

NOTE EXPLICATIVE 05 : RAPPORT RELATIF AUX
RECONNAISSANCES DE BATHYMETRIE ET DE
REPERAGE DES MACRO-DECHETS
PHASE DIAG - JUIN 2021

ANSE DU PHARO - MARSEILLE
Maîtrise d'œuvre pour l'opération création d'un village d'entreprises nautiques
SOLEAM

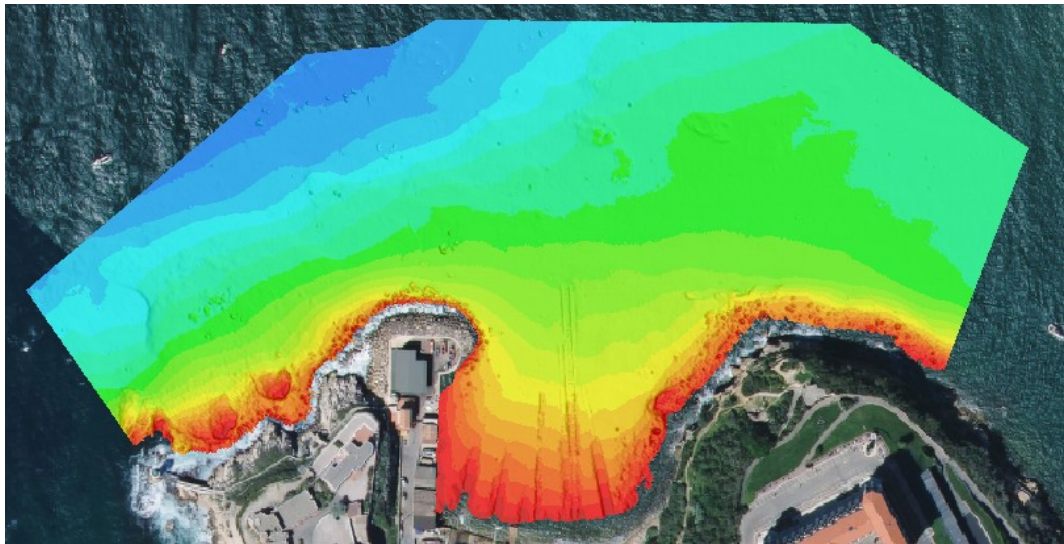
ARTELIA - PANORAMA ARCHITECTURE



RAPPORT DE MISSION

Rapport de mission

Levés bathymétriques multi-faisceaux Cartographie des biocénoses **MARSEILLE - ANSE DU PHARO**



Destinataire : ARTELIA
Référence client : DC4 signé par le client en date du 24/03/2021
Rédacteur : MARCHETTI Simon
Document Ref. SEMANTIC TS : N° R/21/053/SM du 08/04/2021
Référence affaire SEMANTIC TS : 21/680 - Marseille AnsePharo SOLEAM



V	Date	Référence	Évolution	Rédacteur
1	08/04/2021	R/21/053/SM	Document initial	MARCHETTI Simon

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER Eric Fonction : Contrôle Qualité Date : 08/04/2021 Visa :	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : Directeur Date : 08/04/2021 Visa :

SOMMAIRE

I. Introduction.....	4
I.1) Objectifs de la mission.....	4
II. Descriptif des levés.....	5
II.1) Déroulement chronologique.....	5
II.2) Relevé de l'échelle de marée.....	5
III. Les équipes.....	5
III.1) Bathymétrie.....	5
III.2) Sonar latéral / Es60.....	5
III.3) Vidéo.....	5
IV. Les navires.....	6
IV.1) Le Semantic.....	6
IV.2) Le Mino.....	7
V. Moyens et méthodologie du positionnement des porteurs.....	8
V.1) Installation d'une base GPS de référence.....	8
VI. Moyens et méthodologie d'acquisition des données bathymétriques.....	9
VI.1) La chaîne de mesure.....	9
VI.2) Procédure de calibration.....	11
VI.3) Offset d'installation en position centrale– Système inertielle positionnement.....	12
VI.4) Offset d'installation en position centrale – Système acoustique.....	12
VII. Résultats bathymétriques.....	13
VII.1) Bathymétrie.....	13
VII.2) Cibles extraites de la bathymétrie.....	16
VIII. Moyens et méthodologie d'acquisition des données sonar latéral.....	17
VIII.1) La chaîne de mesure.....	17
IX. Résultats sonar latéral.....	18
X. Moyens et méthodologie d'acquisition des données saclaf.....	19
X.1) La chaîne de mesure.....	19
XI. Résultats saclaf.....	20
XII. Moyens et méthodologie d'acquisition des données video.....	21
XII.1) La chaîne de mesure.....	21
XIII. Résultats des données vidéos.....	21
XIV. Conclusion.....	22

I. INTRODUCTION

SEMANTIC TS a déployé son navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins pour la réalisation de travaux de cartographie à MARSEILLE - ANSE DU PHARO. Les mesures ont été réalisées le

- 30/03/2021 : Bathymétrie, sonar latéral, SACLAF
- Reste les vidéos en fonctions des besoins exprimés à la lecture de ce rapport

Ce rapport présente les travaux de levés et de traitement des données, ainsi que les cartographies obtenues.

I.1) Objectifs de la mission

L'objectif des présents travaux était de réaliser l'acquisition de données géophysiques sur la zone suivante :



Figure 1 : Zone d'étude

Les données géophysiques issues de ces travaux ont servi de base pour la cartographie des biocénoses.



II. DESCRIPTIF DES LEVÉS

II.1) Déroulement chronologique

Date	Heure	
30/03/2021	06:30 - 14h30	Mesures géophysiques (2 navires / 4 personnes)
04/2021		Traitement des données

II.2) Relevé de l'échelle de marée

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

III. LES ÉQUIPES

III.1) Bathymétrie

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	BAUER	Eric	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	BAUER ROULLE	Eric Mael	Ingénieur océanographe Technicien hydrographe
Traitement des données	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe

III.2) Sonar latéral / Es60

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	BAUER BESSE	Eric Felix	Ingénieur océanographe Technicien hydrographe
Traitement des données	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe

III.3) Vidéo

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe

A venir



IV. LES NAVIRES

IV.1) Le Semantic

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

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

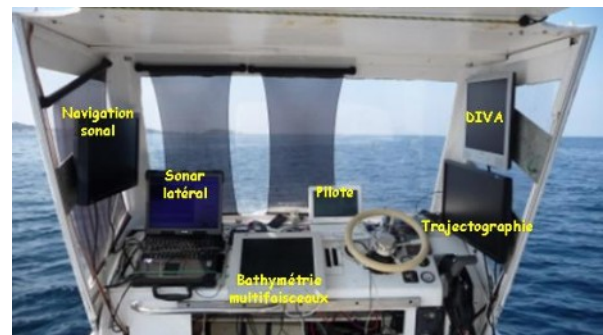


Le navire est inscrit au commerce

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

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

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



Cabine du navire SEMANTIC

Stations de pilotage et d'acquisition multi-capteurs

IV.2) Le Mino

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

- Sondeur multi-faisceaux R2SONIC 2020
- Centrale d'attitude SBG APOGEE
- 2 D-GPS RTK Trimble centimétrique
- Centrale de navigation
- Station d'acquisition
- Réseau Internet et VPN haut débit
- Profileur de célérité Mini-SVS VALEPORT
- Mini-SVS VALEPORT de coque

- Bathymétrie multi-faisceaux
- Positionnement et correction d'attitude
- Positionnement et correction d'attitude
- Pilote automatique sur radiales pré-définies
- Enregistrement des données
- Réception / transmission de données
- Acquisition des profils verticaux de célérité
- Acquisition de la célérité en surface



Figure 2 : Le MINO (Mini Navire Océanographique)

Le navire est inscrit au commerce

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

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

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

V. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE DU POSITIONNEMENT DES PORTEURS

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

Une base de référence est installée au lieu de la mise à l'eau du navire à la pointe rouge



Figure 3 : Installation de la base de référence

Le détail des traitements de la navigation est disponible dans l'annexe « Post Traitement GNSS »

VI. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES BATHYMÉTRIQUES

VI.1) La chaîne de mesure

VI.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

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

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

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

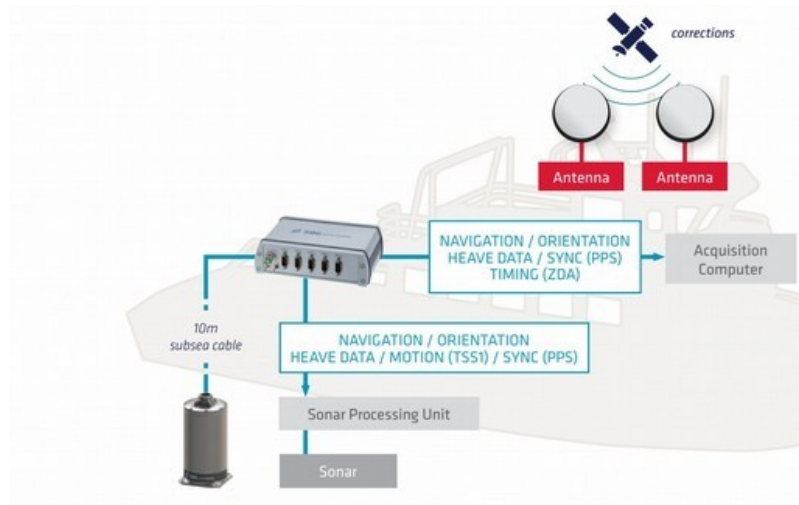


Figure 4 : Mesure de l'inertie et du positionnement du navire – Centrale inertielle SBG Apogée U et Split Box TRIMBLE

VI.1.b) Mesures acoustiques

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

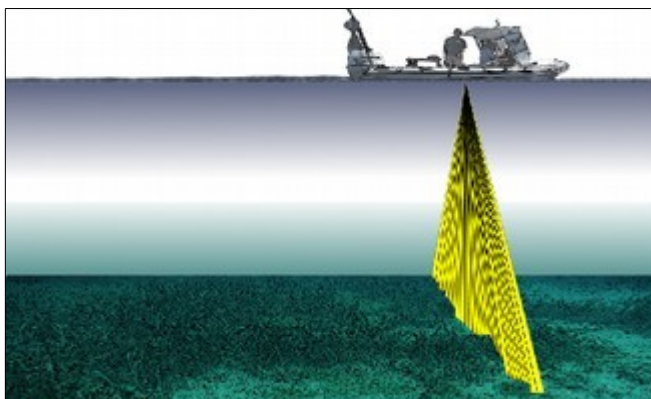


Figure 5 :
à gauche : Principe d'acquisition d'un sondeur multi-faisceaux
à droite : R2SONIC 2020, sondeur multi-faisceaux ultra compact

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

VI.1.c) Mesures d'environnement

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

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



Figure 6 : Mini SVS VALEPORT P



Figure 7 : Profil de célérité à fort gradient

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

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

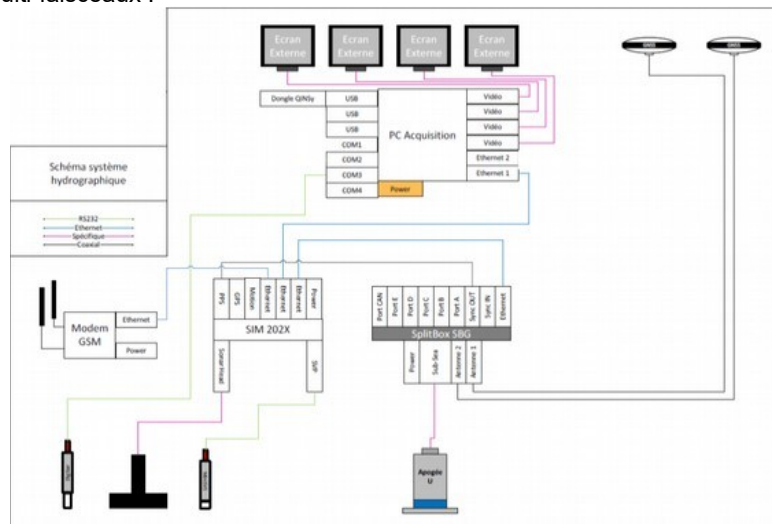


Figure 8 : Chaîne de mesures

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

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

VI.2) Procédure de calibration

VI.2.a) Offset de roulis

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe X. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour en sens contraire sur fond plat et minimiser l'erreur d'alignement du fond dans le sens perpendiculaire à l'avancement du navire.

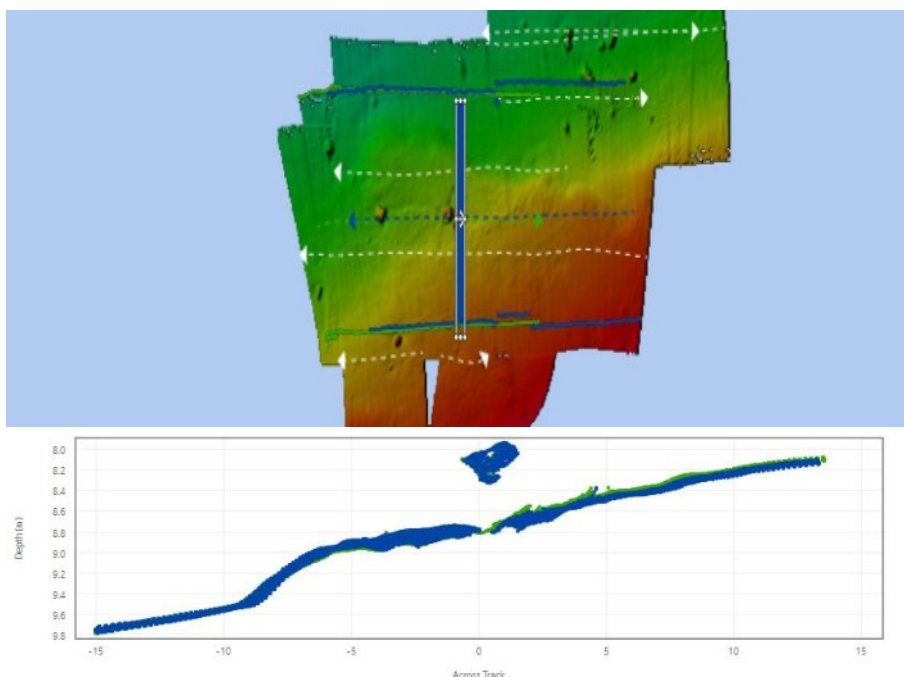


Figure 9 : Rapport calibration de l'offset de roulis

VI.2.b) Offset de tangage

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe Y. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour en sens contraire sur un fond qui remonte régulièrement et minimiser l'erreur d'alignement du fond à l'aplomb du navire.

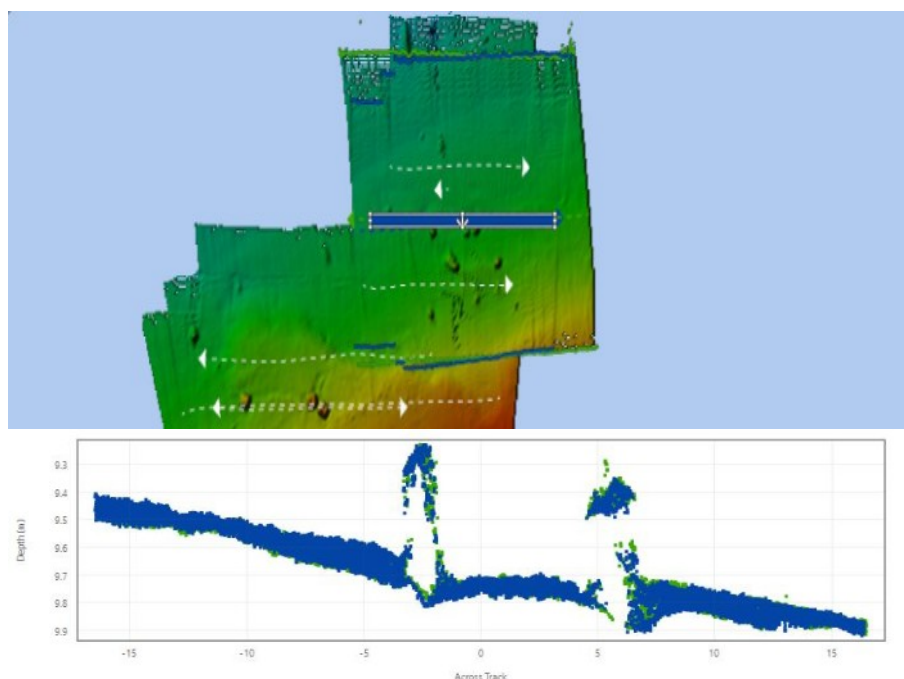


Figure 10 : Rapport calibration de l'offset de tangage

VI.2.c) Offset de cap

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe Z. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour dans le même sens sur une structure irrégulière et minimiser l'erreur d'alignement du fond entre les deux passages du navire.

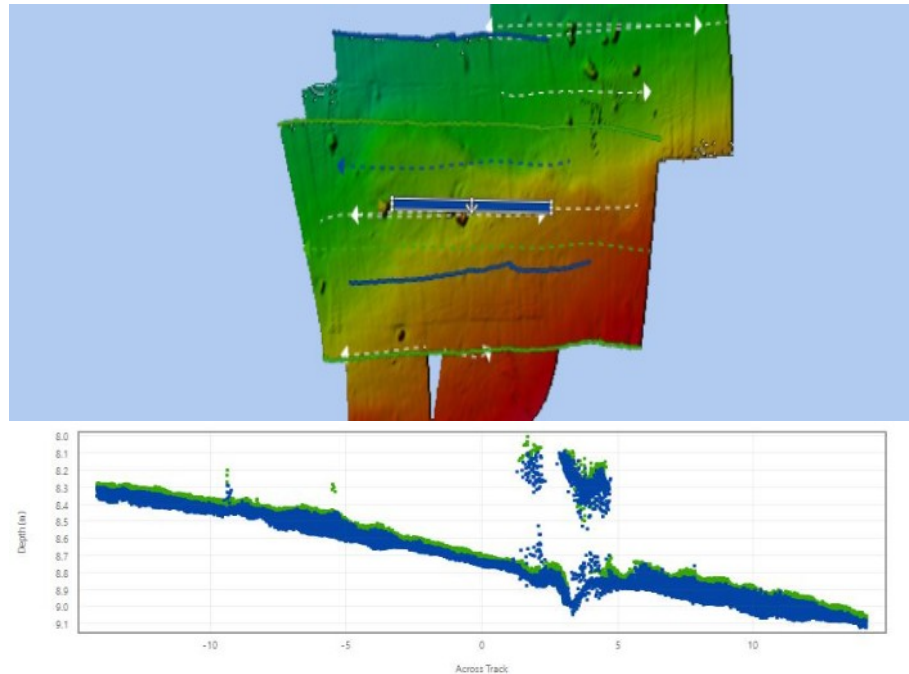


Figure 11 : Rapport calibration de l'offset de cap

VI.3) Offset d'installation en position centrale– Système inertielle positionnement

Antenna Offsets:

	Latency (s)	Starboard (m)	Forward (m)	Up (m)
2021-03-30 06:10:33	0.000	-0.415	-0.157	1.541

VI.4) Offset d'installation en position centrale – Système acoustique

Tx Transducer Offsets:

	Pitch (°)	Roll (°)	Heading (°)	Starboard (m)	Forward (m)	Up (m)
2021-03-30 06:10:33	0.267	0.200	-0.099	-0.027	-0.005	-0.205

Rx Transducer Offsets:

	Pitch (°)	Roll (°)	Heading (°)	Starboard (m)	Forward (m)	Up (m)
2021-03-30 06:10:33	0.267	0.200	-0.099	-0.027	-0.005	-0.205

VII. RÉSULTATS BATHYMÉTRIQUES

VII.1) Bathymétrie

Après fusion et traitement des données un modèle numérique de terrain avec une résolution de 20 cm x 20 cm a été généré en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles.

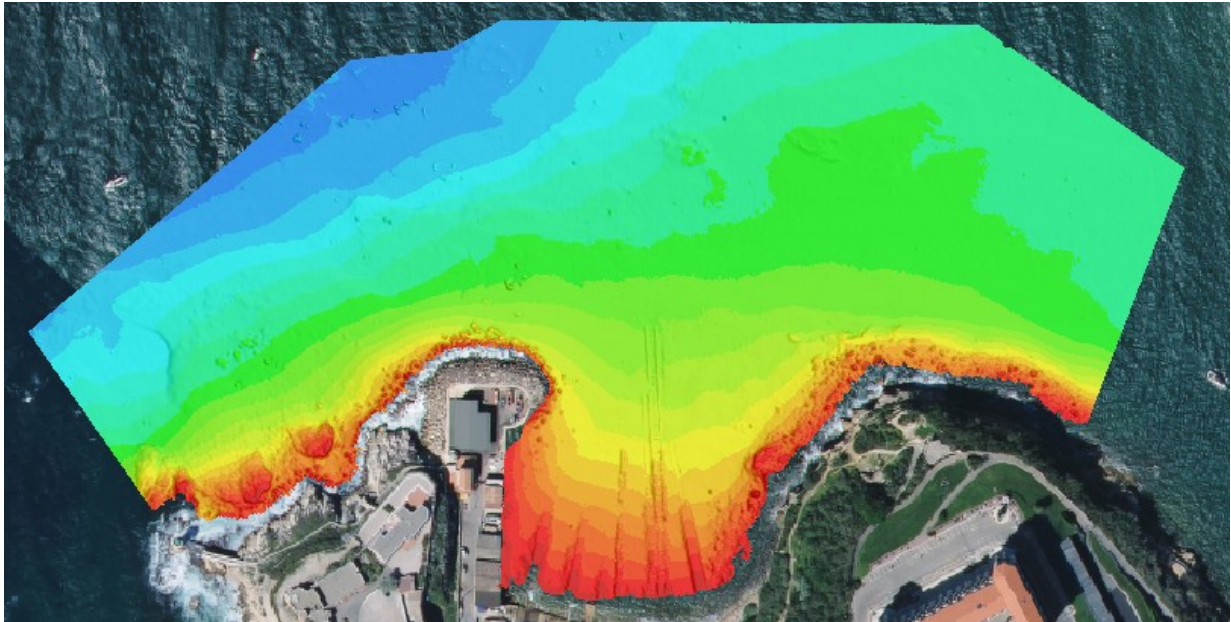


Figure 12 : Modèle numérique de terrain bathymétrique

Ce modèle numérique de terrain permet d'établir des isobathes sur la zone ainsi que l'extraction de sondes régulières dans la zone. Ces informations sont utiles pour la planification et l'organisation des levés géophysiques par caméra liée à la détermination de la position d'éventuels herbiers

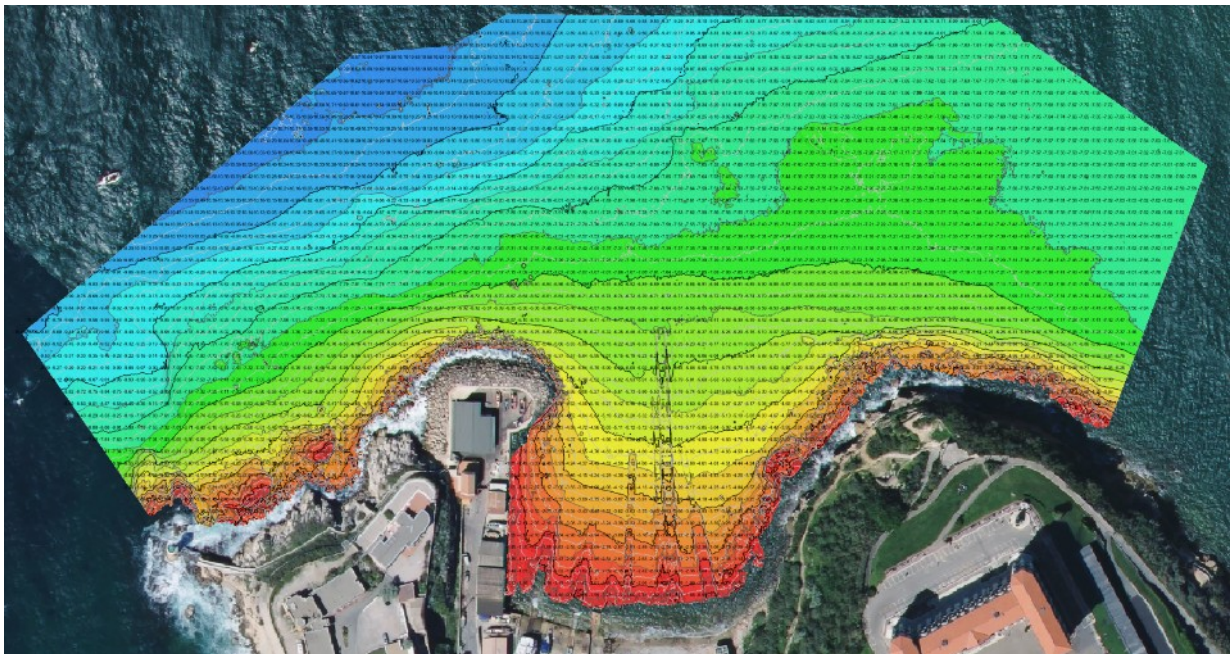


Figure 13 : Isobathes et sondes sur MNT

Ce modèle numérique de terrain permet aussi par sa résolution de pointer les objets qui dépassent du fond

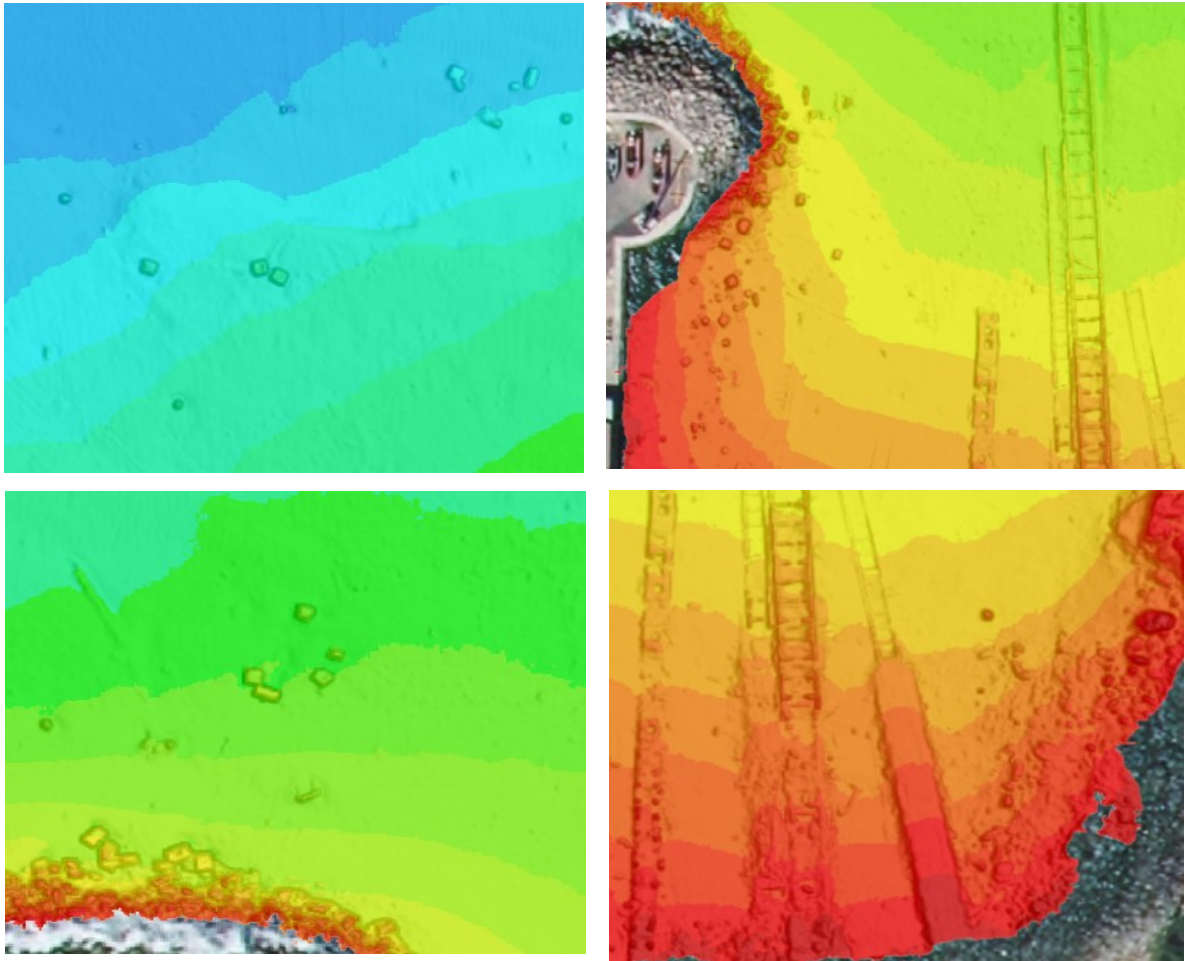


Figure 14 : aperçu de la résolution de la bathymétrie

Un traitement d'ombrage permet de mettre en relief tous ces objets

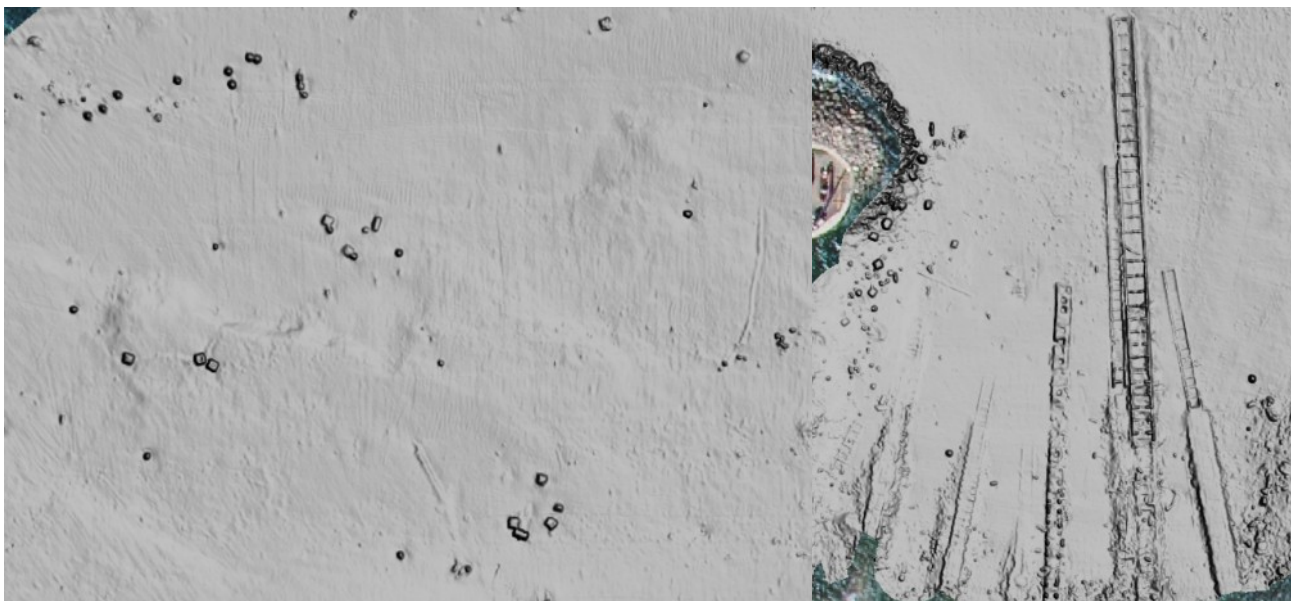


Figure 15 : aperçu du traitement en ombrage pour la mise en évidence d'objet ponctuels
A gauche en grand fond (> 5m)
A droite en petit fond (<5m)

Afin d'exploiter ces données bathymétriques très précises de la zone, SEMANTIC TS applique un algorithme de traitement de l'indice topographique afin de mettre en évidence les discontinuités bathymétriques de la zone. Ces informations seront utilisées pour la répartition spatiale des probabilités de présence de substrats sur le fond.

