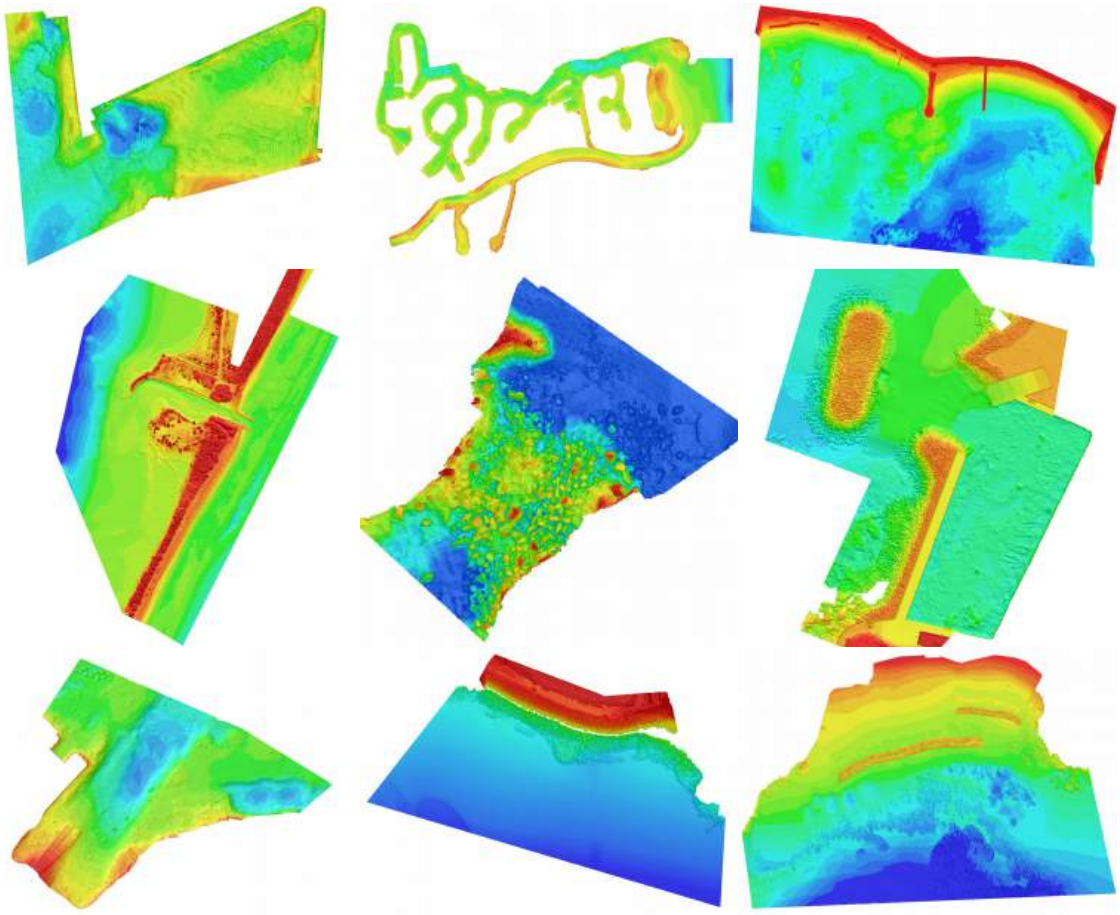
RAPPORT DE MISSION

Levé bathymétrique
Topographie par photogrammétrie aérienne
Prélèvements sédimentaires et Stations de vitalité herbier
Plages de Bandol



Destinataire	Mairie de Bandol / ICTP
Rédacteur	BAUER Eric
Ref. SEMANTIC	N° R/22/015/EB du 22/02/2022
Ref. Client	

RAPPORT – MISSION

Évolution du document

Date	Référence	Évolution
22/02/2022	R/22/015/EB	Version initiale

Autre document relatif à cette étude

Version N°	Date	Référence	Évolution

Contrôle Administratif - Vérifié par :		Contrôle Qualité - Vérifié par :	
Nom :	SIGNORET Sandra	Nom :	TEMMOS Jean-Marc
Fonction :	Assistante Direction	Fonction :	Directeur
Date :	22/02/2022	Date :	22/02/2022

Portée du document
Ce document est confidentiel. Sa diffusion est limitée à la direction de SEMANTIC TS, et au client qui s'engage à ne pas en diffuser le contenu sans son accord écrit.

SEMANTIC TS Bureau d'Etudes en Environnement Océanographie Acoustique Sous- Marine
S.A.R.L. au capital de 58 000 Euros - SIREN N°390 110 781 - SIRET N°390 110 781 000 31 - APE N°7490B
1142 chemin Saint Roch Quartier La Baou 83110 SANARY SUR MER - Tel : 04 94 88 24 58 - Fax : 09 55 78 63 12
e-mail : contact@semantic-ts.fr http://semantic-ts.fr

SOMMAIRE

.I. Introduction 5
.I.1) Objectifs de la mission 5

.II. Descriptif des levés 6
.II.1) Relevé de l'échelle de marée 6

.III. Moyens et méthodologie des acquisitions bathymétriques 6
.III.1) Équipe 6
.III.2) Moyens matériels 6
.III.3) Logiciels 7
.III.4) Chaîne de mesures 8
.III.5) Installation de la base GPS de référence 8

.IV. Calibration du système mono-faisceau 9
.IV.1) Offset d'installation GNSS → sondeur 9

.V. Moyens et méthodologie des acquisitions topographiques 10
.V.1) Équipe 10
.V.2) Instrumentation 10
.V.3) Logiciels 10
.V.4) Principe de la méthode 11
.V.5) Déroulement des opérations 12
.V.6) Mode opératoire des traitements photogrammétriques 15

.VI. Résultats du traitement photogrammétrique – Vallat / Casino 17
.VI.1) Données d'entrées 17
.VI.2) Paramètres de computation 19

.VII. Résultats du traitement photogrammétrique – Renécros 20
.VII.1) Données d'entrées 20
.VII.2) Paramètres de computation 22

.VIII. Résultats du traitement photogrammétrique – Centrale 23
.VIII.1) Données d'entrées 23
.VIII.2) Paramètres de computation 25

.IX. Traitements spécifiques – Coupes topo-bathymetriques 26
.IX.1) Fusion des données bathymétriques et topographiques 26
.IX.2) Coupes des modèles bathymétriques et lithographiques 26
.IX.3) Résultats des coupes topo-bathymétriques 26
.IX.4) Grand Vallat 27
.IX.5) Casino 28
.IX.6) Centrale 29
.IX.7) Renécros 29

.X. Moyens et méthodologie des prélèvements sédimentaires 31
.X.1) Équipe 31
.X.2) Conditions et méthode de prélèvements 31
.X.3) Localisation 31
.X.4) Illustrations et remarques 32

.XI. Résultats des analyses granulométriques 35
.XI.1) Grand Vallat – E1 36
.XI.2) Grand Vallat – E2 37
.XI.3) Casino – E1 38
.XI.4) Casino – E2 39
.XI.5) Centrale – E1 40
.XI.6) Centrale – E2 41
.XI.7) Renécros – E1 42
.XI.8) Renécros – E2 43

.XII. Moyens, méthodologie et résultats des observations subaquatiques.....44
.XII.1) Équipe.....44
.XII.2) Moyens matériels.....45
.XII.3) Méthodologie pour le suivi de la vitalité de l'herbier de posidonies.....46
.XII.4) Compte rendu de mission.....48
.XII.5) Atlas photographique.....49
.XII.6) Observations sur les stations : Mesures de la vitalité de l'herbier de posidonies.....50
.XII.7) Synthèse & Conclusions.....62

.XIII. Rendus cartographiques.....64

.I. INTRODUCTION

SEMANTIC TS a déployé son drone RTK dédié à la captation haute résolution pour la photogrammétrie aérienne pour la réalisation de travaux de topographie et son navire de mesure équipé d'un sondeur mono-faisceau sur le littoral de Bandol. Les mesures suivantes ont été réalisées le :

- 24/01/2022 – Bathymétrie et photogrammétries
- 04/02/2022 – Prélèvements sédimentaires
- 28/03/2022 – Mesures et observations de la vitalité de l'herbier de posidonies

Ce rapport présente les travaux de levés et de traitement des données, ainsi que les cartographies obtenues. Le rapport de post traitement des données GNSS est disponible dans le document « ANNEXE_PT_GNSS.pdf » de la livraison.

.I.1) Objectifs de la mission

L'objectif des présents travaux était de réaliser dans la zone d'étude :

- Un levé topographique par photogrammétrie aérienne
- Des profils bathymétriques
- Des prélèvements et analyses sédimentaires
- Des stations d'observations de la vitalité de l'herbier de posidonies



Figure 1 : Zones d'études

.II. Descriptif des levés

.II.1) Relevé de l'échelle de marée

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

.III. Moyens et méthodologie des acquisitions bathymétriques

.III.1) Équipe

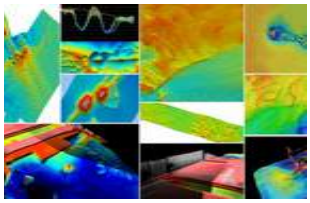
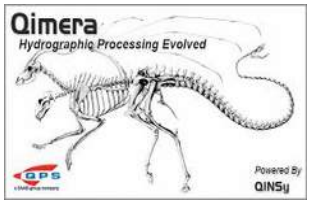
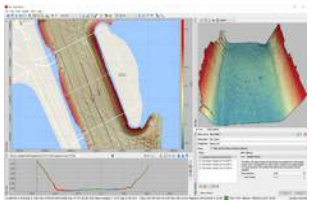
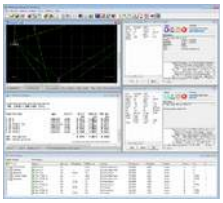
Chef de projet :	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	ROULLE	Maël	Technicien hydrographe

.III.2) Moyens matériels

.III.2.a) Instrumentation

PITCHOUN	KAYAK Instrumenté rigide	Vidéo sous marine Sondeur mono-faisceau SACLAF	
PA500	TRITECH	Mono-faisceau	
HMA325	HEMISPHERE	DGPS RTK multi constellation	
1230+GNSS AS10	LEICA	DGNSS RTK multi constellation	
MiniSVS	VALEPORT	Célérimètre de coque	
MiniSVS-P	VALEPORT	Profileur de célérité	

.III.3) Logiciels

QINSY	QPS		Acquisition, navigation et traitement de mesure océanographique
QIMERA	QPS		Traitement de mesure océanographique
AUTOCLEAN	BEAMWORX		Traitement de nuage de point
GRAFNET	NOVATEL	NovAtel	Post-traitement de base et réseaux GNSS
GRAFNAV	NOVATEL		Post-traitement de mobile GNSS
AUTOCAD MAP V2020	ADOBE		CAO, SIG
QGIS LTR 3.10	QGIS		Système d'information Géographique
SEAWATCHER	SEMANTIC TS		Plate-forme web de visualisons de nuage de points en 3D

.III.4) Chaîne de mesures

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

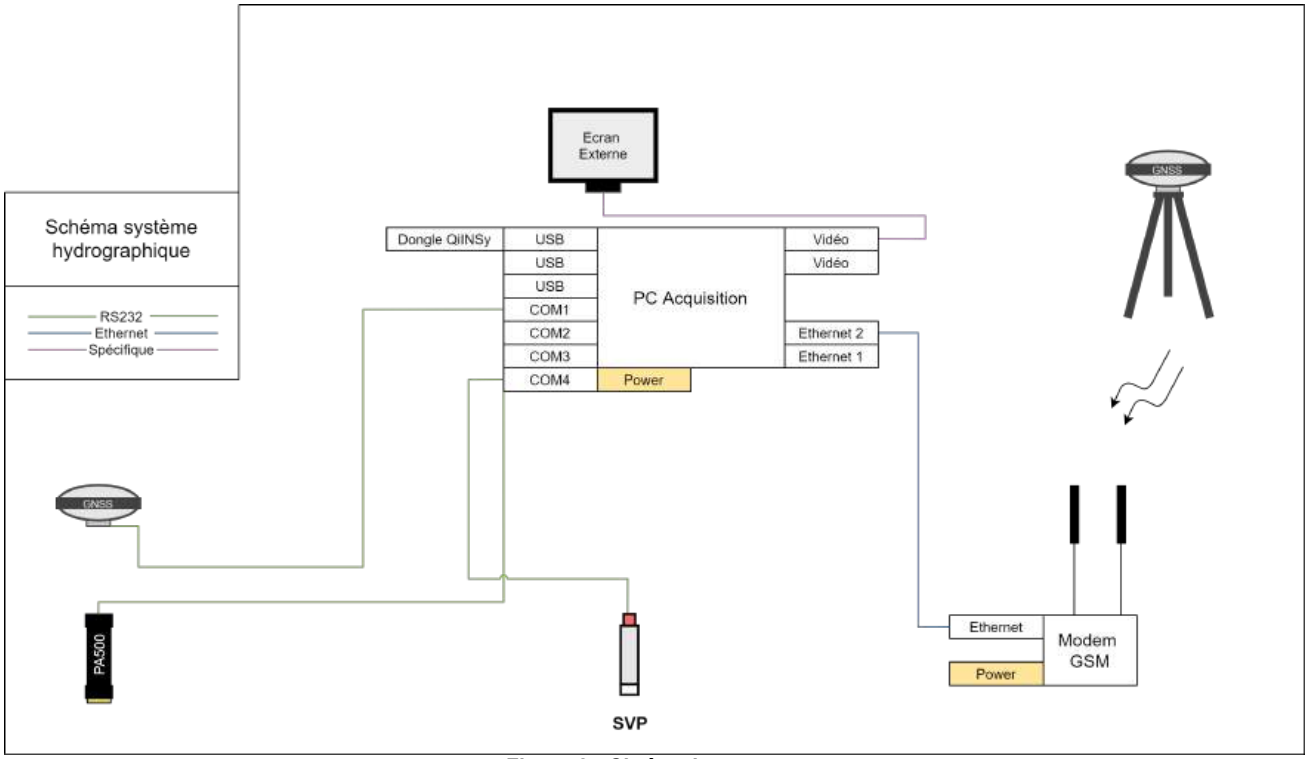


Figure 2 : Chaîne de mesures

.III.5) Installation de la base GPS de référence

Le détail des traitements GPS est disponible dans l'annexe « ANNEXE_PT_GNSS.pdf ».

.IV. Calibration du système mono-faisceau

Montage de l'ensemble positionnement/acoustique sur une pièce mécanique placée sur le côté du navire.



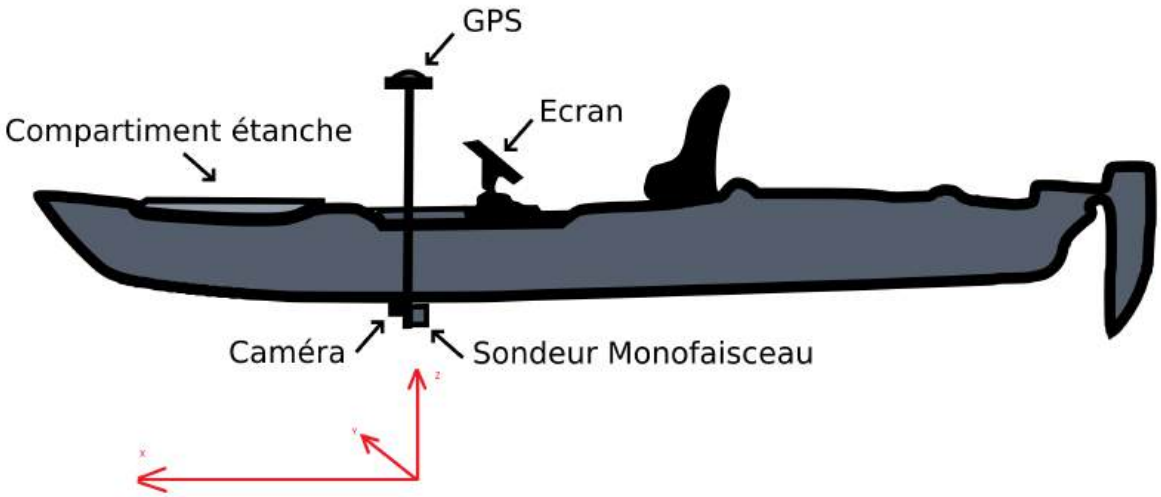


Figure 3 : Convention des axes du navire pour les explications

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.

.IV.1) Offset d'installation GNSS → sondeur

DX	DY	DZ
0	0	-1.017m

.V. Moyens et méthodologie des acquisitions topographiques

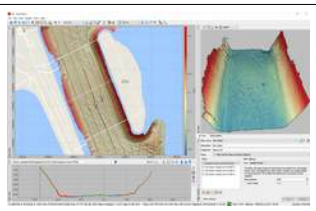
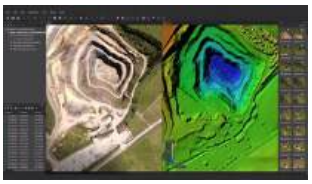
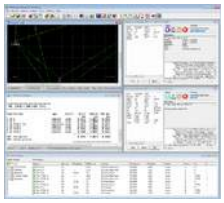
.V.1) Équipe

Chef de projet :	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Pilote de drone:	COQUET	Michel	Ingénieur Arts et métiers
Opérateurs/pilotes:	PAYENCHET	Aimy	Technicien hydrographe

.V.2) Instrumentation

GNSS GS15	LEICA	DGNSS RTK multi constellation	
GS10	LEICA	DGNSS RTK multi constellation	
LIBECCIU	Drone Aérien pour la photogrammétrie Phantom 4 RTK	Prise de vue aérienne Photogrammétrie Positionnement RTK / PPK	
GPCs	Points de contrôle géotaggués	Détection automatique de cibles géotagguées	

.V.3) Logiciels

AUTOCLEAN	BEAMWORX		Traitement de nuage de point
METASHAPE	AGISOFT		Traitement photogrammétrique
GRAFNAV	NOVATEL		Post-traitement de mobile GNSS

.V.4) Principe de la méthode

La photogrammétrie est une technique qui consiste à effectuer des mesures dimensionnelles dans les trois directions de l'espace, en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents.

Le temps de traitement des données est directement fonction du nombre de clichés constituant la mesure. La durée du traitement dépend donc directement du nombre de clichés (taille de la zone) ainsi que des paramètres de résolutions/précisions attendus. Si une bathymétrie a eu lieu dans le cadre du même projet, les données issues de la photogrammétrie sont fusionnées avec les données bathymétriques multi-faisceaux au sein d'un unique modèle de terrain topo-bathymétrique.

Le modèle numérique de terrain est établi en fusionnant les données de la photogrammétrie aérienne et celles de la bathymétrie.

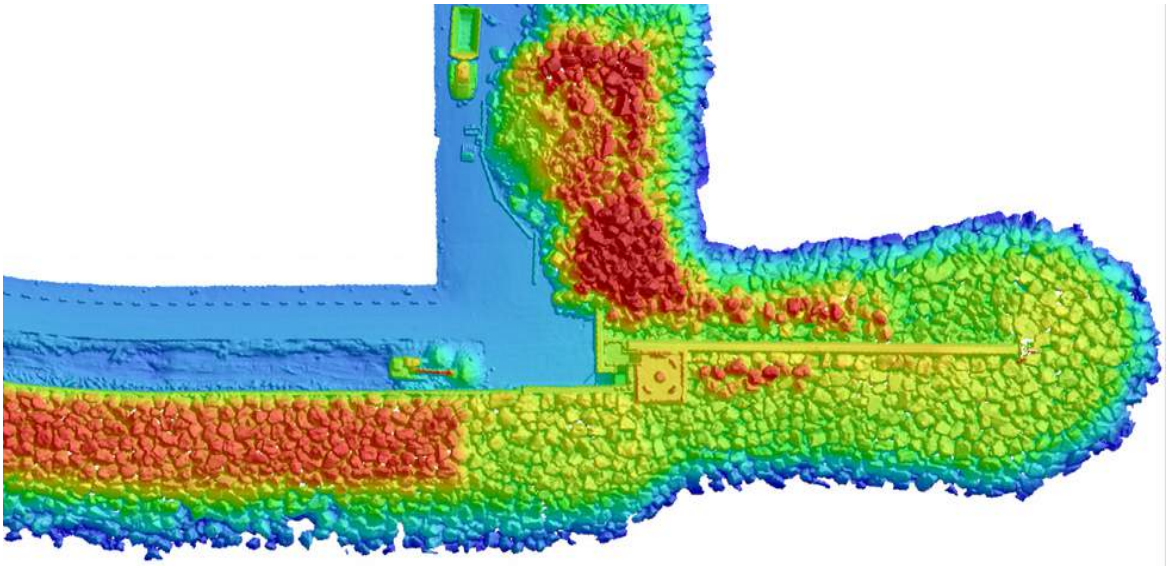
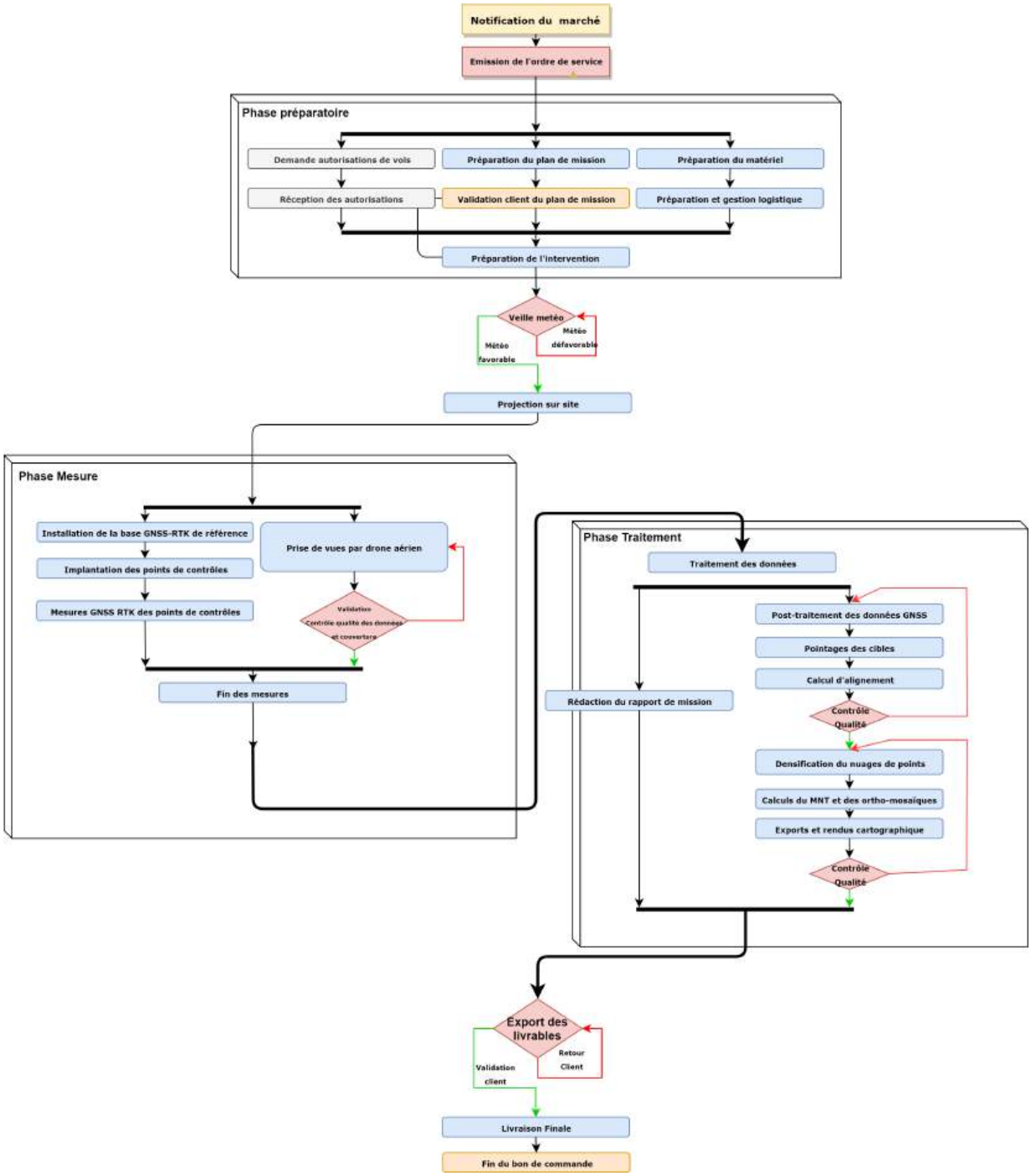


Figure 4 : Principe de la photogrammétrie

.V.5) Déroulement des opérations

.V.5.a) Synoptique acquisition photogrammétrique



.V.5.b)Installation d'une antenne GNSS RTK

Lors de l'arrivée de l'équipe de SEMANTIC TS sur le lieu des travaux, elle installe une station DGNSS RTK fixe. Celle-ci enregistre les observations brutes des GPS et transmet les corrections au système mobile réalisant les points de contrôles au sol.



