

ABYSSA



SEAMONTI AUV 2022

ETUDE DES MONTS SOUS-MARINS DE L'AGRIATE ET D'AJACCIO Rapport d'étude final



Jean-Damien BERGERON

Julien MARTICORENA

Benjamin Wheeler

Andreina GARCIA REYES

ABYSSA

12/06/2023



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU



Phase 4 – Rapport d'étude final

Document	TEC_ENR_RAPPORT-SEAMONTI-OFB-20002_230616_V02
Diffusion	Critères de diffusion
Libre <input type="checkbox"/>	
Restreinte <input checked="" type="checkbox"/>	PNMCCA et OFB
Confidentielle <input type="checkbox"/>	

Historique du document

Indice	Date	Auteurs	Objet	Approuvé par
1	03/05/2023	Jean-Damien BERGERON Julien MARTICORENA Benjamin WHEELER	Version initiale	Michel COLINET Jean-Marc SORNIN
2	16/06/2023	Jean-Damien BERGERON Julien MARTICORENA Andreina GARCIA REYES	Corrections suite à la réunion de présentation des résultats du 30/05/2023	Michel COLINET Jean-Marc SORNIN

Ce document doit être cité sous la forme :

« SEAMONTI 2022 - Études des monts sous-marins de l'Agriate et d'Ajaccio - Rapport d'étude final - ABYSSA-OFB-PNMCCA »

SOMMAIRE

1	Rappel des objectifs.....	9
2	Rappel des connaissances.....	11
2.1	Mont sous-marin d'Ajaccio.....	11
2.1.1	Bibliographie.....	11
2.1.2	Modèle numérique de terrain du SHOM (Résolution de 100m).....	11
2.2	Mont sous-marin de l'agriate.....	14
2.2.1	Bibliographie.....	14
2.2.2	Modèle numérique de terrain du SHOM (Résolution de 100m).....	14
3	Programme d'étude.....	17
3.1	Scénario de plongée de l'AUV.....	17
3.2	Acquisition de données en 3 étapes.....	18
3.3	Collecte des données brutes lors de la campagne.....	19
4	Matériel et méthodes.....	19
4.1	MBES 400 kHz et 700kHz.....	20
4.1.1	Caractéristiques.....	20
4.1.2	Étendue des mesures.....	20
4.1.3	Traitement à terre.....	20
4.2	SAS.....	21
4.2.1	Caractéristiques.....	21
4.2.2	Étendue des mesures.....	21
4.2.3	Traitement à terre et recoupage.....	21
4.3	Caméra.....	22
4.3.1	Caractéristiques.....	22
4.3.2	Étendue des mesures.....	22
4.3.3	Traitement à terre.....	22
5	ANALYSE ET INTERPRETATION DES DONNEES ACQUISES.....	31
5.1	Mont sous-marin d'Ajaccio.....	31
5.1.1	Géomorphologie.....	31
5.1.1.1	Face Ouest.....	31
5.1.1.2	Face Est.....	31
5.1.2	Formations rocheuses.....	34
5.1.3	Corps sédimentaires.....	36
5.1.4	Interprétation biologique.....	39
5.1.4.1	Habitats remarquables.....	39
5.1.4.2	Assemblages de faune.....	43
5.2	Mont sous-marin de l'Agriate.....	46
5.2.1	Géomorphologie.....	46
5.2.1.1	Face Ouest et Nord-Est du sommet.....	46
5.2.1.2	Pente de la face Est.....	46

5.2.1.3	Zone sommitale Ouest	46
5.2.2	Formations rocheuses	49
5.2.3	Corps sédimentaires.....	52
5.2.4	Interprétation biologique.....	54
5.2.4.1	Habitats remarquables.....	54
5.2.4.2	Assemblages de faune.....	58
6	Pistes de développements supplémentaires.....	61
6.1	Mission ROV	61
6.2	Étude géophysique.....	61
6.3	Étude océanographique	62
7	Modes opératoires de navigation de l'AUV « A18D » et difficultés rencontrées lors de l'acquisition des données	63
7.1	Généralités	63
7.2	Modes d'acquisitions de l'AUV « A18D »	63
7.2.1	Le mode « Path-tracking » :	63
7.2.2	Le mode « Transit ».....	64
7.3	Difficultés rencontrées lors de l'acquisition de données	65
7.3.1	Répartition journalière de l'activité de l'AUV « A18D ».....	65
7.3.2	Interprétation des activités journalières de l'AUV « A18D ».....	67
7.3.3	Synthèse des problèmes rencontrés avec l'AUV « A18D »	68
8	Retour d'expérience et pistes d'améliorations pour de futures explorations des monts sous-marins	71
8.1	Validation de l'approche multi-échelle	71
8.2	Traitement post-campagne	73
8.3	Pistes d'améliorations et perspectives pour les futures études des monts sous-marins ...	73
8.3.1	Choix du véhicule sous-marin	73
8.3.2	Communication avec l'AUV.....	73
8.3.3	Logiciel de gestion de la navigation	73
8.3.4	système de mise à l'eau / récupération	74
8.3.5	Choix du sonar.....	74
8.3.6	Capteur optique et complémentarité de l'AUV avec un ROV	75
9	Bibliographie.....	76
10	Annexes.....	77
10.1	Annexe I : Arborescence des données brutes et traitées fournies avec le rapport	77
10.1.1	Arborescence des données brutes	77
10.1.2	Arborescence des données fournies avec le rapport.....	77
10.1.2.1	Premier niveau de l'arborescence des données SEAMONTI	77
10.1.2.2	Deuxième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI.....	78
10.1.2.3	Troisième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI	78
10.1.2.4	Quatrième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI	78

10.1.2.5	Cinquième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI	78
10.1.2.6	Fichier de métadonnées	79
10.2	Annexe II : Accès données caméra géoréférencées sur BIIGLE	80
10.3	Annexe III : Cartes produites sous la charte de l'ofb	82

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de localisation des sites d'études des monts sous-marins de l'Agriate et d'Ajaccio	10
Figure 2. Carte de la localisation du site d'étude du mont sous-marin d'Ajaccio	12
Figure 3. Morphologie du mont sous-marin d'Ajaccio d'après les données bathymétriques du SHOM (Résolution de 100m)	13
Figure 4. Carte de la localisation du site d'étude du mont sous-marin de l'Agriate	15
Figure 5. Morphologie du mont sous-marin de l'Agriate d'après les données bathymétriques du SHOM (Résolution de 100m)	16
Figure 6. Exemple de scénario général d'une plongée de 24 heures (*22h : autonomie de travail de l'AUV). ABYSSA®	17
Figure 7 : Répartition des profils bathymétriques réalisés au sondeur multifaisceaux (400 kHz) sur le mont sous-marin d'Ajaccio	23
Figure 8 : Répartition des profils bathymétriques réalisés au sondeur multifaisceaux (400 kHz) sur le mont sous-marin de l'Agriate	24
Figure 9 : Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le mont sous-marin d'Ajaccio	25
Figure 10 : Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le mont sous-marin de l'Agriate	26
Figure 11 : Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B) au mont sous-marin d'Ajaccio	27
Figure 12 : Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B) au mont sous-marin de l'Agriate	28
Figure 13 : Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 2 Juin 2022 lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio	29
Figure 14 : Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 10 Juin 2022 lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate	30
Figure 15: Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM d'Ajaccio.	32
Figure 16: Bathymétrie d'exemples de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du mont sous-marin d'Ajaccio	33
Figure 17: Localisation et visualisation des images SAS des structures géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio.	35
Figure 18: Ensemble des images sonars acquises au SAS le 2 juin 2022 sur le MSM d'Ajaccio et exemples de structures observées à l'aide de ces données	38
Figure 19: Position des transects caméra réalisés le 3 Juin 2022 (J10) lors de la campagne	41
Figure 20 : Histogramme des abondances des espèces identifiées sur le MSM d'Ajaccio, à partir des vidéos de l'AUV.	44
Figure 21 : Diagramme des abondances des différentes espèces identifiées sur les deux zones d'acquisition vidéo sur le mont sous-marin d'Ajaccio, à partir des vidéos de l'AUV.	44
Figure 22 : Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM de l'Agriate	47
Figure 23 : Bathymétrie d'exemples de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du mont sous-marin de l'Agriate	48
Figure 24: Localisation et visualisation des images SAS des structures géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate.	51
Figure 25 : Ensemble des images sonars acquises au SAS le 10 juin 2022 sur le MSM de l'Agriate et exemples de structures observées à l'aide de ces données	53
Figure 26 : Position des transects caméra réalisés le 10 Juin 2022 (J17) lors de la campagne SEAMONTI 2022.	56
Figure 27 : Histogramme des abondances des espèces identifiées sur le MSM de l'Agriate, à partir des vidéos de l'AUV.	59

Figure 28 : Diagramme des abondances des différentes espèces identifiées sur les trois zones d'acquisition vidéo sur le mont sous-marin de l'Agriate, à partir des vidéos de l'AUV. _____ 59

Figure 29: Exemple de missions chargées dans le logiciel de gestion de navigation de l'AUV « A18D » pour pallier de possibles interruptions. La mission 1_13 contient l'entièreté de 13 lignes prévues le jour même, la mission 1_12 contient les 12 dernières lignes et la mission 1_11 les 11 dernières lignes. _____ 64

Figure 30: Répartition journalière de l'activité de l'AUV « A18D » lors de la campagne SEAMONTI 2022 _____ 66

Figure 31 : Schéma de l'approche multi-échelle d'acquisition de données avec un AUV pour la cartographie des monts sous-marins. _____ 72

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Synoptique des plongées SEAMONTI 2022</i>	17
<i>Tableau 2. Protocole de reconnaissance « Multi-échelle » envisagé sur chaque site en 3 étapes</i>	18
<i>Tableau 3: surfaces couvertes au sondeur multifaisceaux (MBES) et au sonar à ouverture synthétique (SAS) et linéaire de vidéo optique (Caméra) réalisés par l'AUV « A18D »</i>	20
<i>Tableau 4. Table de la position des structures géologiques identifiées sur le MSM d'Ajaccio et de leur taille respective estimée à l'aide des images SAS. (Coordonnées géographiques en WGS84 UTM32 et taille en m).</i>	34
<i>Tableau 5. Nom des vidéos, durées d'enregistrement et distance des linéaires parcourus en acquisition caméra sur le mont sous-marin d'Ajaccio.</i>	39
<i>Tableau 6. Table de la position des structures géologiques identifiées sur le MSM de l'Agriate et de leur taille respective estimée à l'aide des images SAS. (Coordonnées géographiques en WGS84 UTM32 et taille en m).</i>	49
<i>Tableau 7. Nom des vidéos, durées d'enregistrement et distance des linéaires parcourus en acquisition caméra sur le mont sous-marin de l'Agriate.</i>	54
<i>Tableau 8. Liste des erreurs récurrentes rencontrées durant la campagne et mesures correctives pour y remédier.</i>	68

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

<i>Photographie 1 : Images issues des acquisitions vidéo sur le mont sous-marin d'Ajaccio illustrant la présence de roches envasées.</i>	44
<i>Photographie 2 : Images issues des acquisitions vidéo sur le mont sous-marin d'Ajaccio illustrant la présence de deux structures sédimentaires distinctes : les « pocks » (contour noir) et une dépression (contour jaune).</i>	44
<i>Photographie 3: Planche photo des organismes identifiés sur le Mont sous-marin d'Ajaccio</i>	48
<i>Photographie 4 : Images issues des acquisitions vidéo sur le mont sous-marin de l'Agriate, illustrant la présence de deux structures sédimentaires distinctes : les « pocks » (rond noir) et une dépression (contour jaune).</i>	86
<i>Photographie 5 : Images issues des acquisitions vidéo sur le mont sous-marin de l'Agriate illustrant la présence de déchets dans le sédiment</i>	86
<i>Photographie 6: Planche photo des organismes identifiés sur le Mont sous-marin de l'Agriate</i>	90

GLOSSAIRE

ADCP : (*Acoustic Doppler Current Profiler*) : Courantomètre hydroacoustique utilisé pour mesurer la vitesse des courants en utilisant l'effet Doppler des ondes sonores diffusées par des particules dans la colonne d'eau.

Affleurement : Ensemble de roches non séparées du sous-sol, étant mises à nue sous l'effet de plusieurs facteurs (érosion, éboulement etc.) sans être masquées par des formations superficielles telles que des dépôts sédimentaires ou des éboulis.

AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) : Drone sous-marin autonome utilisé dans la cadre de la campagne SEAMONTI 2022 pour l'étude des monts sous-marins.

Backscatter – Réflectivité : Désigne l'intensité avec laquelle le substrat réfléchit les ondes acoustiques émises par le MBES. Cette variable acquise par le MBES permet de déduire la dureté du substrat et de dissocier les substrats meubles et rocheux.

Benthique : Désigne au sens large ce qui se rapproche ou constitue le fond marin. Les organismes benthiques sont des espèces fixées ou non qui passent l'essentiel de leur cycle de vie sur le substrat (ex : crabes, coraux, vers ...).

Bioturbation : La bioturbation est liée à l'activité des organismes vivant dans le sédiment. Elle est généralement contemporaine ou légèrement postérieure au dépôt des sédiments. Elle peut être faible ou intense et modifier partiellement ou totalement la structure du sédiment.

Bloc basculé : Bloc de la croûte continentale dont le basculement a été provoqué par la présence d'une succession de failles activées lors d'un processus d'extension menant à la formation d'un rift.

Corps sédimentaire : En géologie, le corps sédimentaire désigne une structure qui est constituée de sédiment, de dépôt de matière organique et qui est façonné par les courants marins ou l'activité de la faune (dune, vallée, dépression...).

CTD : Sonde océanographique mesurant des profils de conductivité, de température et de pression dans la colonne d'eau.

Démersal : Désigne une espèce qui vie ou se nourrit près du fond mais qui n'y est pas inféodée et qui a la capacité de se déplacer dans la colonne d'eau.

Dépression : En géologie, une dépression désigne un creux topographique dont l'altitude du fond est inférieure à celle des régions voisines et dont les pentes convergent vers lui.

Dune : Relief constitué d'un amas de sédiment meuble accumulé sur une largeur plus ou moins grande et une pente généralement assez importante, sous l'action des courants marins.

DVL (*Doppler Velocity Log*) : Dispositif acoustique placé sur le dessous de l'AUV qui permet d'établir un rapport entre l'altitude et la vitesse de l'AUV dans la colonne d'eau et qui lui permet de maintenir les consignes de navigation.

Éboulis : Structure géologique dont la formation résulte d'éboulements de fragments rocheux sous l'effet de la gravité et d'autres facteurs tels que l'érosion ou les courants marins.

HOV (*Human Occupied Vehicle*) : Engins sous-marin habité et dédié à l'étude des grands fonds (ex : Cyana, Nautille)

LARS (*Launch and Recovery System*) : Désigne le système de mise à l'eau et de récupération de l'AUV depuis le navire.

MBES (*Multibeam Echosounder*) : Sondeur multifaisceaux utilisé depuis la surface ou embarqué sur un engin submersible pour cartographier le fond marin. Il dispose de modules d'émission et de réception d'ondes acoustiques et permet, en fonction du temps nécessaire à l'onde pour se réfléchir sur le fond, d'obtenir un nuage de point décrivant la profondeur de la colonne d'eau et d'ainsi reconstruire la structure du fond via la création d'un MNT.

MNT : Le Modèle Numérique de Terrain est une représentation de la topographie d'une zone obtenue par le traitement et l'analyse des données acoustiques.

MSM : Mont sous-marin, montagne sous-marine principalement d'origine volcanique ou tectonique et façonnée par l'érosion.

Pendage : En géologie et cartographie, le pendage est l'orientation d'un plan dans l'espace et par rapport à l'horizontal.

ROV (Remotely Operated Vehicle) : Robot sous-marin téléopéré depuis la surface à l'aide d'un câble électro-porteur et utilisé pour l'étude des grands fonds.

Sablo-vaseux : Nature d'un substrat constitué d'un mélange de sable, dont la granulométrie est comprise entre 1 mm et 63 µm et de vase plus fine avec une granulométrie inférieure à 63 µm.

SAS (*Synthetic Aperture Sonar*) : Outil acoustique très haute fréquence qui permet de former une image avec une très haute résolution (de l'ordre du centimètre) du fond et de décrire la nature du substrat rencontré. Son fonctionnement se rapproche d'un sonar latéral mais permet d'obtenir une résolution jusqu'à 30 fois supérieure.

TCM (Tilt Current Meter) : Courantomètre de fond constitué d'une base posée sur le fond et d'une partie flottante équipée d'un tiltmètre qui permet de retracer l'orientation et la vitesse du courant en fonction de l'angle d'inclinaison et de la vitesse de variation de cet angle.

Turbidite : Désigne à la fois une unité géologique structurée composée de roches sédimentaires mises en place à la suite d'un écoulement de sédiments le long d'une pente sous-marine, ainsi que les roches qui composent cette unité.

Upwelling : Phénomène océanographique hydrodynamique qui désigne une remontée d'eau profondes froide et riche en nutriments vers la surface lorsqu'elle rencontre une barrière topographique, telle qu'un mont sous-marin ou une marge continentale.

1 RAPPEL DES OBJECTIFS

La campagne SEAMONTI 2022 s'inscrit dans le domaine de la recherche appliquée et du développement en écologie marine et écologie de la conservation en enrichissant les connaissances disponibles des variables biotiques et abiotiques au niveau des deux monts sous-marins (MSM) situés au large de la Corse (Figure 1):

- Le **mont sous-marin de l'Agriate**, à 19 NM dans le Nord-Ouest du désert des Agriates.
- Le **mont sous-marin d'Ajaccio**, à 27 NM dans l'Ouest du golfe d'Ajaccio.

Ces deux monts sous-marins constituent des formes géomorphologiques rares en Méditerranée occidentale et l'état des connaissances océanographiques sur ces deux monts est très parcellaire. Les principaux enjeux de R&D auxquels ce projet a répondu sont les suivants :

- Développer et tester en grandeur nature un protocole de reconnaissance original par déploiement d'un **AUV*** pour l'étude des monts sous-marins,
- Tester des capteurs originaux non utilisés à ce jour pour des cartographies d'habitats : le SAS et la caméra optique montés sur l'AUV sont ainsi des capteurs à tester qui n'ont, à notre connaissance, jamais été utilisés ensemble pour l'étude des monts sous-marins.

La campagne SEAMONTI 2022 proposait un programme d'acquisition de nouvelles connaissances par la mise en œuvre d'une méthodologie d'acquisition de données multi-échelle via le déploiement d'un véhicule autonome sous-marin (AUV « A18D ») afin d'améliorer l'état des connaissances scientifiques sur ces deux reliefs. De fait, trois types de données ont été collectés dans le cadre de ce programme :

- **Des données bathymétriques de haute-résolution (altitude de navigation de l'AUV à 50-60 m au-dessus du fond marin) ;**
- **Des données d'imagerie acoustique de haute-résolution sur des secteurs peu accidentés (altitude de navigation de l'AUV à 16 m au-dessus du fond marin) ;**
- **Des données optiques sur des secteurs de fonds plats (altitude de navigation de l'AUV à 4 m au-dessus du fond marin).**

Les mesures scientifiques en mer ont été réalisées lors de la campagne SEAMONTI 2022 du 25/05/2022 au 12/06/2022.

Un compte rendu de la campagne¹ réalisée a été produit le 26/07/2022, en synthétisant l'activité durant la campagne ainsi que les divers aléas techniques et météorologiques rencontrés (Annexe I).

Le présent document constitue le rapport d'étude final de la campagne SEAMONTI 2022, reprenant les données collectées lors de la campagne en mer, les différents résultats obtenus, leurs interprétations et les pistes de réflexions pour envisager de futures explorations plus exhaustives des monts sous-marins.

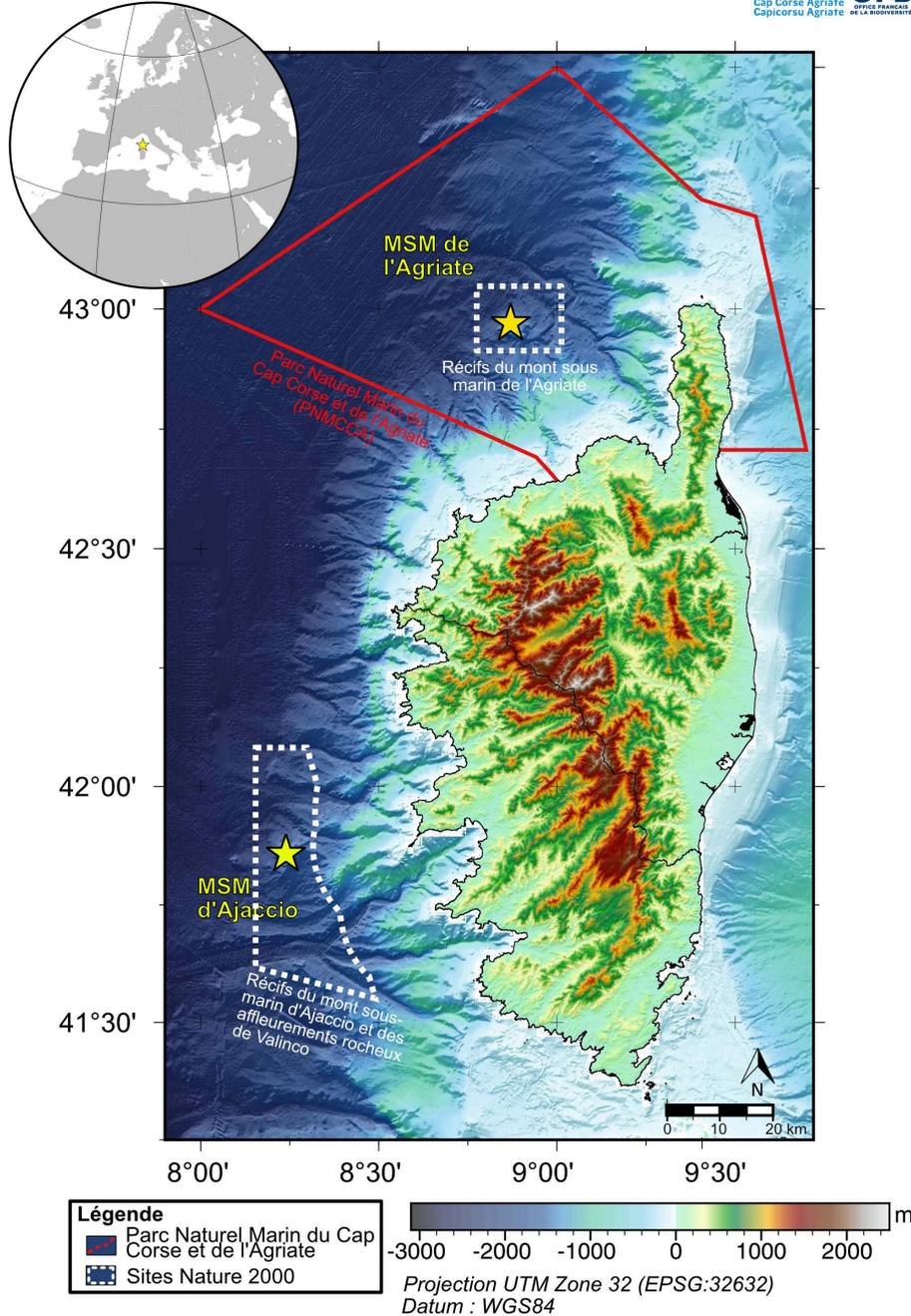
Les données numériques collectées (données brutes), les données traitées et les cartes produites sur chaque site sont fournies à la Délégation de façade Méditerranée de l'OFB (DFM) et au Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate (PNMCCA) avec le rapport d'étude final sur support numérique et sont sauvegardés sur la « cloudbox² » de la société ABYSSA.

¹ Phase 4 – Compte rendu de campagne : ABY_20002_P4-CRM_221129_V02_N3.pdf

² <https://abyssa-cloudbox.sitec.corsica/index.php/login>

ABYSSA
 www.abysssa.com
 contact@abysssa.com
 OLAUTU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte de la localisation des
 Monts sous-marins (MSM) d'Ajaccio et de l'Agriate**
 Carte topographique et bathymétrique de la région Corse
Seamonti 2022



Deux monts sous-marins situés au large de la Corse au sein des sites du réseau Natura 2000 constituent des formes géomorphologiques rares : Le mont sous-marin de l'Agriate, à 35 km dans le Nord-Ouest du désert des Agriates et le mont sous-marin d'Ajaccio, à 50 km dans l'Ouest du golfe d'Ajaccio.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) et à la topographie de la Corse via le MNT 2013 mis à disposition par la Collectivité de Corse. Les surfaces des parcs naturels a été fourni par l'IMTN (téléchargement en 2023).

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 1. Carte de localisation des sites d'études des monts sous-marins de l'Agriate et d'Ajaccio

2 RAPPEL DES CONNAISSANCES

2.1 MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO

2.1.1 BIBLIOGRAPHIE

Le mont sous-marin d'Ajaccio, situé à environ 27 NM des côtes dans l'Ouest du golfe d'Ajaccio, se situe dans l'emprise du site Natura 2000 « Récifs du mont sous-marin d'Ajaccio et des **affleurements*** rocheux de Valinco » (Figure 1) au niveau du canyon de Sagone. Le contexte géologique en mer au large du Golfe d'Ajaccio est marqué par la présence d'édifices volcaniques escarpés affleurant sur le fond marin ou enfouies sous les sédiments. Cette activité volcanique est datée de la période géologique de l'Oligo-Miocène et s'est échelonnée entre 20 et 10 Ma dans un contexte tectonique général de subduction (i.e. une plaque tectonique plonge sous une autre) tandis que la partie centrale de la Méditerranée était affectée d'une tectonique extensive conduisant à un amincissement de la croûte continentale et la création de croûte océanique. Des échantillons de roche prélevés sur le mont sous-marin d'Ajaccio lors de la campagne MARCO (1995) indiquent la présence de roches volcaniques décrites comme des adakites âgées de 12.8 Ma (Réhault et al., 2012). Les adakites sont des roches typiques des contextes de subduction de jeune croûte océanique (Hastie, 2021). Une couverture sédimentaire importante est présente sur la face Ouest de la Corse, composée de **turbidite*** et de séries pélagiques du Pliocène-Quaternaire (Réhault et al., 2012).

Les eaux profondes de la Méditerranée occidentale (WMDW : Western Mediterranean Deep Water) situées entre 1000 et 2500 mètres de profondeur, suivent la circulation générale observée en surface sur les côtes Ouest de la Sardaigne et de la Corse, formant ainsi un courant à dominante S-N (Le contexte hydrodynamique a été étudié dans la phase 1 du projet concernant les « études préalables »³)

La campagne CYLICE de 1997 a permis de réaliser des plongées à l'aide du **HOV*** Cyana sur plusieurs MSM au large de la Corse dont le MSM d'Ajaccio (Sosson & Guennoc, 1997). Les observations indiquent une morphologie par une succession d'escarpement de tailles variables (mètre à la dizaine de mètres), séparés par des replats fréquemment envasés avec la présence importante de **bioturbation*** et avec quelques affleurements. Les roches sont recouvertes de dépôt de manganèse et d'encroutements carbonatés. Les observations géologiques ont permis de confirmer l'origine volcanique du MSM avec la présence formes en boules comparables à des pillow-lava, des structures d'écoulement suivant la pente, des tubes de laves et des brèches volcaniques en base de formations rocheuses massives. L'ensemble de ces structures a été interprété comme d'anciennes laves résultant de coulées successives. En termes d'écosystème, plusieurs coraux solitaires morts ou vivants ont pu être observés dont certains de très grande taille, mais aussi des coquilles d'argonaute. Plusieurs traces d'origines anthropiques ont été observés dont des objets (sacs plastiques, amphores) ou des passages de dragues.

2.1.2 MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN DU SHOM (RESOLUTION DE 100M)

A l'aide des données du SHOM (**MNT*** 100m), une étude préalable du MSM d'Ajaccio a été réalisé en amont de la campagne SEAMONTI 2022 (Figure 3). Le MSM d'Ajaccio présente une superficie d'environ 33 km² marquée par une direction d'allongement N50°. La morphologie du MSM se caractérise par une longueur de 7.5 km orientée SW-NE et une largeur de 4.5 km orientée NW-SE, la partie sommitale du mont présente 3 dômes distincts qui culminent à des profondeurs comprises entre 1600 m et 1555 m. Le flanc Est, orienté SW-NE, est en majeure partie en pente douce <10°. Les 3 autres flancs du MSM sont plus raides, marqués par des pentes qui excèdent régulièrement 20°.

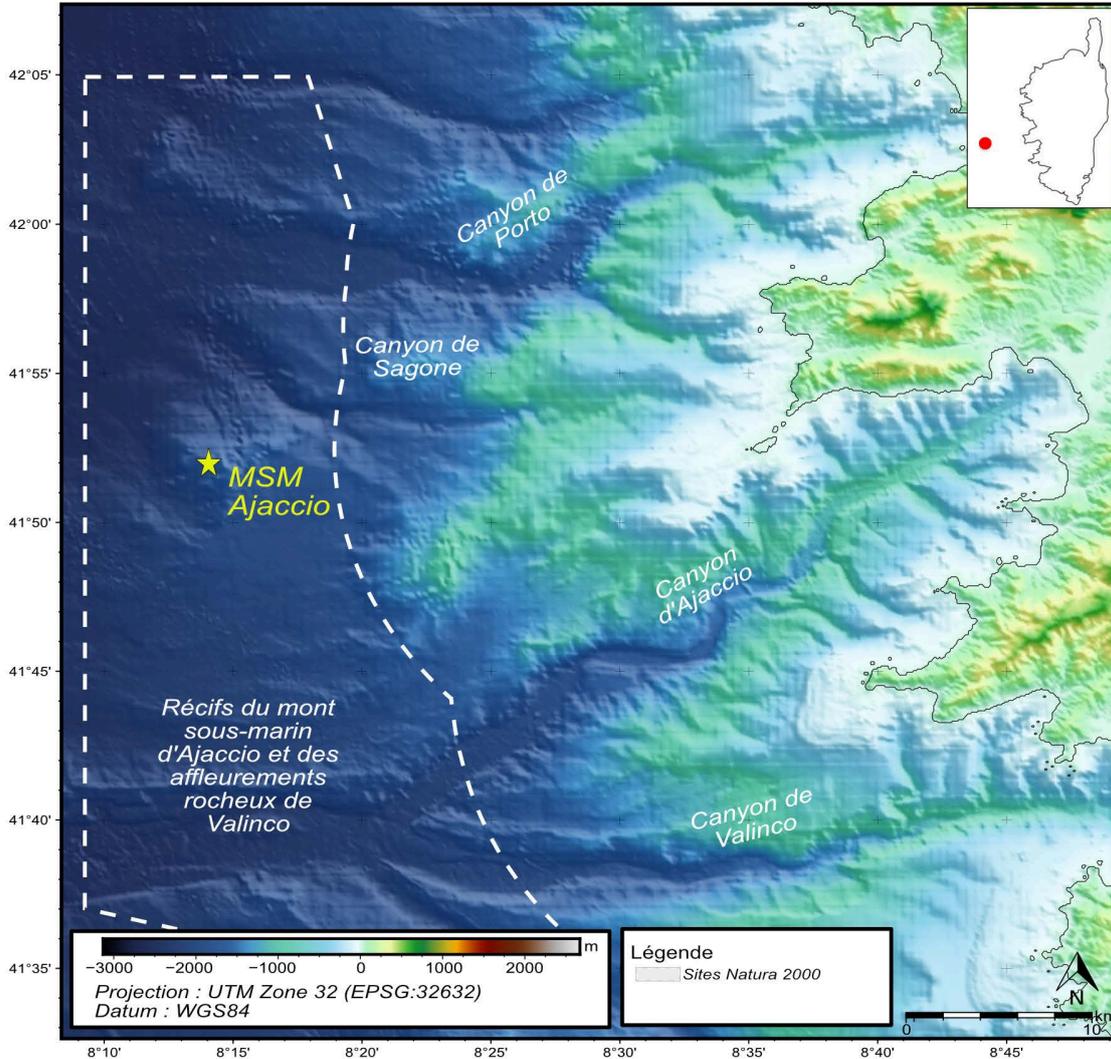
³ Phase 1 - Note bibliographique préalable à l'acquisition de nouvelles connaissances : ABY_20002_P1-DTS_221129_V02_N1.pdf

ABYSSA
 www.abysssa.com
 contact@abysssa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte de la localisation du site d'étude
 du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio et
 des canyons de la zone**
 Carte topographique et bathymétrique de la
 région Corse



SEAMONTI 2022



Le mont sous-marin d'Ajaccio, à 50 km dans l'Ouest du golfe d'Ajaccio au sein du site Natura 2000 des Récifs du mont sous-marin d'Ajaccio et des affleurements rocheux de Valinco.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) et à la topographie de la Corse via le MNT 2013 mis à disposition par la Collectivité de Corse. Les surfaces des parcs naturels a été fourni par l'IMTN (téléchargement en 2023).

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

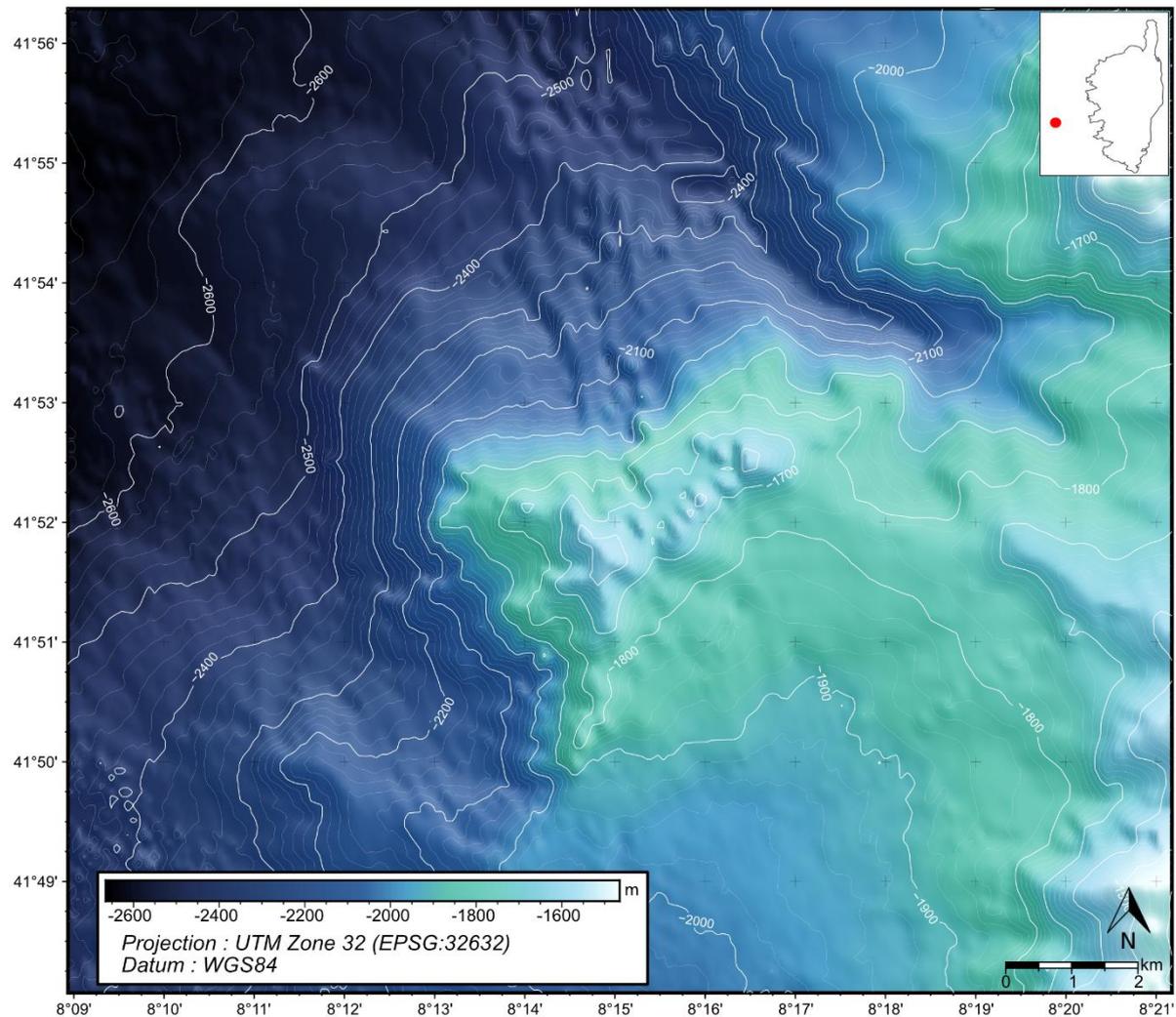
Figure 2. Carte de la localisation du site d'étude du mont sous-marin d'Ajaccio

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin
 (MSM) d'Ajaccio**
 Morphologie du MSM d'Ajaccio d'après les données
 bathymétriques du SHOM (100m)



SEAMONTI 2022



Le mont sous-marin d'Ajaccio situé au large du Golfe d'Ajaccio est situé dans une région marquée par la présence d'édifices volcaniques affleurant sur le fond marin ou enfouis sous les sédiments. Cette activité volcanique est datée de la période géologique de l'Oligo-Miocène, échelonnée entre 20 et 10 Ma et mis en évidence par des roches prélevées sur le mont sous-marin d'Ajaccio et décrites comme des adakites âgées de 12.8 Ma (Réhault et al. 2012). Les adakites sont des roches typiques des contextes de subduction de jeune croûte océanique (Hastie, 2021). Ce contexte tectonique général de subduction tandis que la partie centrale de la Méditerranée était affectée d'une tectonique extensive a conduit à un amincissement de la croûte continentale et la création de croûte océanique. La partie sommitale du mont présente 3 dômes distincts qui culminent à des profondeurs entre 1600 m et 1555 m. Le flanc Est est en pente douce tandis que les flancs Ouest sont plus raides, marqués par des pentes qui excèdent régulièrement 20°.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complété par des isobathes espacés de 20m.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs :

Figure 3. Morphologie du mont sous-marin d'Ajaccio d'après les données bathymétriques du SHOM (Résolution de 100m)

2.2 MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE

2.2.1 BIBLIOGRAPHIE

Le mont sous-marin de l'Agriate, situé à 19 NM des côtes au Nord de la Corse et constituant la terminaison occidentale de la ride des monts sous-marins « du Glangeaud » (Rollet et al., 2002), est dans l'emprise du site Natura 2000 « Récifs du mont sous-marin de l'Agriate » (**Figure 4**). Le contexte géologique du MSM de l'Agriate correspond au désert des Agriates qui est assis sur la formation géologique dite du « massif du Tenda ». Ce massif, de nature granitique, est interprété comme une formation parautochtone (i.e. ayant une histoire tectonique indépendante des roches voisines) qui se présente comme une fenêtre coincée entre les schistes verts lustrés du Cap Corse et les roches du socle hercynien qui constituent toute la partie occidentale de l'île. Le massif du Tenda se prolonge en domaine sous-marin et est affecté par un ensemble de failles qui témoignent d'une tectonique passée extensive. La morphologie générale du massif sous-marin du Tenda se présente ainsi comme un ensemble de blocs basculés (Réhault et al., 2012)., Le mont sous-marin de l'Agriate serait donc formé par des roches granitiques du socle Hercynien (fin du Primaire - 360 Ma) et correspond à la mise à l'affleurement d'un **bloc basculé***.

