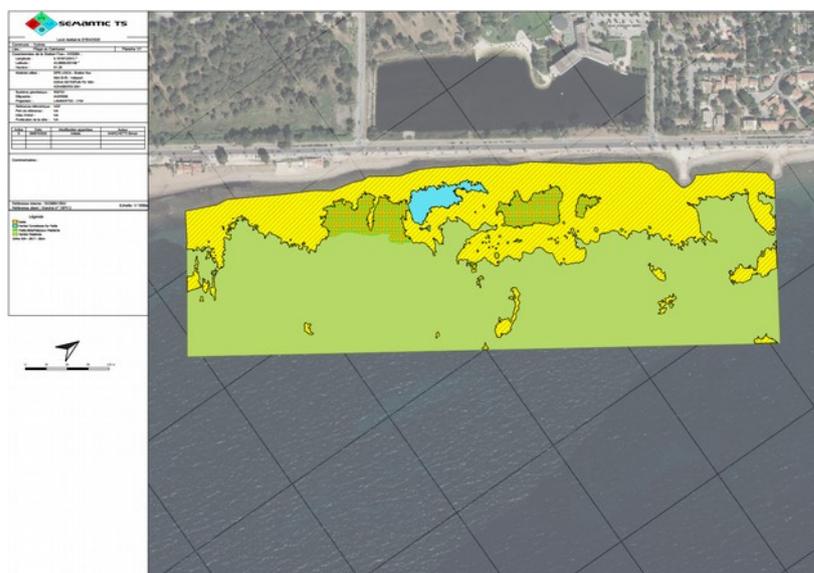
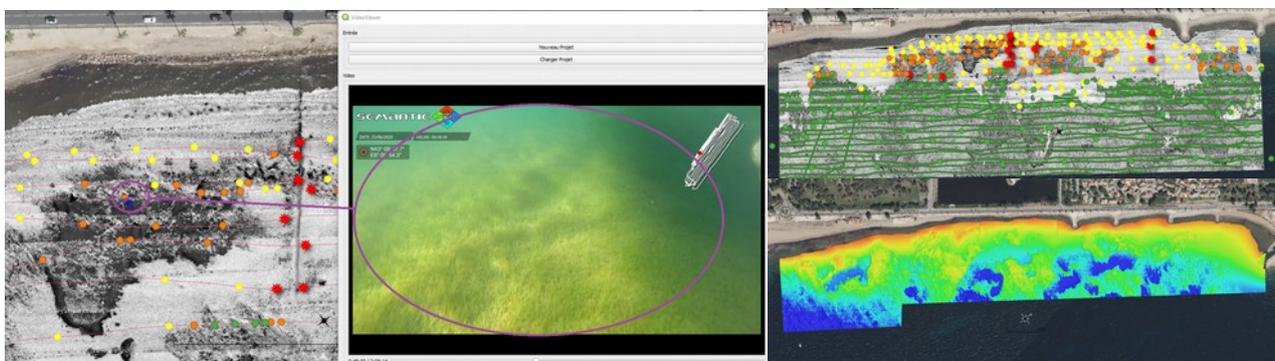


Rapport de mission Analyse des résultats Cartographie des biocénoses - Hyeres - Plage du Ceinturon



Destinataire : Corinthe
Référence client : Marché n° 19P112
Rédacteur : MARCHETTI Simon
Document Ref. SEMANTIC TS : N° R/20/061/SM du 06/07/2020
Référence affaire SEMANTIC TS : 20/594 - Hyeres_LittoralCeinturon_MTPM

V	Date	Référence	Évolution	Rédacteur
1	06/07/2020	R/20/061/SM	Document initial	MARCHETTI Simon

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER Eric Fonction : Contrôle Qualité Date : 06/07/2020 Visa :	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : Directeur Date : 06/07/2020 Visa :

SOMMAIRE

I. Introduction.....	4
I.1) Objectifs de la mission.....	4
II. Descriptif des levés.....	4
II.1) Déroulement chronologique.....	4
II.2) Relevé de l'échelle de marée.....	4
III. Les équipes.....	5
III.1) Bathymétrie / Topographie.....	5
III.2) Sonar latéral / SACLAF.....	5
III.3) Vidéo / Prélèvements sédimentaires.....	5
IV. Les navires.....	6
IV.1) Mini navire océanographique : MINO.....	6
IV.2) Navire océanographique : LE SEMANTIC.....	7
V. Moyens et méthodologie du positionnement des porteurs.....	8
V.1) Installation d'une base GPS de référence.....	8
V.2) Post traitement de la navigation.....	9
VI. Données bathymétriques.....	10
VI.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données.....	10
VI.2) Acquisition des données.....	12
VI.3) Calibration du système.....	13
VI.4) Résultats bathymétriques.....	14
VII. Données sonar latéral.....	15
VII.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données.....	15
VII.2) Résultats sonar latéral.....	16
VIII. Données système de classification acoustique des fonds.....	17
VIII.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données.....	17
VIII.2) Résultats du SACLAF.....	18
IX. Données vidéo sous-marines.....	19
IX.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données.....	19
IX.2) Résultats des données vidéo sous-marines.....	19
X. Fusion des données et segmentation.....	24
X.1) Détermination des zones de substrat sédimentaire.....	24
X.2) Détermination des zones d'herbiers dense de posidonies.....	25
X.3) Détermination des zones de matre avec présence d'îlots / faisceaux de posidonies.....	25
X.4) Détermination d'une zone particulière ne répondant pas au critère standard.....	26
XI. Conclusion – Cartographie des biocénoses.....	29

I. INTRODUCTION

SEMANTIC TS a déployé ses navires instrumentés dédiés à la mesure des fonds marins pour la réalisation de travaux de topo-bathymétrie ainsi qu'un relevé des biocénoses à Hyeres - Plage du Ceinturon. Les mesures ont été réalisées les

- 27/04/2020 : Bathymétrie, sonar latéral, SACLAF, topographie
- 25/06/2020 : Vidéo sous-marine et prélèvements sédimentaires

I.1) Objectifs de la mission

L'objectif des présents travaux était de réaliser l'acquisition de données :

- profils topographiques tous les 10 m en travers de la plage.
- bathymétrie sur la zone en rouge
- biocénoses marines sur la zone en bleu
- 10 prélèvements sédimentaires avec analyse granulométriques

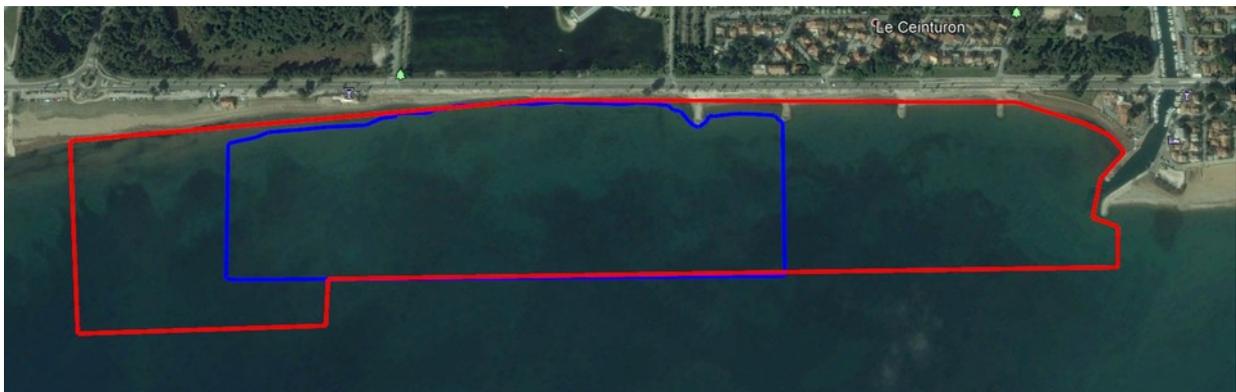


Figure 1 : Zone d'étude

Ce rapport présente les travaux de levés et de traitement des données inhérentes à la réalisation de la cartographie des biocénoses et plus particulièrement la mise en évidence des zones de matie et des herbiers de phanérogames marines.

II. DESCRIPTIF DES LEVÉS

II.1) Déroulement chronologique

Date	Heure	
27/04/2020	06:30 - 18h30	Mesures géophysiques
05/2020		Traitement des données
25/06/2020	08:30 - 12h30	Mesures vidéos
25/06/2020	13h00 - 18h00	Prélèvements sédimentaires
06/2020		Traitement des données

II.2) Relevé de l'échelle de marée

Néant. Utilisation d'un couple GPS – RTK Base-Mobile.

III. LES ÉQUIPES

La première mission s'est déroulée pendant la période de confinement du mois de mars/avril de l'année 2020.

Le respect des gestes barrières et de la sécurité du personnel (pas de travail isolé) a imposé le déploiement sur zone de deux navires, avec pour chacun une seule personne à bord.

Les données topo-bathymétriques et sonar latéral ont été acquises dans cette période.

Les vidéos et les prélèvements sédimentaires nécessitant a minima deux personnes à bord, ces travaux ont été réalisés à la sortie du confinement tout en respectant les gestes barrières (port masque et gants) sur le navire.

III.1) Bathymétrie / Topographie

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Traitement des données	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe

III.2) Sonar latéral / SACLAF

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	COQUET	Michel	Ingénieur

III.3) Vidéo / Prélèvements sédimentaires

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	COQUET BESSE	Michel Felix	Pilote Technicien océanographe

IV. LES NAVIRES

IV.1) Mini navire océanographique : MINO

Le « MINO » navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins a été déployé avec les instruments suivants :

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sondeur multi-faisceaux R2SONIC 2020 • Centrale d'attitude SBG APOGEE • 2 D-GPS RTK Trimble centimétrique • Centrale de navigation • Station d'acquisition • Réseau Internet et VPN haut débit • Profileur de célérité Mini-SVS VALEPORT • Mini-SVS VALEPORT de coque | <ul style="list-style-type: none"> Bathymétrie multi-faisceaux Positionnement et correction d'attitude Positionnement et correction d'attitude Pilote automatique sur radiales pré-définies Enregistrement des données Réception / transmission de données Acquisition des profils verticaux de célérité Acquisition de la célérité en surface |
|--|--|



Figure 2 : Le MINO (Mini Navire Océanographique)

Le navire est inscrit au commerce

Le bateau utilisé avec tous les instruments à bord est transporté sur remorque.

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

- Masse : 150 Kg – Longueur : 4 m
- Puissance : 20 CV
- Tirant d'eau : 0,2 m
- Énergie disponible : 12 / 220 V – 400 W
- Gabarit routier sur remorque
- Réseau Internet et VPN haut débit
- Propulsion thermique ou électrique
- Puits d'instrumentation

IV.2) Navire océanographique : LE SEMANTIC

Le «SEMANTIC» navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins a été déployé sur zone avec les instruments suivants :

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sondeur interferomètre de coque • Sondeur mono faisceau de classification • Système de vidéo géo-référencées • Centrale d'attitude CODA OCTOPUS • 2 D-GPS RTK Novatel centimétrique • Centrale de navigation • Station d'acquisition • Réseau Internet et VPN haut débit • Profileur de célérité Mini-SVS VALEPORT • Mini-SVS VALEPORT de coque | <ul style="list-style-type: none"> • Sonar latéral très bien géoréférencé • Sondeur SIMRAD • Système ENO - SEMANTIC • Positionnement et correction d'attitude • Positionnement et correction d'attitude • Pilote automatique sur radiales pré-définies • Enregistrement des données • Réception / transmission de données • Acquisition des profils verticaux de célérité • Acquisition de la célérité en surface |
|--|---|

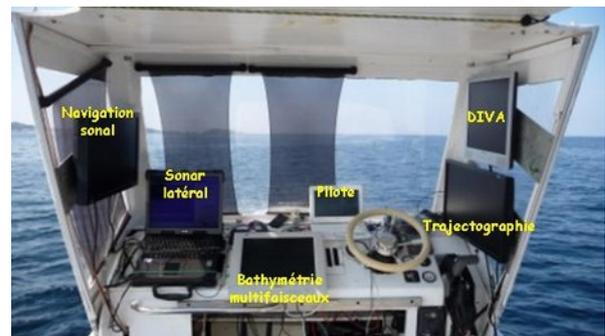


Le navire est inscrit au commerce

Le bateau utilisé avec tous les instruments à bord est transporté sur remorque

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

- Masse : 1 tonne - Longueur : 6.5 m
- Puissance : 135 CV
- Tirant d'eau : 0,3 m
- Énergie disponible : 12 / 220 V - 1000 W
- Gabarit routier sur remorque
- Rack à bouteilles de plongée
- Réseau Internet et VPN haut débit
- Puits d'instrumentation



Cabine du navire SEMANTIC

Stations de pilotage et d'acquisition multi-captteurs

V. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE DU POSITIONNEMENT DES PORTEURS

V.1) Installation d'une base GPS de référence

Une base de référence est installée sur le parking de la base nautique. Elle sert de point pivot après son rattachement au réseau de l'IGN afin de garantir des mesures avec une précision centimétrique.



