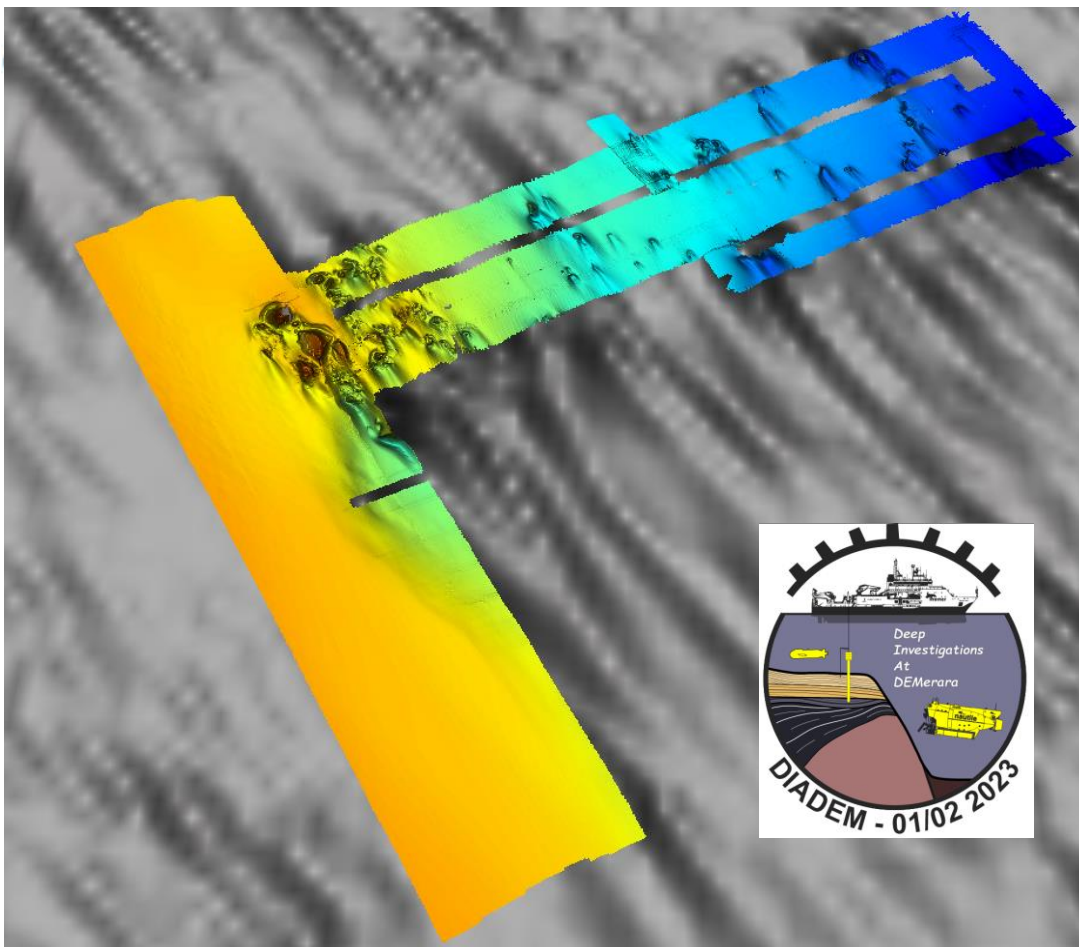


Mission DIADEM : Traitement des données SMF coque et AUV

*N/O Pourquoi pas ?
9 Janvier au 7 Février 2023
Océan Atlantique équatorial*

GEO-OCEAN – ANTIPOD – Février 2023



Fiche documentaire

Titre du rapport : Mission DIADEM : Traitement des données SMF coque et AUV	
Référence interne : PDG/REM/GEO-OCEAN/ANTIPOD-20230207-02 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : 2032/01/26 <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : 2023/02/07 Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : Ce document présente un compte rendu de traitement des données des sondeurs multifaisceaux (SMF du N/O Pourquoi Pas ? et de l’AUV Idef ^x) lors de la mission DIADEM.	
Mots-clés/ Key words : SMF, AUV	
Comment citer ce document :	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Commanditaire du rapport :	
Nom / référence du contrat : <input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne du rapport intermédiaire : PDG/REM/GEO-OCEAN/ANTIPOD-20230207-02)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : DIADEM (Dive At DEMerara)	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Pauline DUPONT / Pauline.dupont@ifremer.fr Paul Blin / Paul.Blin@univ-perp.fr	PDG/REM/GEO-OCEAN/ANTIPOD Université de Perpignan/CEFREM
Encadrement(s) :	
Destinataires : C. Basile, Université de Grenoble L. Loncke, Université de Perpignan A. Gaillot, GEO-OCEAN, ANTIPOD Electroniciens Pourquoi Pas ?, GENAVIR Service Electronique Navire, GENAVIR Brest	
Validé par :	