La campagne CYLICE de 1997 a permis de réaliser des plongées à l'aide du **HOV*** Cyana sur plusieurs MSM au large de la Corse dont le MSM de l'Agriate (Sosson & Guennoc, 1997). Les observations géologiques indiquent un fond de vase à la base du MSM et une nature plus ambiguë au niveau du flanc du MSM avec des blocs massifs anguleux fracturés pouvant correspondre à du matériel d'origine plutonique mais aussi des parois avec des aspects mamelonnées ou en boule étant interprété comme d'origine volcanique. Ces affleurements sont accompagnés de nombreux amas d'**éboulis*** à leur pied et de « coulées boueuses ». Les observations biologiques indiquent la présence uniquement de coraux isolés.

2.2.2 MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN DU SHOM (RESOLUTION DE 100M)

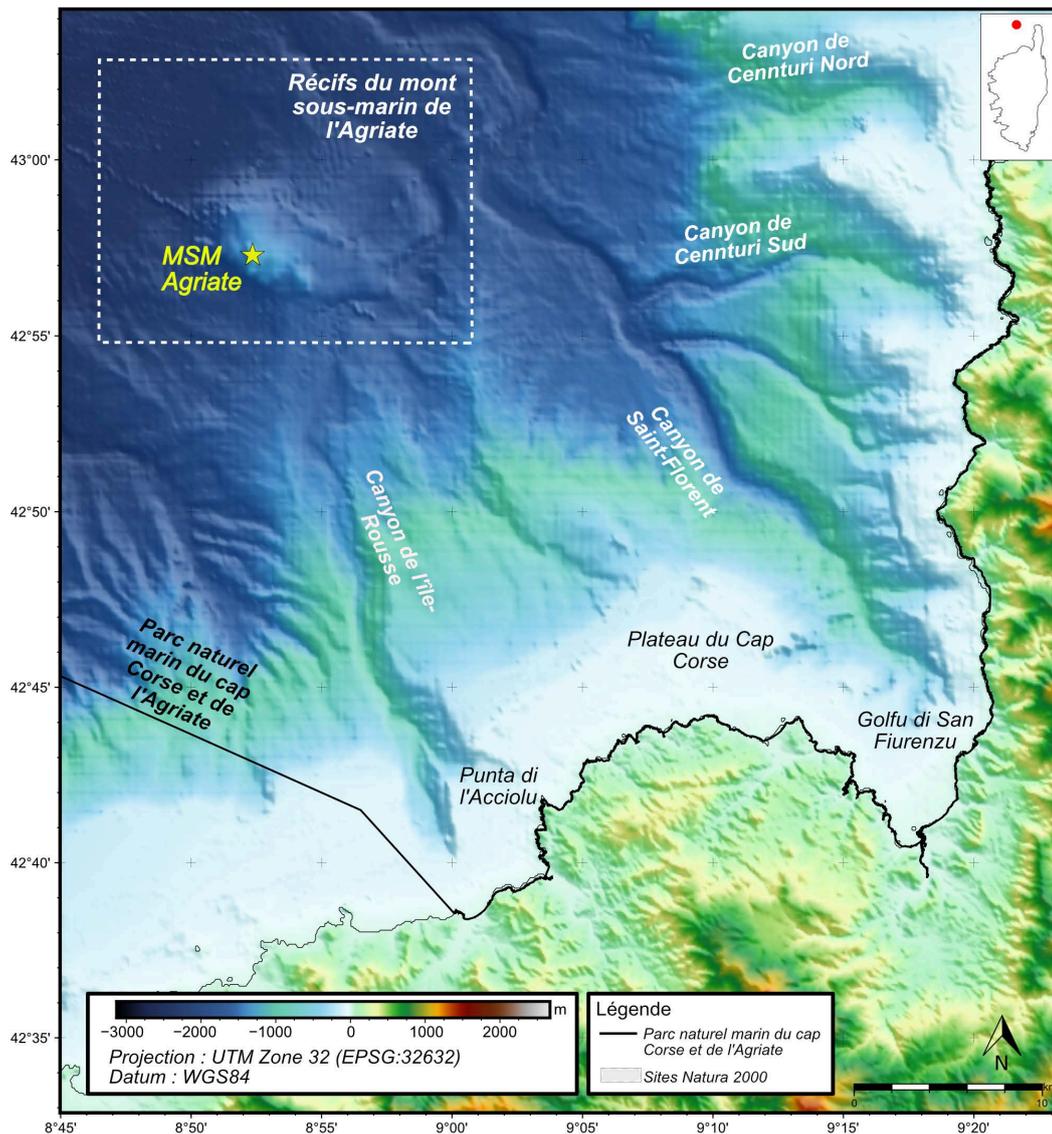
A l'aide des données du SHOM (MNT 100m), une étude préalable du MSM de l'Agriate a été réalisée en amont de la campagne SEAMONTI 2022 (**Figure 5**). Le MSM de l'Agriate présente une superficie d'environ 46 km² marquée par une forme ovoïde allongée selon la direction NWW-SEE. La morphologie du MSM présente une longueur de 8 km orientée NW-SE et une largeur de 6 km orientée SW-NE, la partie sommitale du mont est excentrée sur son bord SW à une profondeur d'environ 1270 mètres. La base Est du MSM se présente comme une surface inclinée jusqu'à une profondeur de 1600 mètres à la limite d'un bras du canyon d'Île Rousse passant par le Nord du MSM, relié au sommet par une pente douce généralement <15°. La base Ouest du MSM, quant à elle se trouve à plus de 2300 mètres de profondeur, présente des flancs raides comportant des pentes importantes >25°.

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte de la localisation du site d'étude du Mont
 Sous-Marin (MSM) de l'Agriate et des canyons du
 PNMCCA**

Carte topographique et bathymétrique de la région Corse

SEAMONTI 2022



Le mont sous-marin de l'Agriate se situe à 35 km dans le Nord-Ouest du désert des Agriates et constitue le site Natura 2000 des Récifs du mont sous-marin de l'Agriate

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) et à la topographie de la Corse via le MNT 2013 mis à disposition par la Collectivité de Corse. Les surfaces des parcs naturels a été fourni par l'IMTN (téléchargement en 2023).

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

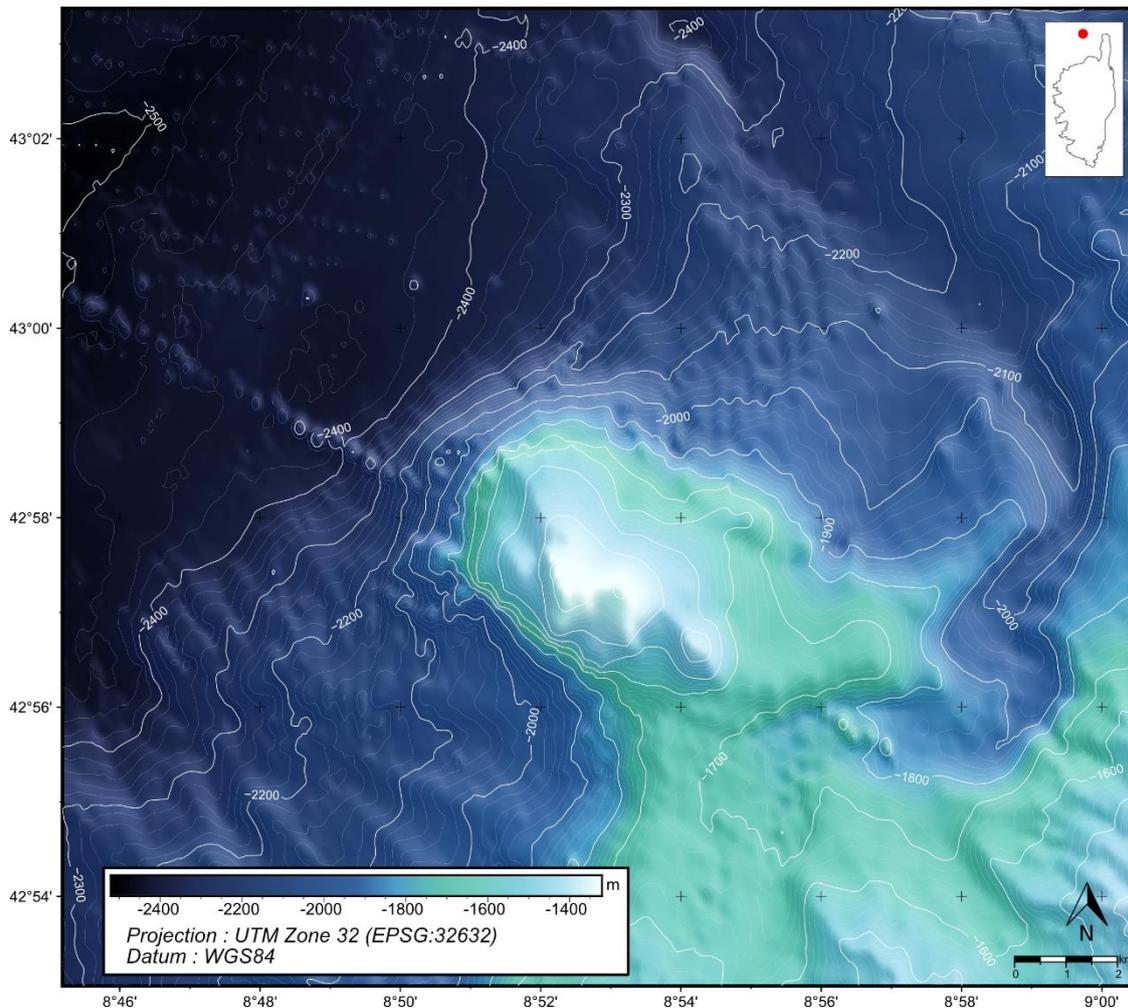
Figure 4. Carte de la localisation du site d'étude du mont sous-marin de l'Agriate

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin
(MSM) de l'Agriate**
Morphologie du MSM de l'Agriate d'après les données
bathymétriques du SHOM (100m)



SEAMONTI 2022



Le mont sous-marin de l'Agriate constitue la terminaison occidentale de la ride de monts sous-marins dite « du Glangeaud » (Rollet et al., 2002). Ce mont est situé dans le Nord-Ouest du désert des Agriates à une distance de 35 km de la côte. Le désert des Agriates est assis sur la formation géologique du « massif du Tenda », de nature granitique. Le mont sous-marin culmine à -1270 m avec un sommet excentré sur son bord Sud-Ouest. La base du mont sous-marin se présente comme une surface inclinée avec une profondeur de 1600 m en partie SE et de 2300 m en partie Nord-Ouest. Les flancs du mont sont très asymétriques : les flancs Sud-Ouest et Nord-Ouest sont raides (les pentes y excèdent régulièrement 25° et atteignent même 55°) tandis que les flancs Nord-Est et Sud-Est comportent des pentes douces.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complété par des isobathes espacés de 20m.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 5. Morphologie du mont sous-marin de l'Agriate d'après les données bathymétriques du SHOM (Résolution de 100m)

3 PROGRAMME D'ETUDE

La description du projet a été réalisée dans la phase 1 du projet concernant les « études préalables » (Note méthodologique⁴). Nous rappelons dans ce chapitre 2 le scénario de plongée de l'AUV ainsi que le protocole d'acquisition de données « Multi-échelle » en 3 étapes.

3.1 SCENARIO DE PLONGEE DE L'AUV

Chaque plongée de l'AUV se décompose en 6 actions principales :

1. Vérification du véhicule et des équipements de communication avant plongée sur le pont ;
2. Mise à l'eau ;
3. Descente, transit vers le point de début de mission ;
4. Mission au fond suivant les profils préprogrammés avant la plongée ;
5. Remontée vers la surface ;
6. Récupération du véhicule.

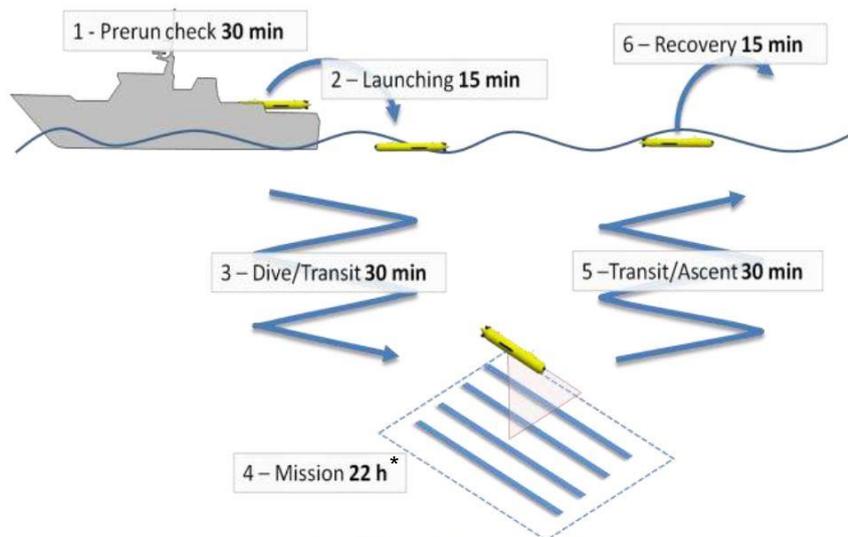


Figure 6. Exemple de scénario général d'une plongée de 24 heures (*22h : autonomie de travail de l'AUV).
 ABYSSA®

Dans le cadre de la campagne SEAMONTI 2022, les plongées de l'AUV « A18D » ont été réalisées de jour et selon les caractéristiques suivantes :

Tableau 1. Synoptique des plongées SEAMONTI 2022

Temps de travail envisagé au fond (heures)	7 heures
Vitesse d'acquisition (nœuds)	2 à 3 nœuds selon le type d'acquisition
Linéaire théorique parcouru / plongée (km)	39 km (à 3 nœuds)

⁴ Phase 1 – Note méthodologique préalable à l'acquisition de nouvelles connaissances :
 ABY_20002_P1-MET_221129_V02_N3.pdf

3.2 ACQUISITION DE DONNEES EN 3 ETAPES

Le protocole d'acquisition envisagé pour la campagne SEAMONTI 2022 présentait une approche multi-échelle. L'objectif étant d'obtenir les données nécessaires en termes de résolution, notamment bathymétrique pour pouvoir enchaîner des plongées de plus en plus proches du fond. La connaissance précise de la bathymétrie permet de programmer des altitudes de navigation plus proche du fond et donc d'utiliser les capteurs nécessitant cette capacité de navigation. Cette méthodologie peut donc être décomposée en 3 étapes :

Tableau 2. Protocole de reconnaissance « Multi-échelle » envisagé sur chaque site en 3 étapes

Etape	Objectifs
Etape 1 : Levé bathymétrique au MBES	<p>Contenu : L'étape 1 consistait en l'acquisition de données bathymétriques. L'altitude de vol au-dessus du fond était de 50 m.</p> <p>Objectif : L'objectif était de produire une carte bathymétrique la plus complète possible (les secteurs de fortes pentes ne pouvant être cartographiés) avec une résolution de 2x2 m. Avec cette résolution, l'objectif était d'identifier et programmer des plans de lignes d'acquisition pour le levé sonar au SAS et l'imagerie optique.</p> <p>Nombre prévisionnel de plongées par site : 3 plongées</p>
Etape 2 : Levé sonar au SAS	<p>Contenu : L'étape 2 consistait en l'acquisition de données d'imagerie acoustique sur des secteurs de relief modéré définis à partir des données bathymétriques de l'étape 1. L'altitude de vol au-dessus du fond était de 16 m.</p> <p>Objectif : L'objectif était de produire une mosaïque numérique permettant d'identifier des faciès acoustiques de nature de fond afin d'identifier et de programmer des plans de lignes d'acquisition pour l'imagerie optique à la caméra.</p> <p>Nombre prévisionnel de plongées par site : 1 plongée</p>
Etape 3 : Imagerie optique à la caméra	<p>Contenu : L'étape 3 consistait en l'acquisition de données optiques le long de transects sur des secteurs plats. L'altitude de vol au-dessus du fond était de 5 m.</p> <p>Objectif : L'objectif était de collecter des images optiques du fond permettant de décrire la nature des fonds et de caractériser les assemblages biologiques associés.</p> <p>Nombre prévisionnel de plongées par site : 1 plongée</p>

Remarque : Les moyens nautiques, techniques et humains mis en œuvre pour la campagne SEAMONTI 2022 ainsi que la chronologie de la campagne sont présentés dans le compte rendu de campagne.

3.3 COLLECTE DES DONNEES BRUTES LORS DE LA CAMPAGNE

Lors de la campagne SEAMONTI 2022, après chaque plongée de l'AUV « A18D », les données collectées par le véhicule étaient (1) transférées du véhicule vers le serveur du PC Robotique du navire pour visualisation, (2) soumises à un contrôle qualité (QA/QC), (3) prétraitées par le référent processeur des données et (4) sauvegardées quotidiennement sur deux disques durs sécurisés (back-up).

Remarque : L'arborescence des données brutes et traitées fournies avec le rapport d'étude sont présentées en Annexe I.

4 MATERIEL ET METHODES

Dans l'objectif de développement d'un protocole de reconnaissance original par déploiement d'un AUV pour acquérir des données géophysiques et biologiques afin d'améliorer les connaissances disponibles sur les monts sous-marins (MSM) d'Ajaccio et de l'Agriate, plusieurs méthodes de mesures ont été réalisées à l'aide du véhicule autonome sous-marin (AUV) « A18D ». L'« A18D » de ECA Robotics est un AUV de taille intermédiaire développé pour l'étude en eau profonde avec une capacité de plongée jusqu'à 3000 mètres de profondeur. Il est capable de réaliser des missions en autonomie jusqu'à une durée de 21h et à une capacité en charge utile flexible.

L'approche multi-échelle comprend les trois méthodes de mesures suivantes :

1. Des mesures au **sondeur multifaisceau** (MBES pour « Multibeam Echosounder », Cf. 3.1) pour l'acquisition de données bathymétriques de haute-résolution.
2. Des mesures au **sonar à ouverture synthétique** (SAS pour « Synthetic Aperture Sonar », Cf. 3.2) pour l'acquisition de données d'imagerie acoustique de haute résolution.
3. Des mesures avec une **caméra** pour l'acquisition d'images optiques (Cf. 3.3).

Ces données ont été acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022 en suivant **le protocole multi-échelle de ABYSSA** consistant en 3 étapes d'acquisition (Chapitre 2.2).

1. Une première étape d'acquisition bathymétrique à l'aide du MBES pour produire une carte bathymétrique la plus complète possible pour améliorer les connaissances sur la zone d'étude et permettre 1/ de valider des altitudes de navigation compatibles avec les spécificités d'acquisition de données SAS et optiques, 2/ de définir des secteurs à explorer. Ces mesures sont réalisées à l'aide du MBES avec une fréquence de 400 kHz.
2. La deuxième étape consiste à acquérir des données d'imagerie acoustique haute définition à l'aide du SAS dans les secteurs mis en évidence à l'aide de l'étape 1 pour 1/ valider l'altitude de vol de l'AUV, 2/ identifier des faciès de la nature du fond. Ces données acoustiques sont complétées par une acquisition bathymétrique à plus haute résolution à l'aide du MBES avec une fréquence d'acquisition de 700 kHz.
3. La troisième étape consiste à réaliser des passages caméra à une altitude de 4 mètres au-dessus du fond (la validation de cette altitude de vol est issue du prétraitement des données MBES des phases 1 et 2) dans les secteurs d'intérêts identifiés lors de l'étape 2 sur des cibles prédéterminées au cours de la campagne.

Le tableau suivant présente sur les deux sites étudiés en Corse, les surfaces couvertes au sondeur multifaisceaux (MBES) et au sonar à ouverture synthétique (SAS) ainsi que le linéaire de vidéo optique (caméra) réalisés par l'AUV « A18D » :

Tableau 3: surfaces couvertes au sondeur multifaisceaux (MBES) et au sonar à ouverture synthétique (SAS) et linéaire de vidéo optique (Caméra) réalisés par l'AUV « A18D »

Site	Surface couverte au MBES (km ²)	Surface couverte au SAS (km ²)	Transect réalisé à la caméra vidéo (km)
Mont sous-marin d'Ajaccio	13.09	0.99	0.42
Mont sous-marin de l'Agriate	10.31	1.80	1.12

4.1 MBES 400 KHz ET 700kHz

L'ensemble des données relatives aux MBES est présenté dans les figures 7 à 12.

4.1.1 CARACTERISTIQUES

Les mesures bathymétriques ont été réalisées à l'aide du MBES compact WINGHEAD@B41 de chez NORBIT (Ultra High-Resolution Curved Array Bathymetric System) ayant une fréquence d'émission de 200 à 700 kHz avec une fréquence nominale de 400 kHz, une portée de 0.2m à 400m, une ouverture angulaire transversale totale de 5 à 210° et une résolution de 0.5°x0.9° pour une fréquence de 400kHz et 0.3°x0.5° pour une fréquence de 700kHz.

4.1.2 ÉTENDUE DES MESURES

Les passages au MBES 400 kHz effectués au cours de la campagne SEAMONTI 2022 ont été réalisés à une altitude de vol de 50 à 60 mètres au-dessus du fond et à une vitesse d'acquisition de 3 nœuds. Le sondeur était réglé avec une ouverture angulaire de 120° et l'espacement entre chaque ligne était de 120 mètres (Figure 7 et Figure 8).

Malgré cette altitude de vol, plusieurs incidents de mise en sécurité du véhicule liés à la topographie du fond marin et à des erreurs techniques de l'AUV ont nécessité des mesures correctives pour permettre une acquisition de données sans interruption.

Ces acquisitions ont eu lieu sur un total de 4 jours, du 30 mai 2022 au 02 juin 2022, sur le MSM d'Ajaccio (Figure 7) et de 3 jours, le 4, 5 et 10 juin 2022, sur le MSM de l'Agriate (Figure 8).

Les passages au MBES 700 kHz ont été réalisés à une altitude de vol de 16 mètres au-dessus du fond et à une vitesse d'acquisition de 3 nœuds. Ces acquisitions ont eu lieu sur des secteurs à relief modéré avec des pentes admissibles <10°. Ces acquisitions ont eu lieu sur une journée pour chaque zone d'étude, le 2 juin 2022 au MSM d'Ajaccio (Figure 13) et le 10 juin 2022 au MSM de l'Agriate (Figure 14).

Sur l'ensemble de la campagne, la surface couverte au MBES est de 13.09 km² au MSM d'Ajaccio et de 10.31 km² au MSM de l'Agriate (Figure 9 et Figure 10).

4.1.3 TRAITEMENT A TERRE

À la suite de l'acquisition des données bathymétriques pendant la campagne, celles-ci ont été traitées à terre à l'aide du logiciel Hypack 2022 de chez Xylem pour permettre leur repositionnement et leur nettoyage.

Le résultat de ce processus a permis la production d'une surface de données bathymétriques utilisable de 12.4 km² pour le MSM d'Ajaccio (Figure 9) et de 9.8 km² pour le MSM de l'Agriate (Figure 10) pour les données acquises au MBES 400 kHz avec une résolution maximale de l'ordre de 0.2 mètres. Cette résolution permet de mettre en évidence une topographie et des structures alors encore inconnues sur les deux MSM (Figure 11 et Figure 12).

Pour les données acquises au MBES 700 kHz (en même temps que les acquisitions d'images au SAS), une surface de données bathymétriques utilisable de 0.78 km² a été obtenue pour le MSM d'Ajaccio (Figure 13) et de 0.75 km² pour le MSM de l'Agriate (Figure 14) avec une résolution maximale de l'ordre de 0.5 mètres au MSM d'Ajaccio et 0.17 mètres au MSM de l'Agriate.

4.2 SAS

L'ensemble des données relatives aux SAS est présenté dans les figures 13 à 14.

4.2.1 CARACTERISTIQUES

Les mesures d'imagerie acoustique ont été réalisées à l'aide du SAS MINSAS 120 de chez Aquapix® avec une résolution de 3x3 cm, avec une portée transversale de 220 mètres et avec un nadir d'environ 40 mètres à 3 nœuds.

4.2.2 ÉTENDUE DES MESURES

Les passages au SAS effectués au cours de la campagne SEAMONTI 2022 ont été réalisés à une altitude de vol de 16 mètres et à une vitesse d'acquisition de 3 nœuds.

Ces acquisitions ont eu lieu sur des secteurs à relief modéré avec des pentes admissibles <10°. Sur l'ensemble de la campagne, la surface couverte au SAS est de 0.99 km² au MSM d'Ajaccio (Figure 13) et de 1.80 km² au MSM de l'Agriate (Figure 14).

4.2.3 TRAITEMENT A TERRE ET RECOUPAGE

À la suite de l'acquisition des données d'imagerie acoustique pendant la campagne, celles-ci ont été traitées à terre à l'aide du logiciel SeaView de chez Moga Software pour permettre leur repositionnement et leur nettoyage.

Le résultat de ce processus a permis la production d'une surface de données d'imagerie acoustique utilisable de 0.87 km² pour le MSM d'Ajaccio et de 1.49 km² pour le MSM de l'Agriate pour les données acquises au SAS avec une résolution maximale de 3 cm.

4.3 CAMERA

4.3.1 CARACTERISTIQUES

La caméra optique montée sur l'AUV « A18D » est une caméra BOWTECK Surveyor SD, sa résolution est de 550 TVL (environ 720x480 pixels) et le taux de rafraîchissement théorique est de 60 fps (« *frame per second* »). Durant les passages vidéo de la campagne SEAMONTI 2022, un dysfonctionnement est intervenu lors de l'acquisition et les vidéos ont en réalité un taux de rafraîchissement hétérogène (certaines images ont sauté à l'enregistrement), le taux de rafraîchissement est donc inférieur à 15 fps.

4.3.2 ÉTENDUE DES MESURES

Les passages caméra effectués au cours de la campagne SEAMONTI 2022 ont été réalisés à une altitude de 4 mètres au-dessus du fond et à une vitesse d'acquisition d'environ 2 nœuds, avec une intensité de l'éclairage lumineux réglée à 5000 lumen. Sur l'ensemble de la campagne, 25 minutes d'enregistrement vidéo, couvrant un linéaire de 1,5 km, ont été réalisées.

4.3.3 TRAITEMENT A TERRE

À la suite du visionnage des vidéos, des captures d'écran ont pu être réalisées à chaque apparition d'une occurrence (structure géomorphologique ou présence d'un organisme).

La plateforme participative d'annotation BIIGLE⁵ a par la suite été utilisée pour assigner les différentes observations à une entité taxonomique ou un groupe morpho-structurel. Les images ont enfin été importées dans le logiciel de traitement ImageJ® afin de réaliser des mesures morphométriques sur individus.

Pour la plupart des organismes annotés, la résolution taxonomique obtenue est limitée à la classe ou à l'ordre. Pour certains individus, en se basant sur de précédents rapports d'identification réalisés sur la zone et grâce à une qualité d'image suffisante, une classification jusqu'à l'espèce a été possible. En raison de l'hétérogénéité de la classification taxonomique entre les différentes observations biologiques, l'analyse des assemblages de faune se limite à une approche purement descriptive.

Remarque : L'accès aux données caméra géoréférencées sur BIIGLE est présenté en Annexe II.

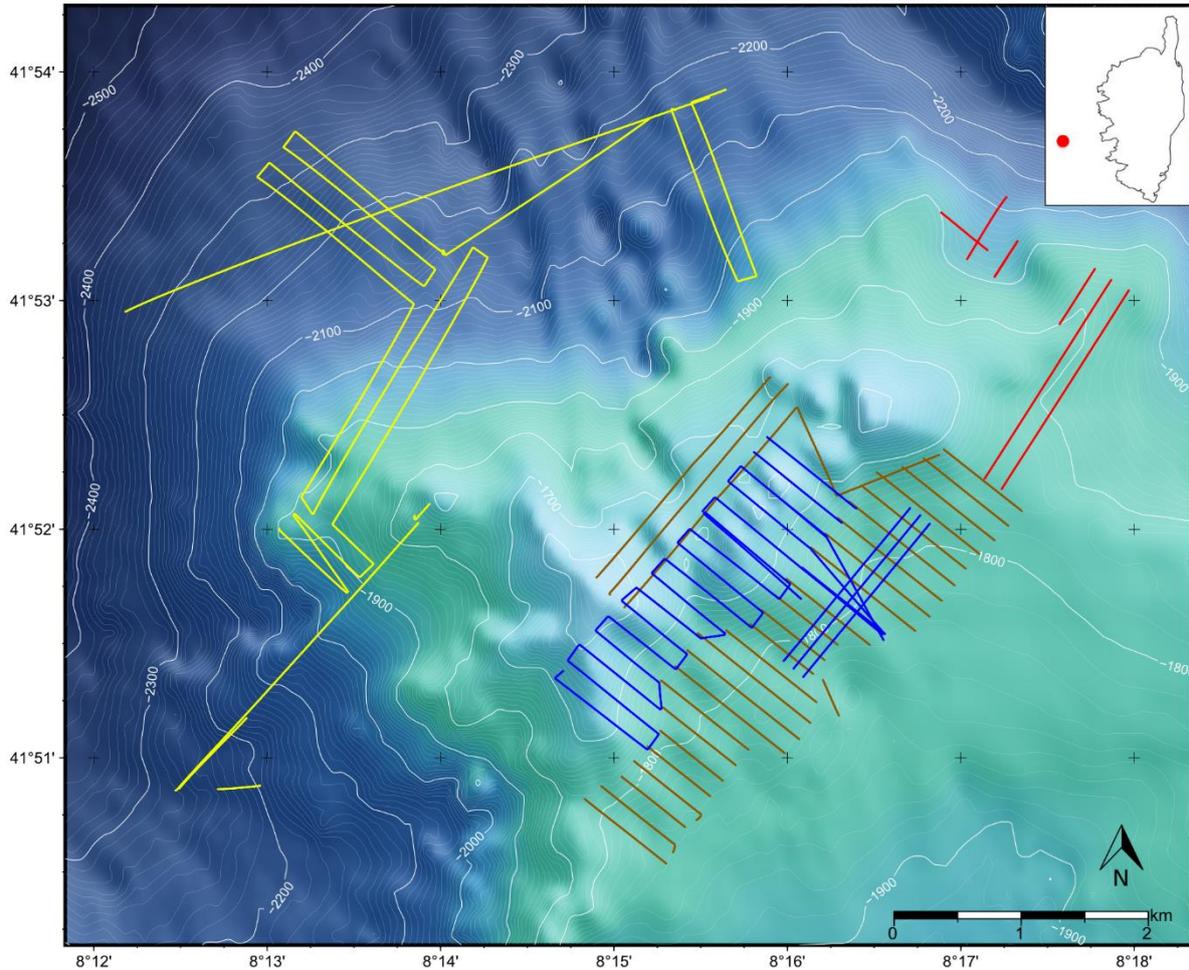
⁵ <https://biigle.de/>

ABYSSA
 www.abysa.com

contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
 France

Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
 Répartition des profils bathymétriques réalisés au MBES 400 kHz
 sur le MSM d'Ajaccio

SEAMONTI 2022



—	Profil bathymétrique (400 kHz) - 30/05/2022
—	Profil bathymétrique (400 kHz) - 31/05/2022
—	Profil bathymétrique (400 kHz) - 01/06/2022
—	Profil bathymétrique (400 kHz) - 02/06/2022

Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Quatre profils bathymétriques ont été réalisés sur le MSM d'Ajaccio, à une altitude de 50-60 mètres lors de la mission SEAMONTI 2022.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complété par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs :

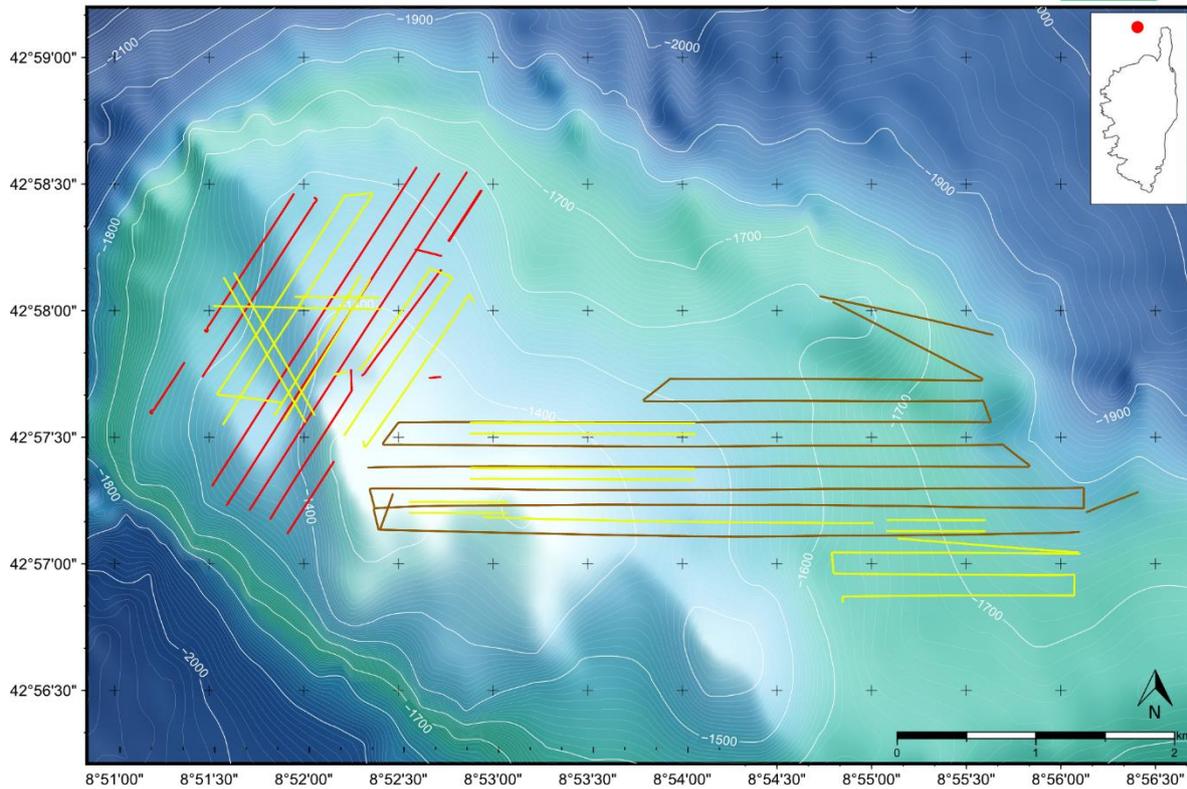
Figure 7 : Répartition des profils bathymétriques réalisés au sondeur multifaisceaux (400 kHz) sur le mont sous-marin d'Ajaccio

ABYSSA
 www.abysa.com

contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
 France

Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate
 Répartition des profils bathymétriques réalisés au MBES 400 kHz
 sur le MSM de l'Agriate

SEAMONTI 2022



— Profil bathymétrique (400 kHz) - 04/06/2022
— Profil bathymétrique (400 kHz) - 05/06/2022
— Profil bathymétrique (400 kHz) - 10/06/2022

Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Trois profils bathymétriques ont été réalisés sur le MSM de l'Agriate, à une altitude de 50-60 mètres lors de la mission SEAMONTI 2022.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complété par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs : ABYSSA

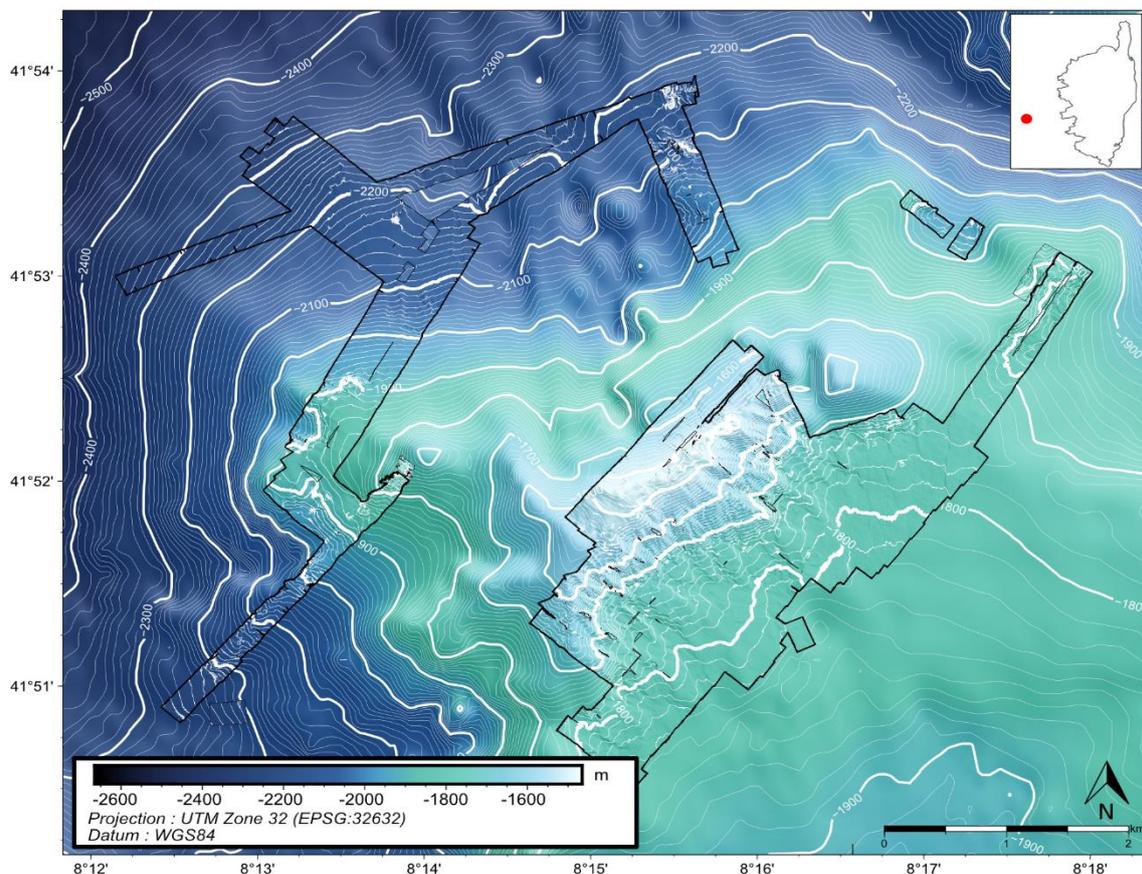
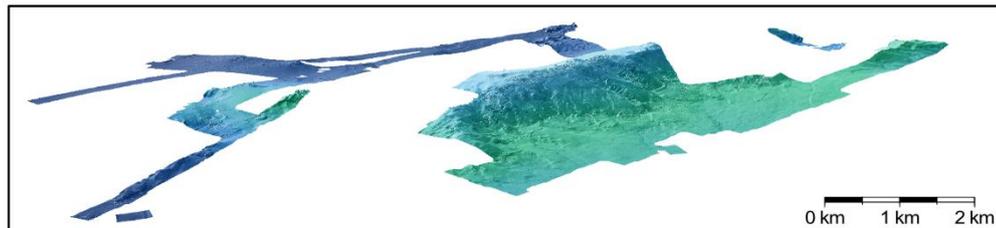
Figure 8 : Répartition des profils bathymétriques réalisés au sondeur multifaisceaux (400 kHz) sur le mont sous-marin de l'Agriate

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte bathymétrique haute résolution du Mont
 Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio**
 Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le MSM
 d'Ajaccio



SEAMONTI 2022



Les données bathymétriques ont été acquises à une altitude de vol au-dessus du fond de 50 m pour les acquisitions à 400 kHz avec une surface totale d'environ à 12,4 km².