Figure 5 : Base GPS RTK fixe Leica 1230

Cette station permet de créer un point de référence de précision centimétrique en calculant sa position à partir du réseau RGP de l'IGN. SEMANTIC TS utilisera les stations les plus proches afin d'effectuer le rattachement de ce point au réseau IGN (WGS84 et Lambert 93 – NGF IGN 69).

.V.5.c)Marquage au sol de la zone ou installation des points de contrôle GPC

La zone de levé est alors marquée au moyen de croix ou par le biais d'installation de cibles géotaguées. Les cibles sont disposées de manière uniforme sur la zone afin de minimiser les erreurs de reprojection du modèle dans le monde réel.



Figure 6 : Cible géotaguées et marquage de cibles

.V.5.d)Arpentage de la zone

Les coordonnées des cibles en X/Y/Z sont levées au moyen d'un DGNSS RTK mobile. Ce levé permet de projeter le modèle tridimensionnel dans le monde réel géographique (orientation, facteur d'échelle…).



Figure 7 : Levé topographique de cibles géotaguées et cibles

.V.5.e)Réalisation des prises de vue pour la photogrammétrie

Les plans de vols pour la réalisation de modèles photogrammétrique sont réalisés selon l'état de l'art, c'est-à-dire selon un protocole de prises de vues croisées orthogonales. L'altitude des vols dépend de la résolution et de la précision recherchées pour le projet mais aussi des contraintes de site (obstacles : mats, pilonne, falaises. Réglementation : vol interdit à plus d'une certaine altitude. Les vols sont en général effectués entre 20 m et 40 m au-dessus du sol.

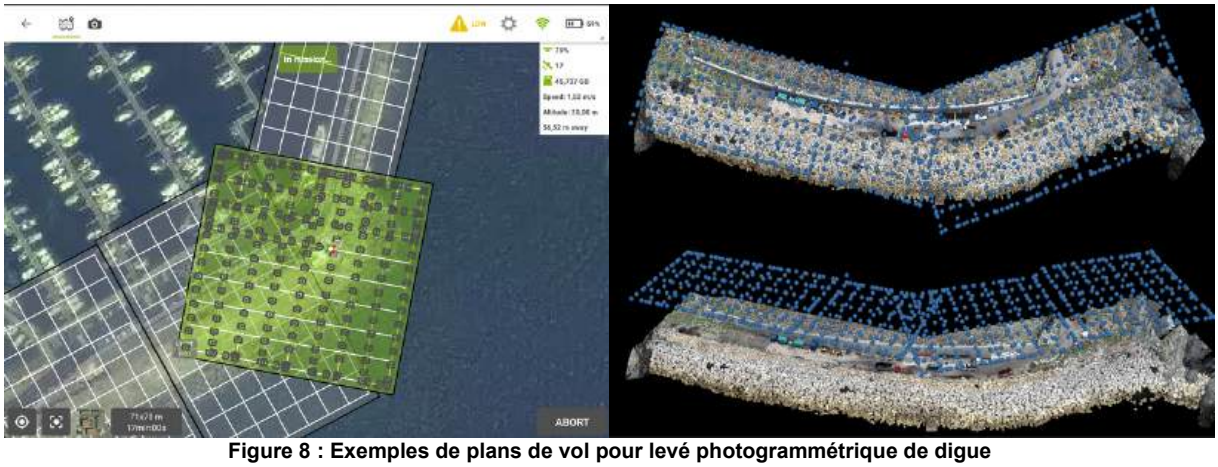


Figure 8 : Exemples de plans de vol pour levé photogrammétrique de digue

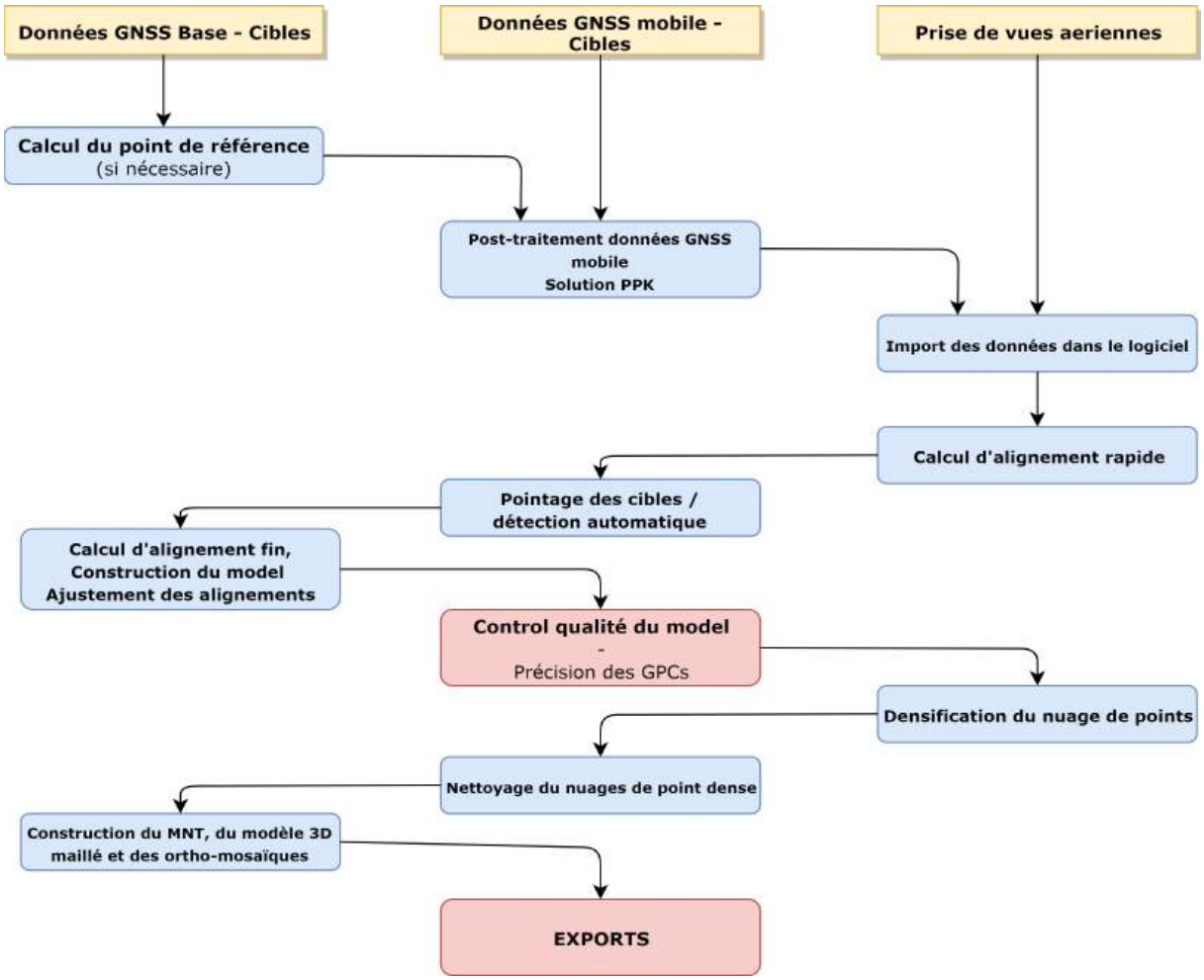
Lors du vol l'opérateur effectue un contrôle temps réel des prises de vues et de la mise en sécurité des personnes et des biens sur les zones survolées.



Figure 9 : Contrôle du drone

.V.6) Mode opératoire des traitements photogrammétriques

.V.6.a) Synoptique traitement photogrammétrique



.V.6.b) Alignement des photos



Figure 10 : Alignement des prises de vue

.V.6.c) Géoréférencement et ajustement du modèle

Pointage des cibles

Les cibles (GPCs) sont pointées de manières semi-manuel ou avec détection automatique (pour les géotaguées) dans chaque prise de vue.

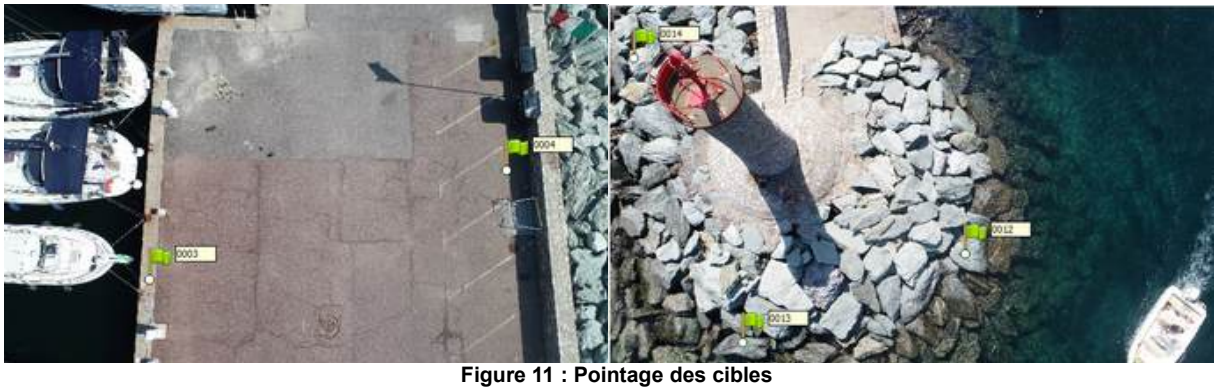


Figure 11 : Pointage des cibles

Estimation et contrôle des erreurs

Un calcul d'alignement fin des caméras est lancé après le pointage des cibles. A l'issue de celui-ci et d'un ajustement du modèle on peut estimer la précision du modèle aux jonctions avec les points de contrôles.

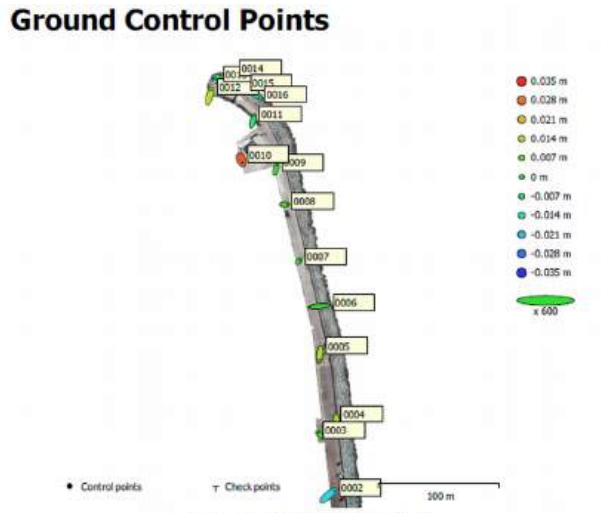


Fig. 3. GCP locations and error estimates.
Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total (m)
15	0.00913146	0.0101564	0.0113343	0.0136578	0.0177483

Table 3. Control points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	Total (m)	Image (pix)
0002	0.0148032	0.0130813	-0.0180835	0.0267818	0.608 (21)
0003	-0.00478713	0.00481689	0.000825142	0.00684105	0.621 (17)
0004	0.00170662	-0.0114388	0.0110122	0.0159696	0.586 (35)
0005	-0.00170491	-0.0154971	0.0122556	0.0198309	0.497 (19)
0006	-0.0253692	-0.00217131	-0.000721021	0.0254721	0.576 (32)
0007	0.00321393	0.0033703	-0.00138025	0.0048573	0.369 (26)
0008	0.0064011	0.000129731	0.00403906	0.00757	0.520 (27)
0009	0.00287659	0.0106615	0.000785324	0.0110706	0.578 (42)
0010	0.00278912	-0.00771139	0.0303469	0.0314353	0.912 (30)
0011	0.00361256	0.0130327	-0.00620843	0.0148811	0.548 (48)
0012	0.00415189	0.0161152	0.0136746	0.0215391	0.622 (31)
0013	-0.00490936	0.000245876	-0.00698399	0.0085404	0.533 (33)
0014	-0.00236135	-0.0139145	0.00268854	0.0143672	0.557 (27)
0015	-0.00953554	-0.00851126	-0.00213506	0.0129586	0.526 (32)
0016	0.0118759	-0.00985209	-0.0100725	0.018427	0.572 (35)
Total	**0.00913146**	**0.0101564**	**0.0113343**	**0.0177483**	**0.585**

Table 4. Control points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Figure 12 : Estimation des erreurs au niveau du modèle

.VI. Résultats du traitement photogrammétrique – Vallat / Casino

.VI.1) Données d'entrées

.VI.1.a) Prises de vues

Nombre d'images	21589	**Nombre de stations**	2070
Hauteur de vol moyenne	39	**Tie Points**	1 745 614
Resolution au sol (GSD)	8.54 mm/pix	**Projection**	10 980 880

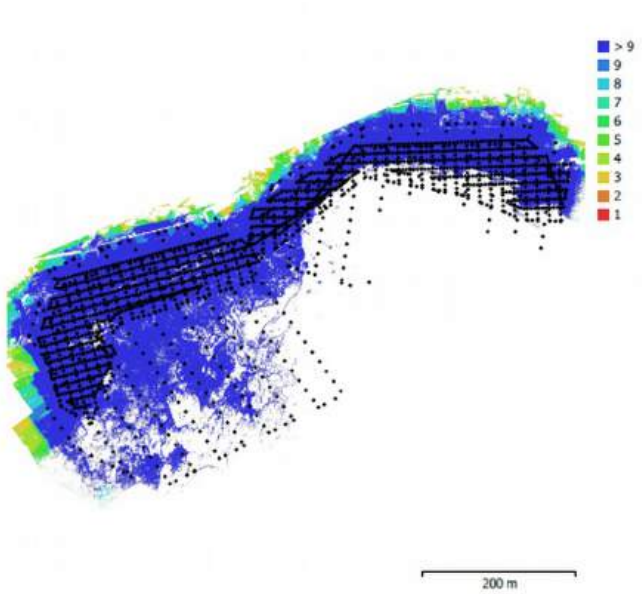


Figure 13 : Position des prises de vues et recouvrement d'image (overlap)

.VI.1.b) Positionnement des prises de vues

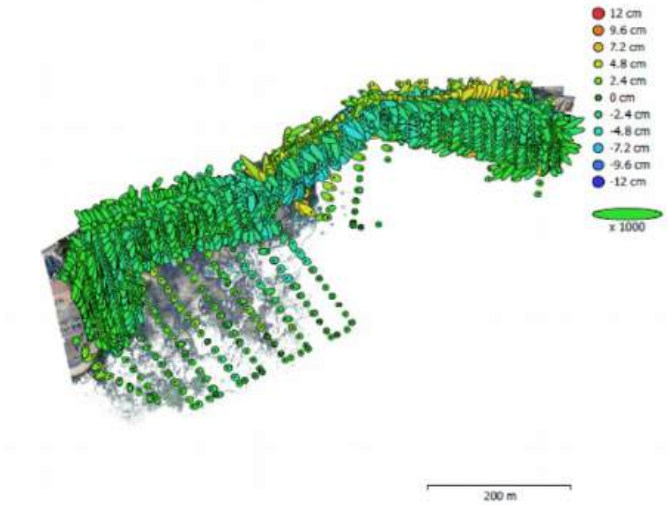


Figure 14 : Qualité du positionnement dynamique des prises de vue : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310R (8.8mm)	4864 x 3648	8.8 mm	2.61 x 2.61 µm	Yes

Figure 15 : Erreurs moyenne de position des prises de vues

.VI.1.c) Positionnement des points de contrôles au sol (GPCs)



Figure 16 : Localisation et estimation des erreurs des points de contrôles au sol (GPCs) : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

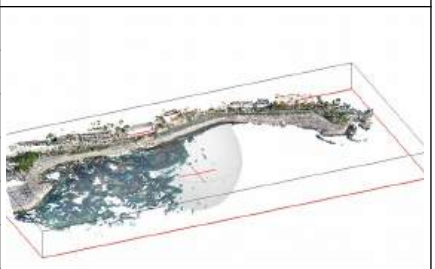
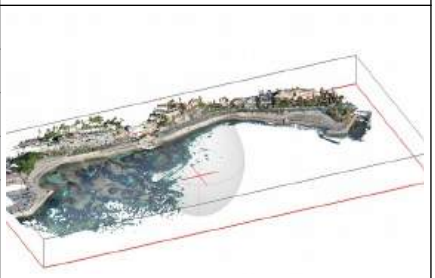
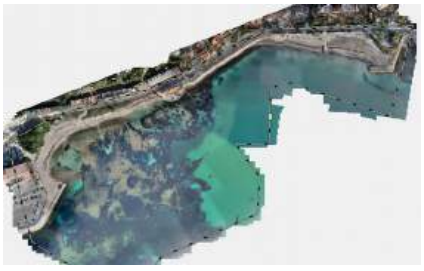
Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
28	1.61756	1.92663	1.5854	2.51563	2.97353

Figure 17 : Erreurs moyenne (RMSE) des points de contrôles au sol (GPCs)

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GPS0002	-0.34902	-0.889207	1.99054	2.20789	0.437 (59)
GPS0003	-3.64585	-0.763234	2.26189	4.35786	0.654 (51)
GPS0004	-0.984593	-1.15855	1.92171	2.45043	0.395 (54)
GPS0005	-1.8912	-0.913562	1.09301	2.36768	0.441 (65)
GPS0006	1.62197	-0.563331	-0.385426	1.75974	0.562 (59)
GPS0007	-0.786726	-2.68183	1.18574	3.03598	0.391 (64)
GPS0008	-0.788605	-1.97293	1.47458	2.58626	0.449 (42)
GPS0009	-0.978305	0.395136	2.80759	2.99929	1.936 (54)
GPS0010	-0.0830827	-4.54499	2.85416	5.3675	0.589 (51)
GPS0011	-0.621513	-2.13509	0.725881	2.33918	1.446 (59)
GPS0012	-0.373652	-1.55717	0.21919	1.6163	0.992 (51)
GPS0013	-2.79758	1.87682	2.37236	4.12032	0.944 (59)
GPS0014	-0.00732516	-2.40781	-0.104204	2.41008	0.833 (47)
GPS0015	0.749225	-2.6708	-1.13826	2.99836	0.946 (47)
GPS0016	-0.272681	-1.74112	-1.13869	2.09821	1.158 (50)
GPS0017	0.108515	0.435208	-1.28629	1.36225	0.947 (42)
GPS0018	-0.176267	-0.369804	0.276921	0.49448	0.988 (37)
GPS0019	-1.62656	1.01605	0.928017	2.13056	1.250 (51)
GPS0020	0.302159	-2.12344	1.9467	2.89654	1.249 (51)
GPS0021	-1.16542	-0.42535	1.30303	1.79917	1.755 (42)
GPS0022	-0.725944	-0.568473	1.59988	1.84656	1.440 (53)
GPS0026	3.79762	5.40558	0.446292	6.62128	1.622 (43)
GPS0027	-1.8753	0.0356091	0.266789	1.89451	1.632 (47)
GPS0028	-2.71932	1.48173	1.0759	3.27838	1.221 (51)
GPS0029	-1.24028	-0.615705	2.15864	2.56459	1.080 (50)
GPS0030	-3.06886	0.0670017	1.96331	3.64376	0.706 (43)
GPS0031	0.721091	0.517156	2.25512	2.42342	0.725 (60)
GPS0032	-0.0581471	-1.80556	1.47657	2.33317	0.929 (43)
Total	**1.61756**	**1.92663**	**1.5854**	**2.97353**	**1.064**

Figure 18 : Points de contrôles au sol (GPCs)

.VI.2) Paramètres de computation

Général		
Prises de vues	2 158	
Prises de vues alignées	2 070	
GPCs	28	
Système de coordonnées	RGF93 – Lambert 93 (EPSG::2154) + NGF-IGN69	
Nuage de points		
points	1 745 614	
Erreur de reprojection (RMS)	0.19 (1.14 pix)	
Paramètres d'alignement		
Précision	Élevée	
Temps de correspondance	2H55	
Temps d'alignement	29min	
Carte des hauteurs		
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	3H36	
Nuage de points dense		
Nombre de points	228 518 794	
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	3H54	
Orthomosaïque		
Blending mode	Mosaïque	
Surface	MNT	
Temps de traitement	1H5	

.VII. Résultats du traitement photogrammétrique – Renécros

.VII.1) Données d'entrées

.VII.1.a) Prises de vues

Nombre d'images	1 543	**Nombre de stations**	1 517
Hauteur de vol moyenne	44.5	**Tie Points**	1 498 026
Resolution au sol (GSD)	1.02 mm/pix	**Projection**	7 109 369