Figure 3 : Installation de la base de référence

Le rattachement au réseau IGN donne la référence ARP à :

POSITION RGF93 COORDONNEES GEOGRAPHIQUES :
 LONGITUDE 6.1610132912° LATITUDE 43.0855293198° HELL 51.2008
 E 006 09 39.647848 N 43 05 07.905551 51.2008
 LAMBERT-93 : E = 957532.866m N = 6225848.981m IGN69 : Alt = 3.007m

EXACTITUDE ESTIMEE (2*SIGMA) :

MRSP E_N: 8.3 mm E_E: 7.3 mm E_H: 19.0 mm

V.2) Post traitement de la navigation

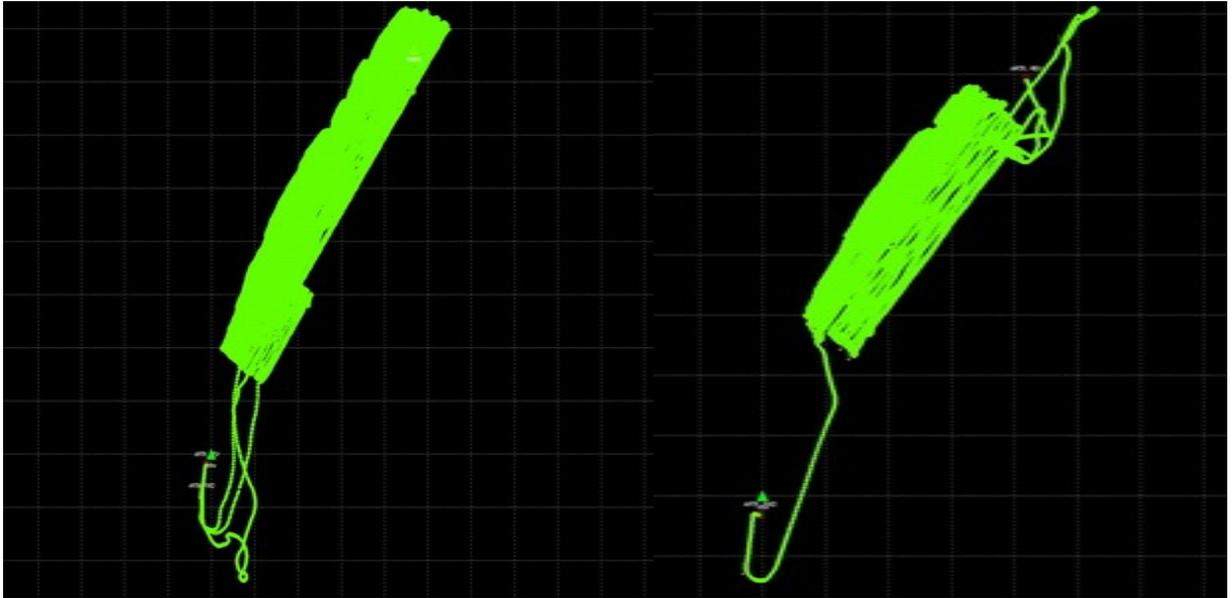


Figure 4 : à Gauche Navigation du porteur bathymétrique / A droite navigation du porteur sonar SACLAF

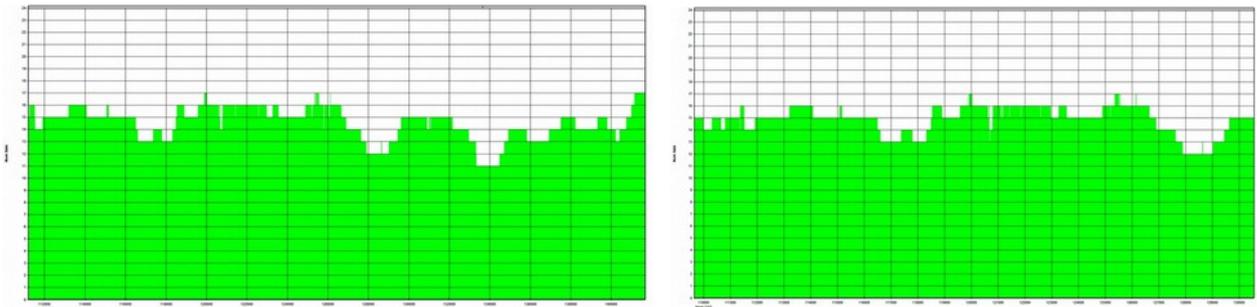


Figure 5 : à gauche couverture satellite du porteur bathymétrique / A droite couverture satellite du porteur sonar SACLAF

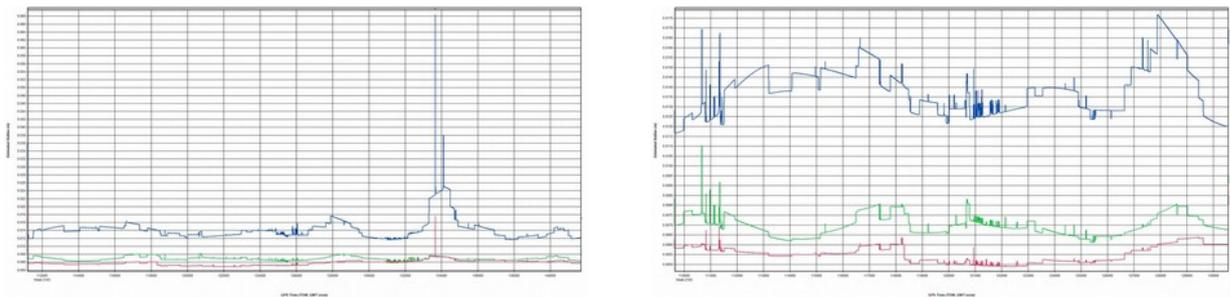


Figure 6 : à gauche précision du porteur bathymétrique / A droite précision du porteur sonar SACLAF

Le post traitement des données des deux porteurs indiquent une très bonne couverture satellite et des précisions de mesure de l'antenne GPS à :

- ± 1 cm en planimétrie
- ± 2 cm en altimétrie

VI. DONNÉES BATHYMÉTRIQUES

VI.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données

VI.1.a) La chaîne de mesure

Positionnement et Centrale Inertielle

Un sondeur multi-faisceaux étant un instrument de coque, l'attitude du bateau doit être connue avec une précision importante, c'est pourquoi SEMANTIC TS met en œuvre une **centrale inertielle haut de gamme**.

L'APOGÉE-U de SBG est une centrale inertielle de navigation, elle fusionne la mesure de position, de cap GNSS, d'attitude et de pilonnement dans un filtre de Kalman interne et calcule à haute cadence une mesure de position, disponible même en cas de masquage des signaux GNSS.

C'est une solution légère (2.1 kg/air – 0.95 kg/eau), compacte robuste étanche à l'immersion, très peu consommatrice d'énergie (3 W) parfaitement adaptée aux systèmes de levé bathymétrique multi-faisceaux haute résolution.

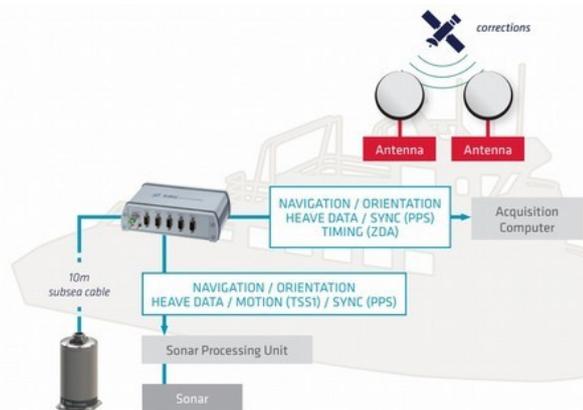


Figure 7 : Mesure de l'inertie et du positionnement du navire – Centrale inertielle SBG Apogée U et Split Box TRIMBLE

Mesures acoustiques

Le sondeur R2SONIC 2020 est un sondeur multi-faisceaux nouvelle génération.

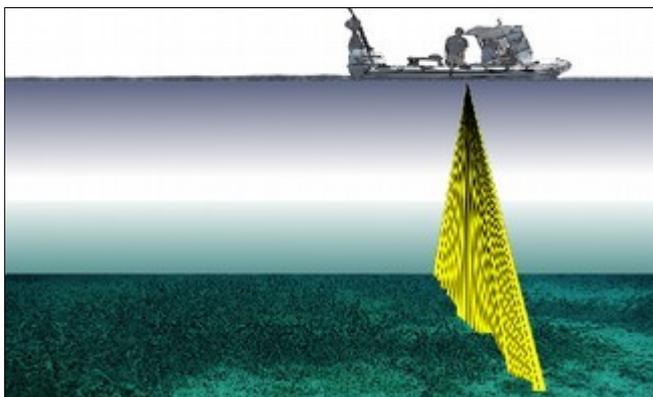


Figure 8 :
à gauche : Principe d'acquisition d'un sondeur multi-faisceaux
à droite : R2SONIC 2020, sondeur multi-faisceaux ultra compact

Le R2SONIC 2020, sondeur multi-faisceaux de 5ème génération, permet d'obtenir des données à haute résolution. Couplé avec une centrale d'attitude très performante (centrale inertielle asservie par des D-GPS RTK), cette architecture offre une qualité de mesure exceptionnelle dans les gammes de profondeurs de ce projet.

Mesures d'environnement

Outre un célérimètre couplé au R2SONIC 2020 permettant de connaître la célérité au niveau de la céramique pour le bon calcul de ces formations de voie il est nécessaire d'utiliser un profileur de célérité sur la colonne d'eau.

En effet, les variations de température et de salinité influent fortement sur la vitesse et le trajet de la propagation d'ondes acoustiques en milieu sous marin. La connaissance de la célérité en fonction de la profondeur en différents points de la zone à cartographier est importante dans le but de ne pas dégrader la qualité et la précision des mesures. Les profils verticaux de célérité sont mesurés à l'aide d'un profileur Mini SVS VALEPORT P.



Figure 9 : Mini SVS VALEPORT P



Figure 10 : Profil de célérité à fort gradient

VI.1.b) Chaîne de mesures et précision des levés

Le schéma suivant illustre le principe de la chaîne de mesure et la mise en œuvre des composants d'un levé bathymétrique multi-faisceaux :

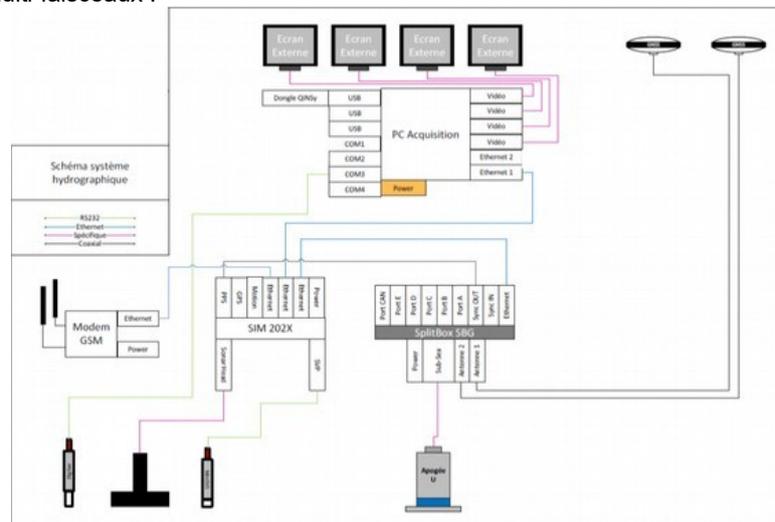


Figure 11 : Chaîne de mesures

L'utilisation des instruments proposés et dont les offsets sont totalement maîtrisés conduit à un positionnement des sondes avec une couverture exhaustive des zones avec une précision de :

Bilan d'erreur	MAX THU	MAX TVU
Base GPS (voir PT_GPS.pdf)	0 cm	0 cm
Position RTK du porteur (voir PT_GPS.pdf)	2 cm	4 cm
Mesure des offset	1 cm	1 cm
Sondeurs bathymétrique	0 cm	1,25 cm
Transformation Altitude → Cote Marine	0 cm	0 cm
Bilan de chaîne	3 cm	6.25 cm

VI.2) Acquisition des données

QINSy (Quality Integrated Navigation System) est un progiciel d'acquisition, de navigation et de traitement de données hydrographiques. La suite d'applications peut être utilisée pour différents types de mesures, allant de simples relevés à des travaux complexes de construction et d'ingénierie offshore. Pour ce projet, QINSy est paramétré pour :

- ✓ Enregistrer et stocker les données de navigation, de bathymétrie et de laser scanner
- ✓ Contrôler en temps réel la qualité du positionnement.