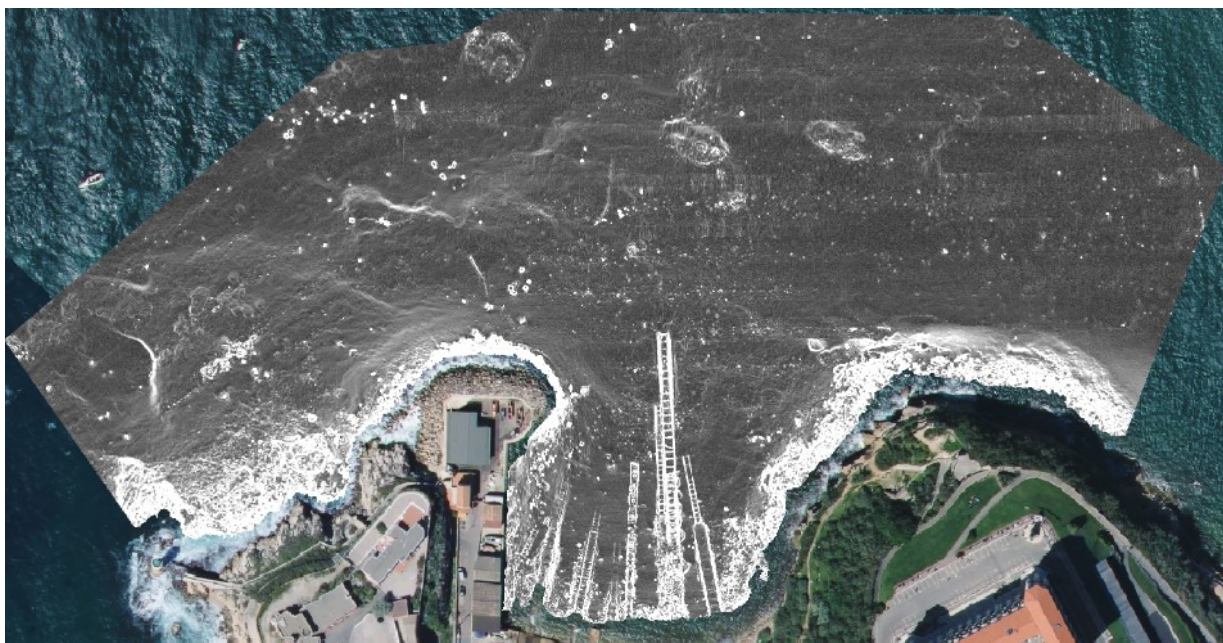


Figure 16 : Indice topographique du fond

Cette carte montre 5 zones d'intérêt exploratoire à valider par le client

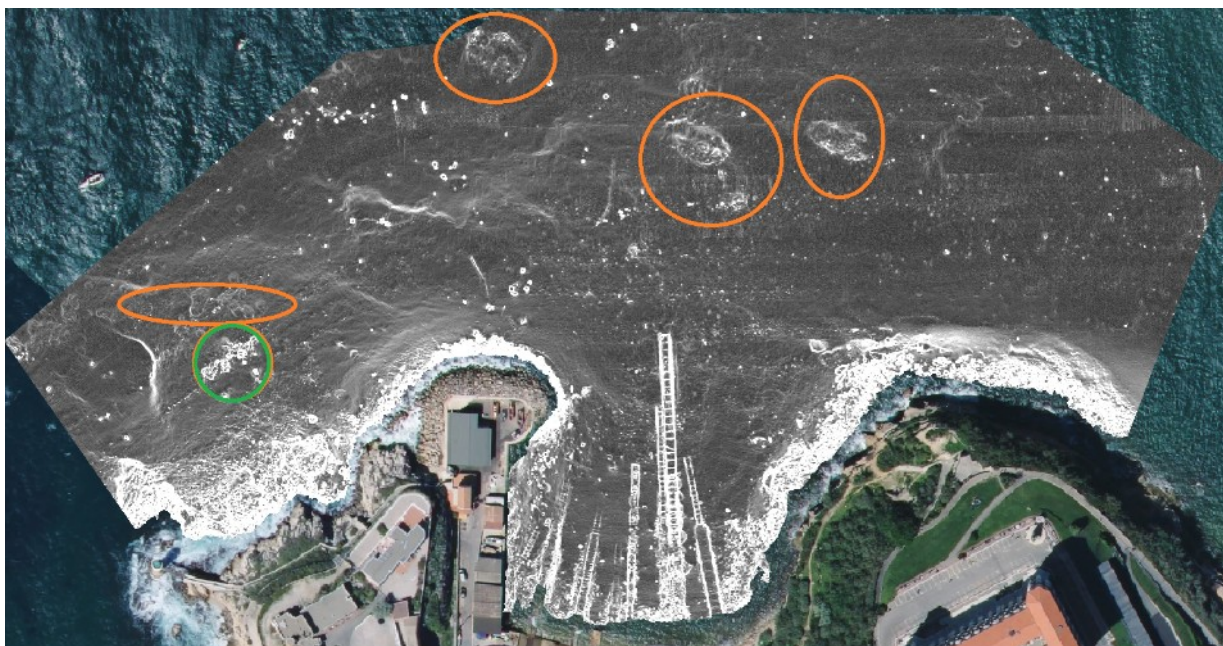


Figure 17 : Zone d'intérêt à priori
En orange : probabilité de matte
En vert : probabilité d'herbier

VII.2) Cibles extraites de la bathymétrie

219 cibles ont été repérées dans la bathymétrie

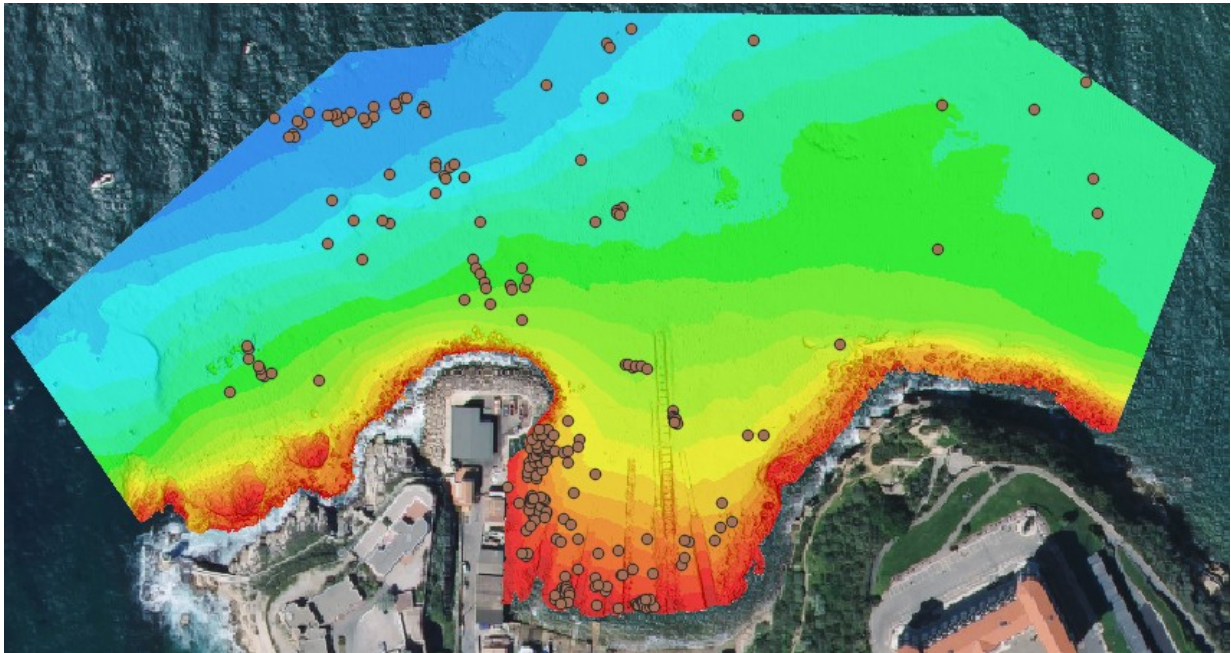


Figure 18 : Position des cibles sur la bathymétrie

VIII. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES SONAR LATÉRAL

VIII.1) La chaîne de mesure

VIII.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

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

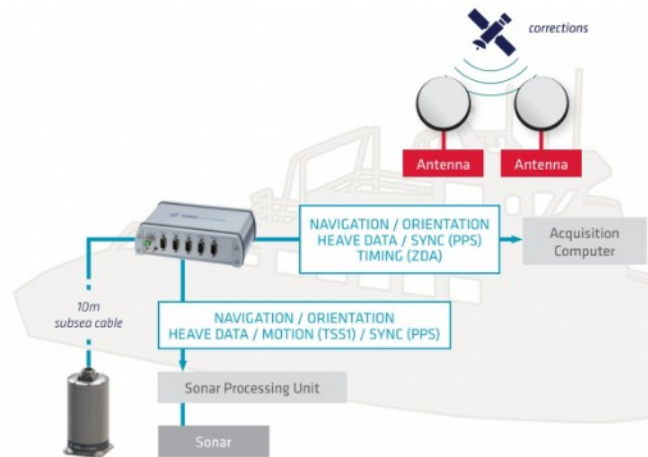


Figure 19 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

VIII.1.b) Mesures acoustiques

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

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

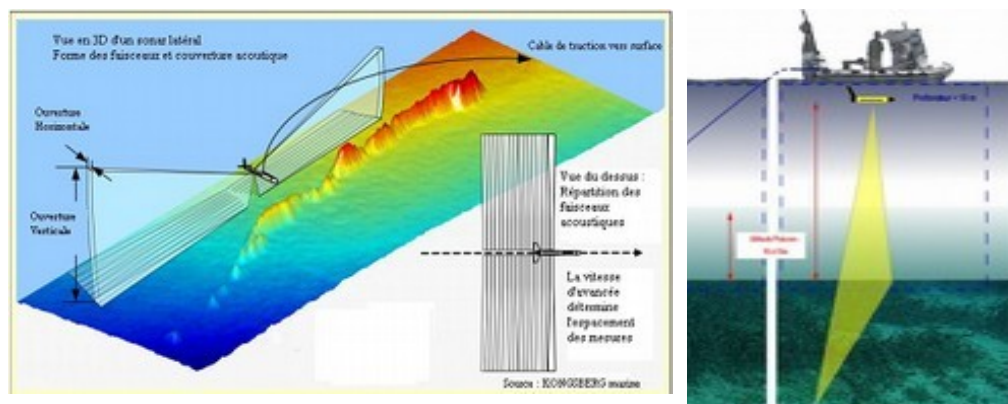


Figure 20 : Principe de la mesure par sonar latéral - Schéma de principe simplifié de l'acquisition sonar latéral.

IX. RÉSULTATS SONAR LATÉRAL

Après fusion et traitement des données une mosaïque sonar avec une résolution de 25 cm x 25 cm a été générée en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles. Cette image met en évidence les substrats qui répondent de manière homogène aux ondes acoustiques.

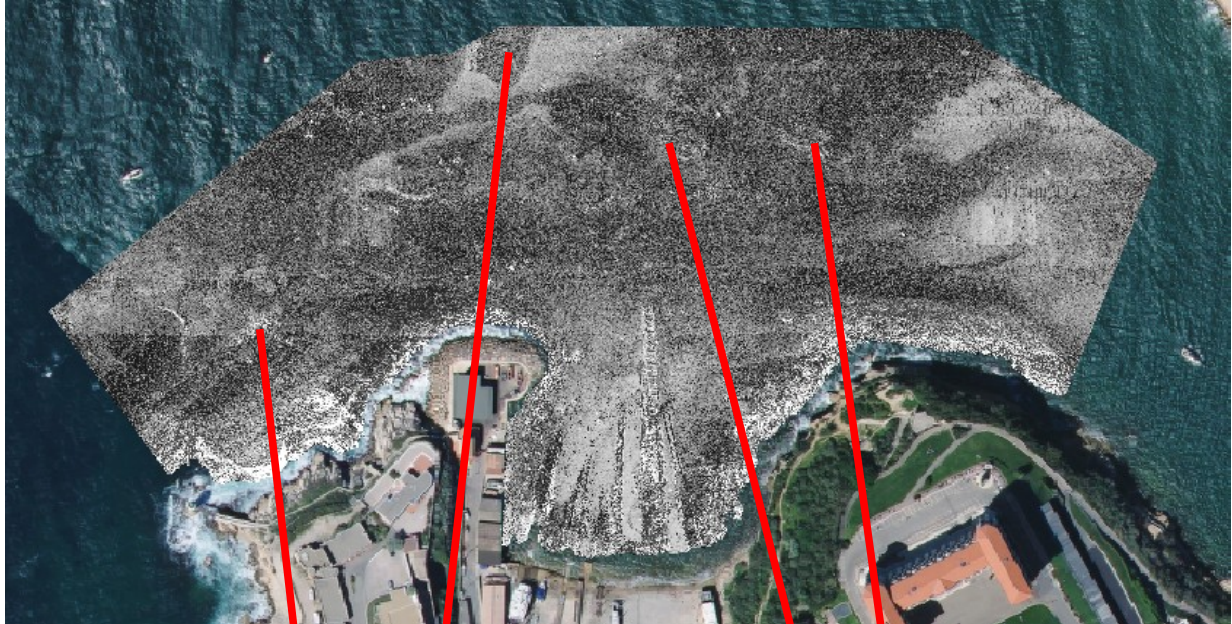


Figure 21 : Mosaïque sonar latéral de la zone

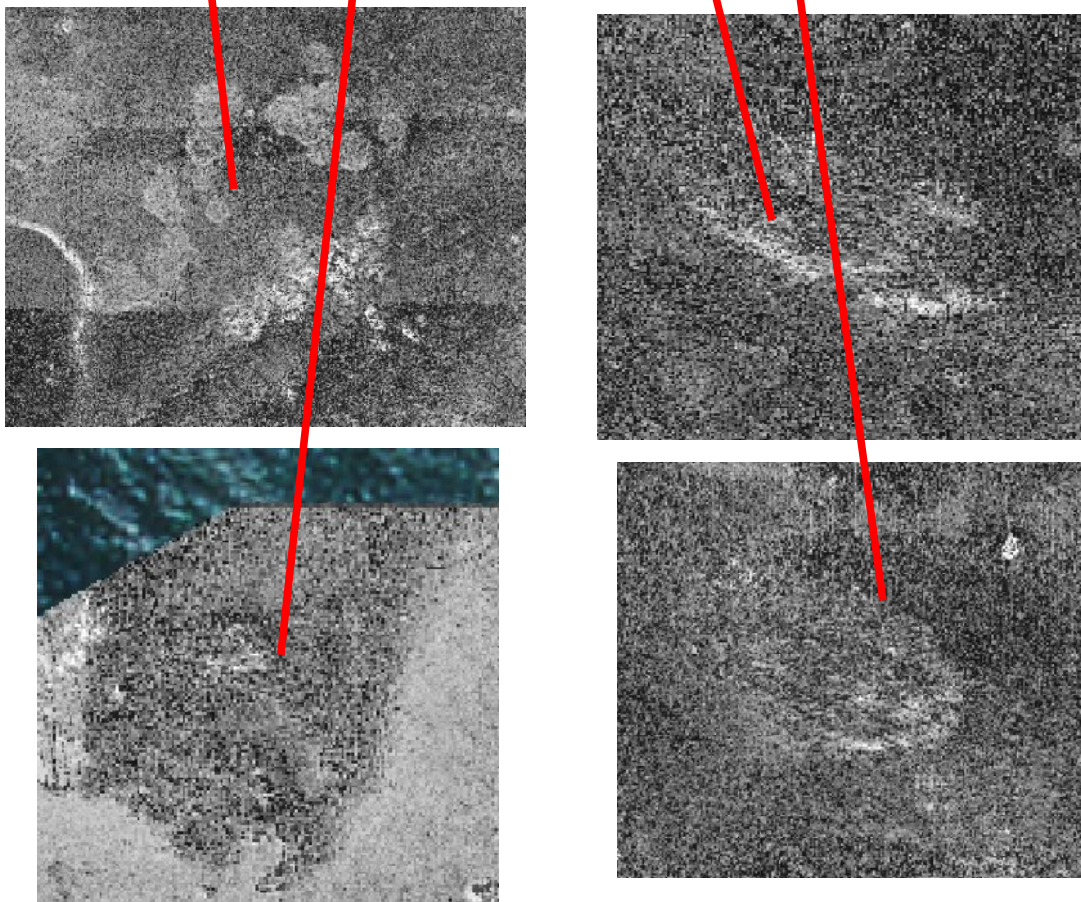


Figure 22 : Mosaïque sonar latéral - Détails à investiguer

X. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES SACLAF

X.1) La chaîne de mesure

X.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

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

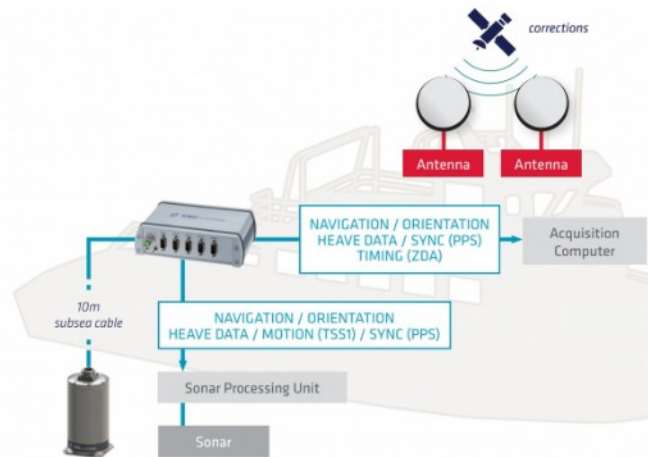


Figure 23 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

X.1.b) Mesures acoustiques

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

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

- **SACLAF- DIVA** : Présence / absence de végétation sur le fond

Couplées à des mesures sonar latéral la méthode DIVA permet d'obtenir une cartographie surface des fonds (substrats) et des biocénoses.

XI. RÉSULTATS SACLAF

Le SACLAF permet de renseigner le fond en termes de probabilité de présence d'un herbier de plaine sain et développé. Les points verts montrent la forte probabilité d'herbier comme l'illustre l'image exemple ci-dessous.



Figure 24 : Superposition des points de SACLAF sur l'image aérienne - Exemple

Dans la zone, aucun herbier sain n'est détecté par cette méthode. Attention tout de même cette information n'est disponible qu'à l'aplomb du navire. Hors celui-ci n'est pas directement passé sur la zone où il est possible de trouver un herbier.

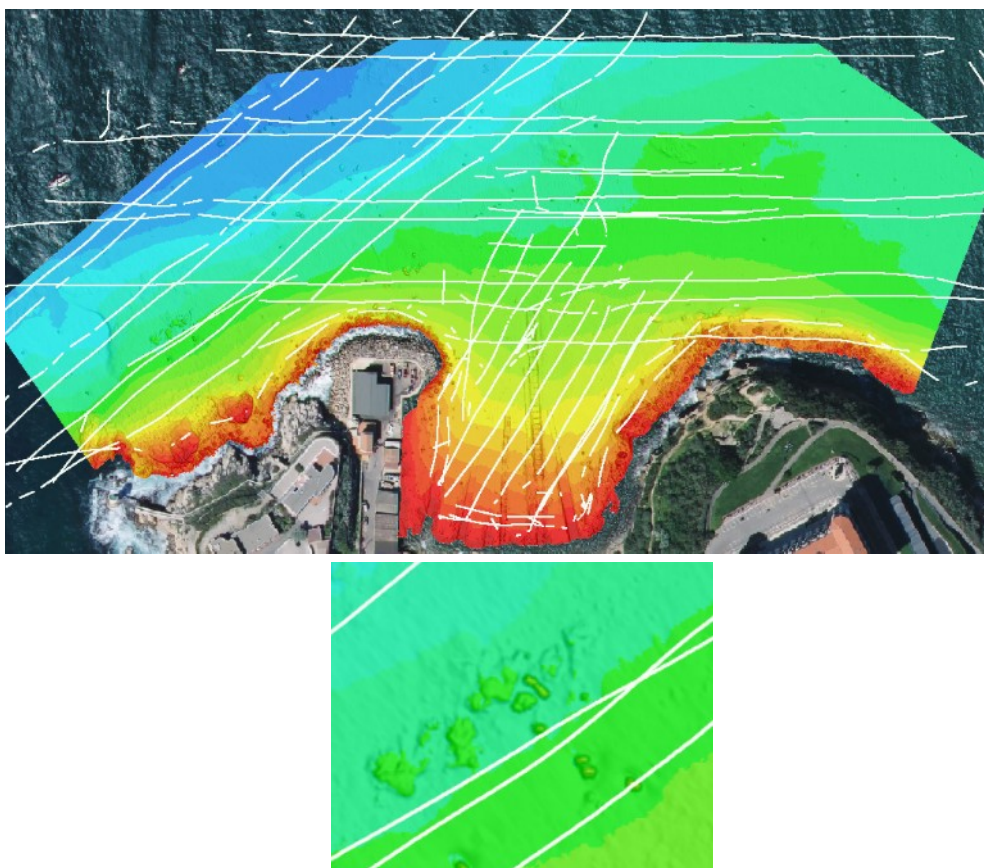


Figure 25 : Superposition des points de SACLAF sur la bathymétrie

XII. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES VIDEO

XII.1) La chaîne de mesure

XII.1.a) Positionnement

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

XII.1.b) Acquisition des données

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



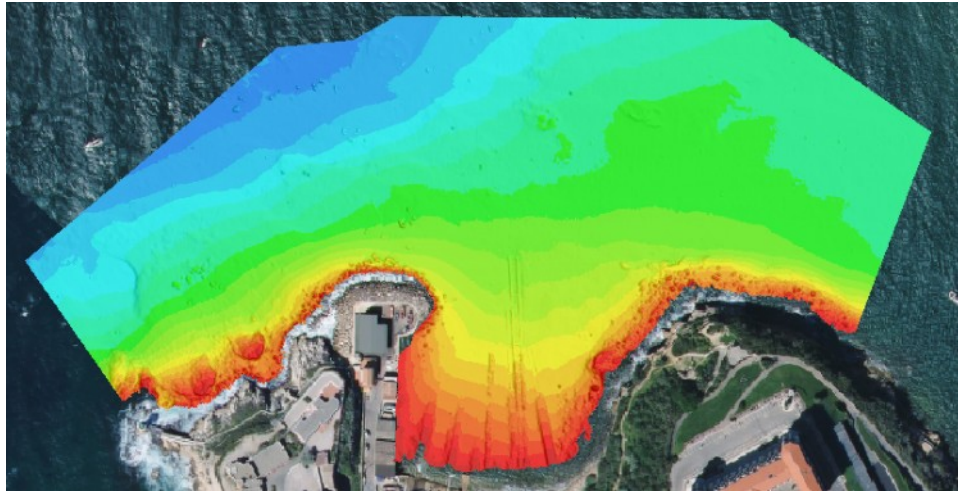
Figure 26 : Système ENO SEMANTIC

XIII. RÉSULTATS DES DONNÉES VIDÉOS

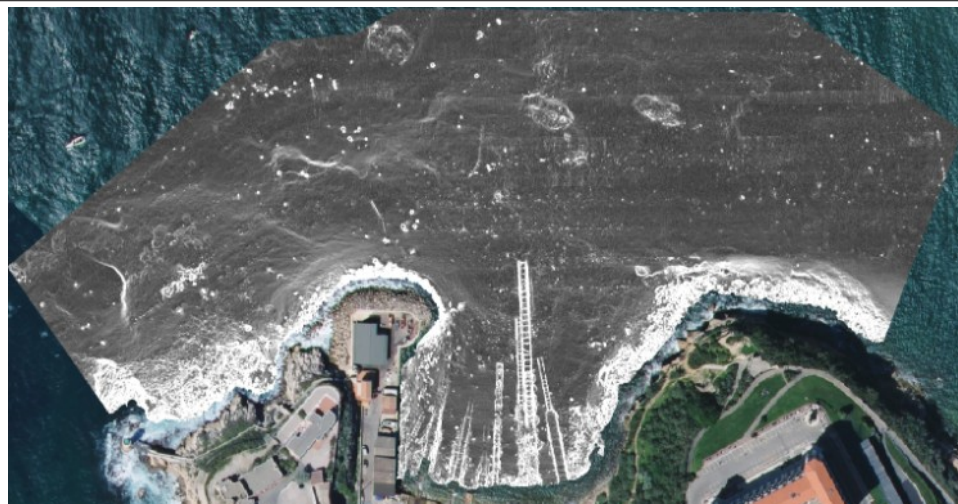
A venir

XIV. CONCLUSION

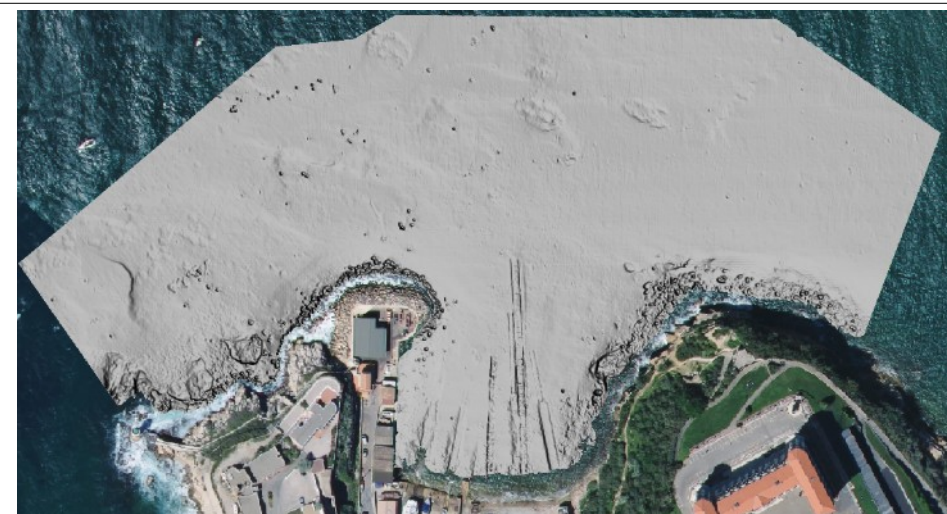
La mise en œuvre d'un sondeur bathymétrique haute résolution permet de connaître la bathymétrie très précise de la zone et d'en extraire les informations relatives aux limites topographiques.



Bathymétrie de la zone

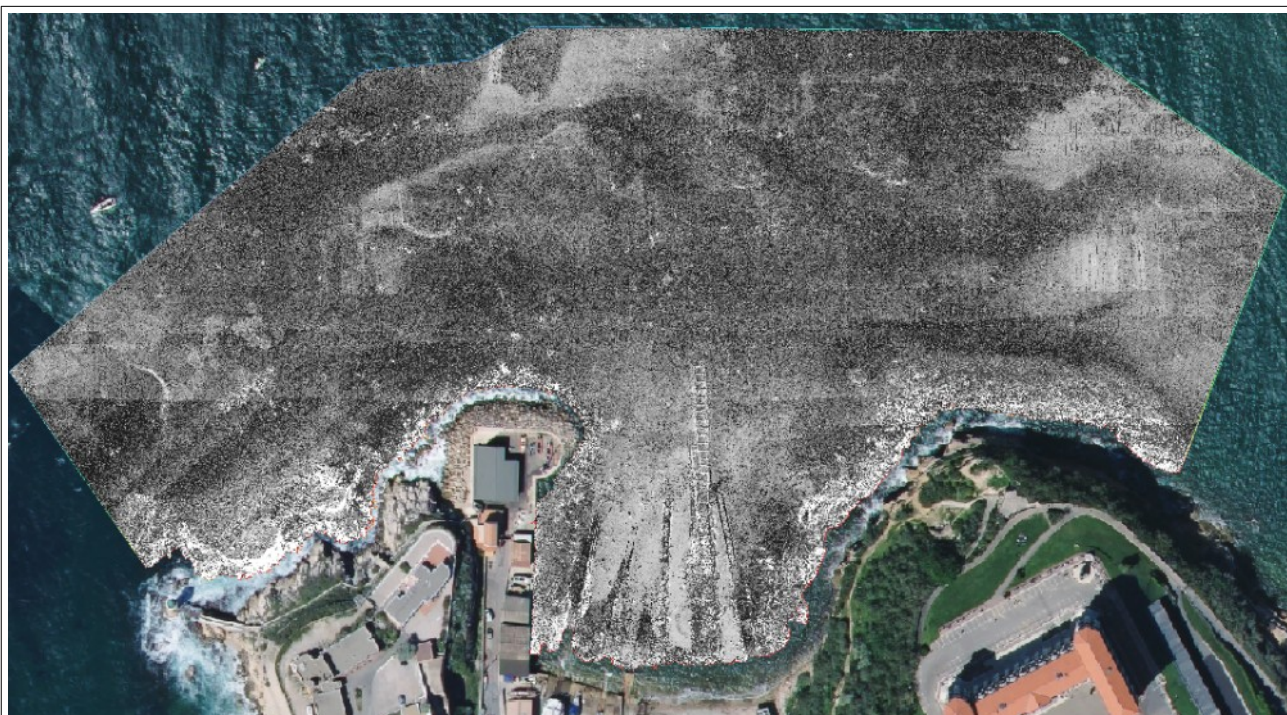


Algorithme de détection de changement



Traitement d'ombrage

Complétée par une mesure au sonar latéral et l'amélioration de la donnée par injection des données bathymétriques, une mosaïque sonar permet de déterminer des zones acoustiques homogènes. La méthode SACLAF permet de détecter les zones de fortes probabilité de présence d'herbiers.