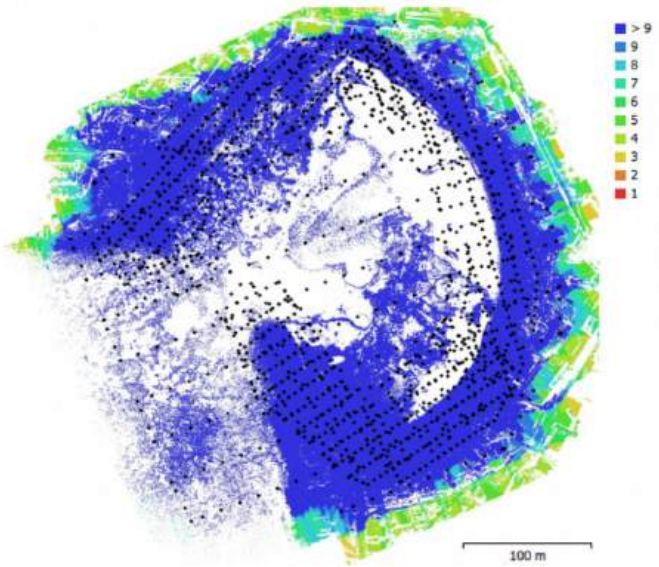


Figure 19 : Position des prises de vues et recouvrement d'image (overlap)

.VII.1.b) Positionnement des prises de vues

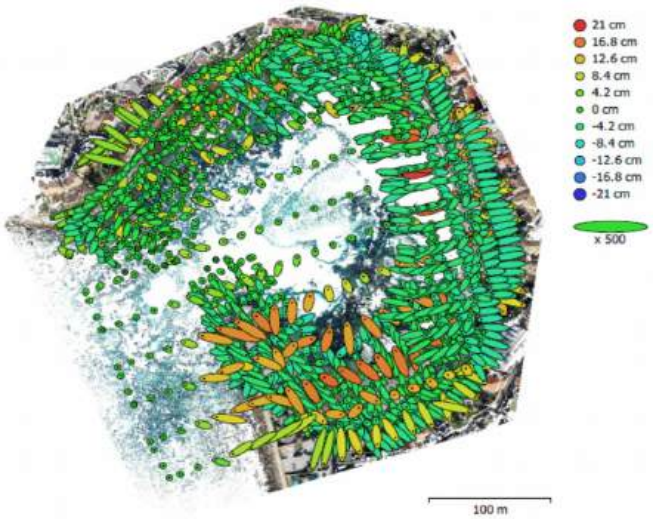


Figure 20 : Qualité du positionnement dynamique des prises de vue : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total error (cm)
1.73803	1.2529	5.44641	2.14255	5.85268

Figure 21 : Erreurs moyenne de position des prises de vues

.VII.1.c) Positionnement des points de contrôles au sol (GPCs)

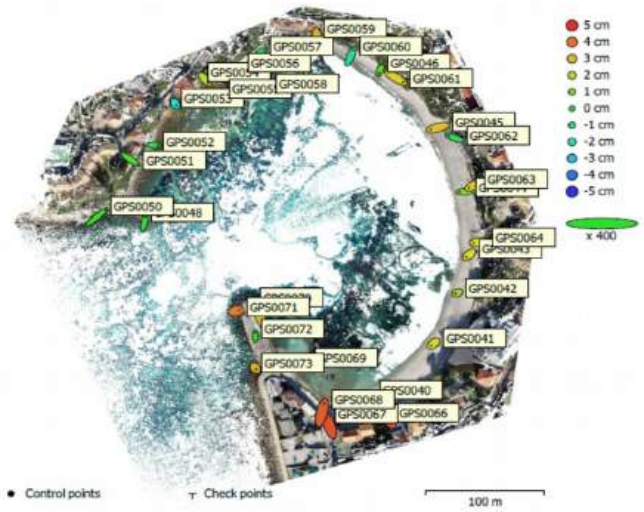


Figure 22 : Localisation et estimation des erreurs des points de contrôles au sol (GPCs) : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

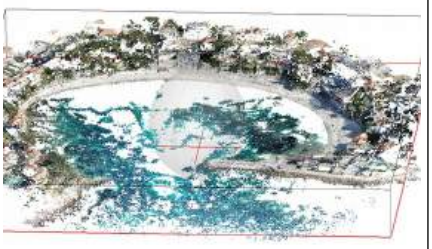
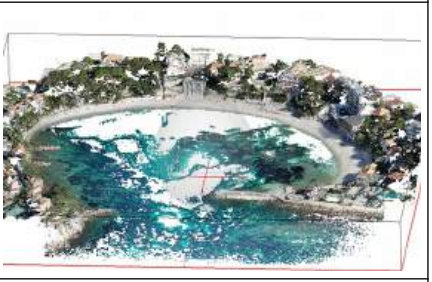
Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
31	1.71654	2.0849	2.39962	2.70061	3.61269

Figure 23 : Erreurs moyenne (RMSE) des points de contrôles au sol (GPCs)

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GPS0040	-1.34308	2.04554	2.2279	3.30932	0.819 (60)
GPS0041	-1.03142	-0.974067	2.55623	2.92351	0.782 (67)
GPS0042	-0.659996	-0.372518	1.7253	1.88442	0.813 (63)
GPS0043	-1.23377	-1.00863	2.49225	2.95818	1.128 (65)
GPS0044	-2.06332	-0.119316	1.08302	2.33334	0.868 (43)
GPS0045	-2.95035	-0.88471	2.89868	4.22961	1.294 (45)
GPS0046	-0.499321	-1.44877	0.597256	1.64468	1.146 (42)
GPS0048	0.465221	2.89595	-0.197033	2.93969	1.427 (16)
GPS0050	3.72059	3.29741	0.220615	4.97638	1.433 (33)
GPS0051	3.01184	-2.15208	0.569925	3.74532	1.179 (32)
GPS0052	1.68998	-0.106926	-0.394788	1.73877	1.302 (51)
GPS0053	0.489536	-0.753802	-2.33914	2.50588	1.069 (20)
GPS0054	1.36016	-1.59565	1.97635	2.88133	0.966 (21)
GPS0055	0.539609	-1.98717	-0.580659	2.13943	1.189 (33)
GPS0056	2.0785	-0.372065	-0.109864	2.11439	1.069 (39)
GPS0057	1.27857	0.753183	-0.607585	1.6035	1.096 (32)
GPS0058	0.4379	-0.325854	0.874008	1.03045	1.063 (43)
GPS0059	0.375986	-2.4413	3.185	4.03058	1.088 (43)
GPS0060	1.22115	2.82892	-1.45398	3.40706	2.890 (39)
GPS0061	3.06612	-1.98782	2.69803	4.54223	1.442 (8)
GPS0062	-2.52336	0.867637	-0.700241	2.75871	1.563 (45)
GPS0063	-1.90842	-1.11823	2.71987	3.50574	1.173 (41)
GPS0064	-2.42305	-0.348817	2.52098	3.514	1.378 (55)
GPS0066	-0.682687	1.61516	4.55707	4.88279	1.149 (49)
GPS0067	-1.18228	3.65534	4.50754	5.9226	1.167 (57)
GPS0068	1.01684	4.15917	4.32034	6.0826	1.062 (72)
GPS0069	-1.13298	0.350372	3.20634	3.41863	1.317 (59)
GPS0070	-2.39901	6.1167	2.87044	7.16999	1.747 (31)
GPS0071	1.3405	0.215746	3.83266	4.06605	3.783 (54)
GPS0072	0.0877626	1.61283	0.11556	1.61935	1.520 (41)
GPS0073	0.368642	-0.543858	3.11512	3.18365	1.056 (50)

Figure 24 : Points de contrôles au sol (GPCs)

.VII.2) Paramètres de computation

Général		
Prises de vues	1 543	
Prises de vues alignées	1 517	
GPCs	34	
Système de coordonnées	RGF93 – Lambert 93 (EPSG::2154) + NGF-IGN69	
Nuage de points		
points	1 498 026	
Erreur de reprojection (RMS)	0.21 (1.18 pix)	
Paramètres d'alignement		
Précision	Élevée	
Temps de correspondance	2h02	
Temps d'alignement	22min	
Carte des hauteurs		
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	2h20	
Nuage de points dense		
Nombre de points	137 907 981	
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	2h20	
Orthomosaïque		
Blending mode	Mosaïque	
Surface	MNT	
Temps de traitement	50min	

.VIII. Résultats du traitement photogrammétrique – Centrale

.VIII.1) Données d'entrées

.VIII.1.a) Prises de vues

Nombre d'images	776	**Nombre de stations**	771
Hauteur de vol moyenne	43.9	**Tie Points**	612 528
Resolution au sol (GSD)	9.14 mm/pix	**Projection**	4 156 204

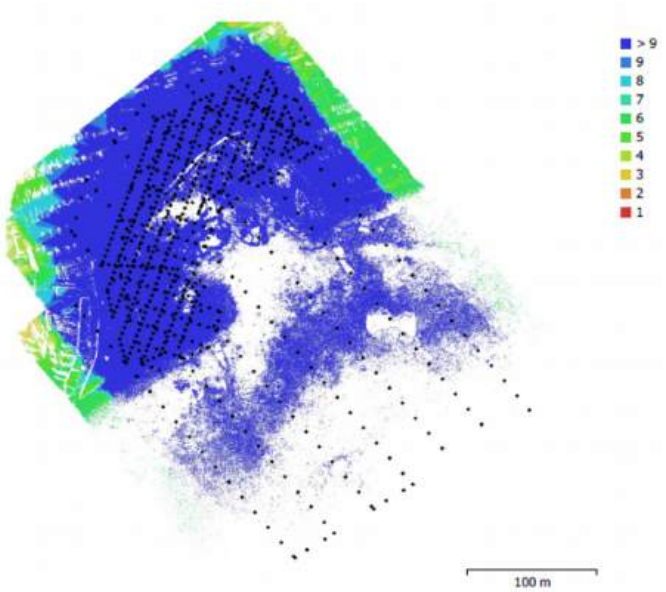


Figure 25 : Position des prises de vues et recouvrement d'image (overlap)

.VIII.1.b) Positionnement des prises de vues

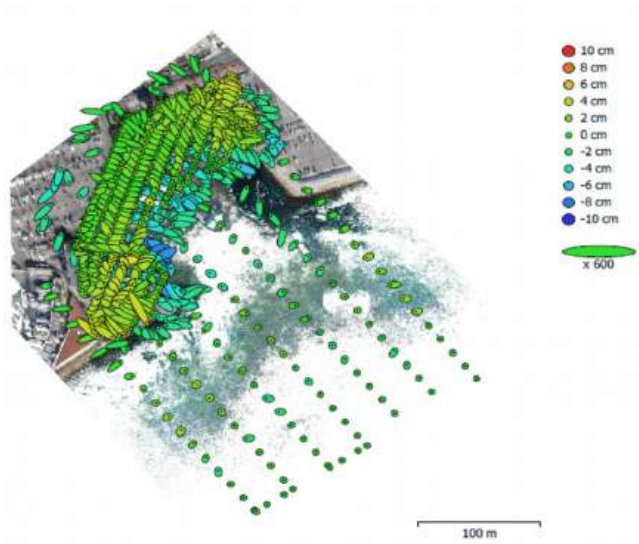


Figure 26 : Qualité du positionnement dynamique des prises de vue : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total error (cm)
1.33852	0.963097	2.86078	1.649	3.30201

Figure 27 : Erreurs moyenne de position des prises de vues

.VIII.1.c) Positionnement des points de contrôles au sol (GPCs)

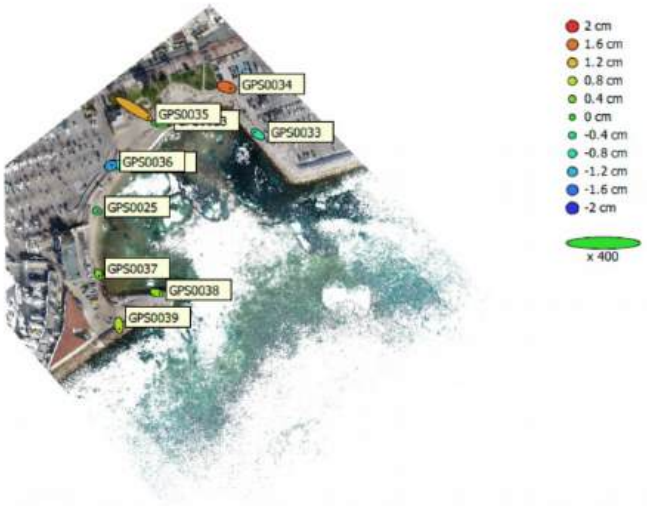


Figure 28 : Localisation et estimation des erreurs des points de contrôles au sol (GPCs) : les erreurs en Z sont représentées par les couleurs des ellipses. Les erreurs en X et Y sont représentées par la forme des ellipses.

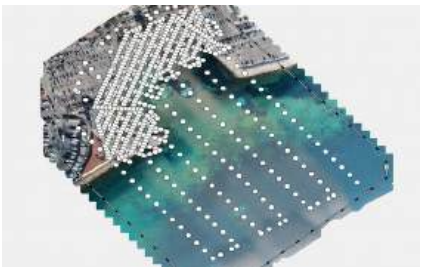
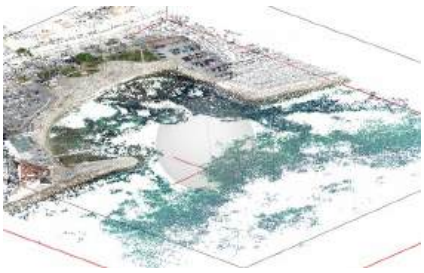
Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
10	2.23642	1.33541	0.945252	2.60478	2.77099

Figure 29 : Erreurs moyenne (RMSE) des points de contrôles au sol (GPCs)

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GPS0023	2.85262	-0.26226	-0.0734989	2.86559	0.646 (68)
GPS0024	1.41329	-0.664454	-0.913393	1.80919	0.535 (58)
GPS0025	0.301065	-0.168345	-0.342839	0.486332	0.626 (57)
GPS0033	-1.29201	0.835691	-0.641763	1.66719	1.018 (28)
GPS0034	1.62533	-0.539352	1.6777	2.39735	0.980 (55)
GPS0035	5.8101	-3.61911	1.33446	6.97395	1.750 (51)
GPS0036	0.380012	0.233285	-1.38269	1.45281	1.375 (62)
GPS0037	0.296904	-0.686468	0.419201	0.857391	0.974 (60)
GPS0038	1.20215	-0.41226	0.514808	1.37118	1.131 (37)
GPS0039	0.210808	-1.5848	0.78604	1.78155	1.079 (35)
Total	**2.23642**	**1.33541**	**0.945252**	**2.77099**	**1.054**

Figure 30 : Points de contrôles au sol (GPCs)

.VIII.2) Paramètres de computation

Général		
Prises de vues	776	
Prises de vues alignées	771	
GPCs	10	
Système de coordonnées	RGF93 – Lambert 93 (EPSG::2154) + NGF-IGN69	
Nuage de points		
points	612 528	
Erreur de reprojection (RMS)	0.21 (1.18 pix)	
Paramètres d'alignement		
Précision	Élevée	
Temps de correspondance	1H09	
Temps d'alignement	11min	
Carte des hauteurs		
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	1H19	
Nuage de points dense		
Nombre de points	92 292 921	
Qualité	Haute	
Mode de filtrage	mild	
Temps de traitement	1H19	
Orthomosaïque		
Blending mode	Mosaïque	
Surface	MNT	
Temps de traitement	30min	

.IX. Traitements spécifiques – Coupes topo-bathymetriques

.IX.1) Fusion des données bathymétriques et topographiques

Les données sont intégrées au sein du même projet SIG.

.IX.2) Coupes des modèles bathymétriques et lithographiques

Les coupes sont établies selon les plans de mission établis.

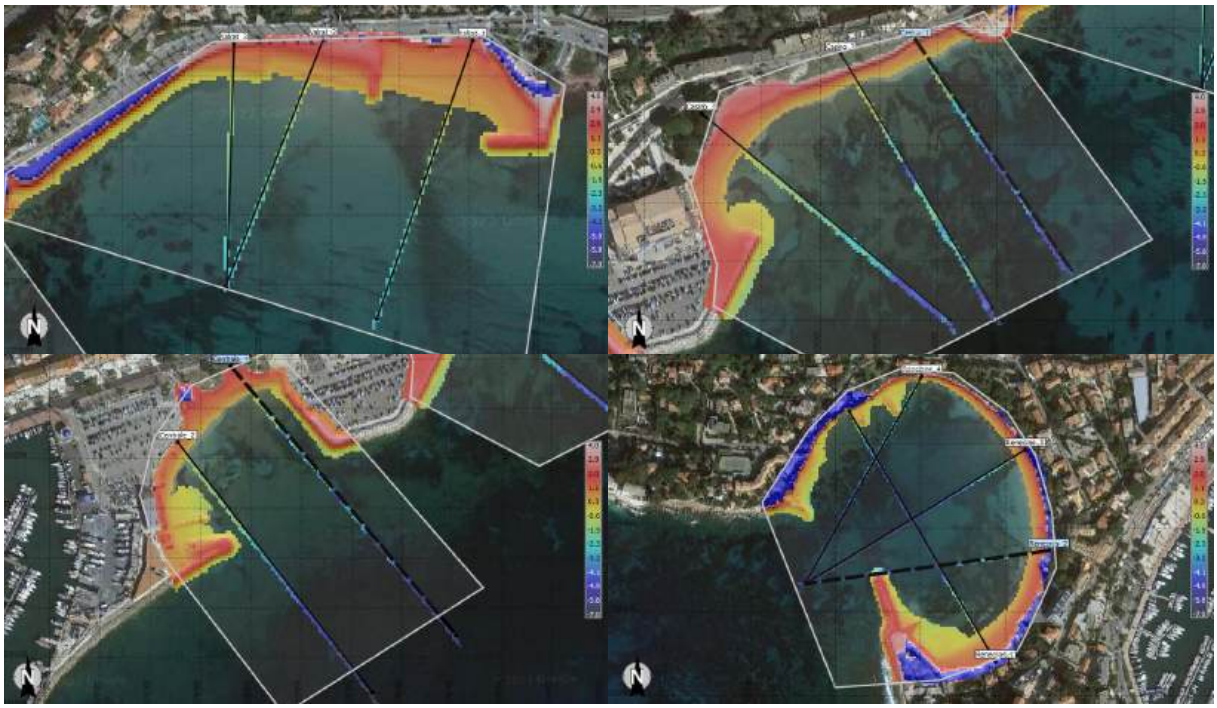


Figure 31 : Localisation des coupes

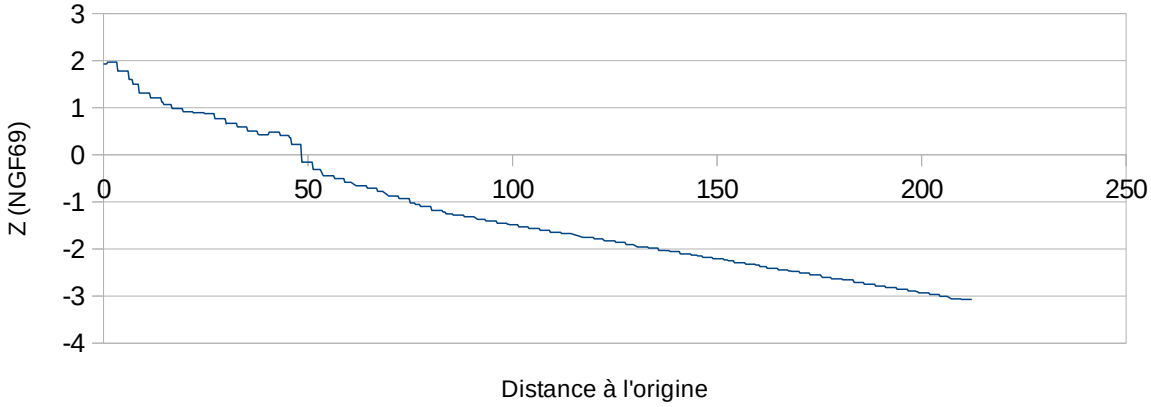
.IX.3) Résultats des coupes topo-bathymétriques

Les résultats sont également fournis dans les fichiers:

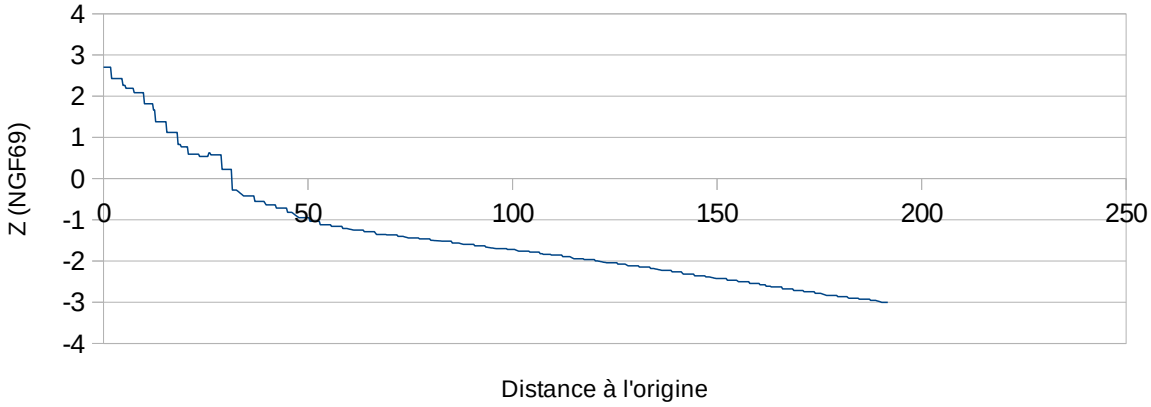
- R_22_015_EB_COUPES.ods
- NGF_L93_*.txt :
  - X (L93)
  - Y(L93)
  - Z (NGF)
  - D : distance à l'origine (m)

