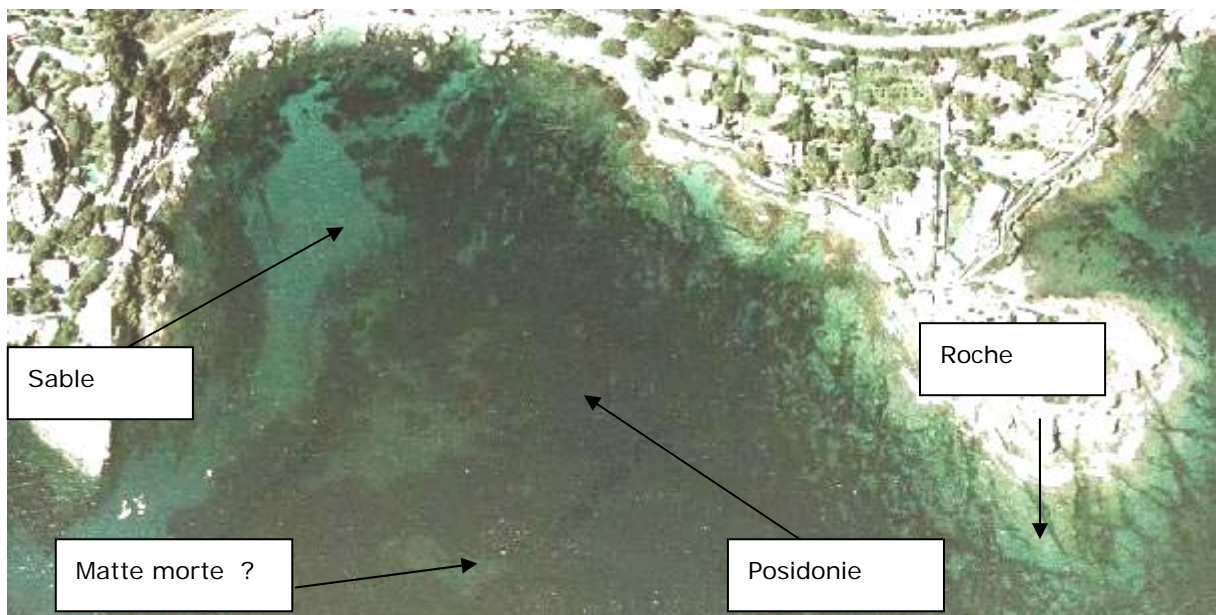
## TRAITEMENT DES PHOTOGRAPHIES

La procédure de traitement appliquée aux clichés permet de les transformer en information géographique thématique.

L'interprétation des photographies aériennes a été réalisée par polygonisation automatique sur l'ensemble du secteur d'étude. Sur certains secteurs plus particuliers ou présentant une mosaïque de teinte plus diversifiée, une interprétation manuelle a été réalisée en complément.

Les limites des peuplements correspondent aux changements brusques de teinte ou de densité lumineuse, de part et d'autre d'un contour plus ou moins régulier. Les zones de contact entre les différentes biocénoses apparaissent toutefois de façon variable. En effet, si une zone claire et blanche correspond généralement à une étendue de sable, une zone foncée peut traduire différents types de fonds, confondus entre eux sur la photographie : herbier de posidonie, mattes mortes, peuplements d'algues sur roche ou tout simplement accumulation de feuilles mortes de posidonies (litière). La carte des contours correspond donc à la position supposée des différents peuplements et types de fonds. Il est alors indispensable de compléter et de valider les informations thématiques obtenues par photo-interprétation, au moyen de vérités terrain.

L'interprétation permet d'aboutir à une maquette de carte des biocénoses à faible profondeur, directement intégrable au SIG, portant sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, les zones de matte morte potentielles, les peuplements photophiles sur roche et les faciès sédimentaires et rocheux de faible profondeur.



Exemple d'interprétation classique d'une photographie aérienne pour la réalisation d'une pré-cartographie

La complexité du site étudié, en terme de topographie, de bathymétrie et de turbidité, rend difficile l'interprétation et la distinction des peuplements entre eux. S'il est possible d'identifier des herbiers à *P. oceanica* sur sable, même à profondeur importante, les mattes mortes et les peuplements photophiles sur roche sont peu différenciables, même à faible profondeur.

Aussi, comme dans toute filière d'extrapolation, les informations fournies par les photographies aériennes ne sont ni spatialement exhaustives (masques, qualité de l'image, etc.) ni fiables à 100%. La réalisation de vérités-terrain et, dans la mesure du possible, le recours aux données bibliographiques, est indispensable pour tendre vers une validation suffisante des informations issues de leur interprétation.

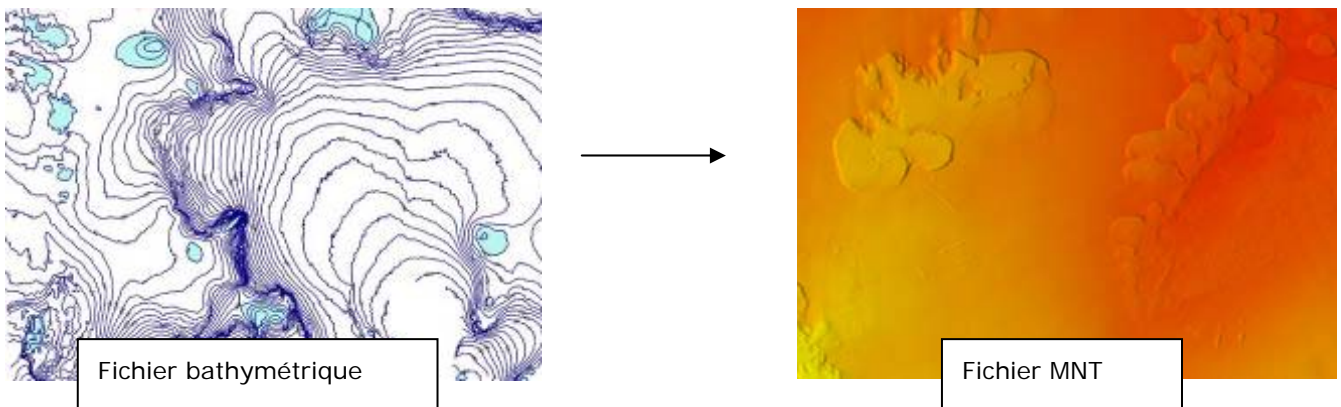


## II.2.4.2. TRAITEMENT DE L'ACQUISITION BATHYMETRIQUE ET SONAR LATERAL

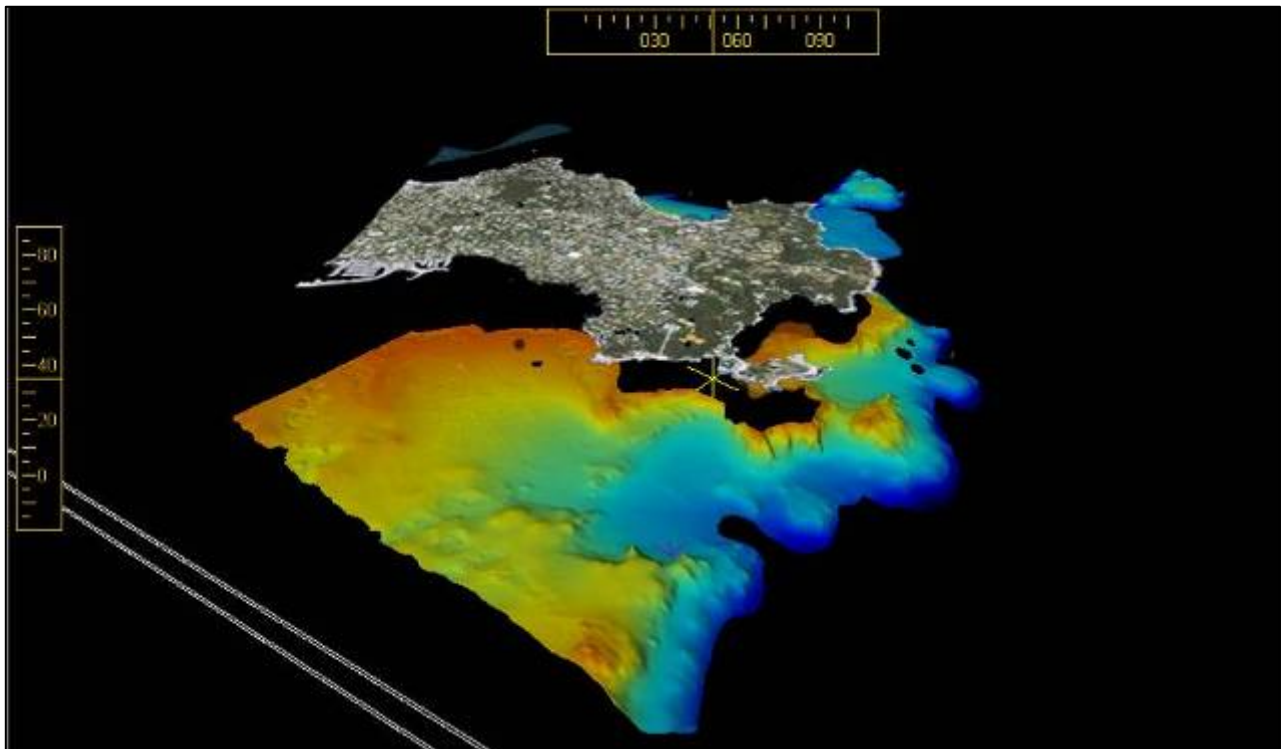
### CARTE BATHYMETRIQUE ISSUE DU SONDEUR MULTIFAISCEAUX

A partir des fichiers bathymétriques un traitement avec un logiciel spécialisé (Qinsy) a permis d'obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) en gradient de couleur, laissant apparaître les reliefs des différentes biocénoses.

(De la bathymétrie surface en rouge à la bathymétrie fond en bleu)



Ce MNT est enregistré en format TIFF georeferencé (Geotiff) afin de servir de fond de carte pour la réalisation des missions de terrain



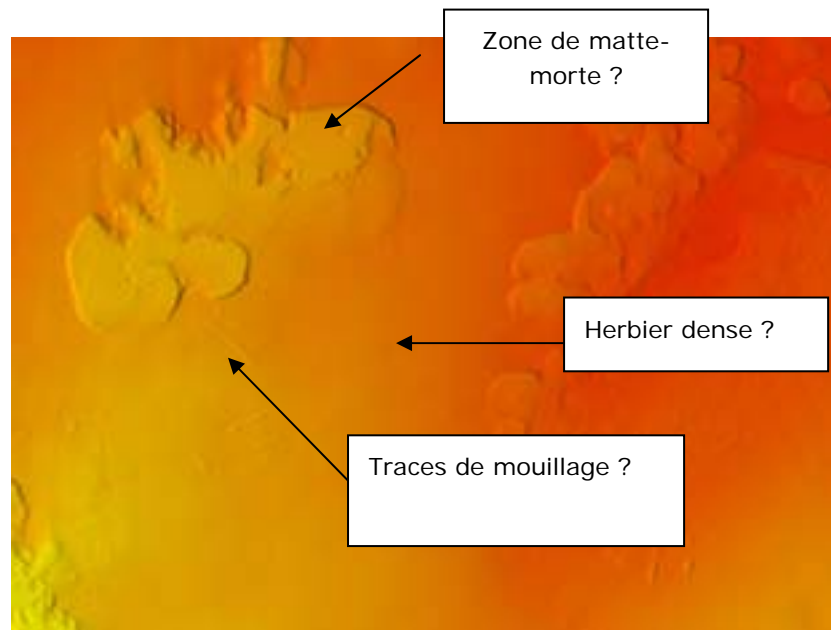
## INTERPRETATION CARTOGRAPHIQUE – REALISATION D'UNE PRECARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES

*Cette étape a pour objectif de synthétiser l'ensemble des informations issues des photographies aériennes, de la bathymétrie, de la bibliographie et du sonar latéral pour obtenir une pré-cartographie géoreferencée des biocénoses marines. Cette carte est accessible sur le terrain pour validation. Elle permet d'orienter les transects sur les zones d'incertitude.*

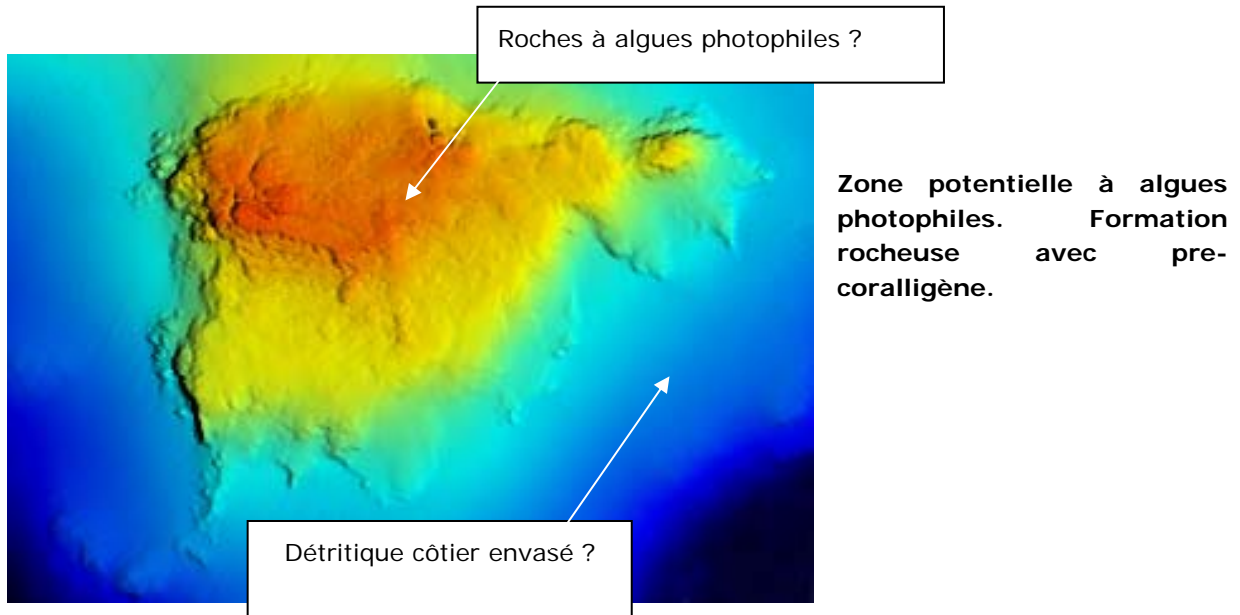
### Exemple d'interprétations :

**Fonds peu profonds  
à herbier de Posidonies**

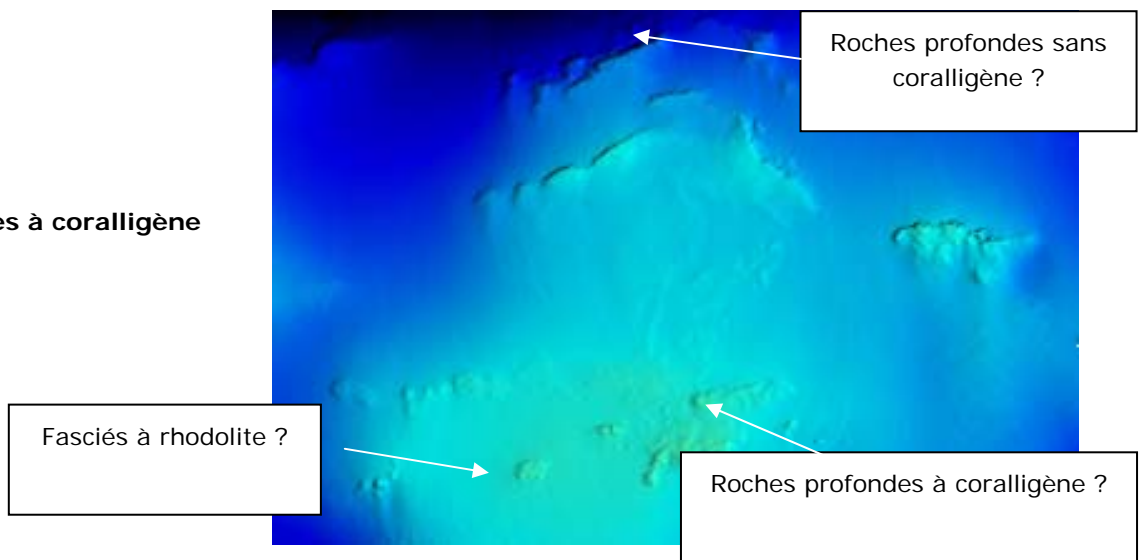
Zone d'impact des mouillages  
forains



**Traduction opérationnelle** : vérification terrain par 1 transect plongeur audio à positionner pour traverser les différents faciès pré-identifiés.



**Roches profondes à coralligène**

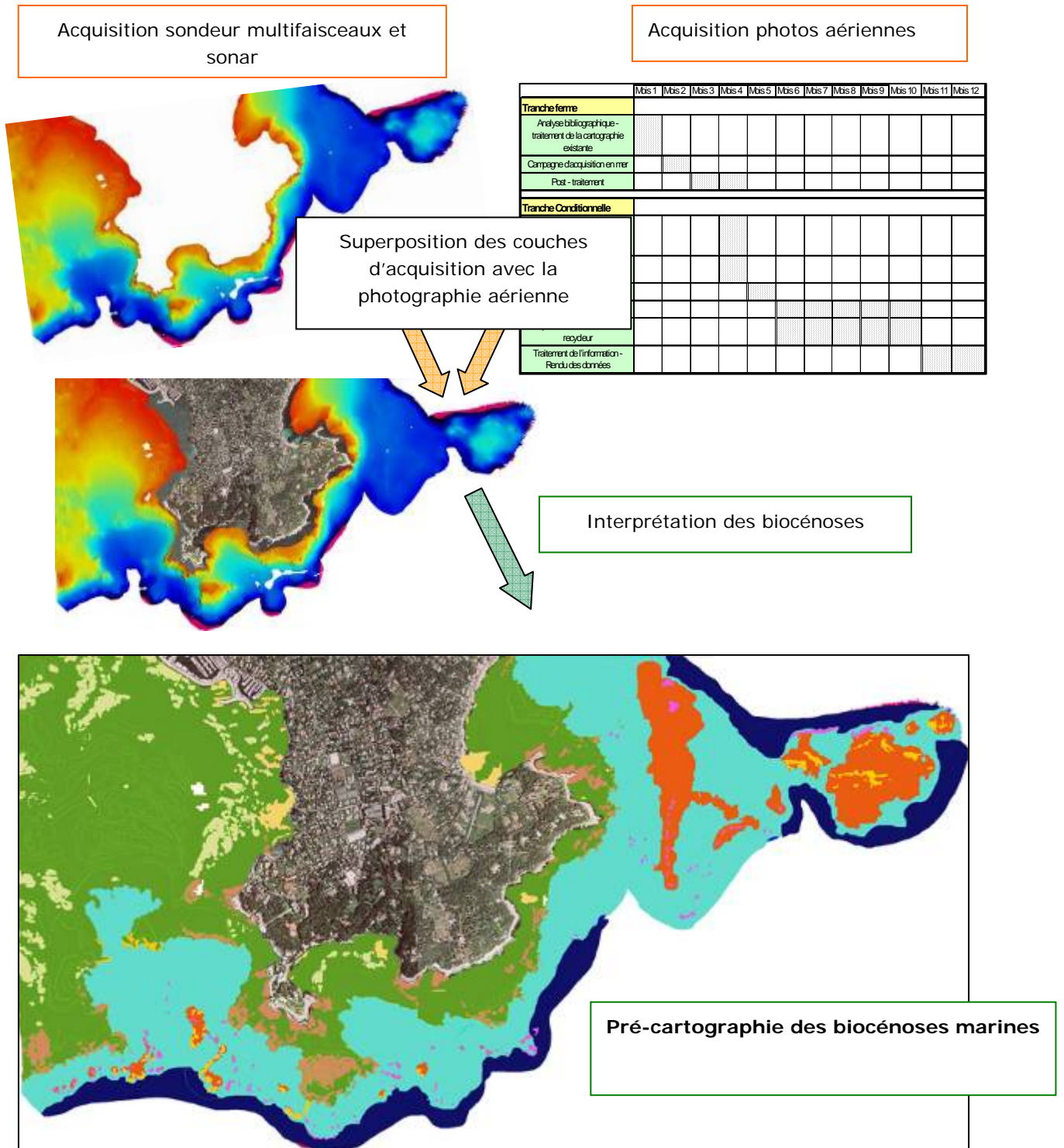


**Traduction opérationnelle:** vérification terrain par transects plongeur audio à positionner pour traverser les différents faciès pré-identifiés. Plongées ponctuelles à prévoir pour illustration faune et flore à haute valeur patrimoniale.

**ACQUISITION DE L'INFORMATION BIOCENOTIQUE**

Traitement de l'information sous SIG :

Obtention de l'information biocénotique à partir de la bathymétrie multifaisceaux, du sonar et de la photographie aérienne.



Chaque pré-cartographie des biocénoses marines réalisée à l'aide du logiciel de traitement d'image Photoshop CS2 est ensuite géoréférencée grâce au même fichier de géoréférencement que les acquisitions sondeurs multifaisceaux. Elles sont ensuite intégrées dans le SIG sous forme de table raster. Un traitement supplémentaire nous permet d'obtenir la table vectorielle finale à laquelle sont associées les données sur les biocénoses.

Image Raster de pré-cartographie des biocénoses marines



Géoréférencement de l'image raster dans Mapinfo



Pré-cartographie .tab

Vectorisation de l'image raster

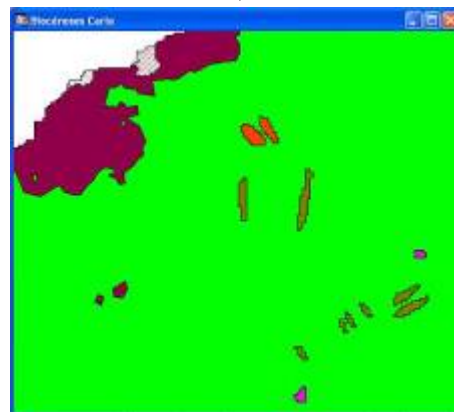


Table vectorielle des biocénoses marines

ID	Symbole	Type_de_Jour	année	sources	auteur
74 354	245	Galète, gradiers, petite bioc.	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
74 928	217	Galète, gradiers, petite bioc.	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
75 880	128	Roche à algues striatopores	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
77 073	11	Fonds meubles, multibancs	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
75 961	154	Marbré à posidonie occasionnel	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
75 964	122	Roche à algues striatopores	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
77 078	114	Marbré mort de posidonie occasionnel	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement
75 959	124	Marbré mort de posidonie occasionnel	2008	Photo-aériennes, MBT, sonar campagne le 14/04/2008	Andromède Environnement

### **II.2.4.3. CAMPAGNE DE VERITE TERRAIN**

La campagne de vérité terrain s'est déroulée en août et septembre 2007 sur 23 jours. Le carnet de mission est donné en annexe.

#### **TRANSECT PLONGEUR AUDIO**

Moyens informatiques

- [Traitement des données](#)
- 4 ordinateurs portables et 4 ordinateurs reliés en réseau, graveur de CD, accès Internet haut débit. Logiciels spécialisés (SIG, navigation, traitement statistique des données).
- 1 ordinateur étanche Toughbook – tablette graphique, utilisé pour les missions en mer.
- 5 configurations pour travail bureautique et infographique : traitement d'image, cartographie, photo-interprétation, édition.
- Logiciels spécialisés :
  - SIG : ArcGis 9, Mapinfo 7.0, Vertical mapper 3.0.
  - QINSY pour le traitement des fichiers bathymétrique
  - Photoshop, Imaging, Adobe Première (traitement d'images et montage vidéo).
  - ErMapper : traitement des photographies aériennes
- Les périphériques :
  - ✓ traceur
  - ✓ imprimantes photo A3 couleur
  - ✓ 2 Scanners photos/diapos
  - ✓ 2 dGps compatibles EGNOS à connecter sur l'ordinateur Toughbook pour un positionnement différentiel au mètre dans le logiciel de navigation et d'acquisition des données.



### COMMUNICATION PLONGEUR/SURFACE

Notre méthodologie de cartographie nécessite que le plongeur puisse transmettre en temps réel ses observations à un opérateur surface. Nous utilisons à cette fin la station de communication AQUACOM de RCH système, un matériel militaire qui permet à 1 ou plusieurs plongeurs de communiquer entre eux et avec la surface.