Mosaïque sonar de la zone

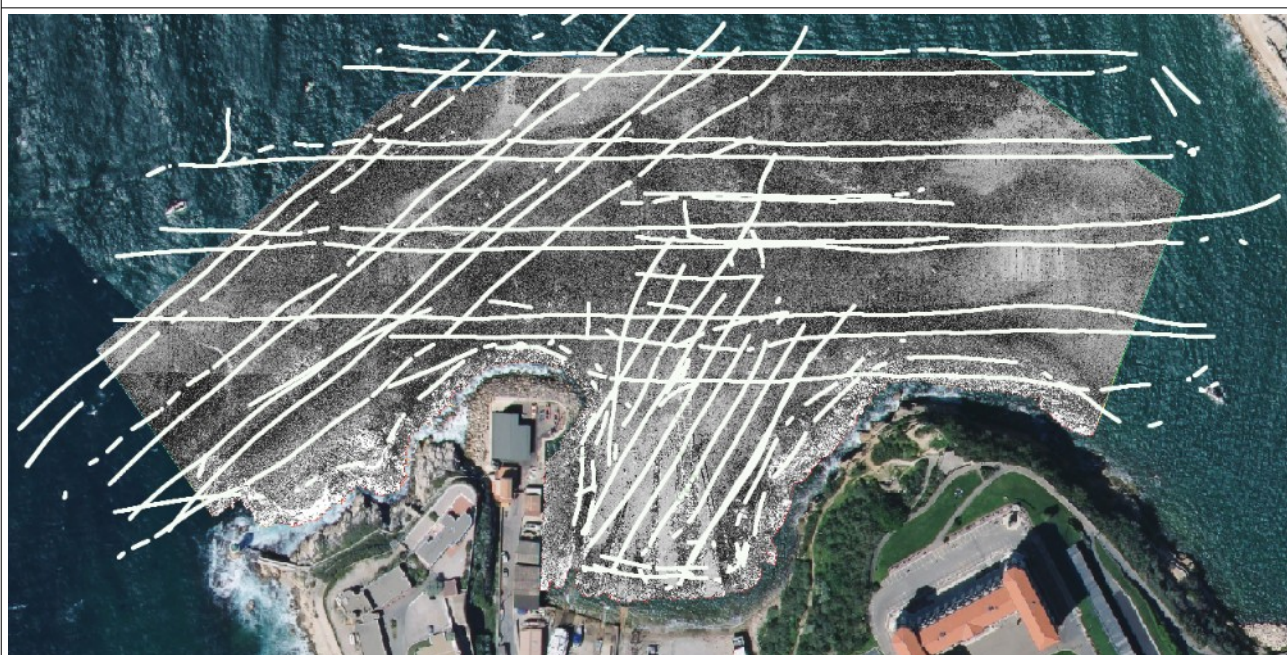
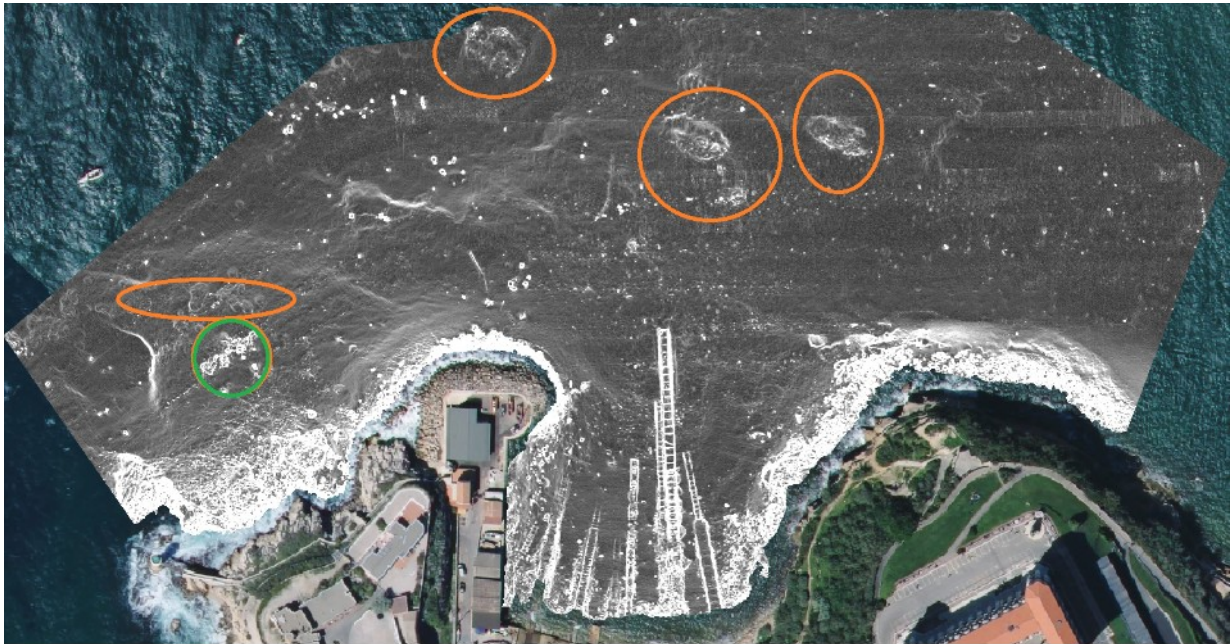


Illustration de l'algorithme de détection d'herbier

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

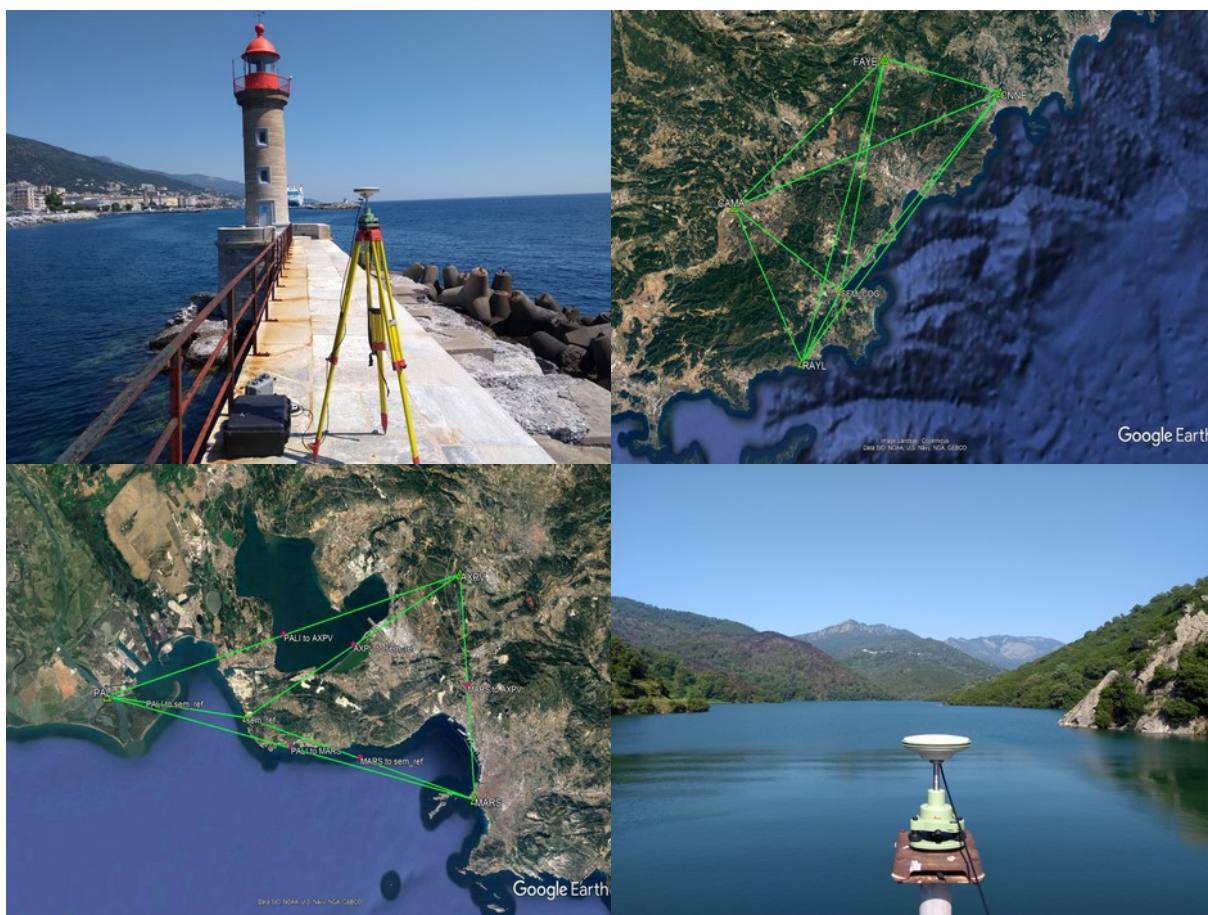
Finalement la fusion de toutes ces informations au sein d'un algorithme supervisé permettra d'établir une carte de répartition a priori des biocénoses sur la zone d'étude.

Cette inspection portera, sous réserve de validation par le client sur les zones suivantes :



Annexe Post Traitement GNSS

21/680 - Marseille AnsePharo SOLEAM



Destinataire : ARTELIA
Référence client : DC4 signé par le client en date du 24/03/2021
Rédacteur : MARCHETTI SIMON
Document Ref. SEMANTIC TS : N° R/21/053/SM du 08/04/2021
Référence affaire SEMANTIC TS : 21/680 - Marseille AnsePharo SOLEAM

RAPPORT

Évolution du document

Version N°	Date	Référence	Évolution
1	08/04/2021	R/21/053/SM	Document initial

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER ERIC Fonction : Contrôle Qualité Date : 08/04/2021 Visa :	Nom : TEMMOS JEAN MARC Fonction : Directeur Date : 08/04/2021 Visa :

SOMMAIRE

I. Introduction.....	3
II. Implantation d'un point de référence - Réseau RGP-IGN.....	3
III. Calcul du post-traitement GNSS mobile.....	4
III.1) Calcul.....	4
III.2) Résultats du porteur de la bathymétrie du 30/03/2021.....	4
III.3) Résultats du porteur du sonar du 30/03/2021.....	5
III.4) Analyses.....	5



I. INTRODUCTION

Ce document constitue le rapport de post traitement GNSS des données de la mission réalisée à MARSEILLE - Anse du Pharo le 30/03/2021

Les données et les outils utilisés sont les suivants :

- Observations brutes GNSS de la station fixe et du mobile
- Logiciel GrafNet pour la détermination de la station fixe.
- Logiciel GrafNav pour le post traitement des données mobiles.

La méthode employée est la suivante :

- Implantation d'un point de référence local sur le chantier par rattachement au réseau RGP – IGN.
- Publication des coordonnées du point de référence local.
- Traitement et contrôle des données mobiles à partir des observations de la base du point de référence.

II. IMPLANTATION D'UN POINT DE RÉFÉRENCE - RÉSEAU RGP-IGN

Les stations retenues pour le rattachement au réseau RGP- IGN sont les suivantes :

MARS - Marseille

Identité de la station : 1

Coordonnées de la station : 1

Équipement de la station : 1

Qualité du signal : 1

Qualité des données : 1

Statut de l'observateur : 1

Vue aérienne

Vue de la station

Carte de la région

Carte de la station

Coordonnées de la station

Donnée	Valeur
Système	RGF93
Cartésiennes	X: 403033.952 m, Y: 423846.027 m, Z: 4250142.459 m
Géographiques	Longitude: 05° 21' 13.62171" E, Latitude: 43° 16' 43.50084" N, Hauteur: 61.803 m
En projection	U: 891145.121 m, V: 6245025.931 m, W: 12.86 m
Hauteur d'antenne	0.0700 m
Statut de machine	Groupe: B

Équipement de la station

Donnée	Valeur
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125

PRIE - Marseille

Identité de la station : 2

Coordonnées de la station : 2

Équipement de la station : 2

Qualité du signal : 2

Qualité des données : 2

Statut de l'observateur : 2

Vue aérienne

Vue de la station

Carte de la région

Carte de la station

Coordonnées de la station

Donnée	Valeur
Système	RGF93
Cartésiennes	X: 403032.093 m, Y: 405498.102 m, Z: 4350005.344 m
Géographiques	Longitude: 05° 22' 21.74150" E, Latitude: 43° 16' 34.32700" N, Hauteur: 196.360 m
En projection	U: 893382.008 m, V: 6234840.640 m, W: 127.42 m
Hauteur d'antenne	0.0000 m
Statut de machine	Groupe: B

Équipement de la station

Donnée	Valeur
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125

IXLT - IXBlue-Site de La Ciotat

Identité de la station : 3

Coordonnées de la station : 3

Équipement de la station : 3

Qualité du signal : 3

Qualité des données : 3

Statut de l'observateur : 3

Vue aérienne

Vue de la station

Carte de la région

Carte de la station

Coordonnées de la station

Donnée	Valeur
Système	RGF93
Cartésiennes	X: 403005.925 m, Y: 405205.840 m, Z: 4341471.080 m
Géographiques	Longitude: 05° 38' 23.45037" E, Latitude: 43° 12' 17.81192" N, Hauteur: 68.132 m
En projection	U: 912104.512 m, V: 6223768.287 m, W: 13.52 m
Hauteur d'antenne	0.0000 m
Statut de machine	Groupe: N

Équipement de la station

Donnée	Valeur
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125
Modèle de	Trimble
Marque et modèle	Trimble SP125

Base	MARS	PRIE	IXLT
Distance (km)	3.9 km	1.6 km	21.2 km

Mode de calcul du point : post traitement GNSS multi-constellations par logiciel Novatel-GrafNet.

Calcul géodésique	
Date	30/03/2021
Durée d'implantation	3h30
Matériel	Leica 1230 GNSS+
Résultats du calcul de la position de la station de référence	
Latitude (RGF93)	41°16'43.56084"
Longitude (RGF93)	5°21'13.62157 "
Hauteur ellipsoïdale (RGF93)	61.79 m

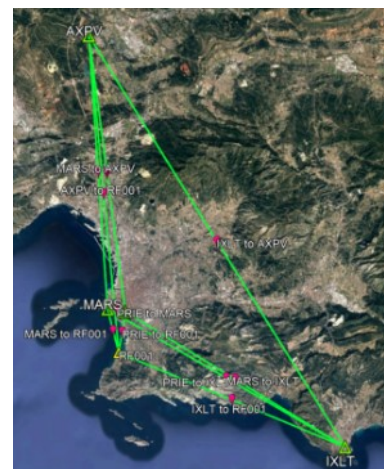


Figure 1 : Calcul par le réseau RGP-IGN

III. CALCUL DU POST-TRAITEMENT GNSS MOBILE

III.1) Calcul

Utilisation du point de référence chantier comme pivot local pour le post traitement GNSS.
Post traitement ARTK GNSS multi-constellations par logiciel Novatel-GrafNAV.

III.2) Résultats du porteur du sonar du 30/03/2021

Datum: RGF93
Master 1: Name RF001, Status ENABLED
Antenna height 0.000 m, to ARP [LEIAX1203+GNSS(NONE)]
Lat, Lon, El Hgt 43 14 41.91729, 5 21 56.80829, 52.011 m [RGF93, N/A]
Remote: Antenna height 0.000 m, to ARP [NOV850(NONE)]
UTC Offset: 18 s

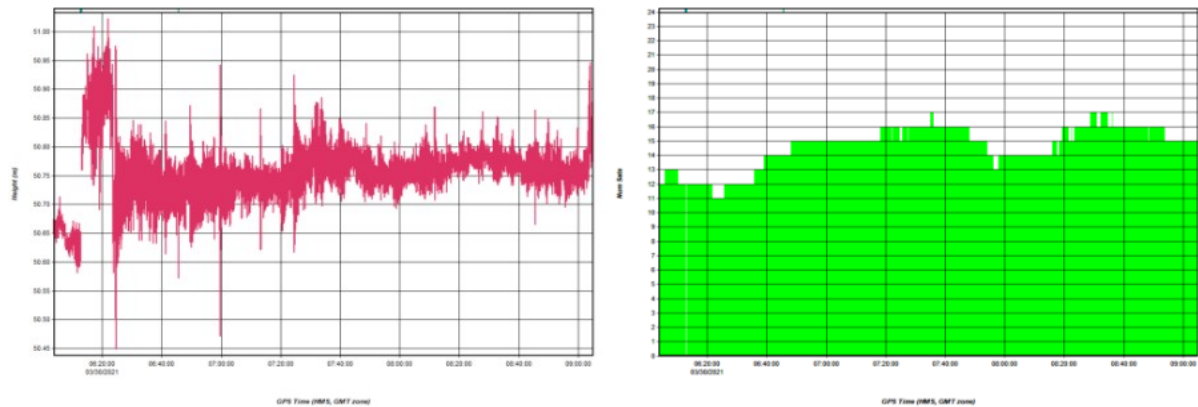


Figure 2 : Élévation du porteur (gauche). Nombre de satellites utilisés (droite)

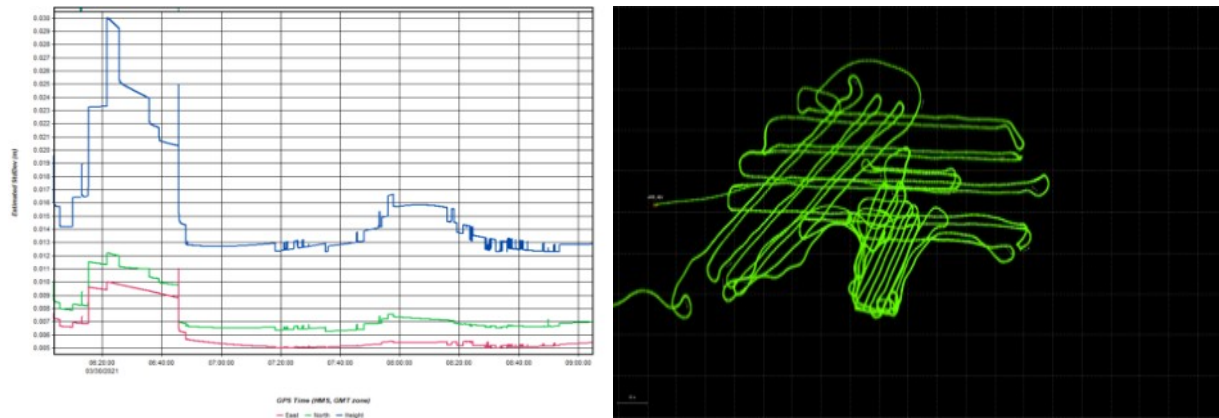


Figure 3 : Estimation des précisions du porteur (gauche). Résultat du post traitement mobile (droite)

III.3) Résultats du porteur de la bathymétrie du 30/03/2021

Datum: RGF93

Master 1: Name RF001, Status ENABLED

Antenna height 0.000 m, to ARP [LEIAX1203+GNSS(NONE)]

Lat, Lon, El Hgt 43 14 41.91729, 5 21 56.80829, 52.011 m [RGF93, N/A]

Remote: Antenna height 0.000 m, to ARP [AERAT1675_382(NONE)]

UTC Offset: 18 s

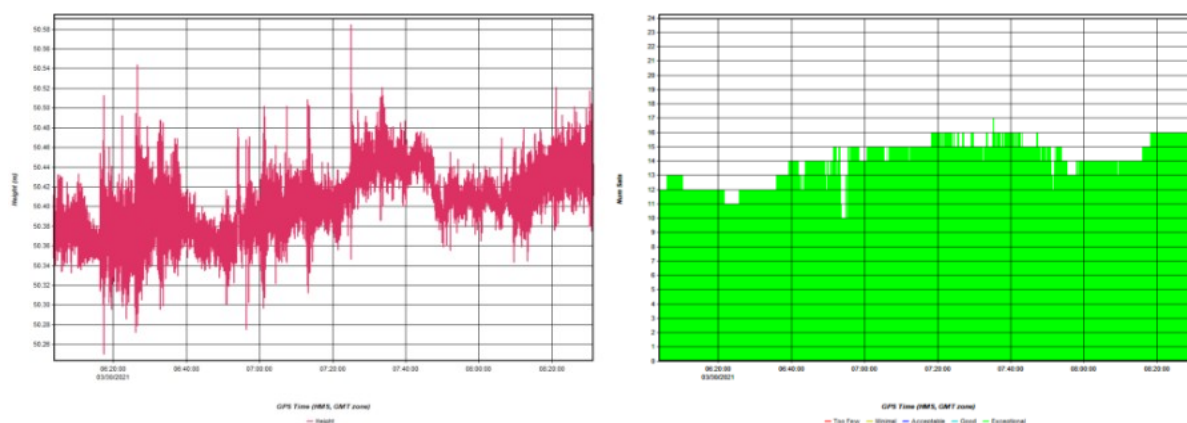


Figure 4 : Élévation du porteur (gauche). Nombre de satellites utilisés (droite)

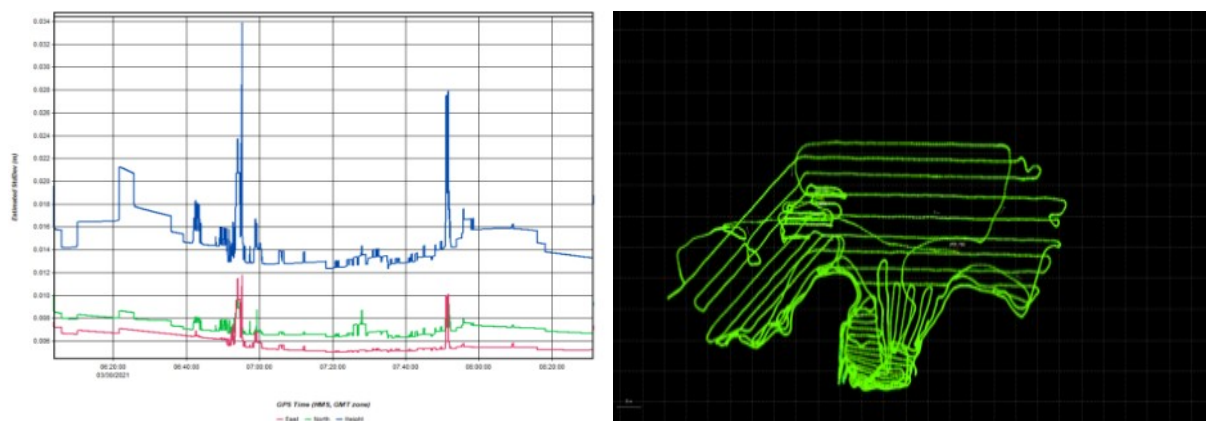


Figure 5 : Estimation des précisions du porteur (gauche). Résultat du post traitement mobile (droite)

III.4) Analyses

Les systèmes et les méthodes mises en œuvre assurent une précision de mesure du porteur de :

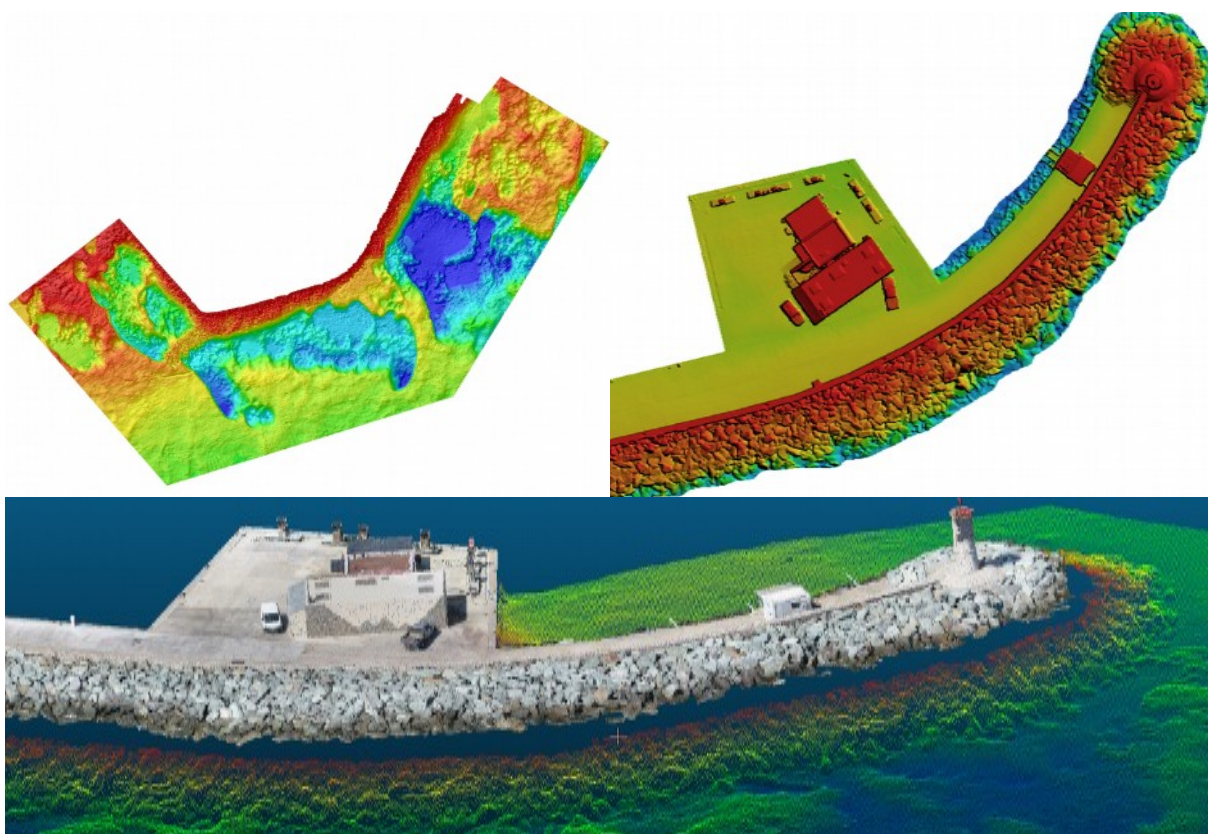
Horizontale : +/- 2 cm

Verticale : +/- 2 cm

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS

Bordereau de livraison

Levés géophysiques Marseille - Anse du Pharo



Destinataire : ARTELIA

Référence client : DC4 signé par le client en date du 24/03/2021

Rédacteur : MARCHETTI Simon

Document Ref. SEMANTIC TS : N° B/21/058/SM du 08/04/2021

Référence affaire SEMANTIC TS : 21/680 - Marseille_AnsePharo_SOLEAM

**RAPPORT****Évolution du document**

Version N°	Date	Référence	Évolution
1	08/04/2021	B/21/058/SM	Document initial

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER Eric Fonction : Contrôle Qualité Date : 08/04/2021 Visa :	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : Directeur Date : 08/04/2021 Visa :

SOMMAIRE

I. Introduction.....	4
II. Synthèse du matériel et des livrables.....	4
II.1) Matériel.....	4
II.2) Livrables généraux.....	4
II.3) Données.....	5

I. INTRODUCTION

SEMANTIC TS a déployé son navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins pour la réalisation de travaux de bathymétrie à Marseille - Anse du Pharo. Les mesures ont été réalisées le 30/03/2021. Ce rapport présente les livrables associés à cette opération.