.IX.4) Grand Vallat

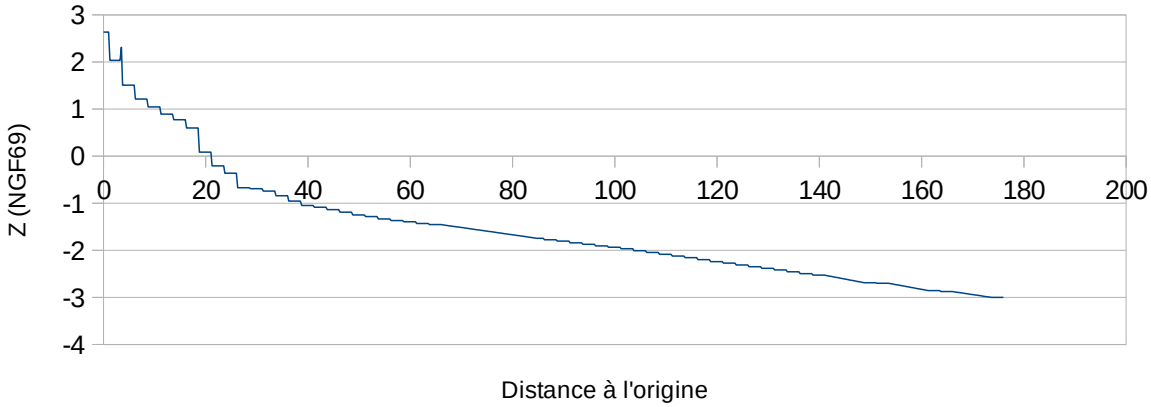
.IX.4.a) Grand Vallat - 1



.IX.4.b) Grand Vallat – 2

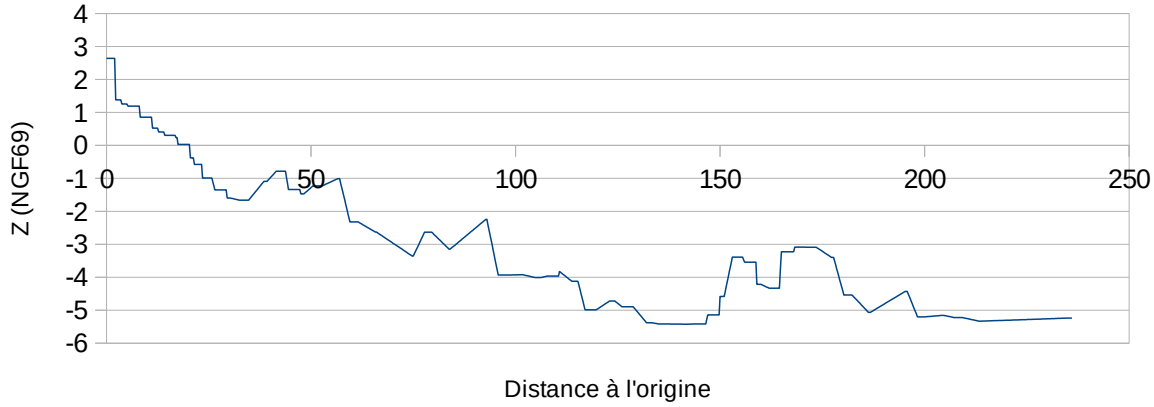


.IX.4.c) Grand Vallat – 3

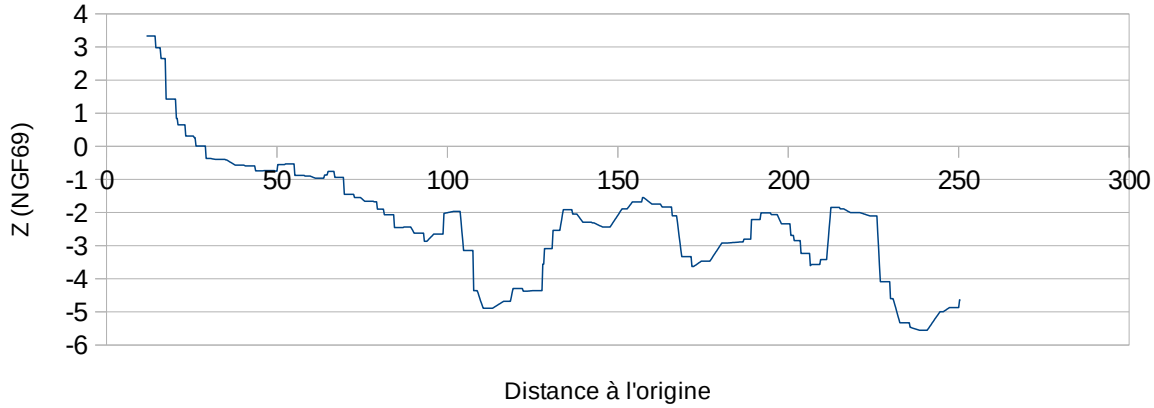


.IX.5) Casino

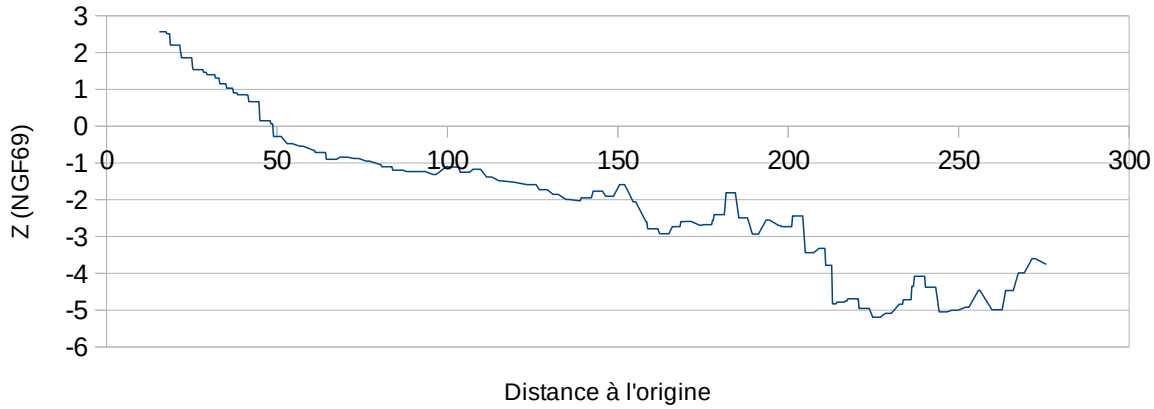
.IX.5.a) Casino - 1



.IX.5.b) Casino – 2

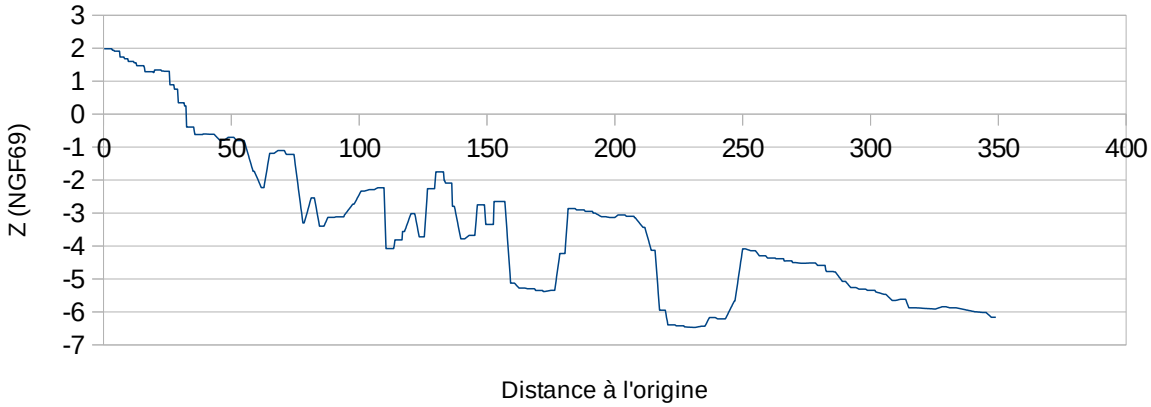


.IX.5.c) Casino – 3

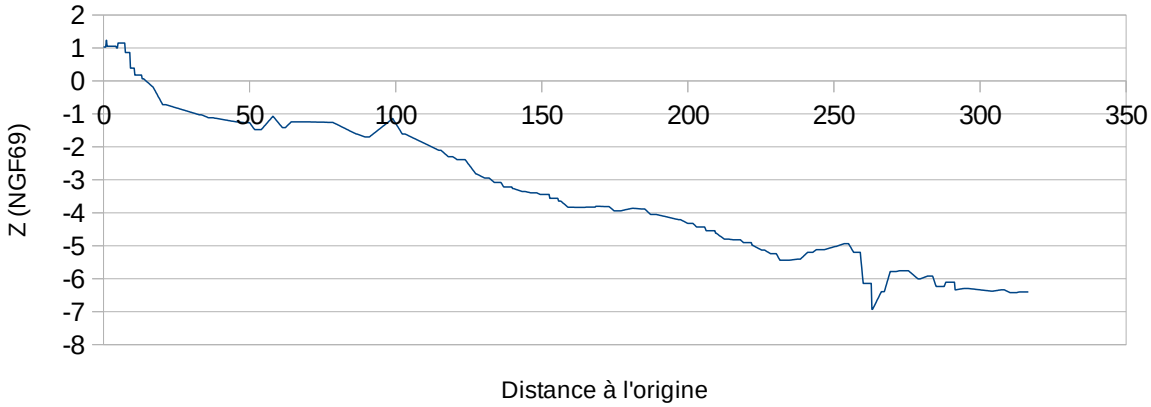


.IX.6) Centrale

.IX.6.a) Centrale - 1

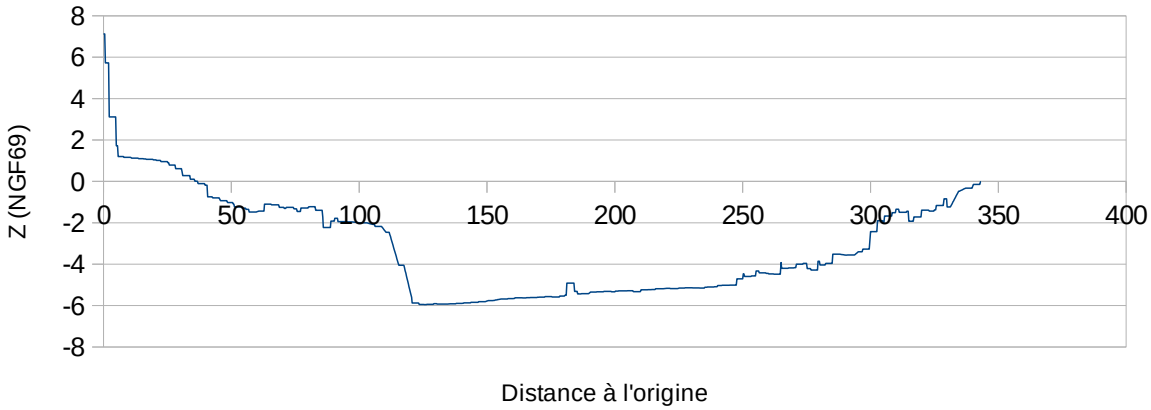


.IX.6.b) Centrale – 2

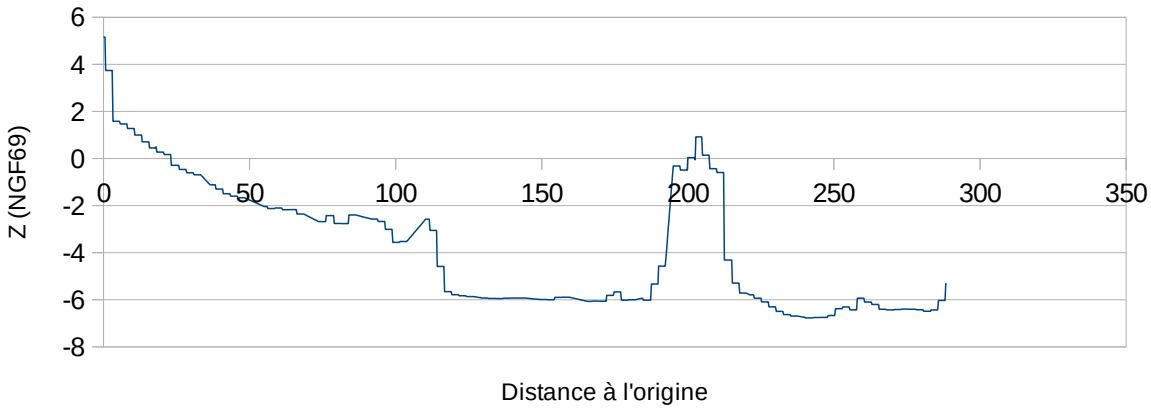


.IX.7) Renécros

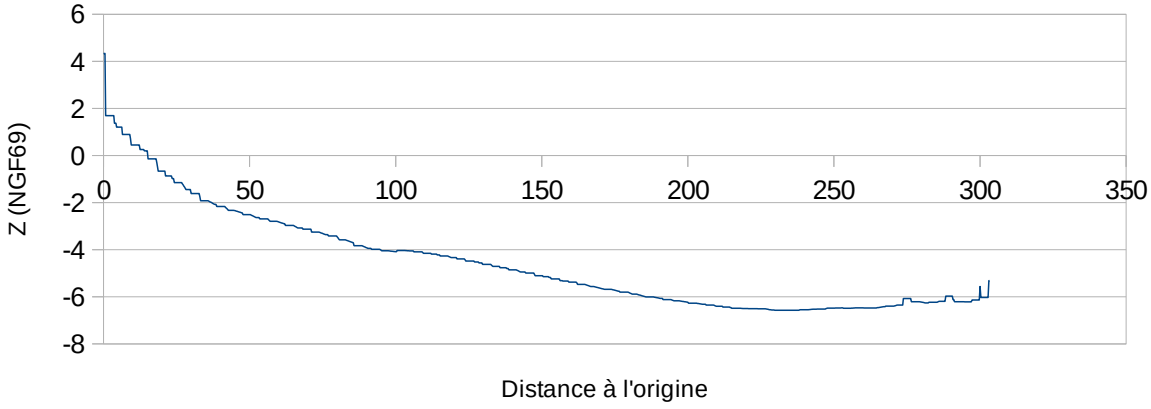
.IX.7.a) Renécros - 1



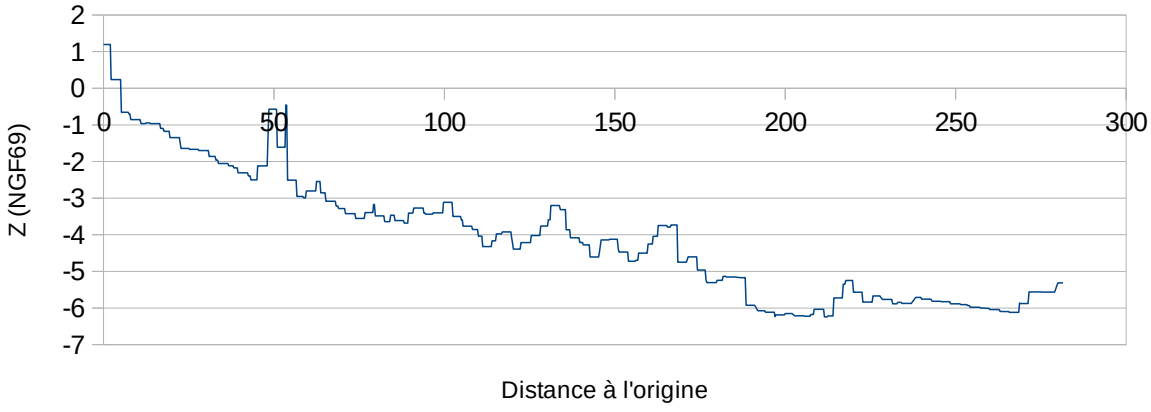
.IX.7.b) Renécros – 2



.IX.7.c) Renécros – 3



.IX.7.d) Renécros – 4



.X. Moyens et méthodologie des prélèvements sédimentaires

.X.1) Équipe

Chef de projet :	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Opérateur:	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Analyses	Laboratoire EUROFINS Savernes		Agrée COFRAC

.X.2) Conditions et méthode de prélèvements

Méthode de prélèvements	Prélèvements superficiels (0-20 cm) effectués à la truelle Prélèvement sédimentaire en limite d'eau sur 3 stations (avec deux réplicats), mélange et reconstitution de 2 échantillons moyens.

.X.3) Localisation

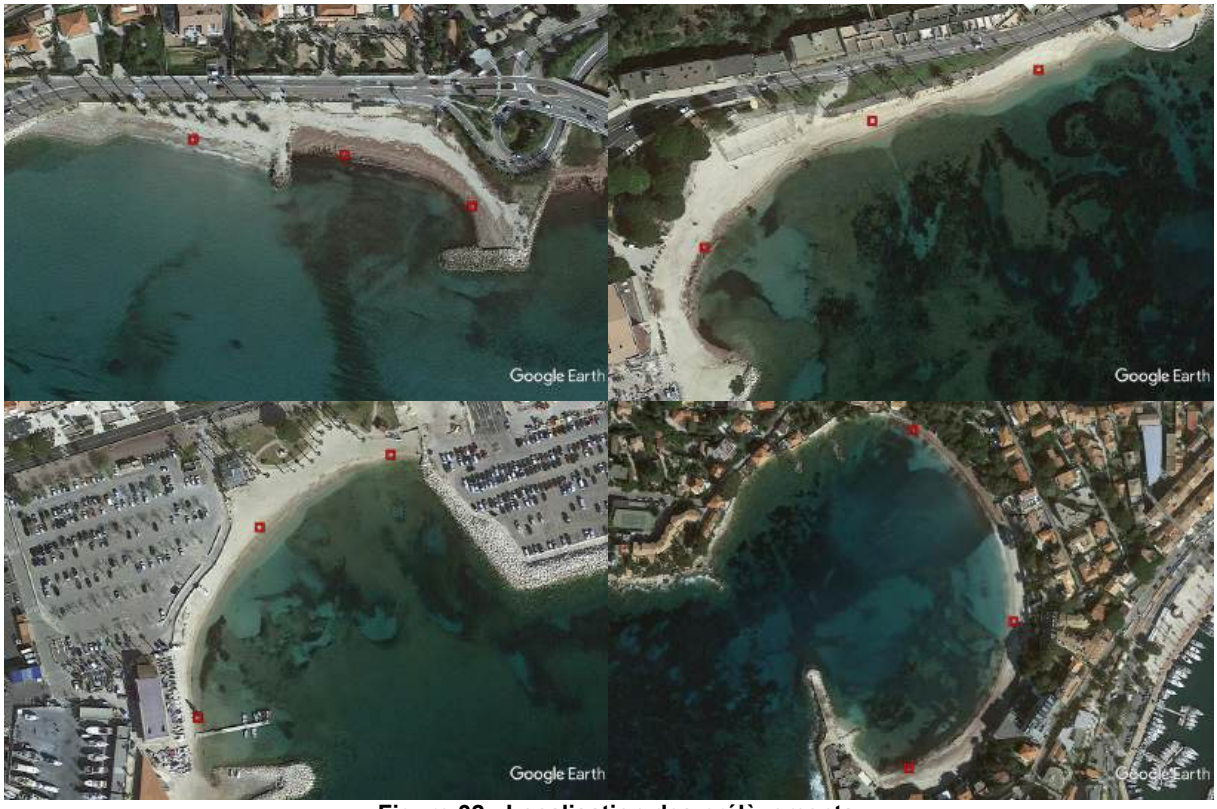


Figure 32 : Localisation des prélèvements

.X.4) Illustrations et remarques

Localisation	Illustration	Remarques
Vallat - ST1		NA
Vallat - ST2		NA
Vallat - ST3		Présence d'une petite banquette de posidonie
Casino - ST1		Présence d'une petite banquette de posidonie
Casino - ST1		NA

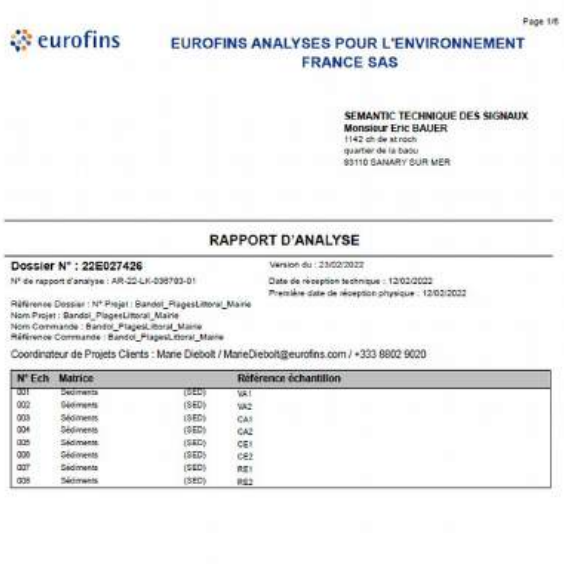
Casino - ST1		Présence d'une petite banquette de posidonie
Centrale - ST1		Présence d'une petite banquette de posidonie
Centrale - ST2		NA
Centrale - ST3		Présence d'une banquette de posidonie

Renécros - ST1		NA
Renécros - ST2		NA
Renécros - ST3		NA

.XI. RÉSULTATS DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

Les résultats sont également fournis dans les documents :

- R_22_015_EB_22E027426 - Rapport d'analyses Eurofins.pdf
- R_22_015_EB_Synthese XLS 22E027426_23022022_19h30.xls



Page 1/6

eurofins — EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

SEMANTIC TECHNIQUE DES SIGNAUX
Monsieur Eric BAUER
1142 ch de st roch
quartier de la baou
83110 SANARY SUR MER

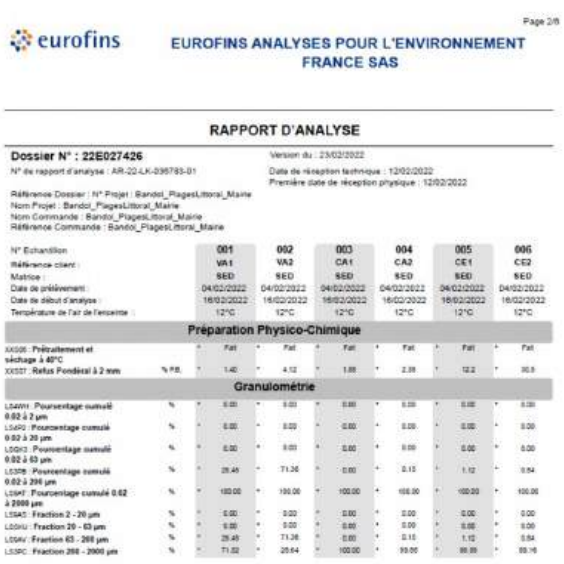
RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E027426
N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-036793-01
Version du : 23/02/2022
Date de réception technique : 12/02/2022
Première date de réception physique : 12/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Référence Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +333 8802 9020

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	VA1
002	Sédiments	(SED)	VA2
003	Sédiments	(SED)	CA1
004	Sédiments	(SED)	CA2
005	Sédiments	(SED)	CE1
006	Sédiments	(SED)	CE2
007	Sédiments	(SED)	RE1
008	Sédiments	(SED)	RE2