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) pour le fond et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m, complétées par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

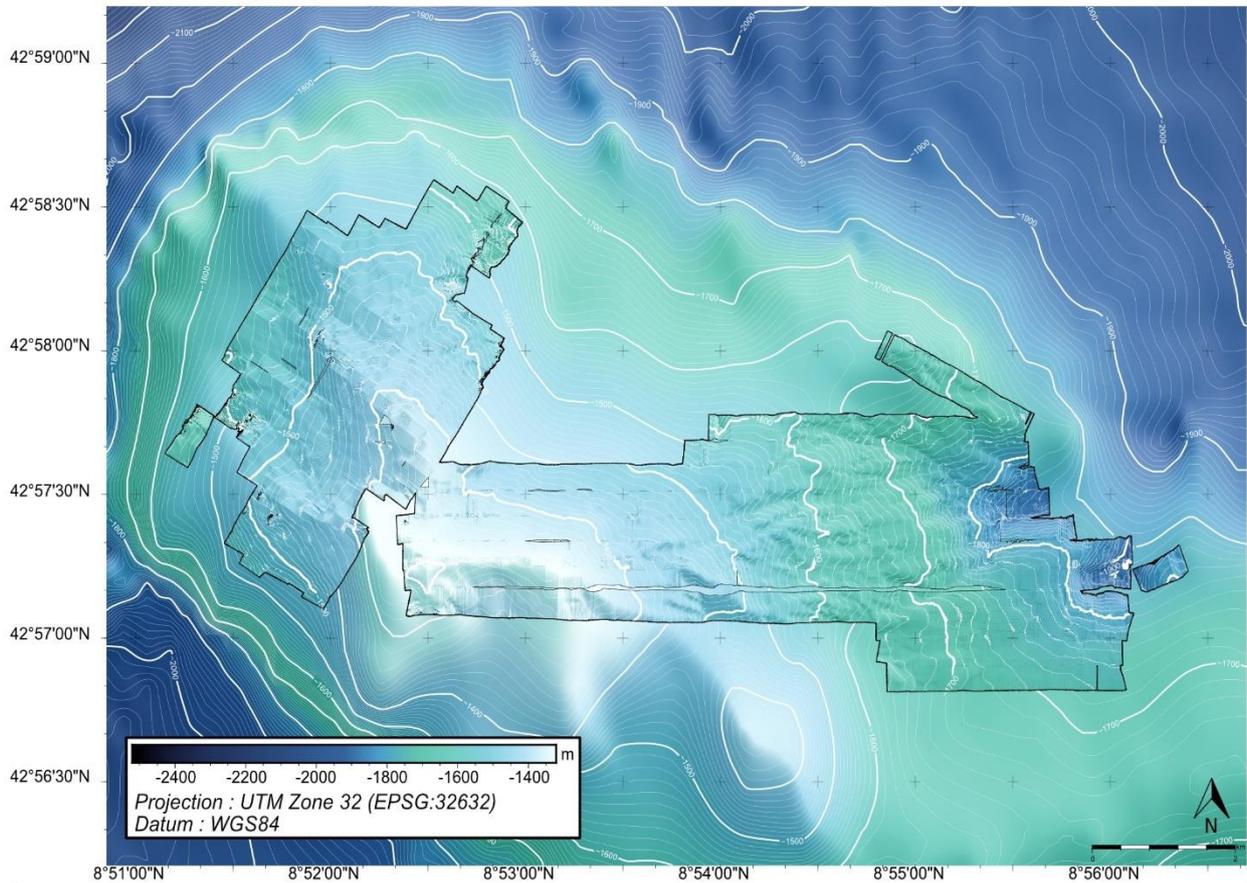
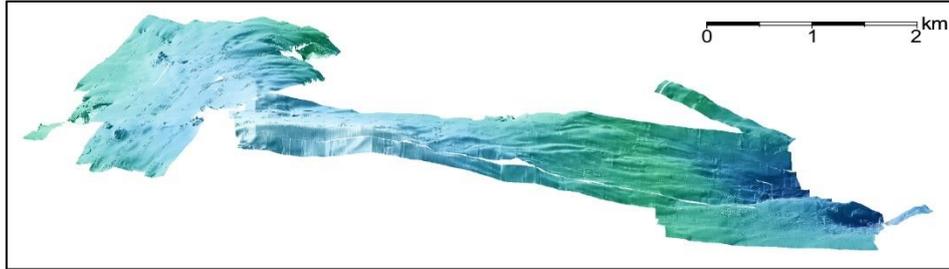
Figure 9 : Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le mont sous-marin d'Ajaccio

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
 France

Carte bathymétrique haute résolution du Mont Sous-Marin (MSM)
de l'Agriate
 Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le MSM de
 l'Agriate



SEAMONTI 2022



Les données bathymétriques ont été acquises à une altitude de vol au-dessus du fond de 50 m pour les acquisitions à 400 kHz avec une surface totale d'environ 9,8 km².

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m, complétées par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs : ABYSSA

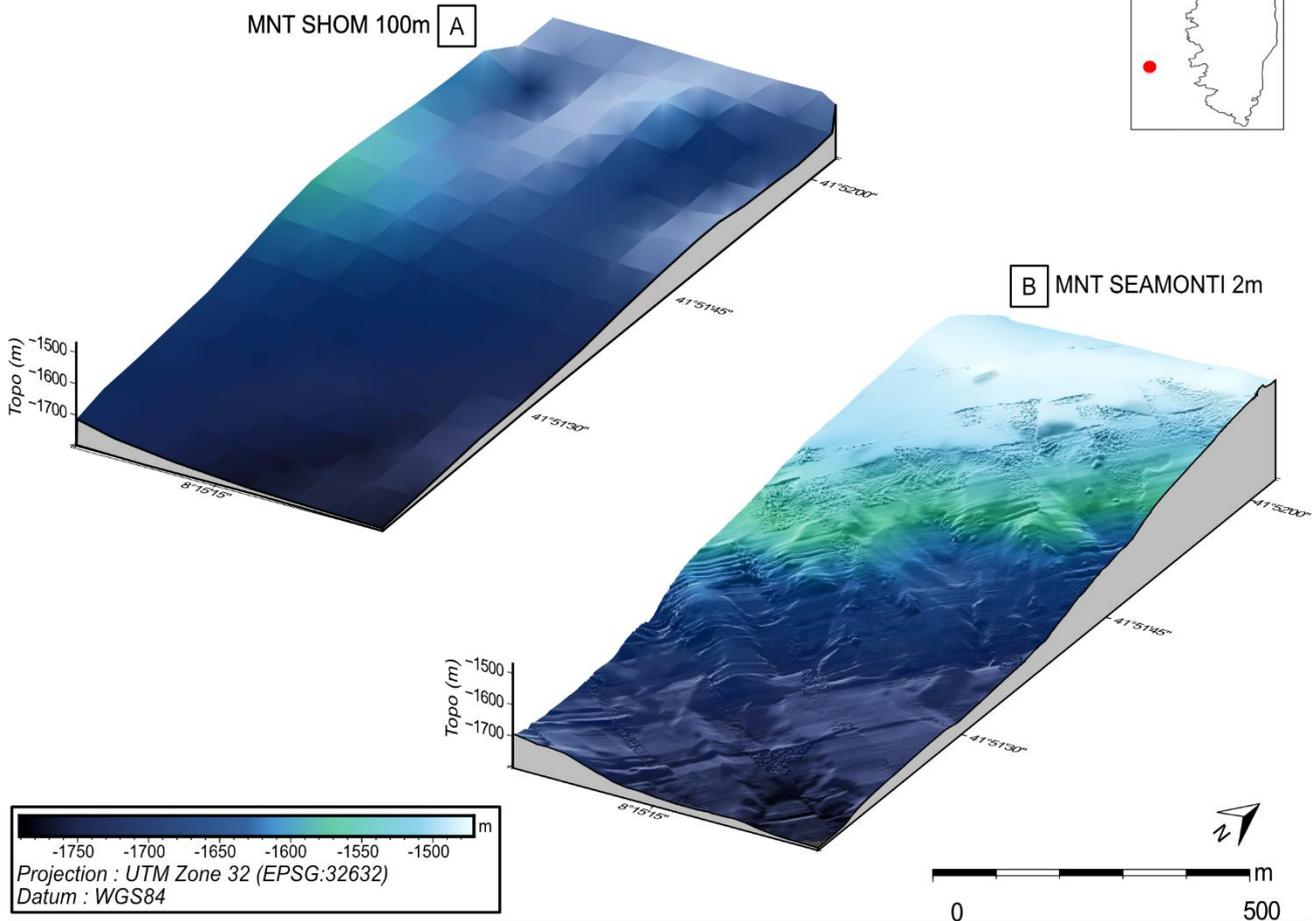
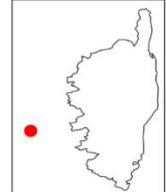
Figure 10 : Bathymétrie de la zone prospectée au MBES 400 kHz sur le mont sous-marin de l'Agriate

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
 France

**Comparaison des cartes bathymétriques sur le sommet du Mont
 Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio**
 Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de
 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B)



SEAMONTI 2022



La différence entre le MNT du SHOM de résolution 100m et le MNT réalisé à l'aide des données acquises lors de la mission SEAMONTI 2022, ici sous une résolution de 2m, est mis en évidence par les différences de profondeurs maximales et minimales mais également par les structures et les variations de pentes identifiables à l'aide des mesures de haute résolution réalisées sur le MSM d'Ajaccio.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) pour le bloc 3D A et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m pour le bloc 3D B.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/062023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs : ABYSSA

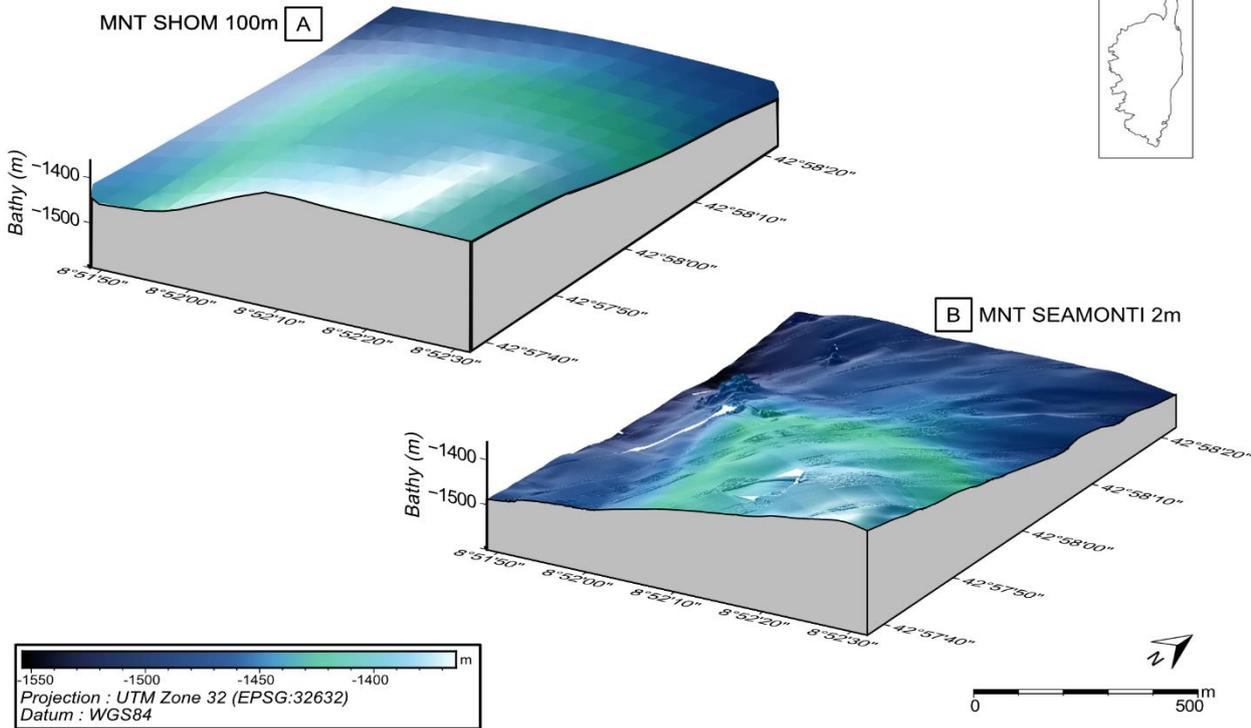
Figure 11 : Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B) au mont sous-marin d'Ajaccio

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
 France

Comparaison des mesures sur le sommet du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate
 Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B)



SEAMONTI 2022



La différence entre le MNT du SHOM de résolution 100m et le MNT réalisé à l'aide des données acquises lors de la mission SEAMONTI 2022, ici sous une résolution de 2m, est mis en évidence par les différences de profondeurs maximales et minimales mais également par les structures et les variations de pentes identifiables à l'aide des mesures de haute résolution réalisées sur le MSM de l'Agriate.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) pour le bloc 3D A et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m pour le bloc 3D B.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

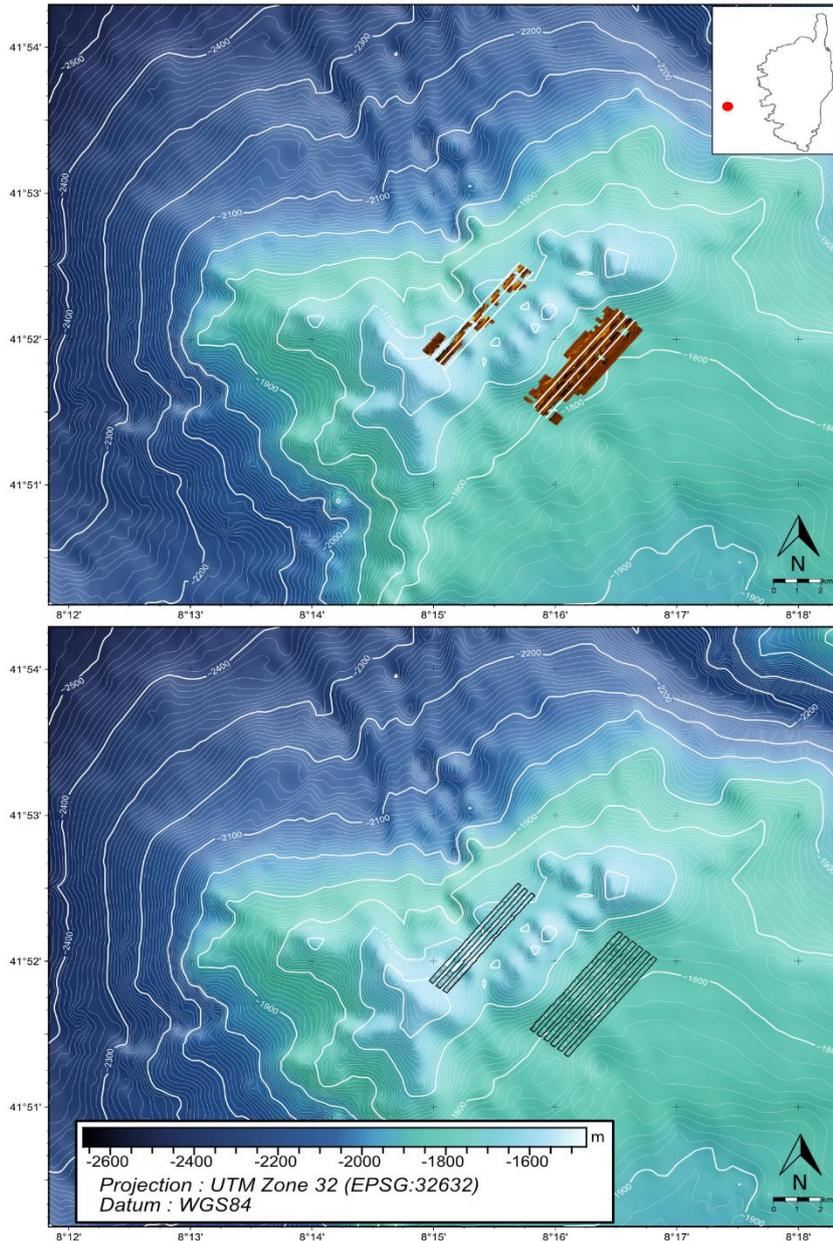
Figure 12 : Blocs 3D du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du SHOM à la résolution de 100m (A) comparé au MNT SEAMONTI d'une résolution de 2m (B) au mont sous-marin de l'Agriate

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Imagerie sonar et bathymétrie haute résolution du
Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio**
Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et
au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 02 Juin 2022 lors de la
mission SEAMONTI



SEAMONTI 2022



Les données d'imageries acoustiques (en haut) et bathymétriques haute résolution (700 kHz, en bas) ont été acquises à une altitude de vol au-dessus du fond de 16 m pour une surface acquise supérieure à 0.87 km² et 0.75 km² respectivement lors de la journée du 02 juin 2022.

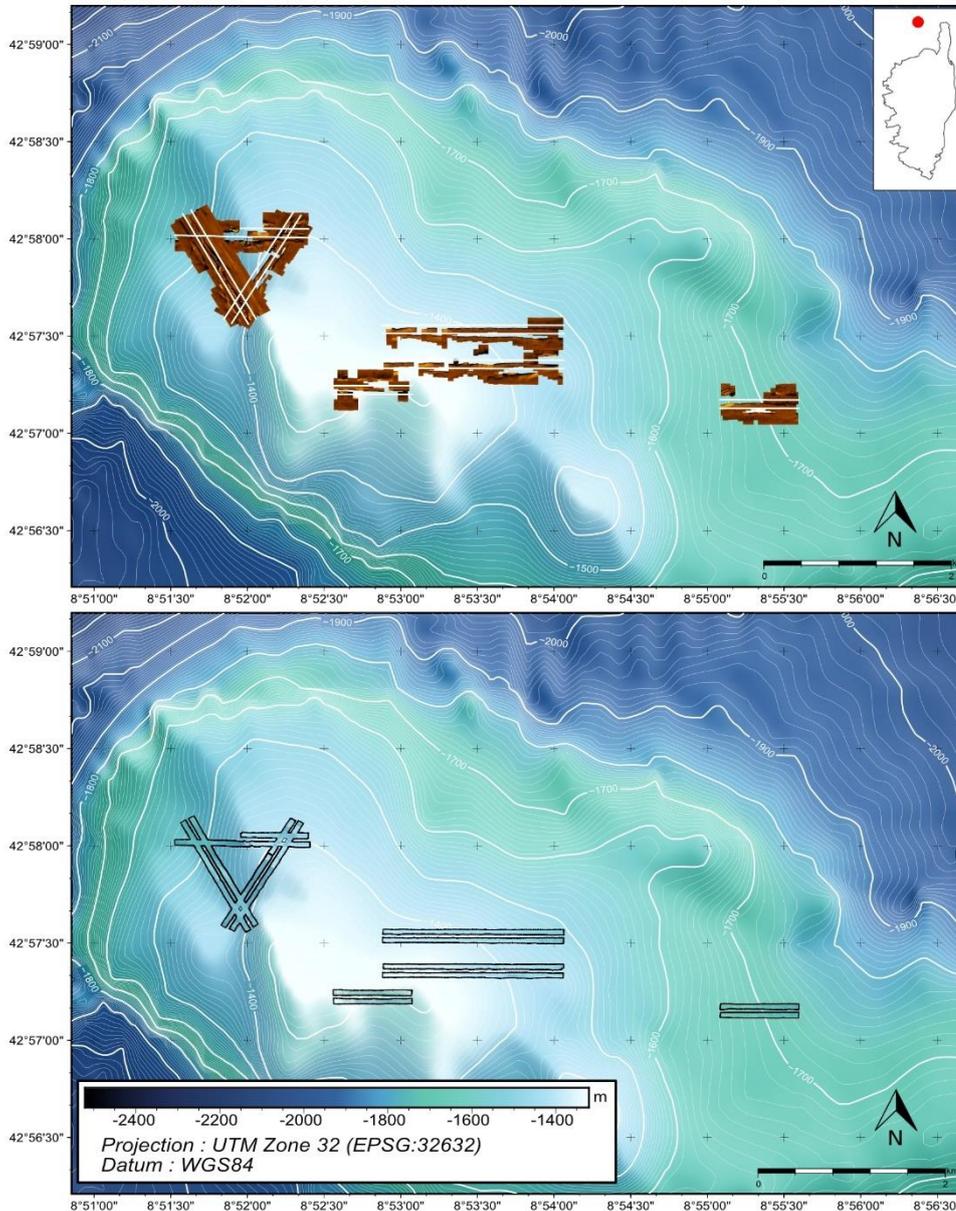
Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr:/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complété par des isobathes espacées de 10m.

Version de la carte : 1b
Date de production : 12/06/2023
Numéro de dossier : 20002
Auteurs :

Figure 13 : Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 2 Juin 2022 lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Imagerie sonar et bathymétrie haute résolution du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate
Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 10 Juin 2022 (J17) lors de la mission SEAMONTI SEAMONTI 2022



Les données d'imageries acoustiques (en haut) et bathymétriques haute résolution (700 kHz, en bas) ont été acquises à une altitude de vol au-dessus du fond de 16 m pour une surface acquise supérieure à 1.49 km² et 0.68 km² respectivement lors de la journée du 10 juin 2022.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) et les données sonars et bathymétriques acquises respectivement au SAS et au MBES (400 kHz et 700 kHz) lors de la mission SEAMONTI, complétées par des isobathes espacées de 10m.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs : ABYSSA

Figure 14 : Position des profils et des données acquises au SAS (en haut) et au MBES 700 kHz (en bas) réalisés le 10 Juin 2022 lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate

5 ANALYSE ET INTERPRETATION DES DONNEES ACQUISES

5.1 MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO

5.1.1 GEOMORPHOLOGIE

Les nouvelles données acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022 (Figure 9) permettent de mettre en évidence une morphologie beaucoup plus complexe, comme par exemple sur les flancs du MSM, qu'observé sur les données du SHOM. Ces nouvelles données indiquent que le MSM culmine à une profondeur minimum de 1461m mètres, plus haut qu'estimé par les données du SHOM. Les données les plus profondes acquises à la base du MSM lors de la mission ont une profondeur maximale de 2350 mètres. Le dénivelé entre la base du MSM et son sommet est donc d'environ 900 mètres.

5.1.1.1 Face Ouest

La face Ouest du MSM d'Ajaccio présente de nombreuses crêtes dont une a pu être cartographiée en partie. La coupe 1 (Figure 15) montre que cette pente Est séparée en deux par une zone de replat (à une distance d'environ 1.8 km depuis la base de la Coupe 1). Des structures avec une forte rugosité sont présentes au sein de la pente tandis que dans la zone de replat des corps sédimentaires sont observées.

Ces structures à forte rugosité au sein de la pente peuvent être considérées comme des formations rocheuses d'origines volcaniques dues au contexte volcanique de la zone et affleurant à la surface dans les zones où la sédimentation est plus difficile.

Cette morphologie en étage avec des zones de replat favorisant des dépôts sédimentaires pourrait être expliquée par la superposition d'édifices volcaniques de tailles différentes via la superposition de coulées lors de différents épisodes volcaniques. La même répartition est retrouvée un peu plus au Nord, au pied de la pente, ou sur la face Nord du MSM qui a pu être cartographiée.

La zone NW qui a pu être cartographié à la base de l'édifice du MSM d'Ajaccio (Figure 15) correspond à la pente qui rejoint la plaine située à l'Ouest du MSM et comportant des pentes <5°. De nombreuses formations rocheuses décimétriques y sont visibles.

5.1.1.2 Face Est

La face Est du MSM d'Ajaccio présente une morphologie différente de celle observée à l'Ouest. Cette face Est séparée en trois parties, (1) le sommet situé à l'Ouest présentant une zone plate, (2) la pente qui présente une structure complexe vallonnée et (3) la plaine située à l'Est du MSM d'Ajaccio et au Sud du canyon de Sagone avec des pentes très faible de 0° à 5° (Figure 15).

La partie sommitale orientée SW-NE, cartographiée ici sur plus de 2 km de long, présente de rares corps sédimentaires ou formations rocheuses (Figure 15 et Figure 16, zoom D). Large de seulement 2 mètres, la partie sommitale sépare la face Ouest de la face Est. Sa bordure Sud-Est du sommet a pu être cartographiée, permettant d'observer la transition vers la pente.

La pente, qui présente un **pendage*** orienté vers le SE, comporte un système vallonné complexe (Figure 15, coupe 2) dans lequel sont présentes des structures intriquées au milieu de formations rocheuses décimétriques (Figure 16, zoom B).

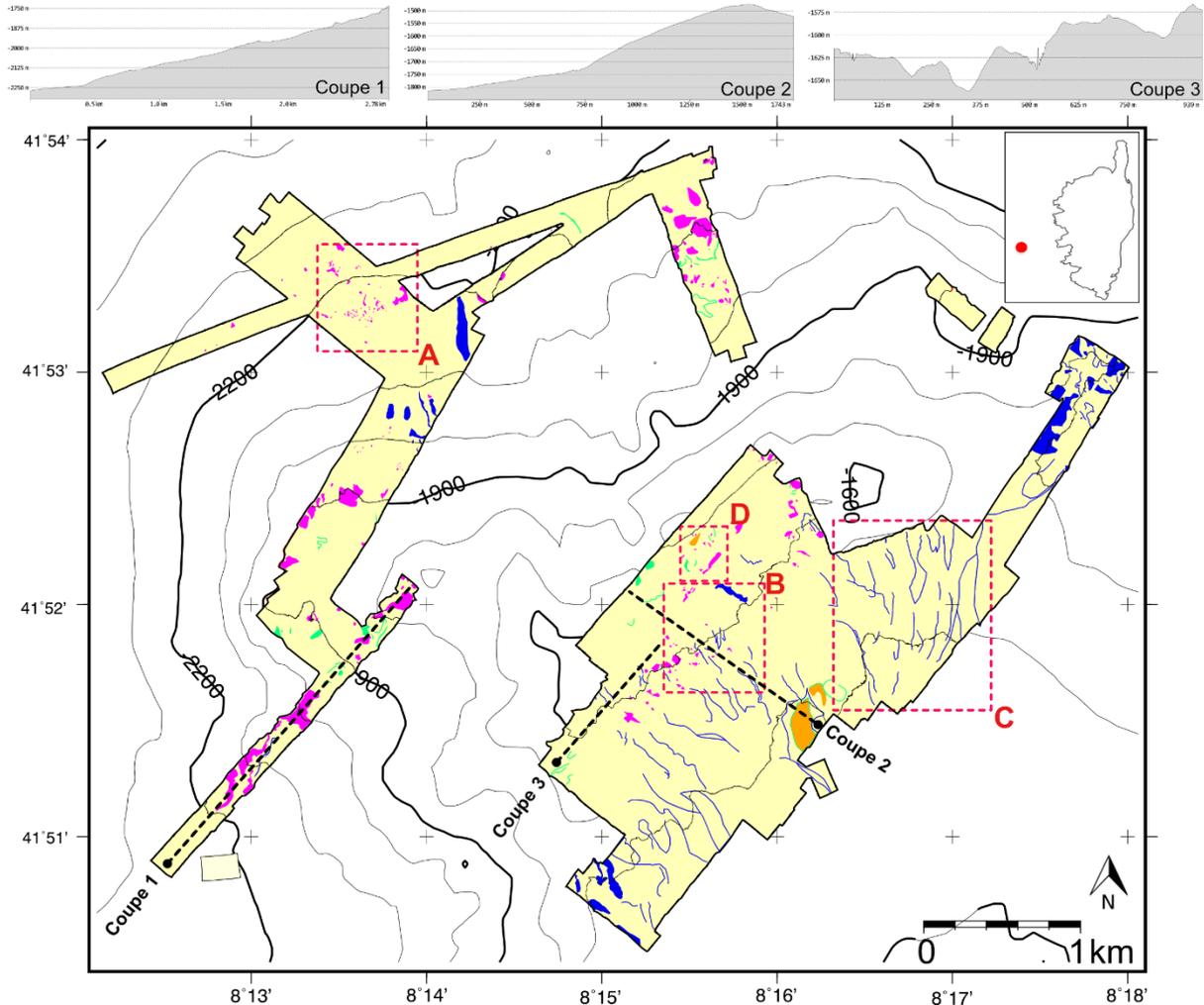
Au pied de cette pente nous retrouvons la plaine, située à l'Est du MSM d'Ajaccio, qui a pu être cartographiée sur une grande surface grâce à ses faibles pentes <5°, jusqu'à la bordure avec le canyon de Sagone (Figure 15).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Carte des substrats du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM d'Ajaccio



SEAMONTI 2022



Légende

Faciès : Faciès sablo-vaseux

Structures indurées : Roche

Structures sédimentaires : Turbidite Dune Ride

Projection UTM Zone 32 (EPSG:32632)
Datum : WGS84

Carte des sédiments et des 377 structures identifiées et détournées manuellement à partir des données MBES acquises sur le MSM d'Ajaccio. Le faciès de la zone est sablo-vaseux et les structures indurées sont majoritairement situées à l'Ouest et proche du sommet du MSM tandis que les structures sédimentaires se retrouvent principalement au pied de la pente Sud-Est du MSM. Les coupes permettent de mettre en évidence des pentes importantes vallonnées sur la façade Ouest et Sud-Est du MSM (Coupe 1, 2 et 3). Des exemples de structures sont présentés dans la figure nommée "Carte des sédiments du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio; Bathymétrie d'exemple de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du MSM d'Ajaccio (zoom A, B, C et D).

Les données utilisées pour réaliser le fond de carte correspondent à la bathymétrie du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml). Le détournage des différentes structures a été réalisé à la main à partir des données MBES 400 kHz de la campagne SEAMONTI 2022.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs :

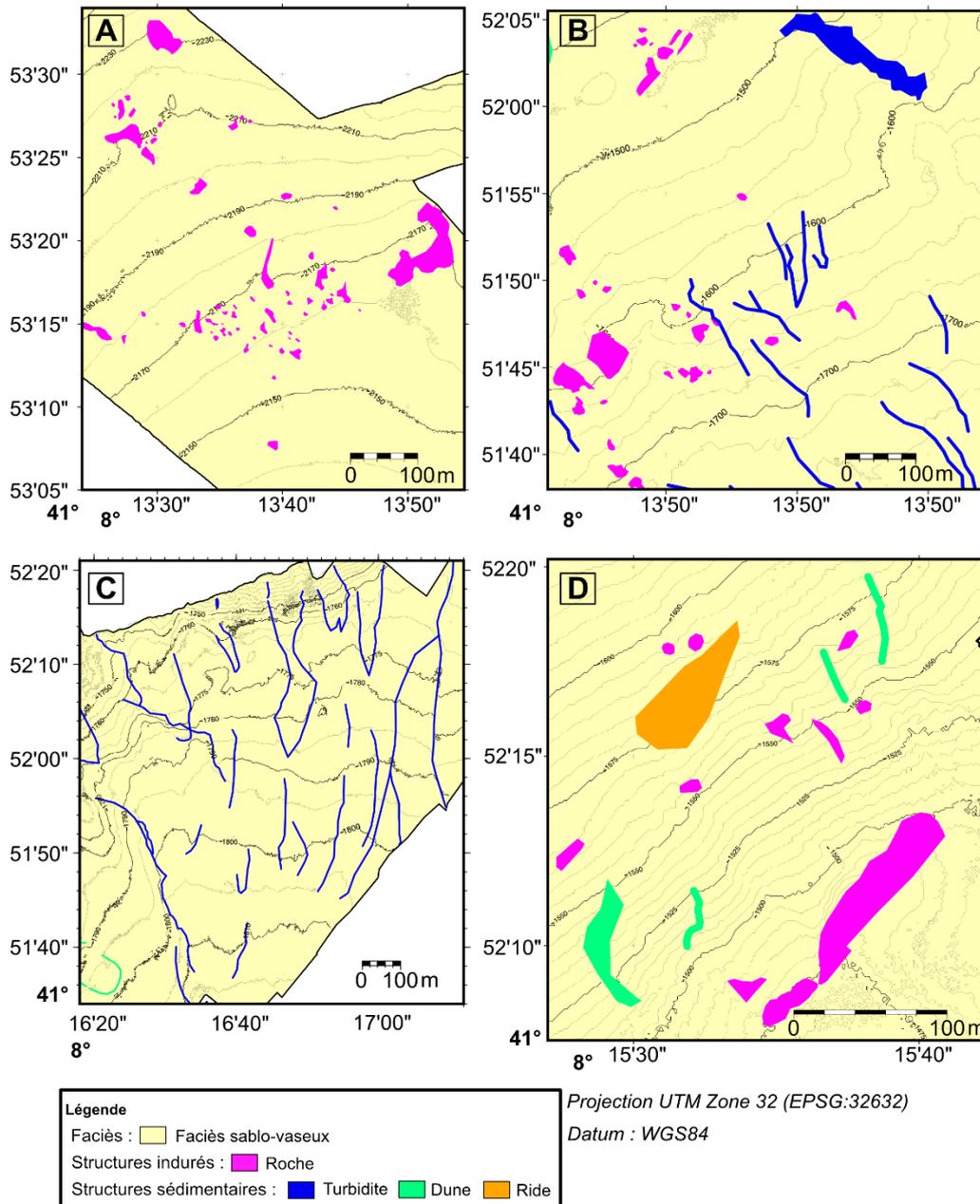
Figure 15: Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM d'Ajaccio.

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64800 Anglet, France

Carte des substrats du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
Bathymétrie d'exemple de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du MSM d'Ajaccio



SEAMONTI 2022



De nombreuses structures géologiques remarquables ont été identifiées sur le MSM d'Ajaccio. Les encadrés zoomés font référence aux zones identifiées sur la figure 15. On retrouve principalement des structures indurés d'échelle décimétrique sur la face Nord-Ouest (A), au sein des pentes (B) ainsi qu'au sommet du MSM (D). La pente orientée au Sud-Est (C) regroupe un grand nombre de structures sédimentaires complexes de plusieurs centaines de mètre, identifiées comme des turbidites. Au sommet du MSM (D), différentes structures sédimentaires, incluant des dunes et des rides ont également été identifiées.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathymétrie acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI. Le détourage des différentes structures a été réalisé à la main à partir de ces données MBES.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs : ABYSSA

Figure 16: Bathymétrie d'exemples de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du mont sous-marin d'Ajaccio

5.1.2 FORMATIONS ROCHEUSES

Les données bathymétriques haute résolution acquises au MBES permettent d'identifier des formations rocheuses à l'échelle métrique (Figure 15). Comme observé précédemment, les blocs indurés sont en majeure partie présents sur les pentes du MSM d'Ajaccio mais aussi sur la partie Ouest située au pied du mont.

Sur la façade Ouest, des formations avec une forte rugosité sont présentes au sein de la pente, au niveau des isobathes -2000 mètres et -1800 mètres (Figure 15). Ces formations rocheuses se situent au niveau des pentes les plus importantes entre 15° et 35° qui délimitent la face Ouest. La taille importante de ces formations rocheuses, entre 45 et 370 mètres, indique qu'elles correspondent certainement à des falaises où affleure le substrat qui compose le MSM d'Ajaccio. Des affleurements de taille équivalente, autour de 350 mètres de long chacun, sont visibles plus au SW, permettant de montrer l'étendue importante de l'édifice volcanique du MSM d'Ajaccio vers l'Ouest.

Des formations rocheuses de plus petite taille, de 5 à 60 mètres, sont visibles dans les pentes plus faibles (~5°) de la partie Nord-Ouest et Nord de la face Est du MSM (Figure 16, zoom A). Ces formations restent visibles au sein des dépôts sédimentaires malgré l'absence de fortes pentes qui peut rendre la sédimentation difficile comme dans les pentes de la face Ouest du MSM d'Ajaccio (Figure 16, zoom A). Leur présence peut indiquer un faible taux de sédimentation ou une présence importante de formation rocheuse correspondant au substrat qui représente la base de l'édifice du MSM d'Ajaccio et mettant en évidence ces formations dans cette zone.

Des formations rocheuses sont aussi visibles au sommet du MSM d'Ajaccio suivant son orientation SW-NE. Elles sont observées en se rapprochant de la pente, correspondant à la crête de la face Est du MSM. Au pied de cette crête, dans la face Est du MSM, de nombreuses formations rocheuses sont imbriquées au milieu de corps sédimentaires (Figure 16, zoom B et D). Ces formations rocheuses de taille variable et avec une forte rugosité semblent correspondre à des éboulis ou à des blocs affleurant en surface du sédiment.

Les données SAS obtenues sur le site du mont sous-marin d'Ajaccio n'ont permis d'identifier que peu de structures géologiques remarquables autres que sédimentaires. Seules deux structures rocheuses massives se démarquent sur l'ensemble des données acquises. Les images SAS comportant ses structures géologiques sont représentées dans la Figure 17. Les détails morphométriques des structures géologiques identifiées sur le MSM d'Ajaccio sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 4. Table de la position des structures géologiques identifiées sur le MSM d'Ajaccio et de leur taille respective estimée à l'aide des images SAS. (Coordonnées géographiques en WGS84 UTM32 et taille en m).

	Longitude	Latitude	Profondeur (m)	Hauteur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)	Ombre (m)
Aja_G	8.258588791	41.871571613	-1593.86	NA	25.31	62.35	NA
Aja_H	8.252630974	41.865471755	-1474.34	0.55	6.11	11.01	6.55

1) Le premier bloc (AJA_G) situé au sommet du mont sous-marin d'Ajaccio correspond à des roches envasées. Ces roches représentent une surface d'environ 60 m de long et 25 m de large et ne présentent pas d'ombre au vu de leur faible hauteur (Figure 17). Ce système a également été observé à l'aide de l'acquisition optique de la caméra de l'AUV (Figure 17).