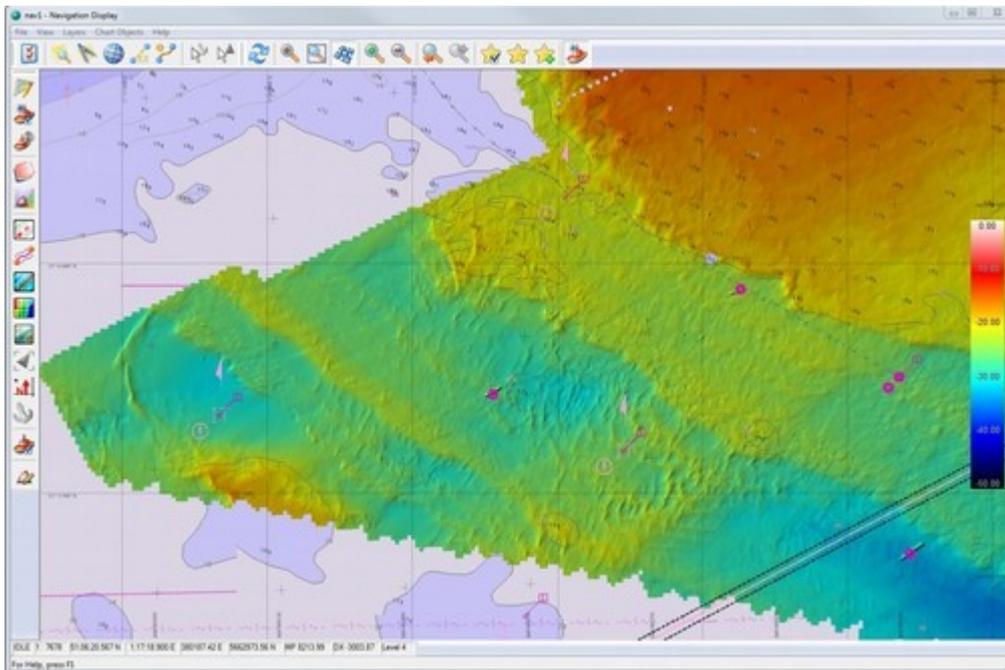


Figure 12 : Bathymétrie temps réel avec QINSy

Lors de cette mission SEMANTIC TS a réalisé :

- 131 lignes de mesures bathymétriques
- 6 passes de calibration
- Vitesse moyenne de levé : ~ 2 m/s
- 3 profils de bathy célérimétrie

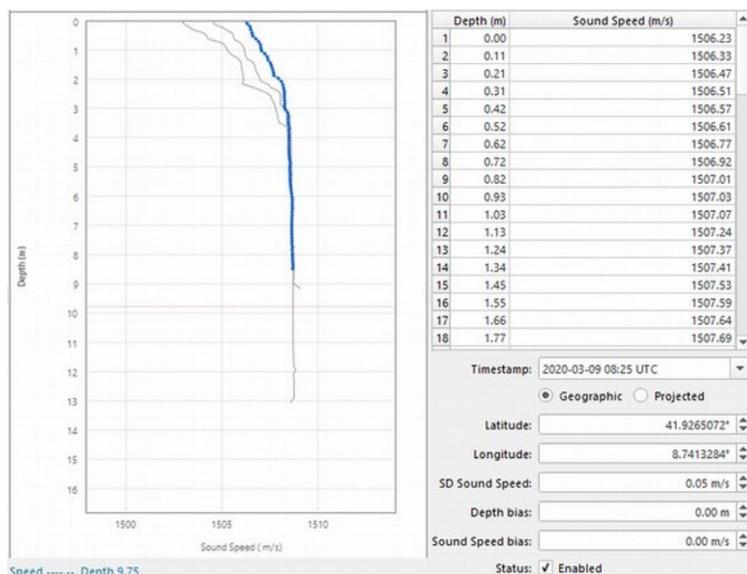


Figure 13 :Exemple de profil de bathy célérimétrie

VI.3) Calibration du système

Montage de l'ensemble inertiel/acoustique sur une pièce mécanique placée dans un puits d'instrumentation du navire.

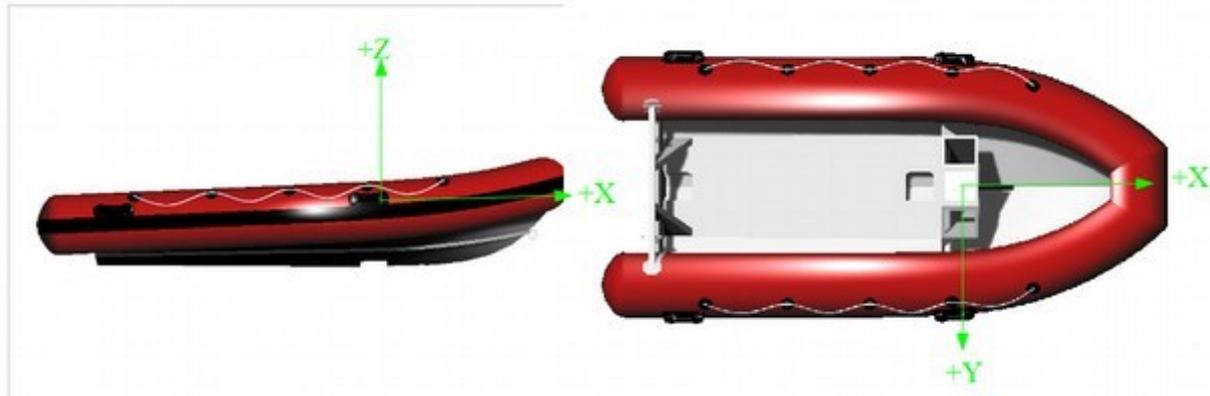


Figure 14 : Convention des axes du navire pour les explications

Les offsets d'installation en translation sont parfaitement connus. Les offsets d'installation en rotation, connus pour être proches de 0 à la conception du système, sont déterminés sur zone par un protocole de calibration.

La calibration, le traitement des sondes etc. sont effectués sous le logiciel QIMERA

Passes de calibrations

Pour lever ces offsets, des passes de calibration sont effectuées selon une procédures qui permet d'isolé chacune des composantes.

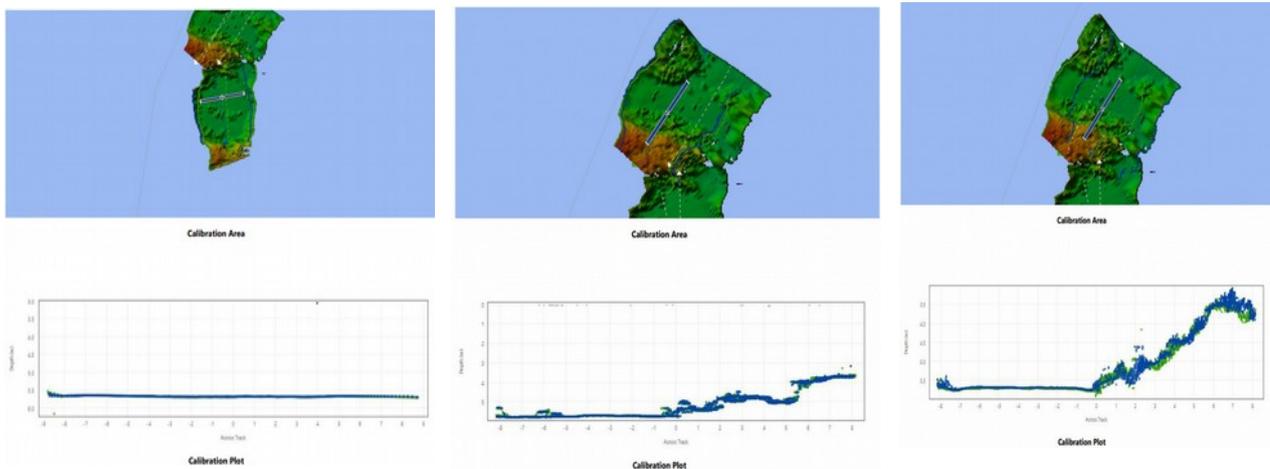


Figure 15 : Passe de calibration des offsets :
 A gauche : roulis
 Au centre : tangage
 A droite : cap

System	Parameter	Original Value	New Value	Delta
MBES - 2020	Tx Pitch	0.00	0.03	0.03
MBES - 2020	Rx Roll	0.00	0.22	0.22
MBES - 2020	Tx Heading	0.00	0.16	0.16

Figure 16 : Rapport de calibration des offsets :

VI.4) Résultats bathymétriques

VI.4.a) MNT Bathymétrique

Après fusion et traitement des données un modèle numérique de terrain avec une résolution de 50 cm x 50 cm a été générée en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles.

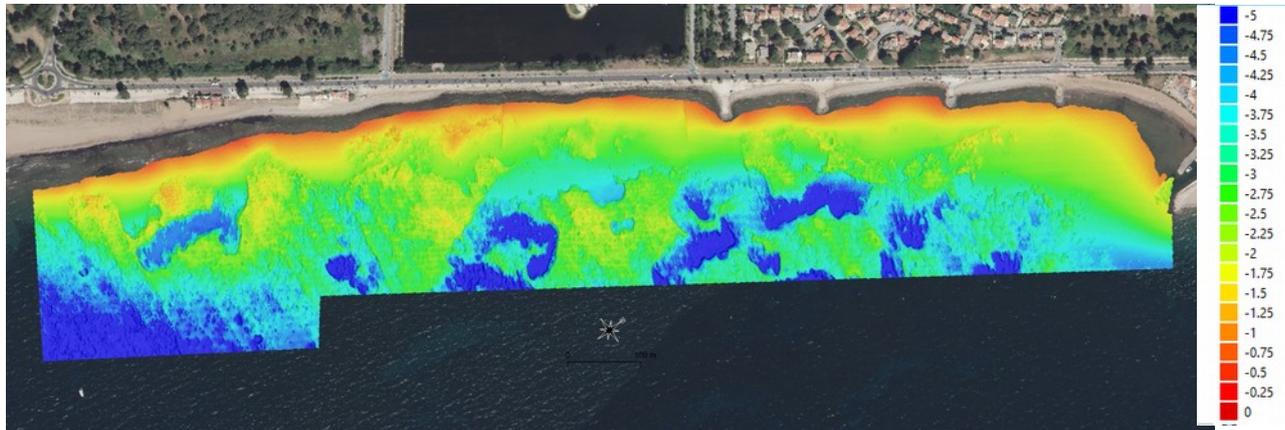


Figure 17 : Modèle numérique de terrain bathymétrique

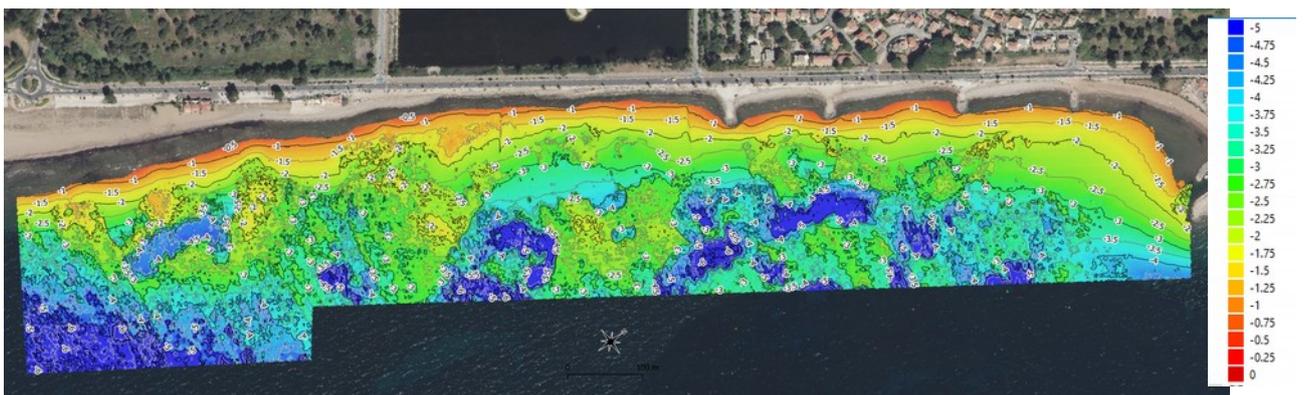


Figure 18 : Modèle numérique de terrain bathymétrique avec isobathes

VI.4.b) Détection de changement

Afin d'exploiter ces données bathymétriques très précises de la zone d'intérêt des biocénoses, SEMANTIC TS applique un algorithme de traitement de détection de changement afin de mettre en évidence les discontinuités bathymétriques de la zone. Ces informations seront utilisées pour la répartition spatiale des substrats.