Page 2/6

eurofins — EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

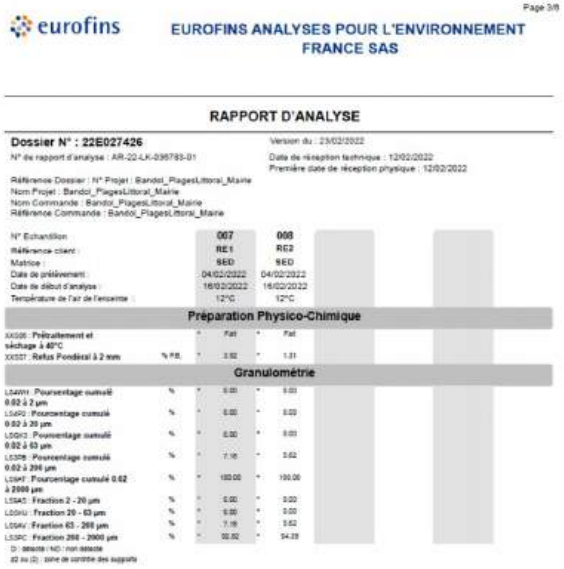
Dossier N° : 22E027426
N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-036793-01
Version du : 23/02/2022
Date de réception technique : 12/02/2022
Première date de réception physique : 12/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Référence Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		VA1	VA2	CA1	CA2	CE1	CE2
Matrice :		SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :		04/02/2022	04/02/2022	04/02/2022	04/02/2022	04/02/2022	04/02/2022
Date de début d'analyse :		16/02/2022	16/02/2022	16/02/2022	16/02/2022	16/02/2022	16/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :		12°C	12°C	12°C	12°C	12°C	12°C
Préparation Physico-Chimie							
XX006 : Prétraitement et séchage à 40°C		Fait	Fait	Fait	Fait	Fait	Fait
XX027 : Refus Fondéral à 2 mm	% P.S.	1.40	4.12	1.88	2.28	12.2	30.8
Granulométrie							
LSAW1 : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LSAP2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LSAK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LSAT6 : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	28.49	71.26	0.00	0.13	1.12	0.54
LSAH7 : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LSAA5 : Fraction 2 - 20 µm	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LSAHU : Fraction 20 - 63 µm	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LSAAV : Fraction 63 - 200 µm	%	28.49	71.26	0.00	0.13	1.12	0.54
LSAPC : Fraction 200 - 2000 µm	%	71.52	28.64	100.00	99.88	98.88	99.16







Page 3/6

eurofins — EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

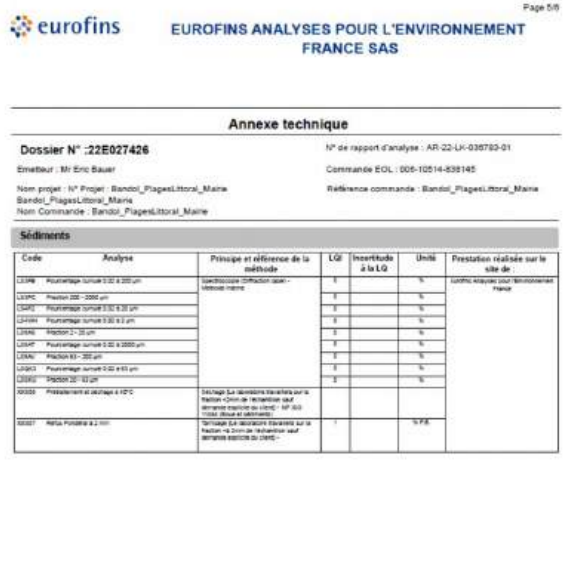
Dossier N° : 22E027426
N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-036793-01
Version du : 23/02/2022
Date de réception technique : 12/02/2022
Première date de réception physique : 12/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Référence Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie

N° Echantillon		007	008
Référence client :		RE1	RE2
Matrice :		SED	SED
Date de prélèvement :		04/02/2022	04/02/2022
Date de début d'analyse :		16/02/2022	16/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :		12°C	12°C
Préparation Physico-Chimie			
XX006 : Prétraitement et séchage à 40°C		Fait	Fait
XX027 : Refus Fondéral à 2 mm	% P.S.	0.62	1.31
Granulométrie			
LSAW1 : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	0.00	0.00
LSAP2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	0.00	0.00
LSAK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	0.00	0.00
LSAT6 : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	7.16	3.62
LSAH7 : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	100.00	100.00
LSAA5 : Fraction 2 - 20 µm	%	0.00	0.00
LSAHU : Fraction 20 - 63 µm	%	0.00	0.00
LSAAV : Fraction 63 - 200 µm	%	7.16	3.62
LSAPC : Fraction 200 - 2000 µm	%	92.84	94.89

D : détecté / ND : non détecté
(2) ou (2) : zone de contrôle des supports





Page 5/6

eurofins — EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° :22E027426
N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-036793-01
Emetteur : Mr Eric Bauer
Commande EOL : 006-10514-838145
Nom projet : N° Projet : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Nom Commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie
Référence commande : Bandol_PlagesLittoral_Mairie

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSAP6	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie Diffraction laser - Méthode interne	0		%	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LSAPC	Fraction 200 - 2000 µm		0		%	
LSAP2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		0		%	
LSAH4	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm		0		%	
LSAA5	Fraction 2 - 20 µm		0		%	
LSAH7	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0		%	
LSAAV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSAK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm		0		%	
LSAHU	Fraction 20 - 63 µm		0		%	
XX005	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage (La température d'entrée sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client) - NF ISO 11464 (Boue et sédiments) -				
XX027	Refus Fondéral à 2 mm	Tamisage (La température d'entrée sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client) -			% P.S.	



.XI.1) Grand Vallat – E1

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1468 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
22e027426-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :
mardi 22 février 2022 15:07:02

Opérateur :
FPEP

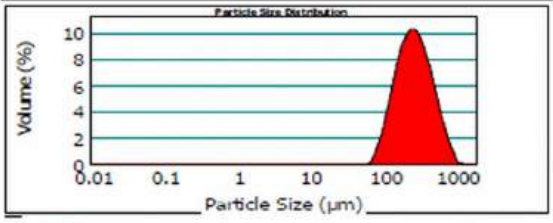
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

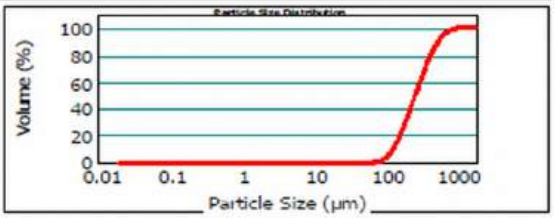
Données statistique

Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/mediane :	Mode :
0.0247 m²/g	324.934 µm	276.407 µm	33432.045 µm²	182.844 µm	1.167 µm	271.296 µm

* **Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 28.48%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 28.48%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 28.48%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 71.52%





22e027426-001 (SED) - Average mardi 22 février 2022 15:07:02

Size (µm)	Volume In %
0.020	
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	

Size (µm)	Volume In %
20.000	
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	2.15

Size (µm)	Volume In %
100.000	
150.000	11.35
200.000	14.98
250.000	14.29
300.000	12.22
400.000	17.95

Size (µm)	Volume In %
400.000	
500.000	11.21
600.000	6.82
800.000	6.55
900.000	1.42
1000.000	0.75

Size (µm)	Volume In %
1000.000	
1500.000	0.31
2000.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	2.15
150.000	13.50
200.000	28.48
250.000	42.77
300.000	55.00

Size (µm)	Vol Under %
400.000	72.95
500.000	84.16
600.000	90.98
800.000	97.53
900.000	98.94

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	99.69
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 600 mL
Obscuration : 6.22 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 54

.XI.2) Grand Vallat – E2

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-002 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 14:47:10

Opérateur : FPEP

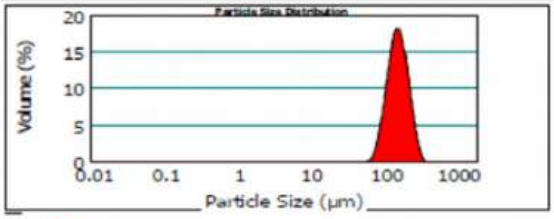
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

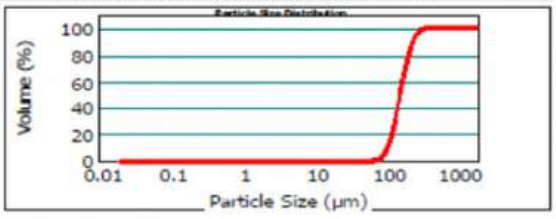
Données statistique

Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/mediane :	Mode :
0.0379 m²/g	174.407 µm	166.171 µm	3036.900 µm²	55.099 µm	1.049 µm	166.151 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 71.36%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 71.36%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 71.36%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 28.64%





22e027426-002 (SED) - Average mardi 22 février 2022 14:47:10

Size (µm)	Volume in %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	

Size (µm)	Volume in %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	

Size (µm)	Volume in %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	5.26

Size (µm)	Volume in %
100.000	32.56
150.000	33.54
200.000	18.57
250.000	7.46
300.000	2.60
400.000	

Size (µm)	Volume in %
400.000	0.00
500.000	0.00
600.000	0.00
800.000	0.00
900.000	0.00
1000.000	

Size (µm)	Volume in %
1000.000	0.00
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	5.26
150.000	37.82
200.000	71.36
250.000	89.93
300.000	97.40

Size (µm)	Vol Under %
400.000	100.00
500.000	100.00
600.000	100.00
800.000	100.00
900.000	100.00

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	100.00
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	**Durée d'analyse :**	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	**Indice de réfraction :**	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	**Liquide :**	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	**Obscuration :**	6.42 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	*- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 42
22/02/2022 14:48:37

.XI.3) Casino – E1

eurofins | Environnement

Page1 sur 1

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-003 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 14:34:19

Opérateur : FPEP

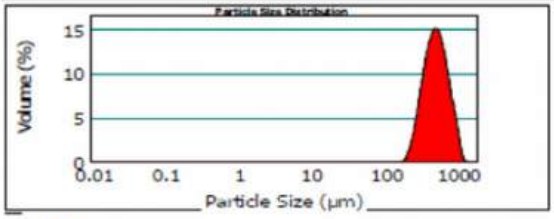
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

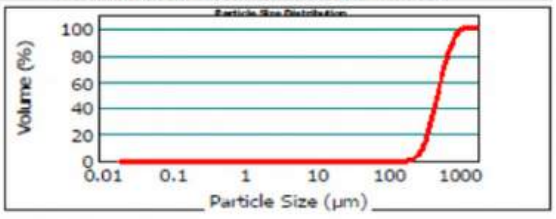
Données statistique

Surface spécifique : 0.0117 m²/g
Moyenne : 586.048 µm
Médiane : 549.322 µm
Variance : 4/1##.### µm²
Ecart type : 217.253 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.066 µm
Mode : 551.257 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 0.00%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%





22e027426-003 (SED) - Average mardi 22 février 2022 14:34:19

Size (µm)	Volume in %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
100.000	0.00
150.000	0.00
200.000	1.29
250.000	4.19
300.000	15.73
400.000	

Size (µm)	Volume in %
400.000	19.54
500.000	17.96
600.000	24.50
800.000	7.04
900.000	4.58
1000.000	

Size (µm)	Volume in %
1000.000	5.17
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	0.00
200.000	0.00
250.000	1.29
300.000	5.48

Size (µm)	Vol Under %
400.000	21.21
500.000	40.75
600.000	58.70
800.000	83.20
900.000	90.24

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	94.83
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 6.51 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 36
22/02/2022 14:35:49

.XI.4) Casino – E2

eurofins | Environnement

Page1 sur 1

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE
NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
22e027426-004 (SED) - Average

Date de l'analyse :
mardi 22 février 2022 11:48:15

Opérateur :
FPEP

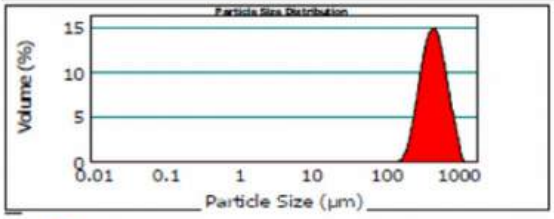
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

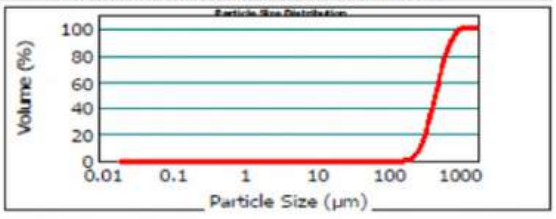
Données statistique

Surface spécifique : 0.0126 m²/g
Moyenne : 549.003 µm
Médiane : 511.783 µm
Variance : 43743.082 µm²
Ecart type : 209.148 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.072 µm
Mode : 510.199 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 0.15%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 0.15%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 0.15%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 99.85%





22e027426-004 (SED) - Average mardi 22 février 2022 11:48:15

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
100.000	0.00
150.000	0.15
200.000	2.47
250.000	5.87
300.000	18.65
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	20.59
500.000	17.43
600.000	21.84
800.000	5.81
900.000	3.64
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	3.86
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	0.00
200.000	0.15
250.000	2.62
300.000	8.49

Size (µm)	Vol Under %
400.000	27.14
500.000	47.73
600.000	65.16
800.000	87.00
900.000	92.81

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	96.46
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 5.47 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 18
22/02/2022 11:50:08

.XI.5) Centrale – E1

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode Interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-005 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 15:02:15

Opérateur : FPEP

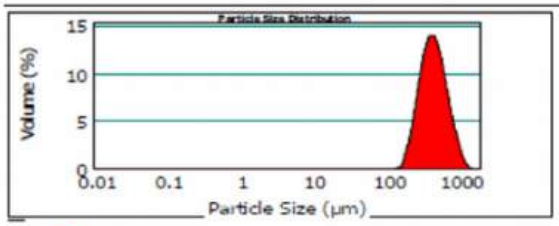
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

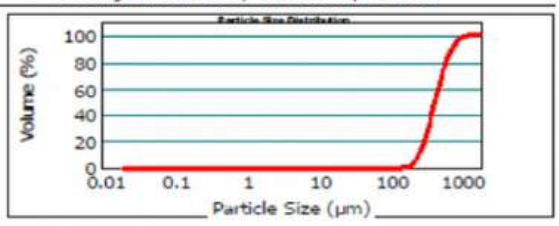
Données statistique

Surface spécifique : 0.0141 m²/g
Moyenne : 501.300 µm
Médiane : 456.640 µm
Variance : 46026.73 µm²
Ecart type : 212.195 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.097
Mode : 444.672 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 1.12%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 1.12%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 1.12%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 98.88%





22e027426-005 (SED) - Average mardi 22 février 2022 15:02:15

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
100.000	0.00
150.000	1.12
200.000	5.35
250.000	9.03
300.000	22.39
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	20.35
500.000	15.11
600.000	16.89
800.000	4.18
900.000	2.60
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	2.98
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	0.00
200.000	1.12
250.000	6.47
300.000	15.50

Size (µm)	Vol Under %
400.000	37.90
500.000	58.24
600.000	73.35
800.000	90.24
900.000	94.42

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	97.02
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 6.47 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 51
22/02/2022 15:03:40

.XI.6) Centrale – E2

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-006 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 14:41:19

Opérateur : FPEP

Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : 0.01 m²/g

Moyenne : 793.060 µm

Médiane : 719.341 µm

Variance : 1[illegible] µm²

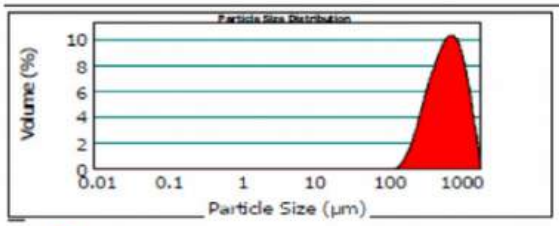
Ecart type : 399.872 µm

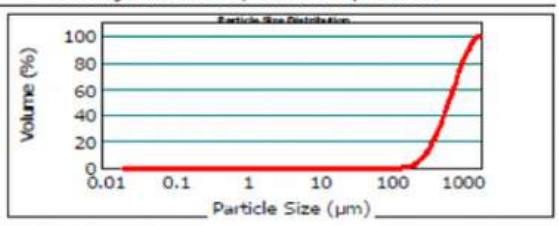
Rapport moyenne/mediane : 1.102 µm

Mode : 826.193 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 0.84%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 0.84%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 0.84%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 99.16%





22e027426-006 (SED) - Average mardi 22 février 2022 14:41:19

Size (µm)	Volume in %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
100.000	0.00
150.000	0.84
200.000	2.51
250.000	3.86
300.000	9.89
400.000	

Size (µm)	Volume in %
400.000	10.77
500.000	10.62
600.000	18.75
800.000	7.95
900.000	6.95
1000.000	

Size (µm)	Volume in %
1000.000	21.46
1500.000	6.51
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	0.00
200.000	0.84
250.000	3.35
300.000	7.20

Size (µm)	Vol Under %
400.000	17.08
500.000	27.86
600.000	38.38
800.000	57.13
900.000	65.08

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	72.03
1500.000	93.49
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm

Logiciel : Malvern Application 5.60

Modèle optique : Fraunhofer

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Indice de réfraction : 1.33

Liquide : Water 800 mL

Obscuration : 4.84 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 39
22/02/2022 14:43:12

.XI.7) Renécros – E1

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode Interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-007 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 14:57:04

Opérateur : FPEP

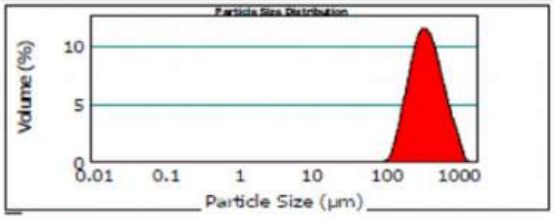
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

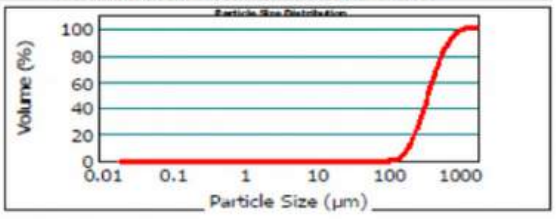
Données statistique

Surface spécifique : 0.0165 m²/g
Moyenne : 462.119 µm
Médiane : 403.422 µm
Variance : 50##/.3#/ µm²
Ecart type : 236.595 µm
Rapport moyenne/mediane : 1.145
Mode : 383.374 µm

* **Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 7.18%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 7.18%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 7.18%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 92.82%





22e027426-007 (SED) - Average mardi 22 février 2022 14:57:04

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
100.000	1.09
150.000	6.09
200.000	9.84
250.000	11.25
300.000	21.09
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	16.14
500.000	11.36
600.000	13.17
800.000	3.68
900.000	2.63
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	3.78
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	1.09
200.000	7.18
250.000	17.02
300.000	28.27

Size (µm)	Vol Under %
400.000	49.36
500.000	65.50
600.000	76.86
800.000	90.02
900.000	93.70

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	96.22
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 5.59 %

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 48
22/02/2022 14:58:34

.XI.8) Renécros – E2

eurofins | Environnement

Page1 sur 1

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode Interne

Référence de l'échantillon (Matrice) : 22e027426-008 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 22 février 2022 14:52:06

Opérateur : FPEP

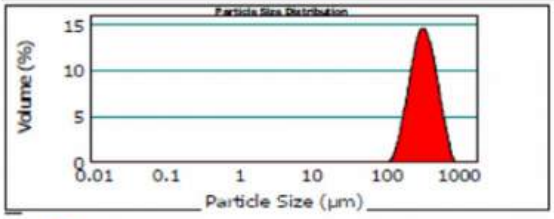
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

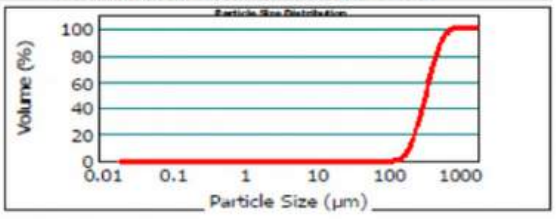
Données statistique

Surface spécifique	Moyenne	Médiane	Variance	Ecart type	Rapport moyenne/mediane	Mode
0.0174 m²/g	400.299 µm	371.863 µm	24319.743 µm²	155.947 µm	1.076 µm	369.566 µm

* **Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 5.62%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.00%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 0.00%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 0.00%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 5.62%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 0.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 5.62%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 94.38%





22e027426-008 (SED) - Average mardi 22 février 2022 14:52:06

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00
20.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
100.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
100.000	0.42
150.000	5.20
200.000	10.83
250.000	13.75
300.000	26.72
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	19.35
500.000	11.88
600.000	10.16
800.000	1.53
900.000	0.15
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	0.00
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
2.500	0.00
4.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
6.000	0.00
8.000	0.00
10.000	0.00
15.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
20.000	0.00
30.000	0.00
40.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
100.000	0.00
150.000	0.42
200.000	5.62
250.000	16.45
300.000	30.20

Size (µm)	Vol Under %
400.000	56.93
500.000	76.28
600.000	88.15
800.000	98.32
900.000	99.85

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	100.00
1500.000	100.00
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	**Durée d'analyse :**	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	**Indice de réfraction :**	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	**Liquide :**	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	**Obscuration :**	6.41 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	*- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*	

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Obersteiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 906 971

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel :+ +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. 6.01
Serial Number : MAL1064835

File name: 2202
Record Number: 45
22/02/2022 14:53:32

.XII. Moyens, méthodologie et résultats des observations subaquatiques

.XII.1) Équipe

Chef de projet :	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	NOEL	Claire	Ingénieur & Docteur
Opérateurs/pilotes:	COQUET	Michel	Ingénieur Arts &Métiers



Eric BAUER

Chef de projet – Chef de Mission

Ingénieur SEATECH – Technicien hydrographe INTECHMER
Expertise en cartographique sous-marine, cartographie des biocénoses
Expertise en photogrammétrie aérienne et LIDAR embarqué
Opérateur instrumentation embarquée
Pilote navire et eaux intérieurs, Scaphandrier classe IB
Référent matériel et missions à la mer
Référent intégration et développement matériel
Formation H0/B0, M0, ATEX0, GIES2, SST



Claire NOËL

Directeur Scientifique - Expert

Docteur & Ingénieur
Expert scientifique océanographie et milieu marin
Spécialiste de la surveillance des écosystèmes & cartographie des habitats marins
Spécialiste biologie en méditerranée, posidonies et cymodocées
Opérateur instrumentation embarquée
Pilote navire, Scaphandrier classe IIB
Edition d'ouvrages et de guides de plongées sous-marines



Marine LETEURTROIS

Ingénieure R&D environnement – Ecologue

Ingénieure Biodiversité Ecologie Evolution spécialité Développement Durable
Spécialiste ichtyologue /Monitoring environnement marin
SIGiste, Pilote navire, Scaphandrière classe IB
Valorisation de projets et Communication



Michel COQUET - Ingénieur Art et Métiers

Chef de mission

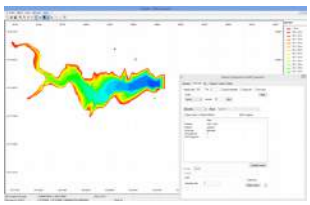
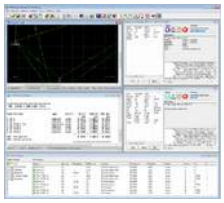
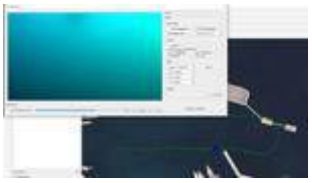
Opérateur instrumentation embarquée
Opérateur Drone aérien et de surface
Capitaine 200
Pilote navire, Scaphandrier classe IIB
Référent construction mécanique
Formation ATEX0, GIES1

.XII.2) Moyens matériels

.XII.2.a) Navire & Instrumentation

SEMANTIC	Semi-rigide OVERSEA	Sondeur multi-faisceaux SMF interféromètre Sonar latéral de coque Sonar latéral tracté Camera acoustique Vidéo sous marine Support plongé Sondeur mono-faisceau SACLAF	
TZ	PANASONIC/IKELITE	Appareil photographique numérique et caisson sous-marin	
VIDEO-QUADRA	SEMANTIC TS	Système de prise de vue sous marine avec retour vidéo temps et quadra de comptage intégré	
FS185R+	CODA OCTOPUS	Centrale Inertielle – DGPS RTK multi constellation	
1230+GNSS AS10	LEICA	DGNSS RTK multi constellation	
ÉQUIPEMENTS	Divers	Équipements de plongée autonome avec accessoires pour les vérités terrains (quadra, balises, tablettes,...)	