II. SYNTHÈSE DU MATÉRIEL ET DES LIVRABLES

II.1) Matériel

DATE DU LEVÉ	30/03/2021
SONDEUR BATHYMÉTRIQUE	MULTI-FAISCEAUX R2SONIC 2020 – 400 kHz
CENTRALE ATTITUDE	SBG APOGEE U
D-GPS MOBILE	TRIMBLE NAVSIGHT DUAL RTK GNSS
D-GPS STATION DE RÉFÉRENCE	LEICA 1230 GNSS+
PROFILEUR DE CÉLÉRITÉ	VALEPORT MINI SVS PRESSION
DATE DE CALIBRATION DU SYSTÈME	30/03/2021

DATE DU LEVÉ	30/03/2021
SONAR LATÉRAL	MULTI-FAISCEAUX INTERFEROMETRIQUE KONGSBERG GEC
CENTRALE ATTITUDE	CODA OCTOPUS FS185R+
D-GPS MOBILE	NOVATEL RTK GNSS
D-GPS STATION DE RÉFÉRENCE	LEICA 1230 GNSS+
DATE DE CALIBRATION DU SYSTÈME	30/03/2021

II.2) Livrables généraux

Nom des fichiers	PARAMETRES	DESCRIPTION
B/21/058/SM		Bon de livraison PDF
R/21/051/SM		Rapport de mission
Pharo_Bathymétrie.kmz	- Sondes régulière 5m - Isobathes 25 cm - Raster bathy (couleur 25cm)	

II.3) Données

Référentiel Géodésique	IGN RGF93
Ellipsoïde	IAG GRS 1980
Type de projection	LAMBERT 93 - EPSG 2154
Référence altimétrique	NGF - IGN69
Port de référence	
Publication de la côte	

Nom des fichiers	PARAMETRES	DESCRIPTION
AUTOCAD\ NGF_L93_Marseille_AnsePharo_SOLEAM.dwg	- Fond de carte - Isobathes 25 cm - Sondes régulière 5m - Raster bathy 25cm	Plan Autocad au format dwg
PDF\ NGF_L93_Marseille_AnsePharo_SOLEAM -Isobathes_A0_1_500e.pdf -Sondes_A0_1_500e.pdf	- Fond de carte - Raster - Isobathes 50 cm - Sondes Régulières 5 m	Impression PDF présentation
MNT\ NGF_L93_Marseille_AnsePharo_SOLEAM_20cm.xyz L93_Target.txt	- Maille : 20 cm x 20 cm - Ref Alt : NGF - Coordonnées des cibles	Fichier ascii 3 colonnes
QGIS\Raster NGF_L93_BathySMF20cm.png NGF_L93_SonarGS20cm .png 13-2017-0890-6250-LA93-0M20-E080.jpg	Raster bathymétrique Raster Sonar Dalle IGN	
QGIS\Vecteur NGF_L93_BathySMF20cm - Isobathes 0.25 m NGF_L93_BathySMF20cm - Sonde Reg 5.00 m L93_DIVA_Herbiers L93_Target	Isobathe 25cm Sondes régulière 5m Point DIVA Couche des cibles	

PLANS DE LA BATHYMETRIE

SEMANTIC TS

Commune : MARSEILLE (13)	
Lieu : ANSE DU PHARO	Planche: 1 / 1
Coordonnées de la Station Fixe - RGF93 :	
Longitude :	5°21'56.80829"
Latitude :	43°14'41.91729"
Hauteur :	52.011 m

Système géodésique: IGN - RGF93
Ellipsoïde: IAG GRS 1980
Projection: LAMBERT 93 - EPSG 2154

Indice	Date	Modification apportées	Auteur
1	08/04/2021	Document initial	MARCHETTI Simon

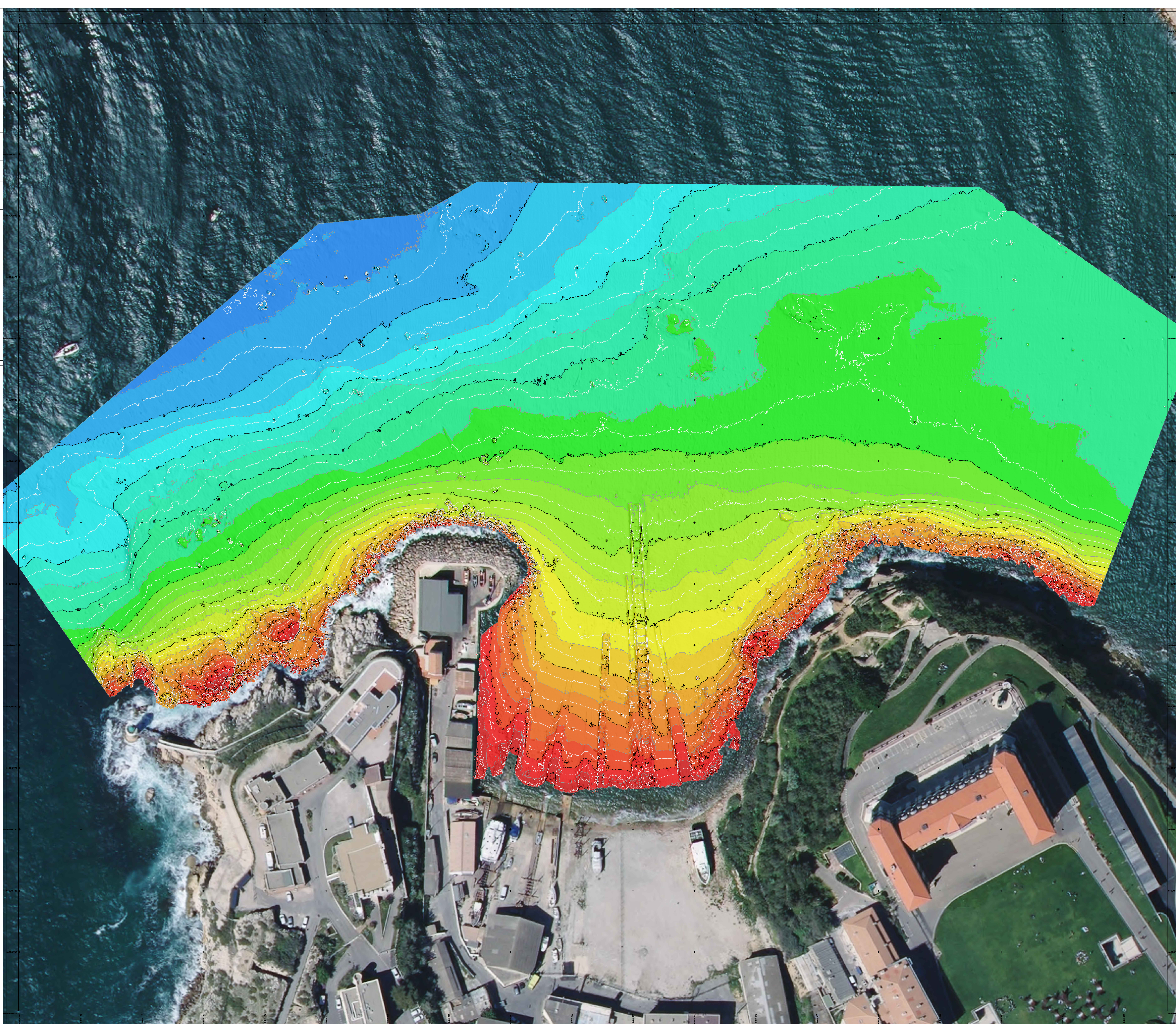
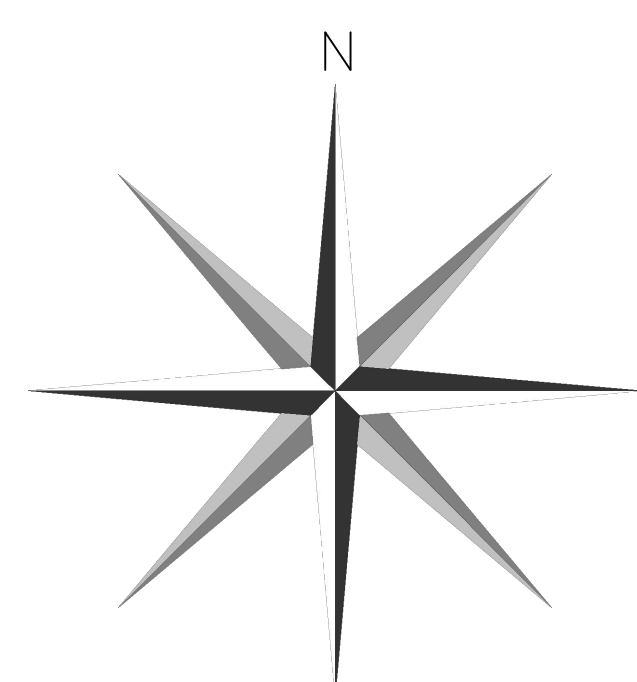
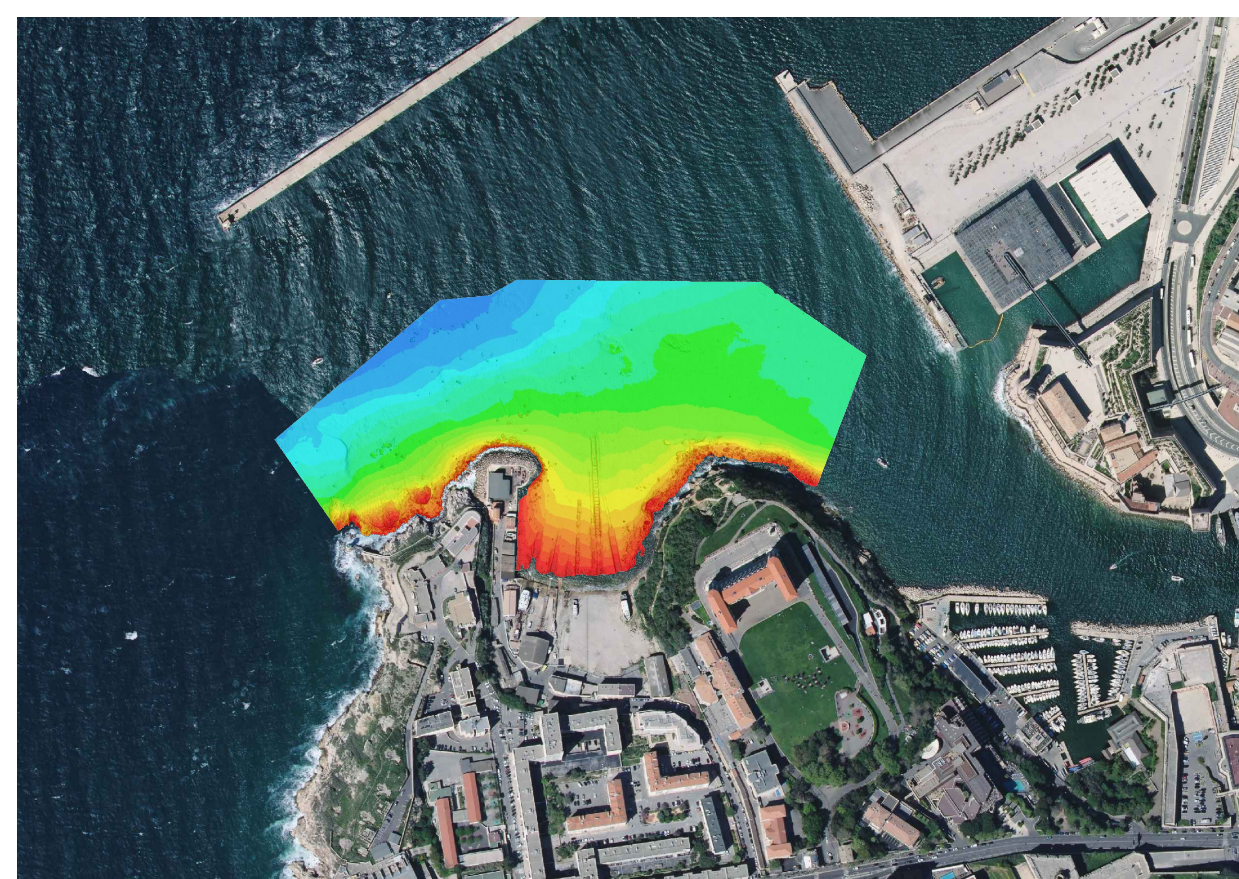
Référence interne : B/21/058/SM Dossier : DC4 du 24/03/2021	Echelle: 1/500e
--	-----------------

CARTE VECTORIELLE RASTER BATHYMETRIQUE

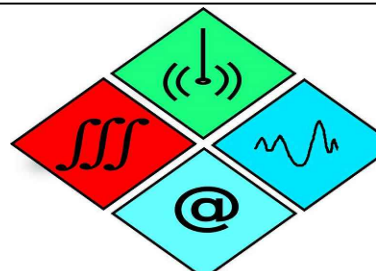
Isobathes 0.25 m

DEPTH (m)	TEMPERATURE (°C)
-2.50	-3.00m
-3.00	-3.50m
-3.50	-4.00m
-4.00	-4.50m
-4.50	-5.00m
-5.00	-5.50m
-5.50	-6.00m
-6.00	-6.50m
-6.50	-7.00m
-7.00	-7.50m
-7.50	-8.00m
-8.00	-8.50m
-8.50	-9.00m
-9.00	-9.50m
-9.50	-10.00m
-10.00	-10.50m
-10.50	-11.00m
-11.00	-11.50m
-11.50	-12.00m
-12.00	-12.50m
> -12.50m	

- BD DRTD IGN 20cm - 2017



CARTE BATHYMETRIQUE



SEMANTIC TS

Levé réalisé le 30/03/2021

Commune : MARSEILLE (13)

Lieu : ANSE DU PHARO

Coordonnées de la Station Fixe – RGF93 :
Longitude : 5°21'56.80829"
Latitude : 43°14'41.91729"
Hauteur : 52.011 m

Matériel utilisé :
GPS LEICA – Station Fixe
Mini SVS Voleport
RESONIC 2020 – 400kHz
SBG APDGE U – NAVSIGHT DUAL RTK GNSS

Système géodésique:
IGN – RGF93
Ellipsoïde:
IAG GRS 1980
Projection:
LAMBERT 93 – EPSG 2154

Référence Altimétrique:
Port de référence:
Côte ZH/rel:
Publication de la côte:
NGF
N/A
N/A
N/A

Indice	Date	Modification apportées	Auteur
1	08/04/2021	Document initial	MARCHETTI Simon

Commentaires:

Référence interne : B/21/058/SM
Dossier : DC4 du 24/03/2021

Echelle:1/500e

LEGENDE

CARTE VECTORIELLE

RASTER BATHYMETRIQUE

< -2.50m

-2.50 > -3.00m

-3.00 > -3.50m

-3.50 > -4.00m

-4.00 > -4.50m

-4.50 > -5.00m

-5.00 > -5.50m

-5.50 > -6.00m

-6.00 > -6.50m

-6.50 > -7.00m

-7.00 > -7.50m

-7.50 > -8.00m

-8.00 > -8.50m

-8.50 > -9.00m

-9.00 > -9.50m

-9.50 > -10.00m

-10.00 > -10.50m

-10.50 > -11.00m

-11.00 > -11.50m

-11.50 > -12.00m

-12.00 > -12.50m

> -12.50m

-123 Sondes bathymétriques
(Sondes Régulières - Espacement 5m)

Maille MNT : 0.2m

Fond de plan:
- BD ORTHO IGN 20cm - 2017

REPERAGE DES MACRO-DECHETS

- Coordonnées des cibles repérées
- Explications relatives à la présentation des « zooms détaillé »
- « zooms détaillé » des principaux objets repérés dans la zone de projet

coordonnées des cibles (objets dépassant du fond)		
GL1	891270.79	6246790.12
GL2	891270.91	6246791.17
GL3	891268.69	6246790.85
GL4	891273.25	6246806.69
GL5	891275.84	6246808.24
GL6	891276.62	6246810.67
GL7	891274.31	6246804.66
GL8	891278.63	6246807.41
GL9	891278.81	6246808.03
GL10	891278.26	6246805.86
GL11	891278.01	6246813.31
GL12	891277.62	6246813.88
GL13	891276.33	6246814.51
GL14	891272.05	6246808.77
GL15	891272.47	6246812.00
GL16	891272.27	6246813.57
GL17	891273.16	6246814.85
GL18	891273.01	6246813.92
GL19	891273.67	6246813.37
GL20	891267.88	6246811.88
GL21	891270.31	6246800.62
GL22	891272.33	6246802.33
GL23	891291.80	6246796.99
GL24	891285.99	6246805.57
GL25	891289.10	6246802.96
GL26	891289.99	6246815.86
GL27	891283.19	6246797.25
GL28	891284.81	6246796.07
GL29	891282.36	6246772.36
GL30	891282.72	6246773.93
GL31	891286.58	6246781.48
GL32	891285.54	6246777.05
GL33	891286.32	6246776.22
GL34	891286.63	6246776.81
GL35	891286.92	6246777.58
GL36	891286.49	6246775.33
GL37	891287.41	6246776.27
GL38	891288.55	6246774.82
GL39	891288.25	6246774.17
GL40	891287.89	6246770.67
GL41	891284.86	6246770.19
GL42	891291.81	6246784.38
GL43	891314.62	6246784.47
GL44	891299.72	6246769.89
GL45	891302.99	6246775.76
GL46	891303.57	6246777.56
GL47	891298.80	6246781.12
GL48	891299.01	6246777.40
GL49	891300.24	6246777.95
GL50	891308.39	6246768.81

GL51	891315.74	6246770.42
GL52	891316.03	6246769.66
GL53	891316.61	6246769.48
GL54	891318.09	6246771.72
GL55	891318.66	6246771.63
GL56	891319.58	6246771.30
GL57	891318.84	6246770.87
GL58	891318.93	6246769.29
GL59	891320.59	6246768.69
GL60	891321.29	6246769.05
GL61	891322.51	6246769.73
GL62	891323.62	6246769.26
GL63	891321.67	6246771.96
GL64	891319.94	6246771.95
GL65	891322.48	6246782.97
GL66	891309.78	6246782.39
GL67	891310.24	6246782.01
GL68	891355.30	6246804.34
GL69	891351.34	6246811.70
GL70	891300.11	6246790.94
GL71	891320.40	6246797.07
GL72	891308.74	6246792.15
GL73	891271.32	6246822.75
GL74	891270.97	6246824.36
GL75	891274.70	6246822.12
GL76	891274.55	6246823.20
GL77	891277.29	6246825.34
GL78	891271.98	6246828.64
GL79	891271.69	6246826.61
GL80	891274.17	6246828.27
GL81	891276.58	6246828.49
GL82	891278.25	6246830.37
GL83	891278.57	6246831.22
GL84	891279.31	6246831.45
GL85	891280.70	6246832.47
GL86	891280.03	6246832.42
GL87	891277.50	6246831.80
GL88	891275.85	6246831.82
GL89	891273.48	6246830.63
GL90	891272.21	6246834.34
GL91	891277.60	6246834.19
GL92	891278.66	6246835.37
GL93	891279.00	6246830.15
GL94	891278.90	6246829.15
GL95	891282.19	6246833.18
GL96	891274.67	6246831.36
GL97	891276.04	6246833.28
GL98	891275.59	6246833.57
GL99	891275.09	6246834.17
GL100	891262.69	6246818.38

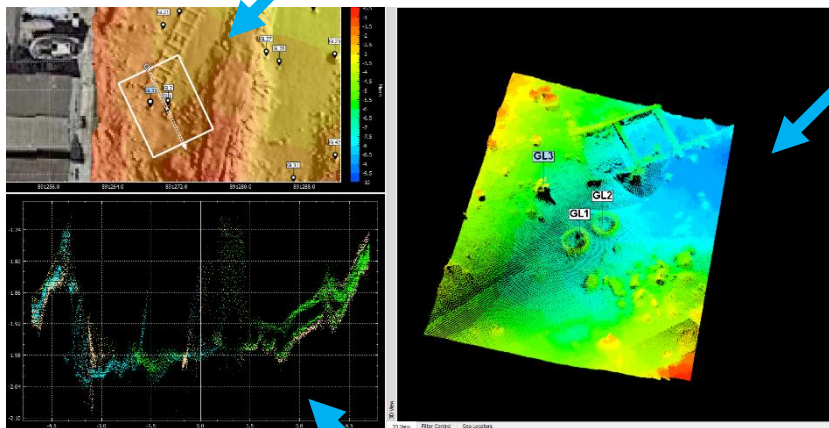
GL101	891274.57	6246836.29
GL102	891280.15	6246837.23
GL103	891273.12	6246838.02
GL104	891275.56	6246839.87
GL105	891276.90	6246839.71
GL106	891279.41	6246842.18
GL107	891281.72	6246839.87
GL108	891275.71	6246841.94
GL109	891287.67	6246845.91
GL110	891292.80	6246838.12
GL111	891291.95	6246835.15
GL112	891286.26	6246832.33
GL113	891287.83	6246833.03
GL114	891287.49	6246828.72
GL115	891299.14	6246823.83
GL116	891314.30	6246867.65
GL117	891311.38	6246868.61
GL118	891312.66	6246868.82
GL119	891315.83	6246868.24
GL120	891317.95	6246868.32
GL121	891320.42	6246867.22
GL122	891330.97	6246849.76
GL123	891331.06	6246847.53
GL124	891331.65	6246846.74
GL125	891332.21	6246846.27
GL126	891331.77	6246845.27
GL127	891332.98	6246844.55
GL128	891331.77	6246845.22
GL129	891368.71	6246839.78
GL130	891362.21	6246839.52
GL131	891399.98	6246877.33
GL132	891439.98	6246915.97
GL133	891505.80	6246931.10
GL134	891480.22	6246973.88
GL135	891501.31	6246985.20
GL136	891504.20	6246945.31
GL137	891442.23	6246975.29
GL138	891357.47	6246971.37
GL139	891364.15	6247002.45
GL140	891313.60	6247006.81
GL141	891303.74	6247000.97
GL142	891304.74	6246999.31
GL143	891301.98	6246978.71
GL144	891279.00	6246984.08
GL145	891292.95	6246952.76
GL146	891233.04	6246951.69
GL147	891233.20	6246950.07
GL148	891236.54	6246946.33
GL149	891237.15	6246945.51
GL150	891239.19	6246949.82

GL151	891240.90	6246950.99
GL152	891244.78	6246946.05
GL153	891232.92	6246939.09
GL154	891310.15	6246933.30
GL155	891307.75	6246932.28
GL156	891308.23	6246931.16
GL157	891308.92	6246930.69
GL158	891298.88	6246927.65
GL159	891263.75	6246901.31
GL160	891264.90	6246899.37
GL161	891269.98	6246900.93
GL162	891271.31	6246903.76
GL163	891268.68	6246908.42
GL164	891268.81	6246887.45
GL165	891255.99	6246893.56
GL166	891245.01	6246895.67
GL167	891251.68	6246927.52
GL168	891248.48	6246912.31
GL169	891250.08	6246908.70
GL170	891251.69	6246906.01
GL171	891253.37	6246902.69
GL172	891253.90	6246900.15
GL173	891334.88	6246786.10
GL174	891335.95	6246789.43
GL175	891337.63	6246796.12
GL176	891336.09	6246796.61
GL177	891350.54	6246801.96
GL178	891348.13	6246796.28
GL179	891214.13	6246947.17
GL180	891214.06	6246927.04
GL181	891211.54	6246928.25
GL182	891199.40	6246928.40
GL183	891203.04	6246912.31
GL184	891190.37	6246936.69
GL185	891188.98	6246918.58
GL186	891162.35	6246863.78
GL187	891161.18	6246864.50
GL188	891160.99	6246867.09
GL189	891160.16	6246868.15
GL190	891185.02	6246862.02
GL191	891156.15	6246871.22
GL192	891156.21	6246875.26
GL193	891155.22	6246876.31
GL194	891148.21	6246857.32
GL195	891165.59	6246865.53
GL196	891174.63	6246963.93
GL197	891174.89	6246962.53
GL198	891172.86	6246962.68
GL199	891178.21	6246967.81
GL200	891176.12	6246968.75

GL201	891166.48	6246970.02
GL202	891181.17	6246972.36
GL203	891207.84	6246974.84
GL204	891207.82	6246970.75
GL205	891204.70	6246968.70
GL206	891203.29	6246970.01
GL207	891198.02	6246972.33
GL208	891195.52	6246970.22
GL209	891192.97	6246968.82
GL210	891192.32	6246971.76
GL211	891190.40	6246971.63
GL212	891188.65	6246971.26
GL213	891217.03	6246974.12
GL214	891216.31	6246976.09
GL215	891220.11	6246978.73
GL216	891221.09	6246978.36
GL217	891228.46	6246975.16
GL218	891228.13	6246973.91
GL219	891228.82	6246972.58

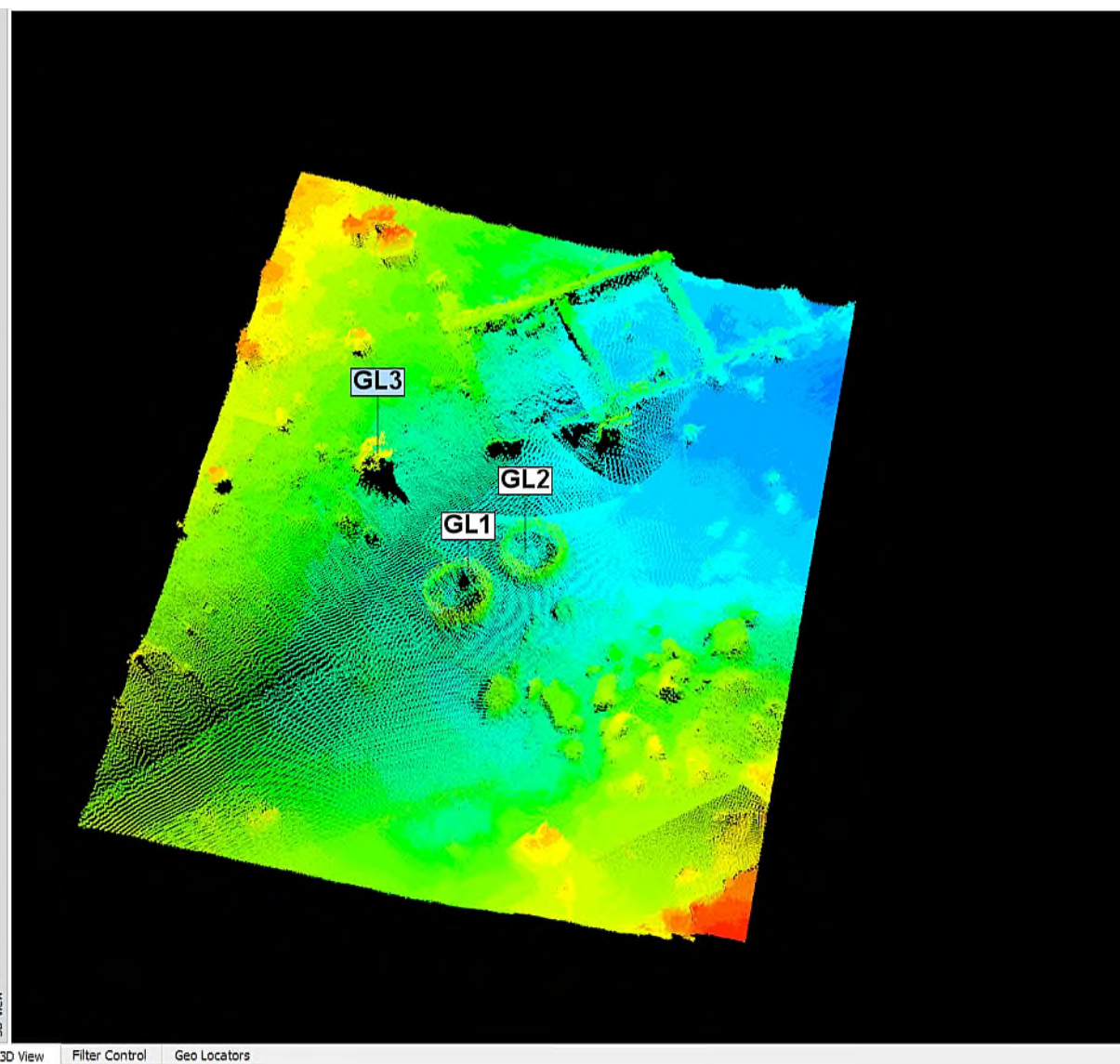
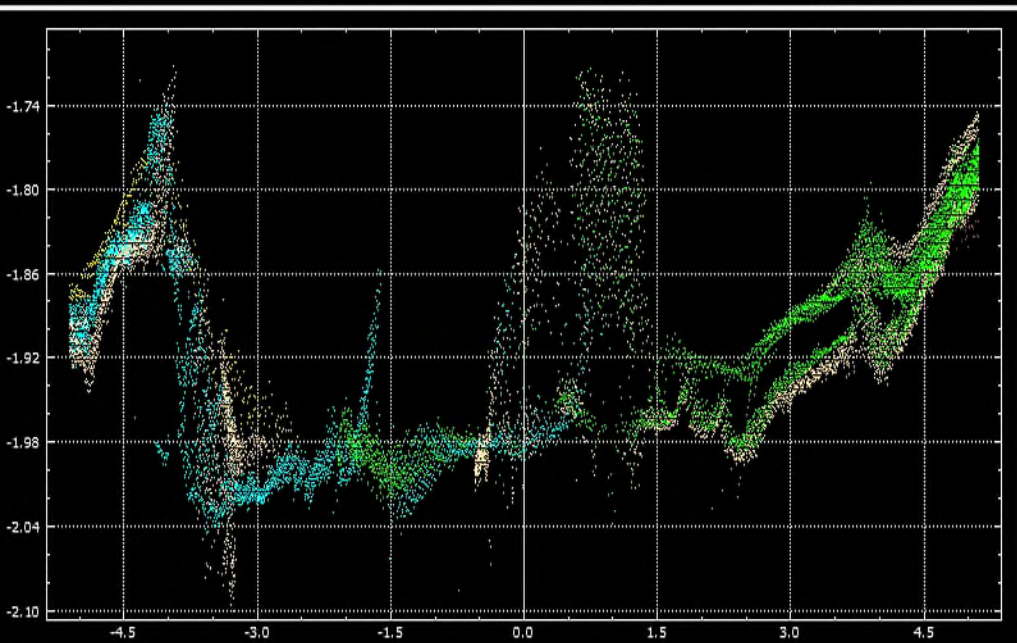
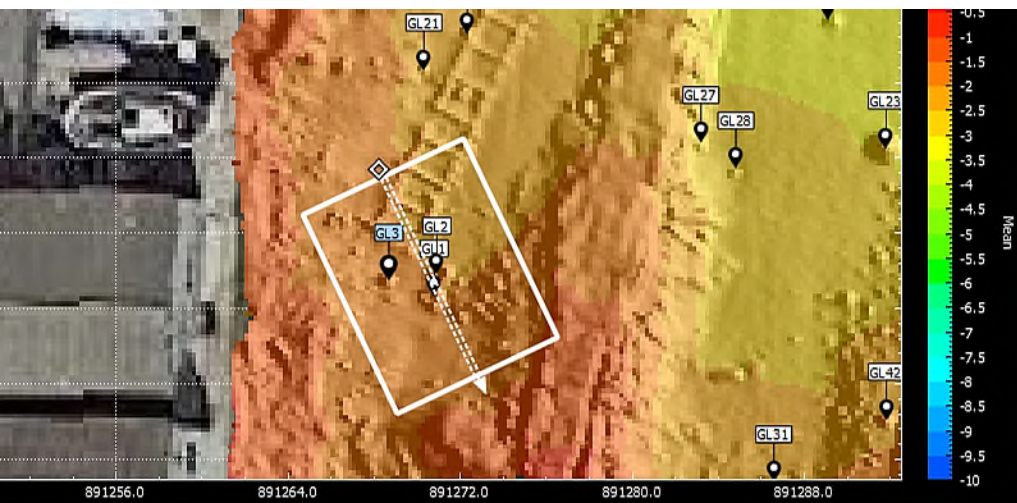
Repérage de la zone
sur le site d'étude