Sommaire

Table des matières

1. Description de la mission	6
2. N/O Pourquoi Pas ?.....	7
2.1. Sondeur multifaisceaux Reson Seabat 7150.....	7
2.1.1. Description.....	7
2.1.2. Configuration	8
2.2. Traitement des données bathymétriques	9
2.3. Traitement de la colonne d'eau.....	12
3. AUV Idef^x.....	14
3.1. Sondeur multifaisceaux EM2040.....	14
3.1.1. Description.....	14
3.1.2. Configuration	15
3.2. Traitement des données bathymétriques SMF AUV	16
3.2.1. PL-318-01	17
3.2.2. PL-319-02	18
3.2.3. Compilation bathymétrique	19
3.3. Traitement de la réflectivité acoustique	20
3.4. Traitement de la colonne d'eau.....	21
4. Conclusion.....	22

1. Description de la mission

Le plateau marginal de Demerara prolonge vers le large la marge continentale du Suriname et de la Guyane française, à des profondeurs de 1000 à 3000 m. La structure de ce plateau est issue d'une histoire géologique polyphasée, avec la formation successive d'une marge divergente orientale au Jurassique, puis des marges divergente à l'Est et transformante au Nord au Crétacé. La nature du soubassement du plateau a été révélée en 2016 par les résultats de deux campagnes à la mer: DRADEM (dragages) et MARGATS (sismique multitrace et grand angle). Elles ont montré que la marge Jurassique était une marge divergente magmatique, le socle du plateau étant constitué d'un empilement de corps magmatiques sur plus de 20 km d'épaisseur. Les échantillons recueillis indiquent que le magmatisme était associé à un point chaud actif à 173 Ma. Les reconstructions cinématiques suggèrent qu'il s'agit du même point chaud qui se trouvait au centre de la Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) à 200 Ma.

A l'image d'un plateau océanique, la croûte du plateau marginal de Demerara s'est donc construite par l'accumulation de matériaux magmatiques, non pas au milieu d'un océan mais sur un pied de marge continentale divergente. Ce plateau marginal représente de plus un exemple très particulier où le même point chaud aurait successivement contrôlé les deux épisodes de rifting à la fin du Lias puis au Crétacé inférieur.

Le plateau de Demerara présente également des processus de surfaces spécifiques. Il forme un saillant bathymétrique à la jonction entre Atlantique équatorial et Atlantique central. Cette morphologie dévie et accélère les courants de fonds (North Atlantic Deep Water (NADW) notamment), qui contrôlent un système sédimentaire dominé par les contourites. Il en résulte des structures bathymétriques de très grandes tailles (champs de rides longitudinales, comètes géantes) dont la répartition et les modes de développement semblent contrôlés par la morphologie héritée de glissements gravitaires successifs (en aval d'une cicatrice d'arrachement que l'on peut suivre sur 350 km de long), et peut être par des sorties de fluides actives. Les archives sédimentaires existantes permettent de reconstituer les variations d'intensité de la NADW sur les derniers 100000 ans, ce qui éclaire la dynamique de la circulation océanique dans ce domaine tropical notamment lors des transitions glaciaire-interglaciaire.

L'objectif de la campagne DIADEM (Dives At DEMerara) est de tester les hypothèses de formation du plateau de Demerara et de ses structures superficielles à partir d'observations et d'échantillonnage au fond (Nautile et carottes) ou à proximité du fond (AUV). Il s'agit en priorité de:

- cartographier et dater les roches magmatiques affleurant sur la pente du plateau, et les replacer dans la série sédimentaire pour vérifier le modèle d'évolution lié au point chaud, et reconstituer l'influence de ce dernier en particulier sur les mouvements verticaux du plateau et sur les différents épisodes de déformation. Proposition de campagne à la mer Flotte océanographique Française Sep 28, 2018, 5:20 PM 8 / 29

- combiner cartographie haute résolution, mesures hydrodynamiques et échantillonnage pour caractériser les irrégularités morphologiques qui contrôlent la sédimentation récente, comprendre leur répartition et les processus sédimentaires associés dans un contexte de fort courant de fond.