.XII.2.b) Logiciels

POSEIDON	**SEMANTIC TS**		**Acquisition, navigation et traitement de mesure océanographique**
GRAFNET	NOVATEL		Post-traitement de base et réseaux GNSS
GRAFNAV	NOVATEL		Post-traitement de mobile GNSS
VIDEO TRACKER	Plugin QGIS		Logiciel d'édition et d'analyses de vidéos géoreferencées
QGIS LTR 3.10	QGIS		Système d'information Géographique

.XII.3) Méthodologie pour le suivi de la vitalité de l'herbier de posidonies

.XII.3.a) La mesure de la densité des faisceaux

La densité de l'herbier de posidonie correspond au nombre de faisceaux présents par unité de surface.
Cette mesure est réalisée avec un quadrat de 20 cm x 20 cm, puis ramenée au mètre carré. Trois mesures de densité sont réalisées de façon aléatoire autour de chaque balise (hors intermattes).
Ces mesures de densité permettent de classer l'herbier en cinq catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur comme le mentionne le tableau suivant [Pergent 2010]:

Profondeur (m)	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214

Figure 33 : Classification de la densité au m² de l'herbier à posidonies en fonction de la profondeur (en mètres) [Pergent, 2010]

.XII.3.b) Recouvrement de l'herbier

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

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

Le recouvrement sera mesuré autour des stations de suivi.

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

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

Résolution de la méthode

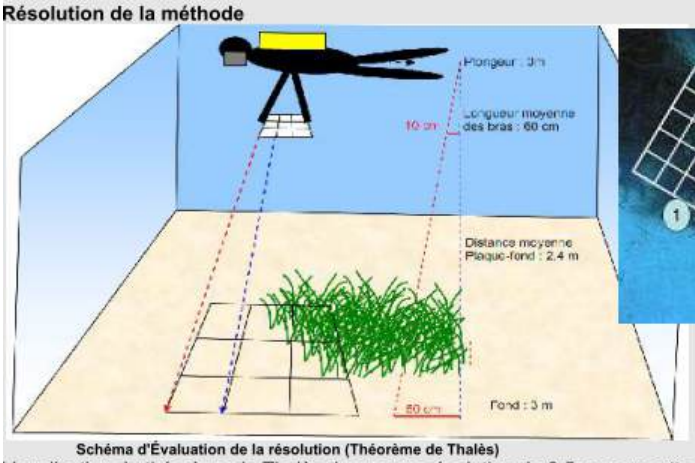
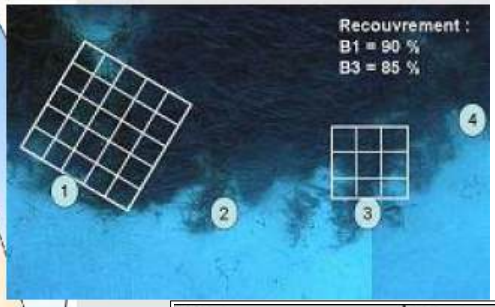


Schéma d'Évaluation de la résolution (Théorème de Thalès)

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



Méthode	Précision	Résolution
Par plongeur	**2 à 15 m**	**0.5 m**
Image aérienne (typt)	0.5 m	10 à 50 cm
Sonar latéral tracté 450 kHz	2 à 15 m	0.15 à 0.5 m
Monitoring RTK 250 kHz	0.5 à 1 m	0.5 à 1 m
Monitoring RTK HR 250/900 kHz	0.5 à 5 m	0.1 à 0.3 m

.XII.3.c) Orientation des rhizomes ou pourcentage de rhizomes plagiotropes

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

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

.XII.4) Compte rendu de mission

.XII.4.a) Déroulement chronologique

Les plongées d'observation de la vitalité de l'herbier de posidonies ont été réalisées le 28 mars 2022.
Les conditions météorologiques sont bonnes ainsi que la visibilité.



Figure 34 : Conditions météorologiques du 28/03/2022 (Windguru - Bandol)



Figure 35 : Mission de reconnaissance subaquatique du 28/03/2022



Figure 36 : Positions des 9 stations d'observations de la vitalité de l'herbier de posidonies

La station S_REF est destinée à servir de station de référence (localisée dans un herbier plan et homogène).

.XII.5) Atlas photographique

Environ 330 vues sous-marines géo-référencées ont été acquises en plongée subaquatique.

L'ensemble de toutes ces vues des fonds marins a été compilé dans un dossier unique au format KMZ.

L'atlas photographique présente ces photos géo-référencées ; elles sont accessibles par simple clic sous Google Earth.



Figure 37 : Atlas photographique : Positions des 330 vues sous-marines réalisées lors des explorations

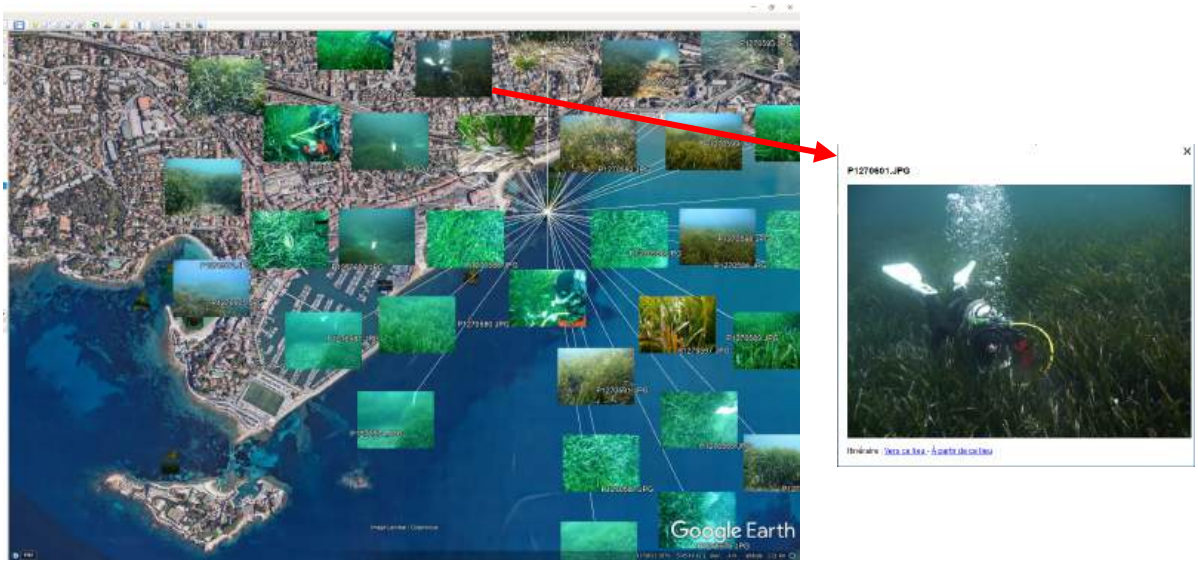


Figure 38 : Extrait de l'atlas photographique relatif aux stations de mesure des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies : Station Casino W
Les photographies sous-marines géo-référencées sont accessibles par simple clic sous Google Earth.

Les paragraphes qui suivent présentent les résultats des mesures et observations de la vitalité de l'herbier de posidonies réalisées sur les 9 stations.

.XII.6) Observations sur les stations : Mesures de la vitalité de l'herbier de posidonies

.XII.6.a) Station Renécros N (1)

La station Renécros Nord est située au milieu de la baie, en bordure de la rivière de retour, sur une marche de matte morte (#30 cm). La limite est franche. Le fond à proximité est constitué de sédiment couvert de litière et pelotes de posidonies).

Station Ren.1 - Profondeur 4.5 m	2022	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	80%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m^2	875	*75*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	20%	*10%*
Ensablement	-/+	
Broutage	-	
Epiphytes	-	

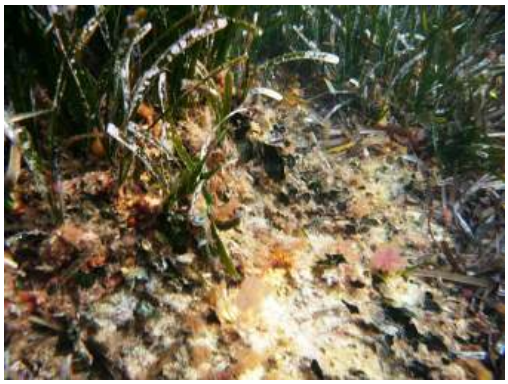
Localisation de la station sur vue aérienne →

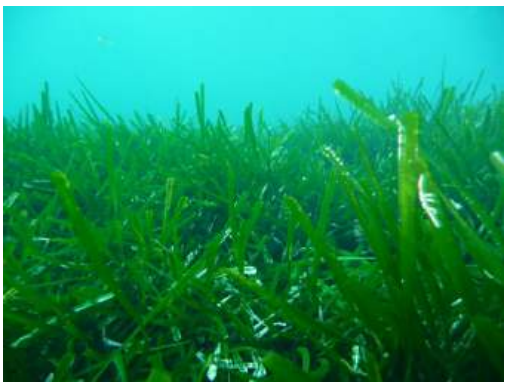












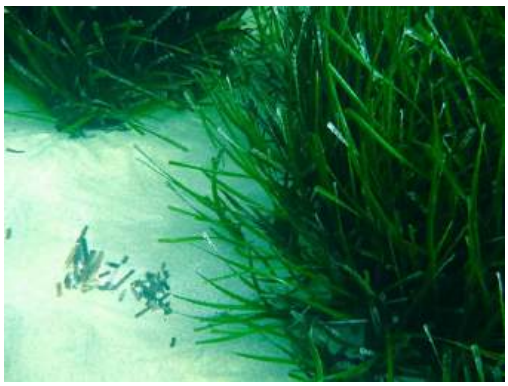


Figure 39 : Station Renécros N (1) – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble. Au centre : Mesure de la densité – Peu de rhizomes plagiotropes
En bas : Herbier peu brouté - Les intermattes dans la prairie sont légèrement ensablées.

Pas d'ensablement observé en bordure de rivière de retour. Intermattes ensablées. Peu de vie.

.XII.6.b) Station Renécros S (2)

La station Renécros Sud est située au fond de l'anse de Renécros par très petits fonds (1,8 m). La limite est franche. Le fond est constitué de matte morte recouverte d'algues photophiles.

Station Ren.2 - Profondeur 1.5 m	2022	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	80%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	958	*38*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	20%	*10%*
Ensablement	-	
Broutage	++	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →















Figure 40 : Station Renécros N (2) – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble. Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes
En bas : Herbier brouté – Matte morte en bordure

Peu de vie observée (hormis un large banc d'athérines). Pas d'ensablement ni de déchaussement observé.

.XII.6.c) Station Renécros Large

La station Renécros Large est située à la sortie de l'anse de Renécros, sur une langue de matte localisée au droit de la rivière de retour). L'herbier est morcelé, entouré de matte morte. Quelques patchs d'herbiers se maintiennent au droit de la station mais sont ensablés. Le fond est constitué de sable grossier.

Station Ren. L - Profondeur 5 m	2022	
Etat santé/vitalité	Moyen	
Taux de recouvrement (%)	65%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m^2	708	*80*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	20%	
Ensablement	++	
Broutage	+	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →





Figure 41 : Station Renécros Large – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Fort recouvrement sur les taches en hauteur – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes ensablés et larves (Nurserie)
En bas : Herbier peu brouté – Au pied de matte accumulation de sédiment plus grossier (Ripple marks)

Beaucoup de vie observée (Forte diversité) y compris corbs et crénilabre paon à proximité. Forte accumulation de sédiment grossier formant de large ripple marks. Observation de l'ensablement des rhizomes.

.XII.6.d) Station REF

La station de référence S REF est située entre l'île de Bendor et la côte au milieu d'un herbier de posidonies homogène et en dehors de pressions liées au passage des câbles et émissaires.

Station S REF - Profondeur 4.8 m	2022	
Etat santé/vitalité	Très bon	
Taux de recouvrement (%)	90%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	908	*38*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	-	
Ensablement	-	
Broutage	+++	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →



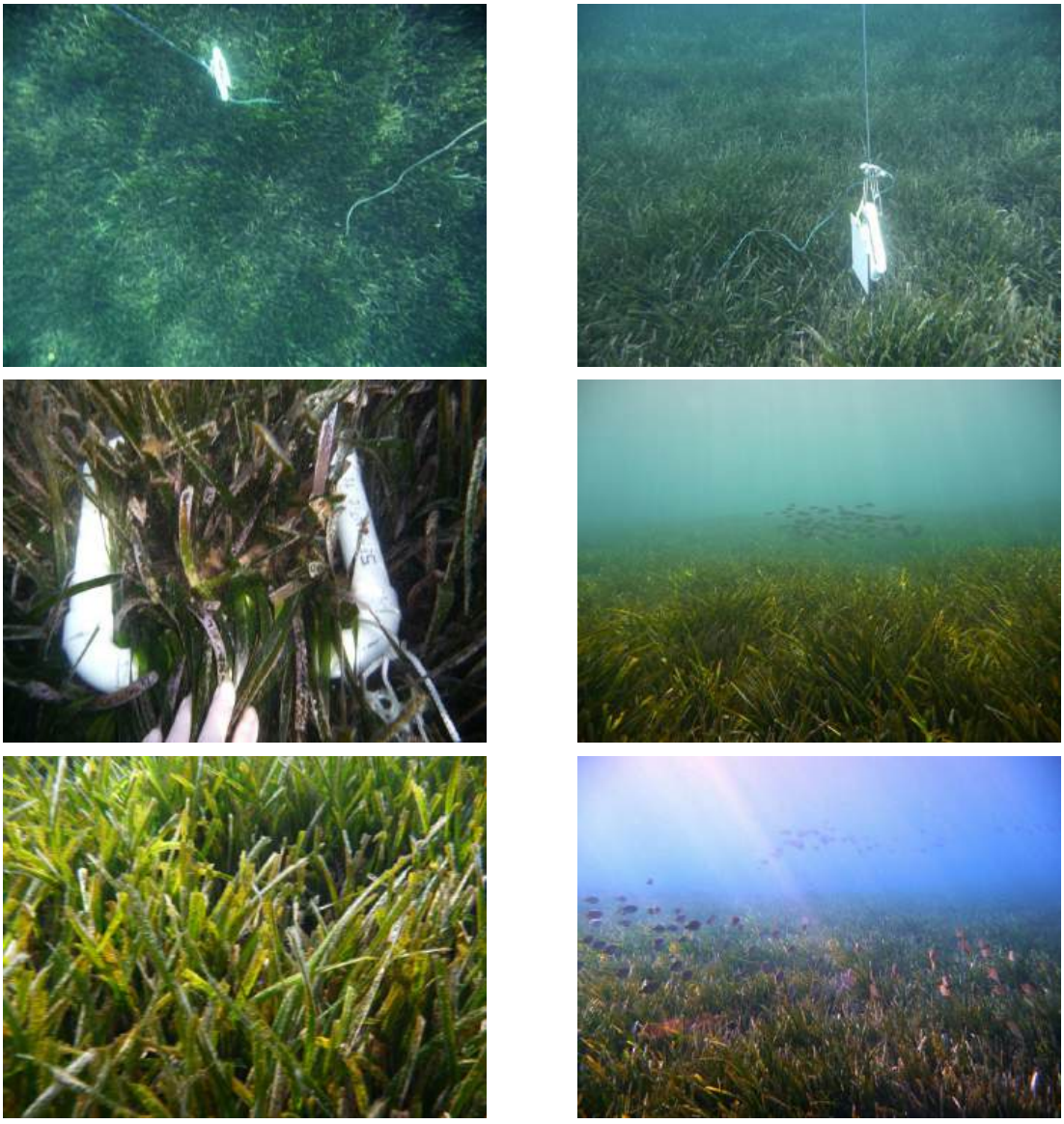


Figure 42 : Station REF – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Banc de saupes
En bas : Herbier fortement brouté - Bancs de saupes

Observation de large bancs de saupes et de nombreuses girelles. Les longueurs des feuilles sont très homogènes et plus courtes que dans les autres secteurs. La mesure de rhizomes plagiotropes n'est pas adaptée à la typologie de la station située au centre de l'herbier homogène à très fort recouvrement.

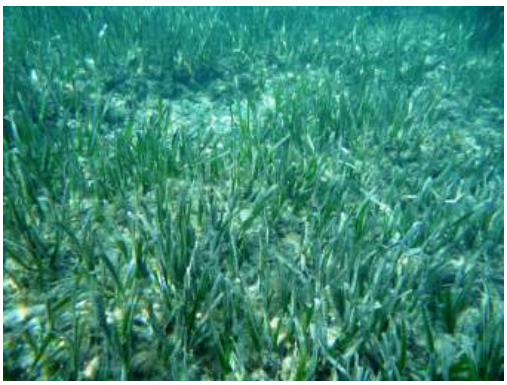
.XII.6.e) Station Centrale W

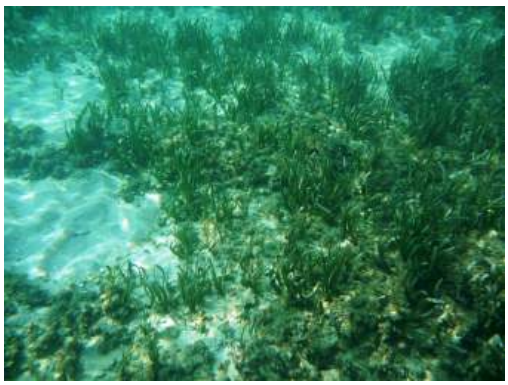
La station Centrale Ouest est située à 50 m du bord de la plage au centre d'une tache de posidonies sur un fond de matte morte. La tache fait environ 8 m de diamètre. Ce lieu d'observations sous-marines avait été retenu car l'analyse des images aériennes suggérait la présence potentielle de cymodocées. Il s'est avéré qu'il s'agissait d'une tache de posidonies de densité médiocre.

Station Cen. W - Profondeur 1 m	2022	
Etat santé/vitalité	Mediocre	
Taux de recouvrement (%)	50%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m^2	517	*38*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	0%	
Ensablement	-/+	
Broutage	-	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →







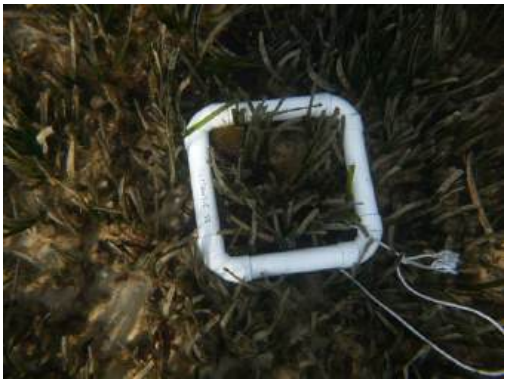




Figure 43 : Station Centrale Ouest – Centre d'une tâche de posidonies
En haut : Recouvrement – Vue d'ensemble et rhizomes ensablés coté terre.
En bas : Mesure de la densité – Herbier peu brouté et faible densité

Peu de vie observée (hormis quelques athérines). Les longueurs des feuilles sont très hétérogènes et globalement bien plus courtes que dans les autres secteurs (20 à 30 cm).

Coté terre on observe un ensablement des rhizomes, ce qui n'est pas le cas coté large.

.XII.6.f) Station Centrale E

La station Centrale Est est située au sud d'une tache de matte morte (de 7m de long environ) située au milieu de l'herbier de posidonies. La limite est franche.