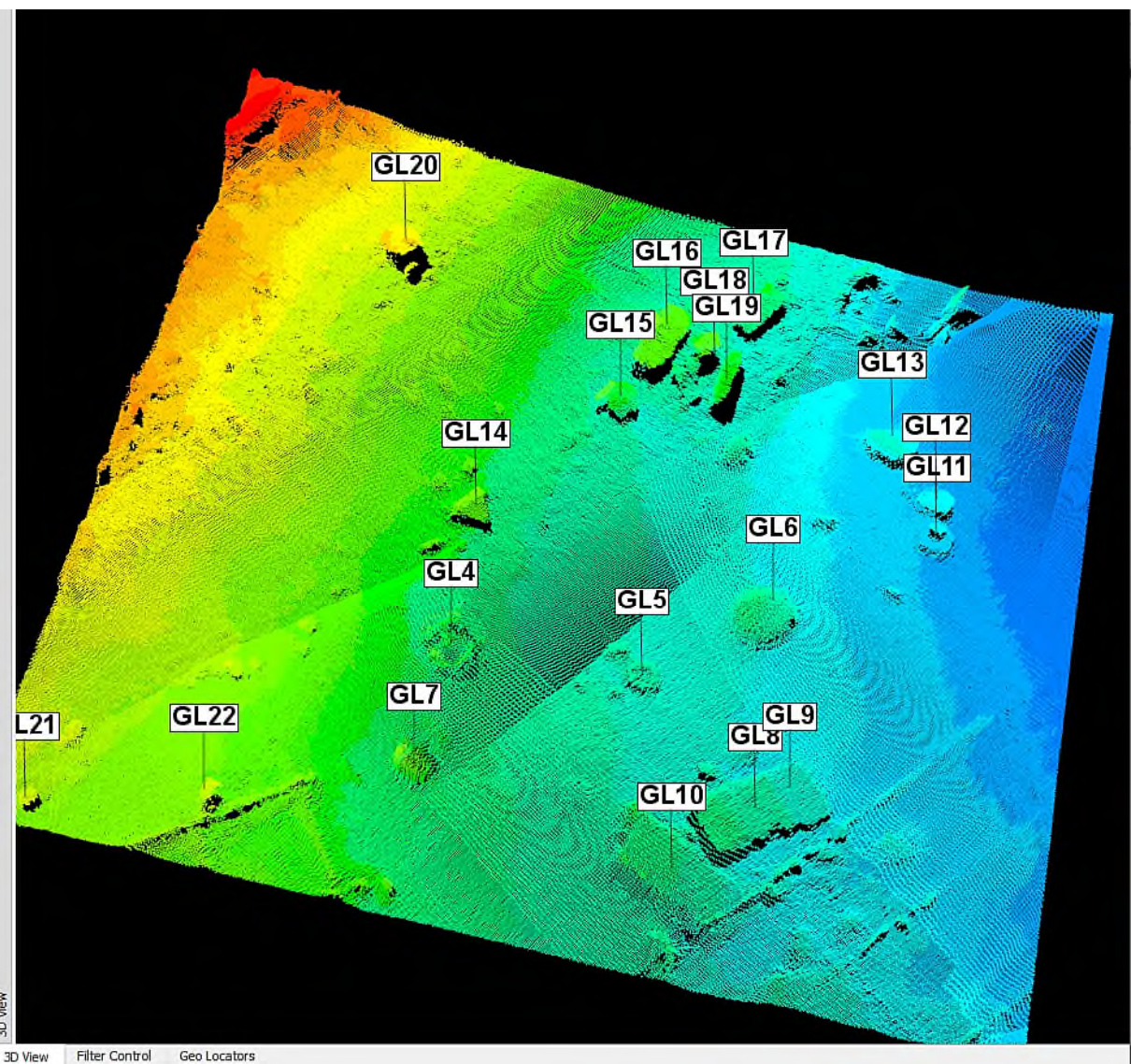
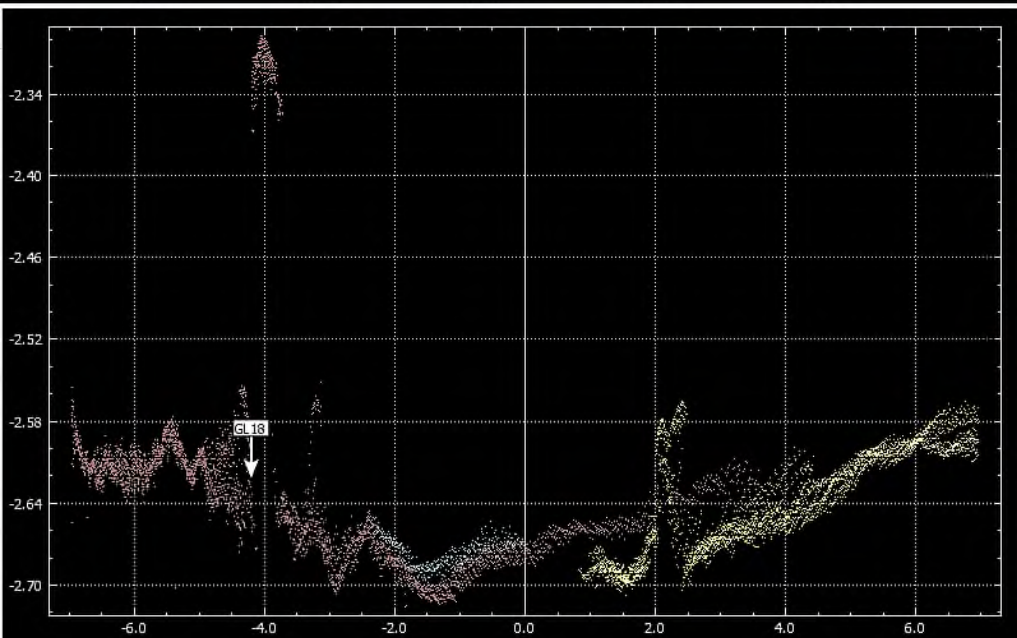
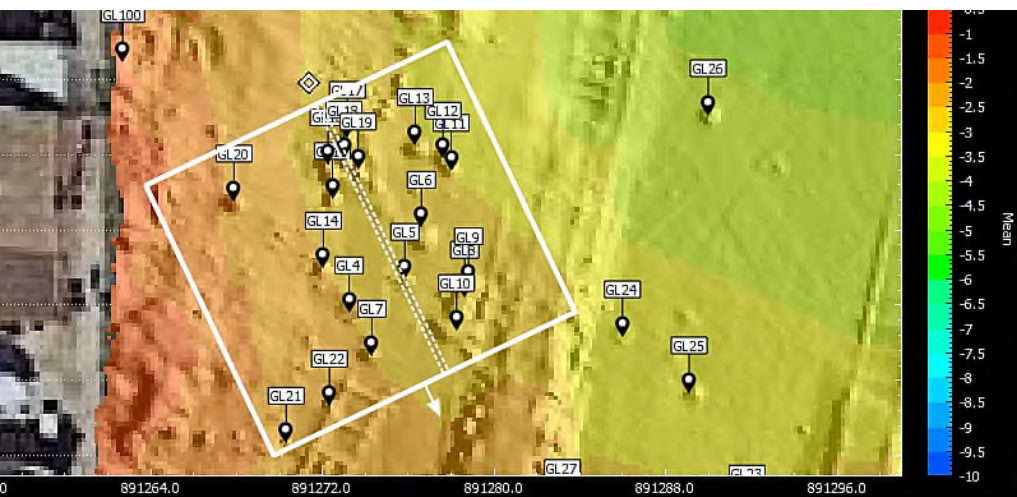
Zoom détaillée de la
cible sur la zone
repérée

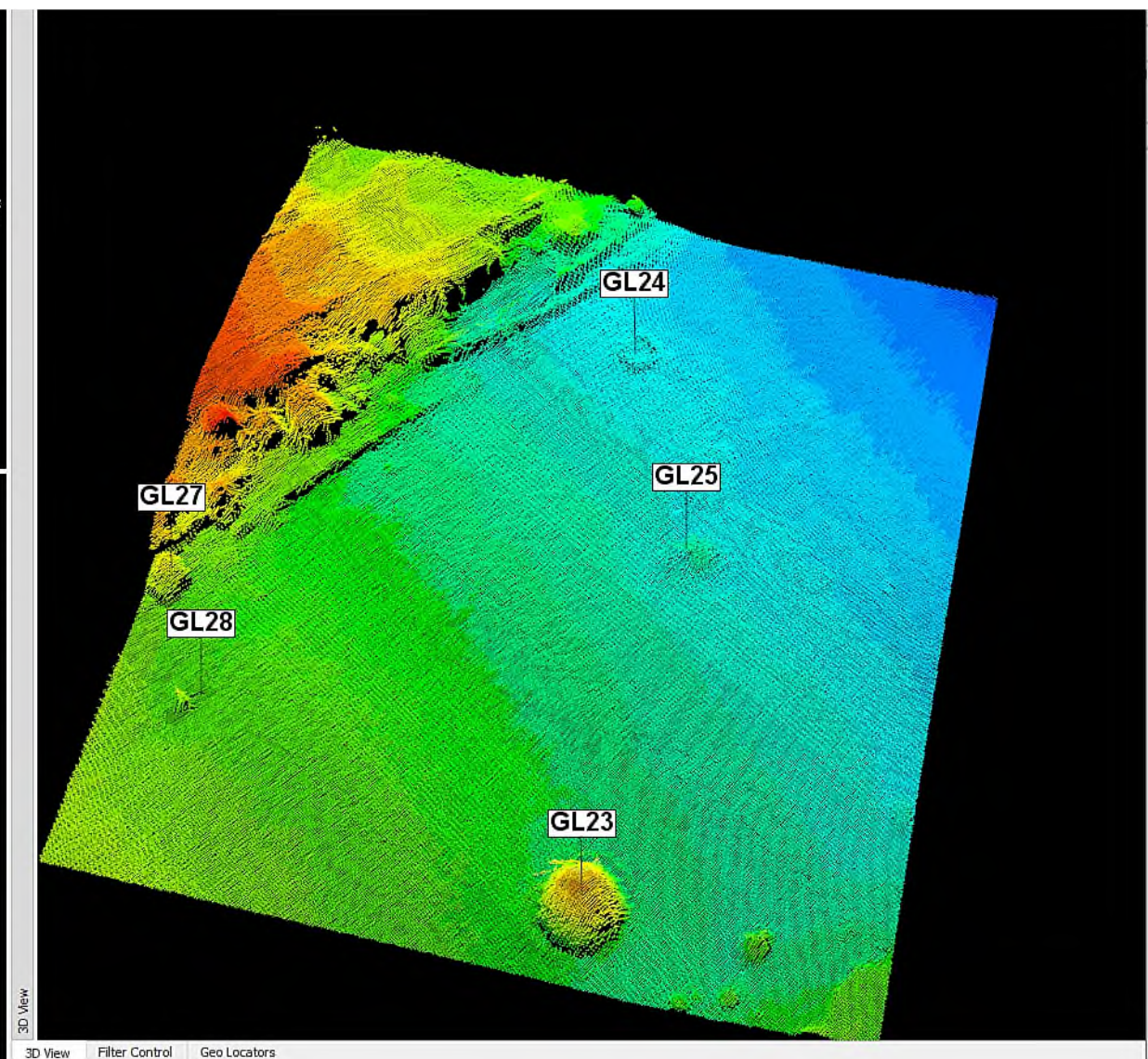
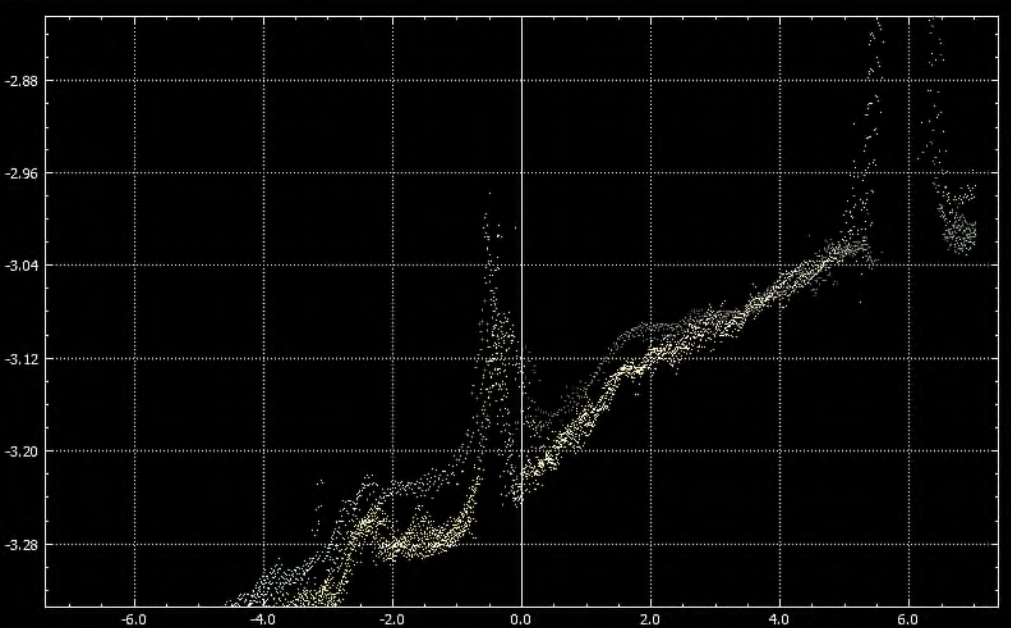
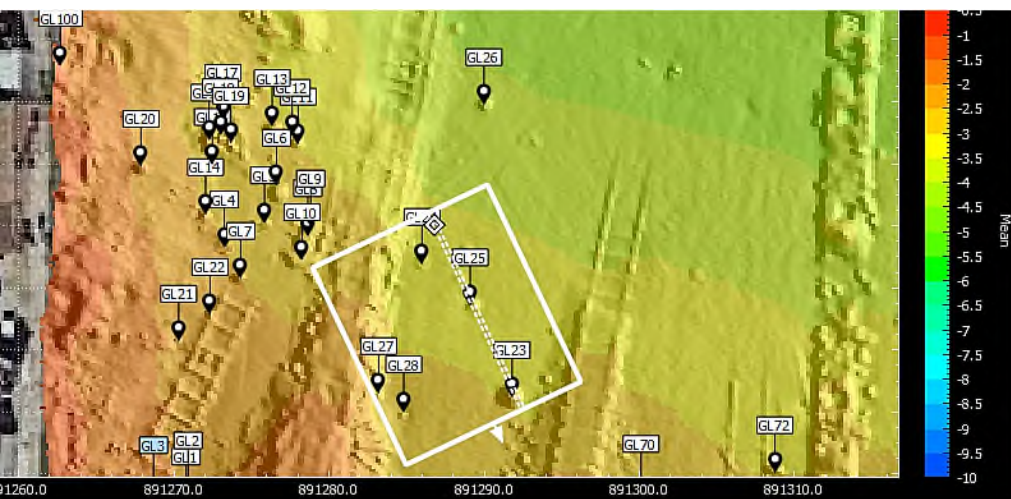


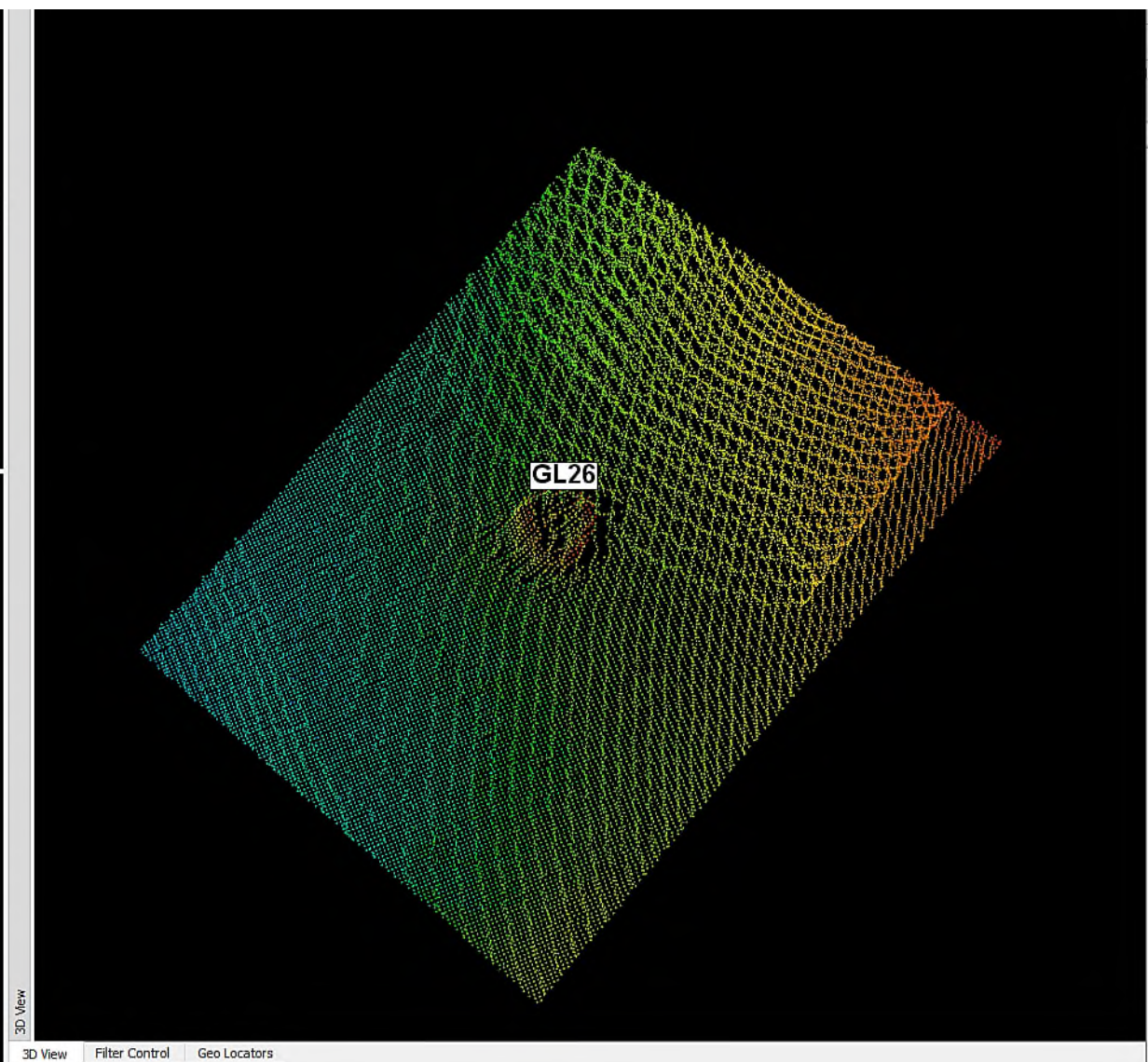
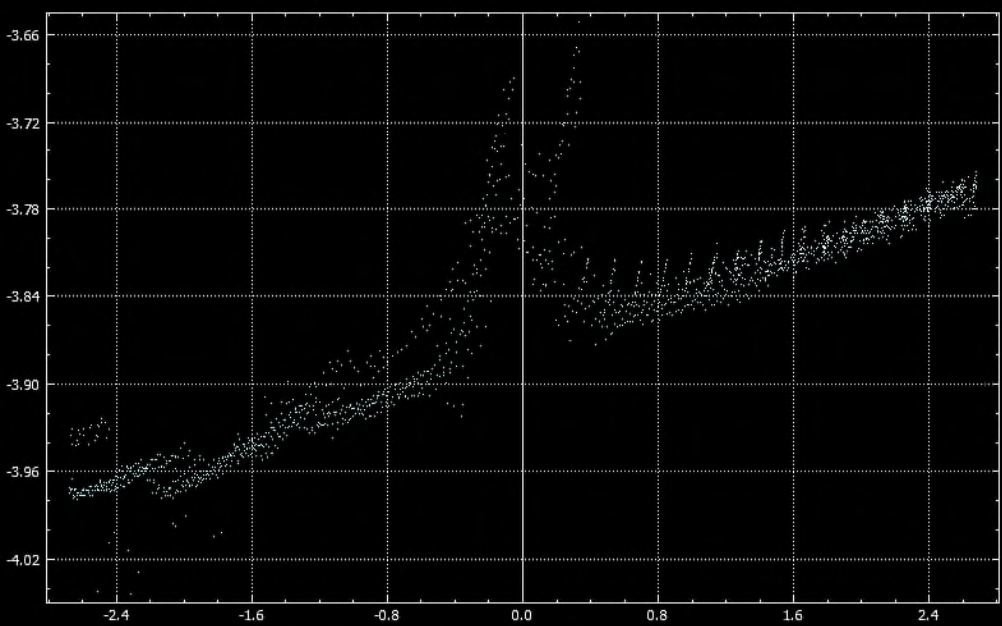
Cote altimétrique de l'objet (en ordonnée) le long du profil (en abscisse)

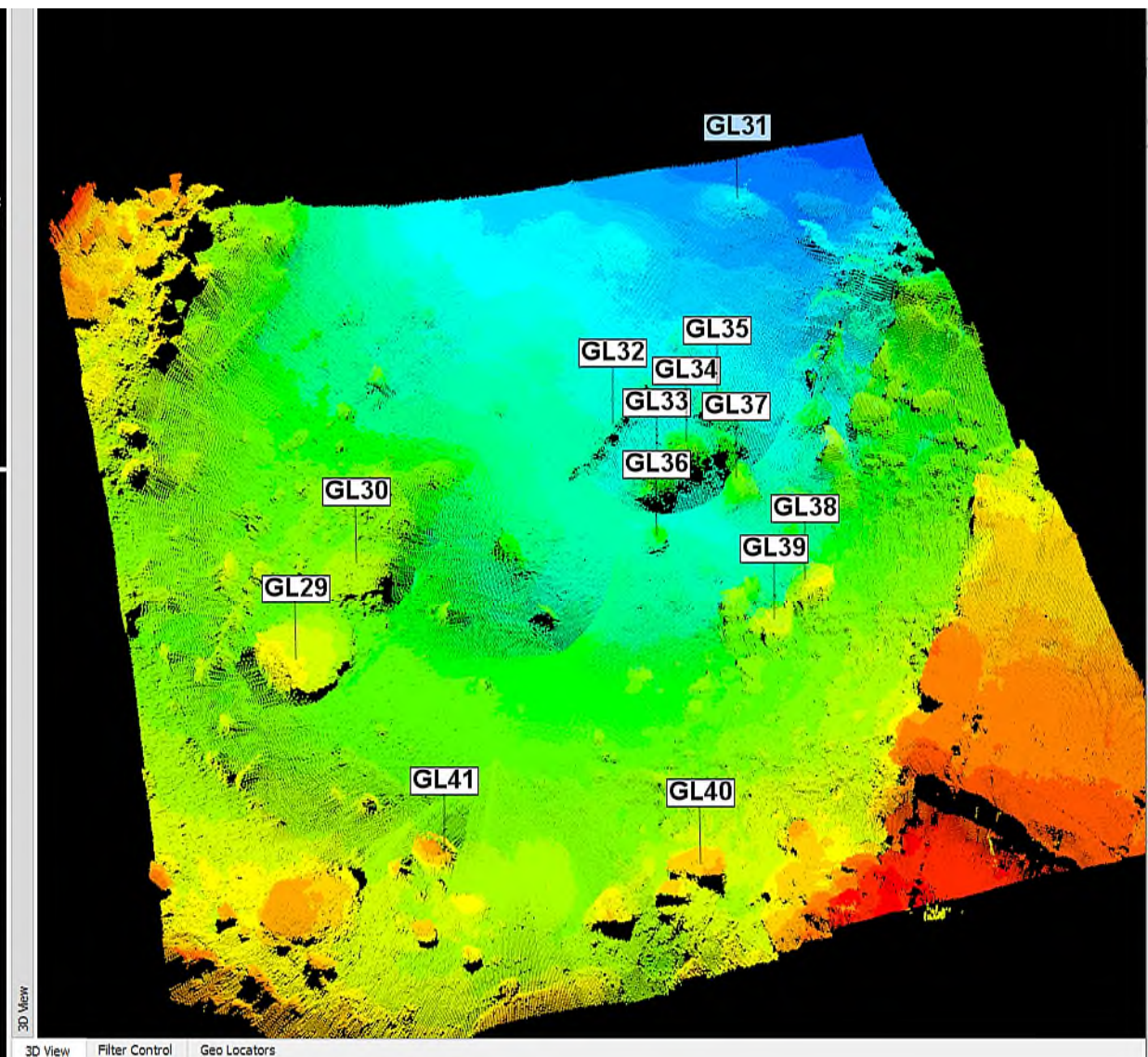
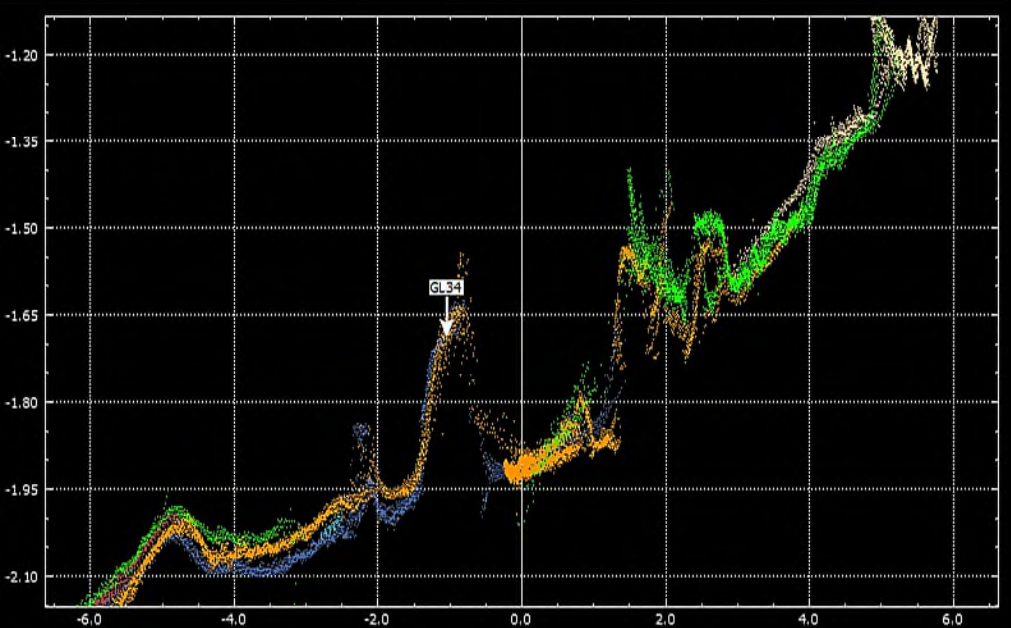
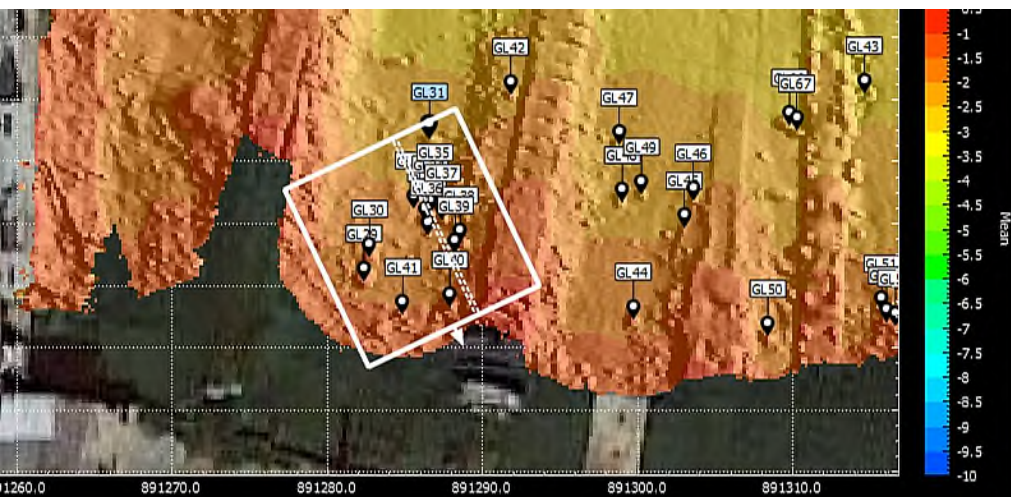
- Les dimensions sont en mètres
- Les échelles sont différentes en abscisses et en ordonnées
- le profil est repéré sur la figure ci-dessus en pointillés blancs

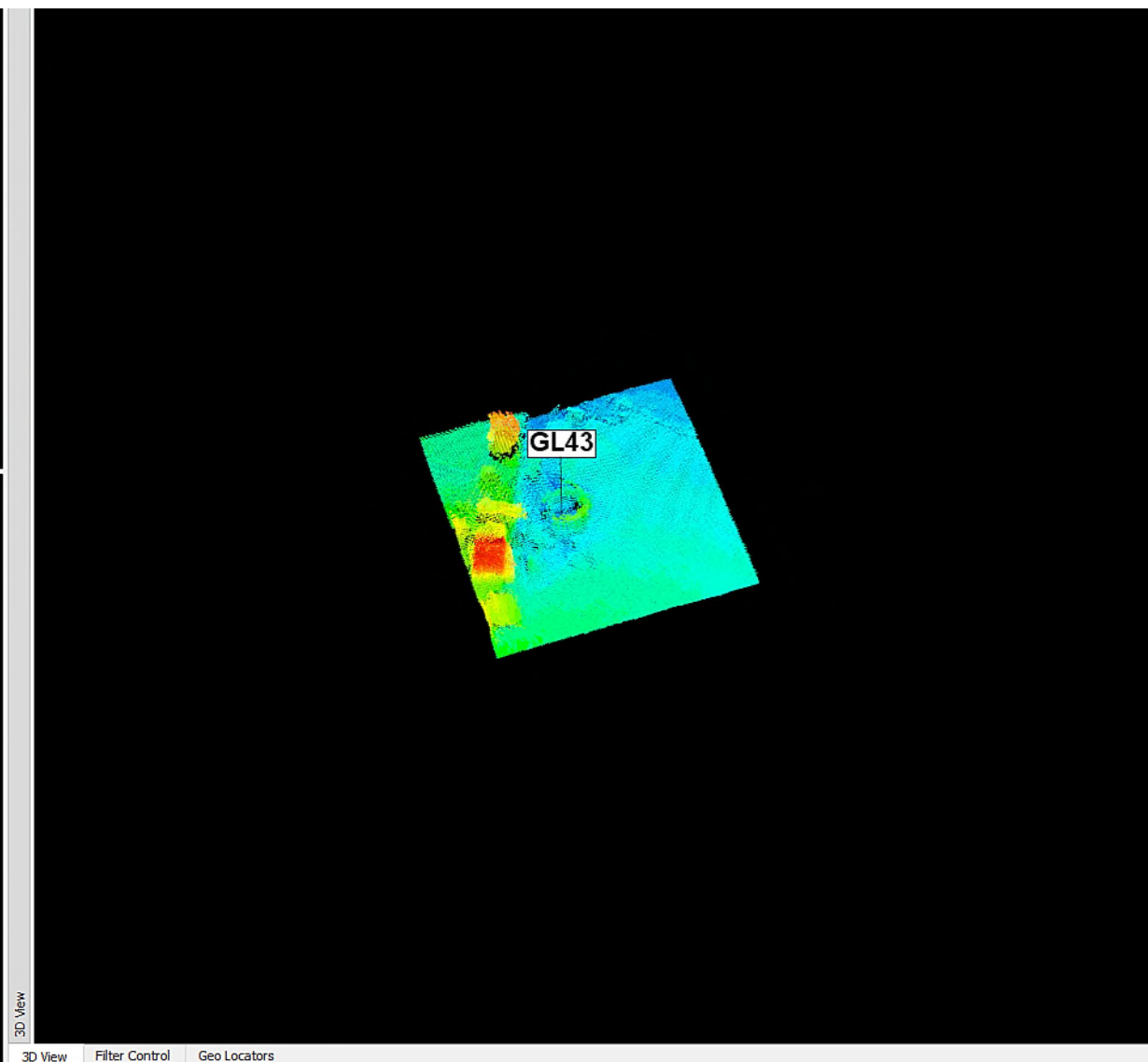
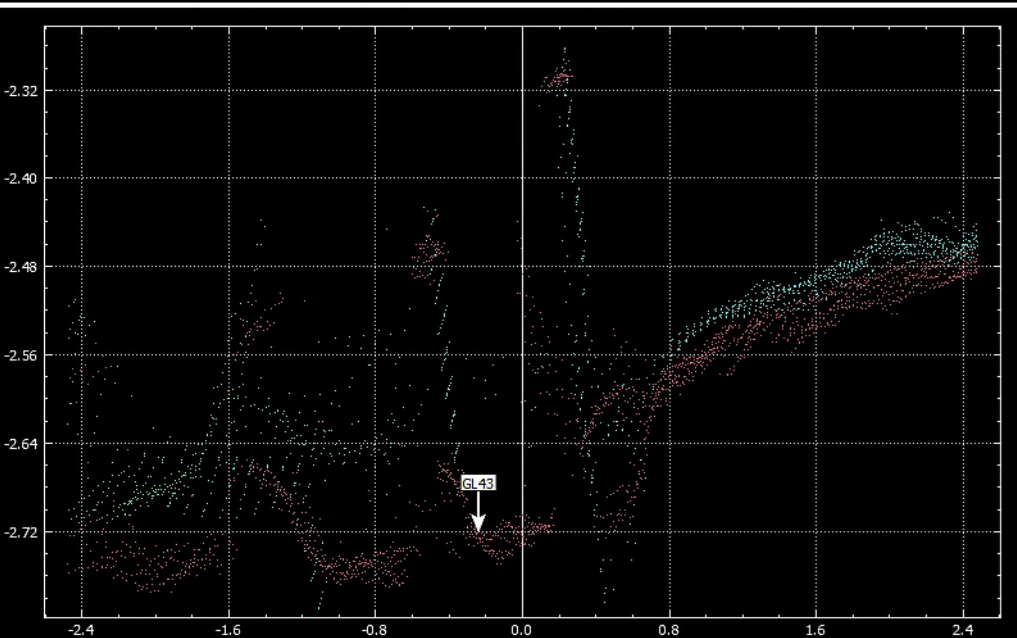
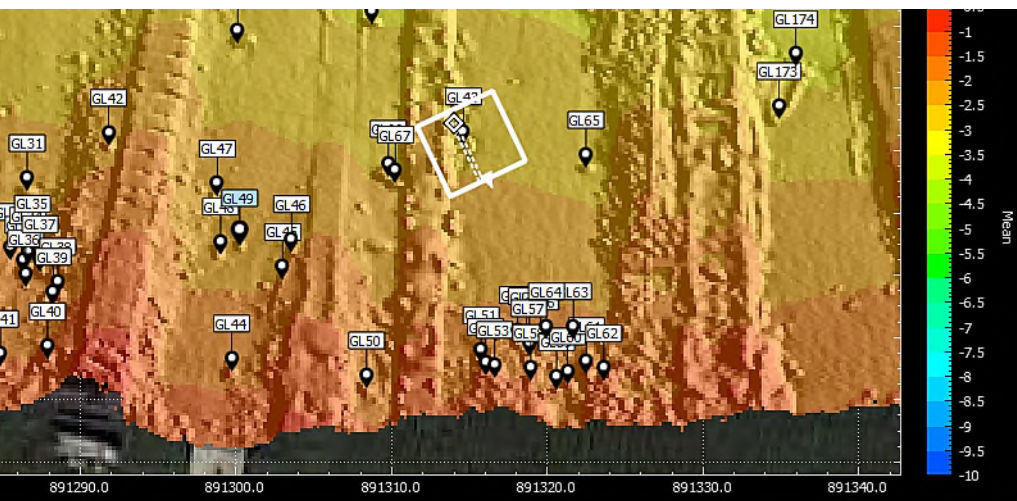