Elle est composée des éléments suivants :



1 station surface munie d'un hydrophone



1 émetteur-récepteur à la ceinture du plongeur

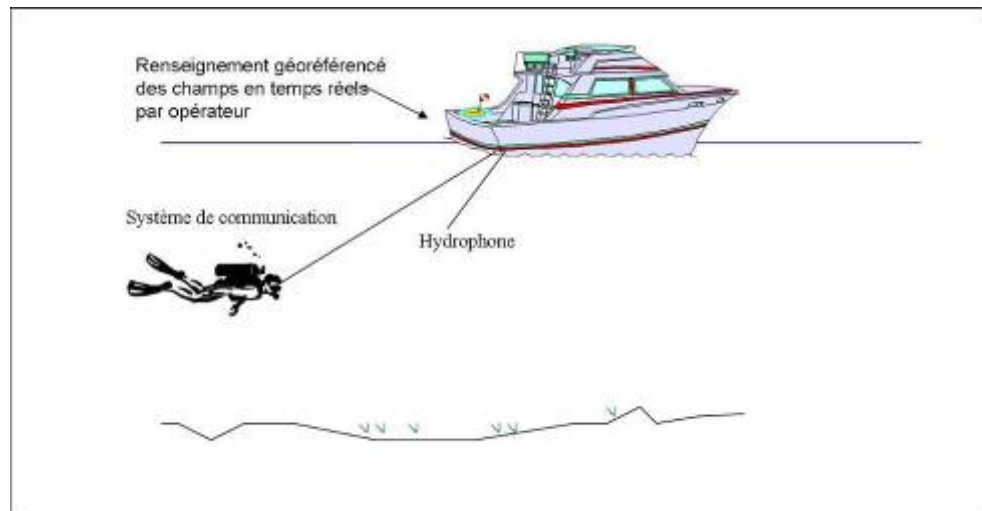


1 masque facial équipé d'écouteurs + micro



Test communication avant plongée

## METHODOLOGIE DU “TRANSECT PLONGEUR AUDIO”



Le plongeur est tracté par le bateau entre les bathymétries -5 m et - 30m en fonction des zones à décrire. Il transmet ses observations biocénotiques à l'opérateur qui peut suivre son parcours sur l'ordinateur relié au dGPS. Il est équipé d'une planche de tractage qui lui permet de faire varier sa profondeur et d'un harnais pour réduire les efforts (équipé d'un mousqueton à largage rapide pour la sécurité).

La carte des fonds bathymétriques ou la précartographie permet à l'opérateur de guider le plongeur sur les zones d'incertitudes.

L'opérateur inscrit les informations biocénotiques directement dans le logiciel de navigation.

Connaissant la position du plongeur, l'information est géoreferencée en continu.

10 km de transect par jour peuvent ainsi être réalisés. L'utilisation d'un recycleur nous permet d'augmenter notre temps au fond en restant dans la courbe de sécurité.

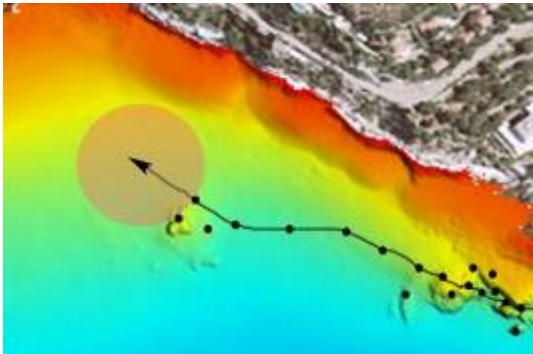
La facilité de mise œuvre du système, permet en une journée de faire plus de 6 h d'acquisition.



**Pilote**  
Réalise le parcours  
Communique avec le plongeur



« Contrôle sécurité :  
paramètres de  
décompression ? »

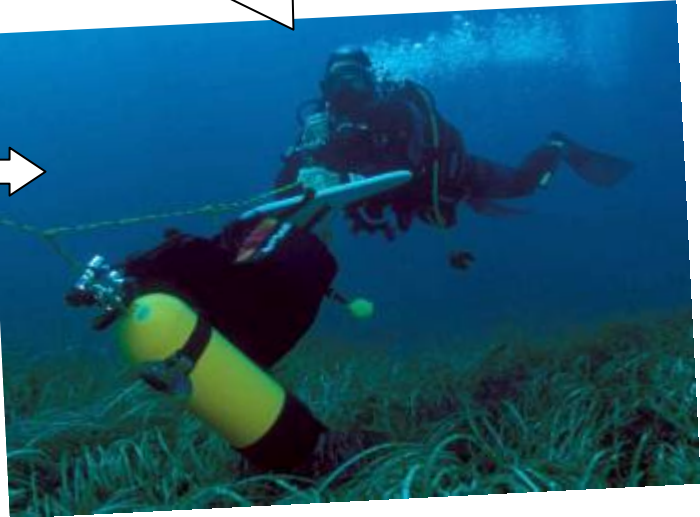


**Opérateur**  
Dirige le transect en fonction des incertitudes de la précartographie.  
  
Note dans une couche géoréférencée les informations biocénotiques transmises par le plongeur, point par point.

hydrophone

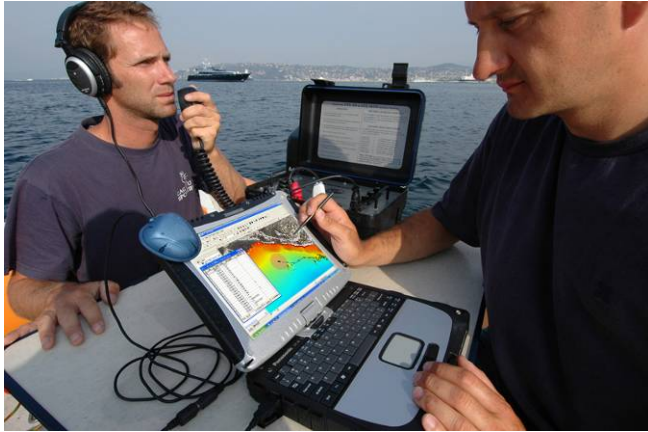
« Pas de paliers, mano à 100 bars.  
Posidonies denses sur sable, vitalité 4/5, pas de traces de mouillage. A ma gauche Posidonies éparées sur précoraligène, Recouvrement 30 % »

**Plongeur biologiste**  
Transmet ses observations biocénotiques.  
Peut faire stopper le bateau pour une exploration plus fine des biocénoses.



## POSITIONNEMENT DES OBSERVATIONS

Chaque information relevée par le plongeur – biologiste est directement positionnée au mètre près dans une couche d'information géoréférencée du SIG.



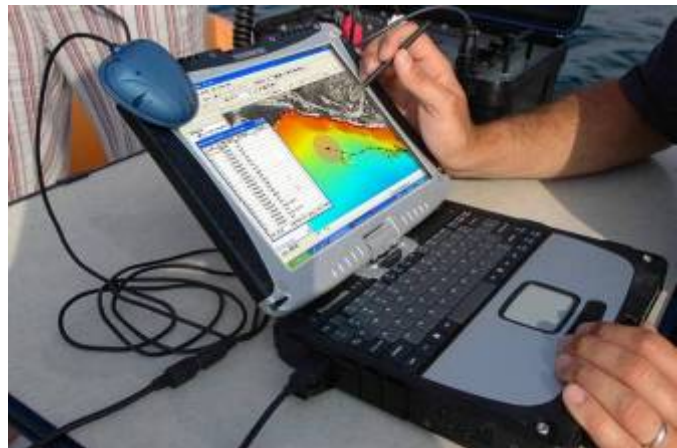
Nous réalisons ce type d'exploration sur le site afin de compléter, valider ou corriger la précartographie réalisée à partir des informations apportées par les photographies aériennes et l'acquisition bathymétrique.

Cette Méthodologie innovante permet de réaliser des transects pouvant aller jusqu'à 10 km/jour et de relever plusieurs centaines de points par transect.

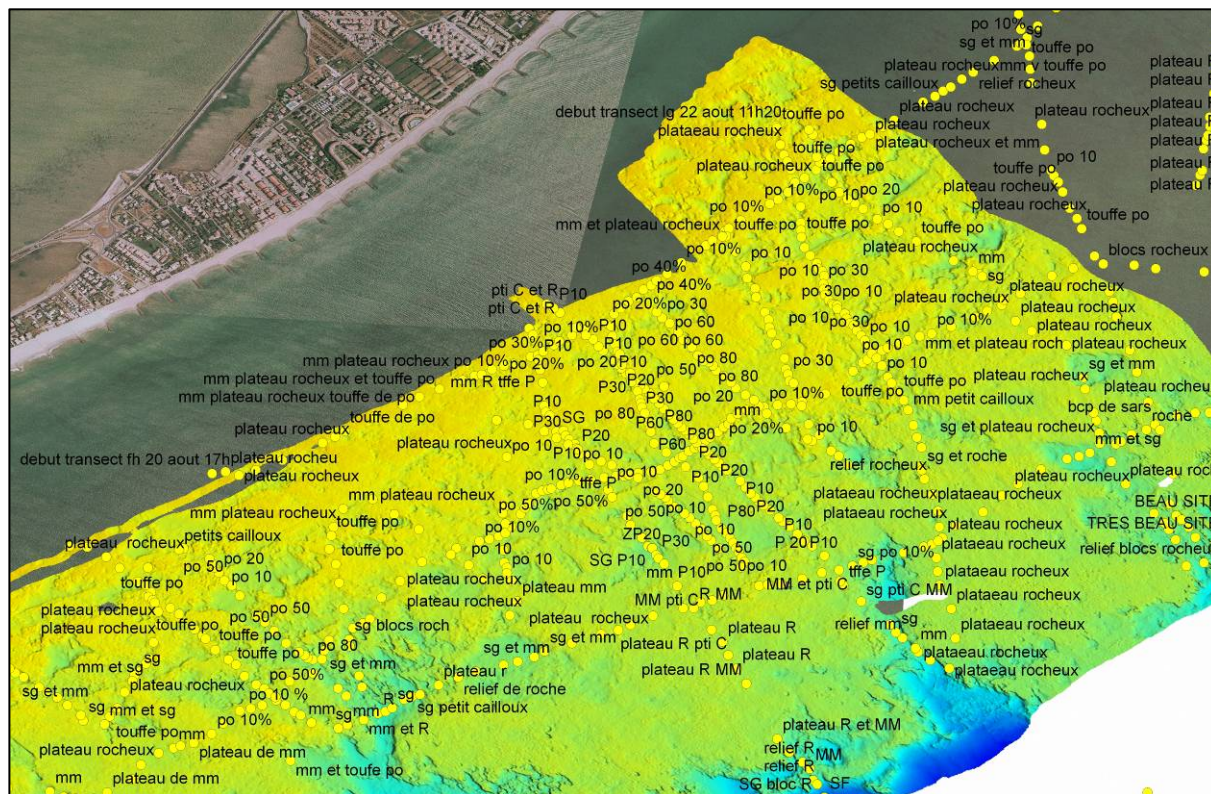
L'utilisation conjointe de la communication surface et du positionnement des observations en temps réel font de cette

méthodologie un outil simple et performant pour la cartographie des biocénoses marines dans les fonds allant de 15 à 60 m. La mise en œuvre en est plus aisée que celle d'un ROV ou d'une caméra tractée dont la « vision » réduite ne permet pas une vision globale de l'habitat.

Nous économisons en outre un temps de post traitement puisque les informations sont traitées au fur et à mesure de l'acquisition par l'opérateur et le nombre de points renseignés permet de réaliser des extrapolations plus justes.



La technique du plongeur tracté avec système de communication surface permet de renseigner des centaines de points par heure sur plusieurs kilomètres.



Exemple de parcours réalisés sur le plateau des Aresquiers. Sous SIG, chaque point correspond à un champ qui renseigne une information biocénotique observée par le plongeur.

## **I I . 2 . 5 . E V A L U A T I O N P A T R I M O N I A L E**

### ***I I . 2 . 5 . 1 . E X P L O R A T I O N P A R P L O N G E E D E P R O S P E C T I O N***

Ces plongées ont permis de recueillir des informations précises concernant des sites ponctuels. Le choix de la localisation géographique de ces plongées a été dicté par l'état des connaissances bibliographiques et surtout par les transects plongeurs audio qui permettent le repérage de sites ponctuels d'intérêt.

Les plongées de ce type ont été réalisées en parallèle des transects plongeur audio durant l'ensemble de la mission en mer.

Les interventions en plongée sous-marine ont nécessité la mise en œuvre d'une équipe de quatre personnes : deux scaphandriers scientifiques, un scaphandrier secours et un pilote (équipe minimum requise par l'arrêté n°90-277 du 28 mars 1990, du Ministère du Travail, relatif à l'intervention en milieu hyperbare).

Les coordonnées géographiques de chaque plongée sont obtenues par positionnement GPS. Trois types de plongées ont été effectuées : (i) des plongées ponctuelles de vérité terrain afin de lever des doutes ou combler des lacunes cartographiques ; (ii) des plongées d'investigation plus poussées destinées à l'étude de sites intéressants et présumés d'intérêt particulier ou afin d'acquérir des indices de vitalité des biocénoses (ex. densité des herbiers) ; (iii) des plongées d'illustration photo/vidéo.

Ces plongées ont permis la prospection de nombreux sites le long du linéaire de côte, ainsi que sur les sites particuliers (zone de forte fréquentation, zone pressentie d'intérêt d'après la bathymétrie, zones de mouillage...). Les biocénoses remarquables, comme l'herbier de posidonie et les peuplements du coralligène, ont fait l'objet d'une attention particulière en raison de la biodiversité qu'elles abritent.

### II.2.5.2. ESTIMATION DE LA VITALITE DE L'HERBIER

Un effort particulier a été porté pour l'évaluation de la vitalité des herbiers de Posidonie du fait de sa large répartition sur la zone son importance écologique et sa fragilité.

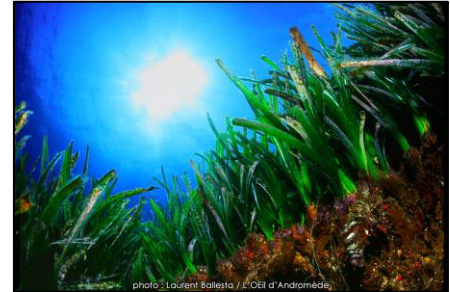
La biocénose à *Posidonia oceanica* est, suivant les sites, répartie sur l'ensemble de l'étage infralittoral qu'elle caractérise depuis la surface jusqu'à 40 mètres de profondeurs.

Ces prairies sous-marines constituent un écosystème majeur dont le fonctionnement général dépend essentiellement du bon développement de l'espèce *Posidonia oceanica*.

D'architecture complexe, l'herbier de Posidonie joue des rôles aussi variés que prépondérants dans l'équilibre fragile du milieu marin méditerranéen. Il est à la base de certaines chaînes alimentaires, il est source de production d'oxygène, enfin il fournit une aire de frai et de nurseries très appréciée par de nombreuses espèces de poissons.

C'est aussi un habitat permanent ou temporaire pour une foule d'espèces animales et végétales.

L'herbier à *P. oceanica* constitue enfin un puissant intégrateur de la qualité globale des eaux littorales. Son utilisation comme bio-indicateur tend à se développer fortement depuis une vingtaine d'années (Pergent et al., 1995).

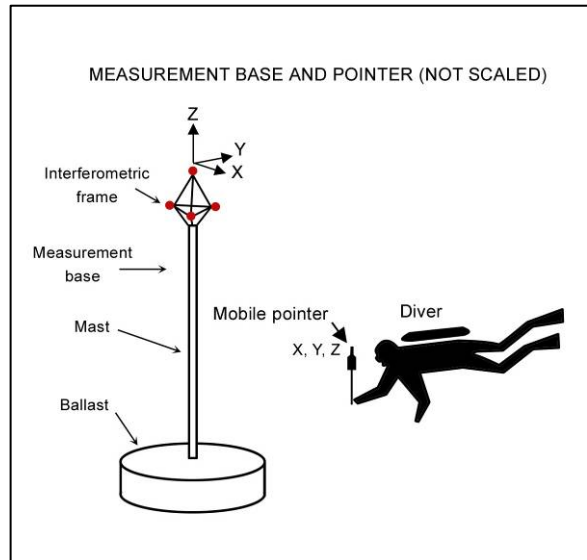


#### II.2.5.2.1. Moyens microcartographie

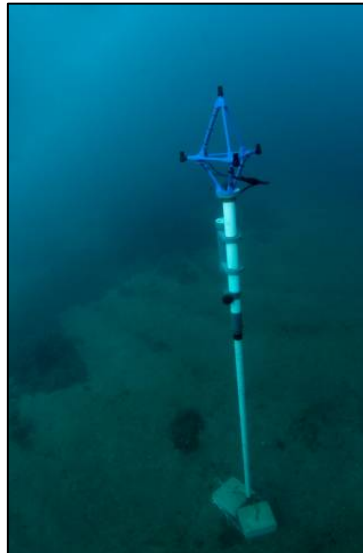
##### TELEMETRIE ACOUSTIQUE (TA)

Les herbiers à *Posidonia oceanica* font l'objet d'un suivi particulier sur le pourtour méditerranéen, basé sur l'utilisation d'un large panel de paramètres descripteurs (cartographie, recouvrement, densité, biométrie, etc.) (Charbonnel *et al.* 2000).

Les phénomènes de régression / progression des herbiers sont en particulier un indice révélateur de la qualité globale de l'environnement marin. Le protocole d'étude qui permet le suivi de ce paramètre est basé habituellement sur la pose de balises permanentes (Meinez, 1977 ; Charbonnel *et al.*, 2000), en limite inférieure. Hélas, cette technique performante pour des herbiers sur matte est inutilisable pour des herbiers sur éboulis ou sur roche ou encore soumis à du chalutage.

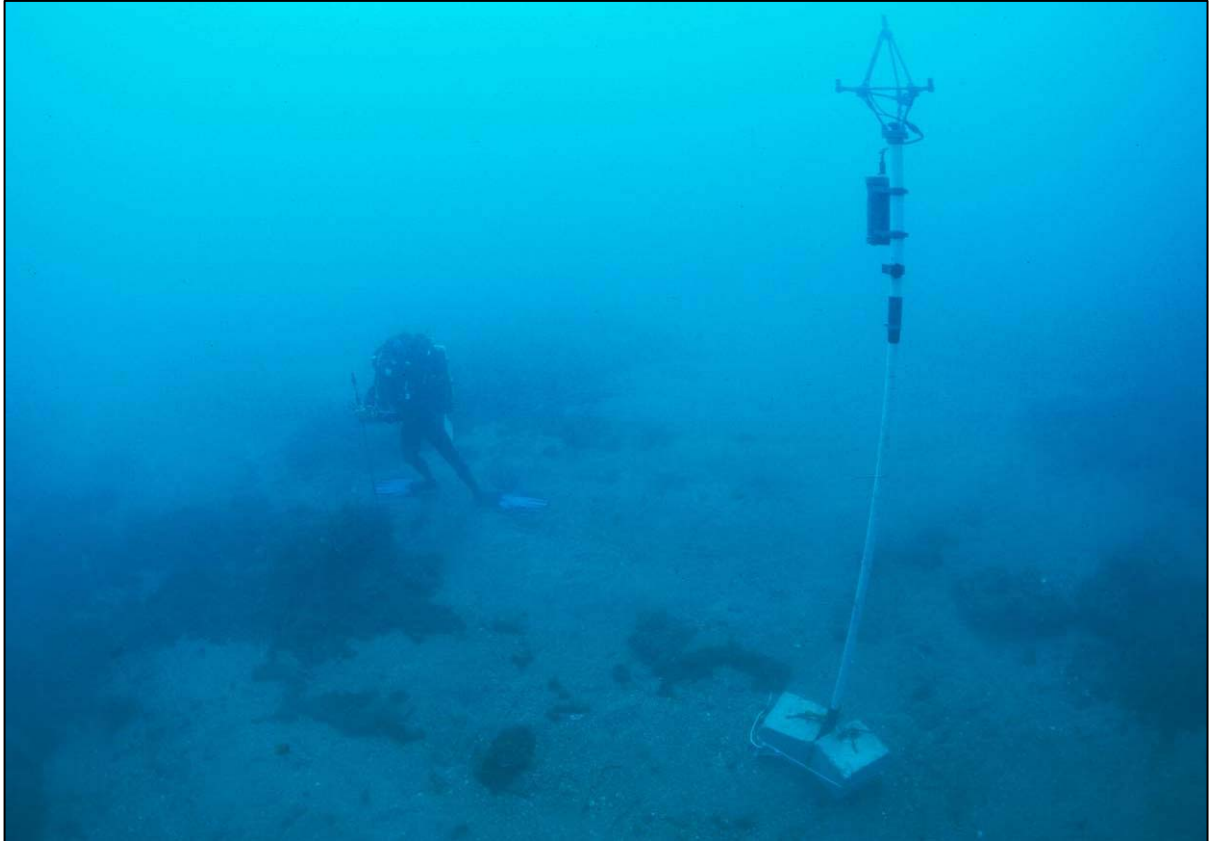


Pour cette raison, nous avons développé une nouvelle méthode de microcartographie utilisant la télémétrie acoustique (Descamp *et al.*, 2005). La télémétrie acoustique, basée sur le principe d'interférométrie acoustique sur bases courtes, permet de positionner des objets en 3D de manière extrêmement précise (précision = environ 1cm à 10 mètres de la base, 10 cm à 100m, affichée sur le résultat cartographique).



La télémétrie est utilisée habituellement par les archéologues mais aussi par les astronautes de la NASA au cours de leur programme d'entraînement Neemo. Cette technique innovante, nous permet de réaliser des microcartographies au 1/50ème voire moins, de calculer des surfaces sous Arcgis, donc de mesurer des indices de recouvrement.

Très fiable dans le temps, elle permet d'enregistrer sur un site des centaines de sondes pour le suivi de l'évolution de l'herbier sur plusieurs années.



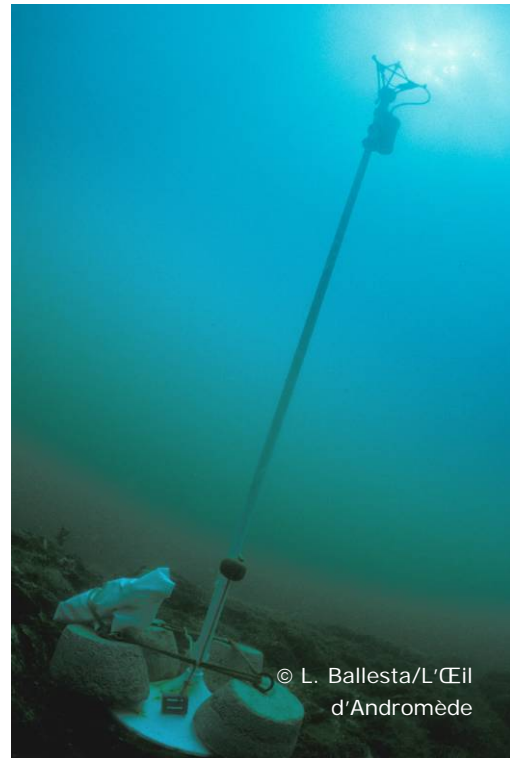
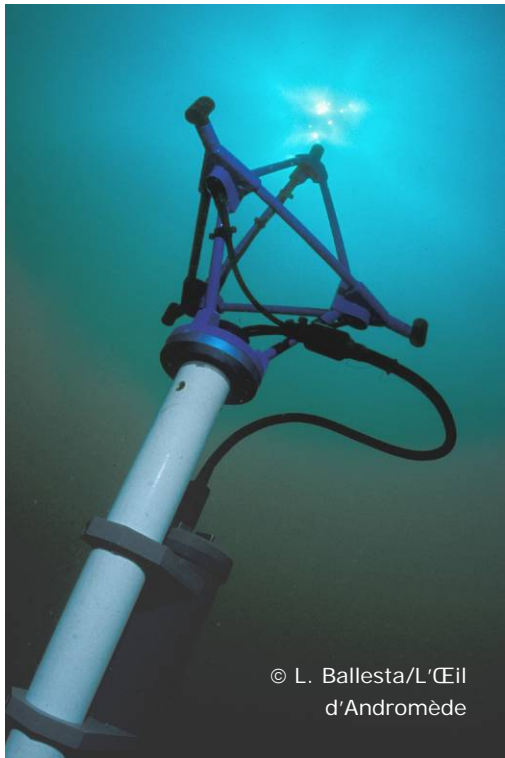
- Repérage général de l'herbier :

L'étape consiste à évaluer la forme de l'herbier et à en rechercher les limites. Cette mesure aide au positionnement de la base et à plusieurs points remarquables afin d'assurer le suivi sur plusieurs années. Des parachutes de plongée sont placés aux deux extrémités de l'herbier afin de permettre le relevé des coordonnées GPS de ces points depuis la surface.

Approximativement à équidistance de ces deux points, on réalise une plongée supplémentaire afin de rechercher un point remarquable au positionnement de la balise. Un troisième parachute de plongée permet de baliser ce point.