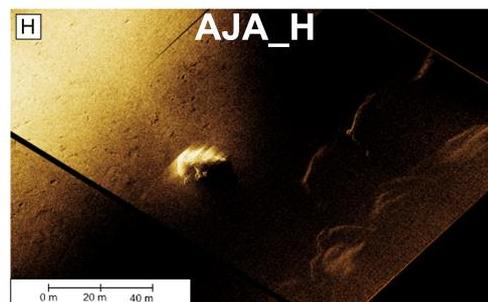
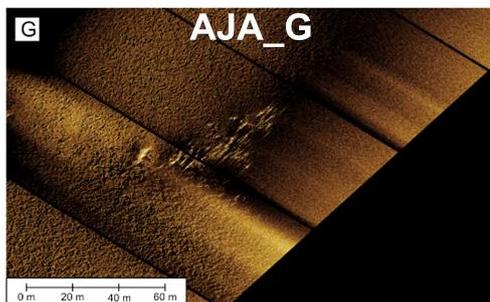
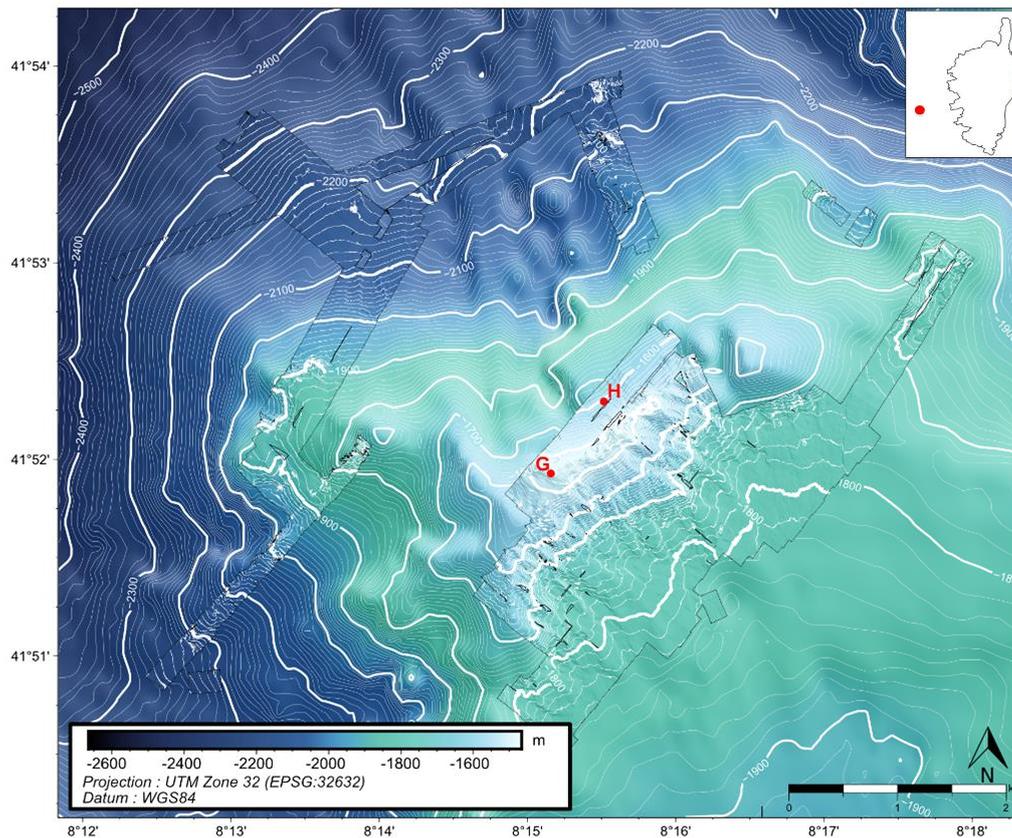
2) Le second bloc (AJA_H) situé sur la façade Nord du sommet du mont sous-marin d'Ajaccio correspondant à une structure de petite taille dont la rugosité reste à déterminer (Figure 17), mesurant environ 10 m de long pour 6 m de large et avec une ombre d'environ 6 m pour une hauteur d'environ 50 cm (cette formation n'a pas été observée avec la caméra de l'AUV).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64500 Anglet, France

Carte bathymétrique haute résolution du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
Localisation et visualisation des images SAS des structures géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio.



SEAMONTI 2022



Au total deux structures indurées se démarquent sur l'ensemble des données SAS acquises sur le MSM d'Ajaccio.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) pour le fond et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m, complétées par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 17: Localisation et visualisation des images SAS des structures géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio.

5.1.3 CORPS SEDIMENTAIRES

Le MSM d'Ajaccio présente une grande partie de sa surface recouverte d'une couverture sédimentaire. Les données bathymétriques haute résolution acquises au MBES permettent d'identifier de nombreux corps sédimentaires à l'échelle métrique à décimétrique (Figure 15).

Sur la façade Ouest du MSM d'Ajaccio au niveau des zones de replat, quelques rares systèmes de **dunes*** sont observables (Figure 15). Leur orientation est préférentiellement dans le NNW-SSE à part une ou deux exceptions. Allant jusqu'à des longueurs de plus de 500 mètres, ces dunes sont présentes dans des zones de faible pente <10°. Ces dunes présentent des hauteurs variables, la plus haute mesurant environ 3 mètres, et souvent situées à l'arrière de formations rocheuses situées plus au Sud.

Le sommet du MSM d'Ajaccio présente de rares dunes sur un fond majoritairement plat (Figure 15). Longues de 50 à 200 mètres, elles présentent un angle plus faible que les dunes précédentes mais peuvent aller jusqu'à 2 mètres de haut. Leur orientation est différente, elles sont orientées SWW-NEE, presque à la perpendiculaire de celles observées sur les replats de la face Ouest du MSM.

La face Est du MSM d'Ajaccio présente des corps sédimentaires en grande quantité dont l'orientation est parallèle à la pente et étant concentrés dans les sillons de la falaise. Ils ne dépassent pas 150 mètres de long dans les zones de plus forte pente (>15°C) et comportent des structures jusqu'à 10 mètres de haut (Figure 15). Une fois en bas de pente, des corps sédimentaires ayant la même orientation sont retrouvés au pied de pente de la face Est mais avec des longueurs d'un facteur plus grand (jusqu'à plus de 800 mètres) comportant des canaux de plus de 60 mètres de large sur des pentes <10°. Ces corps sédimentaires présents dans la pente et dans la plaine située à l'Est du MSM correspondent à des turbidites via la déstabilisation de sédiments déposés plus haut sur le sommet du MSM (Figure 18, Zoom B). Ces canaux sont retrouvés sur l'ensemble de la plaine en remontant vers le Nord, les corps sédimentaires restant toujours parallèles à la pente (Figure 16, zoom C).

Pour les corps sédimentaires de plus petites tailles, les imageries sonars acquises au SAS permettent d'identifier des objets comme des rides et d'améliorer les observations sur les dunes alentours. Deux zones ont été cartographiées au SAS, le sommet du MSM d'Ajaccio et la plaine située à l'Est du MSM.

Au sommet du MSM d'Ajaccio, un unique système de rides est observé proche de la formation rocheuse AJA_H (Figure 17, Zoom D). Formé de deux barres de rides, orientées SSW-NNE, il mesure plus de 50 mètres au minimum (l'étendu au Nord ne peut pas être déterminé) et présente des rides hautes de 30 cm pour les plus grandes, la hauteur des plus petites ne pouvant être estimée. Les seuls autres corps sédimentaires observés au SAS sont des **dépressions*** de quelques mètres notifiés sur l'ensemble du sommet et elles ont pu être aussi observées en imagerie optique. Les hypothèses sur leur formation sont développées dans la partie 4.1.5. Interprétation biologique.

Au niveau de la plaine à l'Est du MSM d'Ajaccio, les corps sédimentaires liés aux courants de **turbidité*** sont retrouvés sur les données SAS, avec leur orientation NW-SE et des hauteurs de plusieurs mètres de haut (Figure 18, zoom D). Au sein de ses structures de courant de turbidité* sont présents de nombreux sillons de plus petite échelle mais avec la même orientation comme par exemple au NE de la mosaïque sonar disponible (Figure 18). Se rajoutent à ces sillons les dépressions déjà observées au sommet du MSM, aussi omniprésentes dans cette zone de la plaine. Les derniers types de corps sédimentaires observés sont des champs de rides avec deux exemples en particulier. Le premier se trouve au centre de la mosaïque sonar au Sud de dunes (Figure 18, zoom C). Une surface de plus de 23 500 m² y est observée, facilement définissable sur les images et présente sur une pente <5°. Les rides ont une orientation ambiguë qui semble être dans la direction NE-SW avec des hauteurs max d'environ 1 mètre, ces rides sont longues de 10 mètres maximum et présentent des longueurs d'ondes associées à l'échelle métrique. Le second exemple dans un angle au Sud-Est de la mosaïque sonar (Figure 18, zoom A), présente des rides plus distinctes sur une surface d'environ 10 000 m² mais dont l'étendue est sûrement plus importante au vu des données MBES, jusqu'à 150 mètres plus au Sud. Ces rides sont plus hautes, jusqu'à 3 mètres de haut dans une pente d'environ 7° mais présentent une même orientation NE-SW que les rides de l'exemple précédent. La répartition de ces rides sableuses peut être

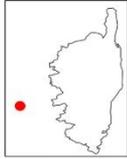
répandue à de plus grande surface au vu des données MBES sur un peu moins d'1 km² en comprenant l'ensemble des canaux de courants de turbidité.

Les imageries sonars acquises au SAS et les images optiques acquises à la caméra de l'AUV permettent aussi d'établir le faciès sédimentaire. Les observations réalisées lors de la campagne CYLICE en 1997 indiquaient la présence de vases. Au vu des images acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022, le faciès observé sur le MSM d'Ajaccio correspond à un faciès **sablo-vaseux***. Faciès confirmé par la présence de dunes décamétriques et de rides métriques. Ce faciès sablo-vaseux semble être homogène d'après les images sonars et caméra, mais sa caractérisation peut être améliorée (voir partie 5-Pistes de développements supplémentaires possibles).

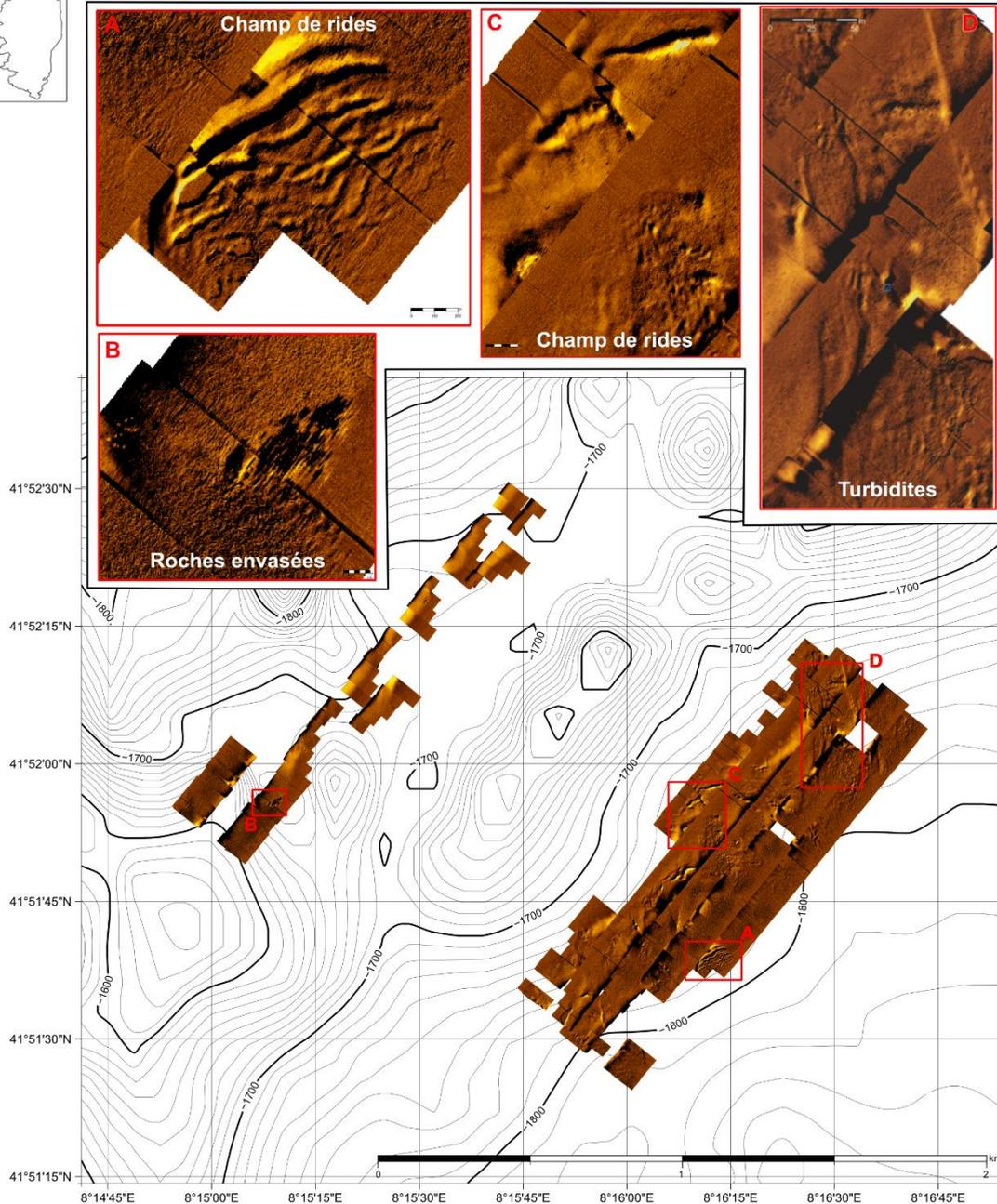
Ces figures de dunes et de rides sont caractéristiques d'une dynamique sédimentaire en relation avec l'hydrodynamique de la zone observée. Considérant que le faciès est homogène sur l'ensemble du MSM, la présence de dunes de grandes tailles sur les replats de la face Ouest et sur le sommet indique la présence de courants de fond plus importants que sur la façade est et la plaine correspondante où les courants de turbidité semblent prédominants. La direction de ces corps sédimentaires est différente entre la face Ouest et la face Est et le sommet mais ceci semble être le résultat de l'origine de ces figures de dunes. Les rides de la plaine de l'Est et les dunes du sommet du MSM présentent une orientation favorisée dans la direction NE-SW sur des zones sédimentaires plates contrairement aux dunes de la face Ouest orientées préférentiellement NW-SE en arrière de formation rocheuse qui semblent détecter les lignes de courant orientées S-N. L'hydrodynamique de fond semble donc être similaire sur l'ensemble de la zone avec des courants à dominante S-N, plus faibles sur la face Est du MSM d'Ajaccio.

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Mosaïque d'images acoustiques du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
Ensemble des images sonars acquises au SAS le 02 juin 2022 sur le MSM d'Ajaccio et exemples de structures observées à l'aide de ces données



SEAMONTI 2022



Les données d'imagerie acoustique permettent de repérer plusieurs structures indurées (A) ou sédimentaires (B et C).
Les données utilisées pour réaliser les isobathes correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) superposées par les données acoustiques acquises au SAS lors de la mission SEAMONTI le 02 juin 2022.

Version de la carte : 1b Date de production : 12/06/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs :

Figure 18: Ensemble des images sonars acquises au SAS le 2 juin 2022 sur le MSM d'Ajaccio et exemples de structures observées à l'aide de ces données

5.1.4 INTERPRETATION BIOLOGIQUE

Les enregistrements vidéo sur le mont sous-marin d'Ajaccio ont été réalisés le 03/06/2022 et deux zones distinctes ont été ciblées (Figure 19) :

1. Une première zone relativement proche du point culminant du mont sous-marin (AJA_CAM_1, en jaune sur la carte de position des transects caméras),
2. Une seconde zone plus au Nord-Est (AJA_CAM_2, en rouge sur la carte de position des transects caméras), également sur la partie sommitale du MSM.

Trois vidéos, pour un total d'enregistrement de 5 minutes et un linéaire de 277 mètres ont été réalisées sur la zone AJA_CAM_1. Un seul enregistrement de 3 minutes et de 168 mètres de linéaire a été réalisé sur la zone AJA_CAM_2 (Tableau 5).

Au total, **54 annotations** ont été réalisées dont **18 représentent des habitats remarquables** et **36 des organismes biologiques**.

Tableau 5. Nom des vidéos, durées d'enregistrement et distance des linéaires parcourus en acquisition caméra sur le mont sous-marin d'Ajaccio.

Vidéo ID	Zone	Durée d'enregistrement	Distance linéaire (m)	Profondeur (m)
072325.ts	AJA_CAM_1	00:02:07	124,65	1470
072535.ts	AJA_CAM_1	00:02:25	136,84	1468
072802.ts	AJA_CAM_1	00:00:38	16,4	1480
094821.ts	AJA_CAM_2	00:03:14	168	1537

5.1.4.1 Habitats remarquables

L'habitat dominant sur les passages caméras réalisés sur le mont sous-marin d'Ajaccio est constitué de substrat meuble et de sédiments fins, vraisemblablement composé de vases. En revanche, sur la zone AJA_CAM_1, quelques roches envasées non colonisées ont été observées (Photographie 1).

Deux types de structures sédimentaires ont été distinguées à partir des vidéos sur le mont sous-marin d'Ajaccio : Des dépressions qui s'apparentent à des tranchées peu profondes à la surface du sédiment et des « pocks » qui forment des regroupements de plusieurs petits cratères dans le sédiment (Photographie 2). Au total 11 dépressions ont été dénombrées sur les acquisitions caméra de l'AUV et ces observations ont également été clairement identifiées sur les images du Sonar à Ouverture Synthétique (SAS).

Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées pour expliquer leur formation. Elles pourraient résulter des facteurs hydrodynamiques à la surface du sédiment qui entraînent des zones d'accumulation et des zones de dépression. D'autre part, des marques similaires identifiées sur des monts sous-marins et des canyons dans l'Atlantique, une plaine abyssale du Pacifique ainsi que sur le mont sous-marin d'Eratosthène en Méditerranée ont été attribuées à des comportement de fouille et d'alimentation de mammifères marins et notamment de baleine à bec (Auster and Watling 2009; Bell et al. 2011; Marsh et al. 2018). En effet, les monts sous-marins sont considérés comme des zones riches en biodiversité et constituent un habitat privilégié pour de nombreuses espèces de poissons **démersaux*** et d'invertébrés. Ils constituent les principales proies des baleines de la famille des *Ziphiidae*, présentes en Méditerranée et qui pourraient donc être à l'origine des traces observées à la surface du sédiment. D'après nos observations SAS, ces dépressions de 1 à 2 mètres de long sont très abondantes sur le mont sous-marin et leur orientation ne semble pas suivre de schéma particulier comme ça pourrait être le cas si elles résultaient de l'action des courants de fonds. L'hypothèse du comportement de fouille de mammifères marins nous paraît donc la plus probable.

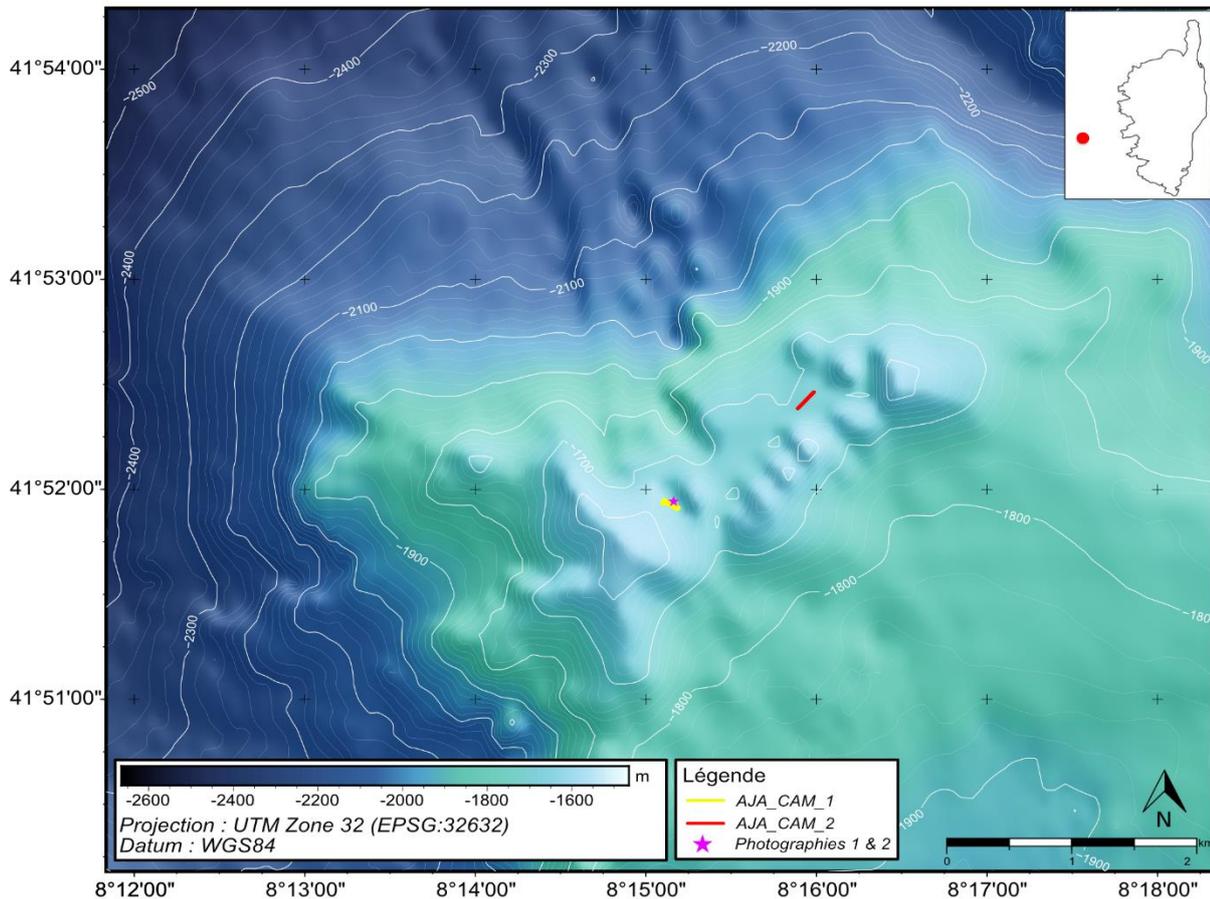
Sur le MSM d'Ajaccio, 7 « pocks » ont été dénombrées. Ces structures ressemblent à des terriers d'invertébrés **benthiques*** et pourraient être formés par des décapodes de la famille des *Upogebiidae* ou des *Nephropidae*, connus pour leur comportement fouisseur. Des marques semblables ont déjà été rapportées au sein de différents habitats sédimentaires profonds et regroupés sous le nom de « Lebensspuren » (Kaufmann et al. 1989; Przeslawski et al. 2012).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio
Position des transects caméra réalisés le 03 Juin 2022 (J10) lors de la mission SEAMONTI



SEAMONTI 2022



Deux transects caméra ont été réalisés sur le MSM d'Ajaccio à une altitude de 4 mètres et à une vitesse d'acquisition de 2 nœuds. Les couleurs correspondent aux différentes zones d'acquisition caméra : Jaune = AJA_CAM_1 et Rouge = AJA_CAM_2.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) complétées par des isobathes espacées de 20m.

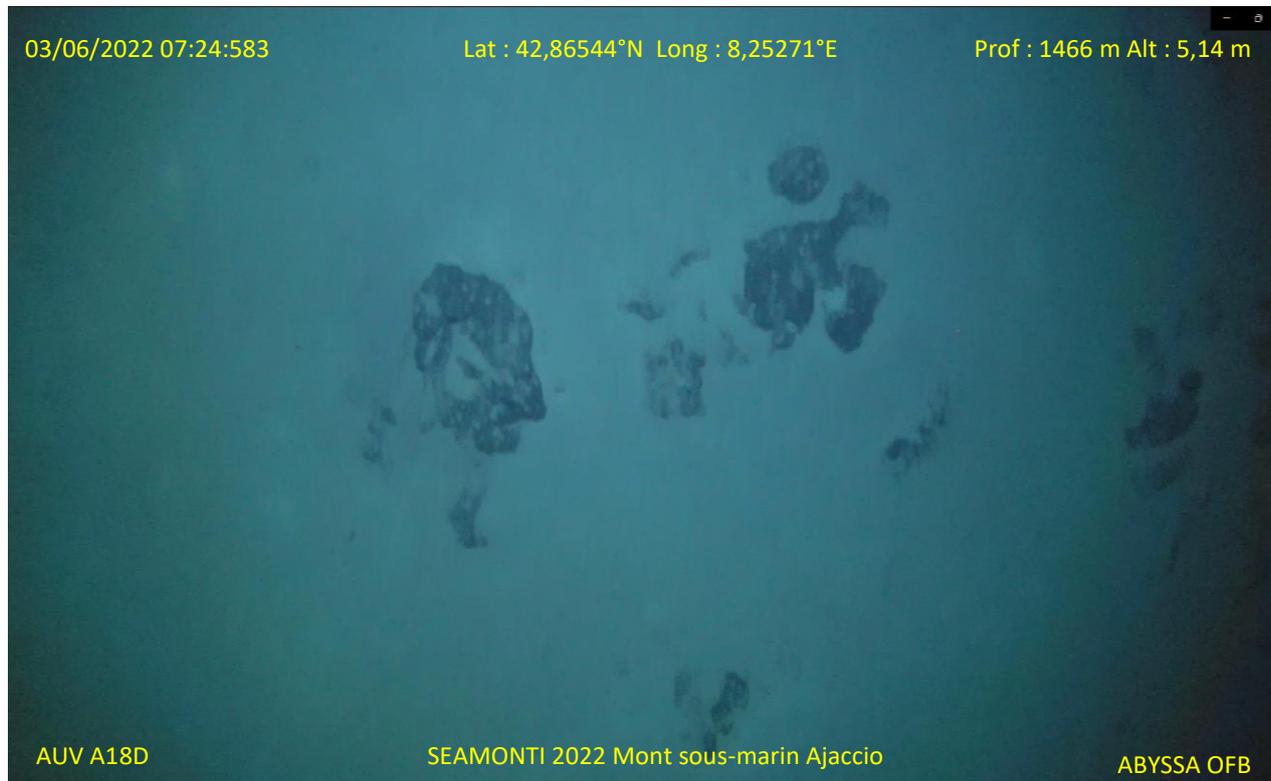
Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 19: Position des transects caméra réalisés le 3 Juin 2022 (J10) lors de la campagne SEAMONTI 2022



Photographie 1 : Images issues des acquisitions vidéo de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio illustrant la présence de roches envasées.



Photographie 2 : Images issues des acquisitions vidéo de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin d'Ajaccio illustrant la présence de deux structures sédimentaires distinctes : les « pocks » (contour noir) et une dépression (contour jaune).

5.1.4.2 Assemblages de faune

Au total 36 organismes ont été annotés sur les vidéos du mont-sous-marin d'Ajaccio, et classés en 8 groupes taxonomiques de résolution différente (Photographie 3). Parmi les vertébrés, des requins (infraclasse *Selachii*), des raies (Infraclasse *Batoidea*), ainsi que plusieurs poissons de petites tailles (regroupés sous la Classe *Teleostei*) et des grenadiers (Famille *Macrouridae*) ont été identifiés. Plusieurs espèces de petits téléostéens sont susceptibles d'être regroupés dans cette catégorie mais la résolution des images de l'AUV n'a pas permis une identification plus précise. Parmi les crustacés, nous avons relevé la présence de nombreuses crevettes, appartenant vraisemblablement à l'espèce *Aristeus antennatus* ainsi qu'un crabe (Infraordre *Brachyura*). Enfin deux organismes pélagiques, identifiés comme des méduses (Classe *Scyphozoa*) ont été observés.

La diversité au sommet du MSM d'Ajaccio est dominée par la présence de crevettes rouges *Aristeus antennatus* (Figure 20), qui peuvent mesurer jusqu'à une vingtaine de centimètres et dont l'identification repose sur l'observation du scaphocérite qui dépasse assez largement du rostre de l'animal. On retrouve cette espèce sur des fonds sablo-vaseux de l'Atlantique à la Méditerranée. Elle se nourrit principalement de petits invertébrés benthiques et constitue une ressource halieutique exploitée.

Le reste des organismes identifiés sur le MSM affichent des abondances relativement faibles, avec entre 1 et 3 individus repérés. Les communautés de faune identifiées grâce aux vidéos de l'AUV sur le plateau sommital du MSM d'Ajaccio sont exclusivement composées d'espèces vagiles et caractéristiques des fonds meubles sablo-vaseux. En revanche, aucun organisme fixé n'a pu être observé.

A l'échelle du mont sous-marin, la zone AJA_CAM_1 semble plus diversifiée (S=8) que la zone AJA_CAM_2 (S=3) (Figure 21). Le jeu de données de diversité ne permet pas de calculer des indices de diversité ou de construire des courbes de raréfaction mais la densité d'organismes (nombre d'individu / distance linéaire parcourue) ne semble pas différente entre les deux zones étudiées.

Au cours de la campagne SEAMONTI 2022, les observations de faune se sont limitées à des zones plates, sédimentaires et relativement homogènes en raison des limites de navigation de l'AUV proche du fond. Mis à part le lien supposé identifié entre la présence de dépressions dans le substrat meuble et le comportement de certains mammifères marins, nous n'avons pas été en mesure de caractériser la relation entre la structure des habitats décrite grâce aux données acoustiques et la distribution des communautés issue de l'observation en caméra optique. Les données acquises permettent tout de même d'émettre une hypothèse sur la distribution des communautés. La présence de formations rocheuses favorise préférentiellement une répartition de la faune fixée au niveau des pentes du MSM d'Ajaccio où la plus grande densité de formations rocheuses est observée. Ces pentes sont un obstacle naturel aux courants profonds de la Méditerranée occidentale dont l'orientation dominante est Sud-Nord. Ces barrières naturelles peuvent donc provoquer localement des phénomènes **d'upwelling***, apportant ainsi des eaux riches en nutriments et en matière organique. Ce phénomène aura tendance à favoriser la présence de faune fixée dans les pentes de la face Est du MSM d'Ajaccio plutôt qu'au niveau de la face Ouest du MSM. D'autres méthodes complémentaires pourraient être envisagées pour répondre à cet objectif spécifique (Voir partie 5-Pistes de développements supplémentaires possibles).

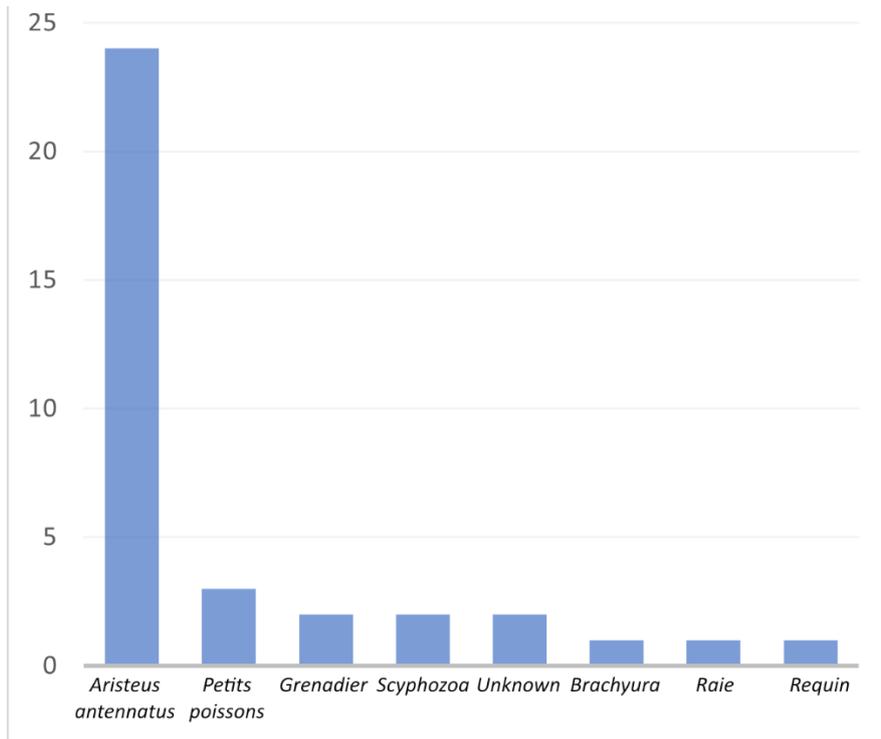


Figure 20 : Histogramme des abondances des espèces identifiées sur le MSM d'Ajaccio, à partir des vidéos de l'AUV.

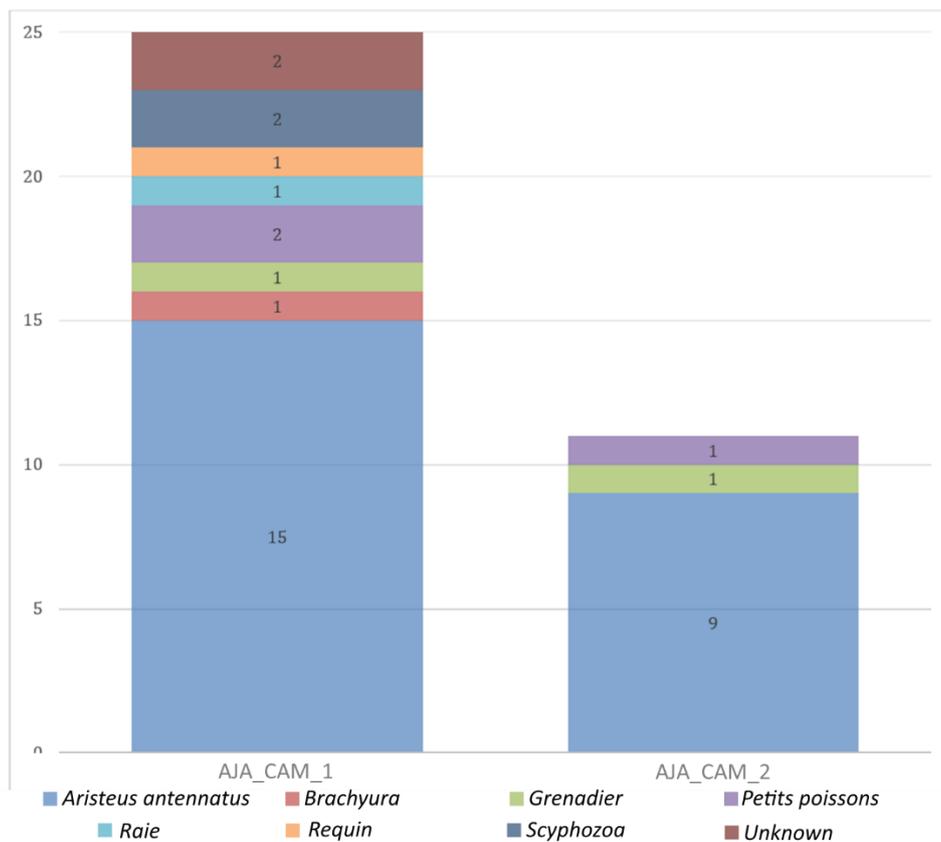


Figure 21 : Diagramme des abondances des différentes espèces identifiées sur les deux zones d'acquisition vidéo sur le mont sous-marin d'Ajaccio, à partir des vidéos de l'AUV.

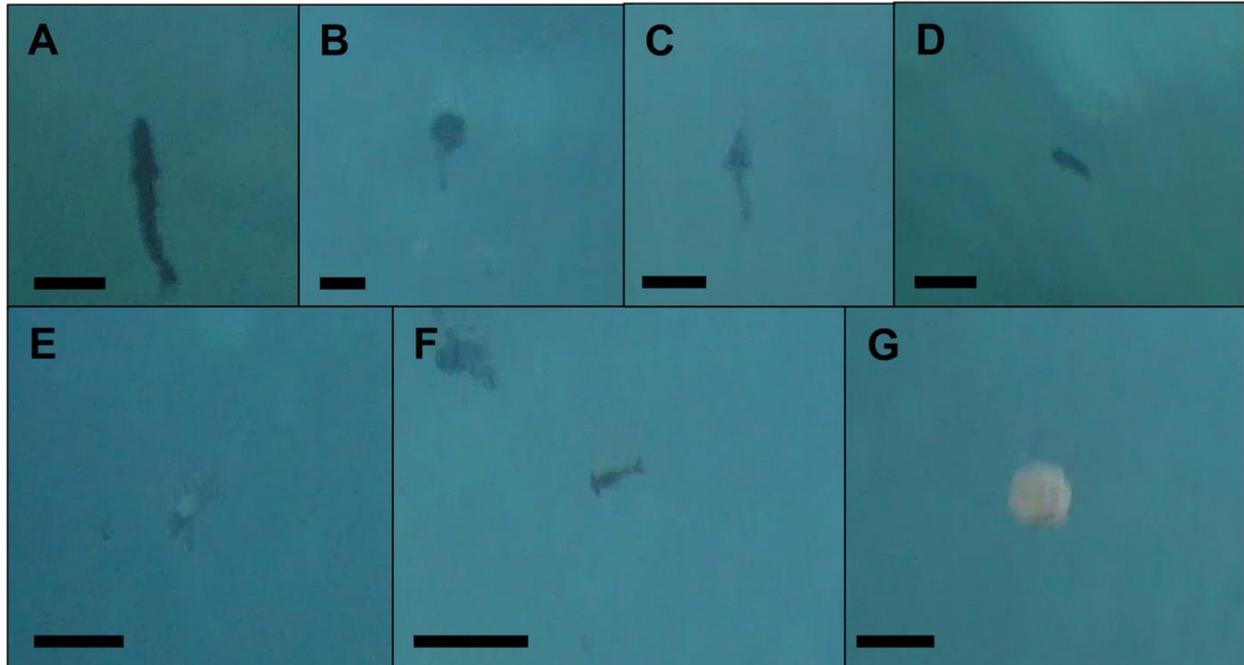
ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Planche photo des organismes identifiés sur le
 Mont Sous-Marin (MSM) d'Ajaccio**

*Captures d'écrans issues des vidéos réalisées le 03/06/2022 (J10)
 illustrant la diversité taxonomique sur le mont sous-marin d'Ajaccio*



SEAMONTI 2022



Sept groupes taxonomiques ont été identifiés à partir des organismes annotés sur les vidéos AUV effectuées au sommet du mont sous-marin d'Ajaccio. A.Requin, B.Raie, C.Grenadier, D. Petit Téléostéen, E. Crabe, F. Crevette rouge, G. Méduse.

La barre d'échelle noire affichée sur les images représente une longueur de 20 cm.

Version de la figure : 1a

Date de production : 03/04/2023

Auteurs : 

Photographie 3: Planche photo des organismes identifiés sur le Mont sous-marin d'Ajaccio

5.2 MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE

5.2.1 GEOMORPHOLOGIE

Les nouvelles données acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022 (Figure 10) permettent de mettre en évidence de nombreuses structures à l'échelle décamétrique sur sa partie sommitale et sur la façade Est mais aussi de mieux déterminer la morphologie des façades délimitant la partie Ouest du MSM. Ces nouvelles données indiquent une profondeur minimum de 1291 mètres et maximale de 1919 mètres, un dénivelé d'environ 400 mètres entre la base Est du MSM et son sommet.

5.2.1.1 Face Ouest et Nord-Est du sommet

La partie Ouest du MSM de l'Agriate est délimitée par de nombreux flancs que ce soit au Nord, au Sud, ou à l'Est avec des pentes dépassant les 20°. La cartographie au MBES réalisée lors de la campagne SEAMONTI 2022 montre deux zones situées au niveau de ces flancs, une sur la limite SW de la zone de mesure et une seconde sur sa limite NE (Figure 22 et Figure 23, zoom B). Ces zones de forte pente présentent de nombreuses structures avec une rugosité importante pouvant être considérées comme des blocs rocheux ou des flancs de falaise exposant le substrat qui forme le MSM de l'Agriate. La présence de ces flancs de falaise peut être expliquée par le contexte géologique extensif et la mise en place de bloc basculés, mettant à nu la roche sur la zone de détachement correspondant ici aux flancs de falaises tandis que la pente de la face Est, correspond à la partie supérieure du bloc basculé.