Figure 19 : Détection de changement topographique

Cette représentation du fond fait apparaître très clairement les différentes limites entre les différents substrats.

Le détail de chacun de ces substrats est donné dans la partie de ce rapport relative à la cartographie des biocénoses

VII. DONNÉES SONAR LATÉRAL

VII.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données

VII.1.a) La chaîne de mesure

Positionnement et Centrale Inertielle

Pour le positionnement de son navire SEMANTIC TS met en œuvre une centrale d'attitude CODA OCTOPUS FS185+ couplant un module GNSS RTK double antennes et une centrale inertielle. L'attitude est obtenue par fusion des données entre la centrale inertielle et ses doubles antennes GPS RTK. Le système est relié par GSM en temps réel avec la base GNSS à terre, assurant un positionnement en temps réel centimétrique (RTK).

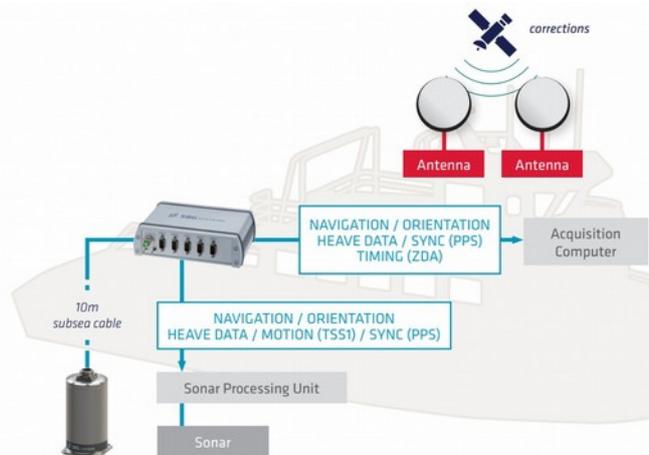


Figure 20 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

Mesures acoustiques

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

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

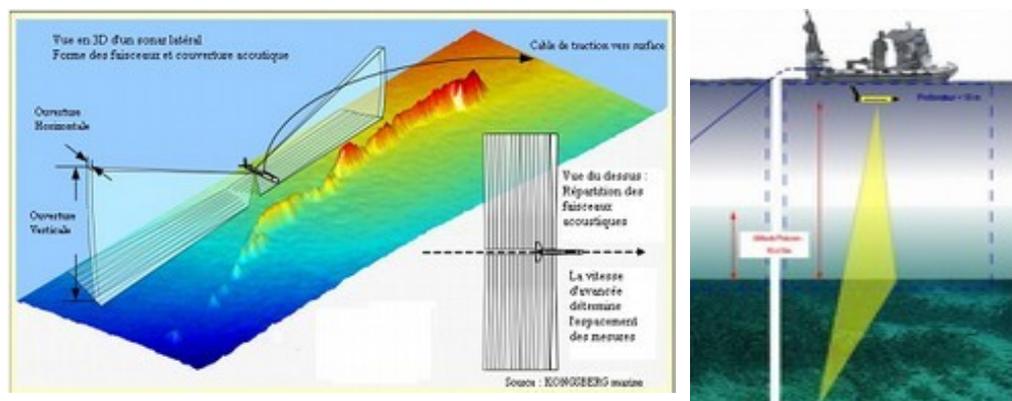


Figure 21 : Principe de la mesure par sonar latéral - Schéma de principe simplifié de l'acquisition sonar latéral.

VII.2) Résultats sonar latéral

VII.2.a) Mosaïque sonar

Après fusion et traitement des données une mosaïque sonar avec une résolution de 25 cm x 25 cm a été générée en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles. Cette image met en évidence les substrats qui répondent de manière homogène aux ondes acoustiques par restitution du niveau acoustique réfléchi par le fond sous forme de nuance de gris. Les zones claires indiquent de zones peu réfléchives, les zones sombres un niveau fort de réflexion.

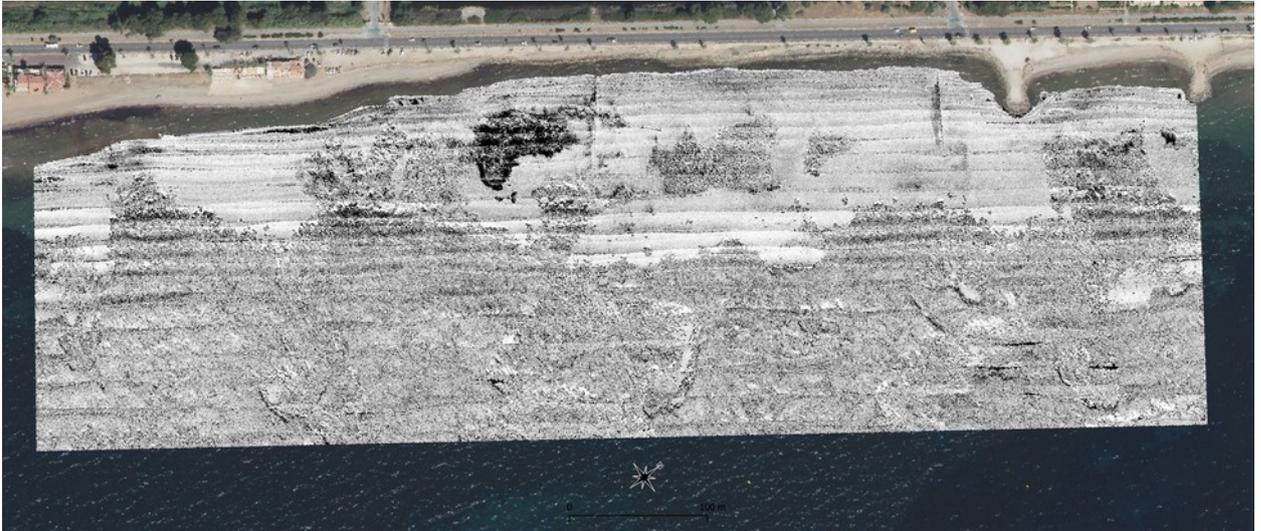


Figure 22 : Mosaïque sonar latéral de la zone

VII.2.b) Amélioration de la mosaïque

Un process de couplage de données bathymétriques et de la mosaïque sonar permet l'amélioration des contrastes de la mosaïque sonar facilitant son interprétation via un outil semi-automatisé de classification.



Figure 23 : Mosaïque sonar latéral améliorée

Ces informations seront utilisées pour la répartition spatiale des biocénoses sur le fond.

VIII. DONNÉES SYSTÈME DE CLASSIFICATION ACOUSTIQUE DES FONDS.

VIII.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données

VIII.1.a) La chaîne de mesure

Positionnement et Centrale Inertielle

Pour le positionnement de son navire SEMANTIC TS met en œuvre une centrale d'attitude CODA OCTOPUS FS185+ couplant un module GNSS RTK double antennes et une centrale inertielle. L'attitude est obtenue par fusion des données entre la centrale inertielle et ses doubles antennes GPS RTK. Le système est relié par GSM en temps réel avec la base GNSS à terre, assurant un positionnement en temps réel centimétrique (RTK).

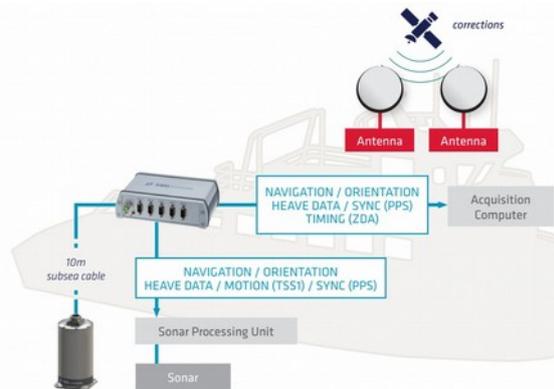


Figure 24 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

Mesures acoustiques

Le principe de la mesure est le suivant : SEMANTIC TS utilise un sondeur mono-faisceau scientifique de grande précision fixé sous la coque du navire. Ce dernier émet une onde acoustique qui se réfléchit au fond et revient vers la surface. Cette onde subit une déformation qui est fonction de la nature du fond. Le signal reçu est enregistré par le sondeur et sa comparaison avec le signal émis permet au **Système Acoustique de Classification Acoustique des natures de Fonds (SACLAF)** de classer les fonds.

Deux modules de traitement du signal peuvent être mis en œuvre :

- **SACLAF-DIVA** : Présence / absence de végétation sur le fond
- **SACLAF-CLASS** : Classification des sédiments superficiels (non utilisé dans ce projet)

Couplée aux mesures par sonar latéral la méthode DIVA permettent d'obtenir la localisation des surfaces couvertes par des herbiers de posidonie

VIII.1.b) Calibration du système

Le système de traitement semi-automatique de classification est paramétré de telle sorte à obtenir :

- la présence d'herbier de posidonie sur le fond

VIII.2) Résultats du SACLAF

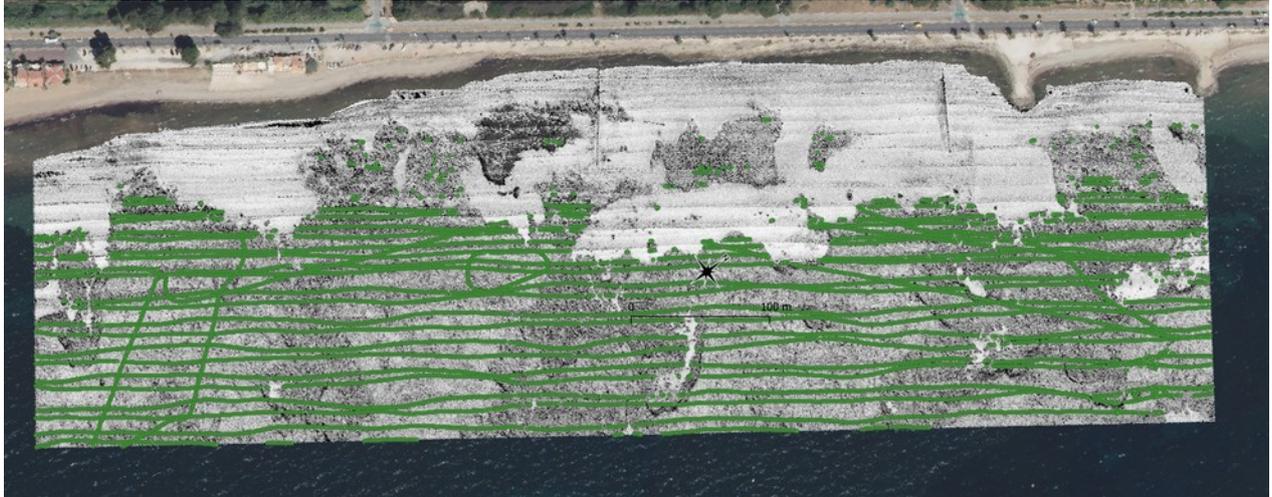


Figure 25 : Superposition des points de détection d'herbier sur la mosaïque sonar.

**On constate qu'un herbier continu est présent dans le sud est de la zone
(en bas sur l'image).
Les taches sombres situées dans le nord-ouest du secteur (en haut sur l'image) ne
sont pas des herbiers continus de posidonies. Il faut donc déterminer leur nature**

IX. DONNÉES VIDÉO SOUS-MARINES

IX.1) Moyens et méthodologie d'acquisition des données

IX.1.a) La chaîne de mesure

Positionnement

Pour le positionnement de la caméra, SEMANTIC TS reporte la position du porteur auquel s'ajoute une longueur de câble filé afin de géo-référencer à un ou deux mètres le support immergé

Acquisition des données

Le système ENO développé par SEMANTIC est utilisé et permet l'enregistrement et le retour temps réel des images sous marine pour cibler les inspections.



Figure 26 : Système ENO SEMANTIC

IX.2) Résultats des données vidéo sous-marines

Les vidéos sont alors géo-référencées et il est possible de rejouer les passages dans un plugin développé spécialement pour évaluer la nature des fonds par vidéo.