- Mise en place de la base :

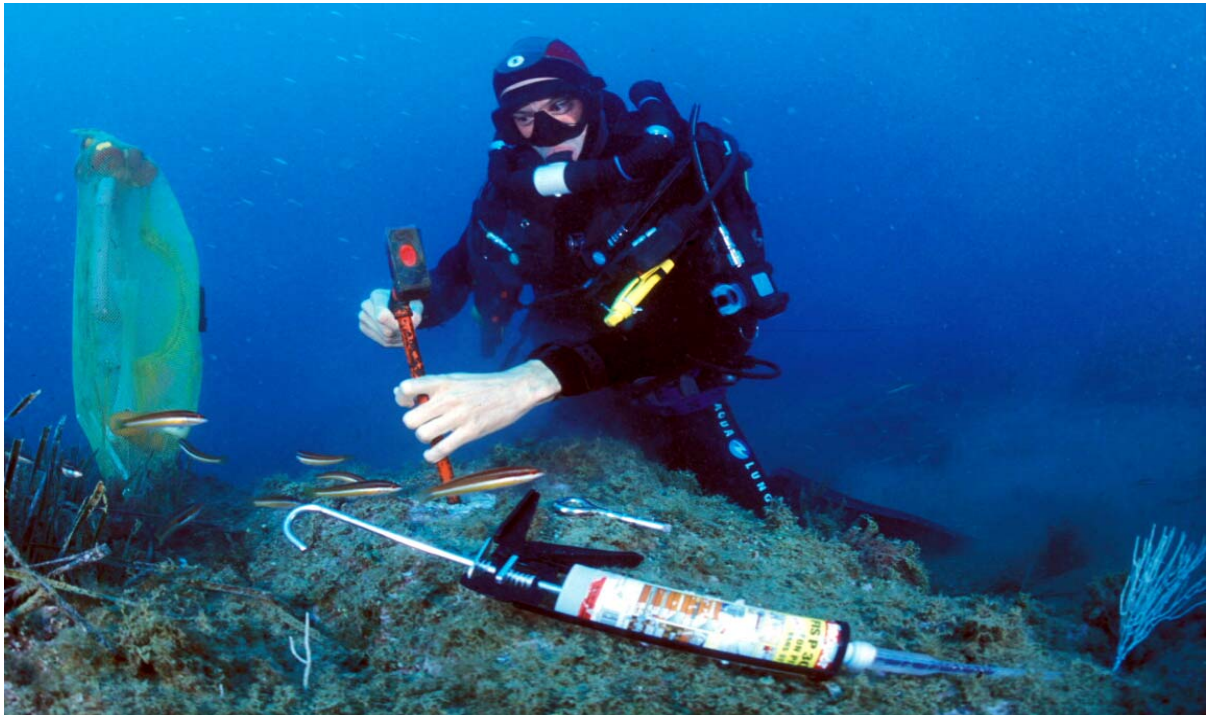
La base est posée à proximité de l'herbier, en prenant soin d'éviter les masquages éventuels avec le relief sous-marin conduisant à une absence de dialogue entre le pointeur et la base. La base est ensuite maintenue sur le fond par des plots en béton. La verticalité du mat doit être contrôlée et ne pas excéder 5° par rapport à la verticale ce qui dépasserait la capacité de correction de l'inclinomètre. De même, le mat doit être suffisamment rigide pour limiter d'éventuelles oscillations dues aux courants.



A gauche, le cadre interférométrique fixé sur son mât d'une hauteur de 2,5 m;  
A droite, la base est lestée par des blocs de béton afin de maintenir une position stable.



- Mise en place des points fixes



La mise en place de points fixes permet de positionner chaque lever dans le même repère x,y,z.

Ils sont constitués de pitons d'escalade en inox plantés dans la roche affleurante et renforcés par du ciment chimique. A défaut de roche affleurante, des plots bétons peuvent être immergés.

Ces pitons permettront de réaliser le suivi de la cartographie dans le temps,



- Balisage de la limite inférieure :

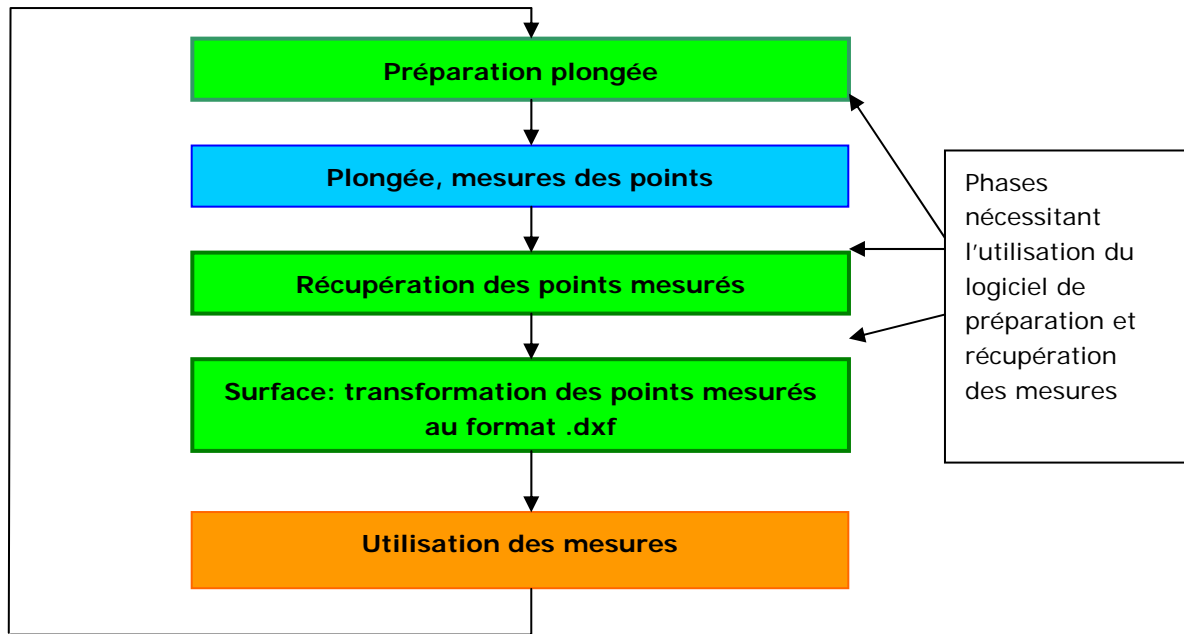
Le plongeur est équipé du pointeur et se déplace le long de la limite de l'herbier. Il enregistre sa position manuellement en fonction de la précision souhaitée. L'évolution en 2006 des appareils de télémétrie permet un espacement de 50 cm entre chaque point. Nous avons enregistré environ 1000 points d'information pour chaque zoom, avec un intervalle d'environ 50cm. Les images suivantes illustrent le matériel de télémétrie utilisé.



- Post-traitement des données

Les données recueillies sont ensuite récupérées sur ordinateur, via une interface infra-rouge, et traitées par le logiciel de préparation et d'exploitation des mesures.

Le diagramme suivant présente les phases typiques de mise en œuvre du positionneur acoustique sous-marin,



Le traitement de ces données permettra de dresser le tracé de la limite des herbiers.

Aucun balisage permanent ne sera installé sous l'eau, hormis les deux points fixes pour le suivi dans le temps.

#### II.2.5.2.2. Evaluation de la vitalité et de la dynamique des herbiers

##### DENSITE DE L'HERBIER

Elle correspond au nombre de faisceaux de Posidonies présents par unité de surface, généralement le mètre carré. La densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent *et al.*, 1995). La densité est mesurée au hasard dans l'herbier, au moyen d'un quadrat de 20 cm de côté (surface minimale garantissant la représentativité de la mesure in Panayotidis *et al.*, 1981), avec 30 répliques pour chaque zone.



Une classification intégrant la profondeur, a été proposée par Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.* (1995). En effet, la variabilité du facteur densité est expliquée à 54% par la profondeur<sup>1</sup> (qui intègre également la pénétration de la lumière).

Une grille de lecture simplifiée a été proposée et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur : densité anormale, sub-normale inférieure, normale, et sub-normale supérieure (Tableau suivant).

---

<sup>1</sup> Les 46% de variabilité restant sont liés à d'autres paramètres comme la turbidité moyenne, la pollution, l'hydrodynamisme ou la nature du substrat (Pergent-Martini, 1994).

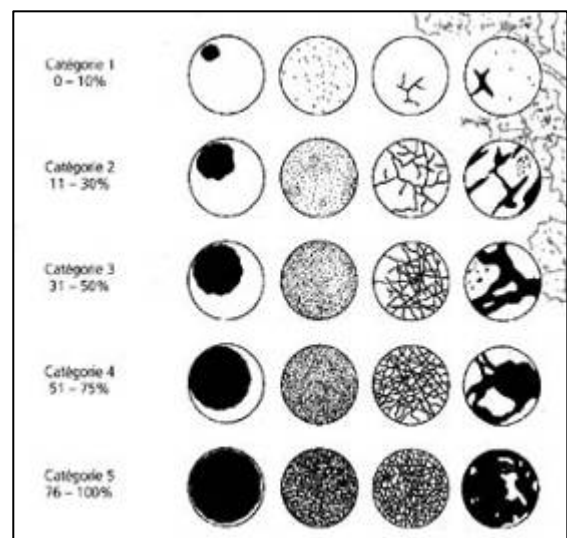
Tableau : Classification de l'herbier en fonction de la profondeur (Prof., en mètres). DA = densité anormale, DSI = densité sub-normale inférieure, DN = densité normale, DSS = densité sub-normale supérieure (d'après Pergent-Martini, 1994 et Pergent *et al.*, 1995).

Prof	DA	DSI	DN	DSS	Prof	DA	DSI	DN	DSS
1	← 822	↔	934 ↔ 1158	→	21	← 48	↔	160 ↔ 384	→
2	← 646	↔	758 ↔ 982	→	22	← 37	↔	149 ↔ 373	→
3	← 543	↔	655 ↔ 879	→	23	← 25	↔	137 ↔ 361	→
4	← 470	↔	582 ↔ 806	→	24	← 14	↔	126 ↔ 350	→
5	← 413	↔	525 ↔ 749	→	25	← 4	↔	116 ↔ 340	→
6	← 367	↔	479 ↔ 703	→	26		↔	106 ↔ 330	→
7	← 327	↔	439 ↔ 663	→	27		↔	96 ↔ 320	→
8	← 294	↔	406 ↔ 630	→	28		↔	87 ↔ 311	→
9	← 264	↔	376 ↔ 600	→	29		↔	78 ↔ 302	→
10	← 237	↔	349 ↔ 573	→	30		↔	70 ↔ 294	→
11	← 213	↔	325 ↔ 549	→	31		↔	61 ↔ 285	→
12	← 191	↔	303 ↔ 527	→	32		↔	53 ↔ 277	→
13	← 170	↔	282 ↔ 506	→	33		↔	46 ↔ 270	→
14	← 151	↔	263 ↔ 487	→	34		↔	38 ↔ 262	→
15	← 134	↔	246 ↔ 470	→	35		↔	31 ↔ 255	→
16	← 117	↔	229 ↔ 453	→	36		↔	23 ↔ 247	→
17	← 102	↔	214 ↔ 438	→	37		↔	16 ↔ 240	→
18	← 88	↔	200 ↔ 424	→	38		↔	10 ↔ 234	→
19	← 74	↔	186 ↔ 410	→	39		↔	3 ↔ 227	→
20	← 61	↔	173 ↔ 397	→	40		↔	↔ 221	→

## RECOUVREMENT DE L'HERBIER

**Recouvrement de l'herbier de Posidonie** : le recouvrement de l'herbier correspond au pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de Posidonies, par rapport aux zones non couvertes (sable, matre morte, roche). Les valeurs de recouvrement varient selon l'état de vitalité de l'herbier. Dans le cas d'un herbier continu, présentant une vitalité élevée, le recouvrement atteint 80 à 100%. Ce recouvrement peut présenter des valeurs beaucoup plus faibles lorsque l'herbier est soumis à des conditions de développement défavorables. Les valeurs diminuent également avec la profondeur (au niveau de la limite inférieure, le recouvrement est généralement compris entre 5 % et 40 %) et avec la proximité de zones perturbées par des aménagements ou des rejets.

La méthode utilisée, adaptée à l'importance de la zone à étudier, a été une estimation visuelle globale du pourcentage de recouvrement sur les stations de références établies pour les plongées ponctuelles. Ce recouvrement a été comparé également aux informations de recouvrement transmises par le plongeur biologiste lors des transects "plongeur audio".



## INDICE DE VITALITE DE L'HERBIER

Afin de faciliter la cartographie de la vitalité des herbiers de posidonie, on effectue une synthèse des indices mesurés qui sont le recouvrement et la densité de l'herbier. Cette synthèse permet pour chaque secteur homogène d'estimer la vitalité des herbiers de posidonies. Un indice de vitalité de l'herbier permet de classer les herbiers selon 3 classes de vitalité : bonne vitalité, vitalité moyenne, dégradé et/ou faible vitalité. Cet indice est représenté par un gradient de couleur sur les cartes de vitalité.

**Tableau :** Critères de vitalité en fonction du pourcentage de recouvrement et des catégories de densité de l'herbier de posidonie.

Pourcentage de recouvrement	Catégories de densités définies par Pergent et al., (1995)	Indice de vitalité
0 à 30 % (catégories 1 et 2)	DSI et DA	Dégradé et/ou faible vitalité
	DSS et DN	Vitalité moyenne
31 à 50 % (catégorie 3)	DA	Dégradé et/ou faible vitalité
	DSI	Vitalité moyenne
	DSS et DN	Bonne vitalité
51 à 100 % (catégories 4 et 5)	DA	Vitalité moyenne
	DSI, DN et DSS	Bonne vitalité



Exemple d'herbier à *Posidonia oceanica* de différentes vitalités à une même profondeur :

- (1) herbier de bonne vitalité
- (2) herbier de vitalité moyenne
- (3) herbier dégradé et/ou de faible vitalité

Pour chacun des zooms, les mesures de position de l'herbier effectuées par méthode acoustique seront couplées à une caractérisation des limites de l'herbier selon le protocole développé dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonie :

Le type de limite : progressive, franche, érosive ou régressive,

La morphologie générale de l'herbier : herbier continu, discontinu en mosaïque, herbier de plaine, de colline, herbier ondoyant, etc.

La présence ou l'absence de structures érosives : intermattes de sable ou de matre, chenaux, tombants, etc.

Le type de substrat : roche, sable ou matre,

La nature du fond à proximité pour déceler la présence éventuelle de matre morte, de ripple-marks, etc.

La mesure de densité de l'herbier (30 mesures de densité par zoom) et classification intégrant la profondeur (selon Pergent-Martini et Pergent et I., 1995)

### II.2.5.3. ESPECES ET PAYSAGES D'INTERET PATRIMONIAL INVENTORIES

L'inventaire des espèces n'est pas exhaustif. Il vise à recenser les espèces et les habitats présentant :

- un statut légal de protection

Les espèces protégées par les arrêtés ministériels du 19 juillet 1988, du 26 novembre 1992 et du 17 juillet 1991 : la patelle géante (*Patella ferruginea*), la grande nacre (*Pinna nobilis*), l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*), la grande cigale (*Scyllarides latus*), la posidonie (*Posidonia oceanica*), la datte de mer (*Lithophaga lithophaga*), la tortue caouane (*Caretta caretta*), le grand dauphin (*Tursiops truncatus*).

Les espèces protégées par le décret du 7 juillet 1999, correspondant à la publication des amendements aux annexes I et II, de la convention de Berne, plus particulièrement : les hippocampes (*Hippocampus hippocampus* et *Hippocampus ramulosus*), la grande porcelaine (*Luria lurida*), l'éponge Corne-de-cerf (*Axinella polypoides*), Le mérou brun (*Epinephelus marginatus*). Le moratoire d'interdiction de pêche sous-marine du mérou brun est prolongé jusqu'au 31 décembre 2007 et étendu à toutes formes de pêche à l'hameçon sur l'ensemble du littoral de la Méditerranée continentale.



Grande nacre (*Pinna nobilis*)

- un intérêt patrimonial, économique, symbolique

Les espèces d'intérêt patrimonial et économique ; bien que sans protection juridique particulière, elles sont sensibles à la pression humaine s'exerçant sur le milieu marin : les grands crustacés (l'araignée *Maia squinado*, la langouste *Palinurus elephas*, le homard *Homarus gammarus*) et des poissons comme le loup (*Dicentrarchus labrax*), le corb (*Sciaena umbra*), la dorade (*Sparus aurata*), le denti (*Dentex dentex*), les sars (*Diplodus spp.*), la girelle (*Coris julis*), le chapon (*Scorpaena scrofa*) et le saint-pierre (*Zeus faber*).

- une indication de la qualité du milieu, de sa sensibilité, de son état d'équilibre ou de déséquilibre

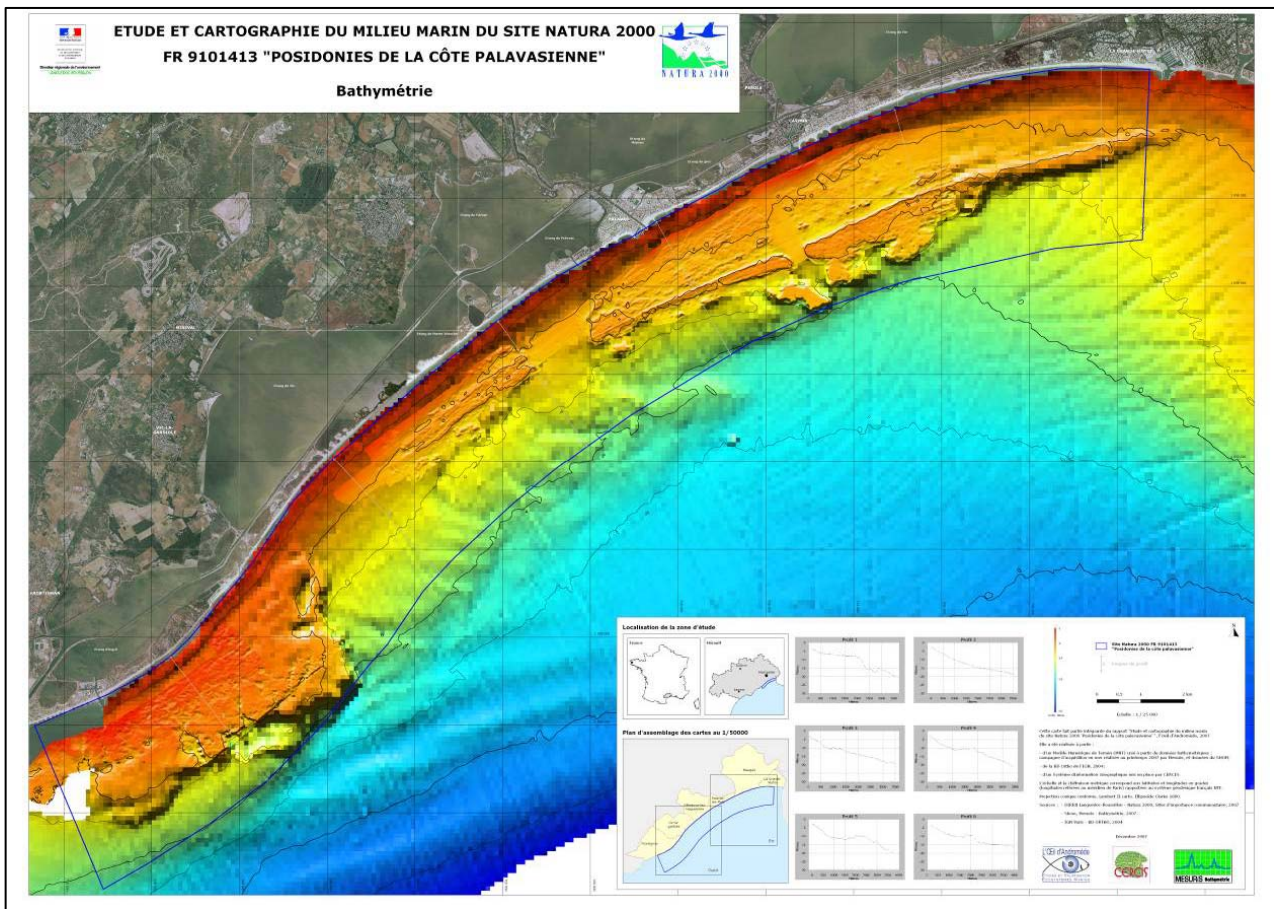
Concernant en particulier les peuplements ichtyques, le but n'a pas été d'évaluer précisément les peuplements mais de rechercher de grandes tendances (présence d'espèces emblématiques telles que le mérou), Indications sur la richesse du site et de son état d'exploitation (forte biomasse ou au contraire faible biomasse, absence de gros individus, etc.).



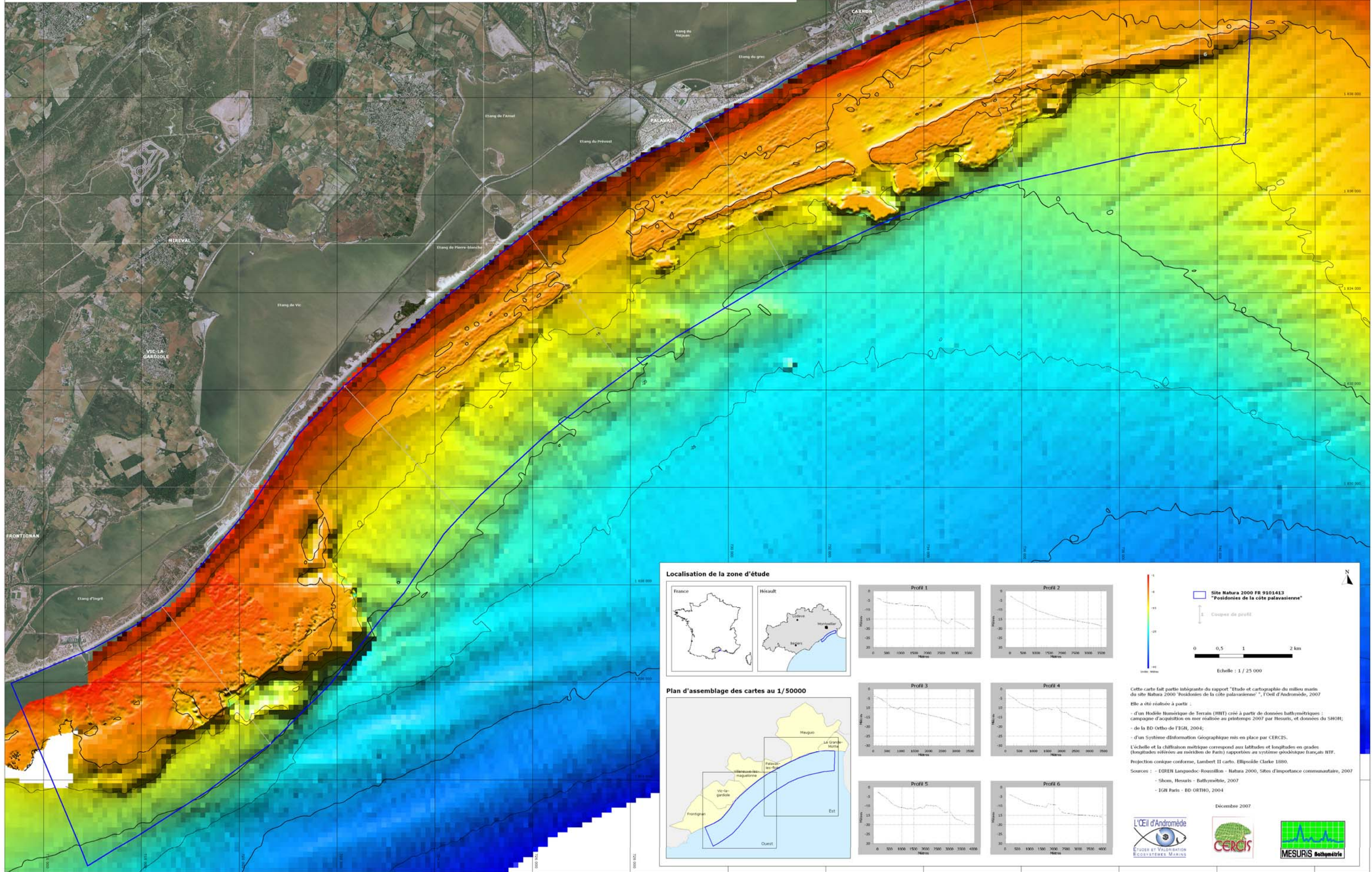
## II.3. RESULTATS ET DISCUSSION

### II.3.1. BATHYMETRIE MULTIFAISCEAUX – SONAR LATÉRAL

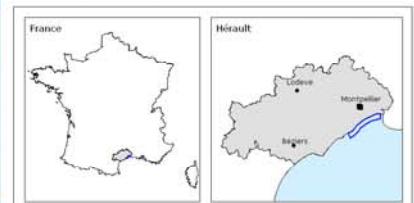
L'ensemble de l'acquisition sondeur multifaisceaux et sonar latéral est disponible dans les couches d'information du SIG jointes à l'étude.