5.2.1.2 Pente de la face Est

La face Est du MSM de l'Agriate présente une pente <15° de plus de 5 km de long (ici avec un dénivelé de plus de 400 mètres) jusqu'à atteindre une zone vallonnée comportant 2 vallons majeurs à une profondeur d'environ 1850-1900 mètres (Figure 22, Coupe 1). Ces thalwegs sont orientés vers l'Est, large au maximum de 800 mètres. La partie de plus sommitale des thalwegs présentent une ramification en plusieurs vallons de plus petites tailles de maximum 3 mètres de profondeur et jusqu'à 40 mètres de large (Figure 23, zoom D), tous dans la direction de plus fort pendage, direction plein Est. Ce système de thalwegs correspond à la liaison avec le réseau de canyons du bras du canyon de l'Île Rousse (Figure 22, Coupe 1). La partie sommitale de cette pente ne comporte aucune structure géologique remarquable tandis que la partie basse, à l'Est, présente de nombreux corps sédimentaires (Figure 23, zoom D).

5.2.1.3 Zone sommitale Ouest

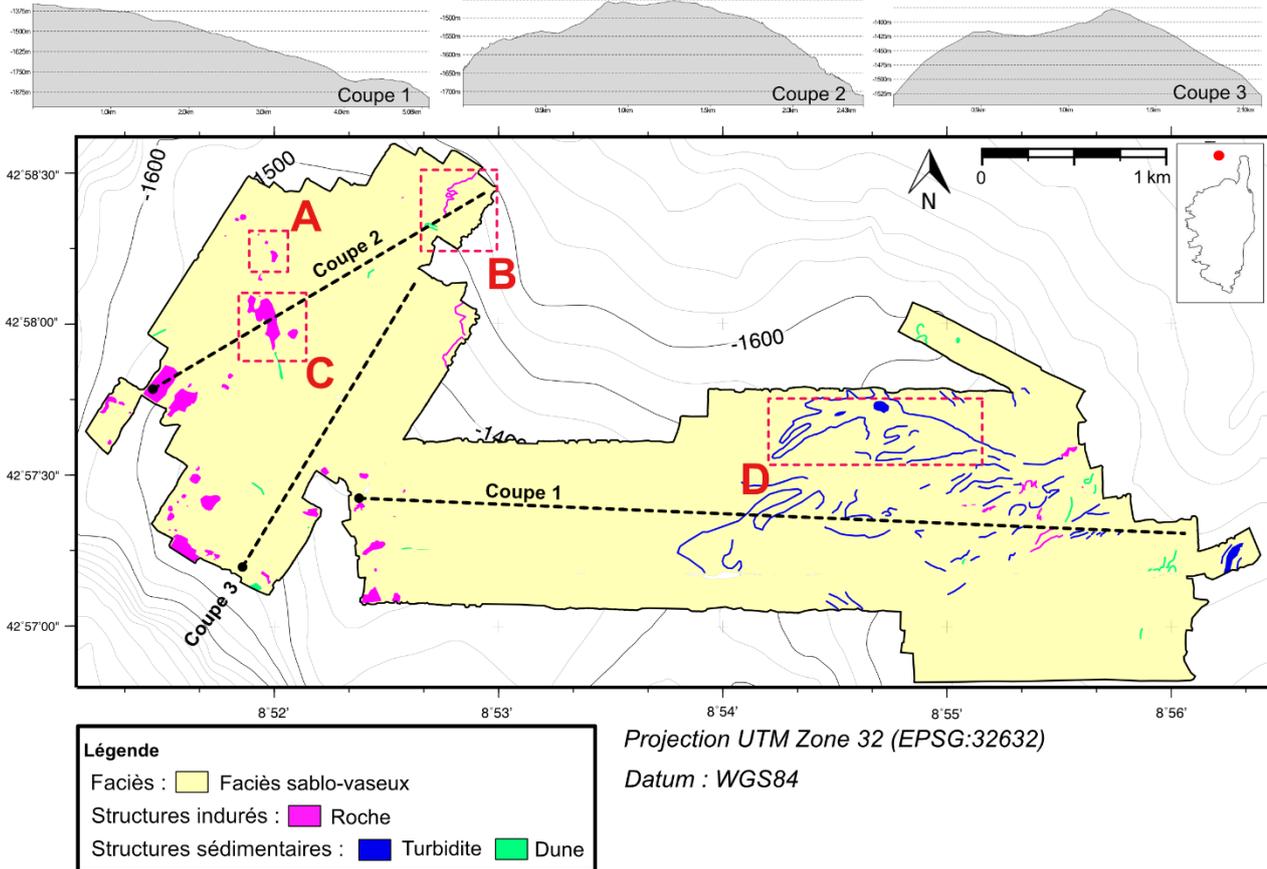
La partie Ouest du sommet du MSM de l'Agriate située au centre des faces Nord, Sud et Ouest se présente sous la forme de succession de deux plans inclinés orientés NW-SE avec un pendage orienté vers le SW (Figure 22). Ces plans sont facilement visibles sur les coupes réalisées sur la zone sommitale Ouest du MSM (Figure 22, Coupes 2 et 3) des données de la campagne SEAMONTI 2022. Le plan situé à la base du mont fait environ 500 mètres de long pour une hauteur jusqu'à 110 mètres de haut (Pente de ~12° ; Figure 22, Coupes 3) tandis que le plan reliant la partie sommitale du MSM peut faire jusqu'à 600 mètres de long pour 85 mètres de haut (Pente de ~16°, Figure 22, Coupes 2). Cette succession de plans pourrait correspondre aux failles normales qui seraient à l'origine de la mise en place de blocs basculés dans un contexte tectonique extensif (Rollet et al., 2022). C'est dans cette partie sommitale Ouest du MSM de l'Agriate que se retrouve la plus grande partie des formations rocheuses (Figure 22).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Carte des substrats du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate
Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM de l'Agriate



SEAMONTI 2022



Carte des sédiments et des 143 structures identifiées et détournées manuellement à partir des données MBES acquises sur le MSM de l'Agriate. Le faciès de la zone est sablo-vaseux avec des structures indurées majoritairement situées à l'Ouest du MSM tandis que les structures sédimentaires se présentent en bas de la pente Est du MSM. Les coupes permettent de mettre en évidence des pentes faibles sur la façade Est et plus importante sur la façade Ouest du MSM (Coupe 2 et 3). Des exemples de structures sont présentés dans la figure nommée "Carte des substrats du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate; Bathymétrie d'exemple de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du MSM de l'Agriate (A, B, C et D).

Les données utilisées pour réaliser le fond de carte correspondent à la bathymétrie du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml). Le détournage des différentes structures a été réalisé à la main à partir des données MBES 400 kHz de la campagne SEAMONTI 2022.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 22 : Position des structures indurées et sédimentaires observables sur les données bathymétriques et coupes structurales pour les données acquises au MSM de l'Agriate

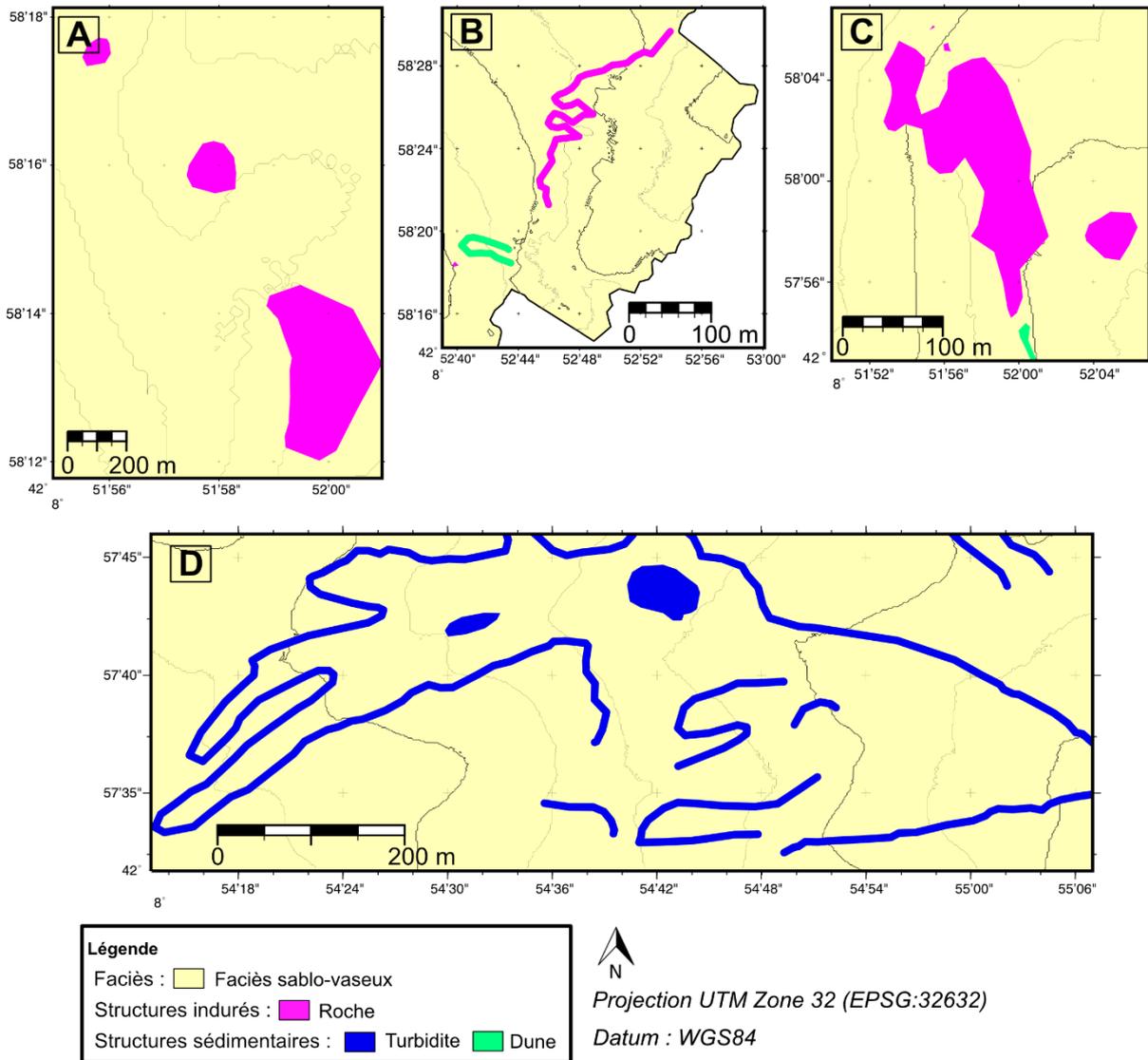
ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Carte des substrats du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate

Bathymétrie d'exemple de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du MSM de l'Agriate



SEAMONTI 2022



De nombreuses structures géologiques remarquables ont été identifiées sur le MSM de l'Agriate. Les encadrés zoomés font référence aux zones identifiées sur la figure 22. En terme de substrats indurés, on retrouve principalement des affleurements rocheux (A), des barres rocheuses pouvant être identifiées comme des falaises (B) ainsi que des ensembles de blocs qui s'étendent sur plusieurs centaines de mètres (C). Les principales structures sédimentaires identifiées sur le MSM de l'Agriate sont des turbidites et leur distribution se concentre sur la pente orientée Est (D). Quelques dunes formées par les courants aux abords des structures indurées ont également été identifiées (B et C).

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathymétrie acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI. Le détourage des différentes structures a été réalisé à la main à partir de ces données MBES.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs : ABYSSA

Figure 23 : Bathymétrie d'exemples de zones présentant des structures géologiques remarquables au niveau du mont sous-marin de l'Agriate

5.2.2 FORMATIONS ROCHEUSES

Le MSM présente de nombreuses formations à forte rugosité interprétées comme des formations rocheuses. La grande partie des formations rocheuses est présente dans la partie sommitale Ouest du MSM de l'Agriate, excepté pour quelques objets identifiés à l'Est des données bathymétriques, au niveau de la zone vallonnée de liaison avec le bras du canyon d'Île Rousse à l'Est (Figure 22).

Les formations rocheuses dans cette zone vallonnée à l'Est sont réparties soit sur les bordures des vallons soit en leur sein. Les formations situées sur la bordure des vallons correspondent à des barres rocheuses orientées SWW-NEE d'une centaine de mètres, hautes de 2 à 5 mètres. Au sein du vallon un bloc massif décamétrique faisant 5 mètres de haut y est observé.

Les formations rocheuses dans la partie sommitale Ouest du MSM de l'Agriate sont principalement situées autour de l'isobathe des 1500 mètres de profondeur des données bathymétriques de la campagne SEAMONTI 2022 (Figure 22 et Figure 23, zoom C). Ces formations rocheuses sont présentes en grande quantité avec des tailles importantes et avec de nombreux blocs décamétriques (Figure 22 et Figure 25). Ces blocs sont présents dans les zones de plus forte pente, comme pour l'exemple situé au sommet de la coupe 2 (Figure 22, Figure 22 zoom C et Figure 25) qui est la formation rocheuse la plus volumineuse et qui correspond à la crête de la partie sommitale Ouest du MSM de l'Agriate. Ces formations rocheuses peuvent donc correspondre à des affleurements du substrat composant le MSM de l'Agriate et pris dans le corps sédimentaire, exposés par la présence de fortes pentes où il est difficile de mettre en place des dépôts sédimentaires.

Les données SAS obtenues sur le site du mont sous-marin de l'Agriate ont permis d'identifier un plus grand nombre de formations rocheuses que sur le mont sous-marin d'Ajaccio. Au total, 6 structures remarquables de taille décamétrique ont pu être observées sur les hauteurs du mont sous-marin. Aucune n'a cependant été observée avec les caméras de l'AUV. L'ensemble des images SAS comportant ces formations rocheuses est représenté dans la Figure 24. Les détails morphométriques de ces formations rocheuses identifiées sur le MSM de l'Agriate sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 6. Table de la position des structures géologiques identifiées sur le MSM de l'Agriate et de leur taille respective estimée à l'aide des images SAS. (Coordonnées géographiques en WGS84 UTM32 et taille en m).

	Longitude	Latitude	Profondeur (m)	Hauteur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)	Ombre (m)
Agr_A	8.872191876	42.968587987	-1454.02	NA	25.41	3.16	NA
Agr_B	8.863316787	42.963895560	-1509.873	9.56	18.60	32.11	24.57
Agr_C	8.867882155	42.966198017	-1426.927	3.68	83.84	42.40	32.54
Agr_D	8.866424660	42.966058637	-1457.087	8.65	121.56	81.28	57.82
Agr_E	8.865030135	42.967380423	-1473.015	7.13	139.04	84.87	49.86
Agr_F	8.878065069	42.954371806	-1311.01	1.36	113.69	8.31	10.38

Une première barre rocheuse (Agr_A) d'environ 25 m de long et de 3 m de large située au Nord du mont (Figure 24) a été identifiée avec une structure sédimentaire concave similaire à un creux formé par les courants autour de l'obstacle formé par cette structure géologique. Aucune ombre permettant d'estimer la hauteur de l'objet n'a pu être identifiée (Tableau 6).

Un bloc rocheux d'environ 30 m de large (Agr_B) a été identifié au Sud-Ouest du mont sous la forme de trois proéminences qui semblent être bien enfouies sous les sédiments (Figure 24). Une structure sédimentaire formée par les courants et l'obstacle rocheux est visible. L'ombre d'environ 25 m donnerait une taille d'environ 9 m pour la partie la plus sommitale de l'objet. Une structure plus superficielle a pu être observée par la même occasion à quelques mètres au Sud-Ouest de cet édifice.

Un enchaînement de 3 formations rocheuses décamétriques a pu être observé sur la façade Ouest du mont :

La première formation rocheuse (Agr_C) mesure environ 80 m de long pour 40 m de large (Tableau 6), elle est orientée E-W et composée d'un ensemble de blocs volumineux à la rugosité importante avec de nombreux petits blocs pouvant correspondre à des éboulis. L'ombre de l'objet mesurant environ 30 m, sa hauteur est estimée à environ 4 mètres. Une structure sédimentaire de forme sphérique d'un rayon d'environ 20 mètres entoure l'ensemble de la partie Ouest du bloc (Figure 24).

La deuxième formation rocheuse de ce trio comporte une forme moins régulière. Elle est toujours composée d'un ensemble de blocs à la rugosité importante orienté NW-SE (Agr_D) et avec de nombreux éboulis. Cette formation mesure environ 120 m de long pour 80 m de large et comporte des ombres de plus de 50 mètres de long, qui correspond à une hauteur possible d'environ 8 mètres pour le point sommital de l'objet (Figure 24, Tableau 6).

La dernière formation rocheuse de ce trio, située le plus au Nord-Ouest, mesure environ 140 m de long pour 8 m de large orienté NWW-SEE (Agr_E) avec des blocs décamétriques massifs. La partie Ouest de cette structure comporte de nombreux blocs enfouis dans le sédiment tandis que la partie est plus large comporte une rugosité plus faible (Figure 24). L'ombre la plus grande mesurant jusqu'à 50 mètres, une taille d'environ 7 mètres est indiquée pour la partie sommitale de l'objet (Tableau 6).

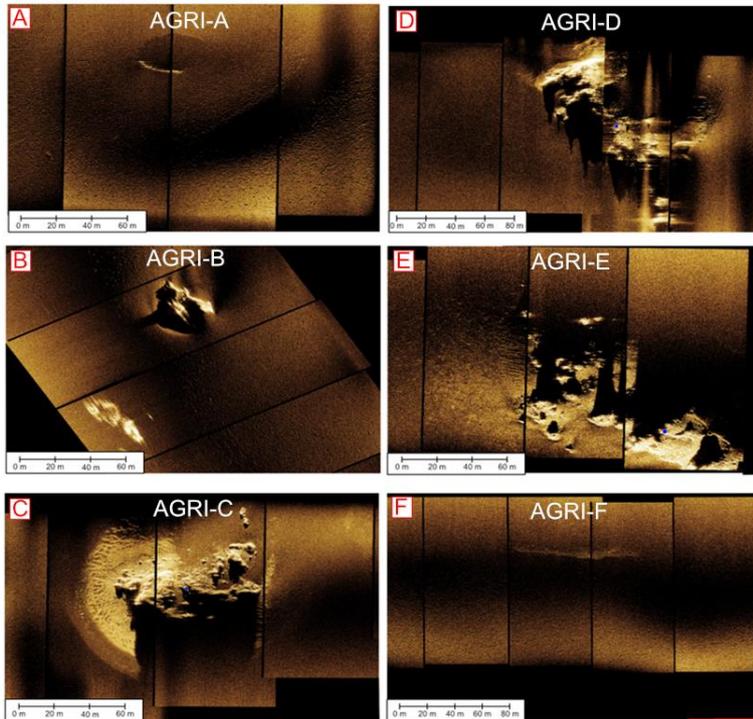
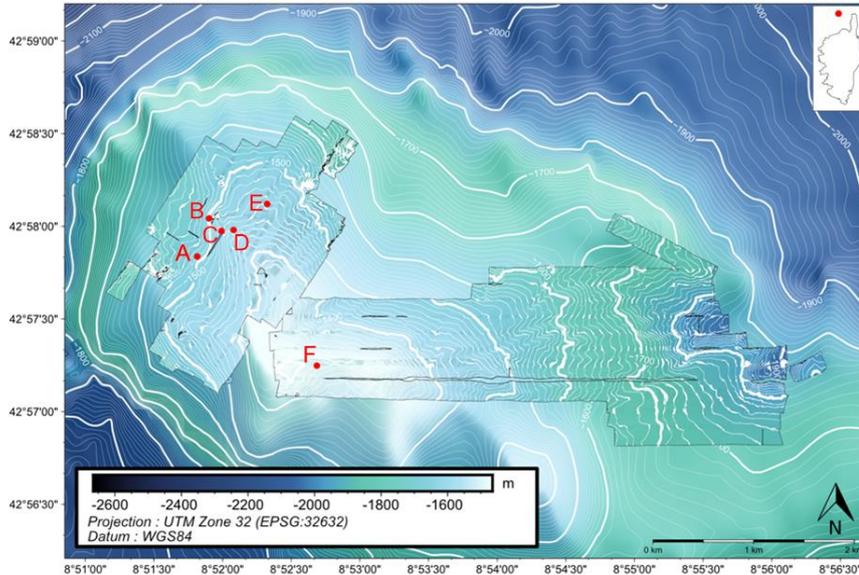
Le dernier objet identifié sur le mont de l'Agriate est une fine barre rocheuse (Agr_F) située sur la façade Sud du mont sous-marin (Figure 24). Elle mesure plus de 100 mètres de long pour une largeur allant jusqu'à 8 mètres et est orientée E-W (Tableau 6).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Carte bathymétrique haute résolution du Mont
Sous-Marin (MSM) de l'Agriate**
Localisation et visualisation des images SAS des structures
géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la
campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate.



SEAMONTI 2022



Au total six structures indurées se démarquent sur l'ensemble des données SAS acquises sur le MSM de l'Agriate autre que sédimentaire.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014: https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/agi/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) pour le fond et aux données bathymétriques acquises au MBES (400 kHz) lors de la mission SEAMONTI à la résolution 2m, complétées par des isobathes espacés de 10m.

Version de la carte : 1a Date de production : 17/04/2023 Numéro de dossier : 20002 Auteurs :

Figure 24: Localisation et visualisation des images SAS des structures géologiques remarquables obtenues avec l'AUV lors de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate.

5.2.3 CORPS SEDIMENTAIRES

Le MSM de l'Agriate présente une grande partie de sa surface recouverte d'une couverture sédimentaire. Les données bathymétriques haute résolution acquises au MBES permettent d'identifier de nombreux corps sédimentaires à l'échelle métrique à décamétrique, en grande partie sur l'extrémité Est de la pente de la face Est (Figure 22).

Ces corps sédimentaires sont rassemblés dans les zones vallonnées qui rejoignent le canyon de l'Île Rousse et sont sous la forme de vallons bordés par des aplombs composés de sédiments. Plus la pente est importante, plus les vallons se raccourcissent en longueur et gagnent en largeur (Figure 22). Les corps sédimentaires situés à la base de ce système de vallons ne dépassent pas 150 mètres de long dans les zones de plus forte pente ($>15^\circ$) et sont larges d'environ 800 mètres pour celui situé le plus au Nord et 400 mètres pour celui situé le plus au Sud avec des aplombs haut de plus de 10 mètres. La partie la plus sommitale des vallons présente une ramification en plusieurs vallons de plus petites tailles, jusqu'à 40 mètres de large, avec des aplombs sur leurs bordures de 3 mètres de haut maximum (Figure 23, zoom D), tous orientés dans la direction de plus fort pendage, direction plein Est. Ces corps sédimentaires variés présents dans la pente et dans la plaine située à l'Est du MSM correspondent à des turbidites via la déstabilisation de sédiments déposés plus haut sur le sommet du MSM (Figure 23, zoom D) et liés à une hydrodynamique gravitaire forte. Des rides de l'ordre du mètre sont observées dans certaines de ces zones de vallons, orientées perpendiculairement à la pente.

Pour les corps sédimentaires de plus petites tailles, les imageries sonars acquises au SAS sont utilisées pour mieux les identifier (Figure 25). Trois zones ont été cartographiées au SAS, (1) la zone sommitale de la face Ouest du MSM de l'Agriate, (2) la partie sommitale de la pente Est du MSM et (3) une zone en pied de pente de la face Est, au Sud d'un des vallons reliés au canyon de l'Île Rousse. Peu de corps sédimentaires ont pu être mis en évidence à l'aide du SAS sur le MSM de l'Agriate comparé à celui d'Ajaccio.

Le type de corps sédimentaires principal est présent au niveau des formations rocheuses comme observé dans les données MBES (Figure 24, zoom A). Les corps sédimentaires associés à ces formations rocheuses se présentent sous la forme de figures de croissants, avec une cavité circulaire sur la partie Sud des blocs et une cavité sous forme de queue dans la direction NNE (Figure 23, zoom C). Ces structures sont vraisemblablement liées à une déflexion des lignes de courant S-N par ses obstacles rocheux favorisant une érosion du tapis sédimentaire à l'avant et à l'arrière de l'objet. Des corps sédimentaires de type dunes sont observés en petite quantité sur la partie sommitale du MSM de l'Agriate, dunes orientées SWW-NEE avec des ombres d'environ 30 mètres correspondant à une hauteur maximale des dunes de 18 mètres mais dont l'étendue totale ne peut pas être déterminée (Figure 24, zoom C). Les seuls autres corps sédimentaires observés au SAS sont des dépressions de quelques mètres notifiées sur l'ensemble du sommet et elles ont aussi pu être observées en optique à l'aide de la caméra de l'AUV. Les hypothèses sur leur formation sont développées dans la partie 4.2.2.4 Interprétation biologique.

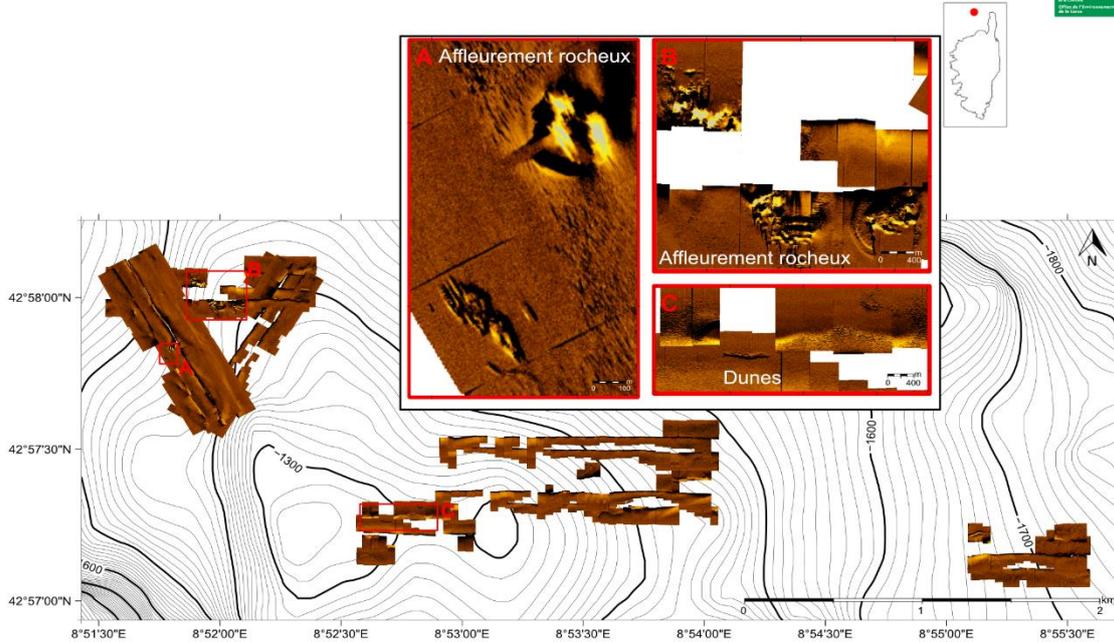
Les imageries sonars acquises au SAS et la caméra de l'AUV permettent également d'établir le faciès sédimentaire. Les observations réalisées lors de la campagne CYLICE en 1997 indiquait la présence de vases. Au vu des images acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022, le faciès observé sur le MSM de l'Agriate correspond à un faciès sablo-vaseux à tendance vaseuse. Plaquage vaseux qu'on retrouve sur l'ensemble du toit du MSM. Faciès à tendance vaseux confirmé par l'absence de dunes décimétriques et de rides métriques en grande quantité comme sur le MSM d'Ajaccio. Ce faciès à tendance vaseux semble être homogène d'après les images sonars et caméra, mais sa caractérisation peut être améliorée (Voir partie 5-Pistes de développements supplémentaires possibles).

ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 CLATU Business Innovation Center
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Mosaïque d'images acoustiques du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate

Ensemble des images sonars acquises au SAS le 10 juin 2022 sur le MSM de l'Agriate et exemples de structures observées à l'aide de ces données

SEAMONTI 2022



Les données d'imagerie acoustique permettent de repérer plusieurs structures à la taille décimétrique indurées (A, B et C) ou sédimentaires (C).

Les données utilisées pour réaliser les isobathes correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml) superposées par les données acoustiques acquises au SAS lors de la mission SEAMONTI le 10 juin 2022.

Version de la carte : 1b

Date de production : 12/06/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs : ABYSSA

Figure 25 : Ensemble des images sonars acquises au SAS le 10 juin 2022 sur le MSM de l'Agriate et exemples de structures observées à l'aide de ces données

5.2.4 INTERPRETATION BIOLOGIQUE

Les enregistrements vidéo sur le mont sous-marin de l'Agriate ont été réalisés le 10/06/2022 et trois zones distinctes ont été ciblées à partir des données MBES et des images SAS (Figure 26) :

1. Une zone située à l'Est, sur le bas du MSM (AGRI_CAM_1), à 1700 m de profondeur (en jaune sur la carte de position des transects caméras) ;
2. Une zone située sur le plateau sommital du MSM (AGRI_CAM_2), à 1300 m de profondeur (en rouge sur la carte de position des transects caméras) ;
3. Une zone plus à l'Ouest, en contre-bas du sommet (AGRI_CAM_3), à 1400 m de profondeur (en jaune sur la carte de position des transects caméras).

Deux vidéos, pour un total d'enregistrement de 6 minutes et un linéaire de 409 mètres ont été réalisées sur la zone AGRI_CAM_1 (Tableau 7). Sur AGRI_CAM_2, deux vidéos ont également été enregistrées, pour un total de 7 minutes et un linéaire de 455 mètres a été réalisées (Tableau 7). Un seul enregistrement de 4 minutes et de 248 mètres de linéaire a été réalisé sur la zone AGRI_CAM_3 (Tableau 7).

Au total, **80 annotations** ont été réalisées dont **38 représentent des habitats remarquables, 40 des organismes biologiques et 2 des déchets** présents sur le fond.

Tableau 7. Nom des vidéos, durées d'enregistrement et distance des linéaires parcourus en acquisition caméra sur le mont sous-marin de l'Agriate.

Vidéo ID	Zone	Durée d'enregistrement	Distance linéaire	Profondeur (m)
194756.ts	AGRI CAM 1	00:05:07	311,39	1713
195307.ts	AGRI CAM 1	00:00:54	97,71	1735
205448.ts	AGRI CAM 2	00:05:08	295,82	1303
205959.ts	AGRI CAM 2	00:02:02	158,78	1315
212707.ts	AGRI CAM 3	00:04:23	248,53	1477

5.2.4.1 Habitats remarquables

De la même manière que sur le mont sous-marin d'Ajaccio, deux types de structures sédimentaires ont été distinguées à partir des vidéos enregistrées sur le MSM de l'Agriate : Des dépressions qui s'apparentent à des tranchées peu profondes à la surface du sédiment et des « pocks » qui forment des regroupements de plusieurs petits cratères dans le sédiment (Photographie 4).

Au total 20 dépressions ont été dénombrées sur les acquisitions caméra de l'AUV et ces structures ont également été clairement identifiées sur les images du Sonar à Ouverture Synthétique (SAS). Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées pour expliquer leur formation. Elles pourraient résulter des facteurs hydrodynamiques à la surface du sédiment qui entraînent des zones d'accumulations et des zones de dépression. D'autre part, des marques similaires identifiées sur des monts sous-marins et des canyons dans l'Atlantique, une plaine abyssale du Pacifique ainsi que sur le mont sous-marin d'Eratosthène en Méditerranée ont été attribuées à des comportement de fouille et d'alimentation de mammifères marins et notamment de baleine à bec (Auster and Watling 2009; Bell et al. 2011; Marsh et al. 2018). En effet, les monts sous-marins sont considérés comme des zones riches en biodiversité et constituent un habitat privilégié pour de nombreuses espèces de poissons démersaux et d'invertébrés. Ils constituent les principales proies des baleines de la famille des *Ziphiidae*, présentes en Méditerranée et qui pourraient être à l'origine des traces observées à la surface du sédiment. D'après nos observations SAS, ces dépressions de 1 à 2 mètres de long sont très abondantes sur le mont sous-marin et leur orientation ne semble pas suivre de schéma particulier comme ça pourrait être le cas si elles résultaient de l'action

des courants de fonds. L'hypothèse du comportement de fouille de mammifères marins nous paraît donc la plus probable.

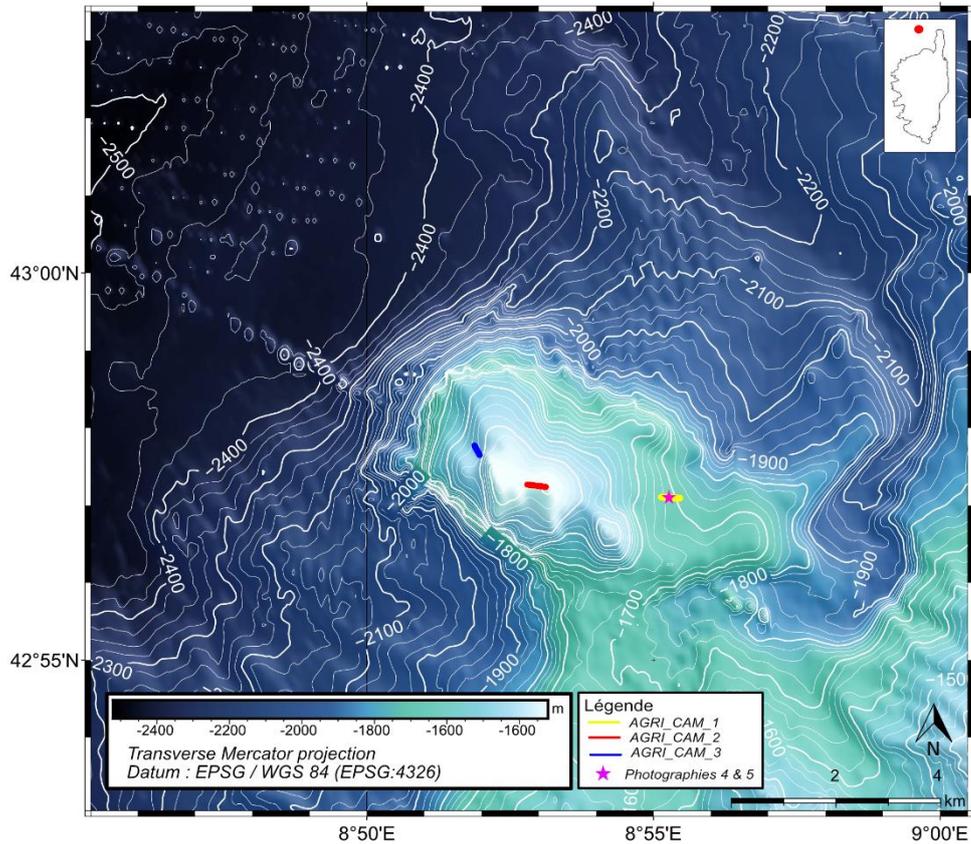
Sur le MSM de l'Agriate, 18 « pocks » ont été dénombrées. Ces structures ressemblent à des terriers d'invertébrés benthiques et pourraient formées par des décapodes de la famille des *Upogebiidae* ou des *Nephropidae*, connus pour leur comportement fouisseur.

Des objets s'apparentant à des déchets ont également été observés sur les vidéos enregistrées par l'AUV (Photographie 5). La résolution de la caméra ne permet pas de confirmer la nature de ces observations mais leur aspect et leur couleur font penser à des emballages industriels.

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

Carte bathymétrique du Mont Sous-Marin (MSM) de l'Agriate
Position des transects caméra réalisés le 10 Juin 2022 (J17)
lors de la mission SEAMONTI

SEAMONTI 2022



Trois transects caméra ont été réalisés sur le MSM des Agriates, réalisés à une altitude de 4 mètres et à une vitesse d'acquisition de 2 nœuds. Les couleurs correspondent aux différentes zones d'acquisition caméra : Jaune = AGRI_CAM_1, Rouge = AGRI_CAM_2 et Bleu = AGRI_CAM_3.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml).

Version de la carte : 1b

Date de production : 16/06/2023

Auteurs : ABYSSA

Figure 26 : Position des transects caméra réalisés le 10 Juin 2022 (J17) lors de la campagne SEAMONTI 2022.



Photographie 4 : Images issues des acquisitions vidéo de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate, illustrant la présence de deux structures sédimentaires distinctes : les « pocks » (rond noir) et une dépression (contour jaune).



Photographie 5 : Images issues des acquisitions vidéo de la campagne SEAMONTI 2022 sur le mont sous-marin de l'Agriate illustrant la présence de déchets dans le sédiment

5.2.4.2 Assemblages de faune

Au total 37 organismes ont été annotés sur les vidéos du mont-sous-marin de l'Agriate, et classés en 5 groupes taxonomiques de résolution différente (Photographie 6). Parmi les vertébrés, des poissons anguilliformes (Ordre *Anguilliformes*), des requins (infraclasse *Selachii*), des grenadiers (Famille *Macrouridae*) ainsi que des poissons de petite taille (regroupés sous la Classe *Teleostei*) ont été identifiés. Plusieurs espèces de petits téléostéens sont susceptibles d'être regroupés dans cette catégorie mais la résolution des images de l'AUV n'a pas permis une identification plus précise. Deux organismes semblables ont été observés sur le MSM mais aucune identification n'a pu être réalisée en raison de la résolution insuffisante des vidéos (Photographie 6).

Les observations réalisées sur les vidéos enregistrées sur le mont sous-marin de l'Agriate suggèrent que les petits téléostéens représentent le groupe taxonomique dominant sur l'ensemble du mont sous-marin, avec un total de 17 observations (Figure 27). Les informations issues de la bibliographie de la zone suggèrent la présence de plusieurs familles de petits téléostéens, dont des *Argentinidae*, des *Gadidae*, des *Epigonidae*, des *Labridae* ou des *Ipnopidae*.

Les poissons anguilliformes observés exclusivement au sommet du mont sous-marin (AGRI_CAM_2) mesurent entre 50 et 80 cm de long et leur morphologie rappelle la famille des *Nettastomatidae*, plus communément appelés anguilles à bec de canard. Plusieurs études ont déjà fait état de la présence de poissons anguilliformes, formant parfois des rassemblements d'individus au sommet des monts sous-marins (Smith et al. 2015; Leitner et al. 2021b, a). Ces organismes carnivores ou charognards opportunistes profitent des fortes abondances observées au sommet des monts sous-marins pour se nourrir. D'autres espèces prédatrices (requins, grenadiers) ont également été observées sur le mont sous-marin de l'Agriate dans le cadre de la campagne SEAMONTI 2022. En revanche, aucun organisme fixé n'a pu être observé.