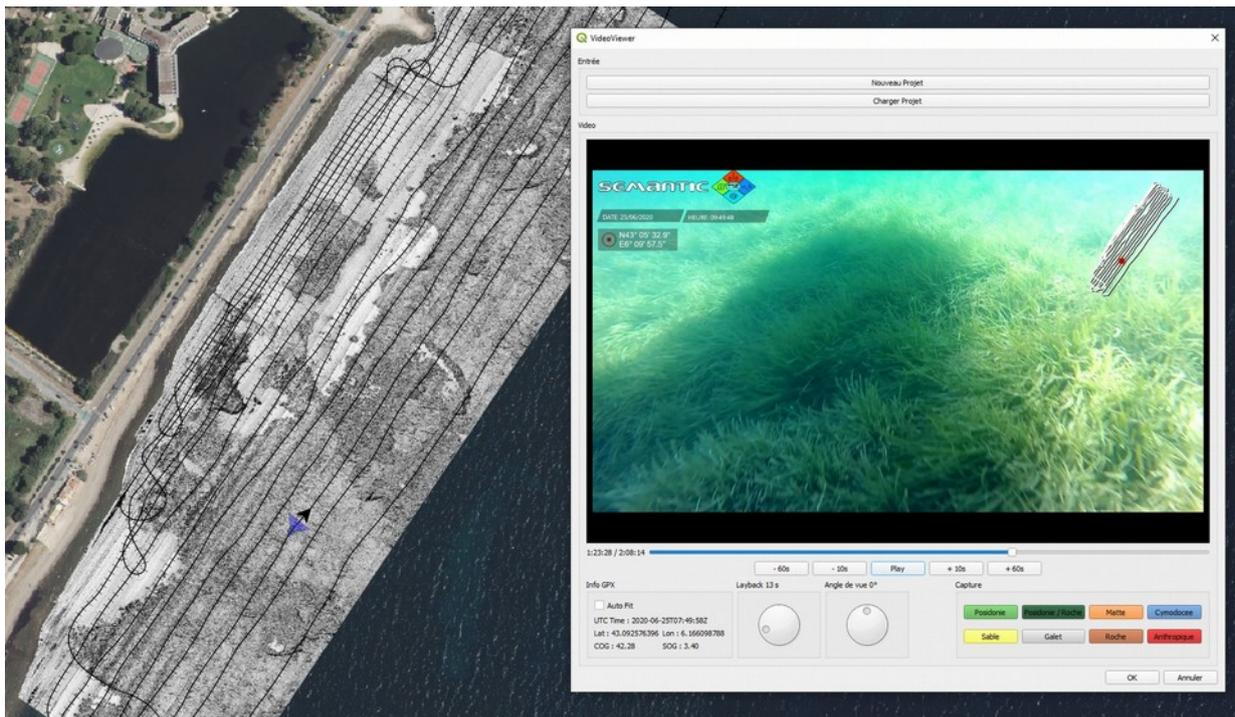


Figure 27 : Éco-système ENO SEMANTIC

Quelques aperçus des observations caactéristiques de la zone :



Figure 28 : Émissaire



Figure 29 : Herbier dense de Posidonie



Figure 30 : Limite franche entre matte morte et sable



Figure 31 : Sable



Figure 32 : Herbier continu de cymodocée ou zostere naine



Figure 33 : Îlot et/ou faisceau d'herbier sur matte

L'outil développé permet de saisir des points tout au long de la vidéo en fonction de l'observation constatée sur le film.

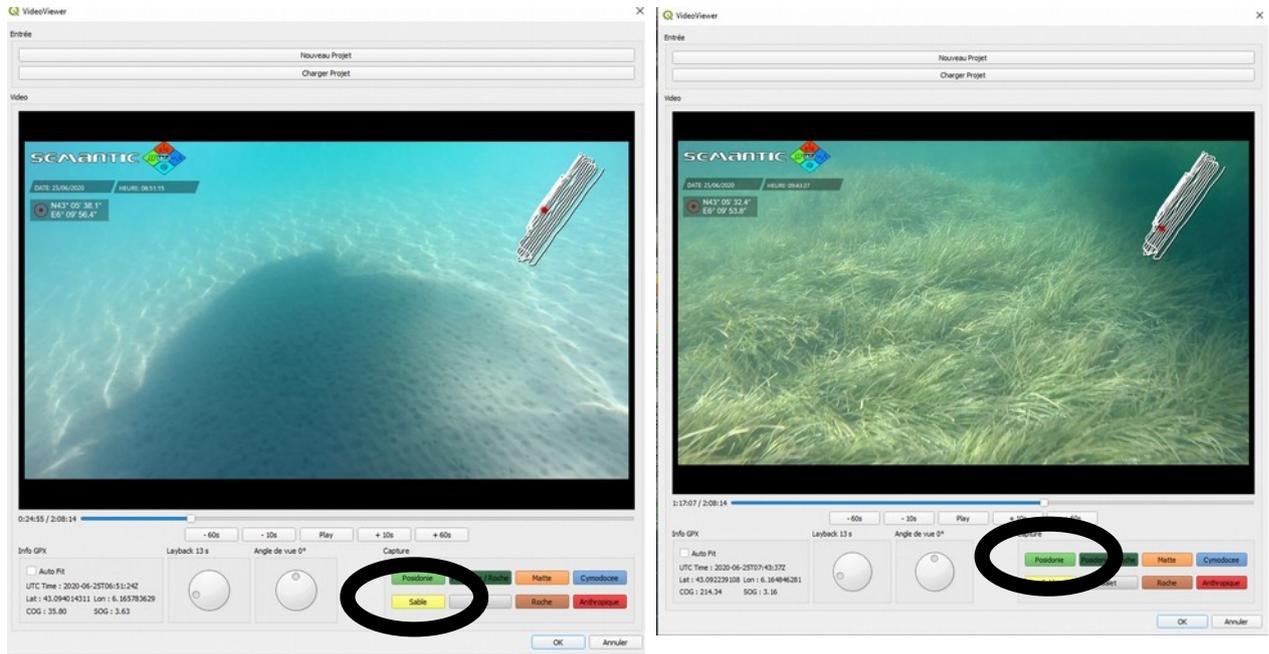


Figure 34 : Saisie d'information géo référencée d'information sur les biocénoses

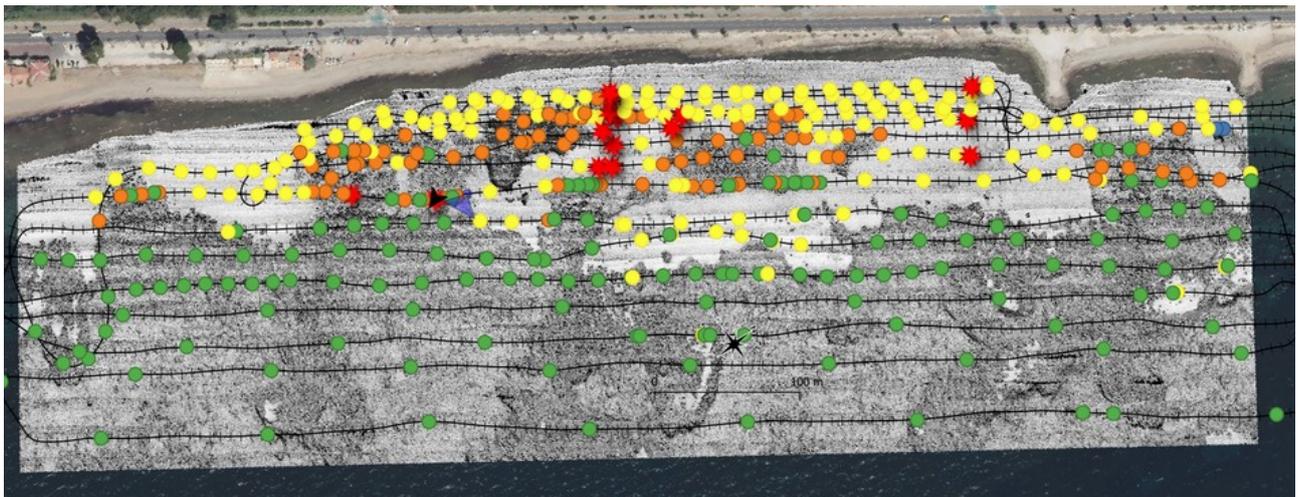


Figure 35 : Résultats de la saisie d'information sur les biocénoses

Ces données sont donc intégrées au titre de vérités terrain puisqu'issues d'une visualisation de la zone

X. FUSION DES DONNÉES ET SEGMENTATION

L'ensemble des données permet d'effectuer une fusion des informations et grâce à un algorithme de classification semi-automatisé, il est possible de générer une carte de répartition des biocénoses dans la zone.

La figure ci après illustre l'ensemble des données d'entrée pour la réalisation de la segmentation :

- une mosaïque sonar avec adjonction des données de topographie
- des données de détection d'herbier par méthode acoustique
- des données de vérité terrain issue de la vidéo

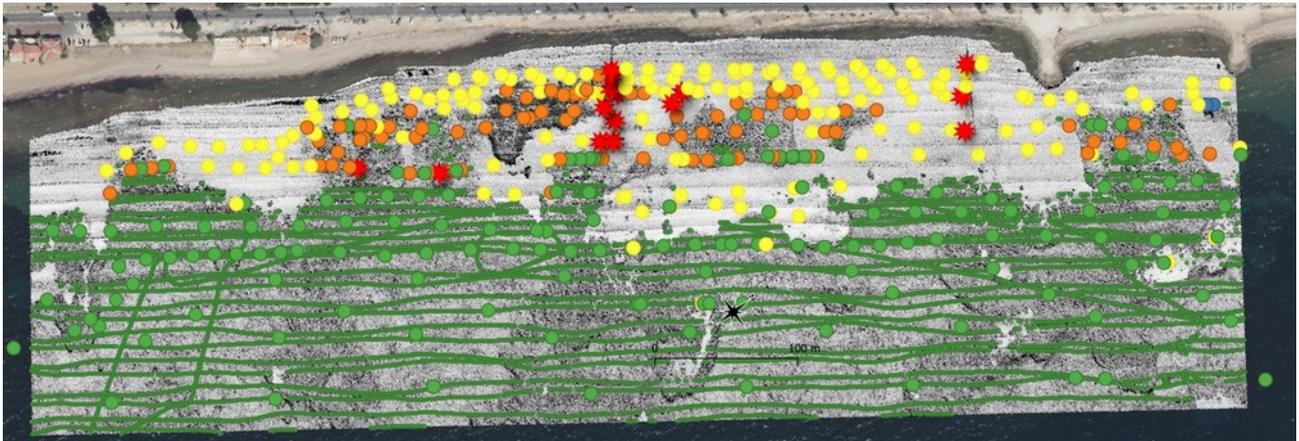


Figure 36 : Les données géophysiques et les observations terrain après mise en forme

X.1) Détermination des zones de substrat sédimentaire

Les critères sont les suivants :

- observation vidéo de substrat sédimentaire
- index topographique proche de 0
- fond à faible retour énergétique (zone mosaïque sonar à contraste claire)
- absence de détection d'herbier par le SACLAF

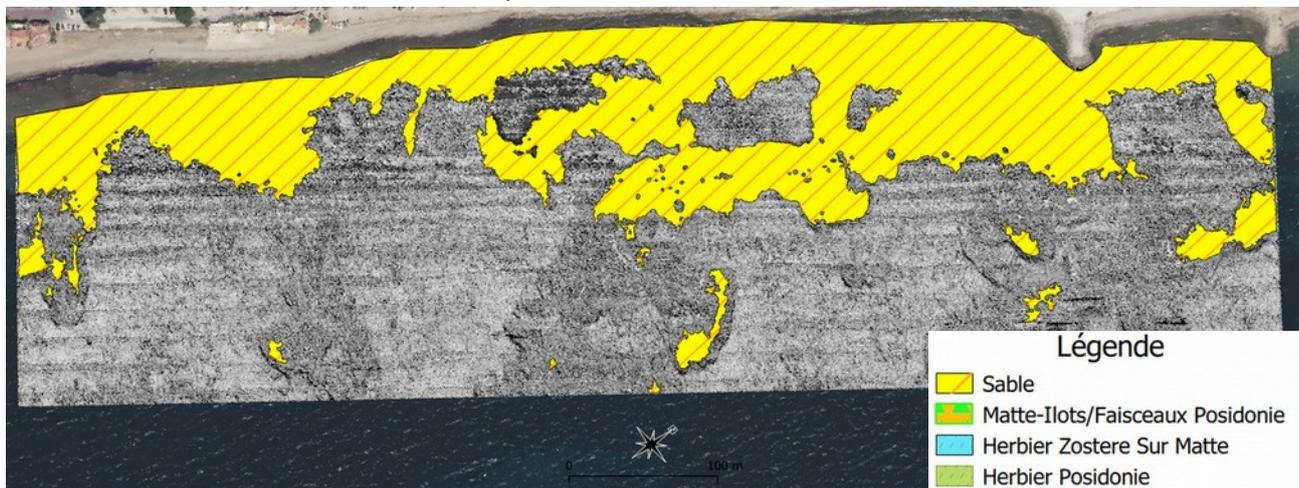
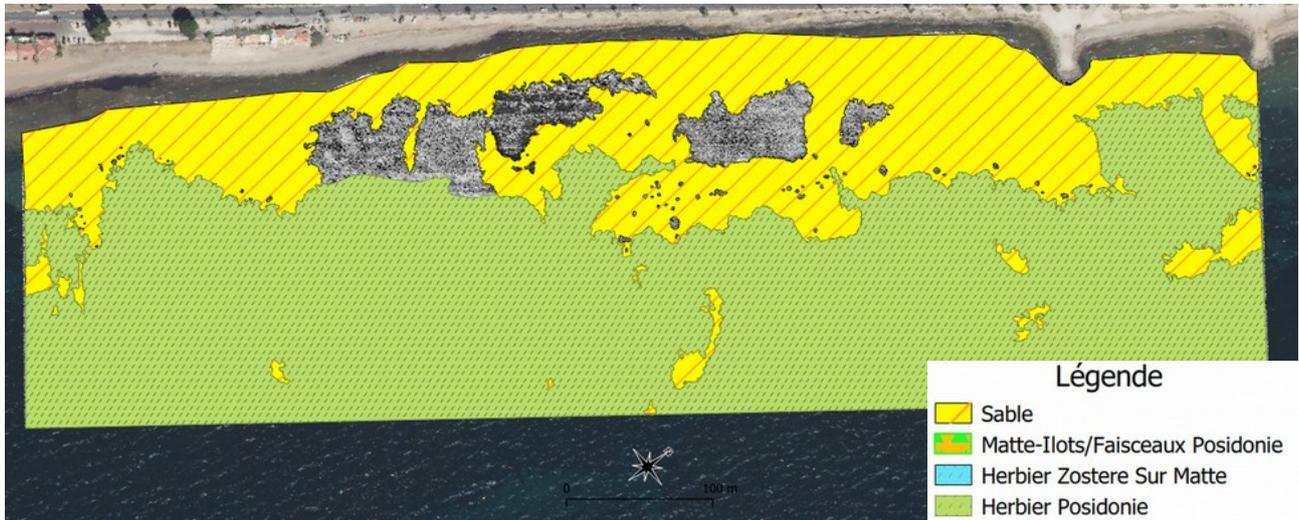