Station Cen. E - Profondeur 4.5 m	2022	
Etat santé/vitalité	Moyen	
Taux de recouvrement (%)	90%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	633	*113*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	20%	
Ensablement	-	
Broutage	+	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →



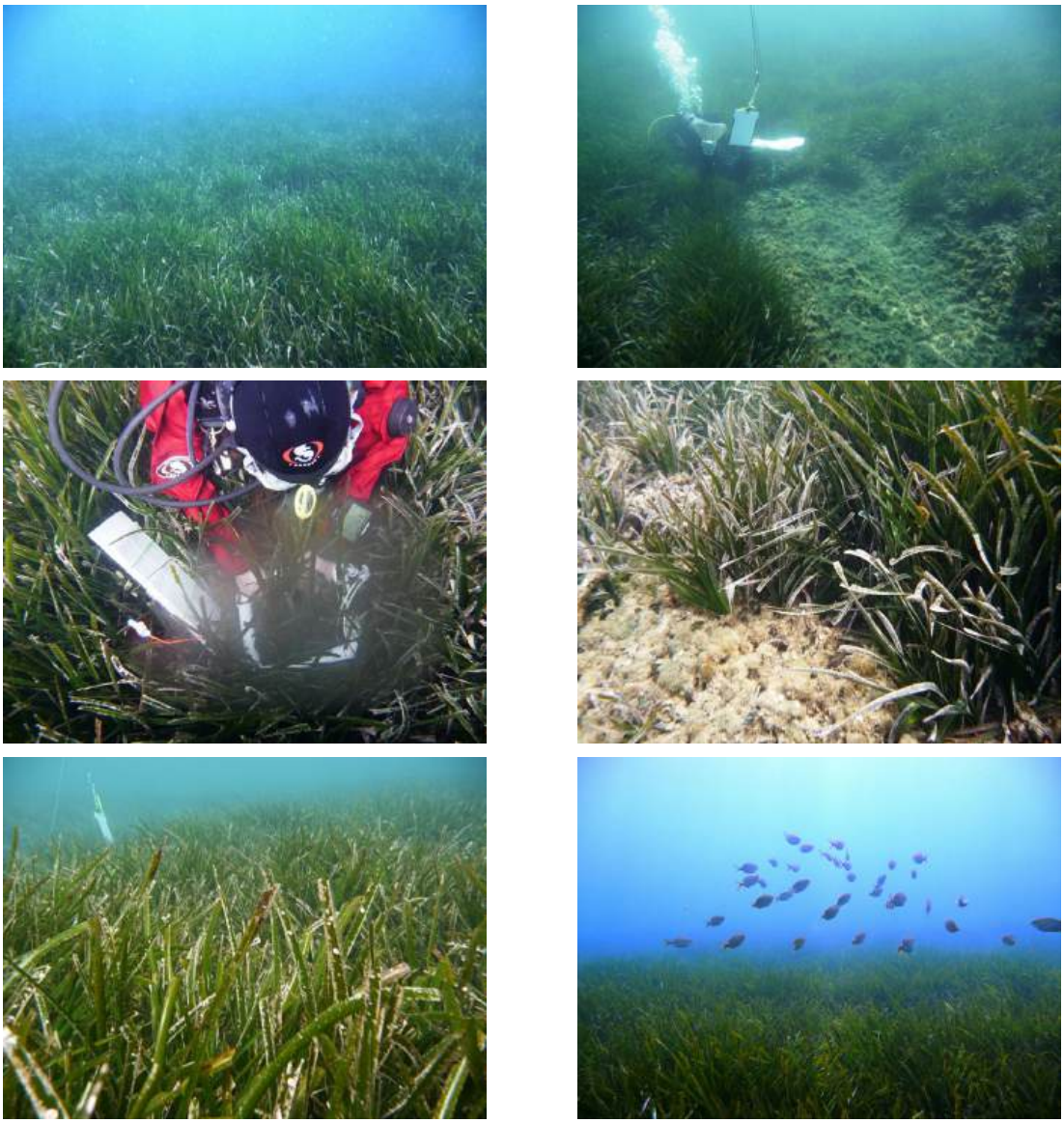


Figure 44 : Station Centrale Est – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes
En bas : Herbier brouté - Banc de saupes

Peu de vie observée (hormis un banc de saupes juvéniles). Une nacre morte.

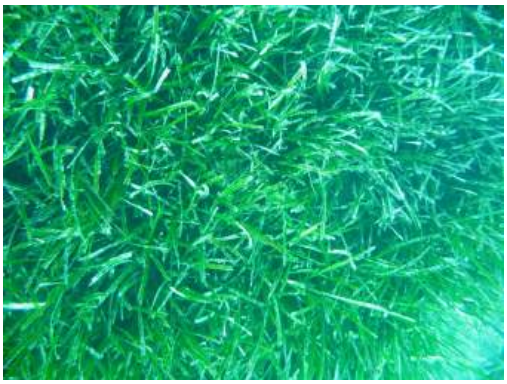
.XII.6.g) Station Casino W

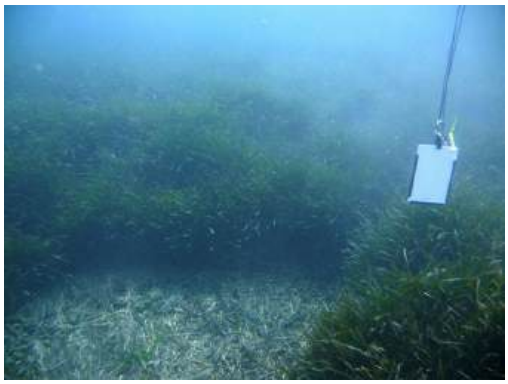
La station Casino Ouest est située au large de la plage du casino au milieu d'une tache de posidonies à très fort recouvrement et à bordure d'une tache de matte morte recouverte de litière.

Station Cas. W - Profondeur 4.5 m	2022	
Etat santé/vitalité	Bon	
Taux de recouvrement (%)	90%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	833	*76*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	7%	
Ensablement	-	
Broutage	+	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →













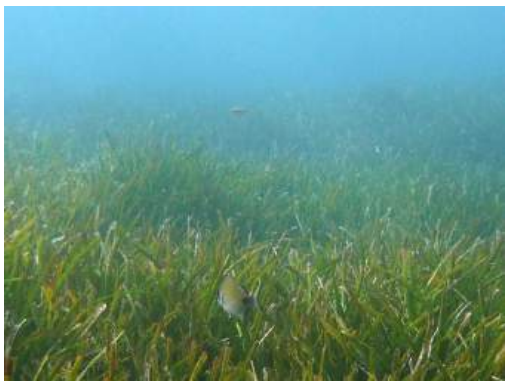


Figure 45 : Station Casino Ouest – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Peu de rhizomes plagiotropes
En bas : Herbier brouté - Sar

Observation de quelques saupes et castagnoles, sar, oblade. Une nacre morte

.XII.6.h) Station Casino E

La station Casino Est est située à 50 m de la plage du casino à l'angle de deux taches longitudinales de posidonies à très fort recouvrement.

Station Cas. E - Profondeur 1.6 m	2022	
Etat santé/vitalité	Moyen	
Taux de recouvrement (%)	85%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	917	*225*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	3%	
Ensablement	-	
Broutage	-	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →



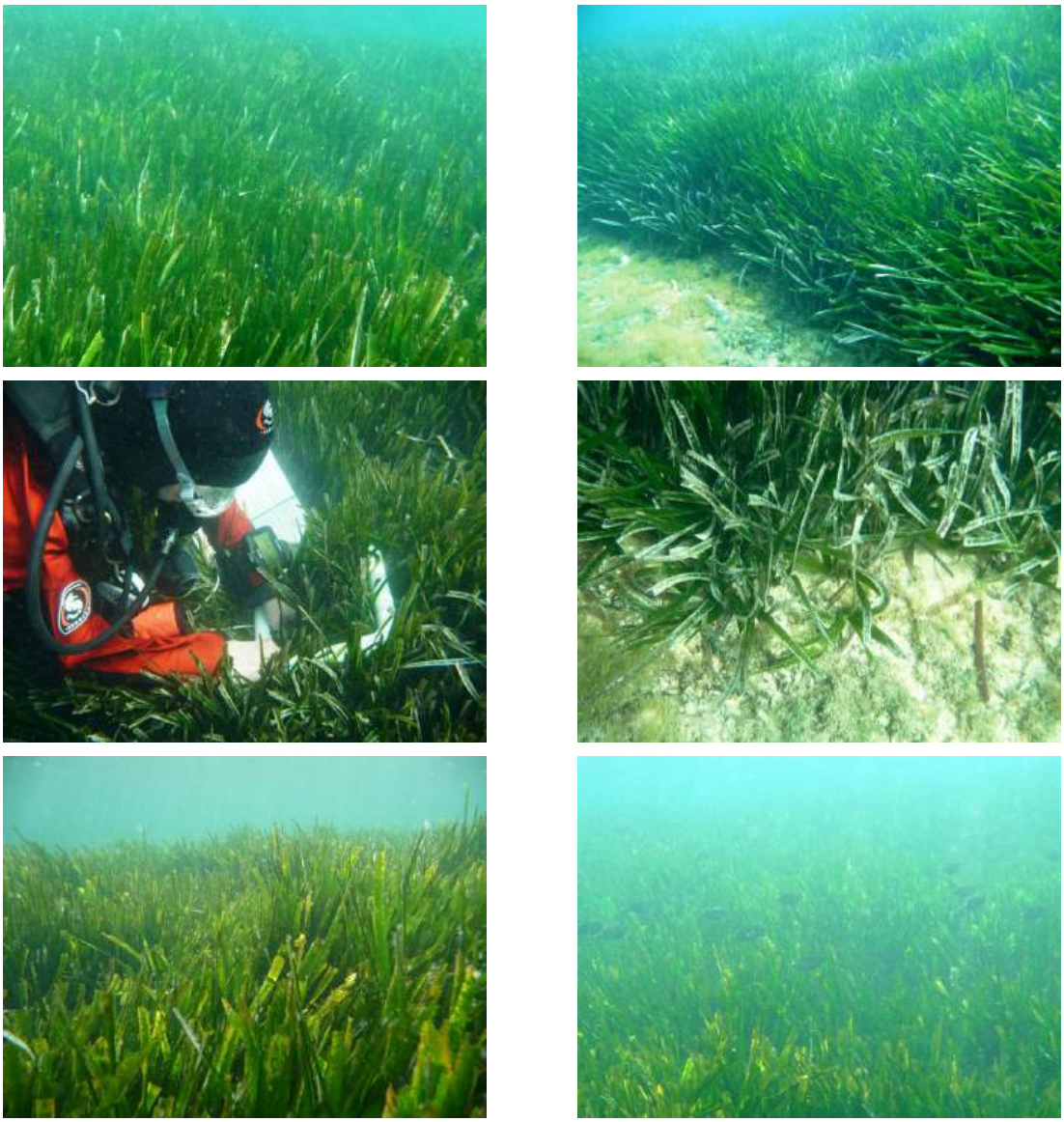


Figure 46 : Station Casino Est – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Peu de rhizomes plagiotropes
En bas : Herbier peu brouté - Banc de saupes

Observation d'un banc de saupes juvéniles, athérines, sublets. Les feuilles sont cassées.

.XII.6.i) Station Vallat

La station Vallat est située devant la réserve, à 30 m de la digue en bordure d'une tache de posidonies à très fort recouvrement. Celle-ci est localisée en hauteur sur une marche matte morte.

Station Vallat - Profondeur 2.3 m	2022	
Etat santé/vitalité	Moyen	
Taux de recouvrement (%)	80%	*Ecart typ.*
Densité moyenne de faisceaux par m²	658	*63*
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	17%	
Ensablement	-	
Broutage	-	
Epiphytes	-	

Localisation de la station sur vue aérienne →















Figure 47 : Station Vallat – Herbier de posidonies aux alentours
En haut : Très fort recouvrement – Vue d'ensemble.
Au centre : Mesure de la densité – Rhizomes plagiotropes et présence de *zostera noltii*
En bas : Herbier peu brouté – Vue sur le fond sédimentaire (SBCF) de la baie

Peu de vie observée. Une nacre morte. Les feuilles sont cassées. Jeunes pousses de zostère naine à proximité.

.XII.6.j) Espèces associées sur l'ensemble des stations

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

Espèces de vertébrés observées

Famille	Nom Commun	Genre espèce	Station								
			Renecros 1	Renecros 2	Renecros large	S_ REF Référence	Centrale W	Centrale E	Casino W	Casino E	Vallat
Atherinidae	Athérine	*Atherina sp.*	+++	++++ *(J)*	++	++	++			++	
Labridae	Crénilabre tanche - Paon	*Symphodus tinca*			+					+	
	Crénilabre à queue noire	*Symphodus melacercus*	+		+				+	+	+
	Crénilabre nettoyeur (Sublet)	*Symphodus rostratus*	++		++	++				++	
	Girelle	*Coris julis*	++		++	+++			++		
Pomacentridae	Castagnole	*Chromis chromis*				++	++		++		
Serranidae	Serran écriture	*Serranus scriba*									
Sparidae	Saupe	*Sarpa salpa*			++	++++		+++ *(J)*		+++ *(J)*	
	Sar à museau pointu	*Diplodus puntazzo*									
	Oblade	*Oblada melanura*							+		
	Sar à tête noire	*Diplodus vulgaris*	+		+	+			++		+
	Sar commun	*Diplodus sargus*			+				+		
Sciaenidae	Corb	*Sciaena umbra*			+ *à proximité*						
	Larves				++++						
	Nombre d'espèces		*5*	*1*	*10*	*6*	*2*	*1*	*6*	*5*	*2*

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

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

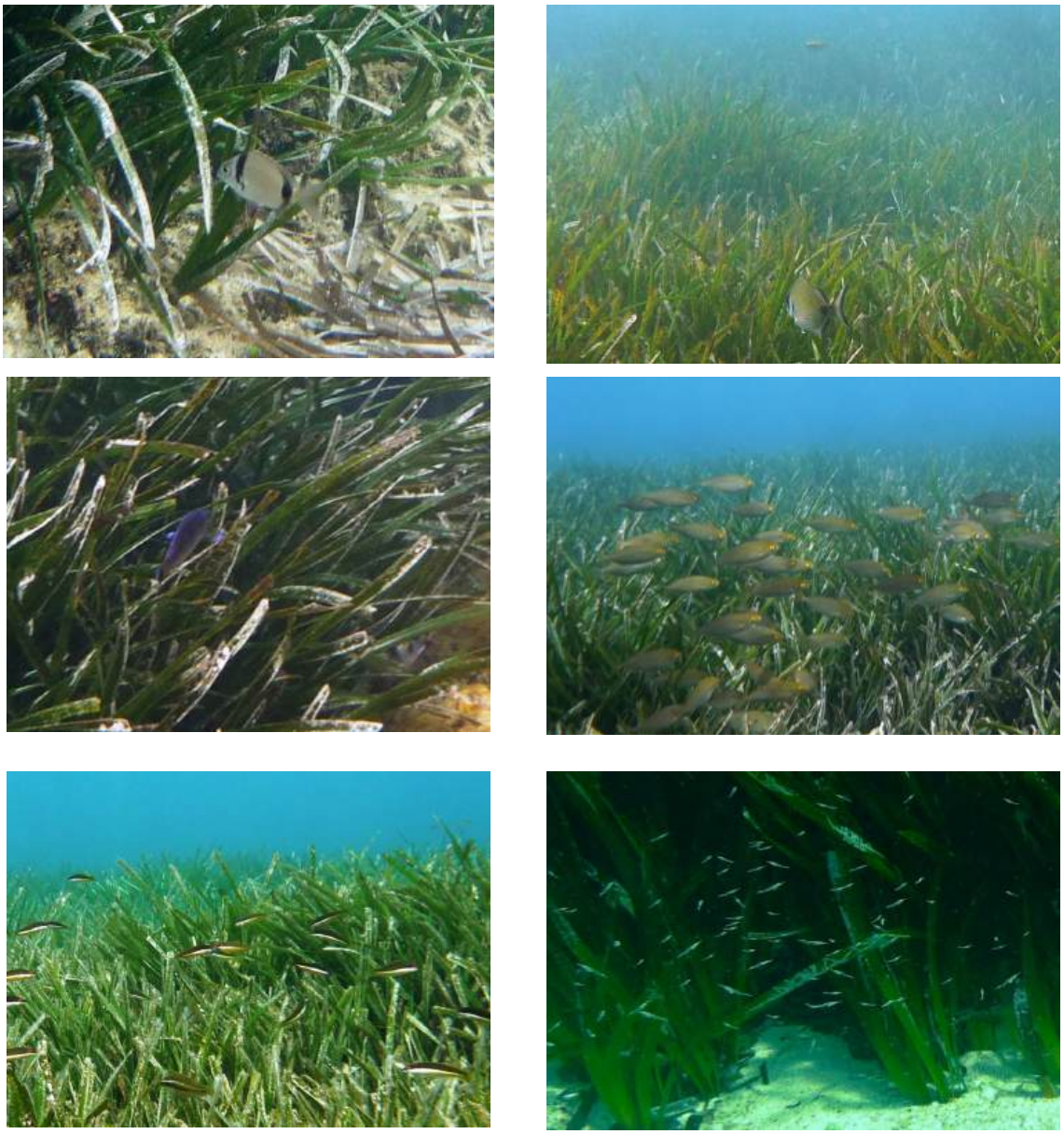


Figure 37 : De haut en bas : Sars – Coquette et saupes – Girelles et larves

Autres espèces observées :

Type	Nom Commun	Genre espèce	Remarque
Plante à fleurs	Posidonies	*Posidonia oceanica*	**Espèce protégée**
	Zostères naines	*Zsotera noltii*	**Espèce protégée**
Algues	Codium	*Codium bursa*	
Holothuriidés	Holothurie noire	*Holothuria forskali*	

Figure 37 : Autres espèces observées lors des plongées de mesures des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonies

Quelques zostères sont observées à proximité immédiate de la limite de l'herbier de posidonies de la station Vallat. Un prélèvement a été réalisé et analysé à la binoculaire (*zostera noltii*).

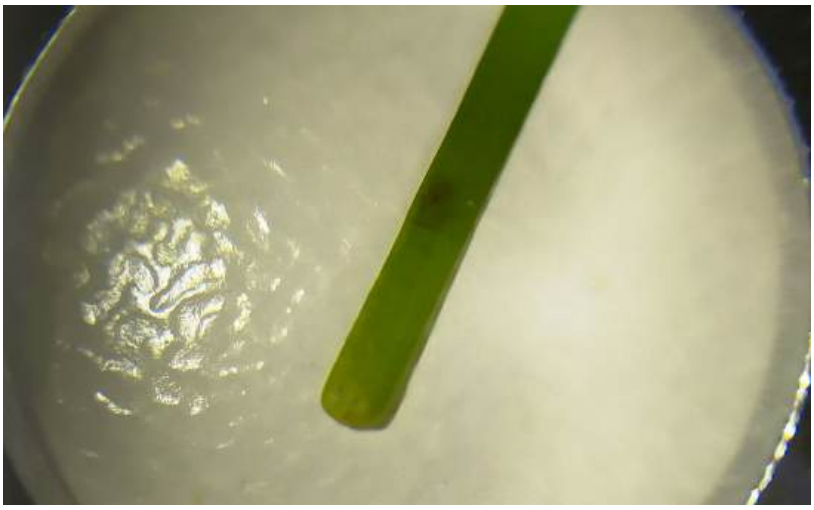


Figure 37 : *zostera noltii observée à proximité immédiate de la limite de l'herbier de posidonies de la station Vallat*

Remarques :

Notons, qu'aucune espèce protégée autre que la posidonie (*Posidonia oceanica*) ou la zostère naine (*Zostera noltii*), n'a été observée lors des explorations subaquatiques.

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

.XII.7) Synthèse & Conclusions

La vitalité de l'herbier de posidonies de la Baie de Bandol a été observée en 9 stations dont les positions sont présentées sur la figure suivante :



Figure 48 : Localisation des 9 stations d'observation de la vitalité de l'herbier de posidonies

Le tableau suivant synthétise les résultats (Présentés de l'Ouest vers l'Est) des mesures des paramètres de la vitalité de l'herbier de posidonies.

Stations	Ren.1 (4.5 m)	Ren.2 (1.5 m)	Ren. L (5 m)	S REF (4.8 m)	Cen. W (1 m)	Cen. E (4.5 m)	Cas. W (4.5 m)	Cas. E (1.6 l)	Vallat (2.3 m)
Etat santé/vitalité	Bon	Bon	Moyen	Très bon	Mediocre	Moyen	Bon	Moyen	Moyen
Taux de recouvrement (%)	80%	80%	65%	90%	50%	90%	90%	85%	80%
Densité moyenne de faisceaux par m2	875	958	708	908	517	633	833	917	658
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	20%	20%	20%	-	0%	20%	7%	3%	17%
Ensablement	-/+	-	++	-	-/+	-	-	-	-
Broutage	-	++	+	+++	-	+	+	-	-
Epiphytes	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 49 : Synthèse des résultats (Présentés de l'Ouest vers l'Est) des mesures des paramètres de la vitalité de l'herbier de posidonies sur les 9 stations

L'herbier de posidonie des lieux étudiés est fortement morcelé, que ce soit au droit de la baie de Renecros (à l'Ouest) ou au droit des plages Centrale et Casino (à l'Est). Il ne présente pas de limite supérieure franche. Le choix des lieux des stations a alors été fait sur des taches d'herbier à fort recouvrement. Ainsi les taux de recouvrement mesurés sont forts à très forts au niveau des stations, en raison du choix des localisations des stations ; cette information n'est donc pas significative.

.XII.7.a) Partie Ouest : Secteur de Renécros

Dans la partie Ouest (Secteur de Renécros) les densités sont bonnes. La station de Renécros Large est située à la sortie de l'anse de Renécros, sur une langue de matte localisée au droit de la rivière de retour. L'herbier est morcelé, entouré de matte morte. Quelques patchs d'herbiers se maintiennent au droit de la station mais sont ensablés. Le fond est constitué de sable grossier. De même les intermattes de la station Renécros 1, sont elles aussi ensablées. Ainsi si l'herbier de la baie de Renécros présente des bonnes densités, il subit toutefois un ensablement, probablement lié au transfert de sédiment par la rivière de retour[1], comme l'atteste la présence de larges rides de sédiment grossier au droit de la station Renécros Large (Ripple marks).

1 **Les rivières de retour** (ou chenaux sagittaux) sont des chenaux perpendiculaires à la côte, creusés dans l'herbier, par où se fait le retour vers le large, au niveau du fond, des eaux de surface poussées par le vent vers la côte [2006 RAMOGE Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. Boudouresque et al. N°ISBN 2-905540-30-3]

.XII.7.b) Station de référence

La station de référence est située entre l'île de Bendor et la côte au milieu d'un l'herbier de posidonies homogène et en dehors de pressions liées au passage des câbles et émissaires. Elle présente une bonne densité et fait état d'une bonne vitalité.

.XII.7.c) Partie Est: Secteur Central

Dans le secteur de la plage Centrale l'herbier de posidonies est quasiment absent jusqu'à environ 120 m du bord de plage. Les paramètres relevés au niveau des stations de vitalité Centrale Ouest et Centrale Est indiquent un état de santé respectivement médiocre et moyen pour ces deux stations, autour desquelles peu de vie est observée.
La station Centrale Ouest est située à 50 m du bord de la plage au centre d'une tache de posidonies d'environ 8 m de diamètre sur un fond de matte morte. Ce lieu d'observations sous-marines avait été retenu, car l'analyse des images aériennes suggérait la présence potentielle de cymodocées. Il s'est avéré qu'il s'agissait d'une tache de posidonies de densité médiocre. Du côté terre de cette tache un ensablement des rhizomes est observé, ce qui n'est pas le cas coté large.
La station Centrale Est localisée à 200 m de la plage, et à la sortie du port, présente une densité de faisceaux moyenne..