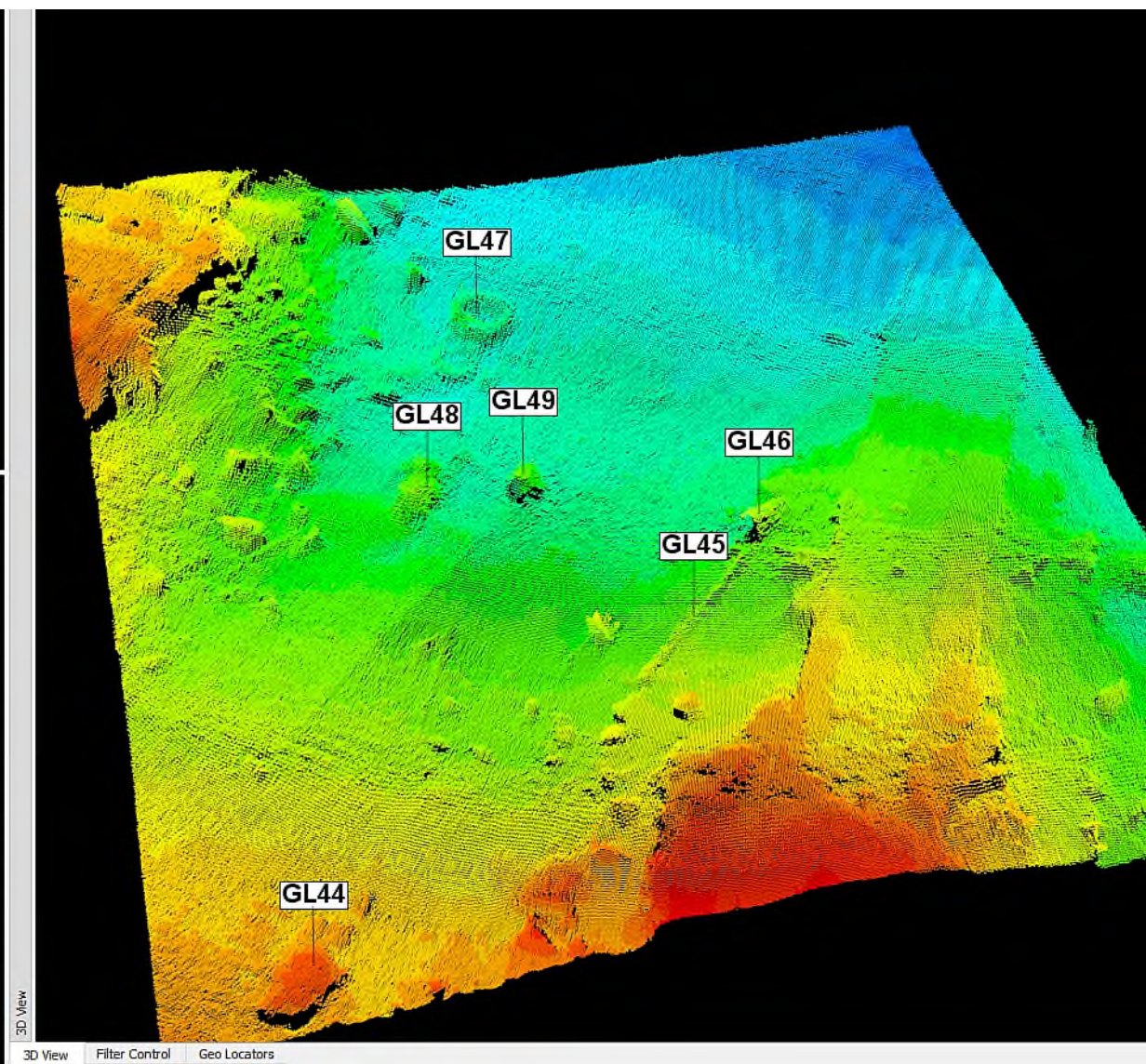
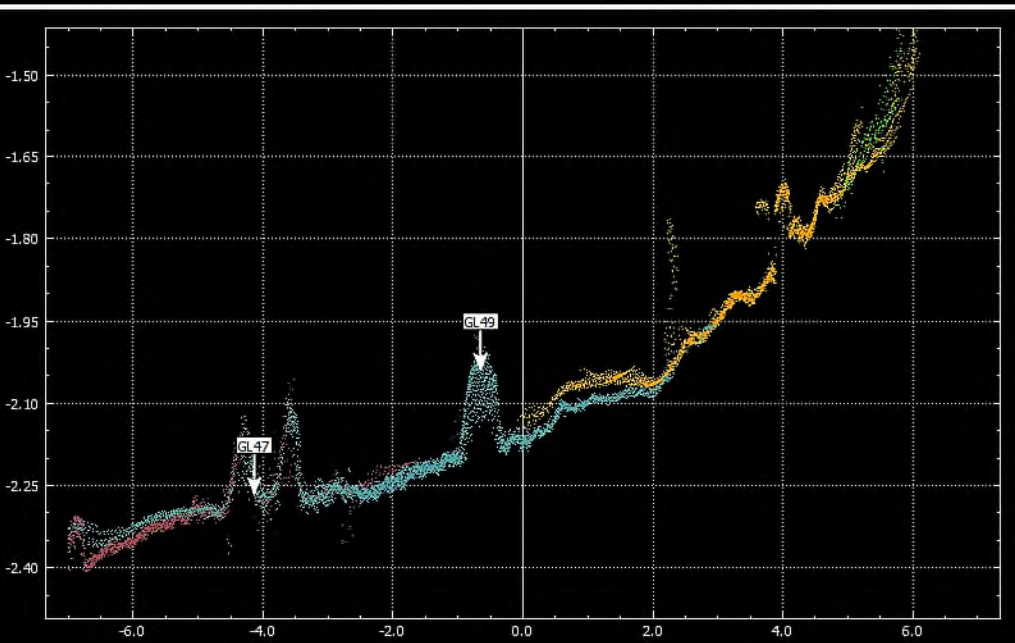
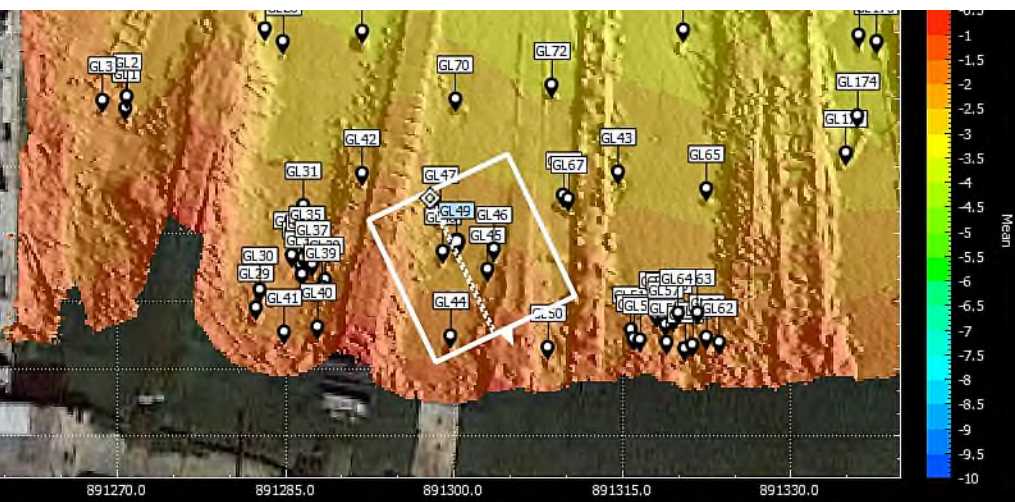


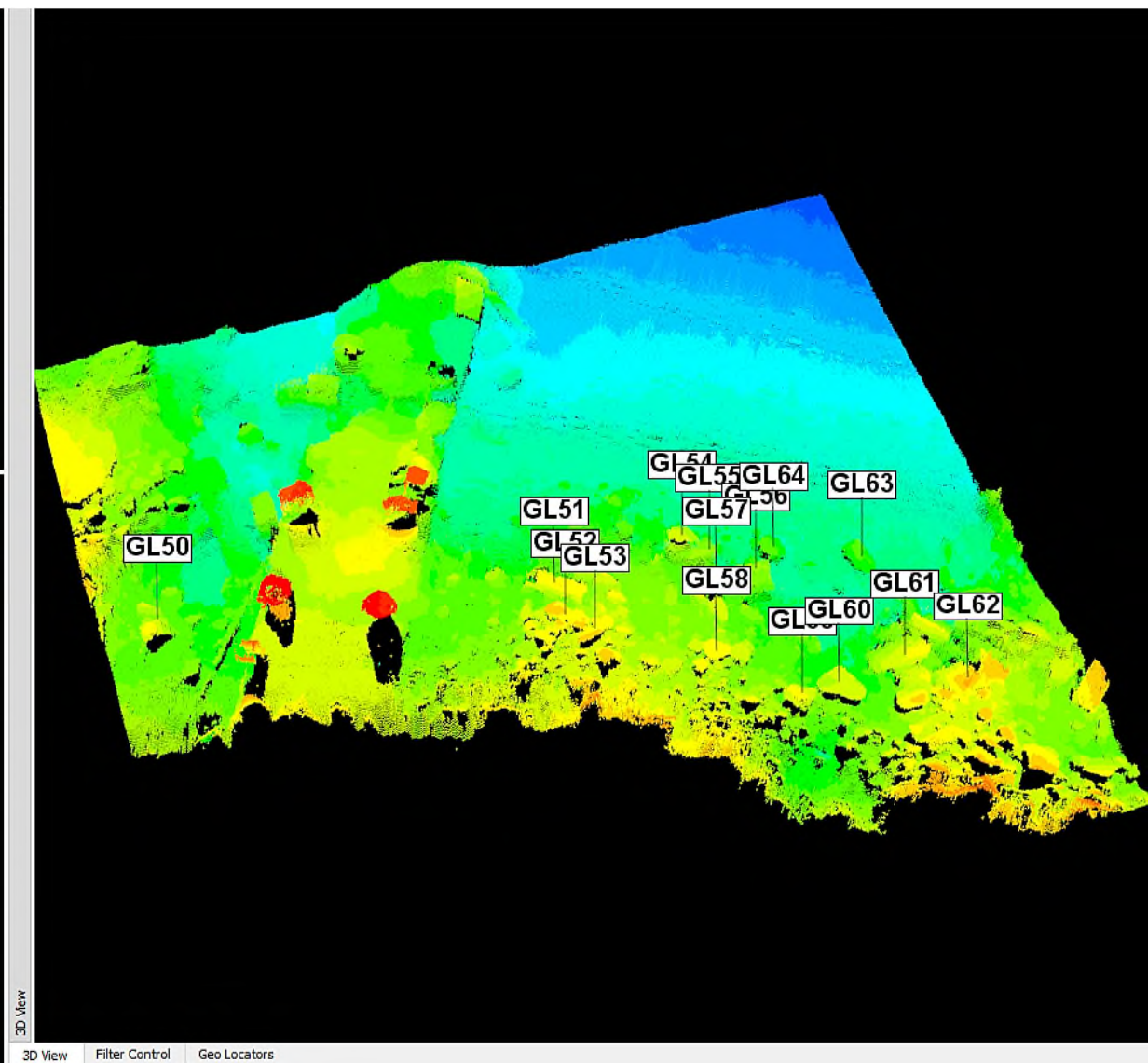
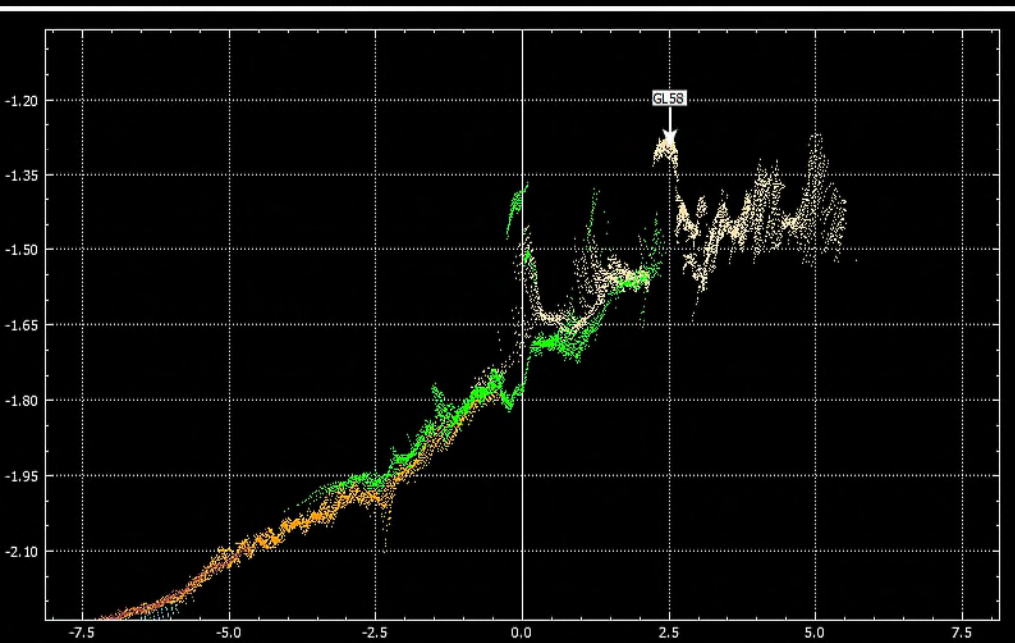
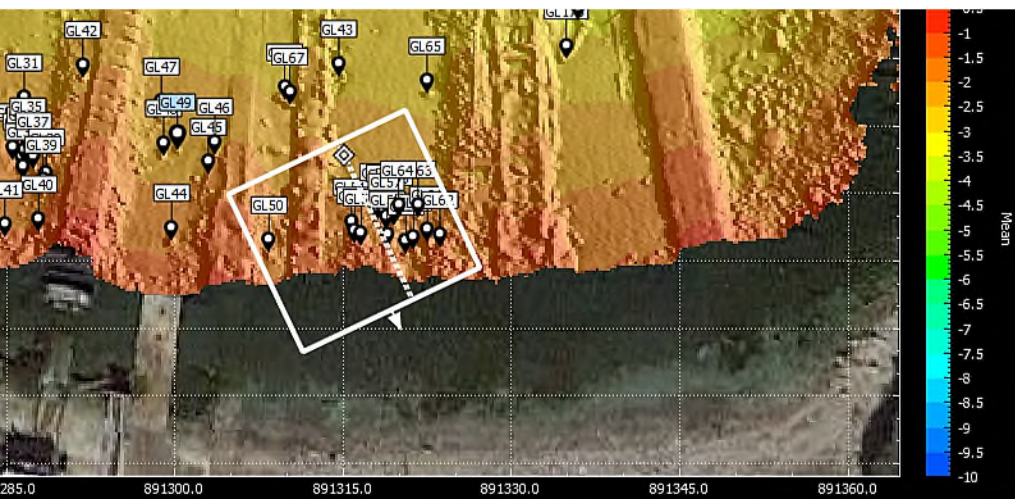


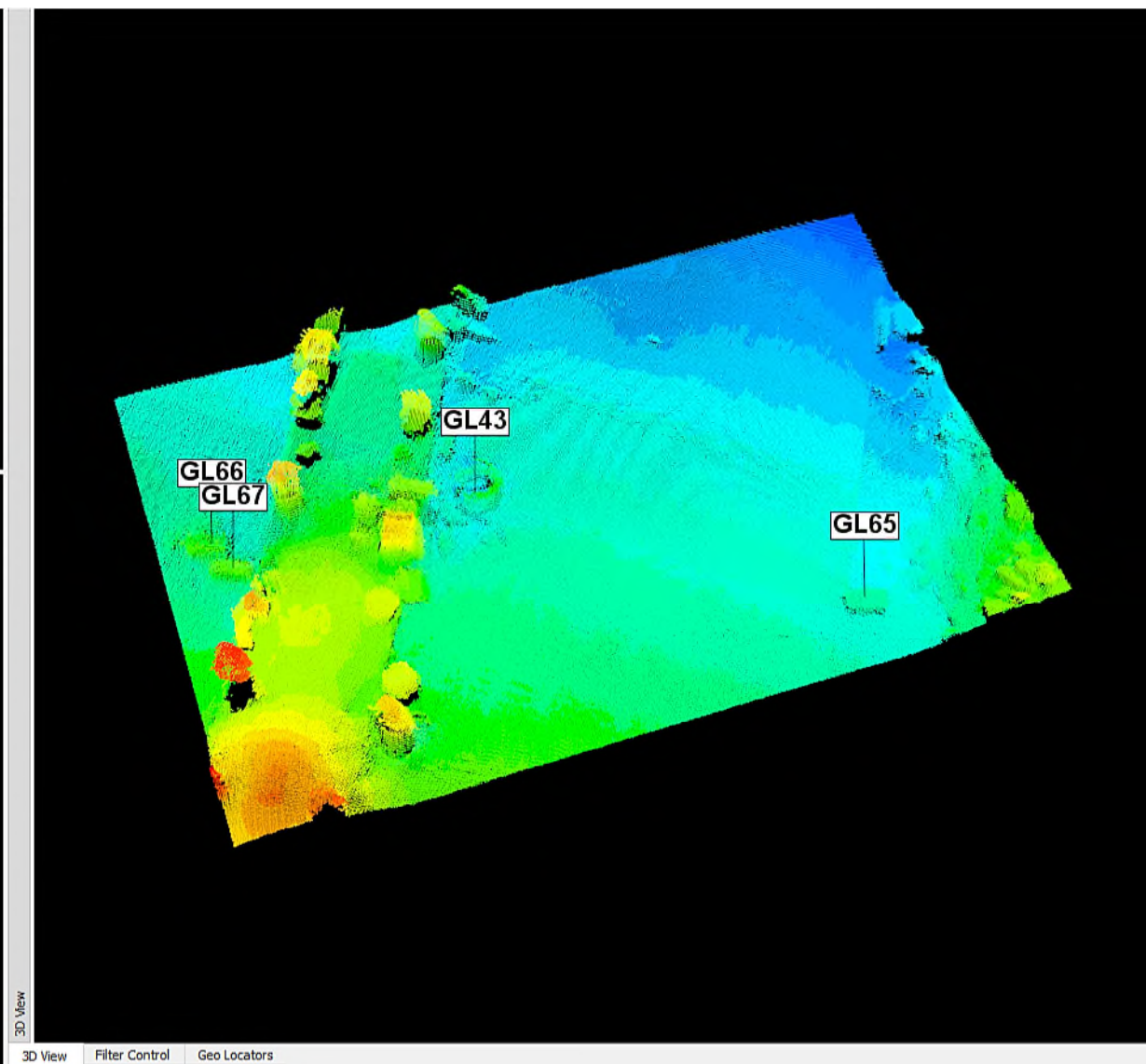
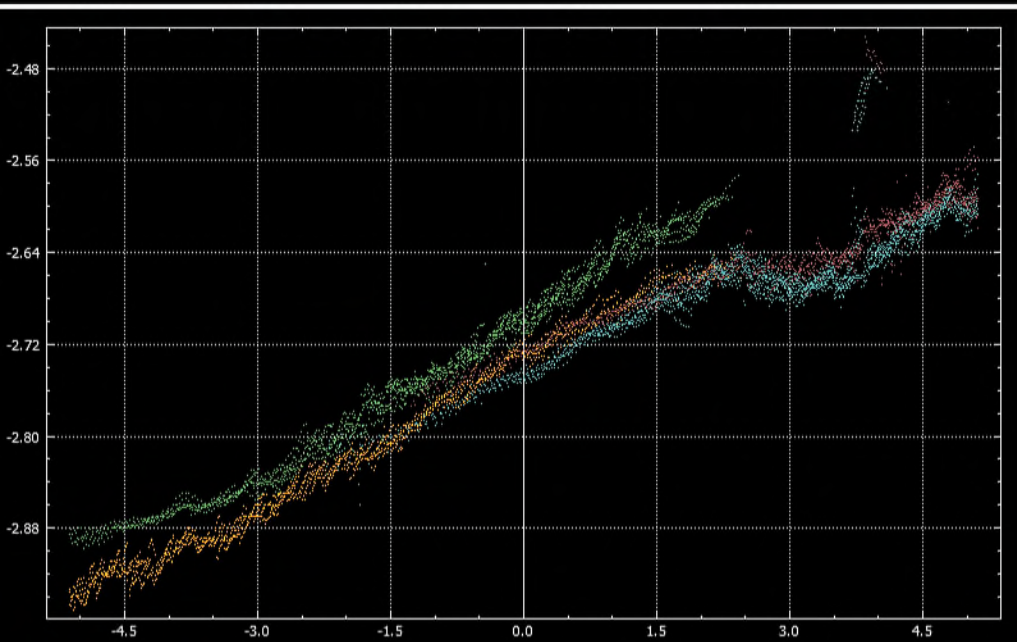
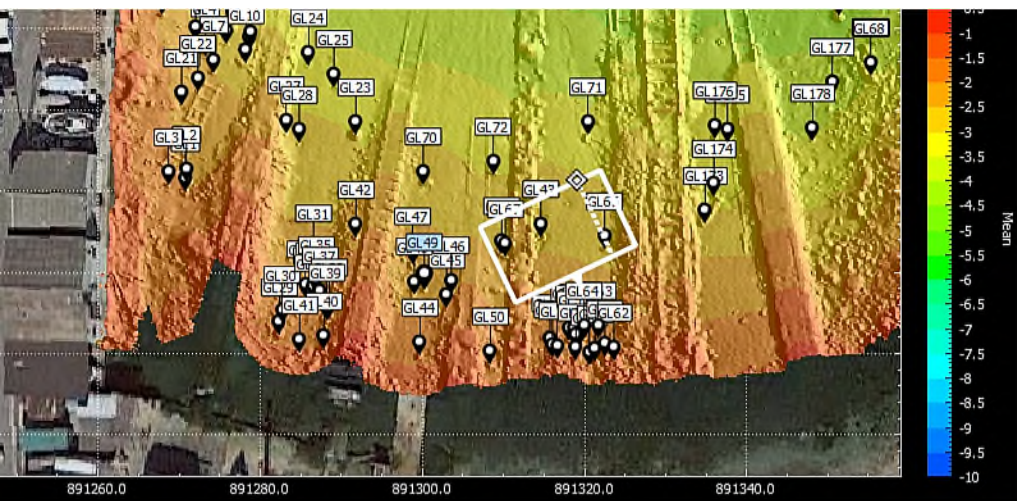


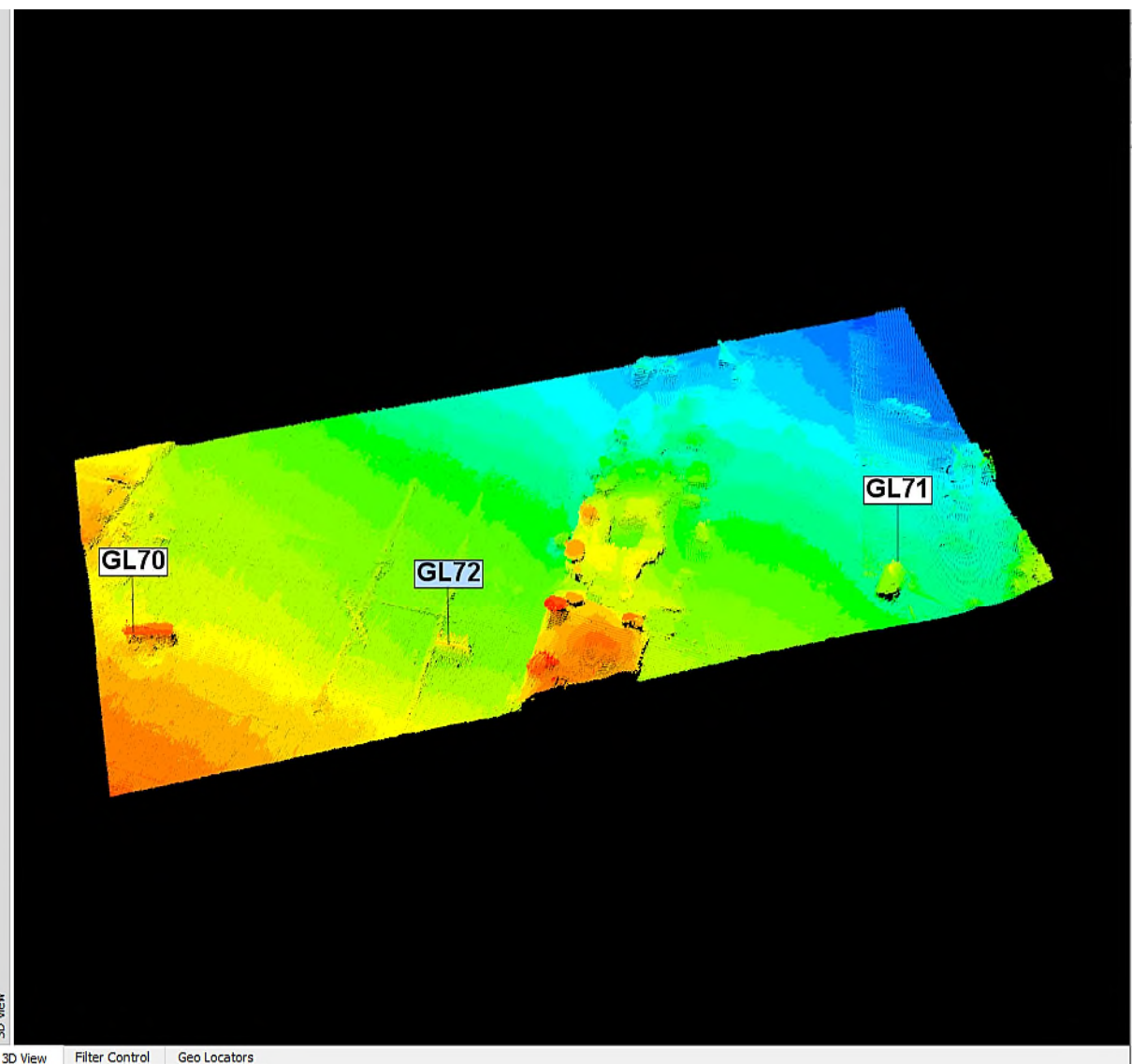
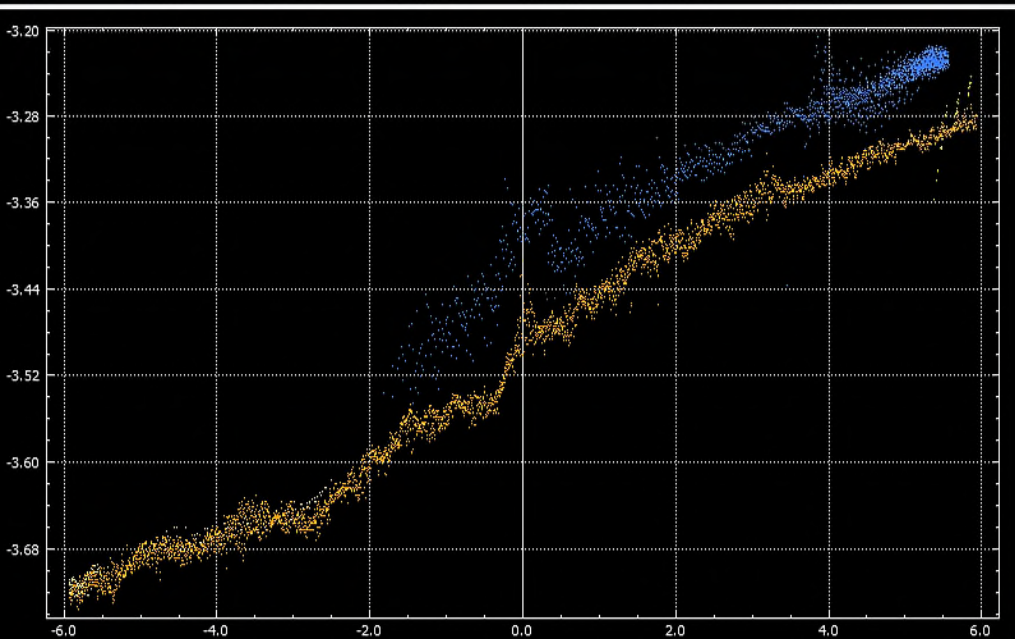
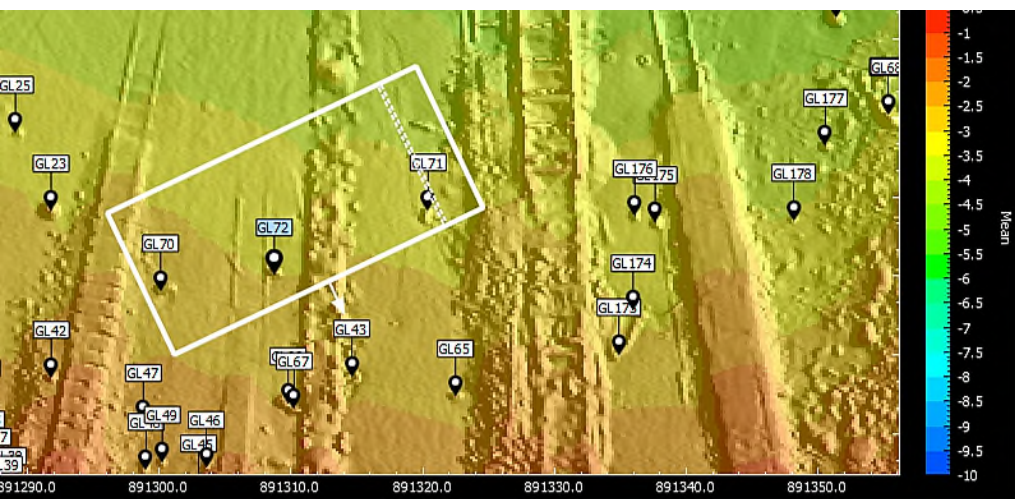