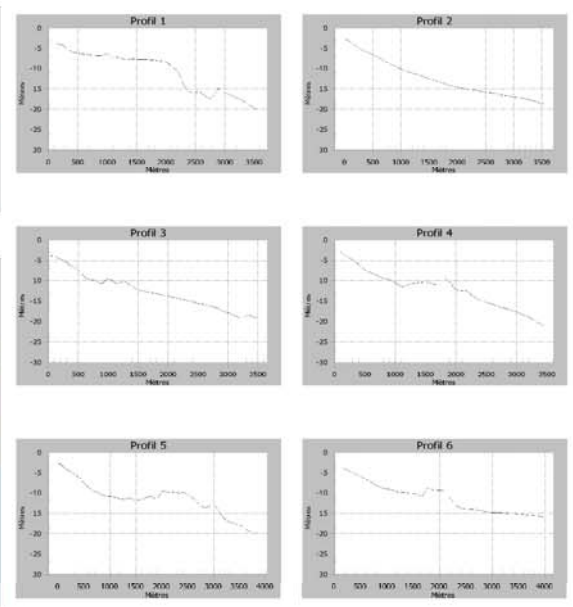
## Bathymétrie



### Localisation de la zone d'étude



### Plan d'assemblage des cartes au 1/50000



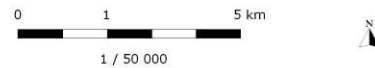
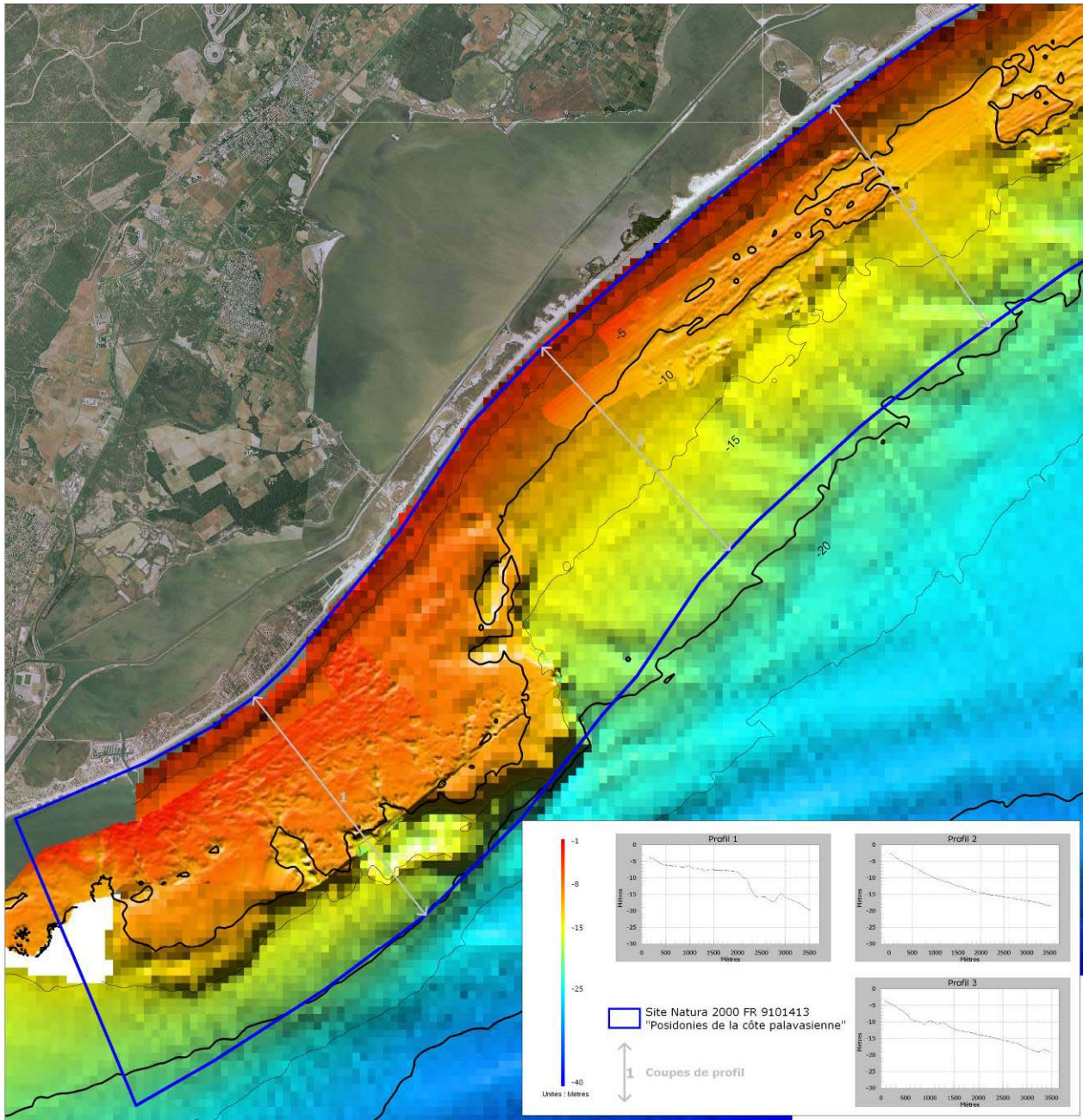
Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasiennne'", l'Oeil d'Andromède, 2007  
 Elle a été réalisée à partir :  
 - d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) créé à partir de données bathymétriques : campagne d'acquisition en mer réalisée au printemps 2007 par Hesaris, et données du SHOM ;  
 - de la BD Ortho de FTGH, 2004 ;  
 - d'un Système d'Information Géographique mis en place par CERCS.  
 L'échelle et la chiffration métrique correspondent aux latitudes et longitudes en grades (longitudes référencées au méridien de Paris) respectives au système géodésique français RTF.  
 Projection conique conforme, Lambert II carto, Ellipsoïde Clarke 1880.  
 Sources : - DIREH Languedoc-Roussillon - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
 - Shom, Hesaris - Bathymétrie, 2007  
 - IGH Paris - BD ORTHO, 2004



**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
"POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIEENNE"**



**Bathymétrie - Secteur Ouest**



Décembre 2007



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasienne'", l'Œil d'Andromède, 2007

Elle a été réalisée à partir :

- d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) créé à partir de données bathymétriques : campagne d'acquisition en mer réalisée au printemps 2007 par Mesuris, et données du SHOM;
- de la BD Ortho de l'IGN, 2004;
- d'un Système d'Information Géographique mis en place par CERCIS.

Projection conique conforme, Lambert II carto. Ellipsoïde Clarke 1880.

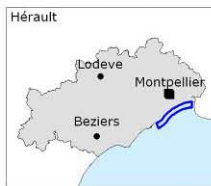
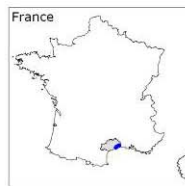
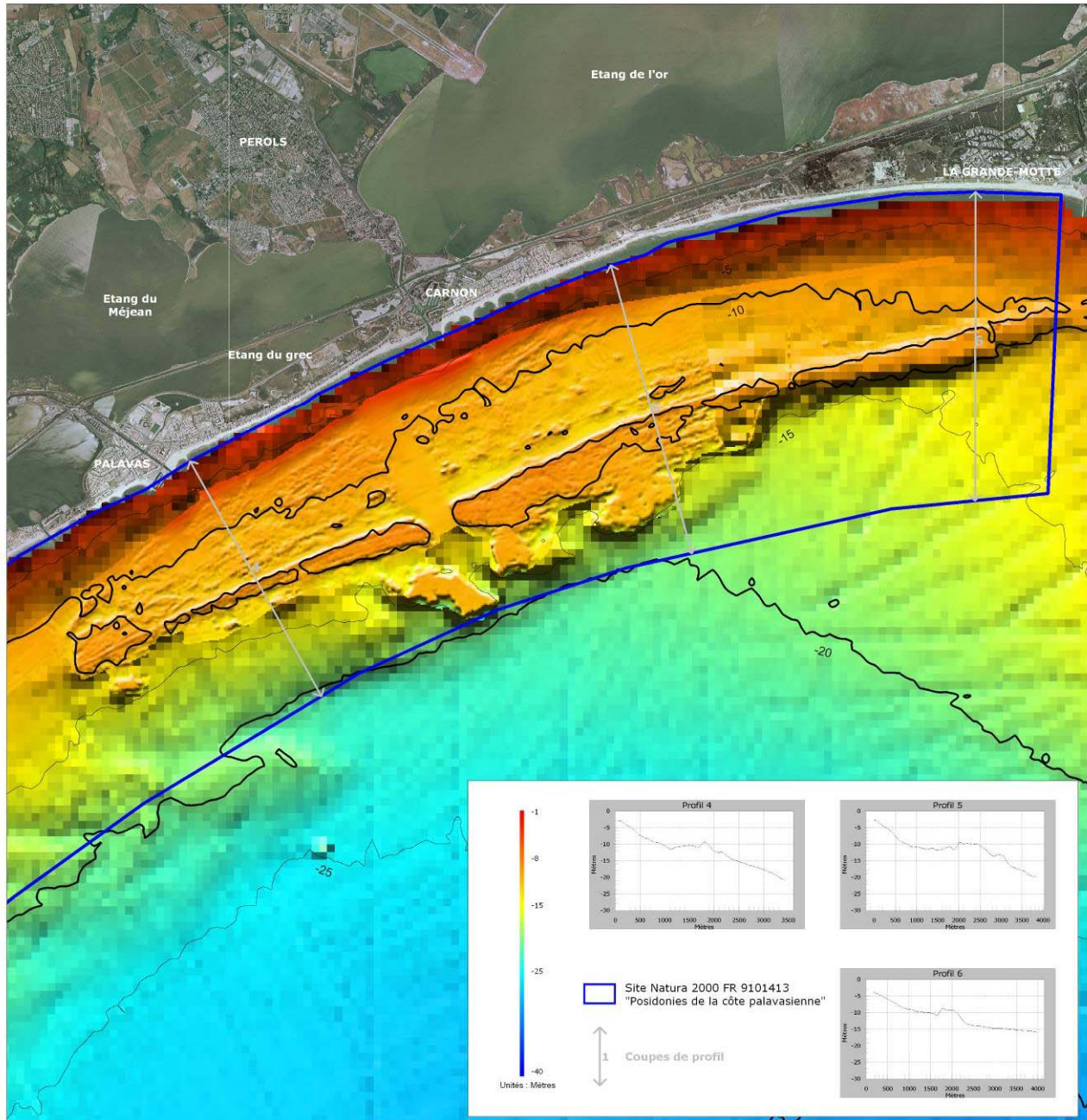
- Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
- Shom, Mesuris - Bathymétrie, 2007  
- IGN Paris - BD ORTHO, 2004



**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
"POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"**



**Bathymétrie - Secteur Est**



0 1 5 km

1 / 50 000

Décembre 2007



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasienne'", l'Œil d'Andromède, 2007

Elle a été réalisée à partir :

- d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) créé à partir de données bathymétriques : campagne d'acquisition en mer réalisée au printemps 2007 par Mesuris, et données du SHOM;
- de la BD Ortho de l'IGN, 2004;
- d'un Système d'Information Géographique mis en place par CERCIS.

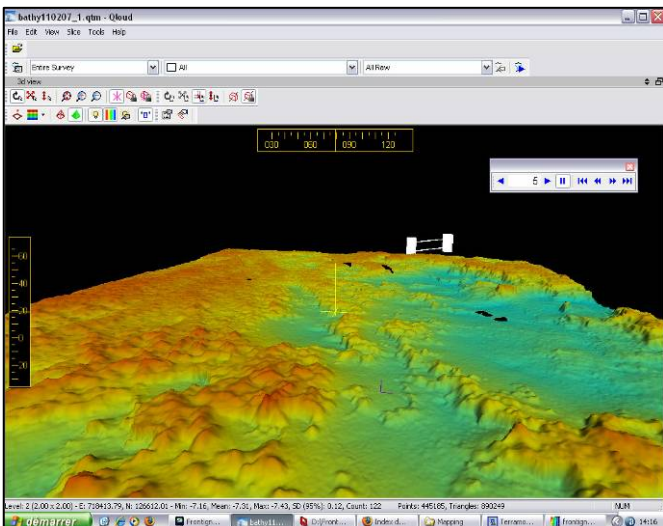
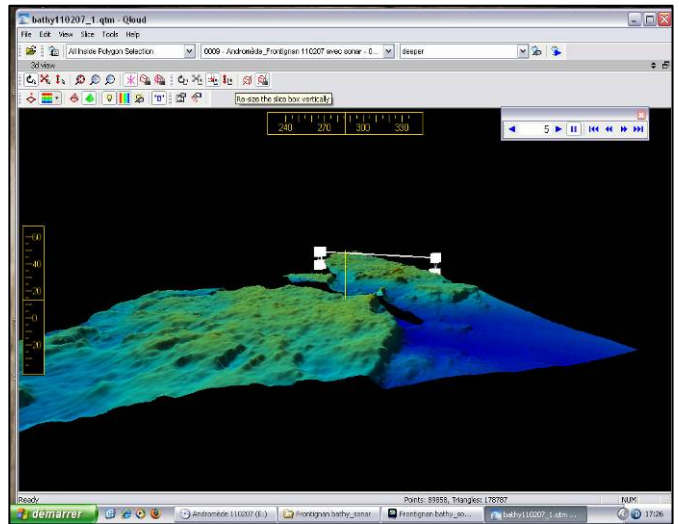
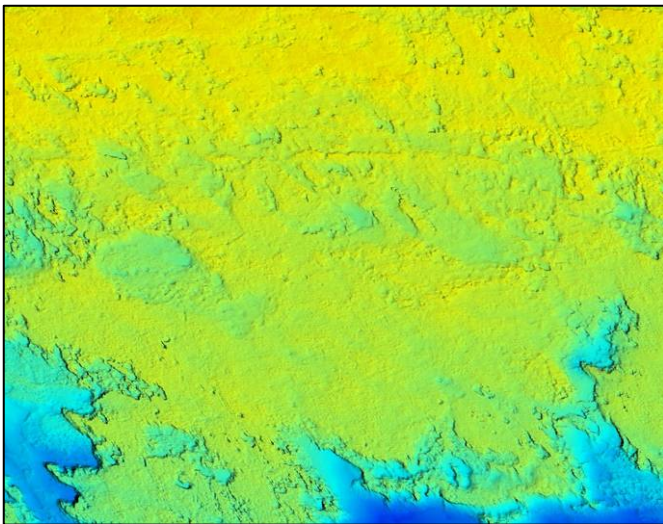
Projection conique conforme, Lambert II carto. Ellipsoïde Clarke 1880.

- Sources :
- DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007
  - Shom, Mesuris - Bathymétrie, 2007
  - IGN Paris - BD ORTHO, 2004

### 11.3.2. MORPHOLOGIE DU BANC ROCHEUX

Le lever au sondeur multifaisceaux fait apparaître la structure du plateau rocheux irrégulier, s'étendant à proximité du rivage, des Aresquiers à la Grande Motte, entre 4 et 25 mètres de profondeur.

Ce plateau rocheux est de formation relativement récente. Son origine remonte à la dernière phase de la transgression flandrienne où le niveau de la mer est progressivement passé de -120 mètre au niveau actuel.

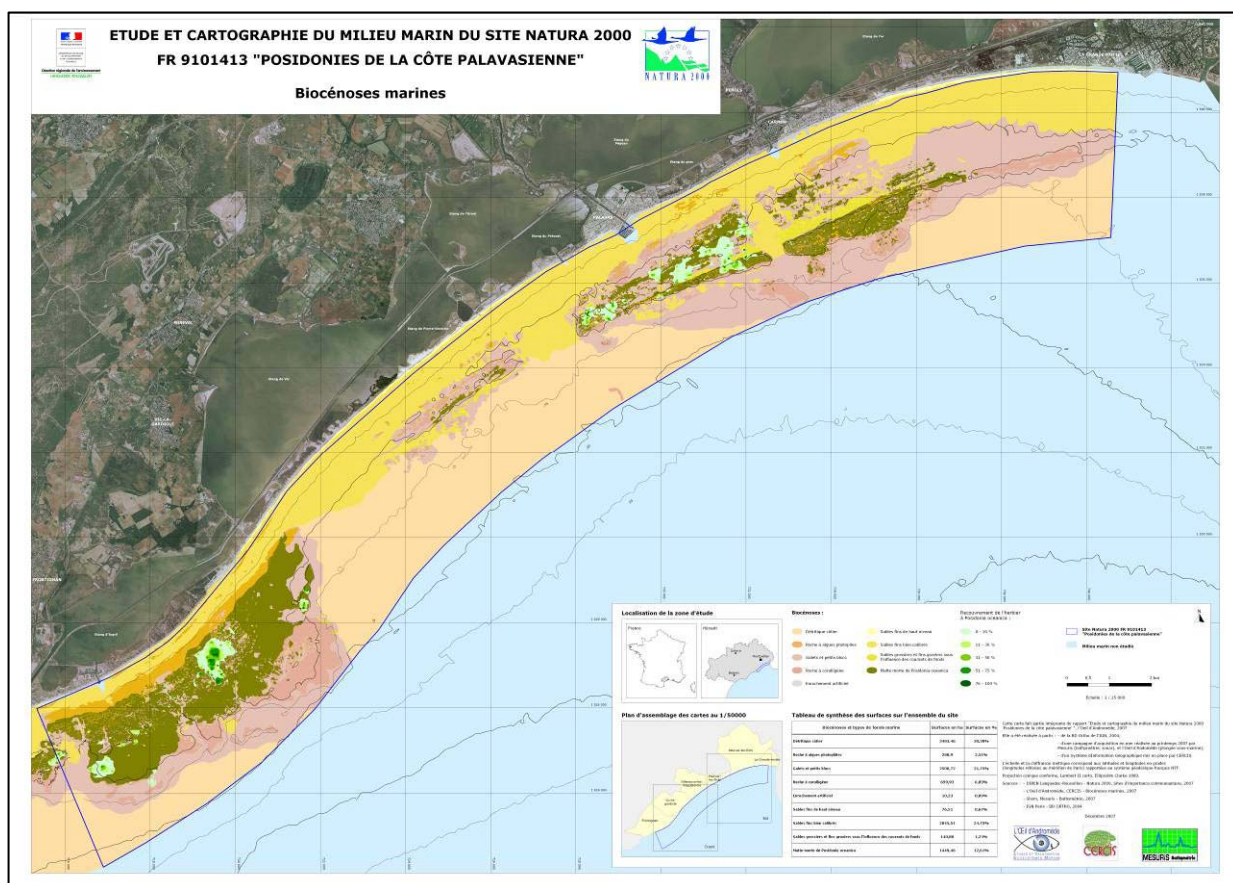


### II.3.3. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES

Environ 4 000 points d'information biocénotique ont pu être relevés sur plus de 290 km de transects réalisés sur la zone d'étude.

Ces nombreux transects de validation terrain ont permis d'avoir une vision globale des biocénoses marines et de préciser l'extrapolation cartographique à partir de la bathymétrie et du sonar latéral.

Les cartes réalisées sont l'aboutissement de ce travail, elles sont représentées au 1/25 000<sup>ème</sup> sur format papier A0 mais ont une validité au 1/2 000<sup>ème</sup> sous format SIG.



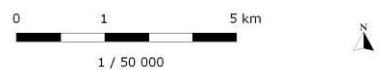
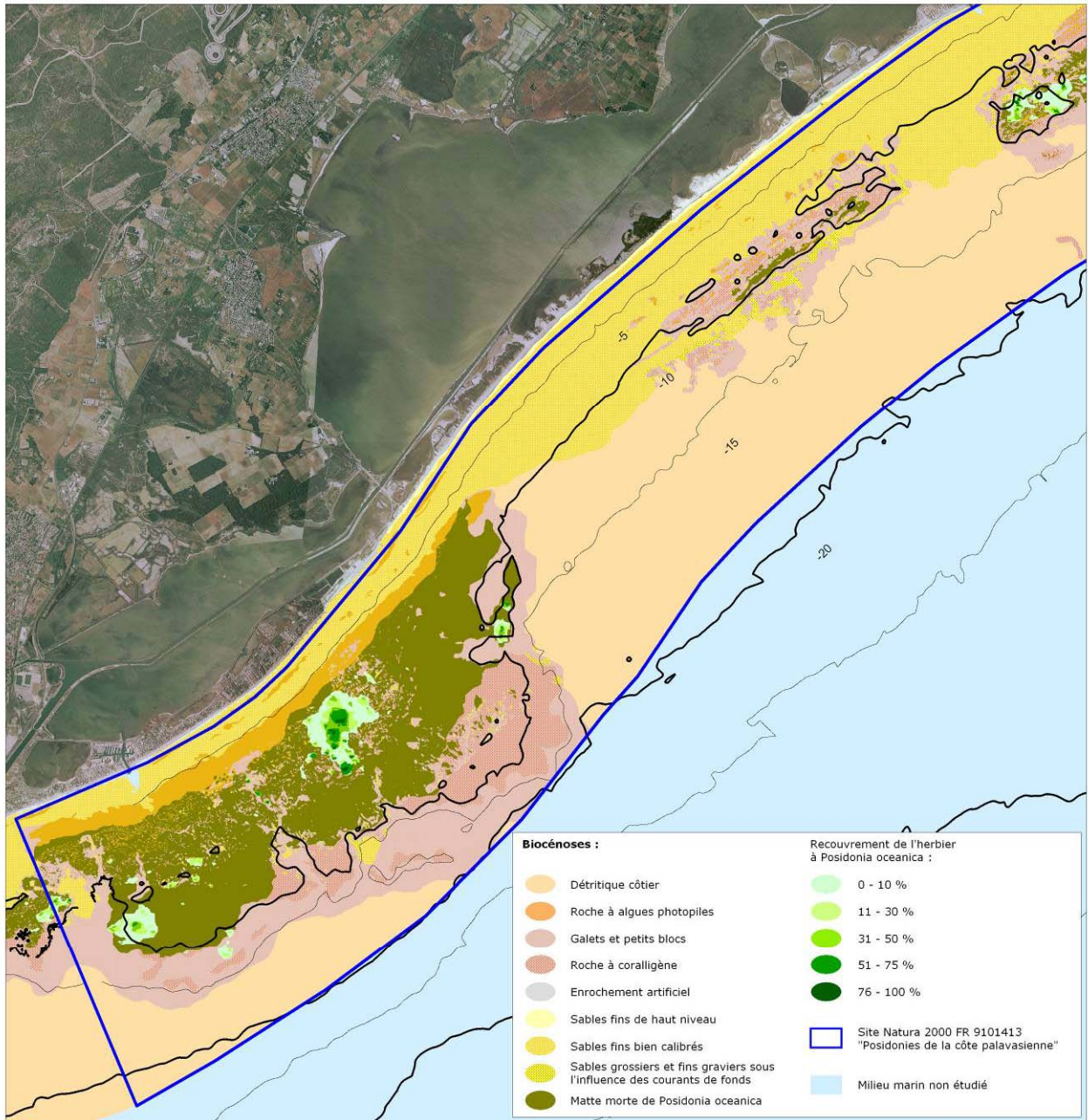




**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
"POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNNE"**



**Biocénoses marines - Secteur Ouest**



Décembre 2007



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 "Posidonies de la côte palavasienne" ", l'Oeil d'Andromède, 2007  
Elle a été réalisée à partir :  
- de la BD Ortho de l'IGN, 2004;  
- d'une campagne d'acquisition en mer réalisée au printemps 2007 par Mesuris (bathymétrie, sonar), et l'Oeil d'Andromède (plongée sous-marine);  
- d'un Système d'Information Géographique mis en place par CERCIS.