A l'échelle du mont sous-marin, la zone AGRI_CAM_2 semble plus diversifiée (S=5) que les zones AGRI_CAM_1 et AGRI_CAM_3 (S=3) (Figure 28). Cette différence est due à la présence des poissons Anguilliformes et d'organismes d'endofaune non-identifiés au sommet du MSM. Les sommets des monts sous-marins sont souvent caractérisés par une plus forte diversité que les pentes, ou les habitats profonds alentours. Ce phénomène induit par des modifications de l'hydrodynamisme et la création d'un « up-welling » au sommet des monts sous-marin est un processus écologique défini comme le « seamount effect » (Haggan 2008).

Au cours de la campagne SEAMONTI 2022, les observations de faune se sont limitées à des zones plates, sédimentaires et relativement homogènes en raison des limites de navigation de l'AUV proche du fond. Mis à part le lien supposé identifié entre la présence de dépressions dans le substrat meuble et le comportement de certains mammifères marins, nous n'avons pas été en mesure de caractériser la relation entre la structure des habitats décrite grâce aux données acoustiques et la distribution des communautés issue de l'observation en caméra optique. Les données acquises permettent tout de même d'émettre une hypothèse sur la distribution des communautés. Tout comme pour Ajaccio, la présence de blocs indurés favorise préférentiellement une répartition de la faune fixée au niveau des pentes du MSM de l'Agriate avec une plus grande densité sur la partie Ouest du MSM. Les façades Sud et Ouest sont un obstacle naturel aux courants profonds de la Méditerranée occidentale dont l'orientation dominante est Sud-Nord favorisant les phénomènes d'upwelling. D'autres méthodes complémentaires pourraient être envisagées pour répondre à cet objectif spécifique.

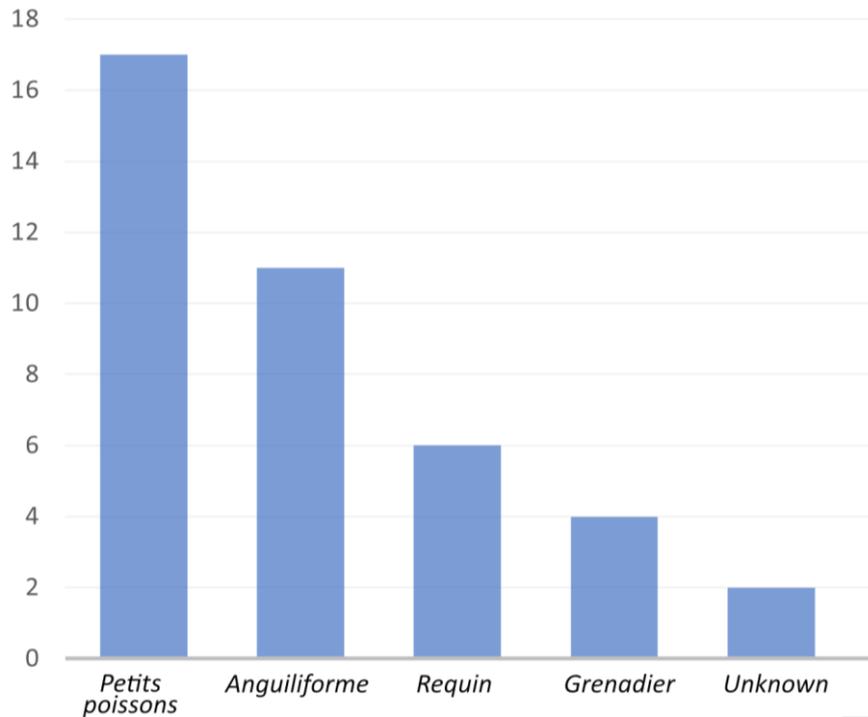


Figure 27 : Histogramme des abondances des espèces identifiées sur le MSM de l'Agriate, à partir des vidéos de l'AUV.

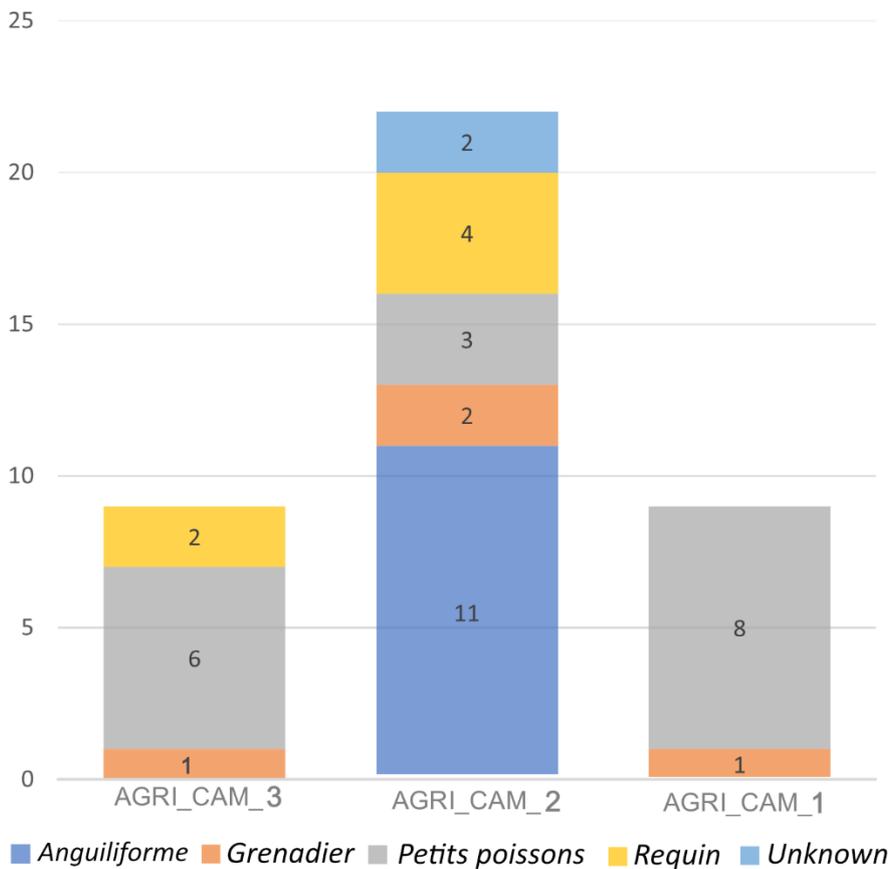


Figure 28 : Diagramme des abondances des différentes espèces identifiées sur les trois zones d'acquisition vidéo sur le mont sous-marin de l'Agriate, à partir des vidéos de l'AUV.

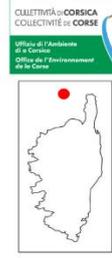
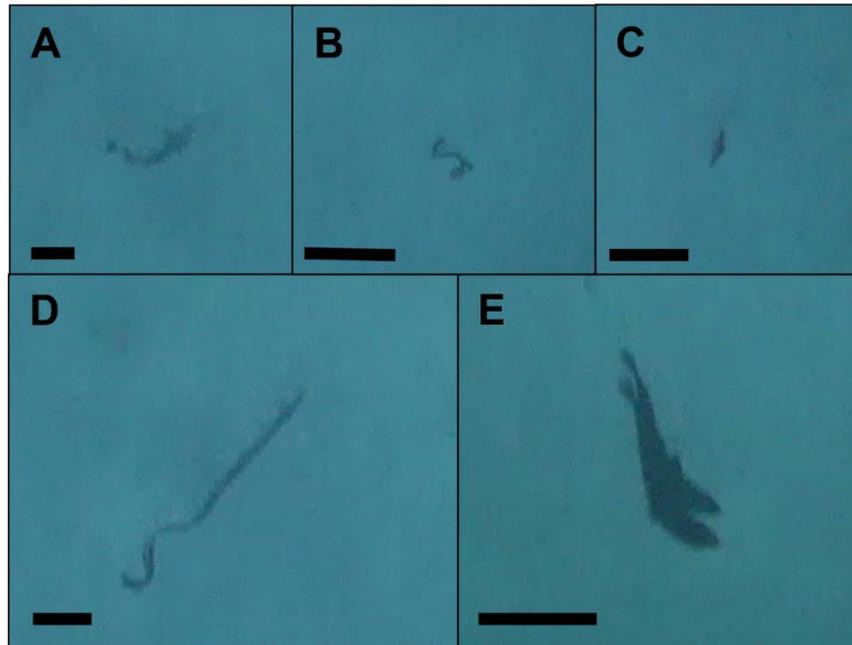
ABYSSA
 www.abysa.com
 contact@abysa.com
 OLATU Business Innovation Center,
 100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet, France

**Planche photo des organismes identifiés sur le Mont
 Sous-Marin (MSM) de l'Agriate**

*Captures d'écrans issues des vidéos réalisées le 10/06/2022
 (J17) illustrant la diversité taxonomique sur le mont sous-marin
 de l'Agriate*



SEAMONTI 2022



Cinq groupes taxonomiques ont été distingués à partir des organismes annotés sur les vidéos AUV effectuées sur les trois zones du mont sous-marin de l'Agriate. A. Grenadier, B. Non-identifié, C. Petit Téléostéen, D. Poisson Anguilliforme, E. Requin.

La barre d'échelle noire affichée sur les images représente une longueur de 20 cm.

Version de la figure : 1a

Date de production : 03/04/2023

Auteurs : 

Photographie 6: Planche photo des organismes identifiés sur le Mont sous-marin de l'Agriate

6 PISTES DE DEVELOPPEMENTS SUPPLEMENTAIRES POSSIBLES

6.1 MISSION ROV

L'ensemble des données acquises au MBES et SAS au cours de la mission SEAMONTI 2022 nous a permis d'identifier différentes formations géologiques remarquables structurant les habitats au sein des deux monts sous-marins. Les prises de vues caméra ont été préférentiellement réalisées sur des zones sédimentaires, homogènes et plates afin de garantir l'intégrité de l'AUV lorsqu'il navigue à 5 mètres d'altitude au-dessus du fond. Les limites de navigation de l'AUV « A18D » à basse altitude combinés à la qualité relative de la caméra équipée sur l'AUV constituent des limites pour l'identification des espèces annotées et l'exploration des habitats rocheux.

L'organisation d'une mission complémentaire avec l'utilisation d'un véhicule plus lent mais plus adapté à l'acquisition d'images optiques, tel qu'un **ROV*** (« *Remotely Operated Vehicle* ») pourrait permettre d'obtenir plus de détails sur les structures identifiées et de mieux appréhender la diversité biologique de ces habitats. En effet, les nombreuses formations rocheuses mises en évidence pourraient constituer des substrats propices à l'établissement d'une importante diversité de faune fixée comme des coraux, des éponges ou encore des échinodermes. D'autre part, les monts sous-marins représentant des barrières topographiques qui entraînent des phénomènes d'upwellings et d'augmentation des flux de courant, il semble fort probable qu'on puisse y trouver en abondance des espèces suspensivores ainsi que des prédateurs opportunistes associées (crustacés, poissons).

La complémentarité du ROV réside également dans sa capacité à réaliser des prélèvements biologiques ou géologiques pour approfondir les analyses en laboratoire. Le prélèvement d'organismes difficiles à identifier macroscopiquement tels que les éponges ou certains cnidaires permettrait de réaliser des observations microscopiques ou de conduire des analyses moléculaires afin de garantir leur identification. De plus, des analyses minéralogiques réalisées sur des lames de roches échantillonnées au fond permettraient de mieux comprendre le système géologique dans lequel s'établissent les deux monts sous-marins et de déterminer avec précision leur contexte de formation et la nature du substrat.

Une campagne réalisée préalablement avec un AUV permet ainsi de définir des transects au ROV afin d'explorer des cibles pré-identifiées.

6.2 ÉTUDE GEOPHYSIQUE

En complément du MNT obtenu au cours de l'analyse des données MBES, il est possible d'utiliser les données de **backscatter*** (= réflectivité), (i.e. l'intensité du signal acoustique reçu par le sondeur) pour déterminer la nature du fond marin et ainsi distinguer avec plus de précision les corps sédimentaires des formations rocheuses. Certains AUVs sont également équipés d'un sondeur de sédiments qui permet de visualiser les strates sédimentaires enfouies jusqu'à plusieurs dizaines de mètres sous la surface du sédiment afin de mieux caractériser l'environnement géologique comme par exemple les séquences de turbidites ou encore la profondeur du substrat sous les sédiments. Ces données pourraient fournir des précisions sur l'épaisseur de la couverture de sédiment meuble sur les flancs des monts sous-marins et ainsi mieux comprendre leur mode d'accumulation.

D'autre part la réalisation de carottes de sédiment grâce à l'utilisation d'un carottier multiple ou carottier boîte permettrait d'analyser la granulométrie, la teneur en matière organique et certains éléments chimiques du sédiment pour mieux appréhender la formation et le rôle des corps sédimentaires omniprésents sur les deux monts sous-marins. En effet, sur la face Est du MSM de l'Agriate, l'analyse des carottes sédimentaires pourrait nous renseigner sur la survenue et la récurrence des turbidites qui sont susceptibles d'impacter la faune présente sur les substrats durs en recouvrant ces surfaces rocheuses.

6.3 ÉTUDE OcéANOGRAPHIQUE

L'acquisition de données océanographiques à différents endroits des monts sous-marins pourrait permettre de vérifier l'impact des facteurs abiotiques sur la structuration des habitats et l'apport en éléments nutritifs pour les communautés de faune. Le déploiement de lignes de mouillage de fond multiparamétriques équipées de courantomètres **ADCP***, de **CTD*** (pour le suivi de la température, la pression, la salinité), de turbidimètres (suivi de la turbidité), de fluoromètres (teneur en Chlorophylle a), de sondes à oxygène et d'un largueur acoustique pourrait fournir l'essentiel des informations nécessaires à une meilleure compréhension des processus océanographiques. De plus, l'utilisation de **Tilt Courant Meter*** (TMC) associés à des capteurs de pression placés à la surface du sédiment sur une période prolongée permettrait d'identifier les courants dominants et de déterminer l'impact des cycles de marées et des tempêtes de surface sur les courants de fond.

Enfin, le déploiement d'hydrophones pourrait permettre d'enregistrer des sons émis par certaines espèces, notamment les mammifères marins et de vérifier l'hypothèse selon laquelle des baleines seraient à l'origine de structures sédimentaires particulières sur les deux mont-sous-marins étudiés mais aussi d'étudier la pollution sonore de l'activité anthropique en surface comme le transport maritime.

7 MODES OPERATOIRES DE NAVIGATION DE L'AUV « A18D » ET DIFFICULTES RENCONTREES LORS DE L'ACQUISITION DES DONNEES

7.1 GENERALITES

La collecte de données morpho-géologiques sur un mont sous-marin en utilisant un AUV n'ayant été que rarement proposée dans l'étude des monts sous-marins, ce chapitre du rapport d'étude final traite du protocole de reconnaissance et du mode opératoire mis en œuvre avec l'AUV « A18D ».

7.2 MODES D'ACQUISITIONS DE L'AUV « A18D »

Deux modes d'acquisitions de données ont été utilisés sur l'AUV « A18D » :

7.2.1 LE MODE « PATH-TRACKING » :

Dans ce mode d'acquisition « *Path-tracking* », l'opérateur définit, lors de la programmation de la mission, des lignes de levées MBES pendant lesquelles la charge utile « *payload WBMS* » est active. Aucune acquisition n'est effective durant les phases de retournement de l'AUV entre les lignes. L'altitude de l'AUV est fixée à 50 mètres au-dessus du fond, la vitesse d'acquisition à 3 nœuds et l'AUV suit très scrupuleusement la ligne qui lui a été dessinée.

Dans ce mode d'acquisition, différentes sécurités peuvent entraîner une interruption de la mission du véhicule. En effet, si l'inclinaison de l'AUV dépasse 60° ou bien si l'altitude varie de plus ou moins de 10 mètres par rapport à la consigne de vol au cours de l'acquisition, l'AUV se met en sécurité et interrompt sa mission.

En cas d'interruption de mission, il est théoriquement possible de relancer une nouvelle mission depuis la surface grâce à la communication acoustique avec l'AUV mais il est impossible de lui indiquer à quel endroit la mission doit être reprise. L'AUV recommencera alors sa mission depuis le début et risque de rencontrer à nouveau la même difficulté. Il est également impossible de lui communiquer un nouveau plan de ligne car cette étape doit être réalisé en mode wifi lorsque l'AUV est en surface.

Pour pallier cette caractéristique de l'AUV, l'équipe a préconisé de charger dès le matin, au démarrage de la journée d'acquisition, plusieurs missions dans la mémoire de l'AUV avec un nombre de lignes décroissant de manière à ce que si l'AUV devait interrompre une mission pour une raison de sécurité, il puisse alors reprendre la mission suivante à partir de la ligne suivante en sautant la difficulté rencontrée, sans remonter à la surface (Figure 29)

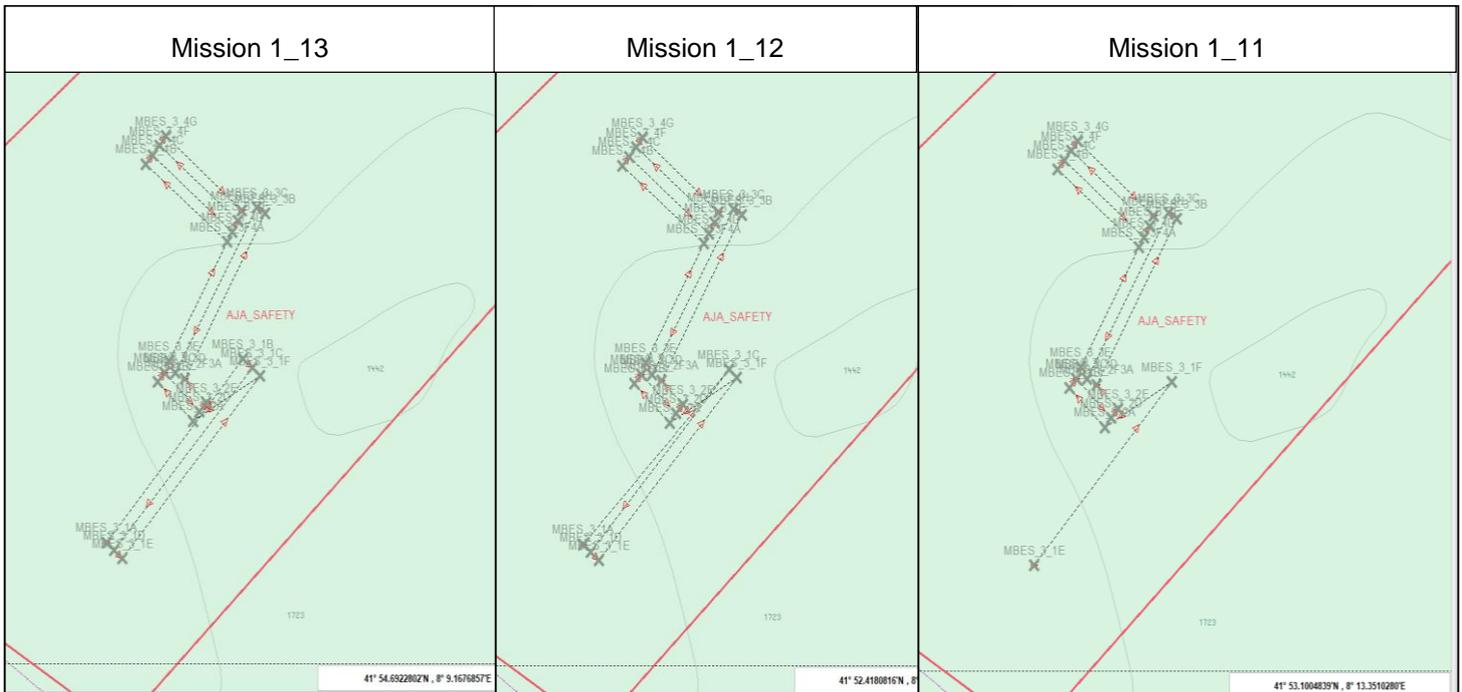


Figure 29: Exemple de missions chargées dans le logiciel de gestion de navigation de l'AUV « A18D » pour pallier de possibles interruptions. La mission 1_13 contient l'entièreté de 13 lignes prévues le jour même, la mission 1_12 contient les 12 dernières lignes et la mission 1_11 les 11 dernières lignes.

7.2.2 LE MODE « TRANSIT »

Ce mode « *Transit* » de l'AUV « A18D » n'est initialement pas prévu pour faire de l'acquisition de données. Il consiste à indiquer des points de passage au véhicule qu'il suivra à une altitude donnée.

Dans ce mode « *Transit* », le véhicule conserve une altitude approximativement constante mais sa trajectoire est susceptible de varier en fonction du courant.

La mesure de sécurité liée à son altitude de plus ou moins 10 mètres par rapport à la consigne ne s'applique pas ici, donnant ainsi plus de flexibilité à l'AUV lors du passage dans des zones pentues, sans risquer de se mettre en sécurité et interrompre sa mission.

Lors de la campagne SEAMONTI 2022, l'équipe a expérimenté une acquisition de données MBES en mode « *Transit* », à 60 mètres d'altitude, et la qualité du rendu était satisfaisante.

Ce mode « *Transit* » a ainsi été privilégié pour réaliser les acquisitions de données sur les zones les plus abruptes des monts sous-marins. Comme pour le mode « *Path-tracking* », il a été préférable, via le logiciel de gestion de navigation de l'AUV, de charger dès le matin plusieurs missions dans la mémoire de l'AUV au cas où l'une d'entre elle soit annulée pour des raisons techniques ou bien de mises en sécurité. De cette manière, l'AUV pouvait reprendre sa mission au point suivant sans avoir à remonter à la surface.

7.3 DIFFICULTES RENCONTREES LORS DE L'ACQUISITION DE DONNEES

Le véhicule AUV « A18D » a rencontré plusieurs problèmes techniques lors de la campagne SEAMONTI 2022. Certains de ces problèmes étaient directement liés à la mise en œuvre du logiciel de gestion de la navigation de l'AUV, en relation avec à la topographie du fond (pente trop importante, dangerosité de l'environnement...) et ont entraîné des mises en sécurité de l'engin avec une remontée du véhicule en surface ou bien même sur le pont du navire.

D'autres problèmes étaient indépendants du milieu environnant et directement imputables au véhicule (connexion Wifi en surface ou capteurs du véhicule).

Les remontées en surface du véhicule, ou bien sur le pont du navire, ainsi que les problèmes techniques en surface de l'AUV ont eu pour conséquence majeure des pertes de temps très significatives sur certaines journées d'acquisitions, notamment en J6 et en J10 sur le site du mont sous-marin d'Ajaccio.

7.3.1 REPARTITION JOURNALIERE DE L'ACTIVITE DE L'AUV « A18D »

La figure 30, fournie par le constructeur de l'AUV « A18D », propose un découpage détaillé des différentes phases de missions selon 3 catégories :

1. La couleur verte et les nuances de vert représentent l'activité opérationnelle :

- Véhicule en acquisition pure (en vert foncé) ;
- Les autres temps nécessaires à l'acquisition (en vert clair) : descente / montée normales du véhicule, déplacements vers les lignes d'acquisition, recalages USBL.

2. La couleur jaune et les nuances d'orange représentent le temps perdu uniquement à cause de la topographie du sol sous-marin :

- Déplacements :
 - ❖ Entre le lieu de l'interruption de profil vers le point de fin de mission ;
 - ❖ Pour rejoindre le profil suivant.
- Les recalages USBL du véhicule consécutifs à ce type d'interruption (le cas échéant) ;
- Les temps de remontée / redescente consécutifs à ce type d'interruption (le cas échéant) ;
- Le temps en surface consécutif à ce type d'interruption (le cas échéant).

3. La couleur rose et les nuances de rouge représentent le temps perdu à cause d'un problème technique de l'AUV :

- Même méthodologie que pour les temps perdus « cause topographie (2) ».

EXPÉDITION SEAMONTI – AUV ECA

RÉPARTITION JOURNALIÈRE DE L'ACTIVITÉ AUV (EN HEURES)

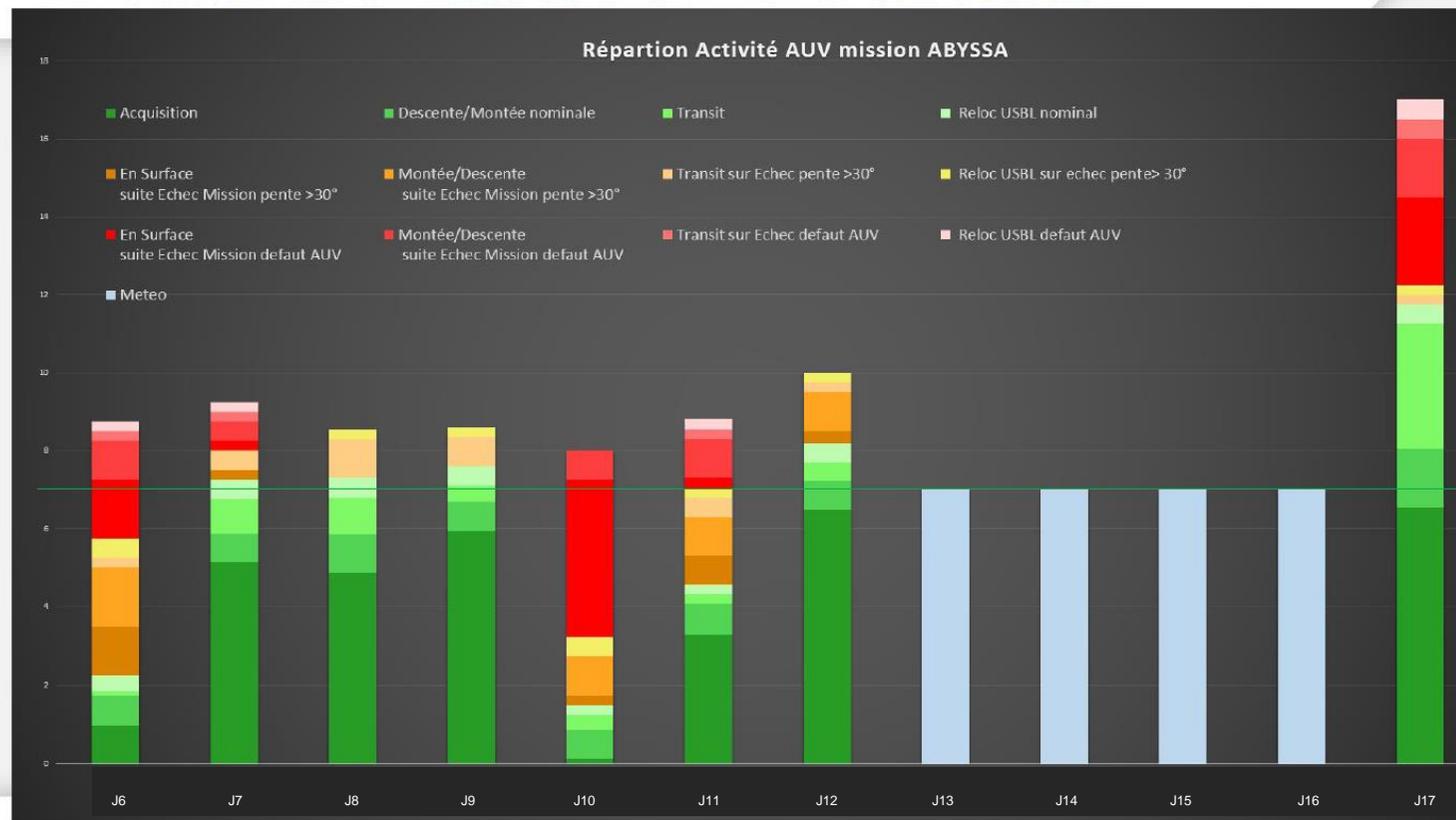


Figure 30: Répartition journalière de l'activité de l'AUV « A18D » lors de la campagne SEAMONTI 2022

7.3.2 INTERPRETATION DES ACTIVITES JOURNALIERES DE L'AUV « A18D »

La première journée J6 de la campagne sur le mont sous-marin d'Ajaccio était une journée de « découverte » des conditions de terrain, ciblée sur des reliefs présentant « a priori » de faibles pentes (sur la base du MNT à 100m du SHOM).

Malheureusement, plusieurs mises en sécurité du véhicule liées à la topographie et à des erreurs techniques de l'engin ont nécessité des analyses immédiates par l'équipe à bord ainsi que la mise en place de diverses mesures correctives⁶.

Les journées J7, J8, J9, J11 et J12 peuvent être considérées comme des journées « normales » ou « opérationnelles ». Le temps perdu pour causes de problèmes techniques de l'AUV n'a pas impacté l'objectif de temps de travail de la journée (7 heures).

La journée J10 consacrée à la réalisation de profils caméra sur le mont sous-marin d'Ajaccio a nécessité du temps de déplacement de l'AUV sans acquisition pour des temps d'acquisition très courts. La navigation du véhicule à proximité du fond (5m) a été génératrice de nombreuses interruptions de missions à cause de la topographie du fond, ce qui n'est pas "anormal" sachant que pour ce type de navigation, l'AUV est en limite de sécurité de navigation et que l'objectif était d'acquérir des vidéos sur des "spots" pré-identifiés. Néanmoins, l'après-midi a été perdue à cause de problèmes techniques sur l'AUV.

La journée J11 était la première journée sur le mont sous-marin de l'Agriate, elle était marquée par le cumul de quelques problèmes techniques avec une topographie sur des reliefs présentant « à priori » de faibles pentes (sur la base du MNT à 100m du SHOM) et qui se sont révélées être plus « rugueuses » qu'attendues.

Les quatre journées J13 à J16 étaient des journées de standby sans acquisition pour cause de mauvaises conditions météorologiques.

La journée J17 était une journée « opérationnelle », malgré une erreur technique le matin et un état de mer encore agité rendant la mise à l'eau et récupération du véhicule délicat.

Les erreurs techniques de l'AUV « A18D » rencontrées tout au long de la campagne SEAMONTI 2022 sont responsables d'une perte de rendement comprise entre 20 et 40%, avec une durée cumulée des erreurs qui atteint 16h sur les 78h de déploiement du véhicule. Un important travail d'identification et de dénombrement des différentes erreurs a été réalisé à l'issue de la campagne et les pistes d'amélioration ont été recherchées dans une optique d'optimisation des protocoles d'acquisition pour des campagnes futures.

⁶ La prise en compte du retour d'expérience de cette première journée J6 a été primordiale pour la suite de la campagne. Les jours suivants, une réduction importante des interruptions de missions pour « cause topographie » est constatée au profit du temps d'acquisition (à l'exception des journées J10 et J11).

7.3.3 SYNTHÈSE DES PROBLÈMES RENCONTRÉS AVEC L'AUV « A18D »

Le tableau 8, ci-dessous synthétise l'ensemble des erreurs techniques rencontrées sur l'AUV « A18D » pendant la campagne SEAMONTI 2022 et recense les mesures correctives mises en œuvre ou envisagées pour pallier les interruptions de missions.

Tableau 8. Liste des erreurs récurrentes rencontrées durant la campagne et mesures correctives pour y remédier.

Dénomination de l'erreur	Détail de l'erreur	Occurrence pendant SEAMONTI	Identification du problème / → Mesures correctives
<p>"Dangerous piloting"</p> <p>OU</p> <p>"Bathy error"</p> <p>OU</p> <p>"Bottom looking Sonar Failure"</p>	<p>Franchissement des limites de sécurité de navigation de l'AUV fixées pour le maintien de son intégrité.</p> <ul style="list-style-type: none"> Altitude de l'AUV < à 3 m au-dessus du fond => erreur essentiellement rencontrée lors des passages caméras avec une consigne de vol de l'AUV fixée à 5 m au-dessus du fond. Inclinaison de l'AUV > 60° lors des lignes au MBES sur une topographie abrupte. 	9 fois	<p>→ Sélectionner précautionneusement la zone de travail de l'AUV en fonction des capacités de navigation et de manœuvrabilité de l'engin.</p> <p>→ Nécessite d'avoir préalablement acquis de la donnée bathymétrique suffisamment résolutive sur la zone d'étude.</p>
"Z-Distance"	<p>Franchissement des limites fixées par le mode d'acquisition « Path-tracking », qui permettent de garantir la continuité de la qualité des données.</p> <p>→ ± 10 m par rapport à la consigne de vol du véhicule.</p>	10 fois	<p>Cette mesure de sécurité s'est montrée trop restrictive pour travailler sur un mont sous-marin, au vu des capacités de manœuvrabilité de l'AUV.</p> <p>→ La valeur du delta entre l'altitude théorique et l'altitude limite a été réajustée pour passer de 10 m à 20 m en cours de mission, mais malgré cela, les erreurs se sont produites à nouveau sur les reliefs hétérogènes.</p> <p>→ L'utilisation du mode « Transit » est une bonne alternative pour contourner cette sécurité et a fait ces preuves, notamment le J17 sur le MSM de l'Agriate.</p>
"Invalid Parameter"	<p>Cette erreur intervient lorsqu'un des capteurs utiles à la navigation de l'AUV fourni une valeur erronée ou manquante.</p> <p>Cette erreur a principalement été rencontrée lors de la perte d'accroche du DVL* avec le fond, lorsque l'AUV dépassait l'altitude de 90 m au-dessus du fond et n'était plus en mesure de se situer par rapport au fond.</p>	10 fois	<p>Lors de la programmation du plan de mission le J8 sur le MSM d'Ajaccio, une erreur humaine sur la consigne d'immersion de l'AUV (> 90 m au-dessus du fond) a engendré une interruption de ce type. De la même façon, un positionnement de relocalisation USBL en bord de falaise a également entraîné des pertes d'accroche du DVL.</p>

	Lors du dernier jour d'acquisition sur le MSM de l'Agriate (J17), c'est une défaillance de la sonde de conductivité du véhicule qui a causé cette même erreur.		<p>→ Être précautionneux lors de l'établissement des plans de mission dans le logiciel de gestion de navigation de l'AUV permet de diminuer les chances d'occurrence de cette erreur.</p> <p>Au moment du dysfonctionnement de la sonde de conductivité, les opérateurs ont tenté d'entrer manuellement une valeur afin de poursuivre la mission mais cela a causé une légère collision à l'arrivée au fond et une perte de temps dans le déroulement de la journée.</p> <p>→ Mieux vaut remonter le véhicule en surface et intervenir directement sur l'AUV en cas de capteur défaillant, plutôt que de mettre en jeu son intégrité physique.</p>
"Following Seabed Failure"	<p>Ce problème intervient lorsque la position de l'AUV au fond diffère de manière anormale par rapport à la consigne de navigation.</p> <p>Cette interruption a souvent été rencontrée dans le cadre de l'utilisation du mode « Transit » durant l'acquisition de données au MBES. En effet, dans ce cas, l'AUV se déplace dans d'un point à un autre à chaque extrémité d'une ligne, avec une navigation moins rigoureuse et aucune correction visant à se maintenir sur la ligne en cas de déviations éventuelles.</p>	5 fois	<p>→ La programmation, dans le logiciel de gestion de navigation de l'AUV, d'étapes de relocalisation USBL sur des zones de faible hétérogénéité topographique a permis de prévenir ce genre d'erreur.</p>
"PLD missing" pod	L'AUV ne communique plus avec la surface, il ne donne pas de réponse pendant un certain laps de temps et il interrompt donc sa mission.	3 fois	<p>Les opérateurs ont noté une température élevée de la centrale inertielle de l'AUV peu de temps avant l'apparition de cette erreur.</p> <p>→ La décision a été prise de limiter le temps de stand-by de l'AUV sur le pont à 1h avant la mise à l'eau, pour éviter tout risque de surchauffe.</p> <p>→ Le laps de temps sans réponse avant le déclenchement d'une interruption de mission a également été augmenté au cours de la mission, pour passer de 20 s à 180 s.</p>
"Communication wifi"	En surface, une communication wifi est nécessaire pour échanger des données avec l'AUV, pour lancer les missions et pour le	2 fois	<p>→ Un stand-by météo dans la baie de Saint-Florent a permis de réaliser des tests poussés de communication wifi en surface et</p>



SEAMONTI 2022
Études des Monts Sous-Marins de l'Agriate et d'Ajaccio
Rapport d'étude final

Enregistrement
Version : V02
Indice : a
Date : 16/06/2023
Page 71 sur 96

diriger manuellement lors des phases de mise à l'eau et de récupération.

Certains jours, la connexion wifi était très mauvaise et beaucoup de temps a été perdu pour la récupération du véhicule.

de faire des modifications dans la disposition des relais du navire.

→ La réalisation de ces tests plus poussés doit se faire avant le début de la mission.

8 RETOUR D'EXPERIENCE ET PISTES D'AMELIORATIONS POUR DE FUTURES EXPLORATIONS DES MONTS SOUS-MARINS

La campagne d'exploration SEAMONTI 2022 s'inscrit dans le périmètre de la recherche appliquée en écologie marine en développant une méthode visant à rechercher les premières connaissances disponibles sur les monts sous-marins de Corse. L'un des principaux objectifs de la campagne était de tester et travailler à l'amélioration d'une approche multi-échelle avec l'utilisation d'un AUV, l'« A18D », dans l'optique de cartographier les habitats de deux monts sous-marins.

A l'issue de ce travail, et conformément aux deux contrats de R&D établis à l'origine de la campagne avec le PNMCCA et la DFM de l'OFB, nous sommes en mesure de dresser (1) un premier bilan de l'approche multi-échelle, (2) une synthèse des problèmes rencontrés et (3) les pistes d'amélioration à mettre en œuvre pour augmenter le rendement et optimiser la qualité des données acquises pour l'exploration des monts sous-marins.

8.1 VALIDATION DE L'APPROCHE MULTI-ECHELLE

L'approche multi-échelle déployée par ABYSSA consistait à faire travailler l'AUV « A18D » à différentes altitudes au-dessus du fond, selon le type de levée envisagé, en relation avec les capteurs opérationnels :

- MBES => altitude de 50m au-dessus du fond.
- SAS => altitude de 15m au-dessus du fond.
- Caméra => altitude de 5m au-dessus du fond.

Les 3 étapes d'acquisitions de données de l'approche multi-échelle ont pu être réalisées sur chacun des deux monts sous-marins :

1. Une première étape d'acquisition bathymétrique à l'aide du capteur MBES pour améliorer les connaissances sur la zone d'étude et permettre de définir des secteurs à explorer.
2. Une deuxième étape consistant à acquérir des données d'imagerie acoustique haute définition à l'aide du SAS dans les secteurs mis en évidence à l'aide de l'étape 1 pour identifier des faciès de la nature du fond.
3. Une troisième étape consistant à réaliser des passages caméra dans les secteurs d'intérêts identifiés lors de l'étape 2 sur des cibles prédéterminées.

La figure 31 schématise l'approche multi-échelle d'acquisition de données avec un AUV pour la cartographie des monts sous-marins.

La campagne SEAMONTI 2022 a permis de (1) valider l'intérêt d'embarquer les trois capteurs MBES, SAS et caméra sur un AUV.