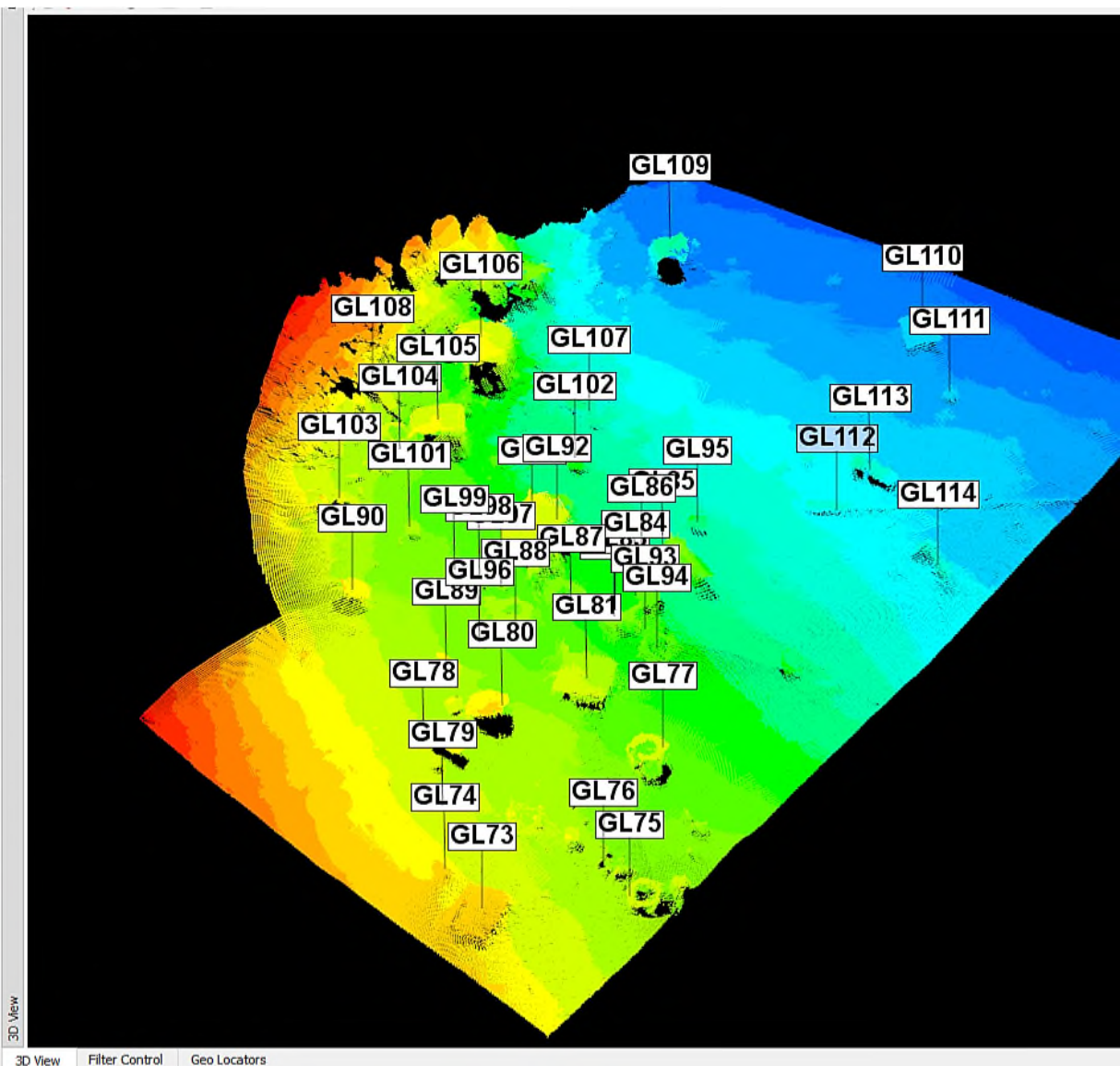
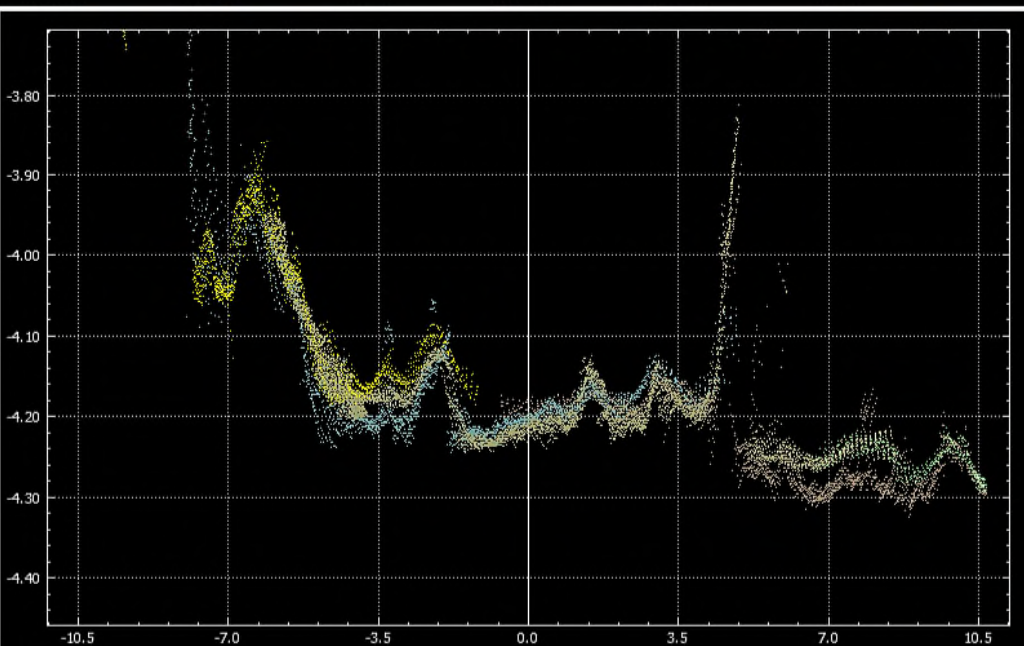
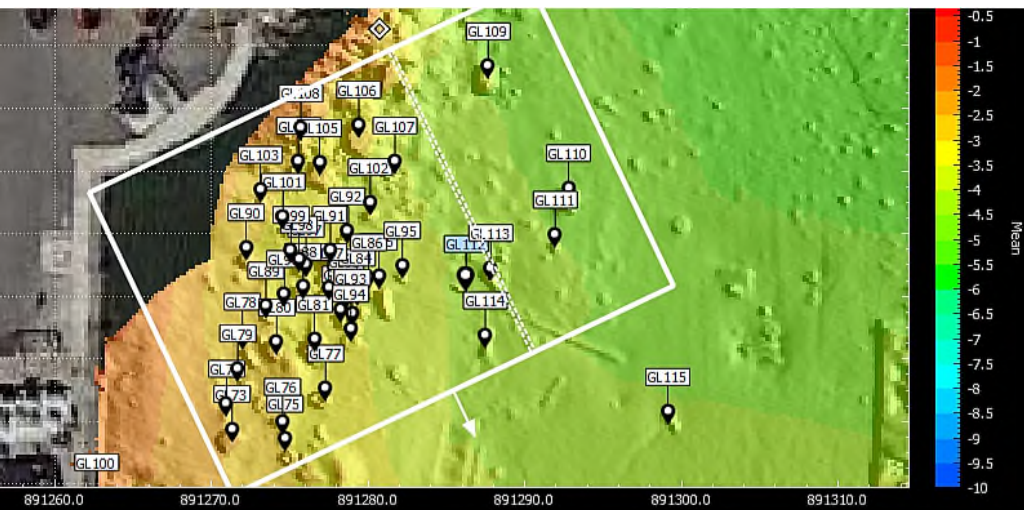


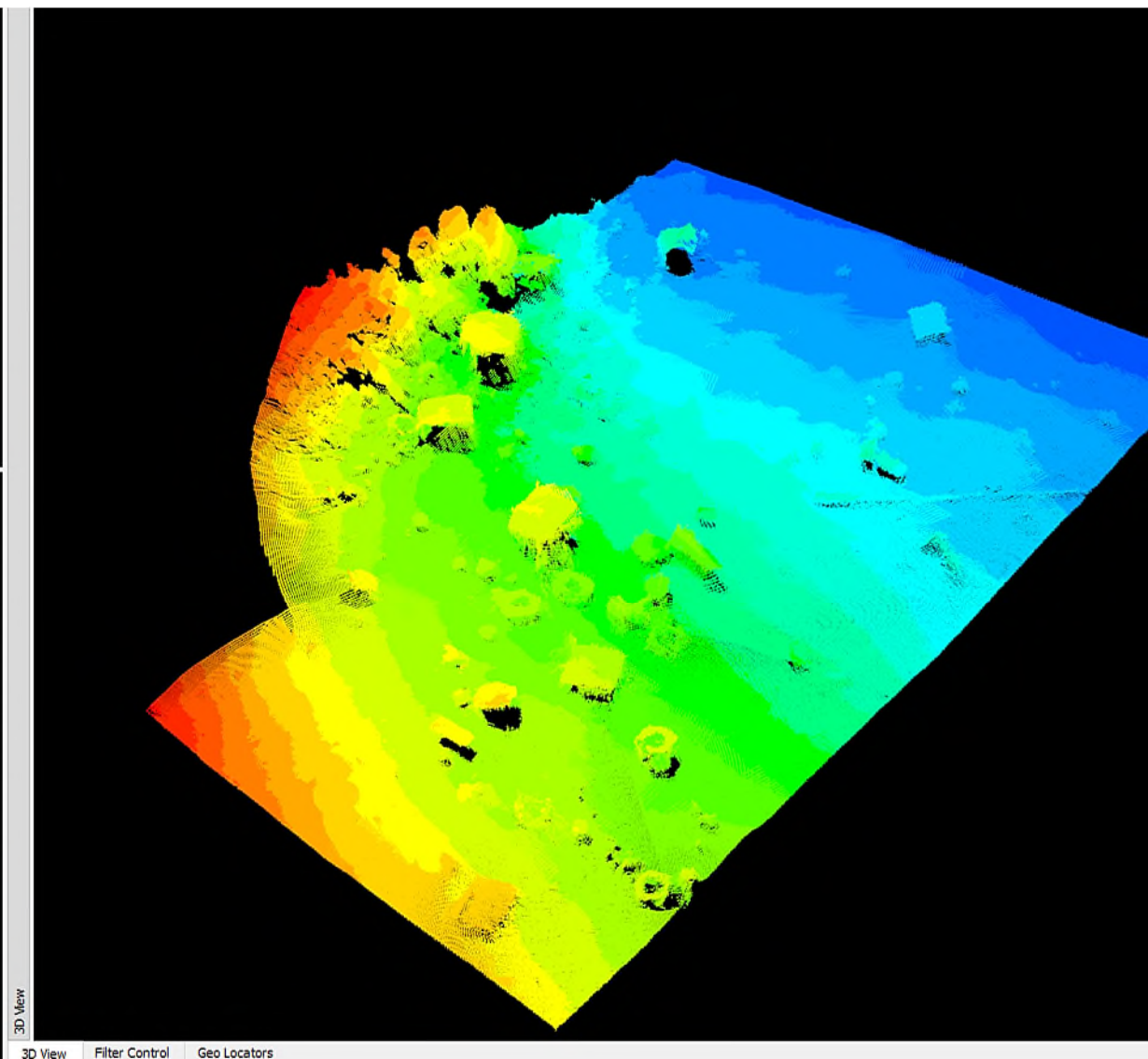
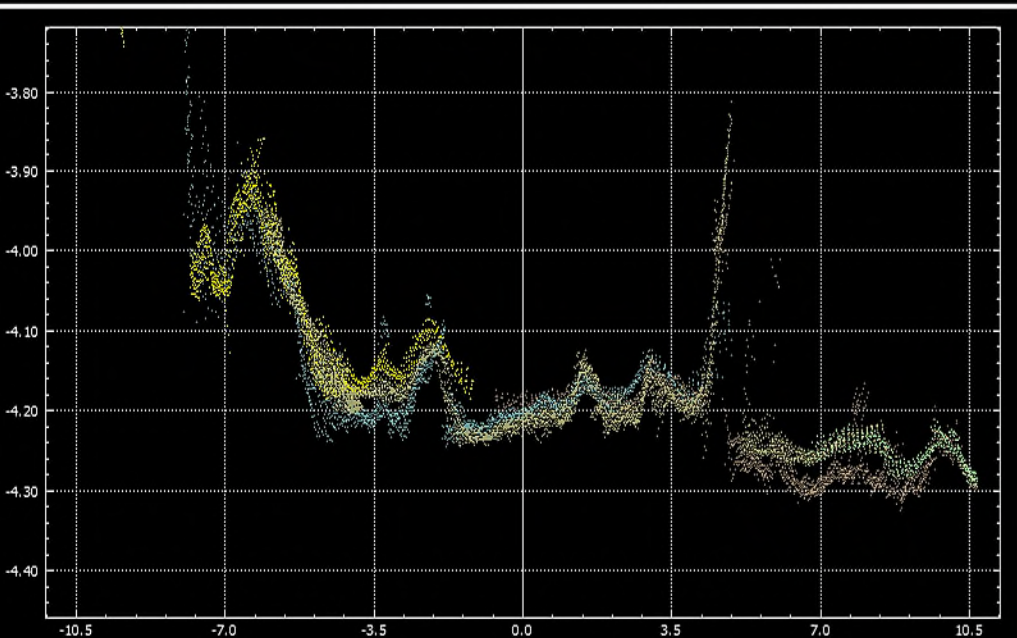
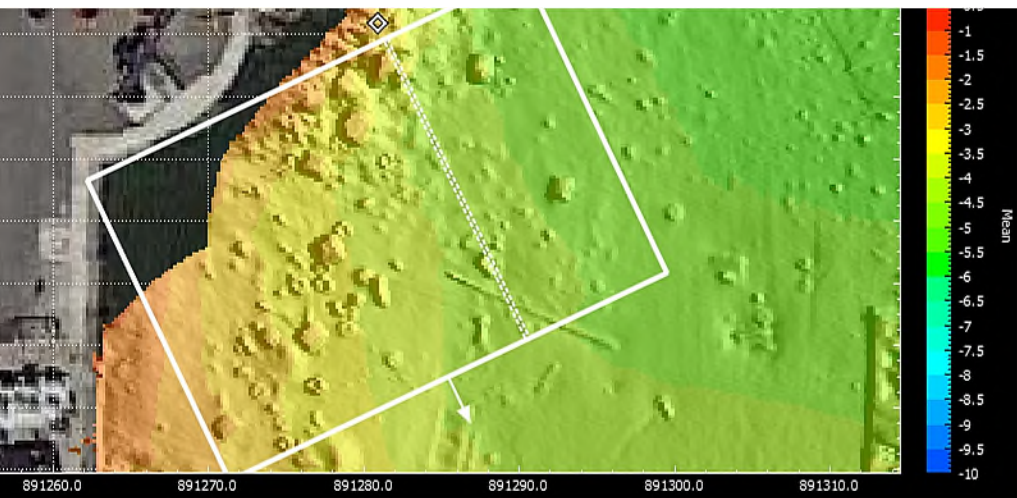


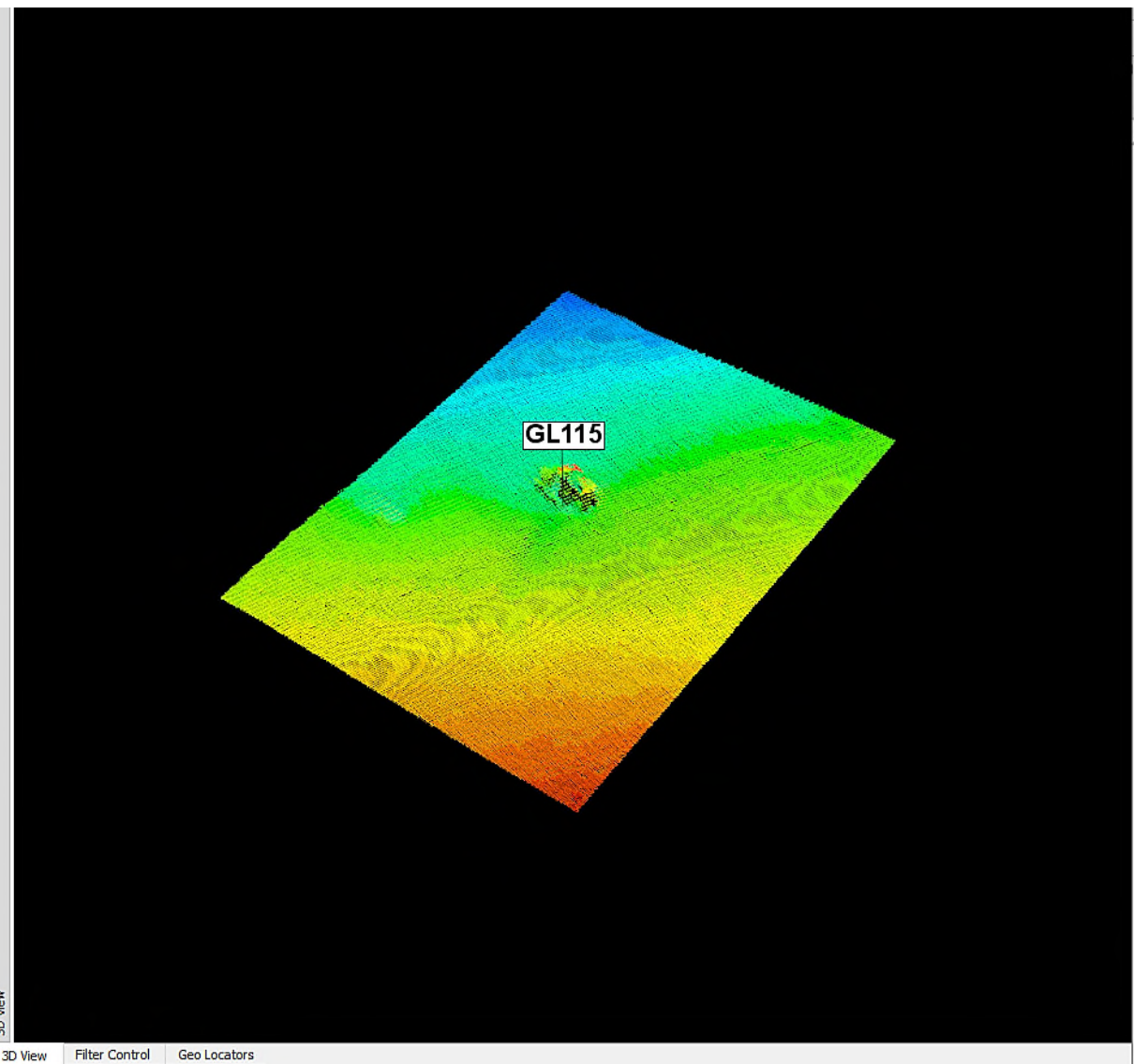
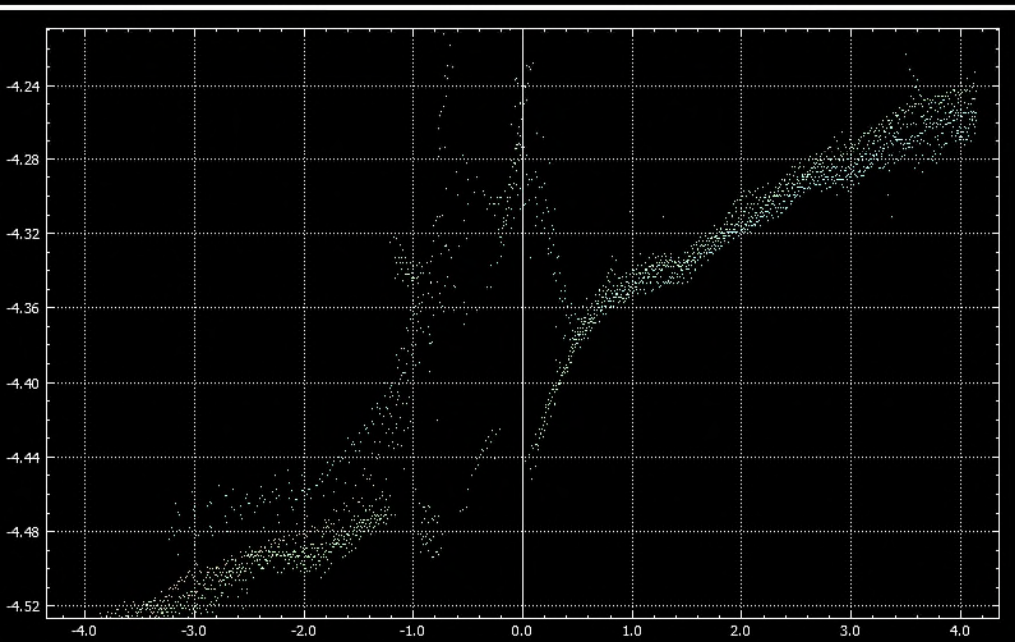


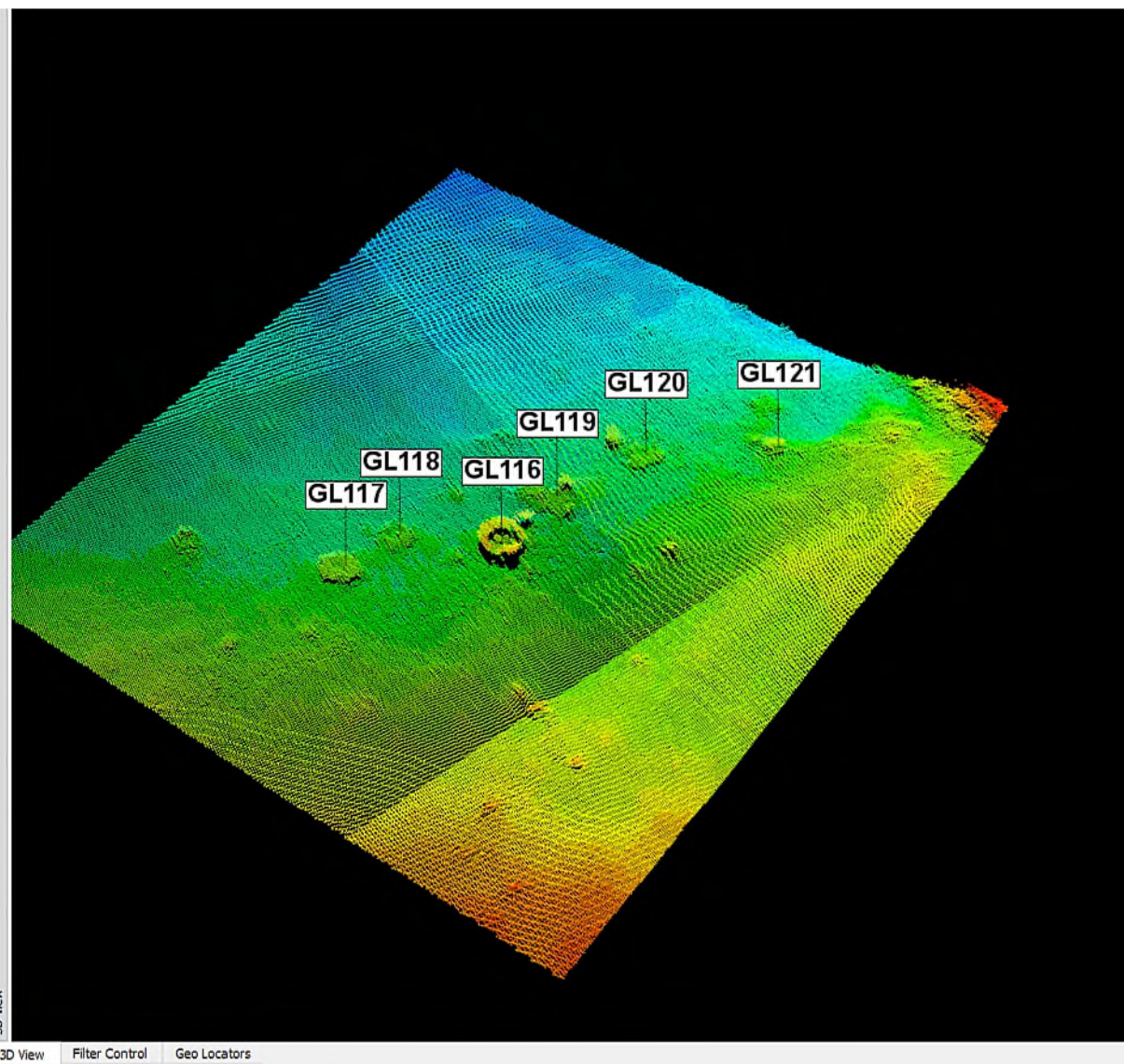
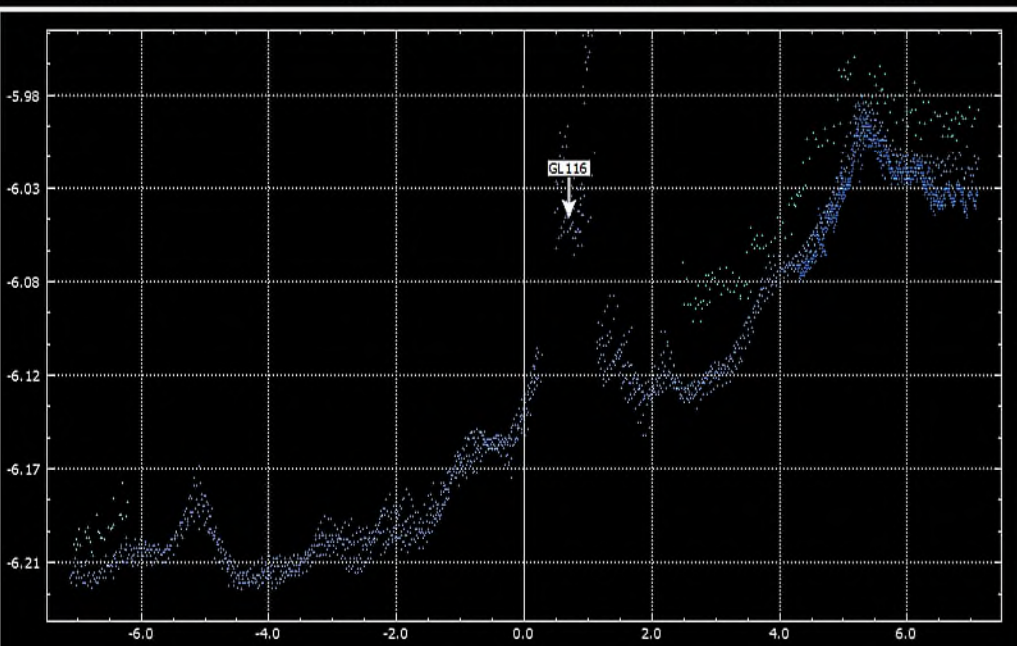