Projection conique conforme, Lambert II carto. Ellipsoïde Clarke 1880.  
Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
- L'Oeil d'Andromède, CERCIS - Biocénoses marines, 2007  
- Shom, Mesuris - Bathymétrie, 2007  
- IGN Paris - BD ORTHO, 2004

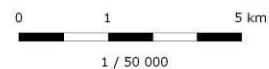
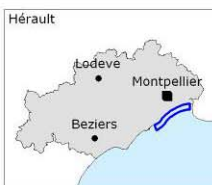
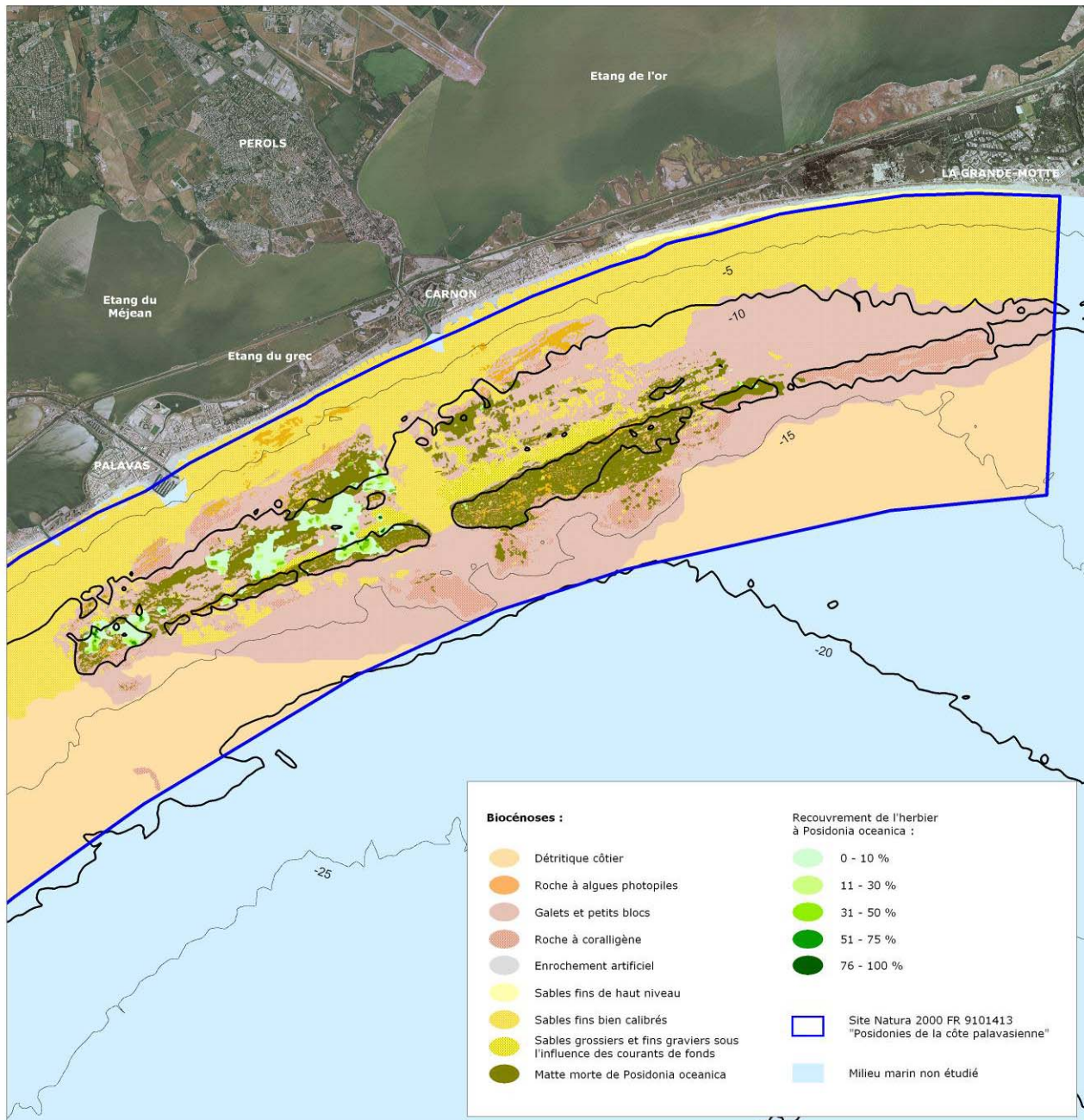




**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
"POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"**



**Biocénoses marines - Secteur Est**



Décembre 2007



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasienne'", l'Oeil d'Andromède, 2007

Elle a été réalisée à partir :

- de la BD Ortho de l'IGN, 2004;
- d'une campagne d'acquisition en mer réalisée au printemps 2007 par Mesuris (bathymétrie, sonar), et l'Oeil d'Andromède (plongée sous-marine);
- d'un Système d'Information Géographique mis en place par CERCIS.

Projection conique conforme, Lambert II carto, Ellipsoïde Clarke 1880.

- Sources :
- DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007
  - L'Oeil d'Andromède, CERCIS - Biocénoses marines, 2007
  - Shom, Mesuris - Bathymétrie, 2007
  - IGN Paris - BD ORTHO, 2004

### III.3.4. ESPECES EMBLEMATIQUES RENCONTREES SUR LA ZONE

#### Description zone d'étude

A l'est de Sète, commence un vaste système rocheux côtier complexe d'origine sédimentaire qui, malgré quelques interruptions sableuses, se prolonge jusqu'à la Grande Motte. Il est constitué d'affleurements rocheux stratifiés (calcaires, grès, argiles), de blocs et de galets plats. On l'observe entre -3 et -25 mètres environ.

Ce système rocheux peut être séparé en 3 éléments cohérents et isolés les uns des autres : le plateau des Aresquiers, le rocher de Maguelone et le plateau de Palavas-Carnon qui s'étend jusque la limite de la commune de la Grande Motte. A l'intérieur de ces secteurs rocheux, plusieurs zones à Posidonies vivantes assez étendues ont été observées ainsi que des zones de matie morte dont la superficie est considérable.

#### Le plateau des Aresquiers

Le plateau sous-marin des Aresquiers se développe entre -4 et -25 mètres environ, sur près de 22 km<sup>2</sup>, il est le plus large. La pente est généralement faible et régulière mais comporte des failles et des ruptures de pente brutales à partir de -8 à -12 mètres de profondeur, très prisées par les plongeurs. Les parties ouest et centrale sont influencées par la sortie du grau de l'étang d'Ingril, l'eau y étant généralement plus turbide.

L'action des vagues et des courants continue aujourd'hui de façonner les paysages sous-marins des aresquiers. Les couches de calcaires tendres s'érodent sous les couches plus dures, formant les grottes et les surplombs caractéristiques de cette zone. La partie centrale du plateau est caractérisée par des reliefs chaotiques qui offrent de nombreux abris. La turbidité conditionne la diversité des roches à algues photophiles et du coralligène. Ceux-ci semblent cependant plus riches dans les parties Est et centrale du plateau.



*Maasella edwardsii*



Faillie rocheuse des aresquiers avec  
*Alcyonium acaule*

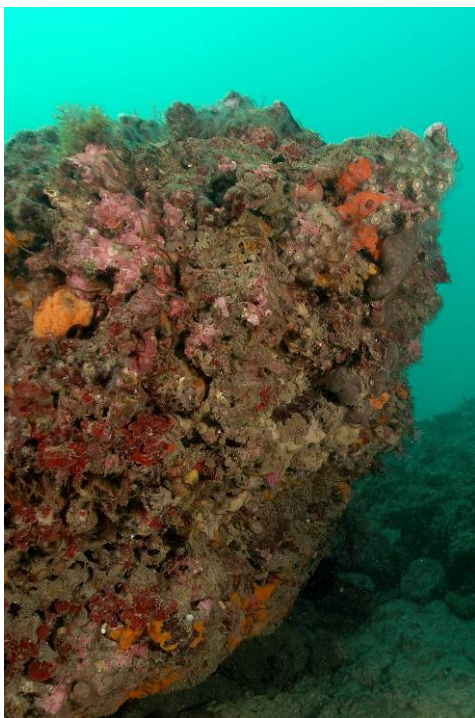
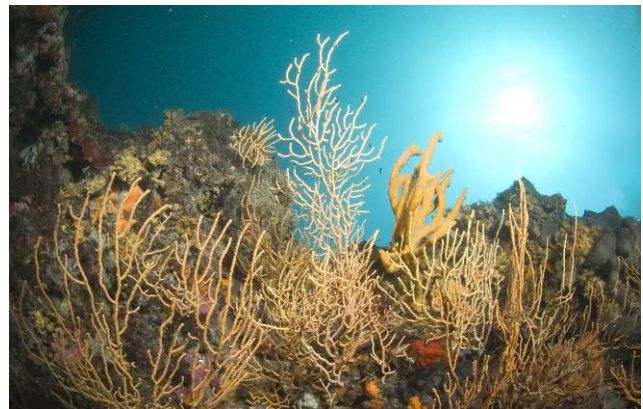
La zone bordant le talus rocheux des aresquiers est sujet à l'envasement. Les peuplements associés à cette turbidité comme les vérétilles, les alcyonaires (*Alcyonium acaule*, *Maasella edwardsii*) ou les ophiures noires (*Ophiocomina nigra*) sont ainsi préférentiellement retrouvées entre 18 et 25 mètres.



Paysage typique du plateau des Aresquiers entre -10 et -17m avec ses failles rocheuses colonisées entre autres par les grandes gorgones jaunes *Eunicella cavolinii*

L'axinelle commune, *Axinella polypoides*, est une éponge de grande taille (parfois plus de 1 m de haut). Elle participe à l'attrait paysager des sites de plongée. Normalement peu fréquente dans les zones rocheuses en dessous de 30 m de fond, nous l'avons observé ponctuellement sur l'ensemble de la zone d'étude dans la tranche bathymétrique -15 à -30m, principalement zone est et centrale des Aresquiers et roches isolées plateau Carnon -Palavas.

Cette espèce est listée dans l'annexe II - Espèces de faune strictement protégées - de la Convention de Berne (Décret 99-615 du 7 juillet 1999, J.O. du 18 juillet 1999).



Vers 15-17 m l'eau est moins turbide et le paysage sous-marin très accidenté. La diversité des peuplements est remarquable, une des plus importante de la zone d'étude. On y retrouve fréquemment des gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* et des anémones jaune encroutantes *Parazoanthus axinellae* associées à l'axinelle *Axinella polypoides* qui tapissent les parois. Associés aux algues calcaires, éponges encroutantes et autres bryozoaires (*Agelas oroides*, *Chondrosia reniformis*, *Petrosia ficiformis*, *Pesonnelia squamaria*, *Sertella septentrionalis*, *Pentapora fascialis*) ils forment ces paysages diversifiés cartographiés comme coralligène.

Une grande diversité de la faune et de la flore fixées

Les algues encroustantes colonisent avec l'anémone *Parazoanthus axinellae* et le bryzoaire *Sertella septentrionalis* le moindre substrat solide



La forte productivité de la zone permet également le développement d'une faune vagile diversifiée. Les échinodermes sont bien présents (l'oursin violet *Sphaerechinus granularis*, l'ophiure *Ophioderma longicauda*, les holothuries *Holothuria forskali*, *Holothuriapolii*, l'étoile de mer épineuse *Coscinasterias tenuispina*) ainsi que des poissons comme les capelans (*Trisopterus luscus capelanus*), les serrans (*Serranus cabrilla*) et de nombreux labres.



Les ophiures *Ophiocomina nigra* forment en certains endroits de véritables tapis. Elles viennent ici s'abriter sous une roche colonisée par des algues rouges calcaires et par l'ascidie coloniale *Polysyncraton lacazei*. Egalement bien présente sur ces fonds l'holoturie *Holothuria polii*



Après -15m sur le haut des blocs rocheux prospèrent les gorgones blanches *Eunicella stricta*.

Il débute alors un vaste plateau plus ou moins accidenté avec des zones de matre morte, découpées par de nombreux sillons alignés et parallèles les uns aux autres formant des canyons et des grottes sous marines entourés par des zones de sable coquillier grossier. Sur les parois non exposées à la lumière les peuplements cités précédemment continuent, en parti, à se développer, principalement les grandes gorgones jaunes et les axinelles. Les concrétionnements à coralligène sont ainsi limités aux parois verticales. La faune vagile est moins caractérisée par les espèces comme les capelans mais plutôt par de nombreux sars qui trouvent ici un habitat propice.



Dès -15m les gorgones blanches *Eunicella stricta* commencent à apparaître. Elles se mêlent alors avec quelques gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* qui sont préférentiellement retrouvées dans les zones abritées de la lumière et de la houle.

Tout substrat solide est fortement concrétionné par des algues rouges calcaires.

En contrebas des tombants des courants de fond marquent le sable grossier par des mégarides.



Andromède Environnement 163, rue Auguste Broussonnet - 34 090 Montpellier



De la matte morte a été observée dans la zone des -12m de profondeur Sur le hauts des tombants ainsi qu'en contre bas où elle est aujourd'hui fortement érodée.

Plus proche du littoral le relief est bien moins accidenté, de vastes zones de plateaux ont été observées fortement colonisés par l'anémone *Anemonia viridis*, les codiums *Codium vermilara* et *Codium bursa*. La zone de matte morte est installée sur une grande partie de la zone rocheuse. Sa superficie atteint 972 hectares (9.7 km<sup>2</sup>) et elle s'étend entre -5 et -15 mètres de profondeur. A l'intérieur de cette zone de matte morte subsistent plusieurs zones de Posidonies vivantes.



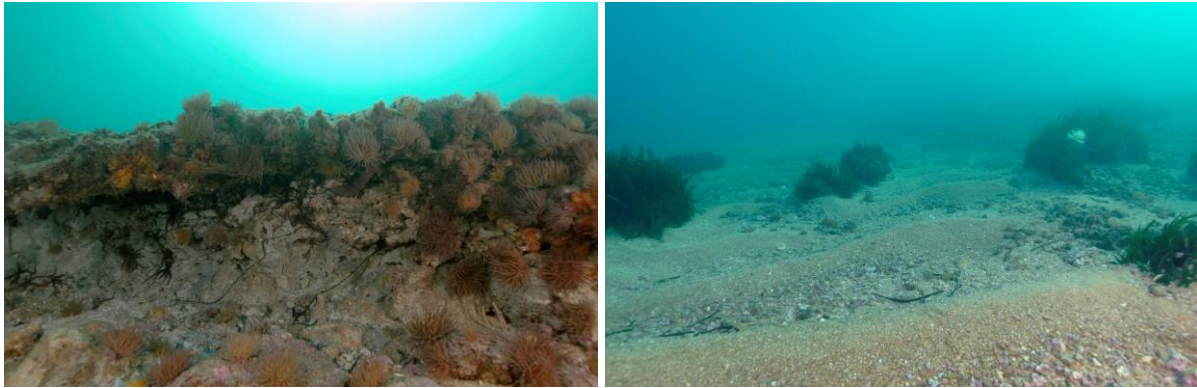
Dans la zone plus proche du littoral *Anemonia viridis* va former de véritable tapis sur les zones rocheuses à algues photophiles. Ici on peut observer également l'ascidie *Halocynthia papillosa*.



De vastes plateaux rocheux couvert par la matte morte ont été également observés, comme sur le plateau de Carnon-Palavas. Le codium *Codium vermilara* y prospère



L'herbier se développe sur de la matte morte fortement colonisée par les anémone *Anemonia viridis* et par des algues rouges encroutantes. En certains endroits on peut observer la cassure de la dalle rocheuse sous-jacente à l'herbier.



Témoignant de l'importance de l'hydrodynamisme local, à gauche une zone de cassure récente de la dalle rocheuse qui n'a pas encore été colonisée et à droite des megarides dans du sable grossier. Ces remaniements sédimentaires vont jusqu'à recouvrir les herbiers de posidonie et doivent jouer un rôle important dans leur regression.



Zone de matte morte en limite du sable grossier et de débris du plateau rocheux. On observe sur la matte morte plus profonde une association avec des algues rouges comme *Peyssonnelia squamaria*.

La zone de Posidonies vivantes la plus étendue du plateau atteint environ 59 hectares (0,59 km<sup>2</sup>). Elle est située à environ 2,5 kilomètres à l'est du port de Frontignan plage, au milieu du massif principal rocheux des Aresquiers. Elle se développe entre -6 et -8 mètres de profondeur au milieu de nombreux affleurements rocheux.

Le calcul pour ces surfaces comprend l'ensemble de la zone d'observation de la posidonie avec ses différents pourcentages de recouvrement.

Il est difficile de comparer avec les surfaces observées les précédentes années, les méthodes d'observation étant différentes.



Herbier de posidonie ayant une formation en ilots. Celui-ci est conditionné par l'hydrodynamisme local et par les forts remaniements sédimentaires. On peut observer sur cette photo le rôle joué par l'herbier dans la fixation des sédiments.

Dans cette zone, le recouvrement mesuré de l'herbier, évolue en moyenne entre 10 et 80%. Il est l'herbier le plus dense et il semble être le mieux conservé de la zone d'étude.

Si le substratum rocheux est dissimulé par les Posidonies ou la matte morte, on le retrouve généralement 10 ou 20 centimètres en dessous de ces formations. L'herbier est entouré de galets plats ou par des zones de sables et graviers coquilliers dans sa partie plus au large.

Une deuxième zone à Posidonie, plus réduite en surface, est localisée dans la partie ouest du plateau, au niveau d'une avancée rocheuse dénommée localement Roc Saint-Martin. Elle est placée au milieu de l'avancée rocheuse à une profondeur comprise entre -8 et -9 mètres de profondeur. Sa superficie est de 7 hectares. On retrouve en périphérie des zones de matte morte en certains endroits qui forme des reliefs d'environ 1 mètre. Deux autres zones à Posidonie légèrement plus à l'Est de 24,8 et 3,6 hectares ont été observées. Ces herbiers, très peu denses, ont un recouvrement inférieur à 10% sur leur plus grande partie et alternent avec des zones de sables et graviers coquilliers.

Une autre zone plus à l'Est de l'herbier des Aresquiers d'une superficie de 6 hectares est retrouvées entre -9 et -12m en bordure du plateau rocheux.

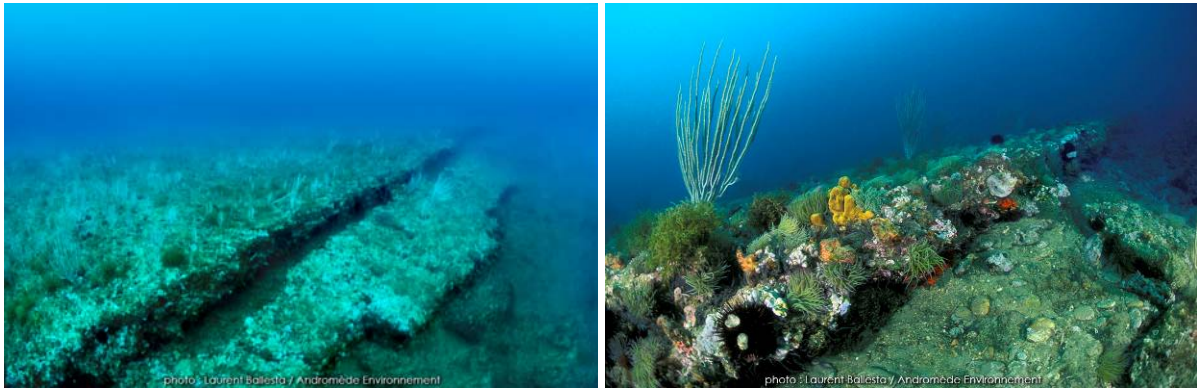
La totalité de la superficie des herbiers de posidonie du plateau de Frontignan est estimée à 101 hectares. La superficie de la matte morte bien plus importante est estimée à 972 hectares. Une regression d'environ 90 % des herbiers de posidonie peut donc être avancée.

Ces herbiers se caractérisent par une structure morcelée (taches) en mosaïque avec d'autres substrats tels que les zones de roches affleurantes, de sables et graviers coquilliers, de matte morte et de galets plats.

Les taches ont des formes et des dimensions variables selon le secteur étudié et leur position dans la zone à Posidonies. Toutefois, on peut noter que les formes allongées sont assez fréquentes et qu'elles sont dans ce cas souvent orientées dans le sens de propagation des houles de tempête (ex. : orientation sud-sud-ouest / nord-nord-ouest dans l'herbier du Roc Saint Martin).

La direction de propagation des houles de tempête se manifeste souvent par la présence et l'orientation de mégarides dans les zones un peu étendues de sables et graviers coquilliers. Les tâches de sables et graviers coquilliers sont assez mobiles mais on les retrouve en général dans des dépressions de faible amplitude (10 à 20 cm environ). L'alternance de ces zones de sédiments meubles avec des zones de matte morte et de Posidonies vivantes donne ainsi un aspect légèrement vallonné aux herbiers.





Cassures caractéristiques du plateau de Carnon-Palavas, ces roches sont d'anciennes plages fossiles, qui se brisent régulièrement à l'occasion des fortes tempêtes. Des espèces caractéristiques viennent alors coloniser la zone

Plus vers l'ouest, séparé par de grandes zones de sable se trouve les deux autres bancs rocheux de la zone d'étude, celui des Maguelonne et celui de Carnon-Palavas.

Cette zone rocheuse se développe entre -6 et -18 mètres de profondeur, sur près de 15 kilomètres de long parallèlement à la ligne de rivage. Une remontée brutale d'une hauteur maximale de 4 mètres de hauteur se retrouve sur une grande partie du secteur rocheux et prend l'aspect d'une longue faille orientée parallèlement à la ligne de rivage.

Ce sont d'anciennes plages fossiles, solidifiées et recouvert par la mer il y a plus de 8000 ans, lors de la transgression flandrienne. Il s'est alors formé une succession de vases argileuses et de landes sableuses parfois agglomérés a du calcaire formant ainsi un mille-feuille de roche dure d'épaisseur variable. Ces roches plates, situées entre -5 et -25m se brisent régulièrement à l'occasion de fortes tempêtes formant des failles et cavités où vient s'abriter une faune diversifiée de poissons et d'invertébrés. Etant sous l'influence directe du panache turbide lié au Rhône, en bordure des plateaux rocheux les fonds sont principalement constitués de sables plus ou moins envasés.

### **Le plateau des Maguelonne et les zones sableuses**

Entre les bancs rocheux on retrouve de grandes plaines de sable fin. Les fonds sableux aux alentours des plateaux rocheux sont souvent riches en débris organiques et recouvrent parfois des zones de matie morte. Seul substrat solide, quelques affleurements de lauze entourés de galets.



De grandes zones sableuses séparent les bancs rocheux. Les fonds sableux aux alentours sont riches en débris organique.



photo : Laurent Ballesta / L'OEil d'Andromède



photo : Laurent Ballesta / L'OEil d'Andromède

Ces limaces de mer sont caractéristiques des fonds sablo-vaseux, à gauche *Armina maculata* et à droite *Euselonops sp*



Photo : Laurent Ballesta / Andromède Environnement

Sur ces fonds sablo-vaseux on retrouve également quelques espèces sessiles comme la pennatulaire *Veretillum cynomorium* ou ces bouquets épars de spirographe *Sabella spalanzani*

Le plateau des Maguelonne, du fait d'une origine géologique différente est formé par de nombreux chenaux formant des tombants de 2 à 3 m de hauteur.

Les explorations du Rocher de Maguelone n'ont pas mis en évidence la présence d'une zone à Posidonies vivantes dans ce secteur. En revanche, on retrouve des zones de matre morte souvent érodée (16 ha) sur le plateau rocheux, entre -8 et -12 mètres de profondeur.



Il n'a pas été observé de posidonie sur le plateau rocheux des Magulones. Par contre de la matre morte témoigne de leur existence passée. Cette matre est très érodée. On pourrait penser que dans quelques dizaines d'année cette dernière trace des herbiers aura également disparu.





Les reliefs du plateau rocheux des Maguelones sont en constant remaniement. En temoigne cette gorgone blanche *Eunicella singularis* dont la dalle de support s'est renversée.



Les gorgones jaune *Eunicella cavolinii* n'ont été observées ni sur le plateau de Maguelone ni sur celui de Carnon-Palavas. Ici on peut observer à gauche les ophiures *Ophiocomina nigra*, l'anémone *Anemonia viridis* et les éponges *Crambe crambe* et *Cliona viridis*. A droite des hydraires, l'éponge *Chondrosia reniformis* des serpules et un oursin noir *Arbacia lixula*.

## Le plateau de Carnon-Palavas

La première partie proche littoral est essentiellement constituée de fonds sableux. On y observe une faible diversité faunistique mais des espèces caractéristiques comme le crabe choristes *Corystes cassivelaunus*, l'ophiure brune *Ophiura texturata* et quelques bivalves comme la telline *Donax trunculus*. Cette spécificité est liée notamment à la houle qui rend ce milieu instable avec de forts remaniements sédimentaires. Suite à cette zone sableuse un premier plateau rocheux entre 4 et 6 m puis un second entre 10 et 15m. Les variations de profondeurs liées aux plateaux rocheux contribuent à la formation des courants de fonds et des turbulences qui vont influencer sur la répartition de la faune et de la flore locales. Ainsi seules les espèces résistant aux courants et aux vagues vont pouvoir s'adapter, c'est le cas des anémones *Anemonia viridis* qui forment de véritables tapis, des moules *Mytilus galloprovincialis* et de certaines éponges (*Crambe crambe*, *Haliclona mediterranea*). Durant l'été 2003 on a pu également y observer des balistes (*Balistes carolinensis*). Les rougets *Mullus surmuletus* sont plus communément présents.



*Balistes carolinensis*



*Corystes cassivelaunus*



photo : Laurent Ballesta / Andromède Environnement



photo : Laurent Ballesta / Andromède Environnement



photo : Laurent Ballesta / L'Oeil d'Andromède

Pour faire face à l'érosion, de nombreuses digues ont été installées et ont engendrées des écosystèmes aujourd'hui important en particulier pour le recrutement larvaire. Les crabes enragés *Carcinus maena* sont caractéristiques de ces enrochements artificiels du littoral.

Auguste Brousseau - 34 090 Montpellier

Entre les deux bancs rocheux on observe de grandes zones de débris de roche liées aux cassures des plateaux. C'est également dans ce secteur que l'on observera les posidonies les plus denses. Ce ne sont cependant, au vu de la matte morte alentour, que des reliquats des herbiers passés. Le phénomène de régression semble être dû à l'augmentation de la turbidité dans le golfe du Lion. Le phénomène reste mal connu. Afin de cibler au mieux ces phénomènes de régression il serait intéressant de mener plus en avant une étude de datation de la matte morte afin de corréliser sa régression avec les événements passés.

L'herbier se prolonge en certains endroits sur le deuxième banc rocheux. Celui-ci est cependant majoritairement recouvert par de la matte morte dans sa première partie puis par des algues rouges encroustantes.





Une grande diversité d'invertébrés peut être observée sur et entre les plateaux rocheux.  
Tout substrat solide protégé de la houle va se concrétionner et offrir un habitat.



*Cucumaria planci*



*Maasella edwardsii*



*Sphaerechinus granularis*



*Chromodoris purpurea*



*Tritonia striata* sur  
*Sphérocoque*



*Conger conger*



Témoignant de la pression de pêche illégale des chalutiers sur les petits fonds, des filets cassés ou pris dans la roche ont été observés à proximité du littoral. Cette pression contribue à la disparition des herbiers de posidonie.