Figure 37 : Les contours :
du sédiment

X.2) Détermination des zones d'herbiers dense de posidonies

Les critères sont les suivants :

- observation vidéo des herbiers
- index topographique fort
- fond à fort retour énergétique (zone de la mosaïque sonar à contraste sombre)
- détection d'herbier par le SACLAF



**Figure 38 : Les contours :
du sédiment
des herbiers denses de posidonies**

X.3) Détermination des zones de matte avec présence d'îlots / faisceaux de posidonies

Les critères sont les suivants :

- observation vidéo de mattes avec présence d'îlots ou de faisceaux de posidonies
- index topographique fort
- fond à fort retour énergétique (zone de la mosaïque sonar à contraste sombre)
- détection d'herbier très ponctuelle par le SACLAF



**Figure 39 : Les contours :
du sédiment
des herbiers denses de posidonie s
des mattes avec présences de faisceaux / îlots d'herbiers de posidonies**

X.4) Détermination d'une zone particulière ne répondant pas au critère standard

Il subsiste une zone qui ne répond pas aux critères précédents dont l'intensité sonar est anormalement élevée et où la vidéo montre un tapis végétal qui recouvre le fond.

X.4.a) Mise en évidence des zones non identifiées par les algorithmes standard

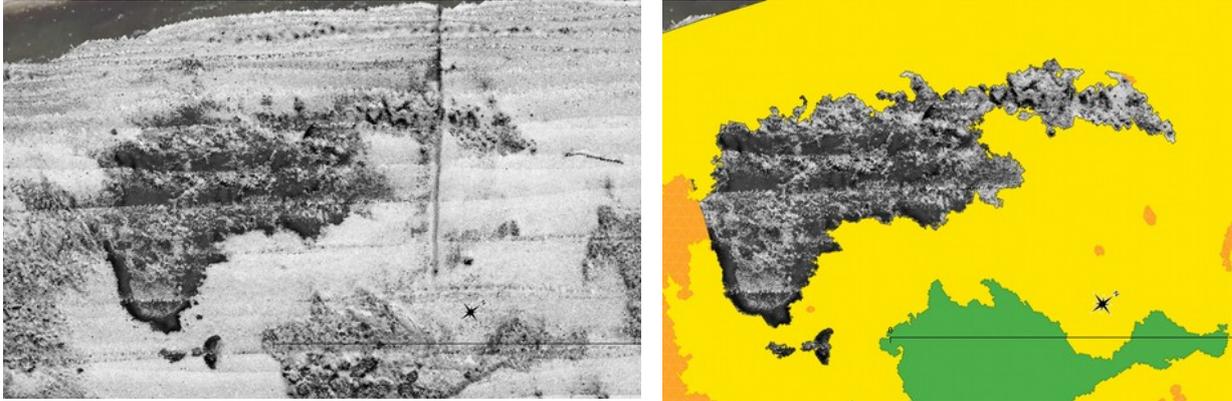


Figure 40 :

A gauche :
Détail mosaïque sonar

A droite :
Les contours précédemment déterminés :
du sédiment (en jaune)
des herbiers denses de posidonie (en vert)
des mattes avec présences de faisceaux / îlots d'herbiers de posidonies (en orange)

X.4.b) Analyse des données disponibles

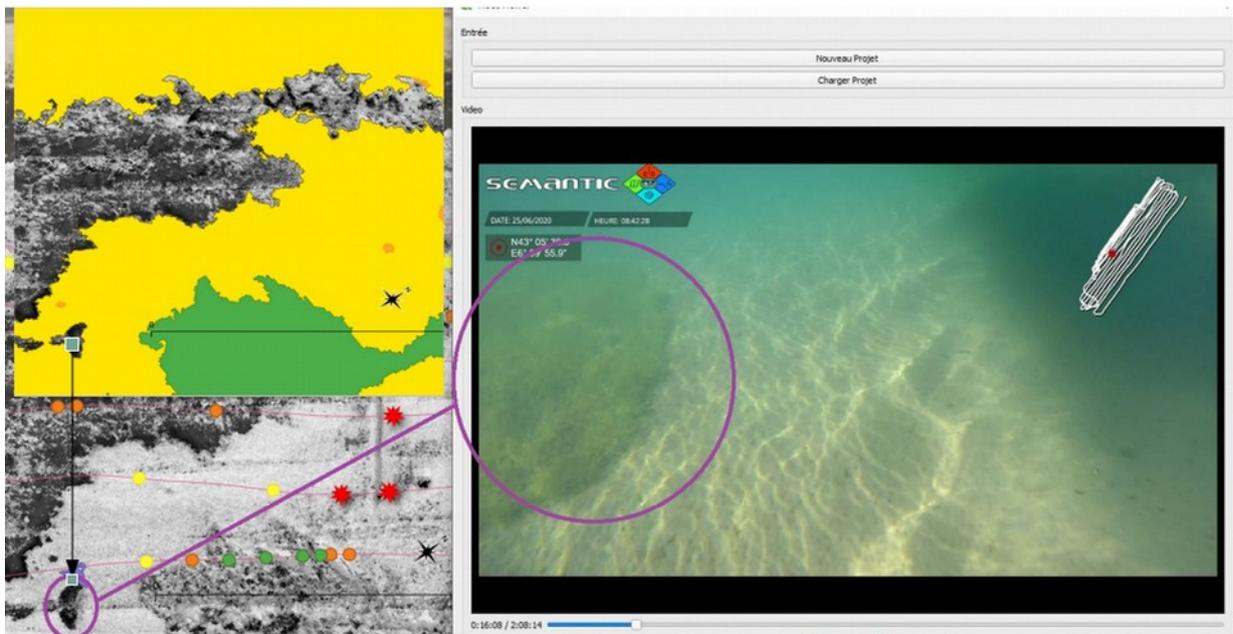


Figure 41 : Détection d'un herbier isolé bien délimité avec un très fort contraste au sonar



Figure 42 : Détection d'un herbier continu sur matte et sable avec un très fort contraste au sonar

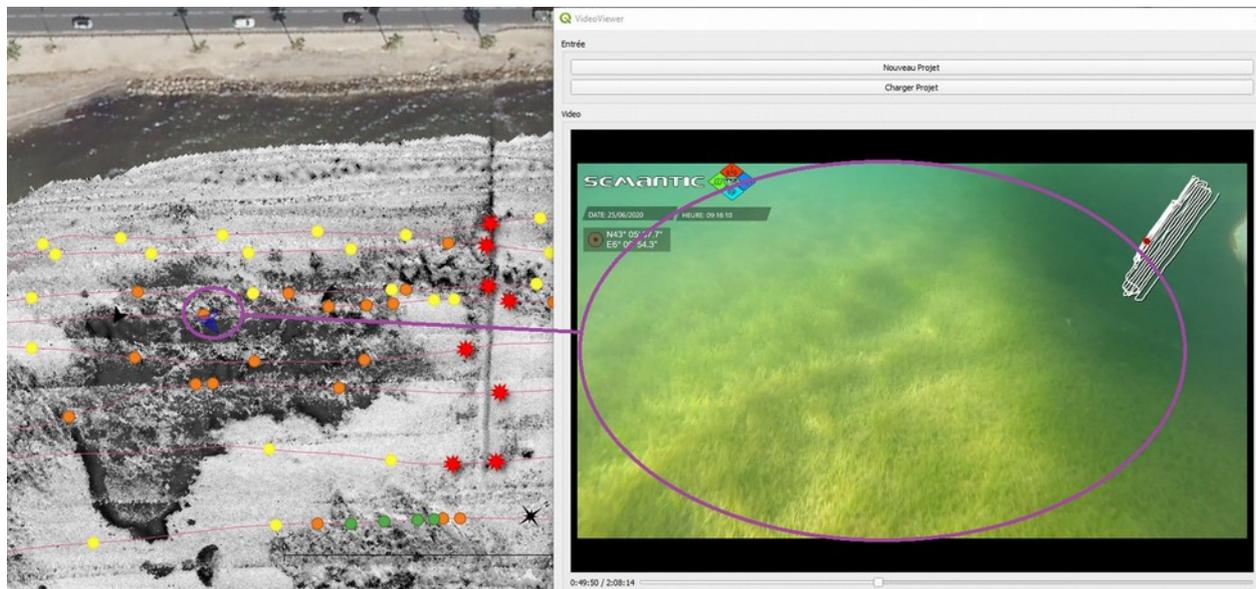


Figure 43 : Détection d'un herbier continu sur matte et sable avec un très fort contraste au sonar

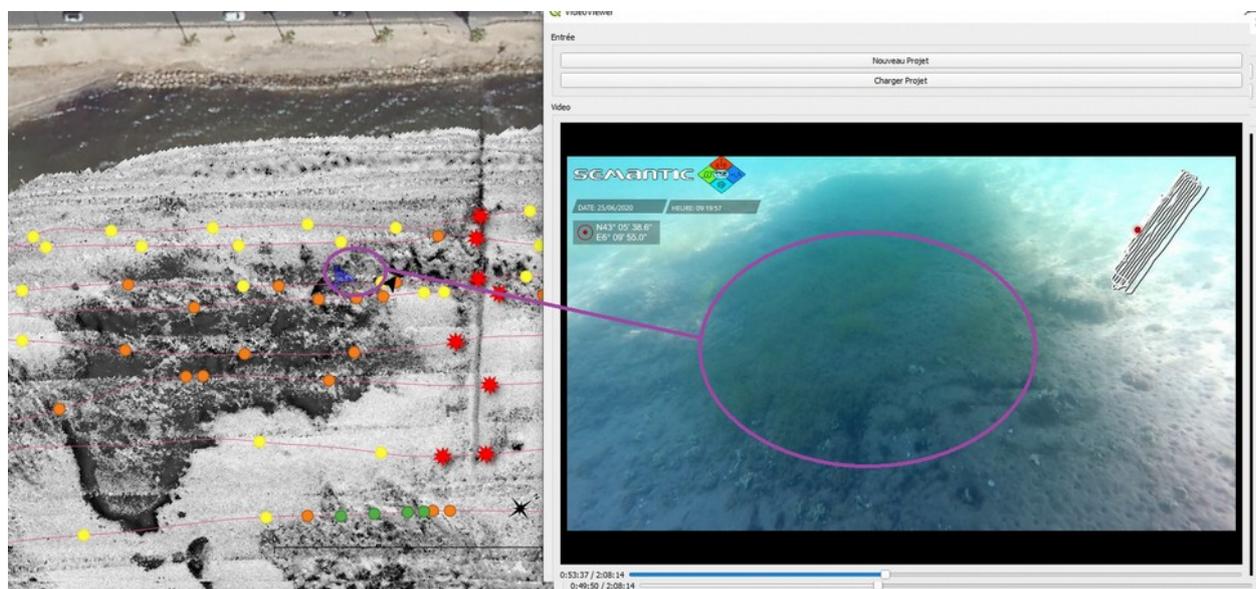
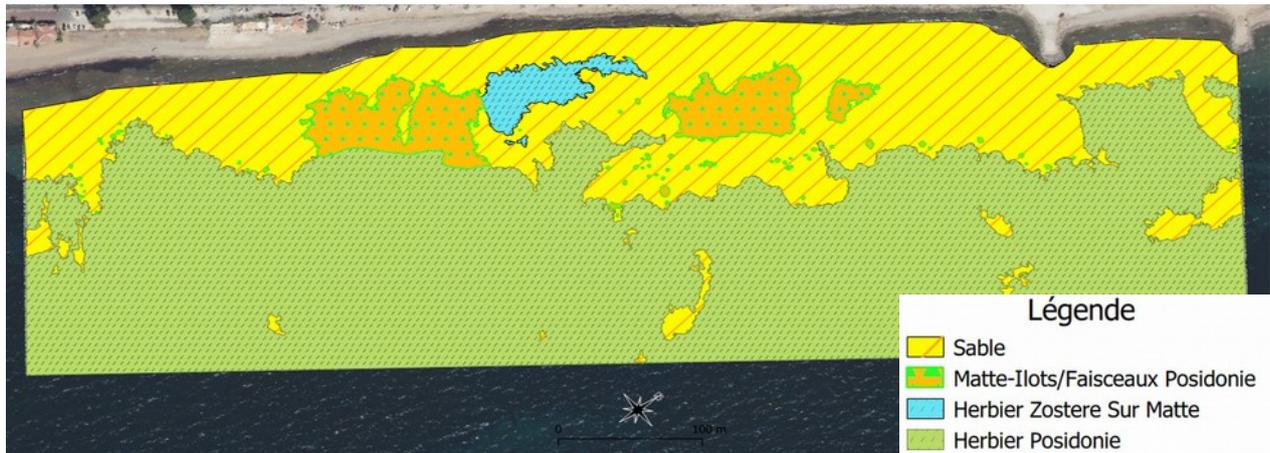