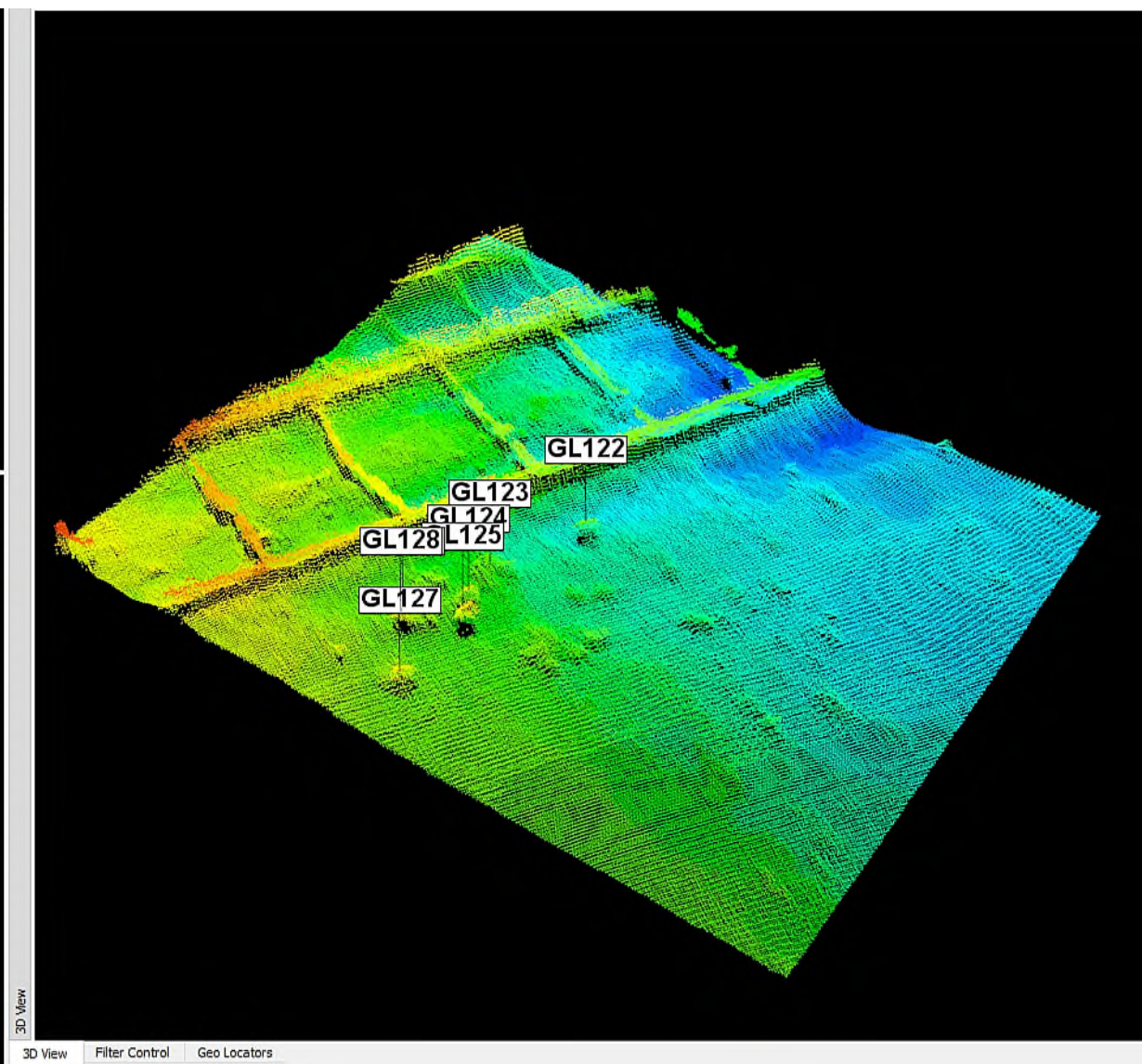
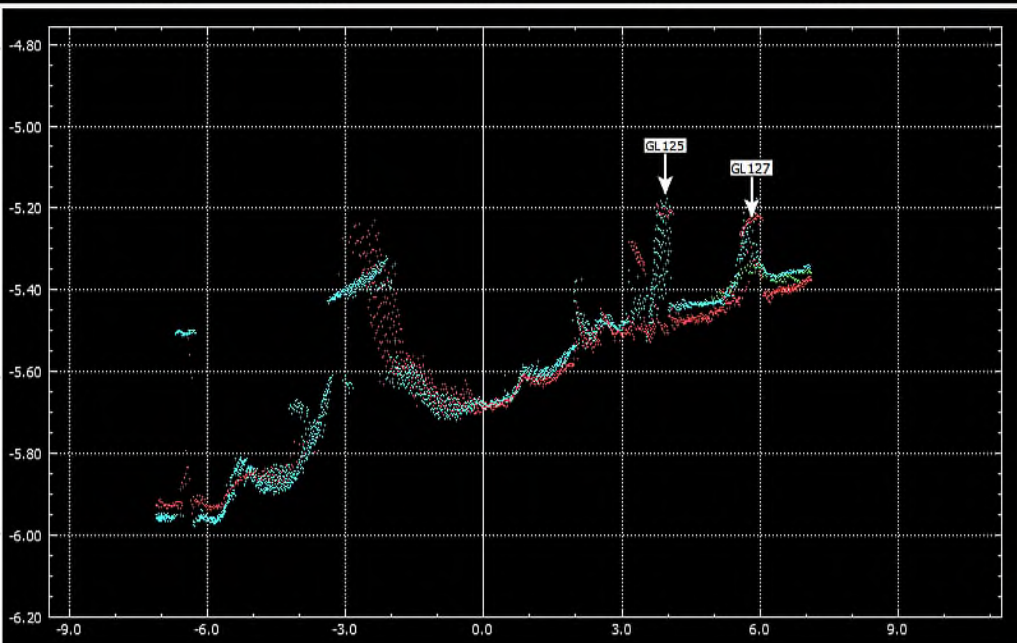


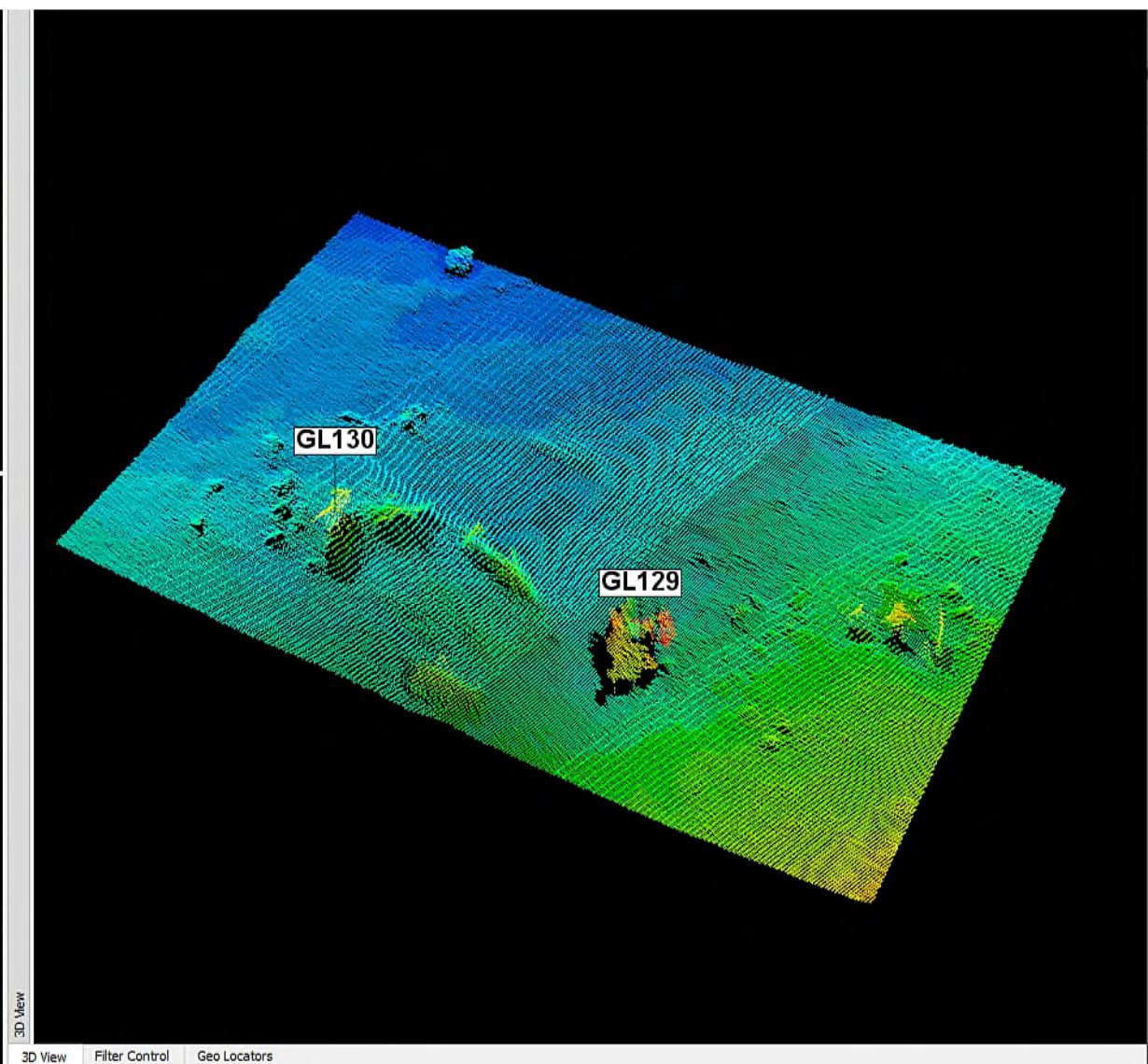
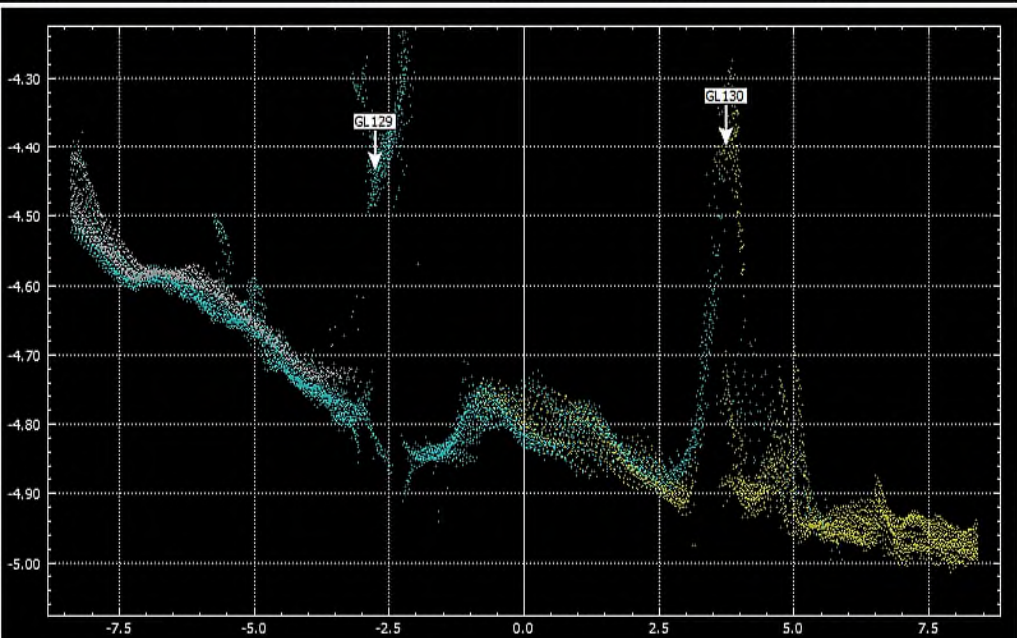


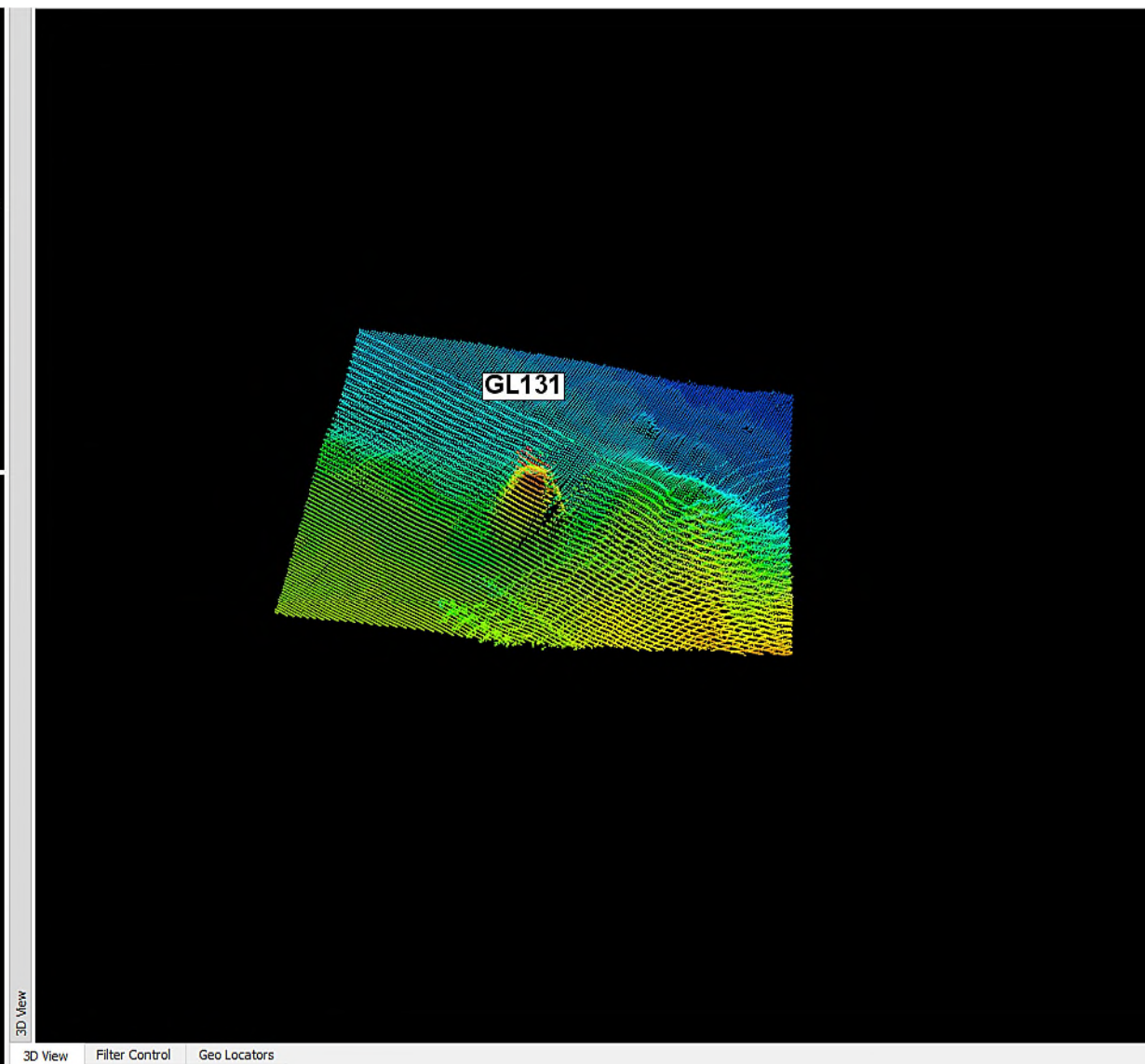
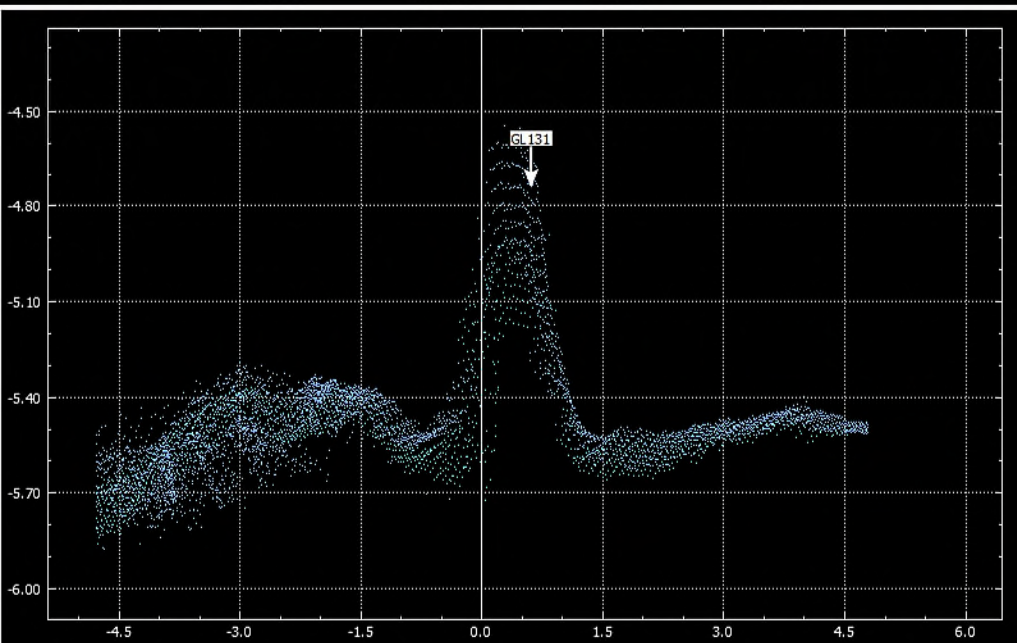


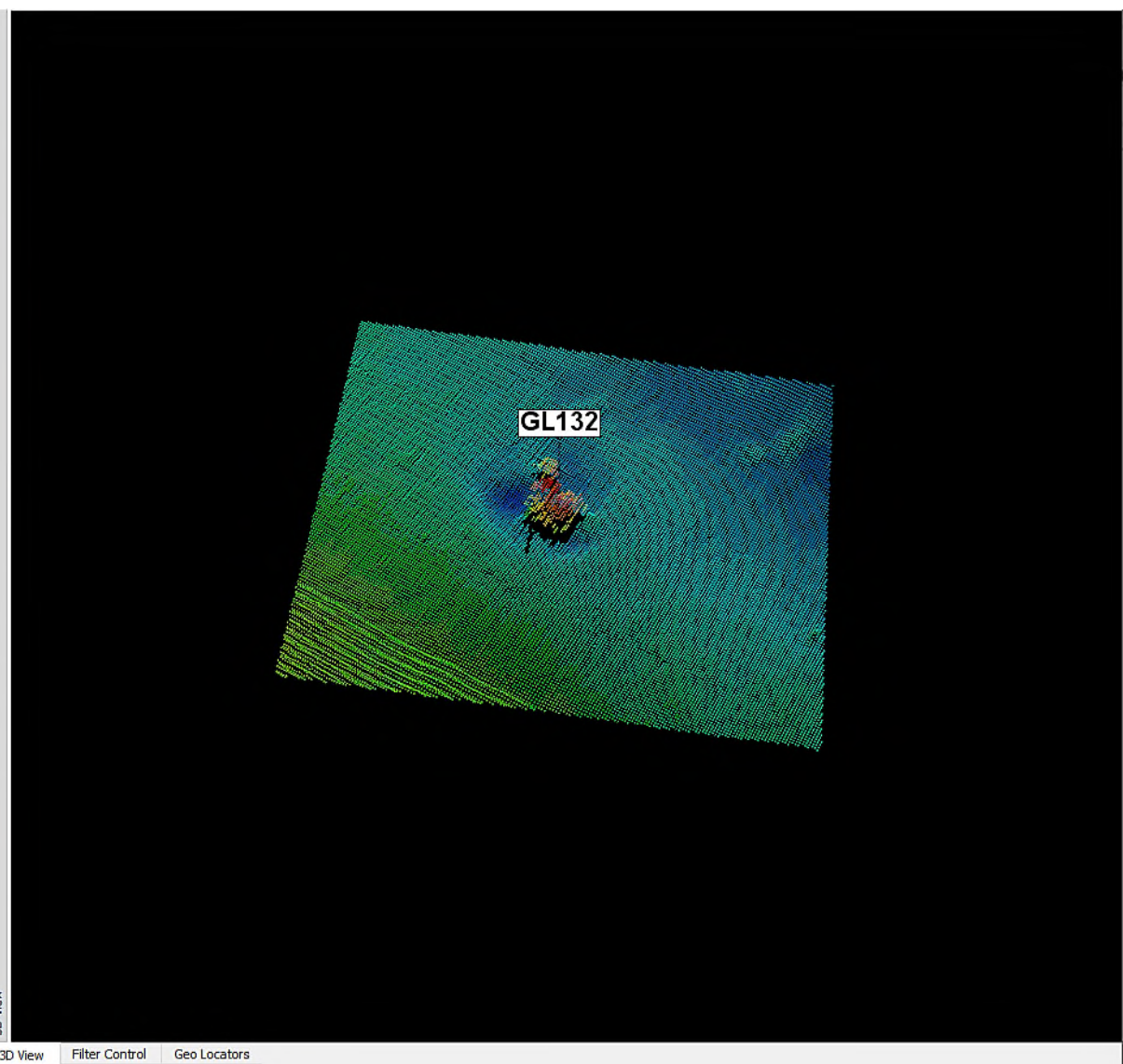
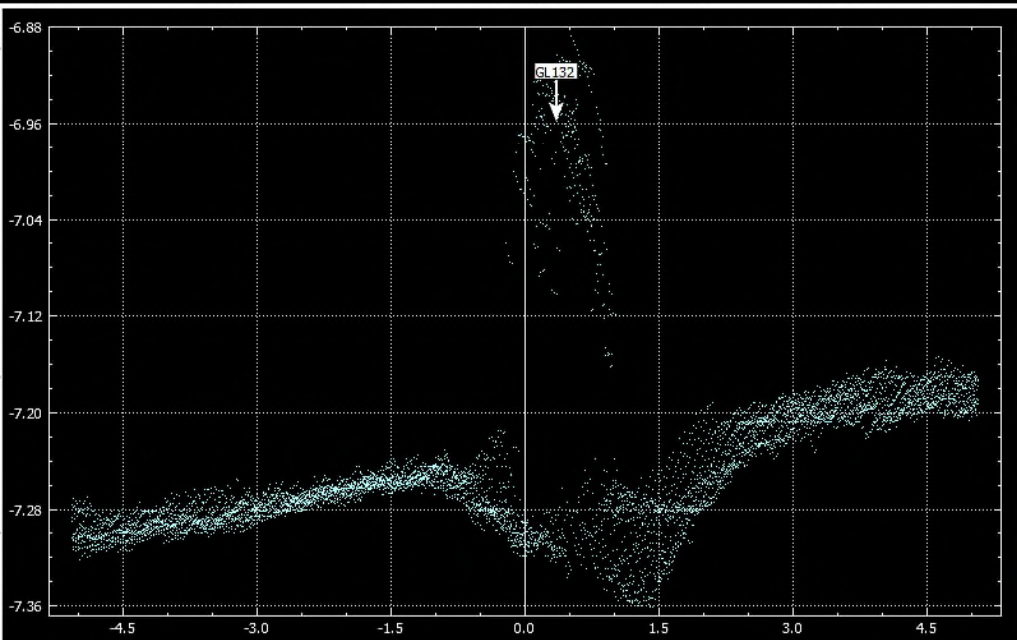
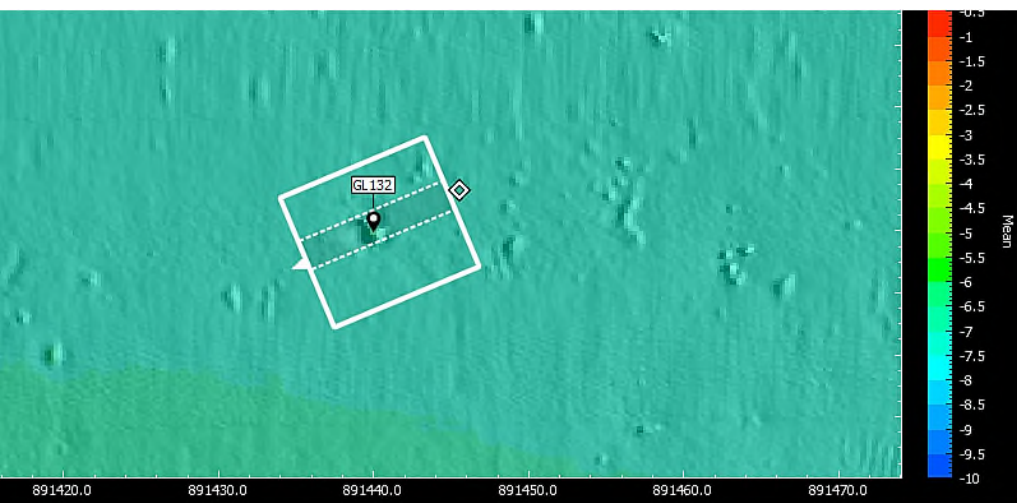


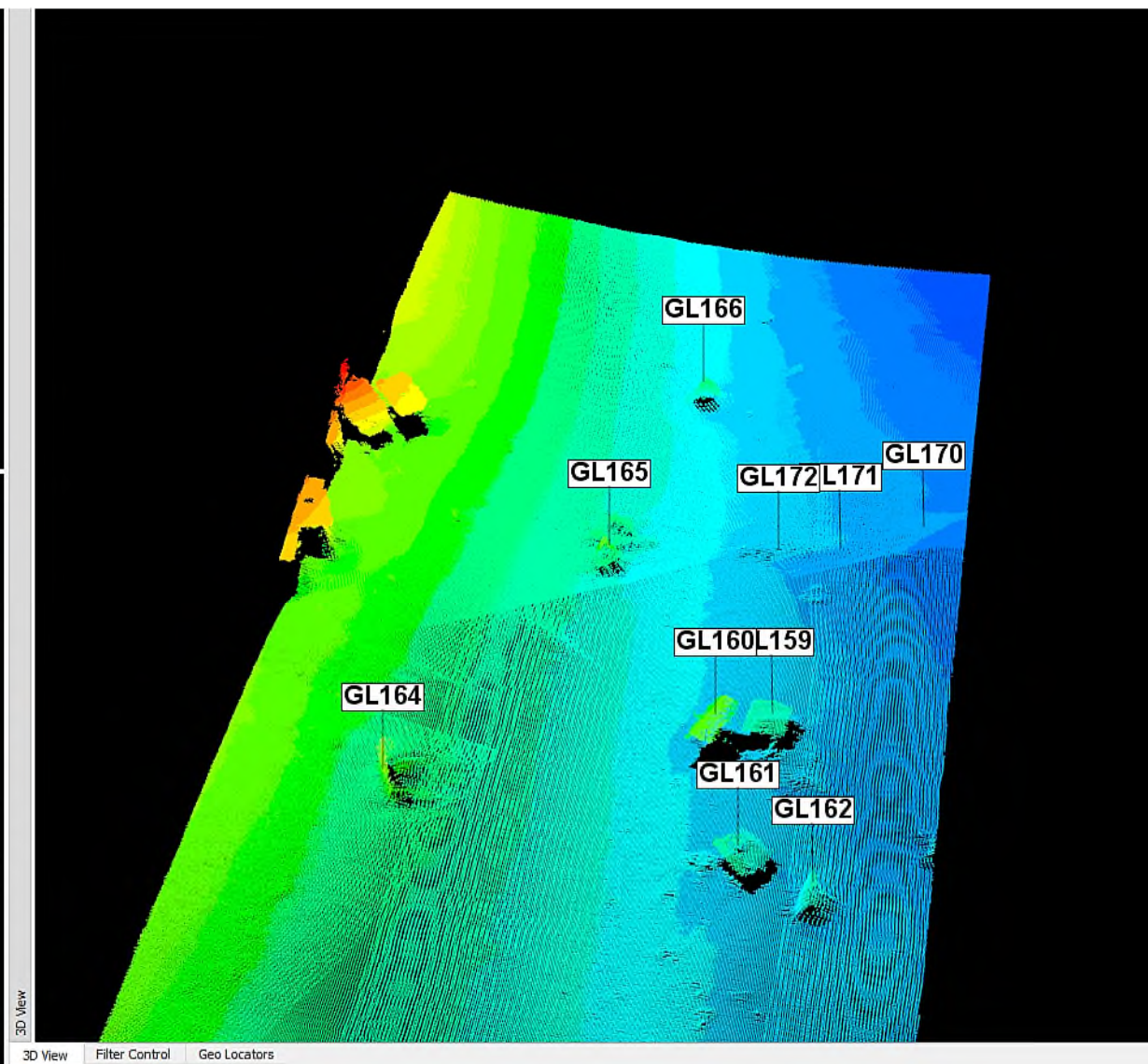
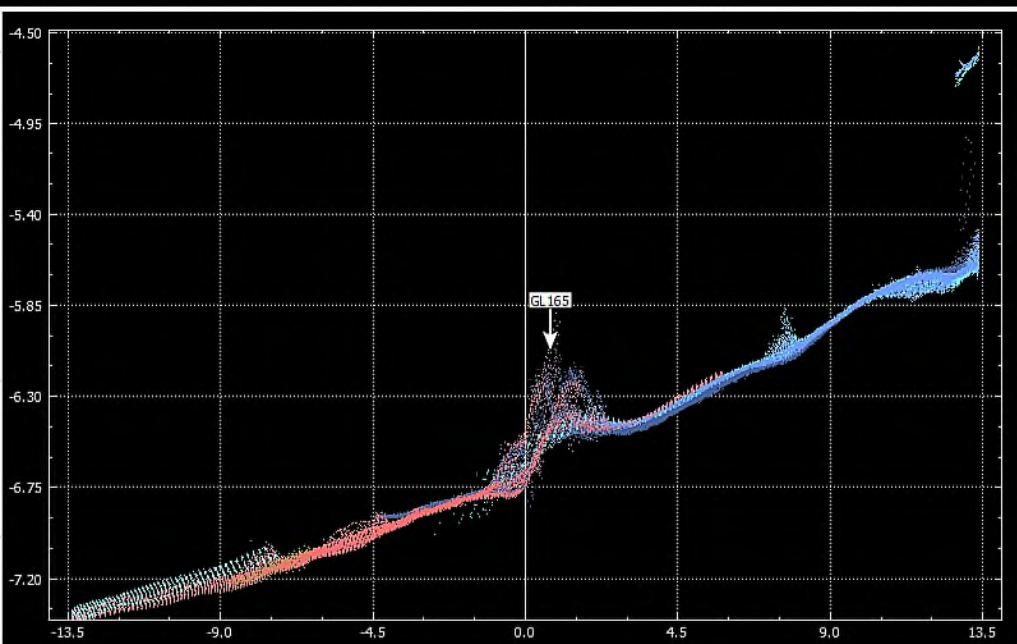
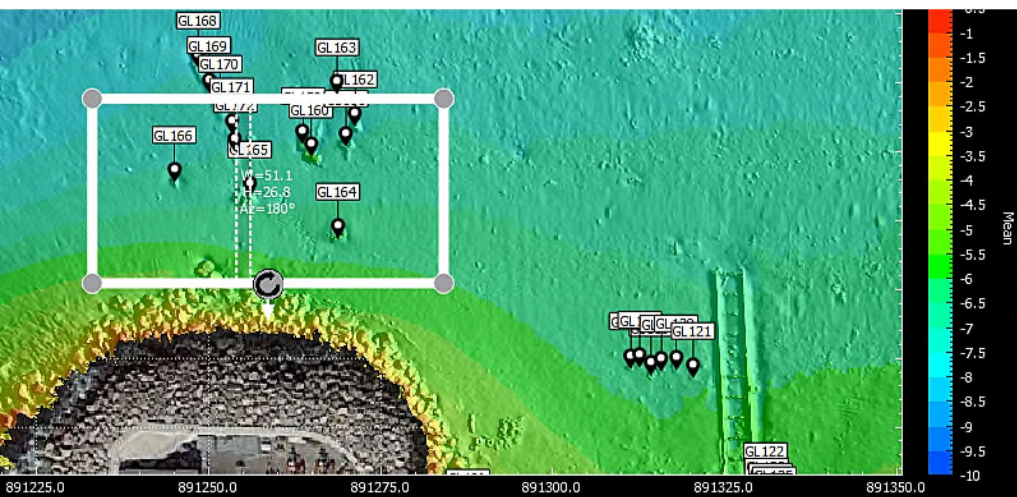














Total Inspection Area: 96210 17/30 [0.3]