La matte morte a ainsi été rencontrée, sur ce plateau rocheux, entre -6 et -12 mètres de profondeur environ. Sa superficie est estimée à 460 hectares.

Plusieurs zones de Posidonie ont été localisées entre Palavas et Carnon au milieu de la zone rocheuse, de part et d'autre de la grande faille parallèle au rivage.

Sur le plateau coté Ouest deux grandes zones d'herbier de 24,8 et 84,7 hectares sont observées. Sur cette dernière un herbier bien conservé dans sa partie centrale avec des recouvrements de plus de 80 % se maintient entre -7 et -12 mètres de profondeur.



Plus à l'Est du plateau Rocheux face à Carnon plusieurs petites zones d'herbier sont observées entre -8 et -9m. Ils occupent une surface totale d'environ 1 hectare.

Encore plus à l'Est, nous avons également trouvé en limite de la commune de la Grande Motte un herbier qui s'étend sur 1,3 hectare. Il n'avait jusqu'alors pas été signalé il se trouve en limite du plateau rocheux entre -9 et -10m.



La grande nacre, *Pinna nobilis*, est une espèce protégée par la loi (arrêté du 26 novembre 1992 ; J.O. du 19 janvier 1993). Un individu de grande taille a été observé dans la matte morte entre les plateaux rocheux face au port de Palavas. Il faut également souligner la présence de quelques jeunes individus (moins de 6 cm de largeur maximale), observés principalement sur le plateau des Aresquiers



La superficie de matte morte rencontrée est considérable on la retrouve entre ou sur les plateaux rocheux. En certains endroits elle forme des reliefs de plus d'un mètre.



Il est intéressant de remarquer que les zones à Posidonies ne se rencontrent qu'à l'intérieur ou à proximité immédiate des secteurs rocheux. Il est vraisemblable que la présence d'un support rocheux soit indispensable à l'implantation de la Posidonie en Languedoc dans le contexte de fort hydrodynamisme du Golfe du Lion. En effet, le support rocheux peut permettre une atténuation des houles (variations de topographie en particulier) et/ou servir de support de fixation. Regroupés par taches de dimensions et de forme irrégulière, ils apparaissent généralement mélangés en mosaïque avec des zones de matre morte, de roches affleurantes, de galets plats, de sables et graviers coquilliers.

Les dimensions et les fréquences d'apparition des taches de Posidonies vivantes diminuent souvent de manière progressive à partir des zones centrales des zones à Posidonies. Cette diminution s'observe aussi bien dans le sens de l'augmentation de la profondeur que dans celui de la diminution de la profondeur. Elle se poursuit jusqu'à la disparition des taches vivantes et l'apparition de vastes étendues périphériques de matre morte. Les limites supérieures et inférieures des zones à Posidonies vivantes sont donc en général difficiles à déterminer de manière précise.

L'herbier de Posidonie observée dans ces zones ne semble pas pouvoir être délimité de la même manière qu'un herbier plus « classique » observée en PACA ou en Corse. Il n'a en effet pas de réelles limites inférieure ni supérieure. Il se développe sur un vaste plateau et sa répartition semble plus dépendre du substrat et de l'hydrodynamisme local que de la profondeur. Le pourtour de l'herbier est néanmoins en régression et d'une manière générale, les zones de matre morte ont des superficies très importantes. Elles dominent très largement, de l'ordre de 90 %, les superficies des Posidonies vivantes.

Les zones de matre morte, très étendues, présentent une forte compacité en raison d'une densité importante de rhizomes morts et de présence d'une matrice sédimentaire constituée de particules de dimensions variables.

L'épaisseur des zones de matre morte est généralement comprise entre 10 et 40 centimètres environ. Au-delà, les rhizomes sont fortement dégradés et on trouve souvent un substrat rocheux.





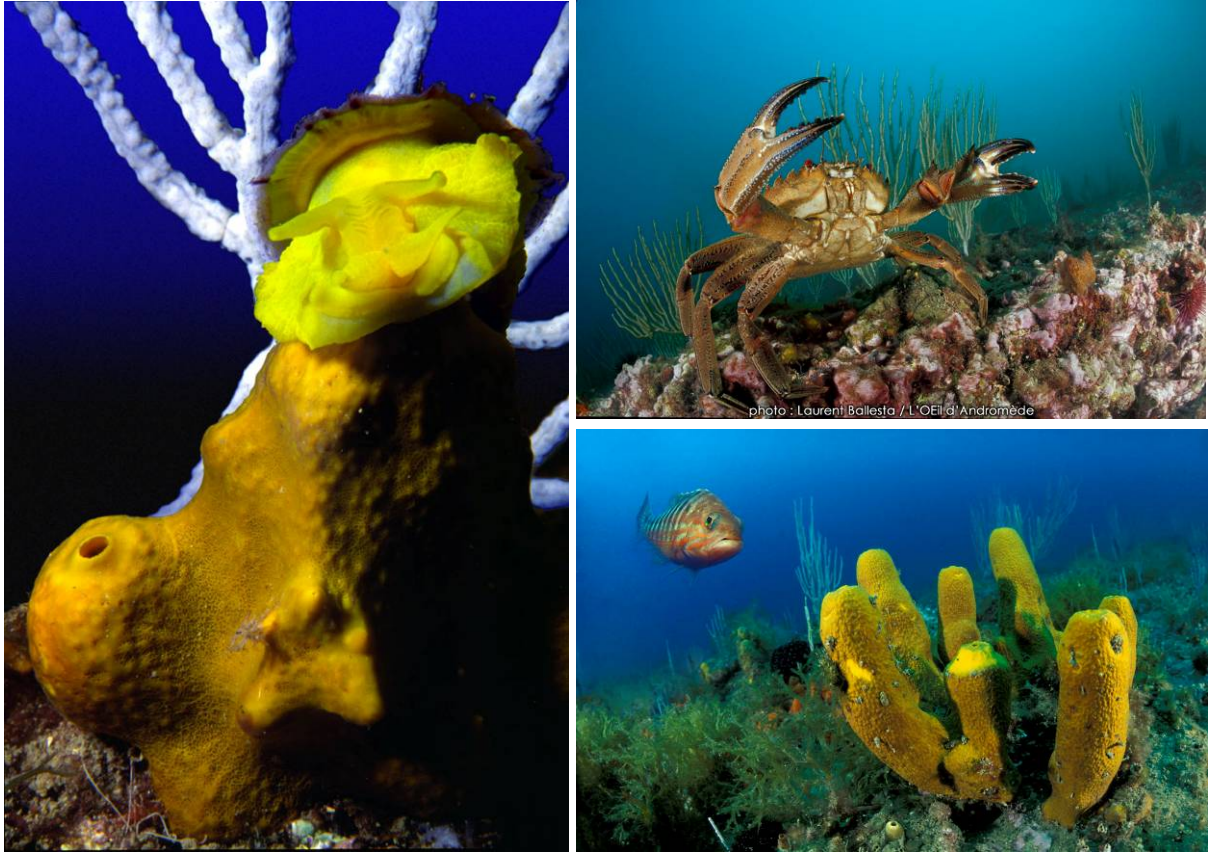
photo : Laurent Ballesta / Andromède Environnement

Strates horizontales typiques des roches sédimentaires des plateaux de Carnon-Palavas.  
Ces strates vont servir de support à une faune et une flore très diversifiées qui bénéficieront de la forte productivité des eaux du Golfe du Lion.

Le sommet du plateau peut être fortement colonisé par des gorgones blanches *Eunicella singularis* et les algues *Codium vermilara*. Les nombreuses cassures de la dalle offrent des abris et permettent à la faune fixée de se développer en étant protégée de la houle (des algues calcaires encrustantes comme *Mesophyllum alternans*, les ascidies *Halocynthia papillosa* et *Phallusia fumigata* et *Microcosmus sabatieri* ainsi que de nombreuses éponges *Cliona viridis*, *Aplysina aerophoba*). On y observe également l'étrille *Necora puber* ou la rascasse pustuleuse *Scorpaena notata*. A partir de -15 m on y observe des cérianthes (*Cerianthus membranaceus*) et des alcyonaires (*Alcyonium acaule*). La faune de poissons est principalement constituée par des labres, des blennies et des sars qui trouvent un abri dans les nombreuses anfractuosités.

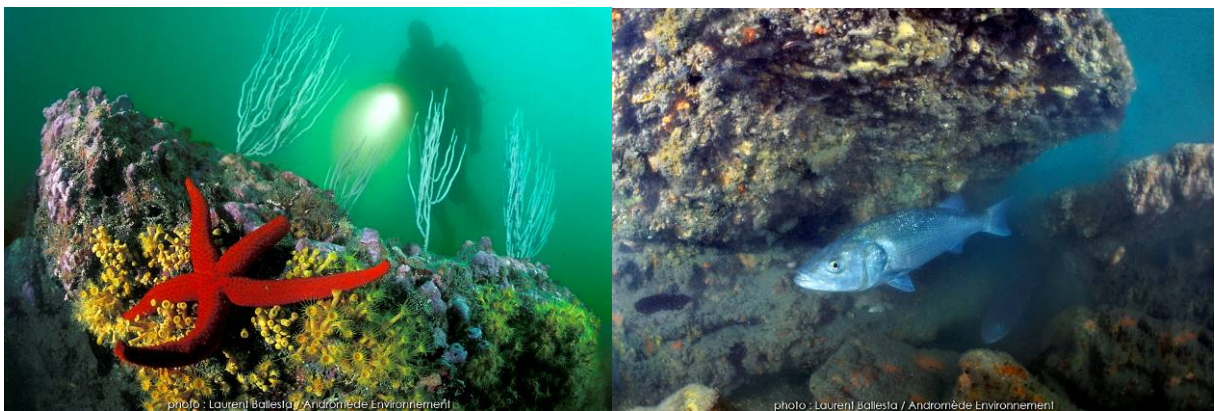


Les microtombants du plateau rocheux peuvent parfois atteindre 2m de hauteur. Ils sont sur leur sommet fortement colonisés par la gorgone blanche *Eunicella singularis*. Des petites porcelaines blanches *Neosimnia spelta* (ci-contre) se nourrissent de ses polypes.



Autre espèce caractéristique de la zone des plateaux rocheux l'étrille *Necora puber*, on peut également la retrouver sur les roches isolées plus profondes ou sur les épaves.  
L'éponge *Aplysina aerophoba* colonise les surplombs rocheux, elle abrite une limace parasite (à gauche) *Tylodina perversa*.

Le plateau rocheux de Cousança se détache légèrement de celui de Carnon-Palavas et prolonge plus vers le large la biodiversité observée sur le précédent plateau. Quelques zones de matie morte y ont également été observées.



A partir de -12m, l'eau est plus turbide, c'est une zone de transition entre les espèces photophiles et celles plus sciaphiles qui vont alors coloniser les tombants protégés de la lumière. Les loups *Dicentrachus labrax* affectionnent particulièrement ces zones de failles.



Les surplombs rocheux se creusent et se modifient. Les éponges sont abondantes, ici à gauche *Oscarella lobularis*. A droite une gorgone blanche *Eunicella singularis* parasitée par l'alcyon encroûtant *Alcyonium coralloides*.

Suite à ce dernier banc rocheux une grande zone de détritique côtier envasé apparaît avec la profondeur dès 16m. Quelques roches isolées peuvent être observées. Elles sont particulièrement intéressantes d'un point de vue faunistique. Les espèces bien adaptées à la turbidité sont bien représentées, c'est le cas des anémones solaires (*Cereus pedunculatus*) et des alcyonaires *Alcyonium acaule* et *Paralcyonium spinulosum*. Les cnidaires *Corynactis viridis* et *Leptogorgia sarmentosa* sont également bien représentées.



Sur les roches isolées au large du plateau de Carnon-Palavas la faune fixée est très riche et spécifique. On y observe en particulier de nombreux alcyonaires comme *Alcyonium acaule* et des grands spécimens de *Paralcyonium spinulosum*.



*Corynactis viridis*



*Epizoanthus paxi*



*Axinella polypoides*



*Cerianthus membranaceus*



*Parazoanthus axinellae*



*Sabella spallanzani*

De grandes concentrations de capelan (*Trisopterus luscus capelanus*) peuvent être observées à proximité du fond, les bogues et chinchards étant présent plus haut dans la colonne d'eau.



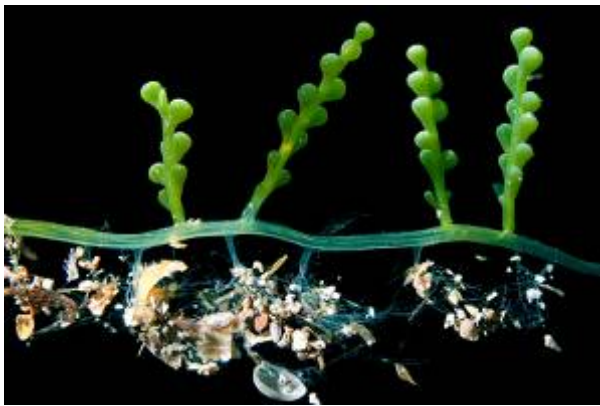
photo : Laurent Ballesta / L'OEil d'Andromède



De grands bancs d'Atherines (*Atherina sp*) ou de chinchards (*Trachurus trachurus*) peuvent être observés dans la colonne d'eau, témoignant de la forte productivité des eaux du Golfe du Lion. Les zones rocheuses surplombantes et donc moins envasées sont fortement colonisées par les invertébrés filtreurs comme *Parazoanthus axinellae*. Souvent le Capelan (*Trisopterus luscus capelannus*) vient s'y réfugier.

### I I . 3 . 5 . E S P E C E S E N V A H I S S A N T E S

*Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* se développent sur le littoral PACA et Monaco. La présence de ces espèces représente une menace potentielle pour la diversité spécifique. L'homogénéisation des fonds (perte de la diversité en habitats) est alors le principal facteur d'appauvrissement du milieu. Ces algues ubiquistes possèdent, en Méditerranée, un mode de reproduction par bouturage (des fragments de l'algue peuvent former une nouvelle colonie) en plus d'une reproduction sexuée pour *C. racemosa*. Ces deux espèces envahissantes ne possèdent pas de prédateur. C'est pourquoi de nombreuses zones ont été colonisées, notamment les ports, les zones de mouillages forains et les zones de pêches, par arrachage (ancres et filets de pêche) et transport de boutures de l'algue.



*Caulerpa racemosa*



*Caulerpa taxifolia* introduite en Méditerranée  
au milieu des années 1980

Nos observations sur la zone n'ont pas mis en évidence la présence de *Caulerpa racemosa* et de *Caulerpa taxifolia*.

D'autres espèces exogènes peuvent cependant être observées tel *Codium fragile* qui ne présente pas un caractère invasif.

### II.3.6. SUIVI DE LA DENSITE ET DU RECOUVREMENT DES HERBIERS DE POSIDONIES

Dans le cadre de l'étude descriptive et comparative des herbiers de Posidonies du Languedoc réalisée en 2004 par le CEGEL, seule les zones à posidonies, alors identifiées, qui présentaient un développement significatif avaient fait l'objet d'une expertise standardisée.

Station	Latitude nord (Europe 50)	Longitude est (Europe 50)	Profondeur (m)
Herbier Roc Saint-Martin (RSM8)	43° 25,070' N	3° 48,000' E	- 8,0 à - 8,5
Herbier Aresquiers Est (ARE6)	43° 28,250' N	3° 48,640' E	- 5,0 à - 6,0
Herbier Palavas 12 mètres (PAL12)	43° 31,170' N	3° 57,820' E	- 11,0 à - 12,0
Herbier Palavas 9 mètres (PAL9)	43° 31,105' N	3° 57,830' E	- 8,0 à - 9,0

**Tableau :** Positions géographiques des stations d'étude choisies pour une expertise standardisée des herbiers de Posidonies du Languedoc. (CEGEL, 2004)

D'après cette étude les caractéristiques des posidonies, de la zone d'étude, se résument principalement à : (1) une structure morcelée constituée de taches de Posidonies vivantes de dimensions et de formes variables, disposées en mosaïque avec des zones de matte morte, des zones mobiles de sables et graviers coquilliers et des éléments rocheux (roches affleurantes, galets plats) ; (2) un faible recouvrement des taches de Posidonies vivantes à l'intérieur des herbiers résiduels ; (3) de fortes densités de faisceaux mesurées à l'intérieur des taches de Posidonies, particulièrement dans le secteur des Aresquiers ; (3) des peuplements associés (poissons et macro-invertébrés) abondants et diversifiés avec de nombreux juvéniles.

Divers facteurs d'origine naturelle (forts courants de houle, mouvements sédimentaires, prédation par les oursins) et anthropique (apports de produits toxiques ou nuisibles, arrachages de fragments de rhizomes par les ancrages et les engins de pêche) semblent s'associer pour diminuer la vitalité des herbiers et leur résistance aux agressions physiques.

Il en résulte finalement une augmentation du morcellement de l'herbier et une réduction progressive des surfaces colonisées. Cette réduction, assez variable dans le temps et l'espace, a été estimée par vidéo-interprétation à 50 % de la surface initiale, sur une durée de 2 ans de suivi entre 2000 et 2002. La diminution des dimensions des taches de Posidonies a été confirmée par des comptages de faisceaux en plongée avec une réduction moyenne comprise entre 17 et 66 % en 4 ans de suivi.

La base méthodologique pour le suivi de ces herbiers avait été la vidéo-interprétation. L'évolution des méthodes de suivi nous a amené à préférer l'emploi de la télémétrie acoustique qui nous semble plus fiable et plus précise dans le temps.

Nous avons choisi la localisation de 4 stations de suivi en fonction des études précédentes et des conclusions de nos vérités terrains réalisées en transect plongeur audio. Un herbier à l'Est de la zone d'étude (proche de la Grande-Motte) n'était pas connu, il nous a semblé primordial d'y localiser une station de suivi (PAL E). Les 3 autres stations (PAL O, ARE et ROC) ont été situées proche des précédents suivis, en limite d'herbier.

**II.3.6.1. PALAVAS EST (PAL E)**

Localisation :

43°32.111' N

004°01.477' E

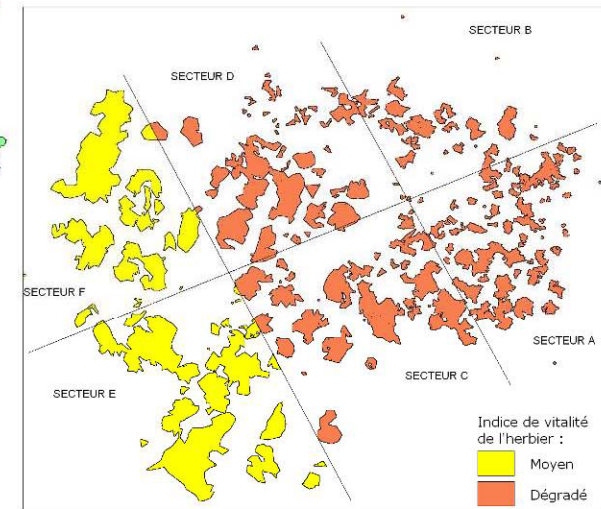
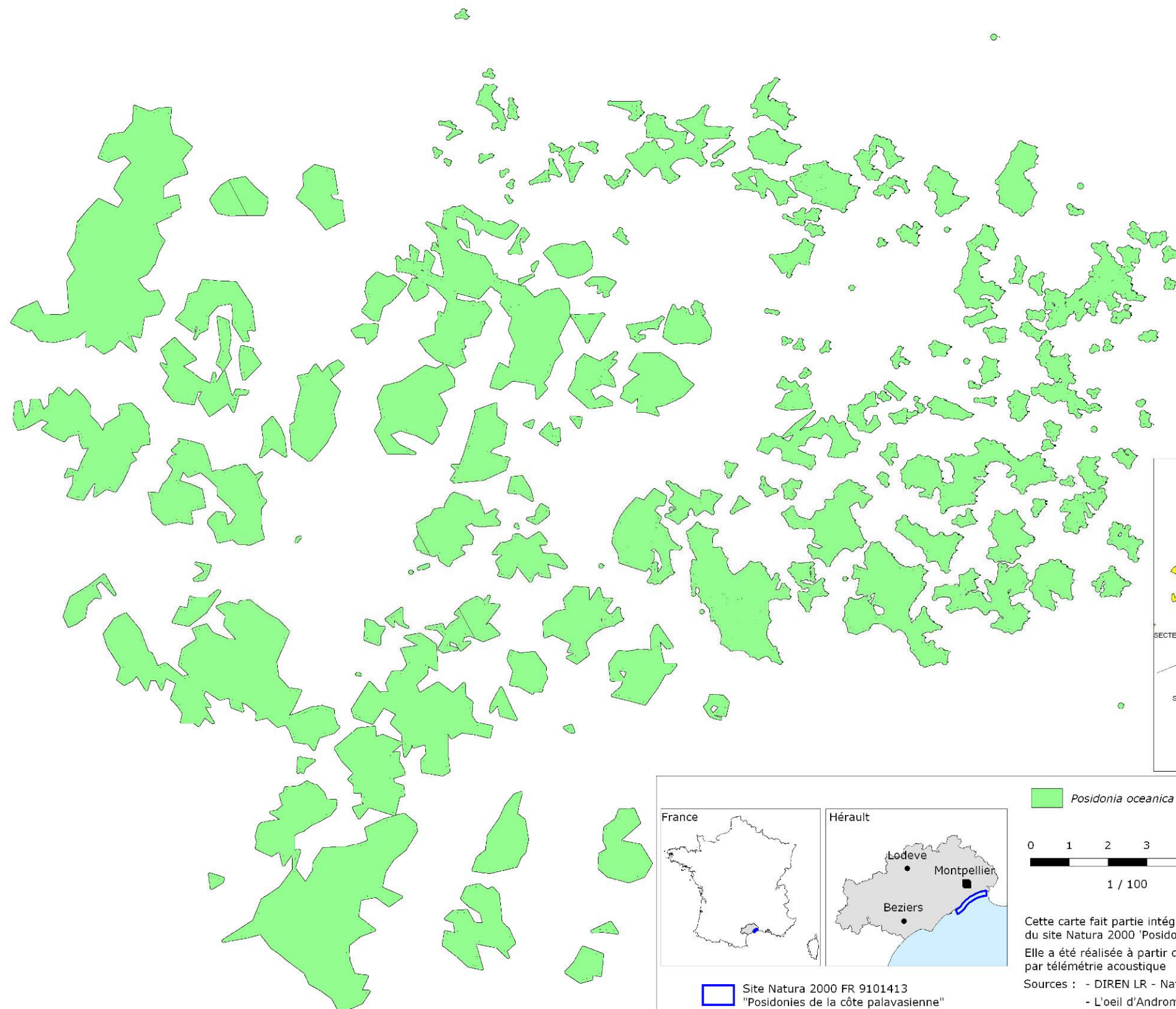
	secteur A	secteur B	secteur C	secteur D	secteur E	secteur F
Nombre de faisceaux / 20cm <sup>2</sup> / Déchaussement en cm	10 / 0	9 / -1	5 / -1	14 / -1	6 / 1	15 / 0
	10 / -1	8 / -1	9 / 0	16 / 0	10 / 0	11 / 0
	9 / 1	6 / 0	10 / 0	13 / 0	13 / 0	13 / 0
	9 / 0	12 / -1	15 / 0	16 / 0	16 / 0	14 / 1
	10 / 0	13 / 1	10 / 0	11 / 2	11 / 0	10 / 1
Nombre de faisceaux / m <sup>2</sup>	250	225	125	350	150	375
	250	200	225	400	250	275
	225	150	250	325	325	325
	225	300	375	400	400	350
	250	325	250	275	275	250
<b>Max</b>	250	300	375	400	400	375
<b>Min</b>	225	150	125	275	150	250
<b>Moyenne</b>	240	240	245	350	280	315
<b>Profondeur</b>	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	10
<b>Catégorie de densité</b>	DA	DA	DA	DSI	DSI	DSI
<b>Catégorie de recouvrement</b>	2	1	2	2	3	3
<b>Indice de vitalité</b>	<b>Dégradé</b>	<b>Dégradé</b>	<b>Dégradé</b>	<b>Dégradé</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>

PAL E se développe à environ -10m de profondeur, il est situé très à l'Est de la zone d'étude à proximité de la commune de la Grande-Motte. C'est un herbier discontinu sur matre morte avec sable grossier dans les intermatres, il est morcelé en petites tâches le plus souvent inférieures au m<sup>2</sup>. La limite de cet herbier semble régressive d'Est en Ouest. Il est bordé vers le Sud Est par un petit banc rocheux. 4 piquets ont été fixés pour délimiter un quadra de suivi, 3 dans la roche et 1 dans la matre morte, la distance approximative entre les piquets est de 20m.



# ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000 "POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"

## Microcartographie de l'Herbier de Posidonies : Zone témoin de Palavas Est (PAL E)



France

Hérault

Lodeve

Montpellier

Beziers

Site Natura 2000 FR 9101413  
"Posidonies de la côte palavasiennne"

Posidonia oceanica

Décembre 2007

0 1 2 3 4 5 m

1 / 100

L'Œil d'Andromède  
FRANCS ET MEDITERRANEE  
ECOSYSTEMES - MER - NS

CERCIS

Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasiennne'", l'Œil d'Andromède, 2007  
Elle a été réalisée à partir d'un relevé effectué le 11 octobre 2007 par télémétrie acoustique  
Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
- L'oeil d'Andromède - télémétrie acoustique, 2007



**II.3.6.2. PALAVAS OUEST (PAL O)**

Localisation :

43°31.101' N

003°57.843' E

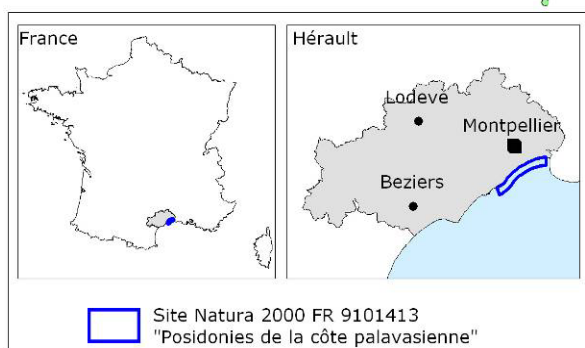
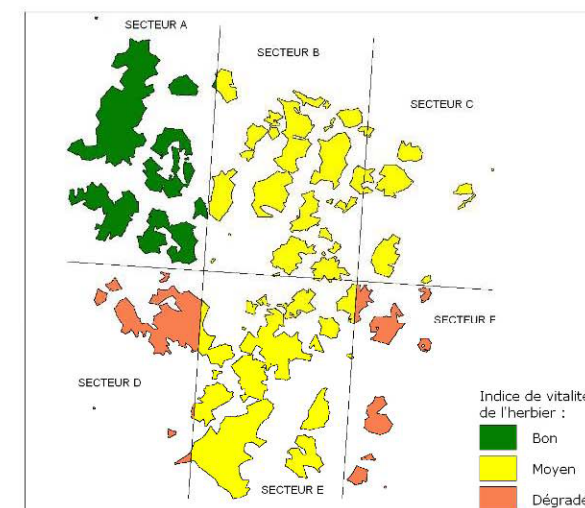
	secteur A	secteur B	secteur C	secteur D	secteur E	secteur F
Nombre de faisceaux / 20cm <sup>2</sup>	16 / -1	16 / -2	20 / 0	10 / 0	19 / 0	19 / 2
	23 / 2	20 / 0	13 / 0	15 / -2	23 / 0	7 / -2
	26 / 2	17 / -1	17 / 1	16 / 0	18 / 0	15 / -1
	19 / -2	10 / -2	10 / -1	15 / -1	15 / 1	10 / -3
Déchaussement en cm	23 / 0	22 / 2	22 / 0	10 / 0	13 / 0	10 / -1
Nombre de faisceaux / m <sup>2</sup>	400	400	500	250	475	475
	575	500	325	375	575	175
	650	425	425	400	450	375
	475	250	250	375	375	250
	575	550	550	250	325	250
<b>Max</b>	650	550	550	400	575	475
<b>Min</b>	475	250	250	250	325	175
<b>Moyenne</b>	535	425	410	330	440	305
<b>Profondeur</b>	8,3	8,2	8	8,4	8,2	8,2
<b>Catégorie de densité</b>	DN	DN	DN	DSI	DN	DSI
<b>Catégorie de recouvrement</b>	3	2	1	2	2	1
<b>Indice de vitalité</b>	<b>Bonne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Dégradé</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Dégradé</b>

Face à la commune de Palavas, cet herbier est situé sur des fonds d'environ -8m de profondeur. Il se développe sur le plateau rocheux bien que celui-ci ne soit pas visible étant recouvert par la matre morte. Comme son homologue Pal E, c'est également un herbier morcelé mais avec formation de tâches plus grandes à bord plus franc. Les mesures de densité indiquent un herbier en meilleure santé que PAL E. La limite semble cependant régressive du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

4 piquets ont été fixés pour délimiter un quadra de suivi, 2 dans la roche et 2 dans la matre morte, la distance approximative entre les piquets est de 20m.

**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
"POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"**

**Microcartographie de l'Herbier de Posidonies : Zone témoin de Palavas Ouest (PAL O)**



**Posidonia oceanica**

Décembre 2007

0 1 2 3 4 5 m

1 / 100

L'Œil d'Andromède  
PREMIER ET VALEURISATION  
ÉCOSYSTÈMES MARINS

CERCIS

Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasienne'", l'Œil d'Andromède, 2007  
Elle a été réalisée à partir d'un relevé effectué le 11 octobre 2007 par télémétrie acoustique  
Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
- L'œil d'Andromède - télémétrie acoustique, 2007

### II.3.6.3. LES ARESQUIERS (ARE)

Localisation :  
 43°26.234' N  
 003°48.640' E

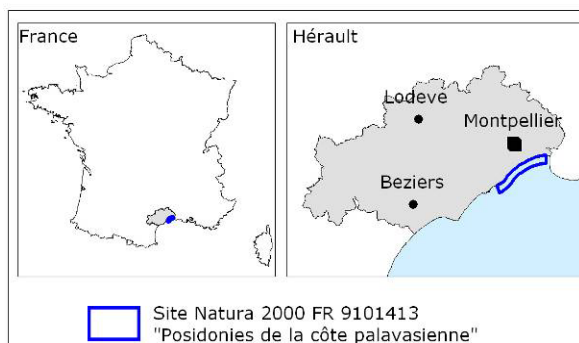
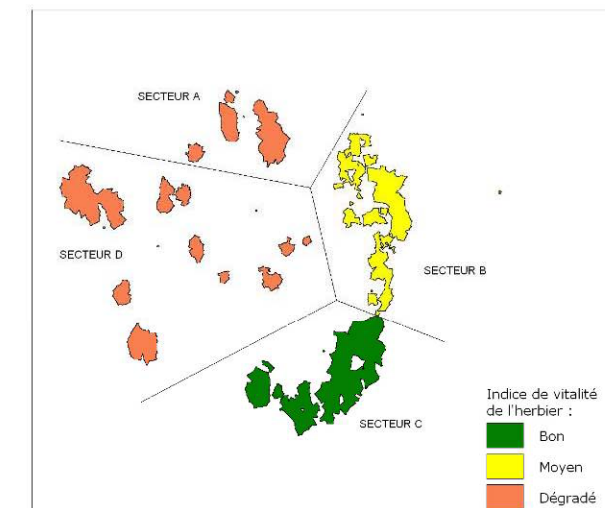
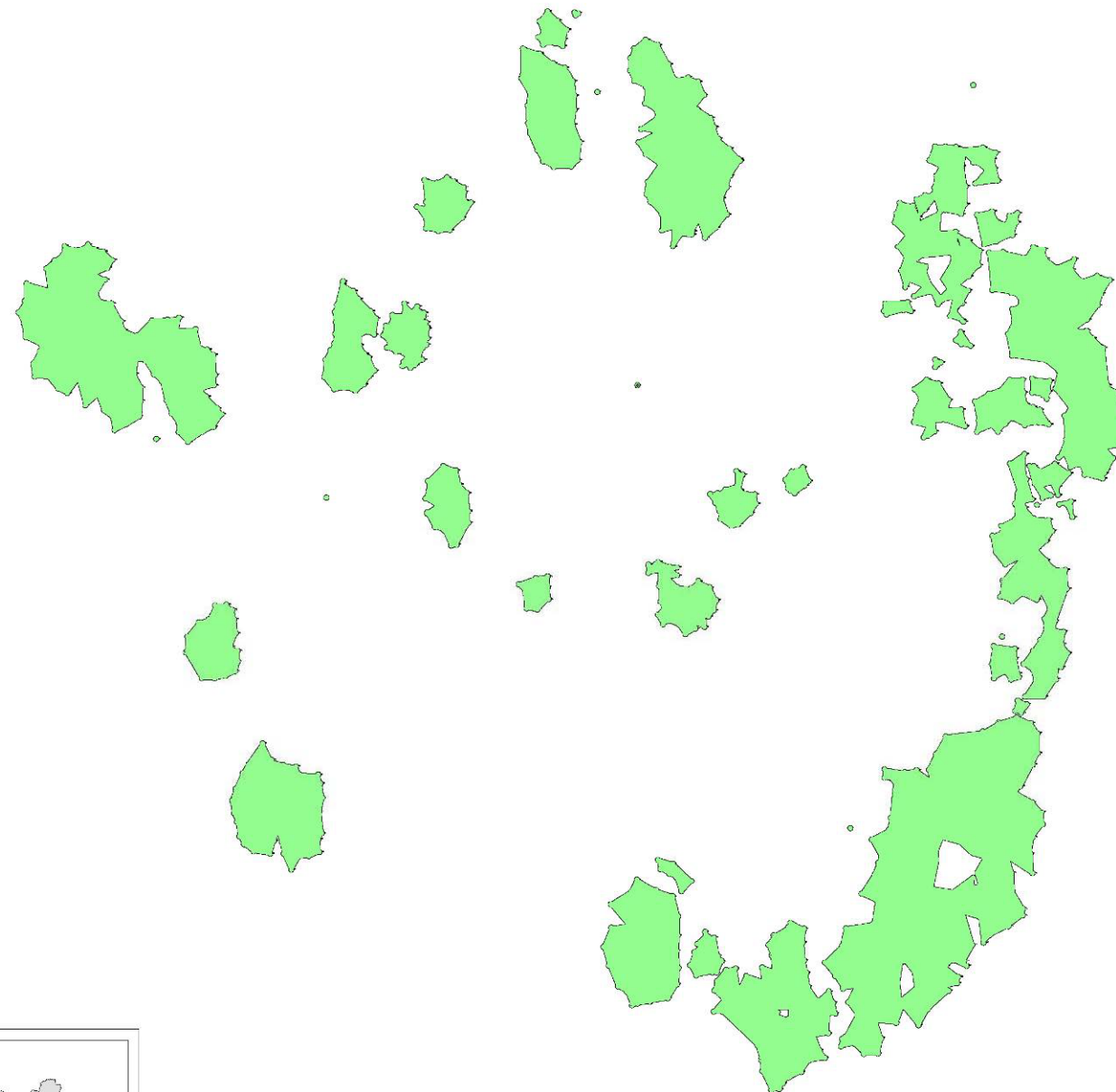
	secteur A	secteur B	secteur C	Secteur D
Nombre de faisceaux / 20cm <sup>2</sup> / Déchaussement en cm	25 / 2	19 / -2	13 / -1	13 / 2
	8 / 0	20 / -2	22 / -2	14 / 1
	17 / 1	18 / 0	16 / 0	12 / 1
	11 / 0	11 / -1	18 / 2	16 / 1
	7 / -2	8 / -2	16 / 1	13 / 2
	19 / -1	9 / -2	15 / 0	
	18 / 0	16 / -2	12 / 0	
	10 / -2	15 / -3	25 / -2	
	15 / -2	8 / -1	14 / -2	
Nombre de faisceaux / m <sup>2</sup>	625	475	325	325
	200	500	550	350
	425	450	400	300
	275	275	450	400
	175	200	400	325
	475	225	375	
	450	400	300	
	250	375	625	
	375	200	350	
	325	325	350	
	max	625	500	625
min	175	225	325	325
moyenne	357,5	342,5	412,5	340
Prof	6,9	6,7 - 6,9	7,1 - 7,3	7,2
Catégorie de densité	DA	DA	DSI	DSI
Catégorie de recouvrement	2	4	4	2
Indice de vitalité	Dégradé	Moyenne	Bonne	Dégradé

Situé sur le plateau des Aresquiers vers -7 m de profondeur, cet herbier se développe sur un fond de sables grossiers et débris de roches. Il a une formation en îlot chaque tache d'herbier est bien délimitée. Cette limite semble progressive et stationnaire. L'herbier se poursuit vers le Nord-Est, il semble plus continu avec un recouvrement plus important.

4 piquets ont été fixés dans la roche pour délimiter la zone de suivi, la distance approximative entre les piquets est de 10m.



**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000  
 "POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"**  
**Microcartographie de l'Herbier de Posidonies : Zone témoin des Aresquiers (ARE)**



**Posidonia oceanica** Décembre 2007

0 1 2 3 4 5 m

1 / 100

L'Œil d'Andromède  
 Centre de Valorisation  
 Ecosystème-Mer-Né

CERCIS

Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasienne' ", l'Œil d'Andromède, 2007  
 Elle a été réalisée à partir d'un relevé effectué le 11 octobre 2007 par télémétrie acoustique  
 Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
 - L'oeil d'Andromède - télémétrie acoustique, 2007

**II.3.6.4. ROC ST MARTIN (ROC)**

43°25.026' N

003°46.007' E

	secteur A	secteur B	secteur C	secteur D	secteur E	secteur F
Nombre de faisceaux / 20cm <sup>2</sup>	9 / -3	9 / 0	11 / -1	8 / -1	9 / 0	5 / 0
	11 / 0	5 / 1	12 / -1	8 / -1	8 / -2	9 / -1
	12 / -2	13	13 / -1	9 / 1	5 / 2	8 / 1
	10 / 1	13 / -1	8 / 0	9 / 0	7 / 1	12 / -2
	8 / -1	8 / 0	15 / 0	6 / 2	6 / -1	7 / -2
Nombre de faisceaux / m <sup>2</sup>	225	225	275	200	225	125
	275	125	300	200	200	225
	300	325	325	225	125	200
	250	325	200	225	175	300
	200	200	375	150	150	175
max	300	325	375	225	225	300
min	225	125	200	150	125	125
moyenne	250	240	295	200	175	205
Prof	8,6	8,7	8,7	8,5	8,7	8,5
Catégorie de densité	DA	DA	DSI	DA	DA	DA
Catégorie de recouvrement	2	3	3	1	1	2
Indice de vitalité	Dégradé	Dégradé	Moyenne	Dégradé	Dégradé	Dégradé

ROC se développe à environ -8,5m de profondeur, il est situé à l'Ouest de la zone d'étude. C'est un herbier discontinu sur matre morte avec sable fin dans les intermattes, il est morcelé en très petites tâches toujours inférieures au m<sup>2</sup>. La limite de cet herbier semble régressive du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Les densités mesurées sont faibles et témoignent d'un herbier dégradé.

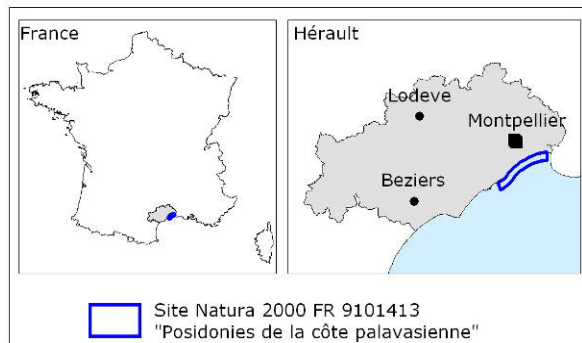
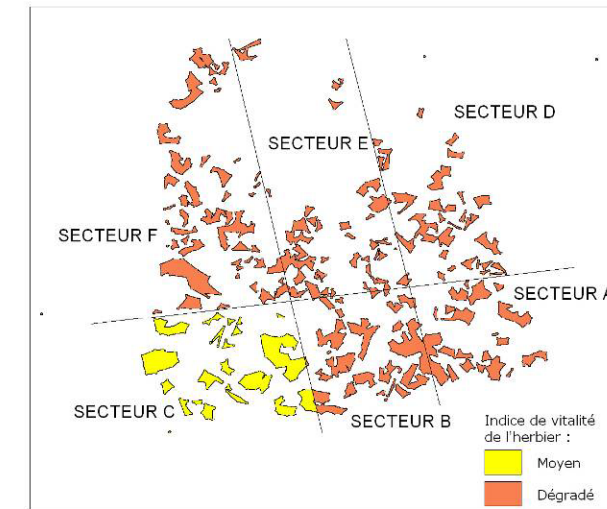
Plus au Sud Est on observe de grandes zones de sables fins avec des reliefs de matre morte. 5 piquets ont été fixés pour délimiter un quadra de suivi, 1 dans la roche et 4 dans la matre morte, la distance approximative entre les piquets est de 20m.



## ETUDE ET CARTOGRAPHIE DU MILIEU MARIN DU SITE NATURA 2000 "POSIDONIES DE LA CÔTE PALAVASIENNE"



### Microcartographie de l'Herbier de Posidonies : Zone témoin du Roc Saint-Martin (ROC)



**Posidonia oceanica**

Décembre 2007

0 1 2 3 4 5 m

1 / 100

L'Œil d'Andromède  
Fédération Française pour l'Écologie Marine

CERCIS

Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude et cartographie du milieu marin du site Natura 2000 'Posidonies de la côte palavasiennne'", l'Œil d'Andromède, 2007  
Elle a été réalisée à partir d'un relevé effectué le 11 octobre 2007 par télémétrie acoustique

Sources : - DIREN LR - Natura 2000, Sites d'importance communautaire, 2007  
- L'œil d'Andromède - télémétrie acoustique, 2007

### **II.3.6.5. CONCLUSIONS SUR LA VITALITE DES HERBIERS**

Les valeurs moyennes de déchaussement des rhizomes des herbiers des 4 stations d'étude sont comprises entre -3 et -2 centimètres.

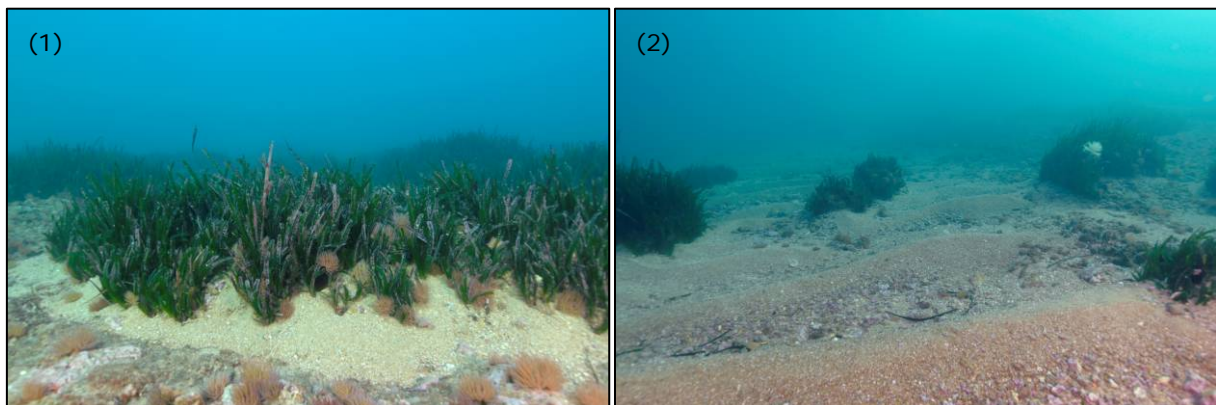
Ces valeurs montrent que les herbiers étudiés n'ont pas, en moyenne, de problème de déchaussement. Les valeurs de déchaussement maximales observées restent également faibles suivant les systèmes de classification utilisés classiquement (déchaussement < 5 cm, Charbonnel & al., 2000).

D'une manière générale, le point végétatif des rhizomes des herbiers étudiés est donc situé au voisinage immédiat du sédiment, quelques centimètres au plus au-dessus ou en dessous de la surface du sédiment. Cette position témoigne d'une situation d'équilibre sédimentaire qui atteint dans certains cas l'excès sédimentaire.

En effet, comme l'indique les valeurs extrêmes des valeurs de déchaussement, les rhizomes peuvent être localement et plus ou moins temporairement enfouis sous des couches de sables et graviers coquilliers.

Ces déplacements de sédiment, que l'on peut assimiler aux « marées de sables » citées dans Azzolina & al. (1985), ont été observés lors des différentes campagnes de plongée.

Comme dit dans les précédentes études nous avons également pu observer l'apparition ou la disparition de zones de sables et graviers coquilliers, de 1 m<sup>2</sup> à plusieurs dizaines de m<sup>2</sup> de superficie. Ces taches mobiles de sédiment ont en général une épaisseur comprise entre 5 et 30 cm d'épaisseur. Cette forte mobilité sédimentaire a notamment été observée sur la station ARE en Janvier 2008 (Photo (1) où l'herbier jouait un rôle prépondérant dans la fixation de ces sédiments. Témoin de la houle et des courants du secteur, des mégarides (photo 2) étaient présentes à la surface des tâches environnantes. Leur forme générale et l'orientation de leurs crêtes attestent de leur formation lors de tempêtes de sud-est.



Les densités moyennes de faisceaux des herbiers des 4 stations étudiées présentent des valeurs moyennes au minimum de 175 faisceaux / m<sup>2</sup> pour ROC et un maximum de 412 faisceaux / m<sup>2</sup> pour PAL O.

Ces stations sont localisées à proximité de celles suivies lors de l'étude du CEGEL en 2004. Cette étude indiquait alors des valeurs mesurées environs deux fois supérieures comprises entre 411 (PAL12) et 994 (ARE6) faisceaux / m<sup>2</sup>.

Si l'on compare les valeurs observées au système de classification proposé par Pergent & *a/* (1995), les herbiers des Aresquiers ARE et de palavas PAL O présentent des catégories de densité supérieures aux deux autres herbiers ROC et PAL E. Cette méthode tient compte de la profondeur.

Les mesures de densité indiquent cependant des herbiers de faible vitalité dans la plupart des zones, et l'on observe fréquemment une densité anormale ou densité subnormale inférieure. L'effet secteur géographique paraît plus influant sur les valeurs des densités de faisceaux que l'effet profondeur.

Les stations de suivi ont été positionnées sur une zone de limite de l'herbier, afin d'observer la vitesse de régression. Ce positionnement peut expliquer la faible vitalité mesurée notamment en comparaison avec les études précédentes qui donnaient ces herbiers avec des indicateurs de densité normale.

L'étude du CEGEL concluait cependant à une réduction moyenne comprise entre 17 et 66 % en 4 ans de suivi. Ce dernier avait été réalisé en 2002 il y a donc 5 ans. La régression des herbiers sur la zone d'étude peut donc être très rapide et les résultats observés indiquant une forte diminution de la densité peuvent simplement traduire la fragilité de l'herbier sur l'ensemble des points de suivi.

Il est à noter également que si nous avons dû décaler les points de suivi GPS des précédentes années cela est essentiellement dû au fait qu'aux coordonnées GPS indiquées pour PAL12, PAL9, RSM8 (étude CEGEL 2004) l'herbier n'était soit pas présent et avait fait place à de la matrice morte, soit était de trop faible recouvrement.

Pour les prochaines années de suivi, l'emploi de la télémétrie acoustique permettra de préciser la vitesse de cette régression.



Des piquets fixés dans la matrice morte ou dans la roche serviront de point de repère pour caler les prochains suivis par télémétrie acoustique



### III. CONCLUSION

---

#### III.1. LOCALISATION DES PEUPELEMENTS REMARQUABLES

---

La zone Natura 2000 « Posidonies de la Côte palavasienne » apparaît, à l'issue de cette étude, comme un site particulièrement singulier à l'échelle de la Méditerranée. La biomasse y est importante et les espèces originales, souvent plus représentées dans les eaux atlantiques que méditerranéennes.