Figure 44 : Détection d'un herbier peu dense sur matte et sable avec un très fort contraste au sonar

X.4.c) Délimitation de la structure particulière au sein de la zone



**Figure 45 : Les contours :
du sédiment sableux
des herbiers denses de posidonie
des mattes avec présences de faisceaux / îlots d'herbiers de posidonie
un herbier continu à éparses sur les bords**

La nature de cette structure reste à déterminer et nécessite une analyse plus avancée

X.4.d) Identification de l'espèce de la zone

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

La distinction entre cymodocées et zostères ne peut pas se faire à l'œil, tant elles se ressemblent. L'identification est réalisée à l'aide d'une binoculaire.



Figure 46 : Identification *Cymodocea nodosa* / *Zostera noltii*. A gauche : Bords dentelés (Cymodocée)

Les herbiers présents sur le secteur du Ceinturon peuvent donc correspondre à des herbiers de *Cymodocea nodosa*, comme cela est fort probable car en mer ouverte, mais ils peuvent aussi correspondre à des herbiers de *Zostera noltii* ou des herbiers mixtes de *Cymodocea nodosa*/*Zostera noltii*

Ces deux espèces ont des comportements similaires, se ressemblent fortement et sont des espèces protégées bénéficiant du même degré de protection.

Il n'est donc pas essentiel d'un point de vue fonctionnel d'en faire la distinction et dans le cadre de cette étude, nous traiterons tous les herbiers.

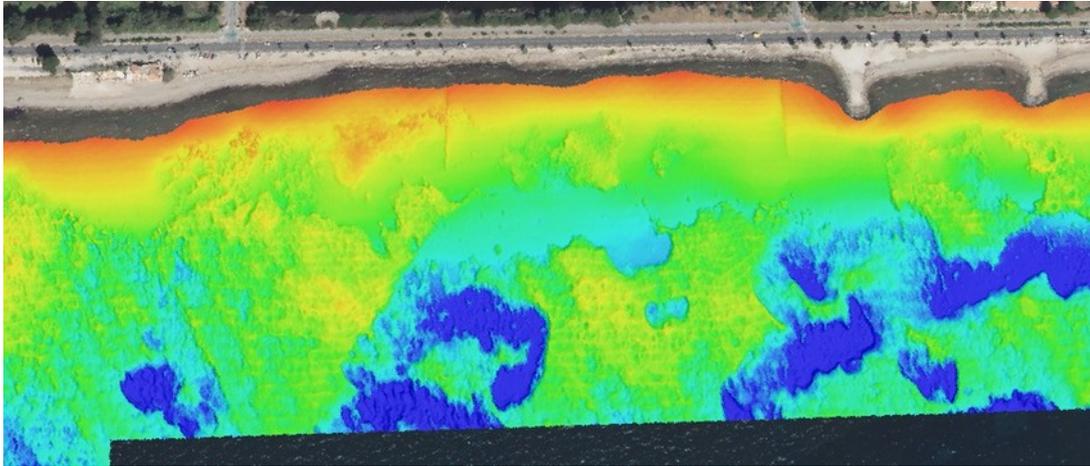
Toutefois, un prélèvement de magnoliophyte, dans le secteur d'étude a été réalisé et identifié. Il s'agit de *Zostera noltii*.

Figure 47 : Identification *Zostera noltii* (Bords lisses observés)

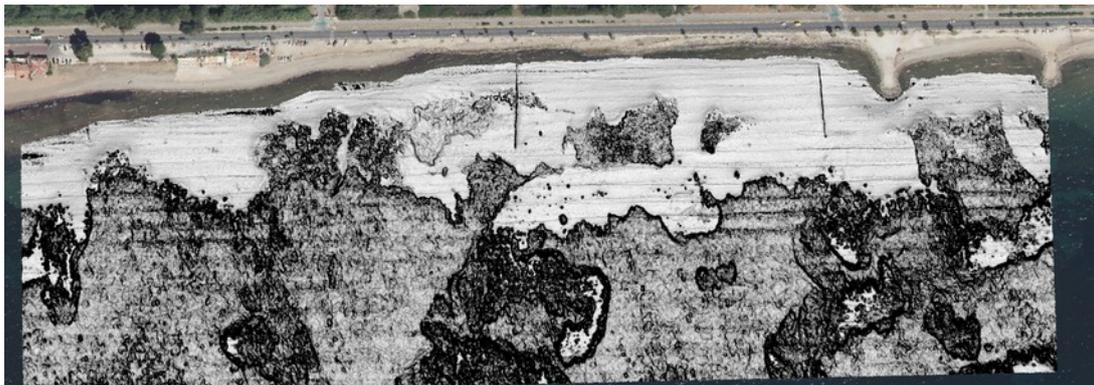


XI. CONCLUSION – CARTOGRAPHIE DES BIOCÉNOSES

La mise en œuvre d'un sondeur bathymétrique haute résolution permet de connaître la bathymétrie très précise de la zone et d'en extraire les informations relatives aux limites topographiques.

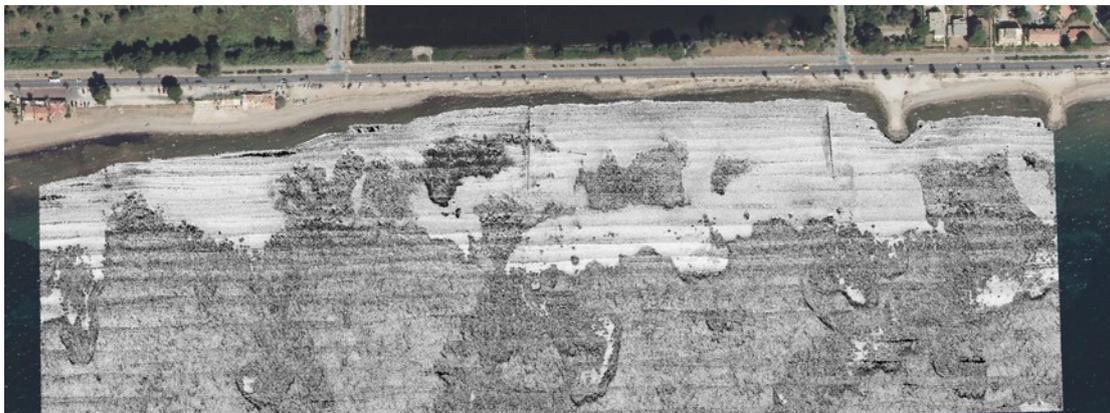


Bathymétrie de la zone



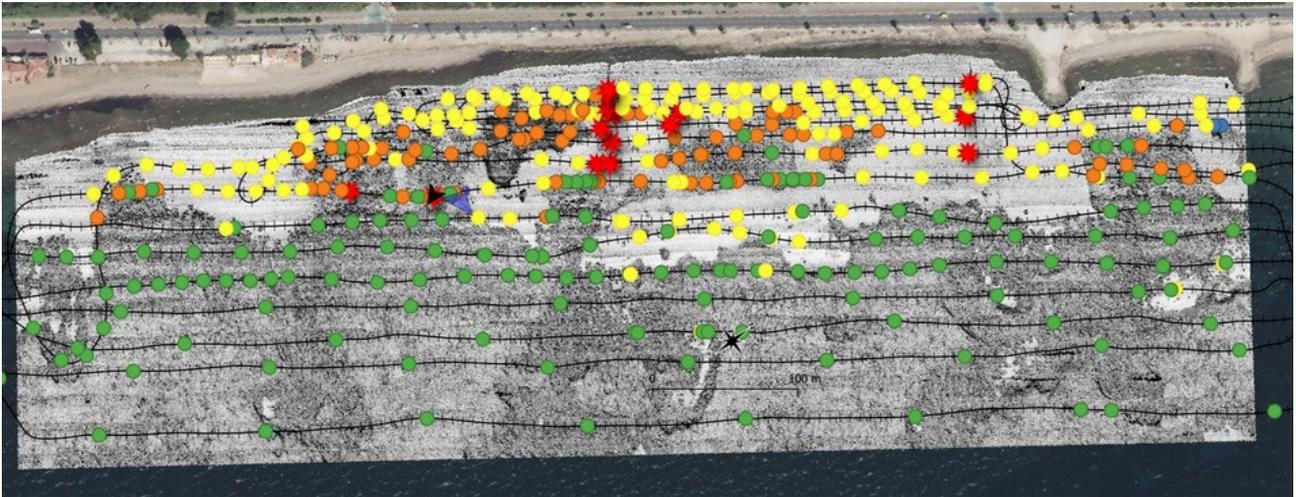
Algorithme de détection de changement

Complétée par une mesure au sonar latéral et l'amélioration de la donnée par injection des données bathymétriques, une mosaïque sonar permet de déterminer des zones acoustiques homogènes.



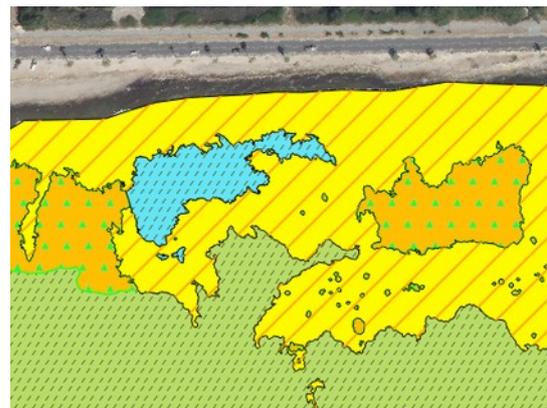
Mosaïque sonar de la zone

Dans un dernier temps pour classifier ces zones homogènes, l'ajout de données issues du système de classification des fonds et les données vidéos permet l'interprétation de la zone en termes de répartition des biocénoses.



Point de classification issue du SACLAF et du système ENO de SEMANTIC

Finalement la fusion de toutes ces informations au sein d'un algorithme supervisé permet d'établir une segmentation labellisée de la zone établissant ainsi une cartographie des biocénoses de la zone.