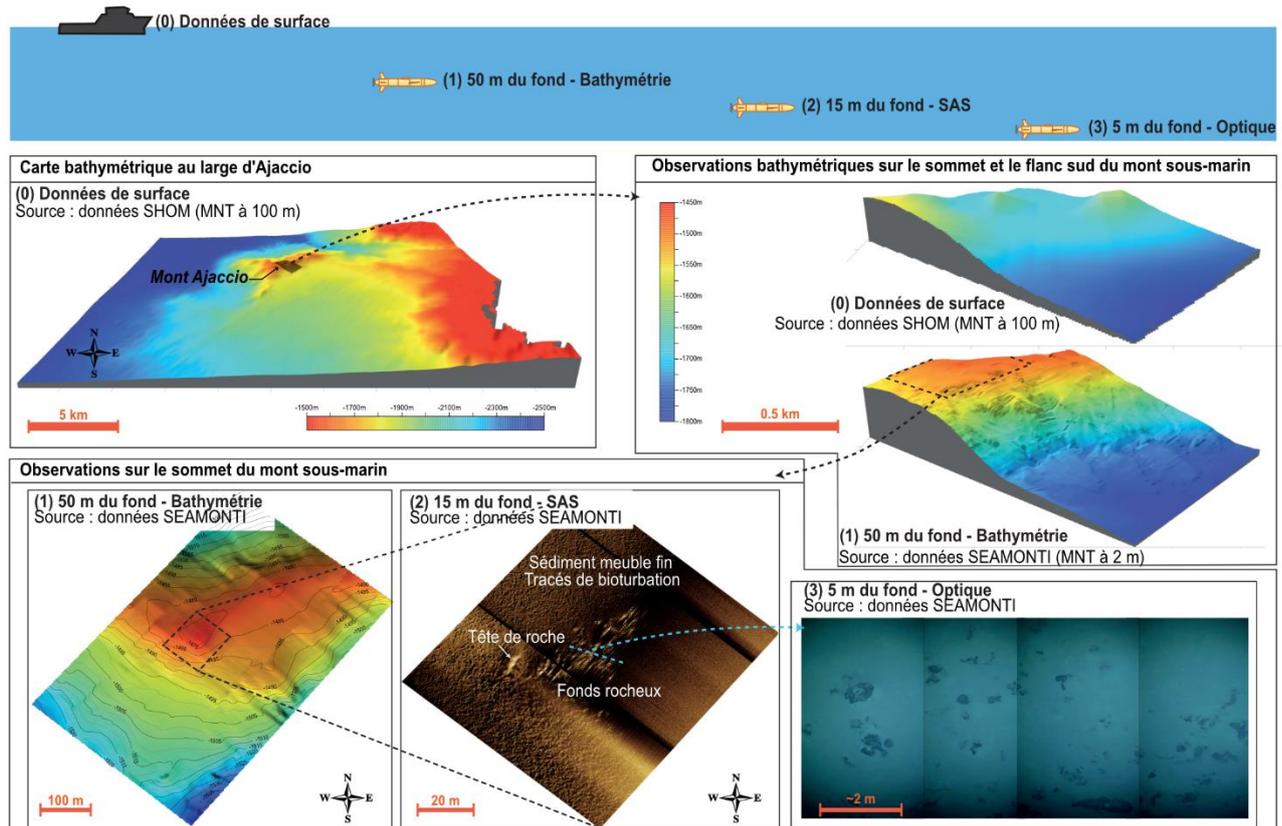
L'approche multi-échelle déployée lors de cette campagne pour cartographier les habitats des monts sous-marins a également permis de (2) mettre en évidence la morphologie complexe entre la base et le sommet des monts sous-marins, non visible à partir des données initialement acquises depuis la surface (SHOM MNT 100m).

ABYSSA
www.abysa.com
contact@abysa.com
OLATU Business Innovation Center,
100 Av. de l'Adour, 64600 Anglet,
France

Schéma de l'approche multi-échelle d'acquisition de données avec un AUV pour la cartographie des monts sous-marins
Différentes étapes d'acquisition par AUV de données acoustiques, sonar et optiques pour cartographier les habitats du mont sous-marin d'Ajaccio



SEAMONTI 2022



La partie supérieure de la figure illustre la position de l'engin d'acquisition dans la colonne d'eau : (0) Navire muni d'un MBES de coque en surface; (1) AUV en acquisition MBES à 50 m au dessus du fond; (2) AUV en acquisition Sonar (SAS) à 15 m au dessus du fond et (3) AUV en acquisition d'images optiques à 5 m au dessus du fond. Le panneau en haut à gauche représente la carte bathymétrique issue des données du SHOM, avec une vue générale du mont sous-marin d'Ajaccio. Le panneau de gauche illustre la différence de résolution de la carte bathymétrique sur le flanc du MSM entre les données de surface (0) et les données acquises avec un AUV durant la mission SEAMONTI (1). Le panneau en bas à gauche affiche les données bathymétriques (1) et SAS (2) obtenues durant la mission SEAMONTI, sur le sommet du MSM. Le panneau en bas à droite illustre les images optiques de la zone couverte au SAS.

Les données utilisées pour réaliser cette carte correspondent à la bathymétrie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m) du SHOM (2014 ; https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml), ainsi qu'aux données bathymétriques acquises au MBES (400kHz), au SAS et grâce à la caméra optique de l'AUV lors de la mission SEAMONTI.

Version de la carte : 1a

Date de production : 13/04/2023

Numéro de dossier : 20002

Auteurs :

Figure 31 : Schéma de l'approche multi-échelle d'acquisition de données avec un AUV pour la cartographie des monts sous-marins.

8.2 TRAITEMENT POST-CAMPAGNE

À l'issue de la campagne en mer, l'équipe d'opérateurs de l'AUV a constaté un décalage spatial entre la position réelle de l'AUV « A18D » au fond et les données issues de sa centrale inertielle (Phins).

Le traitement en première intention des données brutes acquises par l'AUV « A18D » peut engendrer un décalage des données sur le modèle numérique de terrain (MNT) produit et un post-traitement, réalisé par l'équipe d'opérateurs de l'AUV, est nécessaire pour recalibrer l'ensemble des informations et garantir l'exactitude de leur localisation.

La journée d'acquisition du J8 sur le MSM d'Ajaccio a ainsi été corrigée en priorité car un décalage de 150 mètres dans l'Ouest par rapport à la position demandée a été constatée à bord lors du contrôle qualité des données (QA/QC). Pour le reste des données, un faible décalage d'une vingtaine de mètres a été corrigé à terre, après la campagne.

La totalité des données acquises par l'AUV « A18D » a été retraitée afin de garantir l'exactitude des données SEAMONTI 2022. Il serait préférable d'inclure du temps de post-traitement des données de navigation à l'issue de chaque plongée de manière à disposer directement de fichiers Phins corrigés et exploitables.

8.3 PISTES D'AMÉLIORATIONS ET PERSPECTIVES POUR LES FUTURES ÉTUDES DES MONTS SOUS-MARINS

8.3.1 CHOIX DU VÉHICULE SOUS-MARIN

De manière générale, les mesures de sécurité de l'AUV « A18D » sont apparues beaucoup trop restrictives pour garantir une continuité de l'acquisition de données sur des habitats tels que les monts sous-marins. L'alternative était l'utilisation du mode « *Transit* » de l'AUV afin de prévenir certaines interruptions durant l'acquisition mais ce mode de fonctionnement n'est pas nominal et peut entraîner une altération de la qualité des données.

- Le choix de l'AUV dans une campagne d'exploration profonde est très important, en particulier pour l'étude des monts sous-marins. D'autres AUVs grands fonds existent sur le marché, ils sont plus performants et présentent ainsi plus de flexibilité avec un meilleur rendement des acquisitions de données.

8.3.2 COMMUNICATION AVEC L'AUV

Certaines interruptions de mission entraînent une remontée directe de l'AUV « A18D » en surface et la position de la balise USBL sur le dessus de l'engin empêche de maintenir une communication acoustique durant cette phase de remontée. L'AUV « A18D » est donc incapable de recevoir une consigne depuis la salle de contrôle du navire et la seule solution est d'attendre qu'il remonte en surface pour passer sur une communication wifi avec le véhicule. Sur une profondeur de 2000m, cela entraîne une perte de temps d'environ 1h à chaque incident de ce type.

- En cas d'interruption de mission, il serait pertinent d'ajouter une phase de stand-by de l'AUV « A18D » à quelques mètres au-dessus du fond qui permettrait de transmettre convenablement les nouvelles indications et d'éviter ainsi la perte de temps liée à une remontée en surface, puis d'une redescende assortie d'une nouvelle relocalisation USBL au fond.

8.3.3 LOGICIEL DE GESTION DE LA NAVIGATION

Une fois l'AUV « A18D » immergé, les échanges acoustiques avec la salle de contrôle depuis la surface offrent peu de possibilités et se limitent à la désignation de la mission à effectuer ou bien à un passage vers une nouvelle phase de la mission en cours. Il n'est pas possible de modifier un plan de mission

déjà établi ou bien de réaliser un transfert de données avant la remontée de l'AUV en surface et l'établissement d'une communication wifi.

Cette contrainte nécessite donc de faire un découpage préalable minutieux des missions en plusieurs sous-missions, afin de pouvoir rediriger l'AUV « A18D » vers une nouvelle phase en cas d'interruption de mission. Ce fonctionnement favorise la survenue d'erreurs humaines de programmation et la surcharge de la mémoire de l'AUV peut causer des interruptions évitables.

Le logiciel de planification de mission « CoMMi » utilisé dans le cadre cette campagne manque de flexibilité et de souplesse pour programmer les missions d'étude des monts sous-marins. Il ne permet pas (1) de faire des calculs de pentes sur les données acquises pour préparer les plans de missions des jours suivants, (2) d'importer ni d'exporter des couches .shp des plans de missions pour être visualisés dans d'autres logiciels de SIG (Global Mapper ou ArcGis). La définition des plans de lignes et le découpage en sous-missions était un travail fastidieux qui devait impérativement être réalisé par un opérateur directement sur « CoMMi ».

- Certains constructeurs d'AUVs utilisent d'autres logiciels de gestion de navigation, ils sont en mesure de réaliser des modifications des plans de missions, des consignes de vol et même de transférer des images (acoustiques et optiques) depuis le fond en utilisant la communication acoustique. Ils permettent également d'importer et d'exporter des couches .shp des plans de missions dans d'autres logiciels de SIG ce qui facilite grandement la définition des plans de lignes des missions de l'AUV.

8.3.4 SYSTEME DE MISE A L'EAU / RECUPERATION

Le système de mise à l'eau / récupération (LARS) de l'AUV « A18D » bouge beaucoup, même dans de bonnes conditions météorologiques clémentes, devenant très problématique, voir dangereux, par mer formée rendant les opérations impossibles.

- L'alternative lors de cette campagne était de multiplier le nombre de bras morts sur le pont du navire afin de maintenir la cage la plus stable possible pour la mise à la récupération du véhicule.

Le système de LARS est propre au véhicule déployé. Plusieurs types de LARS existent (Stinger, berceau, cage, portique, grue...) et certains systèmes peuvent permettre d'opérer les véhicules jusqu'à un état de mer 4 (sous réserve de l'accord du capitaine du navire).

8.3.5 CHOIX DU SONAR

Le Sonar à Ouverture Synthétique (SAS) utilisé lors de cette campagne a offert un rendement mitigé et beaucoup de dalles ont été manquantes malgré la sélection préalable de zones d'acquisition plates et homogènes.

- Un autre SAS ou bien un sonar latéral seraient probablement mieux adaptés dans l'étude des monts sous-marins présentant des reliefs abrupts.

8.3.6 CAPTEUR OPTIQUE ET COMPLEMENTARITE DE L'AUV AVEC UN ROV

Dans un objectif de cartographie des habitats des monts sous-marins, l'utilisation des capteurs optiques est intéressante en première approche. Les AUVs peuvent être équipés soit d'un appareil photo HD, soit d'une caméra HD.

Dans la cadre de SEAMONTI 2022, l'AUV « A18D » était équipé d'une caméra optique HD qui a révélé des limites pour l'identification des espèces.

→ Un appareil photo HD monté sur l'AUV serait mieux adapté dans l'étude des monts sous-marins, les autres AUVs grands fonds en sont équipés.

En seconde approche, complémentaire, l'exploitation de vidéos acquises avec un robot sous-marin de type ROV (« Remotely Operated Vehicle ») pourrait permettre d'affiner l'identification des espèces et ainsi de mieux appréhender la diversité de ces habitats.

A l'issue de la réunion de fin de campagne du 01/07/2022 entre ABYSSA et les équipes du PNMCCA et de la DFM de l'OFB, une réflexion a été menée afin de prolonger la campagne SEAMONTI 2022 par une campagne ROV et acquérir des données supplémentaires pour compléter les premières acquisitions de données réalisées à partir de l'AUV « A18D » et ainsi consolider l'objectif d'une première caractérisation de ces deux monts sous-marins. La campagne SEAMONTI ROV 2023 a été réalisée par ABYSSA en mars 2023 et l'analyse et le traitement des données font l'objet d'un document complémentaire.

9 BIBLIOGRAPHIE

- Auster P., Watling L. (2009) Beaked whale foraging areas inferred by gouges in the seafloor. *Mar Mammal Sci* 26:226–233. doi: 10.1111/j.1748-7692.2009.00325.x
- Bell R.J., Mayer L., Konnaris K., Bell K.L.C., Ballard R. (2011) Potential Marine Mammal-Induced Seafloor Scours on Eratosthenes Seamount. *Oceanography* 24:31–31.
- Haggan N. (2008) Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation.
- Hastie A.R., 2021. in *Encyclopedia of Geology (Second Edition)*, 2021
- Kaufmann R.S., Wakefield W.W., Genin A. (1989) Distribution of epibenthic megafauna and lebensspuren on two central North Pacific seamounts. *Deep Sea Research Part A Oceanographic Research Papers* 36:1863–1896. doi: 10.1016/0198-0149(89)90116-7
- Leitner A.B., Durden J.M., Smith C.R., Klingberg E.D., Drazen J.C. (2021a) Synphobranched eel swarms on abyssal seamounts: Largest aggregation of fishes ever observed at abyssal depths. *Deep Sea Res Part Oceanogr Res Pap* 167:103423. doi: 10.1016/j.dsr.2020.103423
- Leitner A.B., Drazen J.C., Smith C.R. (2021b) Testing the Seamount Refuge Hypothesis for Predators and Scavengers in the Western Clarion-Clipperton Zone.
- Marsh L., Huvenne V.A.I., Jones D.O.B. (2018) Geomorphological evidence of large vertebrates interacting with the seafloor at abyssal depths in a region designated for deep-sea mining. *R Soc Open Sci* 5:180286. doi: 10.1098/rsos.180286
- Millot, C., 1999 : Circulation in the western Mediterranean Sea, *J. Marine Res.*, 20, 423-442
- Przeslawski R., Dundas K., Radke L., Anderson T. (2012) Deep-sea Lebensspuren of the Australian continental margins. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 65:26–35. doi: 10.1016/j.dsr.2012.03.006
- Rehaut J.P., Honthaas C., Guennoc P., Bellon H., Ruffet G., Cotten J., Sosson M., Maury R., 2012. Off-shore Oligo-Miocene volcanic fields within the Corsica-Liguria Basin: Magmatic diversity and slab
- Rollet N., Déverchère J., Beslier M.O., Guennoc P., Réhault J.P., Sosson M., Truffert C., 2002. Back arc extension, tectonic inheritance, and volcanism in the Ligurian Sea, Western Mediterranean. *Tectonics*, Vol. 21, No. 3.
- Smith D.G., Lin J., Chen H-M., Pogonoski J.J. (2015) *Nettenchelys erroriensis* Karmovskaya 1994. doi: 10.5281/zenodo.5623635
- Sosson M., Guennoc P., 1997. CYLICE cruise, RV Le Nadir.
<https://campagnes.flotteoceanographique.fr/campagnes/97080120/>

10 ANNEXES

10.1 ANNEXE I : ARBORESCENCE DES DONNEES BRUTES ET TRAITEES FOURNIES AVEC LE RAPPORT

10.1.1 ARBORESCENCE DES DONNEES BRUTES

Les données sauvegardées quotidiennement lors de la campagne SEAMONTI sur les deux disques durs sécurisés (back-up) étaient séparées en trois dossiers selon les sites étudiés :

- Dossier « Test à Giens » (Zone de test avant le démarrage stricto sensu de la mission)
- Dossier « Site d'Ajaccio »
- Dossier « Site de l'Agriate »

Chaque dossier était divisé en sous-dossiers et classé par jour d'acquisition comprenant :

- Fichiers données « **XYZ** » : pour la construction du Modèle Numérique de Terrain (MNT) ;
- Fichiers données « **bathymétriques** » : (.S7K et .row) ;
- Fichiers données « **SAS** » : dalles (.bmp, .ovr, .kml, .til, .tif) ;
- Fichiers données « **vidéo** » : (.ts et .srt) ;
- Fichiers données « **paramètres océanographiques** » : conductivité, température, profondeur (CTD), courantologie (vitesse et direction), compilés en .csv selon les différents fichiers acquis par l'AUV ;
- Fichiers données « **paramètres de la sonde SVP** » : sonde mise à l'eau depuis le navire afin d'effectuer profil de la colonne d'eau pour paramétrer le GAPS ;
- Fichiers « **navigation** » : zones d'acquisition et hors acquisition (.shp).
-

10.1.2 ARBORESCENCE DES DONNEES FOURNIES AVEC LE RAPPORT

L'arborescence du jeu de données acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022 se présente en 5 niveaux :

10.1.2.1 Premier niveau de l'arborescence des données SEAMONTI

Le premier niveau comporte les dossiers suivants :

- "100_Essais_Giens" : comportant les données acquises au large de la presqu'île de Giens lors des tests en mer
- "200_Ajaccio" : comportant les données acquises au niveau du mont sous-marin d'Ajaccio
- "300_Agriate" : comportant les données acquises au niveau du mont sous-marin de l'Agriate
- "400_Metadonnees" : comportant le fichier .csv de metadata et les fichiers readme .txt détaillant le contenu de chaque dossier de premier niveau et les explications relatives à l'arborescence.
- "500_Rapports" : comportant les différents rapports produits lors de la campagne SEAMONTI et à terre lors du post-traitement.

Le fichier "[402_ReadMe_Arborescence](#)" présente l'arborescence du jeu de données acquises lors de la campagne SEAMONTI 2022.

10.1.2.2 Deuxième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI

Les 3 dossiers "100_Essais_Giens", "200_Ajaccio" et "300_Agriate" comportent une sous-arborescence de deuxième niveau pour les différents types de données traitées et les cartes produites, dans l'ordre suivant, ici dans l'exemple du dossier "200_Ajaccio" :

- "210_MBES"
- "220_SAS"
- "230_CAM"
- "240_OCEANO"
- "250_CTD"
- "260_Cartes"

Le dossier "100_Essais_Giens" comporte des exceptions étant donné l'absence d'acquisition de données CTD et l'absence de traitement des données acquises, le but de de ces essais étant de tester les équipements. Le détail sur cette situation est présenté dans le fichier "[403-ReadMe_Essais_Giens](#)".

10.1.2.3 Troisième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI

Ces dossiers triés par type de donnée comportent chacun une sous-arborescence de troisième niveau pour les différents types de fichiers produits pour chaque type d'acquisition, le détail sur ces types de fichier est détaillé dans le fichier "[401_Metadonnees.xls](#)", ici dans l'exemple du dossier "210_MBES":

- "211_XYZ"
- "212_S7K"
- "213_RAW"
- "214_Nav_SHP"
- "215_Zone_SHP"
- "216_GeoTiff"
- "217_Interpretation_SHP"

10.1.2.4 Quatrième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI

Ces dossiers peuvent comporter une sous-arborescence supplémentaire de quatrième niveau si des données sont disponibles avec différents formats, ici dans l'exemple du dossier " 270_Navi_All_SHP ":

- "271A_SHP"
- "271B_CSV"

10.1.2.5 Cinquième niveau de l'arborescence des données SEAMONTI

Un cinquième et dernier niveau de sous-arborescence supplémentaire est disponible si les données ont été acquises sur plusieurs jours et peuvent être mis à disposition pour chaque journée. Le jour est alors donné sous le format du numéro du jour de la campagne, par exemple J01 pour le premier jour de la campagne. Ici dans l'exemple du dossier "271A_SHP" nous avons pour les 4 jours d'acquisitions les dossiers suivants :

- "271A_J06"
- "271A_J07"
- "271A_J08"
- "271A_J09"
- "271A_J10"

10.1.2.6 Fichier de métadonnées

L'ensemble des fichiers présents dans chaque dossier est détaillé dans le fichier "[401_Metadonnees.xls](#)" avec :

- La position actuelle de ce type de fichier dans la colonne "Arborescence".
- La nomenclature de ce type de fichier expliquant le nom du fichier et les informations incluses dans ce nom dans la colonne "Nomenclature fichier".
- L'objet du fichier expliquant son origine dans la colonne "Objet".
- Le format du fichier dans la colonne "Format".
- Les variables incluses dans le fichier si lisible par l'utilisateur dans la colonne "Variables".
- Les unités correspondantes à chaque variable présentes dans le fichier (si disponible) dans la colonne "Unité".
- La description de chaque variable dans la colonne "Description".
- Les observations propres à chaque type de fichier dans la colonne "Observations".

10.2 ANNEXE II : ACCES DONNEES CAMERA GEOREFERENCEES SUR BIIGLE

BIIGLE⁷ est une plateforme gratuite d'annotation d'image et de vidéos en ligne et développée par le Centre de Biotechnologie (CeBiTec) de l'Université de Bielefeld en Allemagne. C'est un outil qui permet de visualiser et d'annoter des données optiques de manière collaborative. L'équipe de ABYSSA s'est servie de cette plateforme pour annoter l'ensemble des vidéos acquises en caméra optique durant la campagne SEAMONTI 2022.

Le lien d'accès au projet est le suivant : <https://biigle.de/project-invitations/c573ac0b-9f8e-4d4c-8a2a-61e57d2476db>

En suivant les instructions de création d'un compte sur la plateforme, ce lien donnera accès à un droit d'édition du projet, ce qui inclue la possibilité de modifier les annotations, d'inviter d'autres personnes pour enrichir les annotations réalisées par ABYSSA ainsi que de supprimer ou ajouter de nouvelles images.

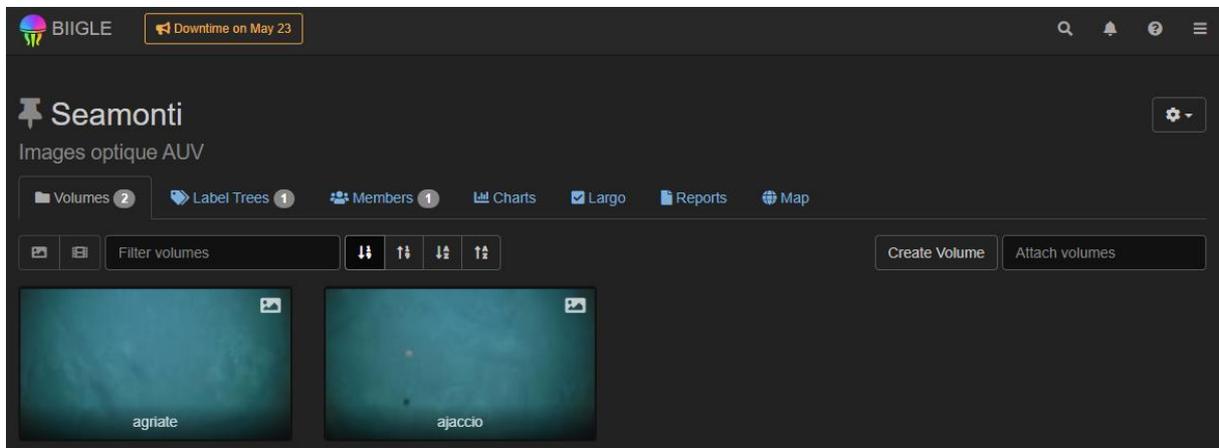


Figure 1. Page d'accueil du projet Seamonti sur Biigle.

A partir de la page d'accueil du projet SEAMONTI sur BIIGLE (Figure 1), il y a la possibilité d'afficher des graphiques qui résument la contribution des personnes ayant annotées les images, la répartition des différents taxons sur l'ensemble des données ainsi que d'autres informations générales, en utilisant le volet « **Charts** ». L'onglet « **Largo** » permet d'afficher sur la droite la liste des labels utilisés pour l'annotation et en déroulant la taxonomie jusqu'au plus bas niveau d'identification, il est possible d'afficher l'ensemble des individus labélisés sous l'entité taxonomique sélectionnée (Figure 2). L'onglet « **Reports** » permet d'éditer sous plusieurs formes différentes des rapports d'annotation au format .xlsx ou .pdf. L'onglet « **Map** » permet de géolocaliser les annotations réalisées dans le cadre du projet Seamonti. Enfin, en tant qu'éditeur du projet, il vous sera également possible d'ajouter des membres pour visualiser et/ou contribuer à de nouvelles annotations en utilisant l'onglet « **Members** ».

⁷ BIIGLE 2.0 - Browsing and Annotating Large Marine Image Collections. Langenkämper D, Zurowietz M, Schoening T, Nattkemper TW. *Frontiers in Marine Science*, 4, 83, 2017
 RecoMIA-Recommendations for Marine Image Annotation: Lessons learned and future directions. T Schoening, J Osterloff, TW Nattkemper, *Frontiers in Marine Science* 3, 59, 2016.

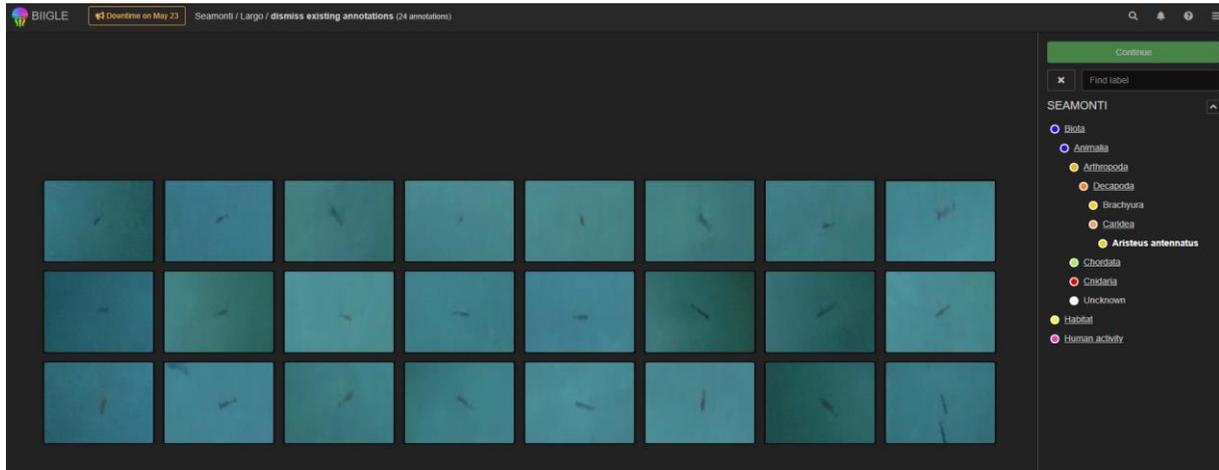


Figure 2. Ensemble des images comportant l'annotation *Aristeus antennatus* dans le projet Seamonti.

Depuis la page d'accueil du projet, il est possible d'accéder à un volume particulier (agriate ou ajaccio) en cliquant sur l'image correspondante (Figure 1). Des lors, un sous dossier avec l'ensemble des images annotées au sein de chaque site s'affiche à l'écran. En cliquant directement sur une image et en les faisant défiler une à une, il est alors possible de voir les annotations réalisées sur chacune d'entre elles (Figure 3). En revenant sur la page d'accueil d'un volume (par exemple agriate), sur la gauche différents outils permettent d'afficher les annotations d'une espèce donnée, de faire apparaître les annotations sur la carte, et même de tester de nouvelles options de détections automatiques récemment implémentées sur la plateforme par les développeurs.

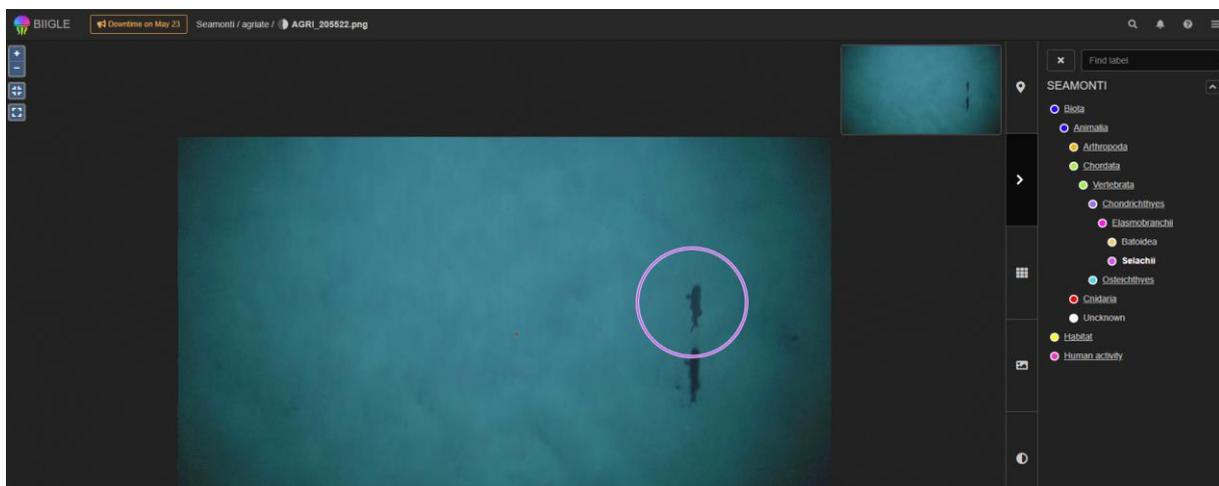


Figure 3. Image comportant une annotation de requin profond (infraclass Selachii) sur le mont sous-marin de l'Agriate.

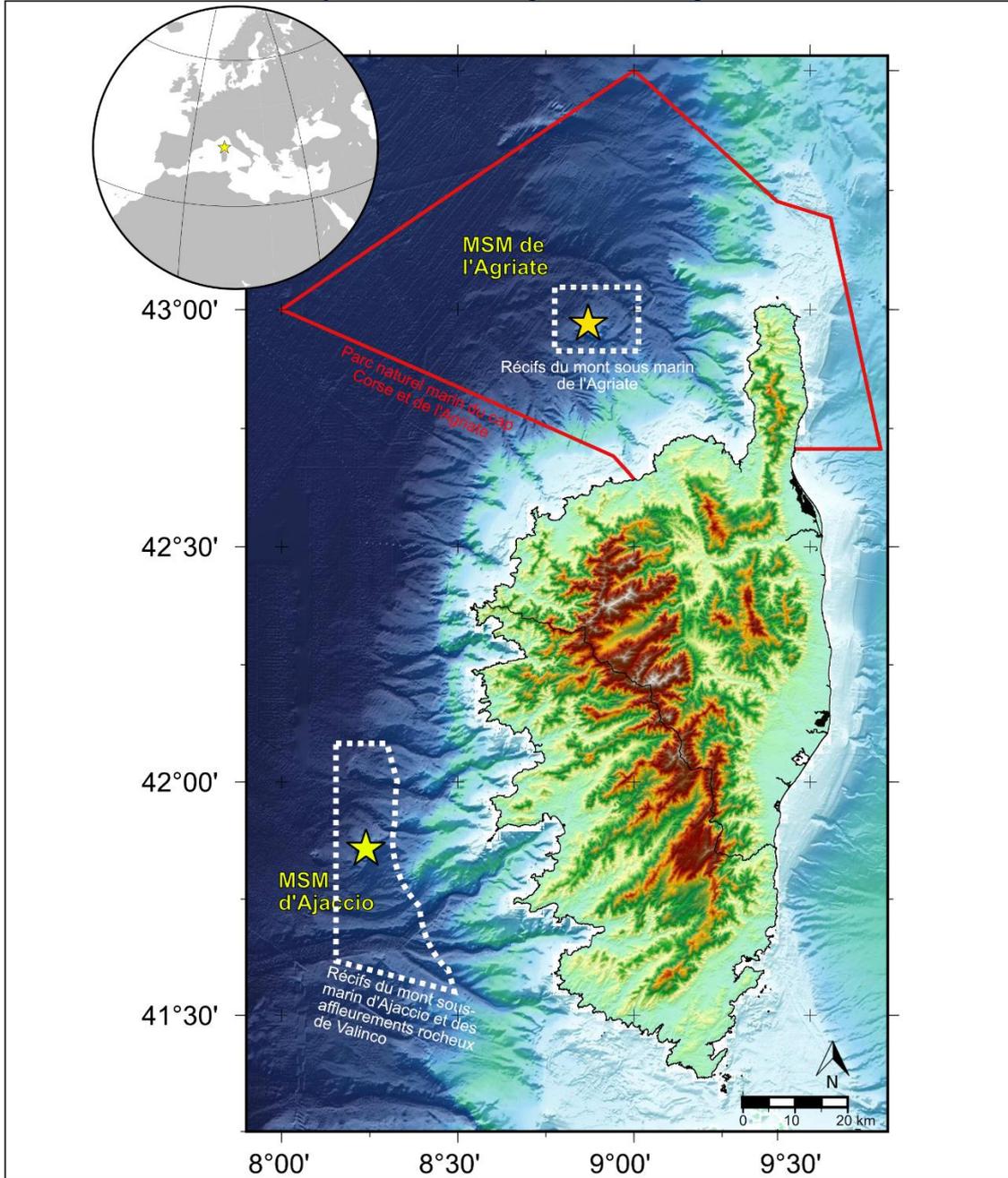
Le manuel complet de l'utilisation de la plateforme BIIGLE est à retrouver sur la page suivante : <https://biigle.de/manual>

Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à recontacter les équipes d'ABYSSA.