.XII.7.d) Partie Est : Secteur Casino et Vallat

L'herbier de posidonies du secteur Casino est extrêmement morcelé. Il est quasiment absent du secteur de Vallat hormis en bordure Ouest contre la digue de La réserve.
L'analyse du classement des paramètres de vitalité selon les grilles standardisées montre dans le secteur des plages Casino et en bordure de Vallat des densités bonnes et moyennes. Nous n'avons pas observé d'ensablement particulier.

.XII.7.e) Conclusions

L'herbier de posidonies du secteur étudié est globalement en bon état de vitalité à l'Ouest et médiocre à moyen à l'Est, avec néanmoins un bon état observé sur la station Casino Ouest.
Sur l'ensemble des stations les taux de rhizomes plagiotropes sont faibles, révélant la faible capacité de l'herbier à se développer horizontalement.
Sur les deux stations de Renécros situées le plus à l'Ouest, ainsi que sur le secteur de Centrale, un ensablement des rhizomes a été observé.

Notons que l'herbier étudié, localisé au droit des plages de Bandol, est situé en eaux peu profondes, entre 5 m et 1,5 m. L'herbier peut ainsi être soumis à un fort hydrodynamisme et subir de forts mouvements sédimentaires pouvant conduire à terme à structurer son état général.

L'étude de l'historique de l'évolution de l'herbier suite à la création du port, à partir notamment de l'analyse de photographies aériennes anciennes, ainsi que l'étude de l'hydrodynamisme actuel de la Baie, devraient permettre de pouvoir comprendre les phénomènes en jeu et leurs impacts respectifs sur l'herbier de posidonies et ainsi fournir des éléments permettant de valider la pertinence de solutions raisonnées et en particulier celle consistant en l'exploitation des accumulations de sédiments observées en limite supérieure et notamment au droit de la rivière de retour de la baie de Renécros par 5 m de fond.

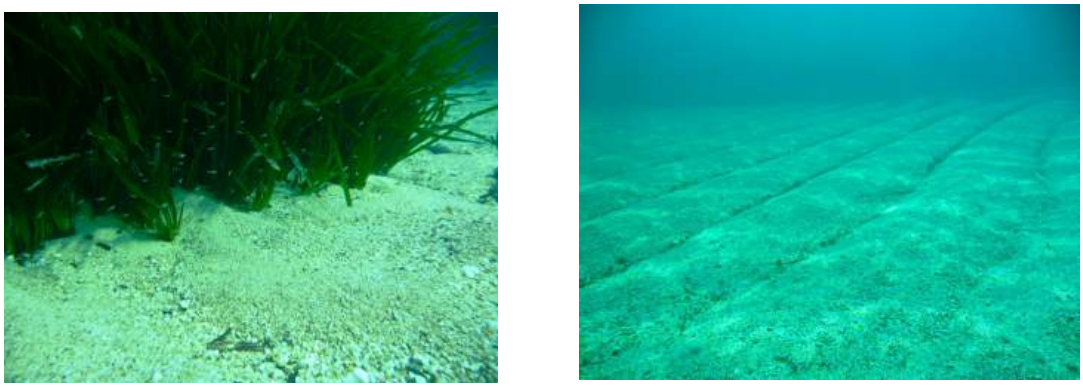
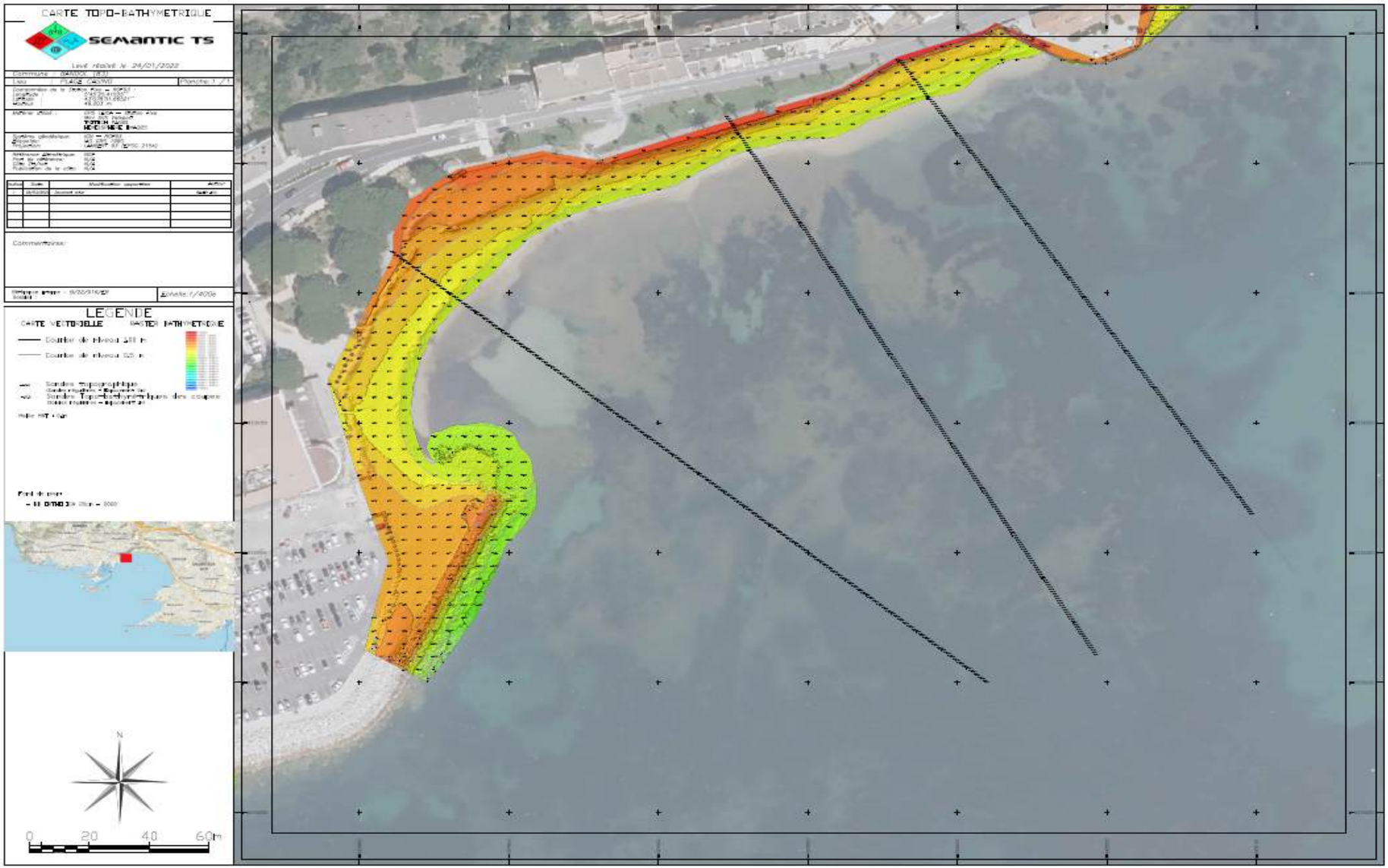
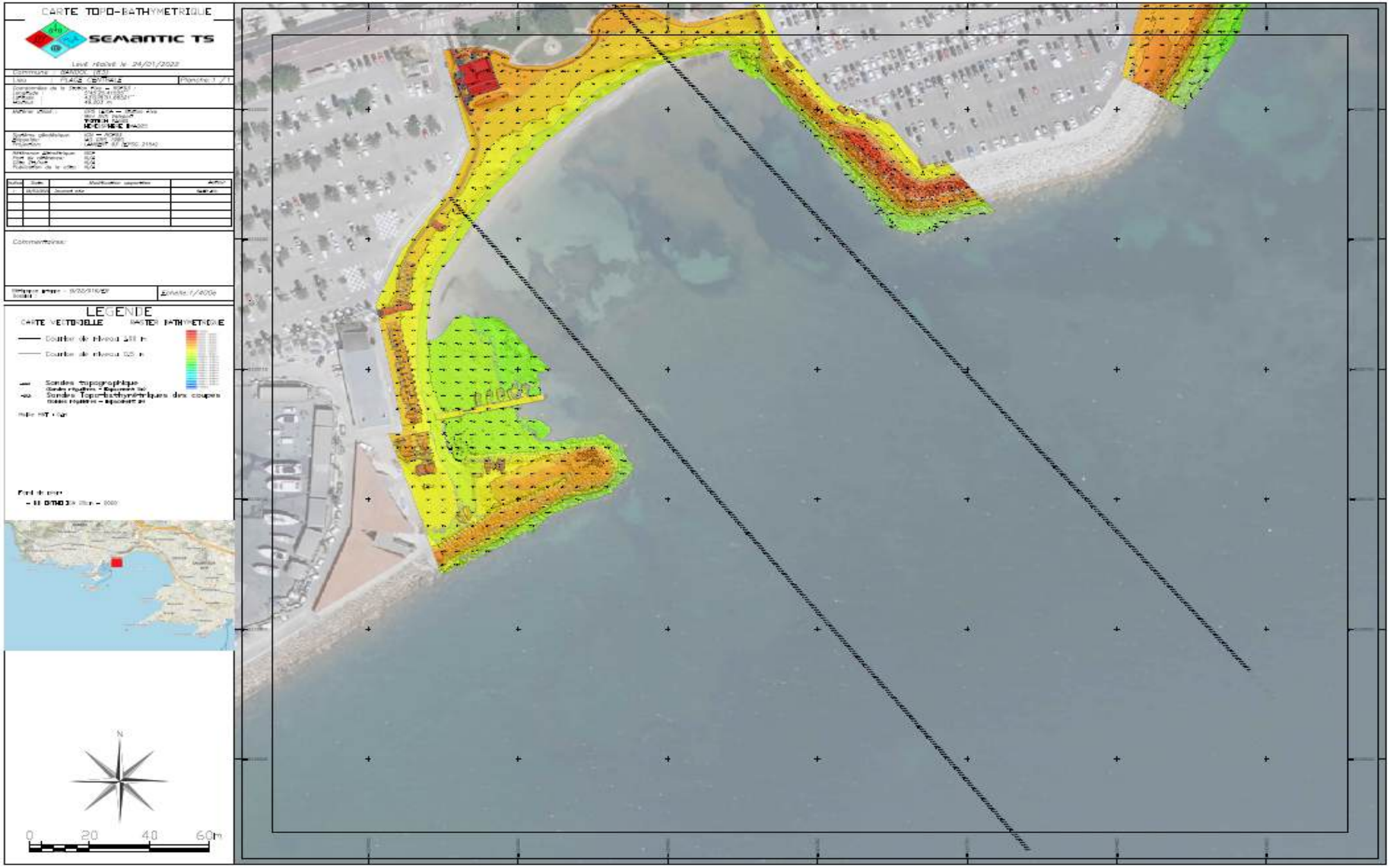


Figure 50 : Station Renécros Large (Profondeur 5 m – Localisée au droit de la rivière de retour)
Rhizomes ensablés et larves (Nurserie) - Accumulation de sédiment grossier (Ripple marks)

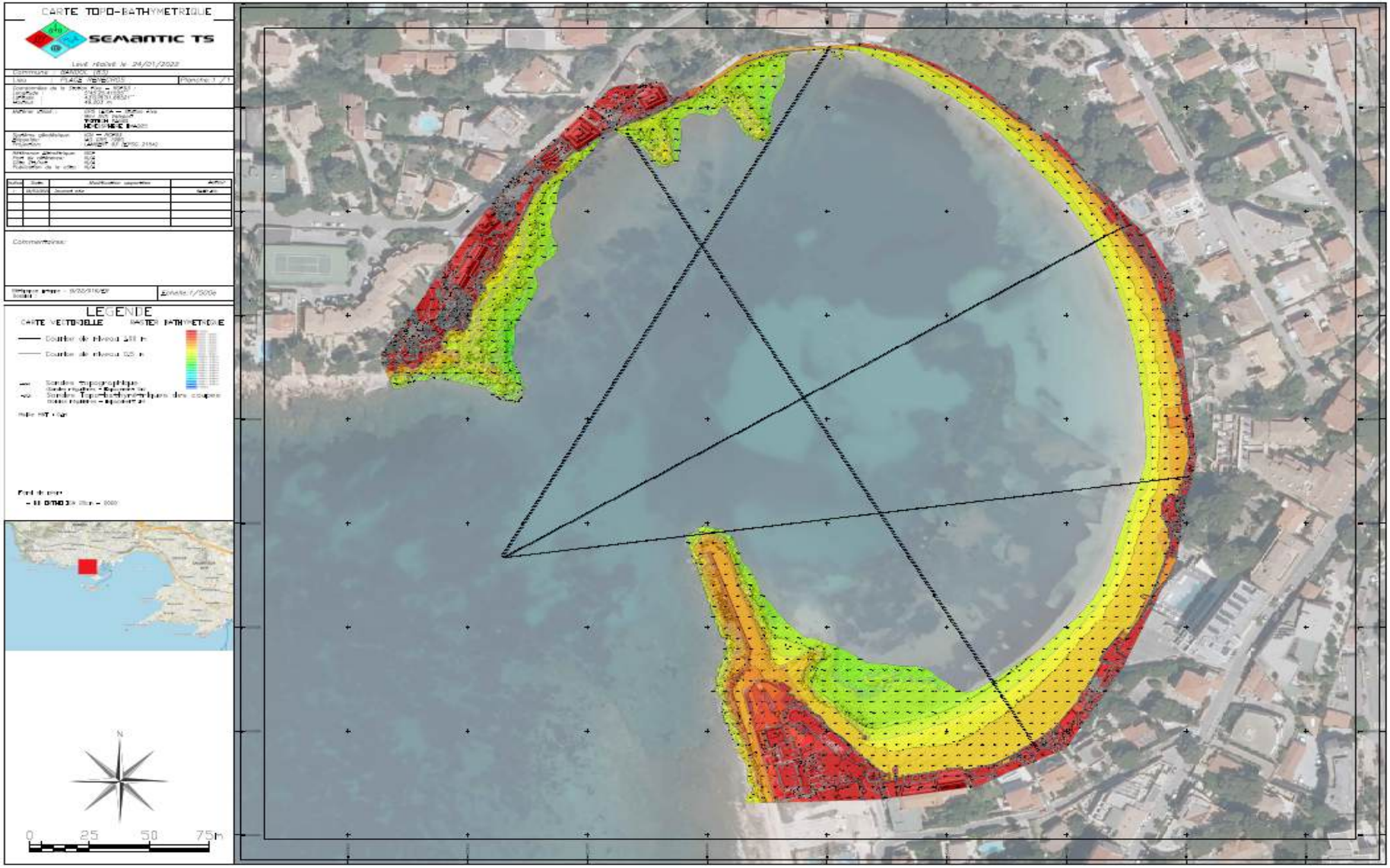
.XIII. RENDUS CARTOGRAPHIQUES



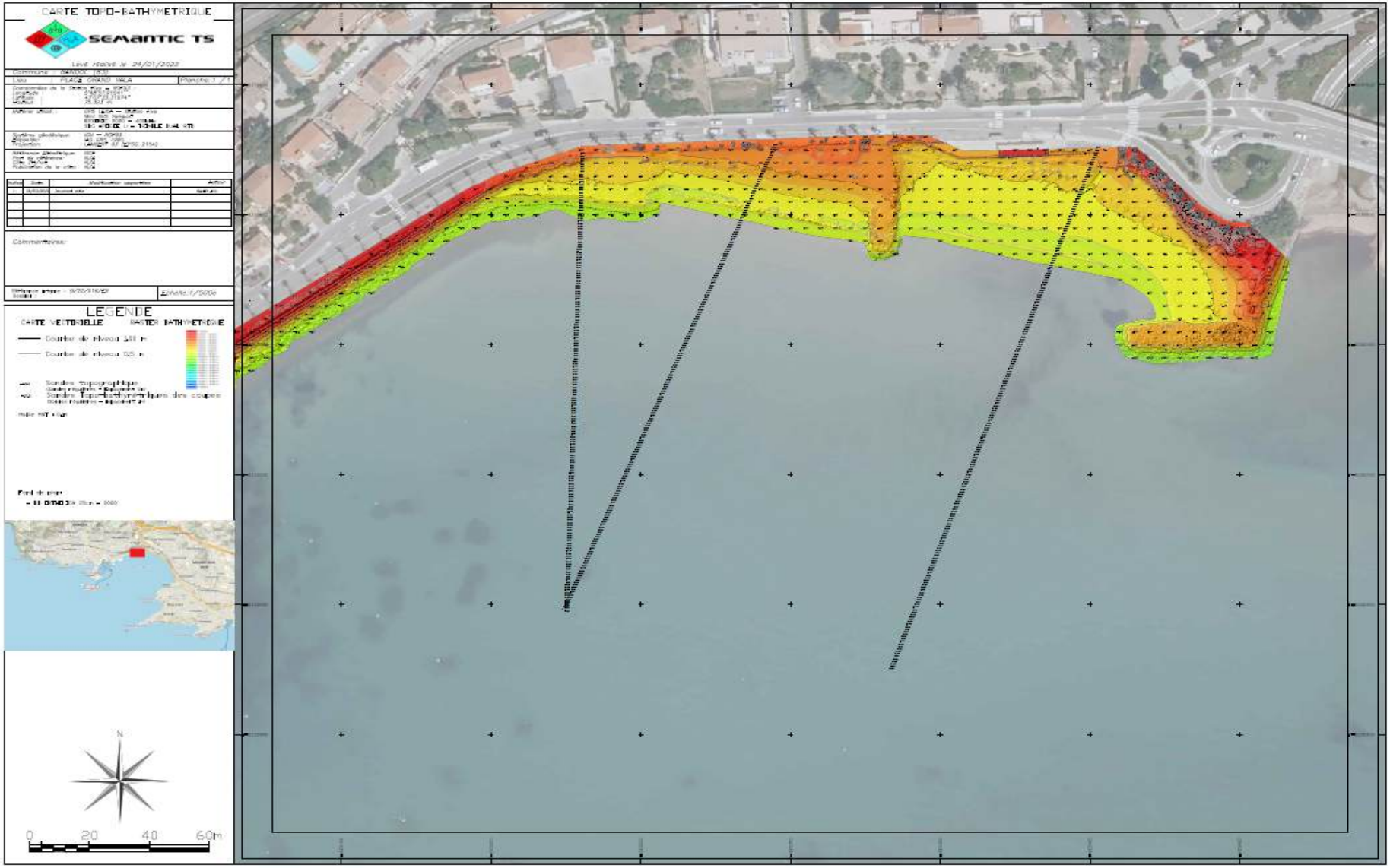

ORTHOMOSAIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
N
0
20
40
60m

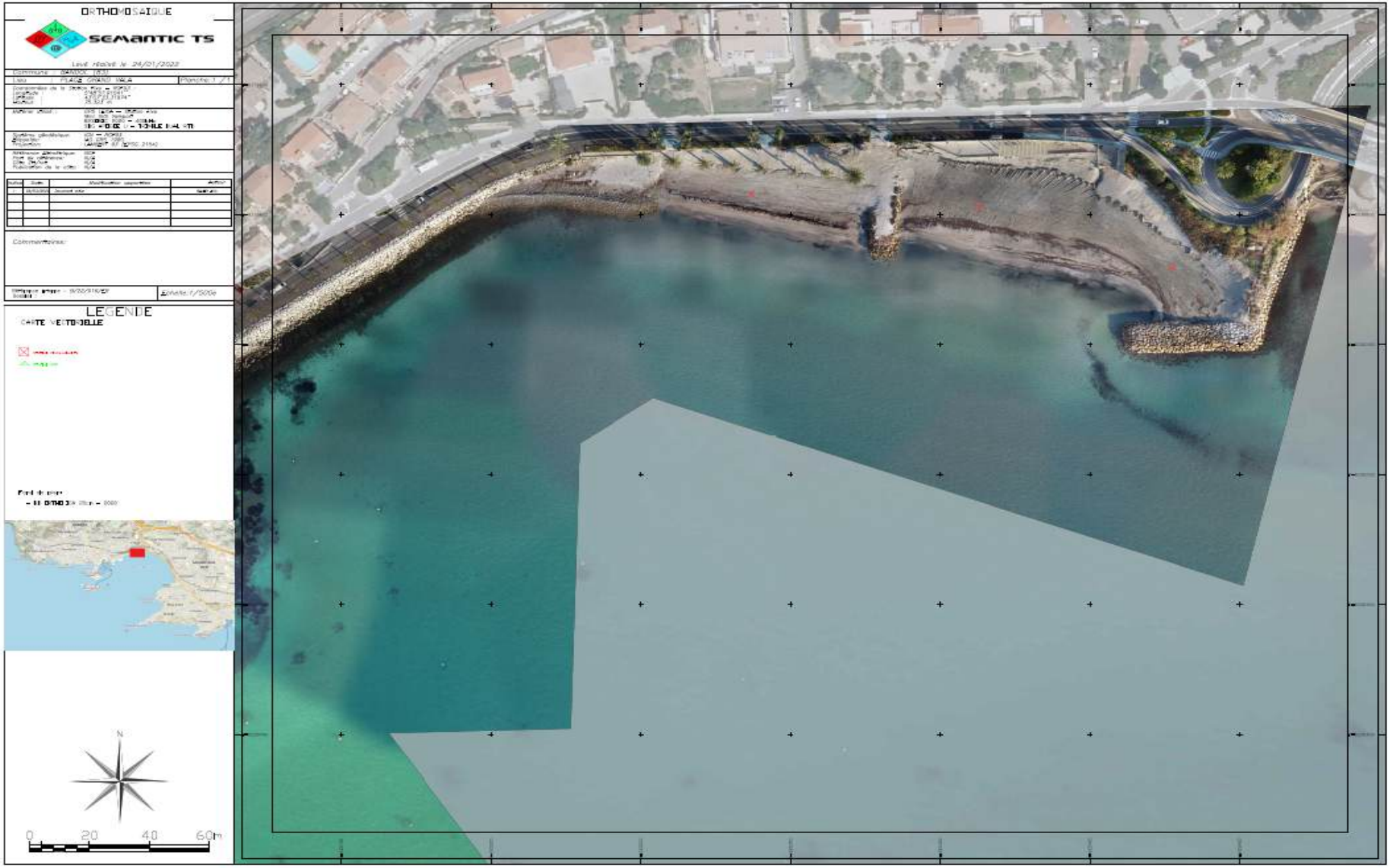

CARTE TOPO-BATHYMETRIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
0
20
40
60m


ORTHOMOSAIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
N
0
20
40
60m


CARTE TOPO-BATHYMETRIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
0 25 50 75m


ORTHOMOSAIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
N
0 25 50 75m


CARTE TOPO-BATHYMETRIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
0
20
40
60m


ORTHOMOSAIQUE
SEMANTIC TS
LEGENDE
N
0
20
40
60m