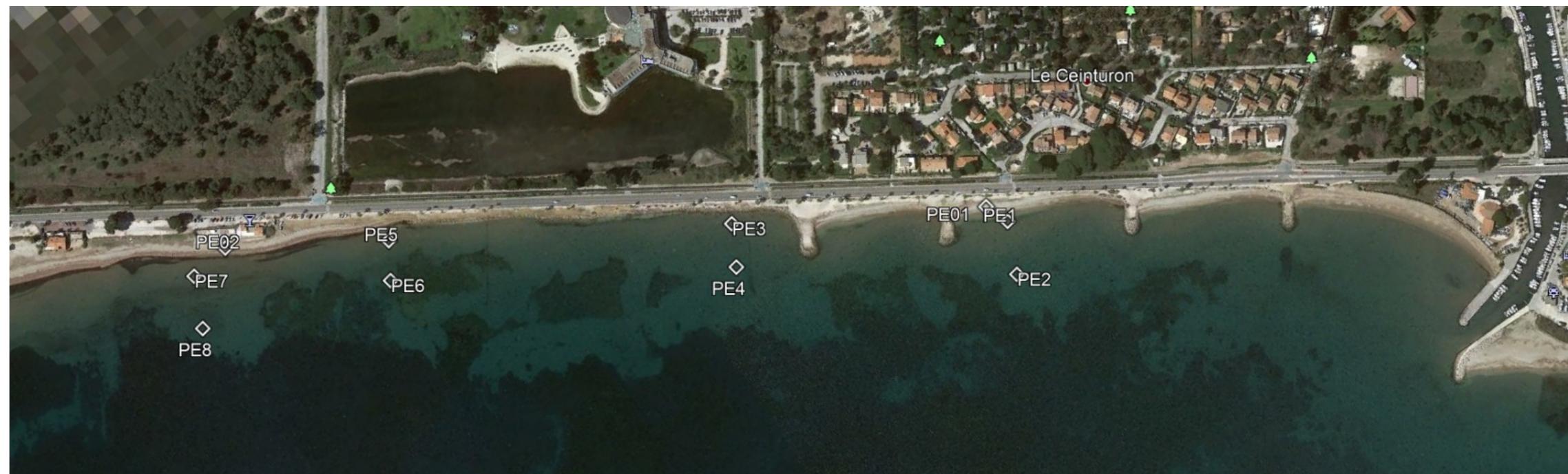


Exemple de résultat de la segmentation semi-automatisée sur une zone de l'aire d'étude

Légende

-  Sable
-  Matte-Ilots/Faisceaux Posidonie
-  Herbier Zostere Sur Matte
-  Herbier Posidonie

LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS SEDIMENTAIRES





Levé réalisé le 07/04/2020

Commune : Hyères
Lieu : Plage du Ceinturon | Planche 1/1

Coordonnées de la Station Fixe - WGS84 :
Longitude : 6.1610132912 *
Latitude : 43.0855293198 *
Hauteur : 51.20

Matériel utilisé : GPS LEICA - Station fixe
Mini SVS - Valeport
CODA OCTOPUS FS 185+
KONIGBERG GS+

Système géodésique : RGF93
Ellipsoïde : IAGRS80
Projection : LAMBERT93 - 2154

Référence Altimétrique : NGF
Port de référence : NA
Côte ZHérel : NA
Publication de la côte : NA

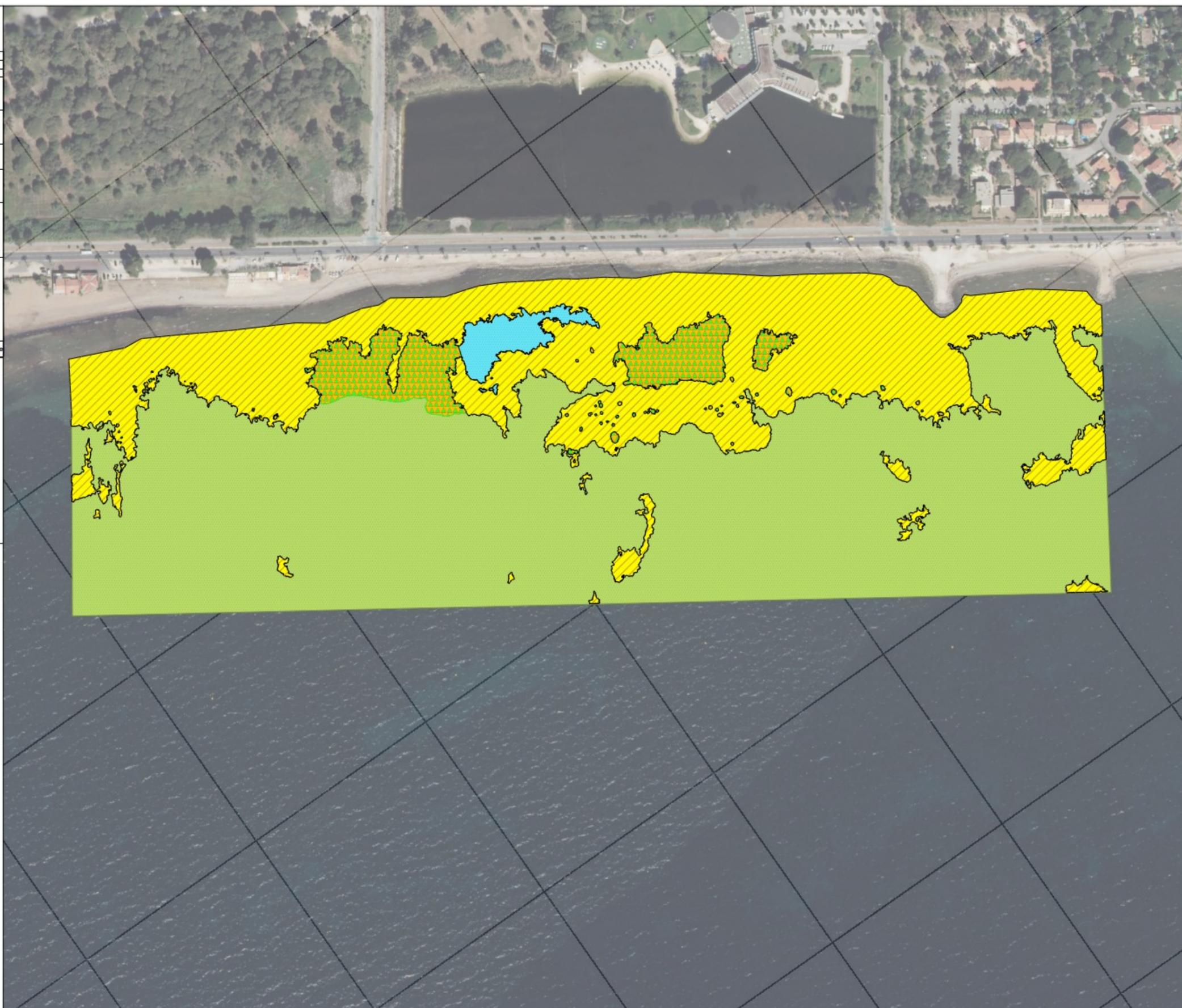
Index	Date	Modification apportées	Auteur
0	06/07/2020	Initiale	MARCHETTI Simon

Commentaires :

Référence interne : R/20/061/SM | Référence client : Marché n° 19P112 | Echelle: 1/ 1000

Légende

- Sable
- Matte-Îlots/Faisceaux Posidonie
- Herbière Zostere Sur Matte
- Herbière Posidonie





Levé réalisé le 07/04/2020

Commune : Hyères
Lieu : Plage du Ceinturon Planche 1/1

Coordonnées de la Station Fixe - WGS84 :
Longitude : 6.1610132912 °
Latitude : 43.0855293198 °
Hauteur : 51.20

Matériel utilisé : GPS LEICA - Station fixe
Mini SVS - Valeport
CODA OCTOPUS FS 185+
KONGBERG GS+

Système géodésique : RGF93
Ellipsoïde : IAGRS80
Projection : LAMBERT93 - 2154

Référence Altimétrique : NGF
Port de référence : NA
Côte Zéphir : NA
Publication de la côte : NA

Indice	Date	Modification apportées	Auteur
0	06/07/2020	Initiale	MARCHETTI Simon

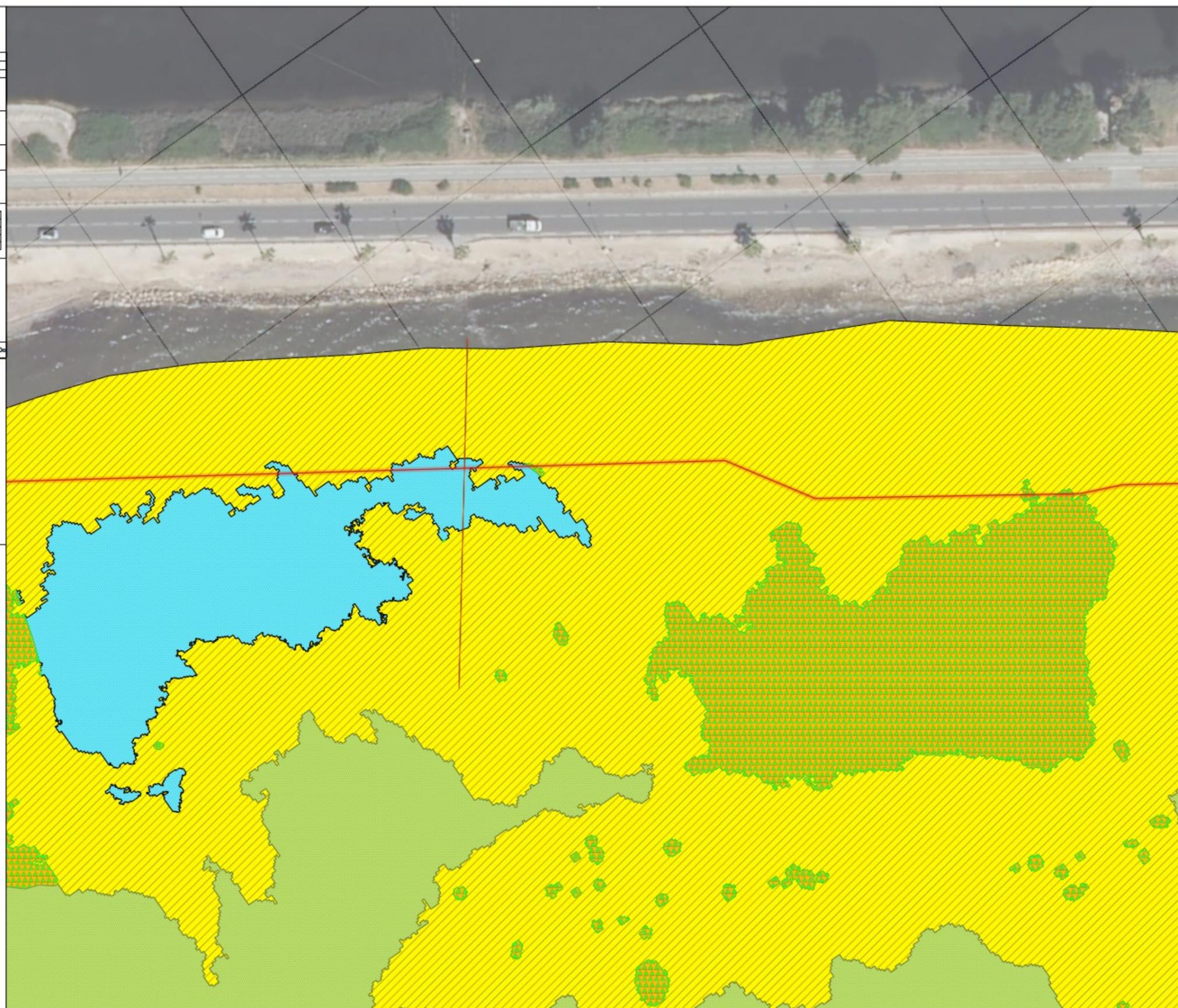
Commentaires :

Référence interne : R/20/061/SM
Référence client : Marché n° 19P112

Echelle: 1/ 2500

Légende

-  Sable
-  Matte-Ilots/Faisceaux Posidonie
-  Herbier Zostere Sur Matte
-  Herbier Posidonie





Levé réalisé le 27/04/2020

Commune : Hyères
Lieu : Plage du Ceinturon Planche 1/1

Coordonnées de la Station Fixe - WGS84 :
Longitude : 6.1610132912 °
Latitude : 43.0855293198 °
Hauteur : 51.20

Matériel utilisé : GPS LEICA - Station fixe
Mini SVS - Valeport
CODA OCTOPUS FS 185+
KONGBERG GS+

Système géodésique : RGF93
Ellipsoïde : IAGRS80
Projection : LAMBERT93 - 2154

Référence Altimétrique : NGF
Port de référence : NA
Côte Z-haut : NA
Publication de la côte : NA

Indice	Date	Modification apportées	Auteur
0	06/07/2020	Initiale	MARCHETTI Simon

Commentaires :

Référence interne : R/20/061/SM Echelle: 1/1750e
Référence client : Marché n° 19P112

Légende

Ortho IGN - 2017 - 20cm

Bathymétrie

- 5
- 4.75
- 4.5
- 4.25
- 4
- 3.75
- 3.5
- 3.25
- 3
- 2.75
- 2.5
- 2.25
- 2
- 1.75
- 1.5
- 1.25
- 1
- 0.75
- 0.5
- 0.25
- 0

Isobathies

- 1.0 m
- 0.5 m