10.3 ANNEXE III : CARTES PRODUITES SOUS LA CHARTE DE L'OFB

MEDITERRANEE > CORSE

Carte bathymétrique SHOM (100 m) de positionnement des Monts Sous-marins d'Ajaccio et de l'Agriate au large de la Corse



Projet carte_a4pa

Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

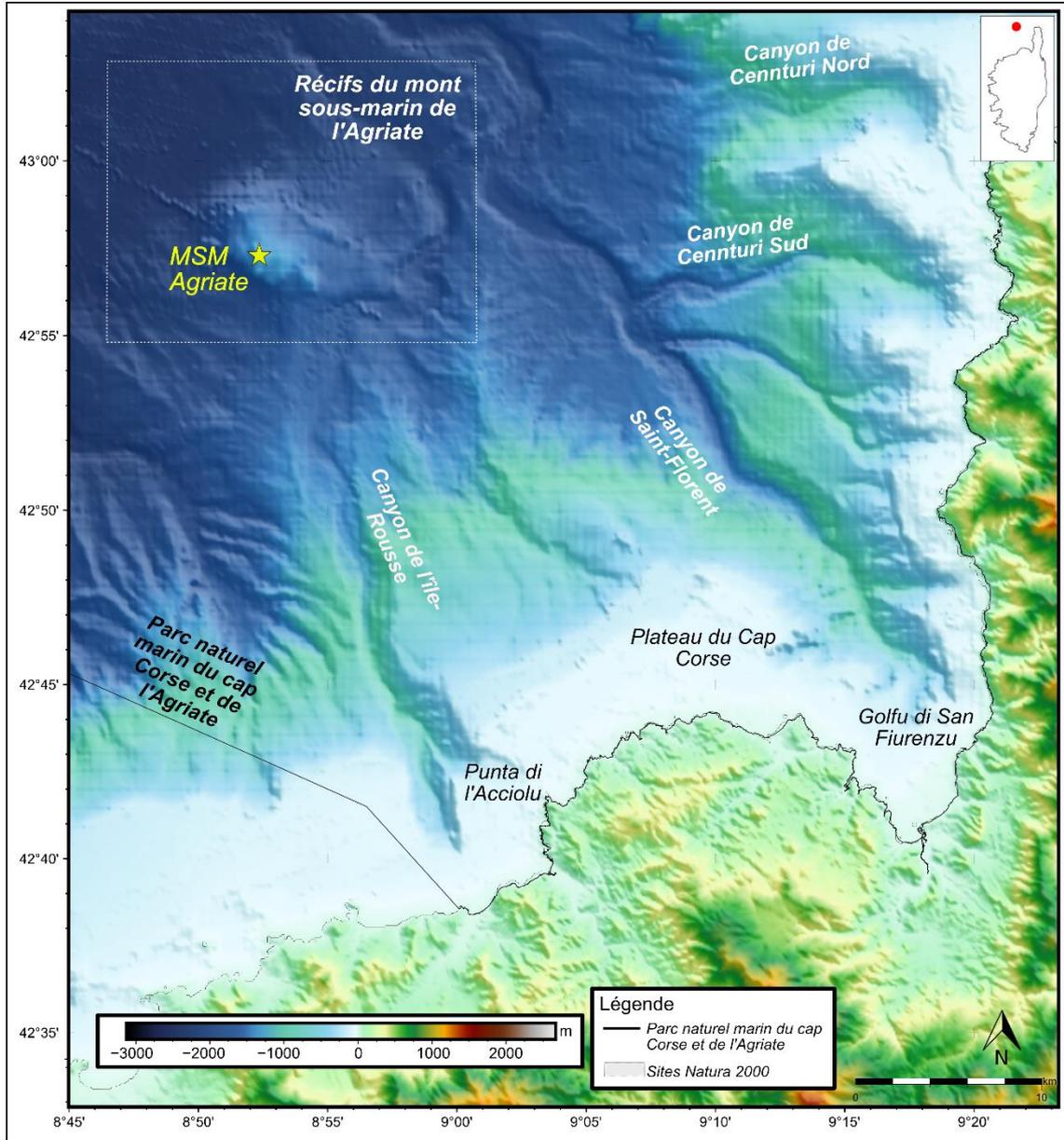
Source des données :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Légende

- Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate
- Sites Nature 2000

Carte bathy-morphologie régionale de la Corse
 ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Carte bathymétrique SHOM (100 m) de la région du MSM de l'Agriate



Projet carte_a4pa

Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

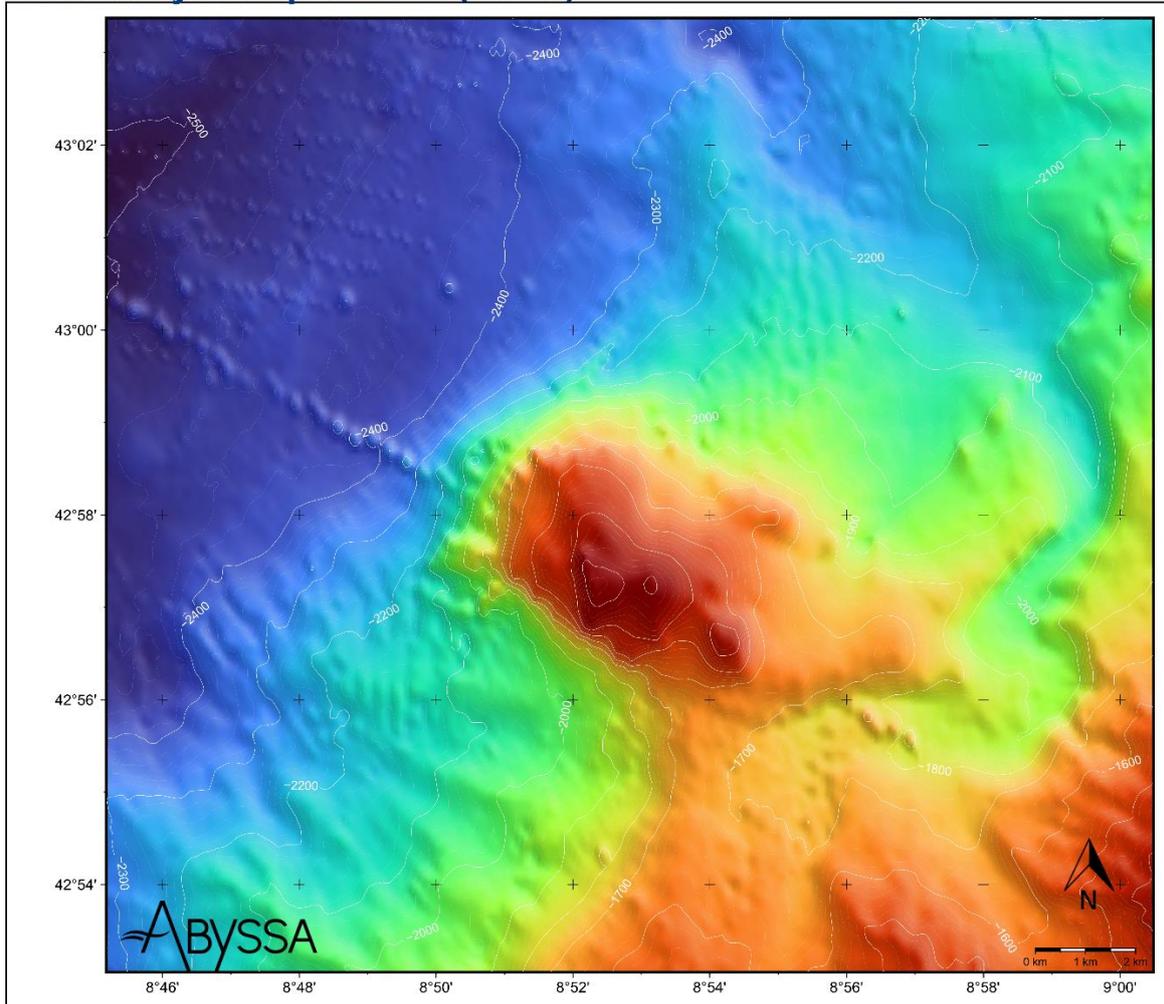
Région du Mont Sous-Marin de l'Agriate

ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

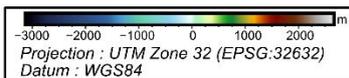
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Carte bathymétrique SHOM (100 m)



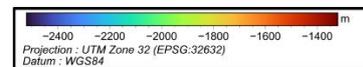
Projet carte_a4pa



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

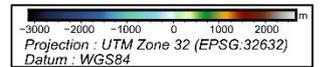
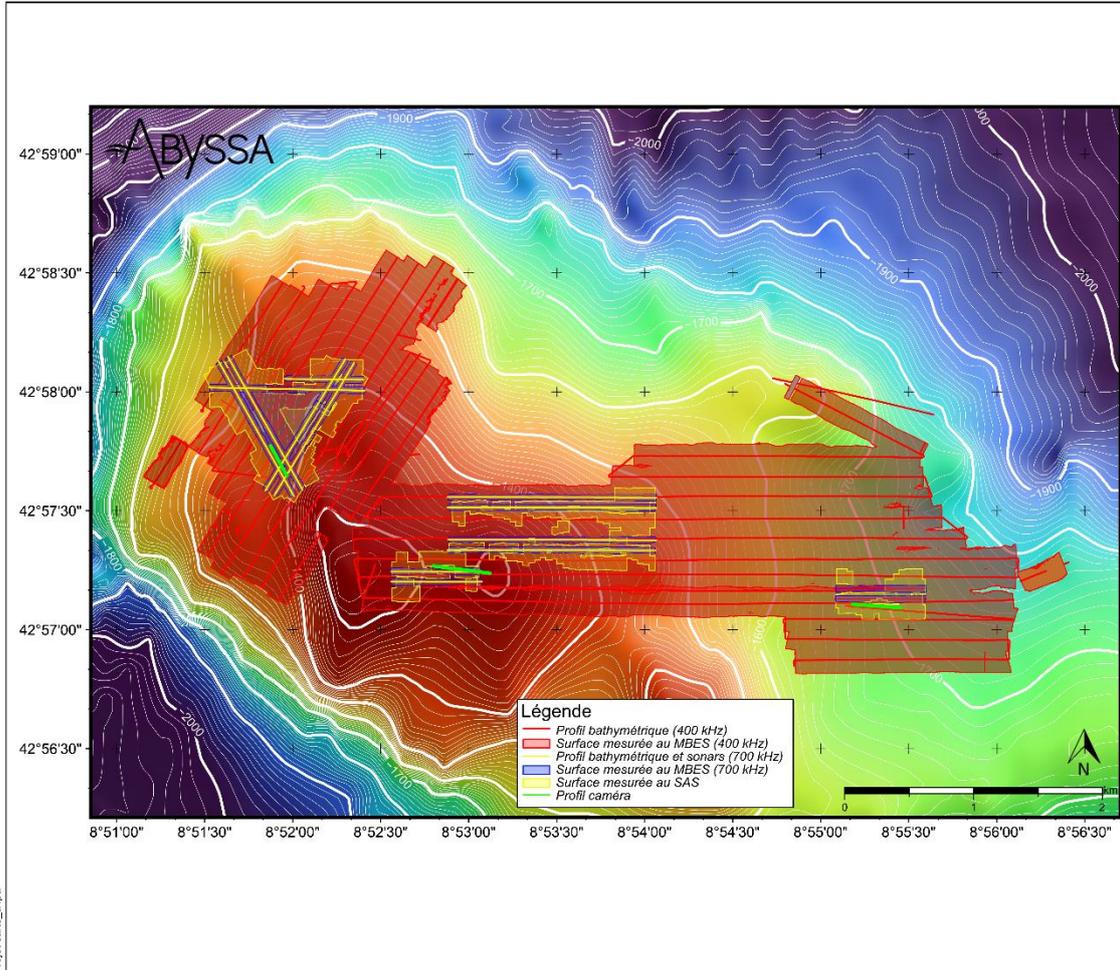
Mont Sous-Marin de l'Agriate

ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632



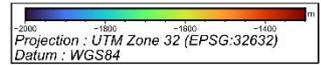
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Carte de positionnement des acquisitions de données sur le MSM de l'Agriate



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin de l'Agriate
 ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

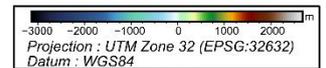
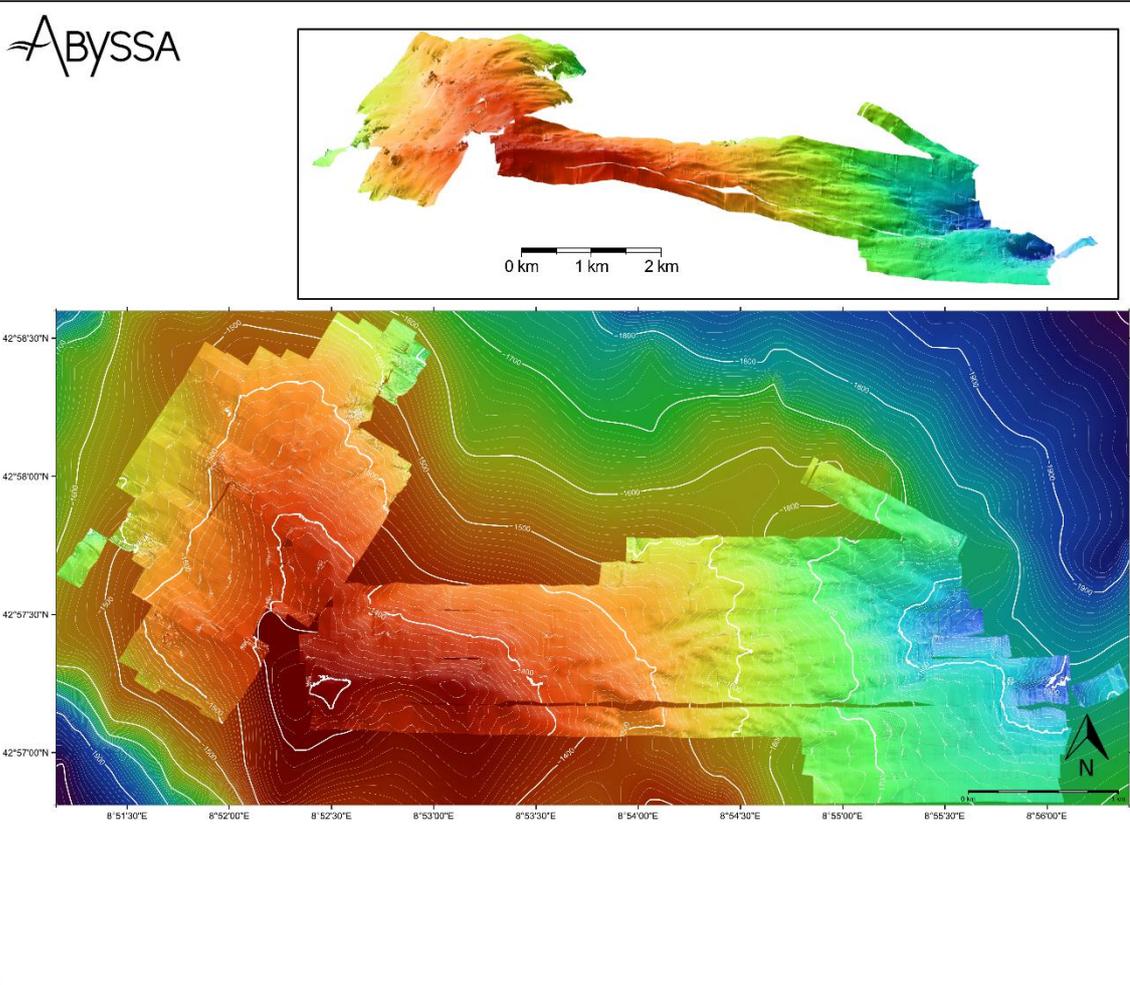


Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Projet carte_agria

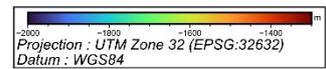


MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Carte bathymétrique SEAMONTI AUV 2022 (2m)



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin de l'Agriate
 ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

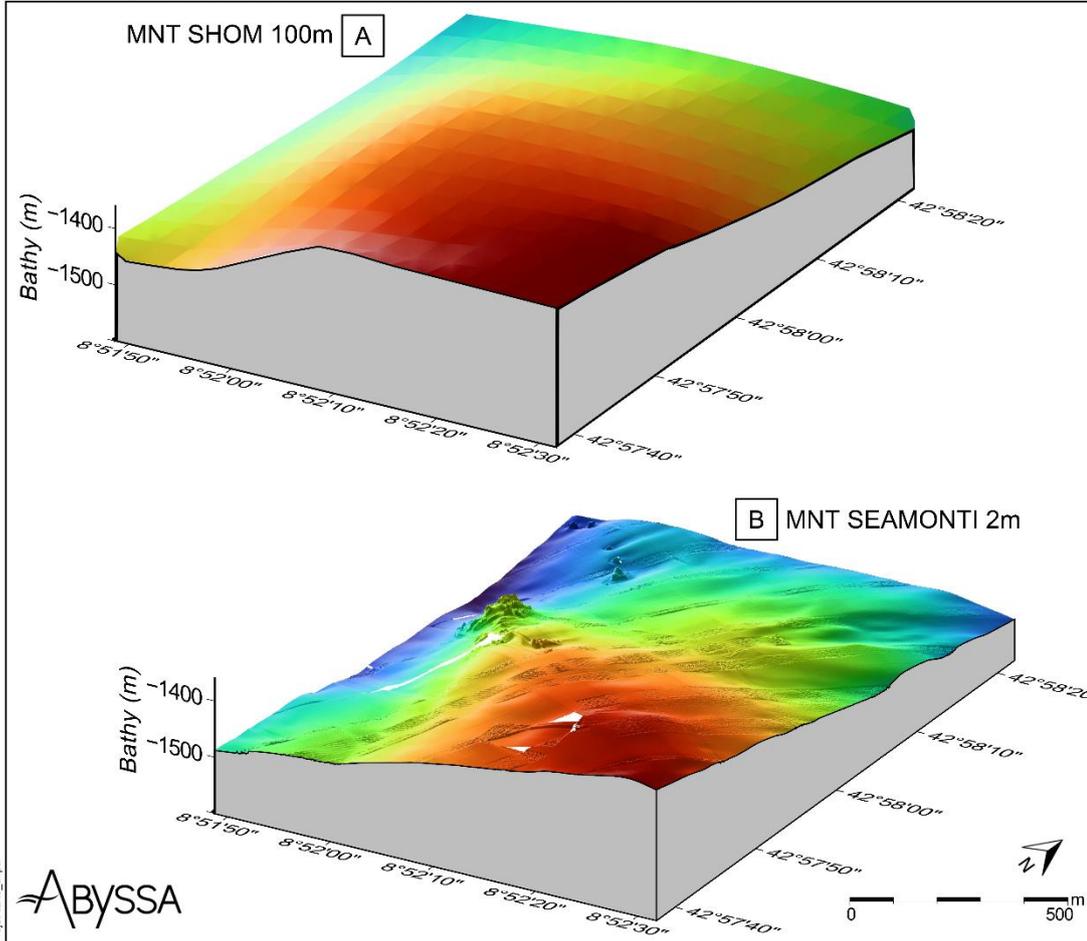


Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/PNMCCA

Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Blocs 3D pour les MNT 100m (SHOM) et 2m (SEAMONTI)



Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

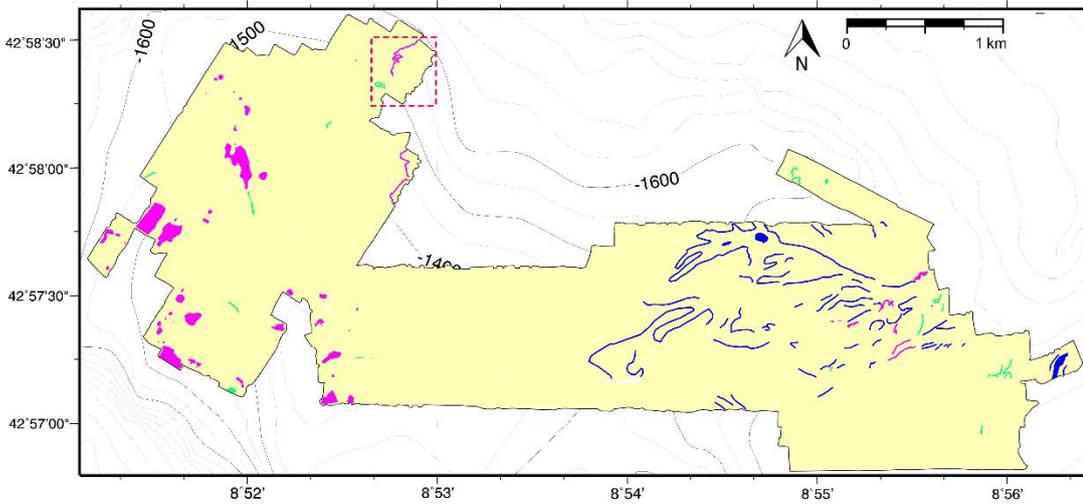
Mont Sous-Marin de l'Agriate
 EDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

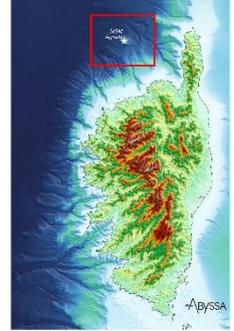
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/ PNMCCA

MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN DE L'AGRIATE
Carte des sédiments sur le MSM de l'Agriate



Légende	
Faciès :	Faciès sablo-vaseux
Structures indurés :	Roche
Structures sédimentaires :	Turbidite
	Dune



Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84
 Source de la carte d'embrise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

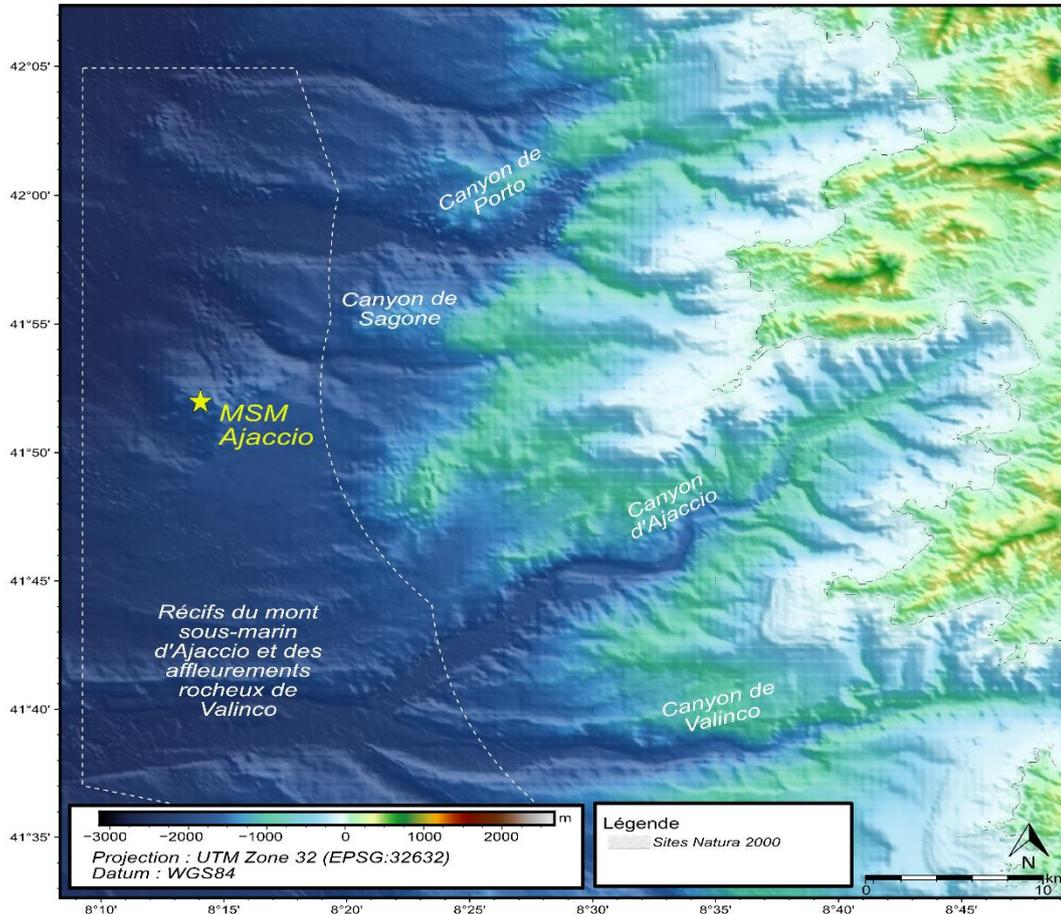
Mont Sous-Marin de l'Agriate

ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632
 Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/ PNMCCA

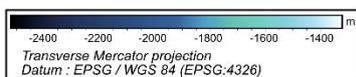
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Carte bathymétrique SHOM (100 m) de la région du MSM d'Ajaccio



Projet carte_a4pa



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

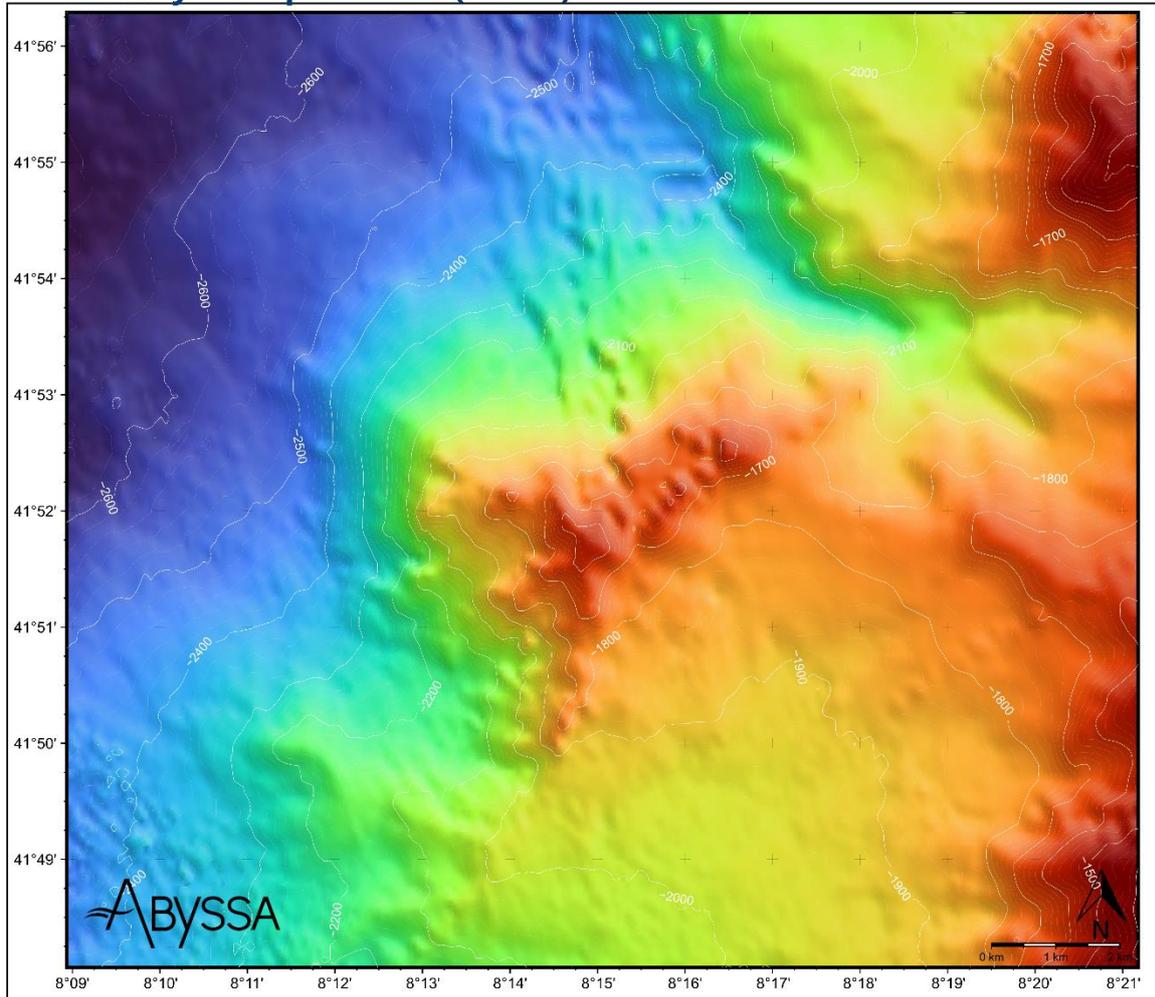
Région du Mont Sous-Marin d'Ajaccio

ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

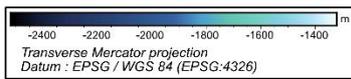
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade
 Méditerranée et Corse (édition 2010,
 résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Carte bathymétrique SHOM (100 m)

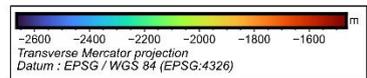


Projet carte_04pa



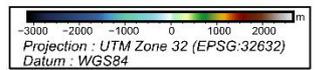
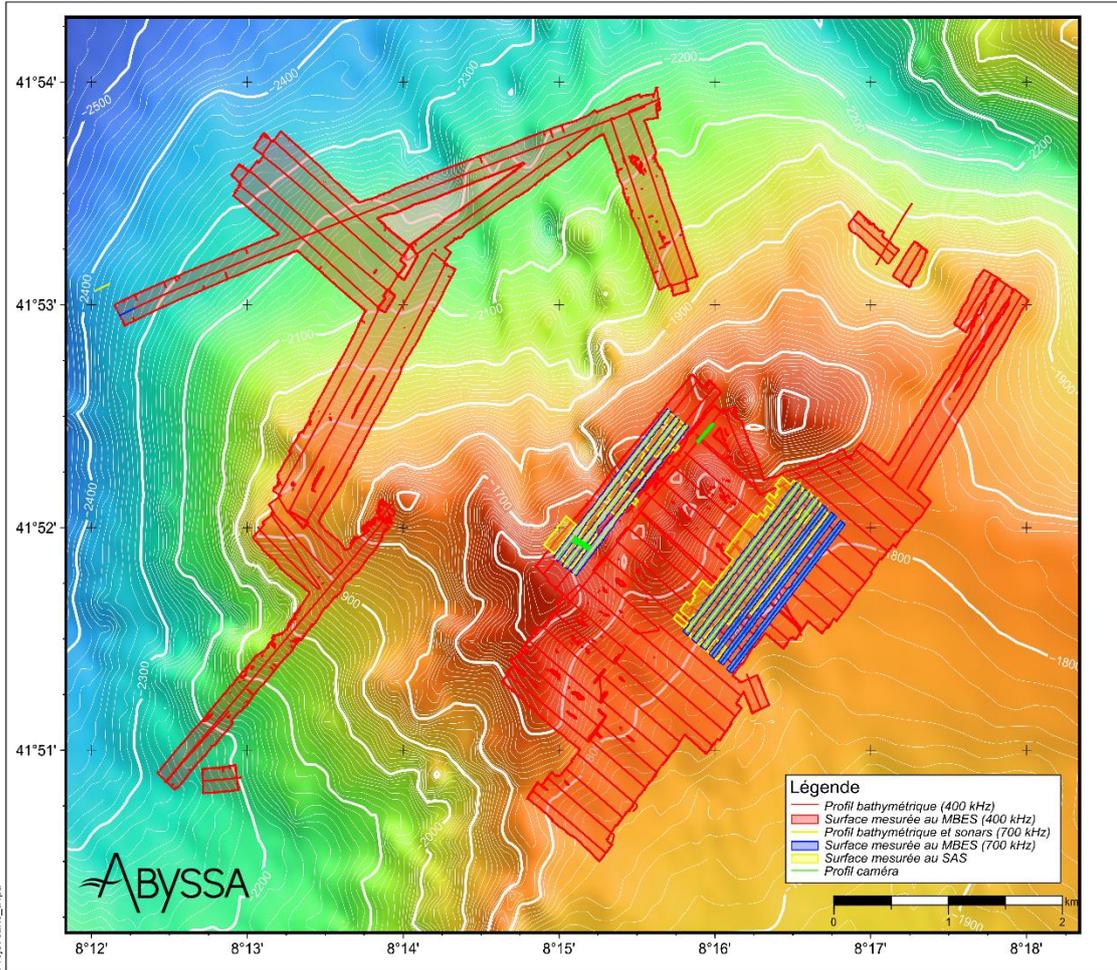
Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin d'Ajaccio
 ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632



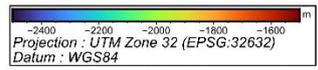
Source des données MNT 100m :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Carte de positionnement des acquisitions de données sur le MSM d'Ajaccio



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

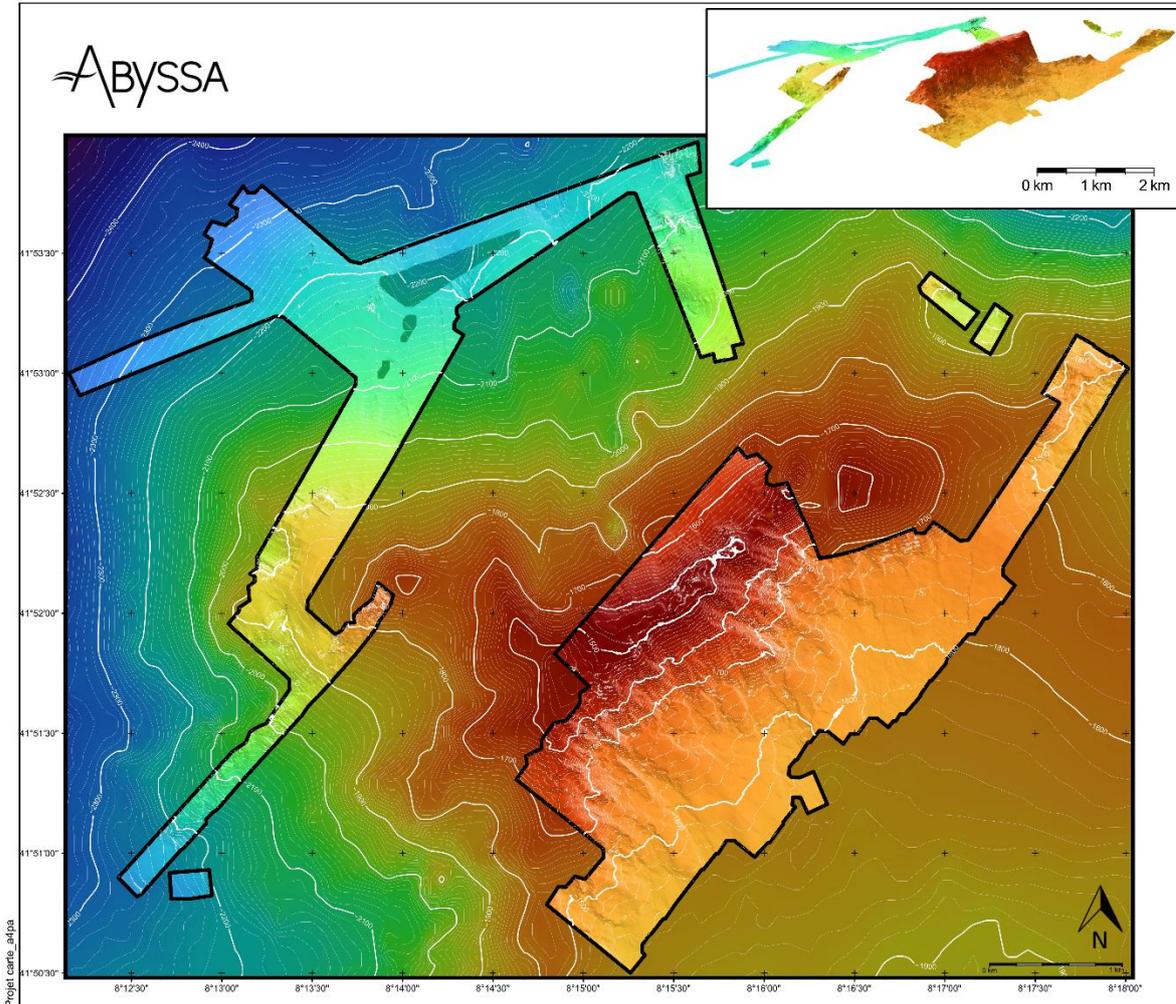
Mont Sous-Marin d'Ajaccio
 EDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632



Source des données de fond de carte : MNT 100m - Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Carte bathymétrique SEAMONTI AUV 2022 (2m)



Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin d'Ajaccio
 ÉDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

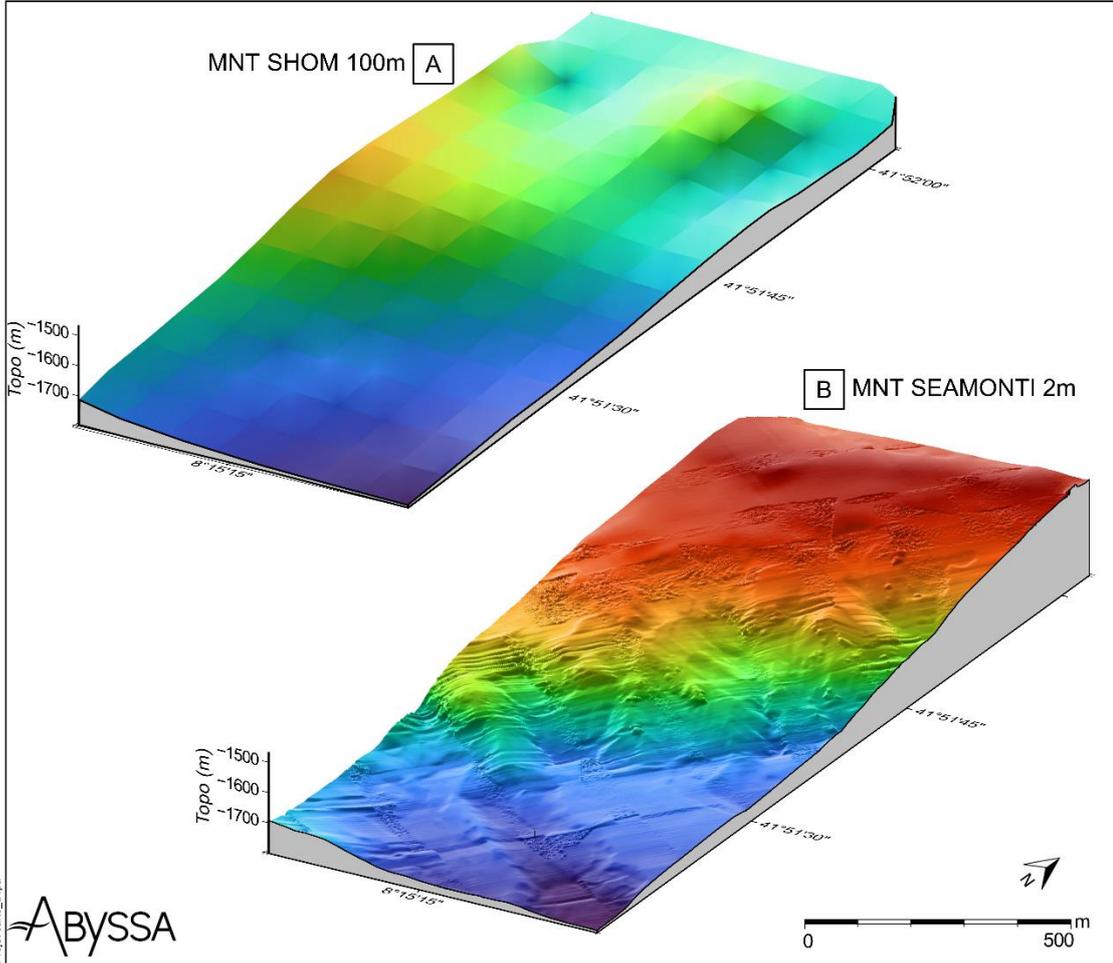
Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/ PNMCCA

Source des données de fond de carte : MNT 100m - Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Blocs 3D pour les MNT 100m (SHOM) et 2m (SEAMONTI)



Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Source de la carte d'emprise :
 Bathymorphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin d'Ajaccio
 EDITÉE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

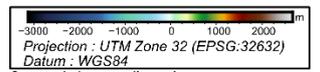
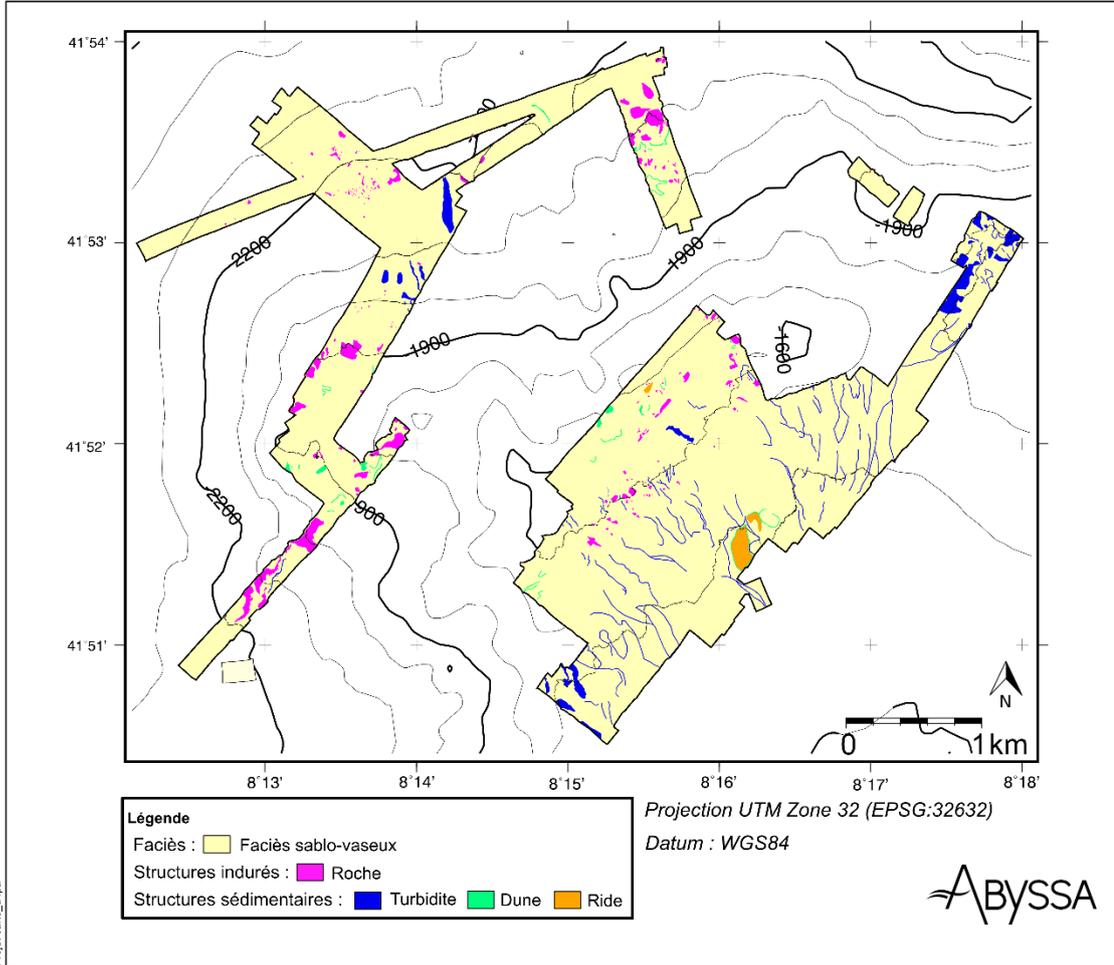
Projection : UTM Zone 32 (EPSG:32632)
 Datum : WGS84

Source des données MNT 100m :
 Bathymorphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/ PNMCCA



MEDITERRANEE > CORSE > MONT SOUS-MARIN D'AJACCIO
Carte des substrats sur le MSM d'Ajaccio



Source de la carte d'emprise :
 Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml

Mont Sous-Marin d'Ajaccio
 EDITEE LE : 28/04/2023
 Système de coordonnées : EPSG:32632

Source des données MNT 2m :
 SEAMONTI AUV 2022 : ABYSSA/OFB-DF ED/ PNMCCA

Source des données de fond de carte : MNT 100m - Bathy-morphologie régionale de la façade Méditerranée et Corse (édition 2010, résolution 100m).
https://services.data.shom.fr/geonetwork/srv/api/records/BATHYMETRIE_MBAN_MEDITERRANEE_100_01_R.xml



Projet carte_mfna