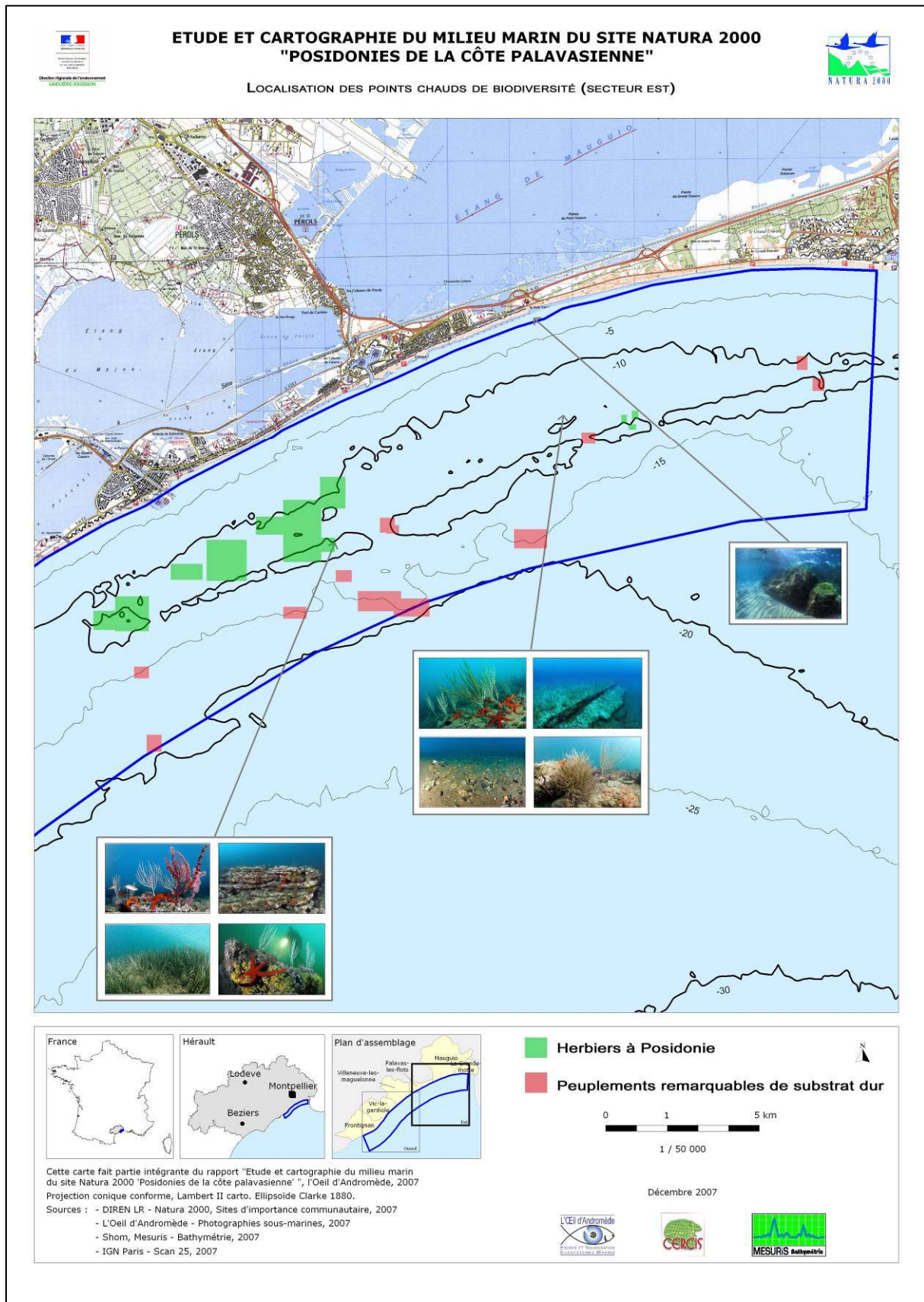
Si une certaine homogénéité des peuplements et de leur qualité peut être relevé, on note néanmoins la présence de « points chauds » de la biodiversité locale dans certaines zones particulièrement accidentées du plateau rocheux (assemblages de gorgones, alcyonaires et autres espèces sciaphiles remarquables) ou sur les herbiers de posidonies (*Cf.* cartes ci dessous)

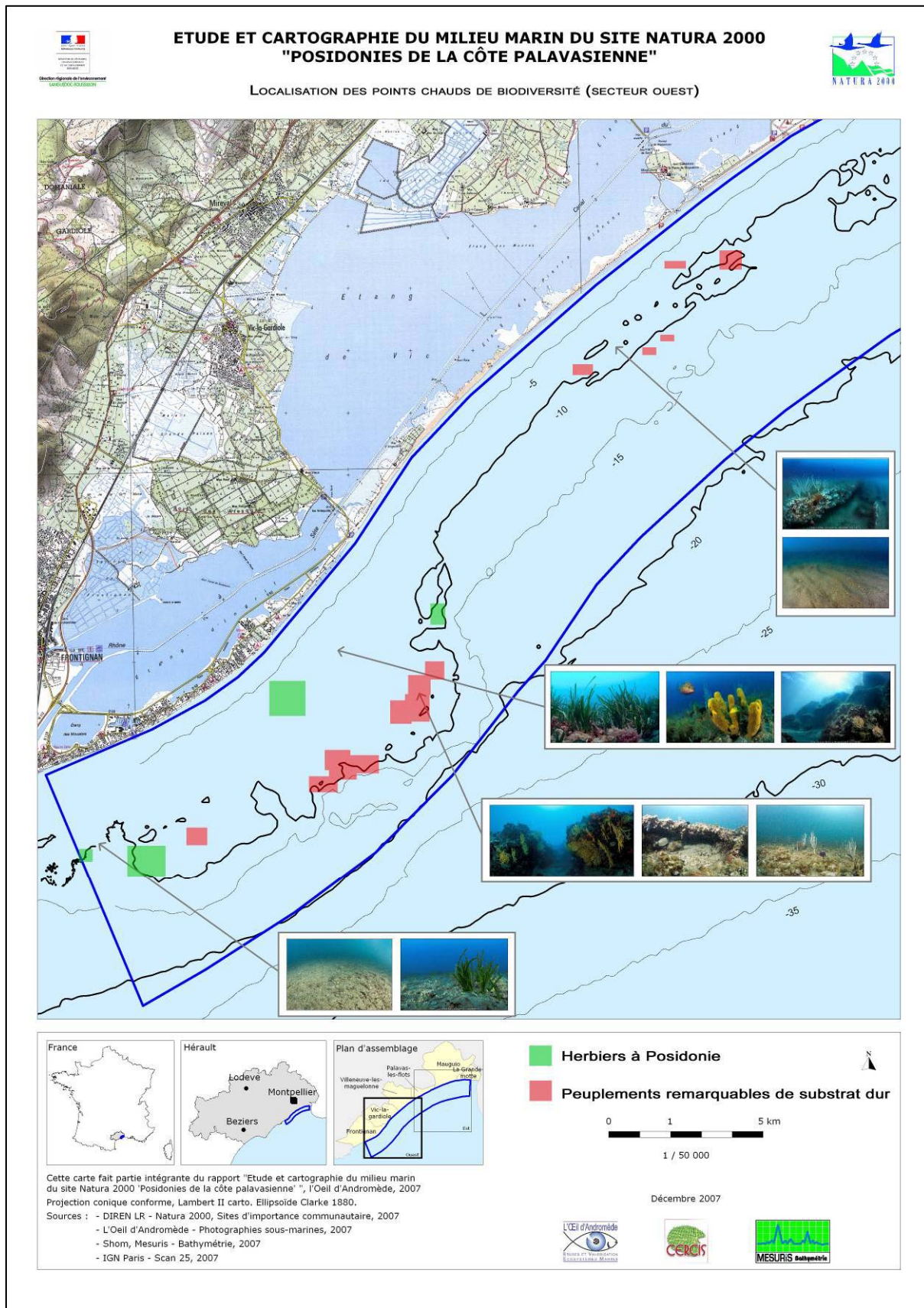
Concernant les herbiers à *Posidonia oceanica*, la cartographie révèle une étendue de matte morte considérable (1450 ha), à comparer avec une surface d'herbier de 210 ha (dont plus de la moitié présente un recouvrement inférieur à 10%).

Les herbiers présentant un recouvrement supérieur à 50% consistent sur l'ensemble du site moins de 15 ha.

La découverte d'herbiers entre Carnon et la Grande Motte, non référencés jusqu'ici, reste cependant à signaler.

La regression de l'herbier de posidonie sur le site Natura 2000 « Posidonies de la Côte palavasienne » est un phénomène alarmant car cette espèce joue un rôle important dans la stabilisation des sédiments, la qualité de l'eau, la biodiversité et la productivité halieutique. Mieux comprendre les causes de cette dynamique régressive (liée selon toute vraisemblance à une dégradation de la qualité des eaux et une modification des équilibres sédimentaires suite aux aménagements sur le Rhône) apparaît donc urgent.





### III.2. PRECONISATION DE MODIFICATION DU PERIMETRE DU SITE NATURA 2000

Le périmètre actuel de la zone Natura 2000 représente une bande côtière particulièrement étroite qui exclu des formations rocheuses telles que le banc rocheux profond (25m) dit du Coulombray. Or ce site présente des peuplements coralligènes particulièrement remarquables avec une densité très élevée d'alcyonaires (*Paralcyonium spinulosum*) et d'anémones solaires (*Cereus pedunculatus*). De nombreuses gorgones y sont aussi présentes (*Eunicella singularis*, *Leptogorgia sarmentosa*).

L'ichtyofaune est diversifiée (*Conger conger*, *Physis physis*, *Trisopterus luscus*, *Dicentrarchus labrax*, etc.) et abondante ce qui fait du Coulombray un site particulièrement recherché par les pêcheurs durant l'été. La fréquentation du site est telle durant la saison estivale que des conflits d'usages existent entre navires commerciaux de pêche/promenade, clubs de plongée et touristes.

Afin d'intégrer le Coulombray mais aussi les fonds meubles entre 10 et 20m qui sont le support d'une activité de pêche artisanale, nous préconisons d'étendre le périmètre du site Natura2000 jusqu'à 3 miles nautiques au large.



## IV. BIBLIOGRAPHIE

### Bibliographie principale

BELLAN-SANTINI D., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèses, menaces et perspectives. BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C. eds., *Muséum National d'Histoire Naturelle publ.* Paris : 77-87.

BONHOMME P., CHARBONNEL E., BERNARD G, CADIOU G., 2002. Système de surveillance de l'herbier de Posidonie sur le littoral des Maures dans le cadre de l'observatoire marin du SIVOM du littoral des Maures : résultats du premier suivi 2002 - Rapport final. Contrat SIVOM du littoral des Maures & GIS Posidonie. *GIS Posidonie publ.*, Fr. : 1-67.

BONHOMME P., CADIOU G., BERNARD G., LOQUES F, COTTALORDA J.-M., TALIN F., MEINESZ A., CHAMBARD V., BOUDOURESQUE C.F., 2004. Espèces, peuplements et paysages marins remarquables du Cap Drammont et de la Corniche d'Anthéor (Var, France). Contrat RAMOGE & GIS Posidonie, *Gis Posidonie publ.*, Fr. : 1-78 + annexes 1-2.

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.*, 202p.

COLLART D., E. GUYOT & E. PARY, 2004. Etude descriptive et comparative des herbiers de Posidonies du Languedoc. Etude réalisée pour la DIREN LR. *CEGEL publ.* : 98 p.

DUTRIEUX E., THORIN S., JOUVENEL J-Y., 2005. 100 belles plongées en Languedoc-Roussillon

DUTRIEUX E., DESCAMP P., BALLESTA L., TORIN S., 2003. Impact des récifs artificiels du golfe d'Aigues-mortes sur le milieu marin et la pêche professionnelle (Syndicat Mixte pour le Développement de la Pêche et la Protection des Zones Marines/Creocean). Rapport final des 3 années de suivi 2000-2003.

DESCAMP P., COUTE A., HOLON F., DUPONT P., BALLESTA L., 2006. Prolifération de *Nematochryopsis marina* sur la côte des Albères. Synthèse des connaissances, année 2. Conseil Général des Pyrénées Orientales,

DESCAMP., BALLESTA L., HOLON F., 2006. Cartographie des herbiers de Tancade et de Peyrefitte par télémétrie acoustique. Conseil Général des Pyrénées Orientales,

DESCAMP P., PERGENT G., BALLESTA L., FOULQUIE M., 2005. Underwater acoustic positioning systems as tool for *Posidonia oceanica* beds survey. *Compte Rendus Biologies de l'Académie des Sciences. C.R. Biologies* 328 (2005) 75-80.

DENIS J., BERNARD G., BOUDOURESQUE C.F., CHARBONNEL E., BELSHER T., EMERY E., DENEUX F., CLABAUT P., 2001. Etude et cartographie des biocénoses de la rade de Toulon - Rapport méthodologique. Contrat d'étude pour le Syndicat Intercommunal de l'Aire Toulonnaise, IFREMER et GIS Posidonie. *IFREMER publ.*, La Seyne, fr. : 1-245 (y compris volume des annexes).

PNUE-PAM-CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199pp.

## Bibliographie générale

BLACHIER J., MEINESZ A., DE VAUGELAS J., 1998. Répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rodophyta), de *Cystoseira amentacea* (Chromophyta), de *Patella ferruginea* (Mollusca) dans la Réserve Naturelle des Lavezzi : îlots et littoral de la Pointe Cappicciolu à la pointe de Spérone. *Trav. Sci. Parc nat. Rég Corse, Fr.*, 57 : 103-141.

BOUDOURESQUE C.F., BERTRANDY M.C., DESJARDINS C., FIFIS J.C., FORET P., LEFEVRE J.R., MEINESZ A., NIERI M., PATRONE J., PERGENT G., GRAVEZ V., 1987. Mise en place d'un système de surveillance des herbiers à *Posidonia oceanica* le long du littoral méditerranéen français. Symp. Intern. Prot. Milieu Mar. contre les rejets urbains, Ville de Marseille : 1-20.

BOUDOURESQUE C.F., BALLESTEROS E., BEN-MAIZ N., BOISSET F., BOULADIER E., CINELLI F., CIRIK S., CORMACI M., JEUDY DE GRISSAC A., LABOREL J., LANFRANCO E., LUNDBERG B., MAYHOUB H., MEINESZ A., PANAYOTIDIS P., SEMROUD R., SINNASSAMY J.M., SPAN A., VUIGNIER G., 1990. Livre rouge "Gérard VUIGNIER" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée; Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE-PAM-CAR-ASP-IUCN) et GIS Posidonie publ. : 1-250.

BOUDOURESQUE C.F., ARRIGHI F., FINELLI F., LEFEVRE J.R. 1995. Arrachage des faisceaux de *Posidonia oceanica* par les ancras : un protocole d'étude. *Rapp. Comm. int. Explor. sci. Médit.*, 34 : 21.

BOUDOURESQUE C.F., VAN KLAVEREN M.C., VAN KLAVEREN P., 1996. Proposition d'une liste d'espèces marines et saumâtres menacées ou en danger (végétaux, invertébrés, poissons, tortues et mammifères) pour inclusion dans les annexes I, II et III de la Convention de Berne : 1-146.

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., PATRONE J., KRUKZEK R., BERNARD G., BONHOMME P., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LECCIA G., LE DIREACH L., 1998. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Seconde partie : résultats du suivi 1998. Conseil Régional PACA/GIS Posidonie/CQEL 13/ CQEL 83/Conseil Général 06/CQEL 06. *GIS Posidonie publ.*, Marseille, Fr.: 1-113.

COMITE DE BASSIN RMC, 2001, Tableau de bord du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse – Panoramique 2000. Ed. Agence de l'Eau RMC.

FRANCOUR P. 1994. Impact des mouillages sur l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la baie de Port-Cros (Var, Méditerranée nord-occidentale). *GIS Posidonie publ.*, Marseille : 1-19.

FRANCOUR P., ROBERT N., BERNARD G., BONHOMME P., 1997. Cartographie des fonds marins, et en particulier de l'herbier à *Posidonia oceanica*, à proximité du port des Oursinières (Le Pradet, Var). Contrat GIS Posidonie/Ville du Pradet. *GIS Posidonie publ.*, Marseille : 1-52.

FRANCOUR P. 1998. Mise au point d'une méthode rapide de suivi des peuplements de gorgones du parc national de Port-Cros (Méditerranée nordoccidentale). *GIS Posidonie, publ.*, Marseille : 1-26.

FRANCOUR P., BERASATEGUI C., BOUDOURESQUE C.F., LE DIREAC'H L., ARRIGHI F., DOMINICI J.M., FINELLI F. 1998. Impact des mouillages forains sur l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la réserve naturelle de Scandola (Méditerranée nordoccidentale, Corse, France). *GIS Posidonie, publ.*, Marseille : 1-31.

FRANCOUR P., SOLTAN D. 2000. Suivis des ancrages de type 'Harmony' dans les herbiers à *Posidonia oceanica* de la rade d'Agay et du parc national de Port-Cros (Var, Méditerranée nordoccidentale). Contrat Société SMAT & Laboratoire Environnement Marin Littoral. *LEML, publ.*, Nice : 1-33.

FRANCOUR P., HARMELIN J.G., POLLARD D., SARTORETTO S. 2001. A review of marine protected areas in the Northwestern Mediterranean region : sitting, usage, zonation and management. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 11 : 155-188.

FRANCOUR P., SOLTAN D. 2001. Etat actuel des fonds du littoral de la ville d'Antibes : secteurs du Crouton, de l'anse de l'Argent-Faux et de la Garoupe. Contrat Ville d'Antibes et Laboratoire Environnement Marin Littoral. *LEML, publ.*, Nice : 1- 50.

FRANCOUR P., VERLAQUE M., SARTORETTO S., SOLTAN D. 2002. Evaluation de la valeur patrimoniale des biocénoses marines de la réserve naturelle de Scandola : de la marina d'Elbu à l'îlot de Palazzinu. Contrat Parc naturel régional de la Corse, LEML et GIS Posidonie. *LEML UNSA, publ.*, Nice : 1- 95.

GANTEAUME A., BONHOMME P., EMERY E., HERVÉ G., BOUDOURESQUE C.F. 2005. Impact sur la prairie à *Posidonia oceanica* de l'amarrage des bateaux de croisière, au large du port de Porquerolles (Provence, France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park, Fr.*, 21 : 163-173.

IFEN, 2000, Aménagement du territoire et environnement. Politiques et indicateurs. IFEN-DATAR.

JEUDY DE GRISSAC A. & BOUDOURESQUE C.F., 1985. Rôle des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers : les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloq. Fr-jap. Océanogr., Marseille 16-21 sept 1 : 143-151

LABOREL J., MORHANGE C., LABOREL-DEGUEN F., 1993. Espèces benthiques indicatrices des variations du niveau marin. Qualité du milieu marin. Indicateurs biologiques et physico-chimiques. BOUDOURESQUE C.F., AVON M., PERGENT-MARTINI C., édit., *GIS Posidonie publ.*, Marseille Fr. : 121-133.

MARI X., MEINESZ A., DE VAUGELAS J., 1998. Répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rodophyta), de *Cystoseira amentacea* (Chromophyta), de *Patella ferruginea* (Mollusca) et des zones polluées par les hydrocarbures de l'île Lavezzi (Réserve Naturelle des Lavezzi-Corse). *Trav. Sci. Parc nat. Rég Corse, Fr.*, 57 : 145-162.

MEINESZ A., LAURENT R. 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). Campagne Poseïdon 1976, Bot. mar., 21 : 513-526.

MEINESZ A., BELLONE E., ASTIER J.M., LEFEVRE J.R., VITIELLO P., 1990. Impact des aménagements construits sur le domaine maritime de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. DIREN PACA et GIS Posidonie, Fr. : 1-38.

MEINESZ A., DE VAUGELAS J., CHIAVERINI D., BIALECKI K., COTTALORDA J.M., MOLENAAR H., 1999. Représentation cartographique de l'abondance de quelques algues et invertébrés du littoral de la Réserve naturelle de Scandola (Corse). Rapp. LEML-UNSA, Nice Fr. : 1-8.

MEINESZ A., COTTALORDA J.M., CHIAVERINI D., GARCIA D., THIBAUT T., VAUGELAS J. DE 2001. Suivi de l'invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée : situation en France au 31 décembre 2000. *LEML, publ.*, Nice : 1-74.

MEINESZ A., JAVEL F., LONGEPIERRE S., VAUGELAS J. DE, GARCIA D., 2006. Inventaire et impact des aménagements gagnés sur le domaine marin - côtes méditerranéennes françaises. Laboratoire Environnement Marin Littoral, Université de Nice-Sophia Antipolis. Publication électronique : [www.medam.org](http://www.medam.org).

NIERI M., BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., GRAVEZ V., 1986. Mise en place du système de surveillance de l'herbier de Posidonies de la baie du Prado (Marseille). Observation initiales. SOMICA et GIS Posidonie, Marseille, Fr. : 1 64 p.

PAILLARD M., GRAVEZ V., CLABAUT P., BLANC J.J., BOUDOURESQUE C.F., BELSHER T., URSCHELER F., POYDENOT F., SINNASSAMY J.M., AUGRIS C., PEYRONNET J.P., KESSLER M., AUGUSTIN J.M., LE DREZEN E., PRUDHOMME C., RAILLARD J.M., PERGENT G., HOAREAU A., CHARBONNEL E., 1993. Cartographie de l'herbier de Posidonie et des fonds marins environnants de Toulon à Hyères (Var, France). Reconnaissance par sonar latéral et photographie aérienne. Notice de présentation. IFREMER & *GIS Posidonie publ.*, Fr. : 1-36 + 3 cartes annexes.

PERGENT G., 1991. Les indicateurs écologiques de la qualité du milieu marin en Méditerranée. *Océanis*, Fr., 17 (4) : 341-350.

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 : Etat des connaissances. *Mésogée*, 54 : 3-27.

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 de Doctorat d'écologie, Université de Corse : 1-190.

PERGENT-MARTINI C., 2006. Elément de qualité biologique : Posidonie – Compte-rendu de l'exercice d'intercalibration. Contrat Ifremer / Université de Corse - EqEL, Corte : 1-27.

VERLAQUE M., 1996. Etude des encorbellements à *Lithophyllum lichenoides* de la Réserve Naturelle de Scandola (Année 1995). Rapport scientifique Parc naturel Régional de Corse, *GIS Posidonie publ.*, Marseille Fr. : 1-40.

VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., GRAVEZ V., 2000. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, ulvophyceae) in the Mediterranean sea. *Botanica marina*, 43 : 49-68.



## A N N E X E S

### Glossaire

**Abiotique** : se dit d'un facteur ou processus physique ou chimique de l'environnement (ne fait par conséquent pas intervenir le vivant).

**Bathymétrie** : équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief immergé grâce aux mesures de profondeurs.

**Battu (mode)** : terme utilisé pour désigner le régime de vive agitation des eaux littorales, ou de forte énergie de la mer.

**Biocénose** : En écologie, une biocénose est un ensemble d'êtres vivants de toutes espèces, végétales et animales, coexistant dans un espace défini (le biotope), et qui offre les conditions extérieures nécessaires à leur vie. Un biotope et une biocénose constituent un écosystème.

**Biodiversité** : fait pour les organismes vivants de présenter une diversité telle que toutes les niches écologiques soient convenablement occupées, chacune par l'espèce à laquelle elle convient le mieux. C'est aussi le fait, pour chacune des espèces, de comporter une variété suffisante de races ou de sous-races pour que l'ensemble du patrimoine génétique de l'espèce soit conservé.

**Bio-indicateurs** : ce sont des espèces animales ou végétales qui, en raison de leurs spécificités écologiques, jouent le rôle d'indicateurs précoces (= organismes sentinelles) de modifications d'origine anthropique, biotiques ou abiotiques, de l'environnement.

**Écosystème** : unité d'organisation biologique composée de tous les organismes présents dans une aire donnée et présentant des interactions entre eux et avec le milieu physique. Un écosystème est constitué par l'association dynamique de deux composantes en constante interaction :

- un environnement physico-chimique, géologique, climatique ayant une dimension spatio-temporelle définie : le biotope ;
- un ensemble d'êtres vivants caractéristiques : la biocénose.

Un écosystème évolue avec le temps, indépendamment de toute perturbation extérieure.

**Espèce** : ensemble de tous les individus semblables ayant en commun des caractères morphologiques et physiologiques héréditaires et qui sont capables de se reproduire entre eux en engendrant des individus. Des espèces se ressemblant mais incapables de se reproduire entre elles appartiennent au même genre.

**Espèce épiphyte** : espèce qui se développe sur les végétaux sans en tirer sa nourriture (donc qui n'est pas parasite).

**Espèce endémique** : une espèce est qualifiée d'espèce endémique lorsqu'elle se développe dans une région géographique spécifique.

**Espèce endogée** : qualifie ce qui se trouve et vit à l'intérieur de la terre, par exemple dans le sol (contraire = épigée).

**Espèces euryhaline** : espèce capable de supporter sans dommage notable d'importantes et rapides modifications de la salinité du milieu où elle vit.

**Etage infralittoral** : correspond à la zone immergée et bien éclairée. Sa limite inférieure est celle qui est compatible avec la vie des algues photophiles et des phanérogames marines.

**Etage circalittoral** : correspond à la zone profonde du plateau continental qui s'étend depuis 40 m de profondeur environ (= limite inférieure de vie des algues photophiles) jusqu'à la limite de la pénétration de la lumière dans l'eau, laquelle dépend de la plus ou moins grande transparence des eaux, en général une centaine de mètres.

**Etage médiolittoral** : zone de balancement des vagues et marées.

**Etage supralittoral** : zone découverte exposée aux embruns où se localisent les organismes qui supportent ou exigent une émergence continue. Les immersions véritables y sont exceptionnelles.

**Faciès** : ensemble de caractères permettant de classer un sédiment ou une roche par identification à l'œil nu et renseignant sur son origine.

On dit d'une biocénose qu'elle présente un faciès particulier lorsque la prédominance locale de certains facteurs écologiques entraîne la dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces sans affecter pour autant la composition qualitative de la biocénose.

**Habitat** : le lieu ou le milieu dans lequel, ou autour duquel, vit une espèce, végétale ou animale donnée, soit toute sa vie, soit à l'un des stades de son cycle biologique.

**Peuplement** : ensemble des espèces animales et/ou végétales qui vivent dans un espace géographique donné.

**Photophile** : qualifie les organismes qui exigent ou supportent un éclairage important. (contraire : sciaphile).

**Récif artificiel** : désigne toutes les structures immergées volontairement, que ce soit à des fins d'étude, de protection, de production ou de loisir.

**Réseau trophique** : désigne l'ensemble des relations trophiques existant à l'intérieur d'une biocénose entre les diverses catégories écologiques d'êtres vivants constituant cette dernière (producteurs, consommateurs, décomposeurs). Un réseau peut aussi se définir comme étant la résultante de l'ensemble des chaînes alimentaires unissant les diverses populations d'espèces que comporte une biocénose.

**Sciaphiles** : qualifie les espèces qui exigent ou tolèrent un éclairage (contraire : photophile).