- recueillir une archive sédimentaire et paléo-océanographique au-delà des derniers 100 000 ans, via des carottes longues positionnées dans le corps de la levée contouritique.

Les données recueillies permettront également d'explorer les sorties de fluides d'un probable volcan de boue, ainsi que celles supposées être associées aux glissements gravitaires et aux formations de canyons sur la pente. Elles permettront enfin une meilleure compréhension de la formation de la glauconie en contexte contouritique, ainsi qu'un enregistrement Pléistocène moyen-supérieur de l'activité des courants corrélée aux variations climatiques.

2. N/O Pourquoi Pas ?

2.1. Sondeur multifaisceaux Reson Seabat 7150

2.1.1. Description



Figure 1 : SMF Seabat 7150.

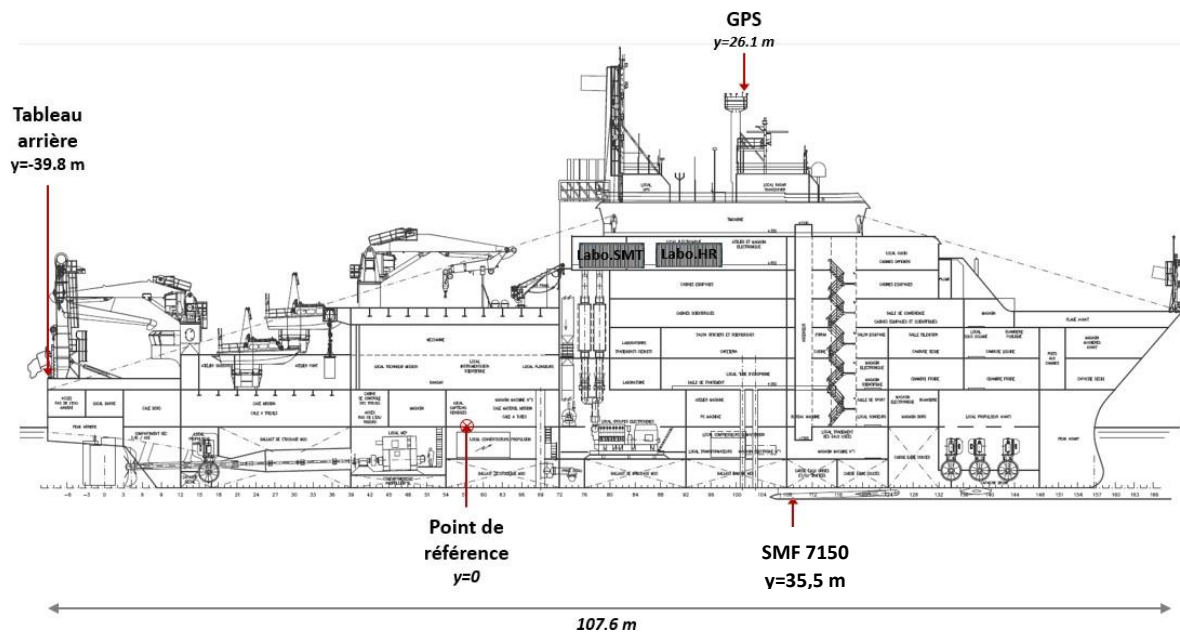


Figure 2 : N/O Pourquoi pas ?, vue de profil, localisation du GPS navire et du Seabat 7150 dans le référentiel du navire.

Constructeur : Reson

Signaux émis : 12 kHz (mode large couverture) et 24 kHz (mode haute résolution)

Profondeur maximale : 12000 m – 12 kHz / 5000 m – 24 kHz

Largeur de fauchée : 16 km max – 12 kHz / 8 km max – 24 kHz

Nombre de faisceau : 880 équidistants

Système de contrôle de l'émission / acquisition : Reson PDS 3.9.3.0 (Windows 7)

2.1.2. Configuration

Le sondeur est relié à différents capteurs annexes dont les données sont utilisées pour assurer une mesure précise :

- Thermosalinomètre, pour la formation de faisceaux ;
- Sondes SIPPICAN, pour la flexion des rayons ;
- Centrale d'attitude, pour la compensation de mouvement ;
- Horloge de précision, pour synchroniser les données.

De plus, tout dispositif acoustique à bord du N/O Pourquoi Pas ? peut être synchronisé pour faire face aux interférences acoustiques.

Voici la configuration actuelle du sondeur multifaisceaux :

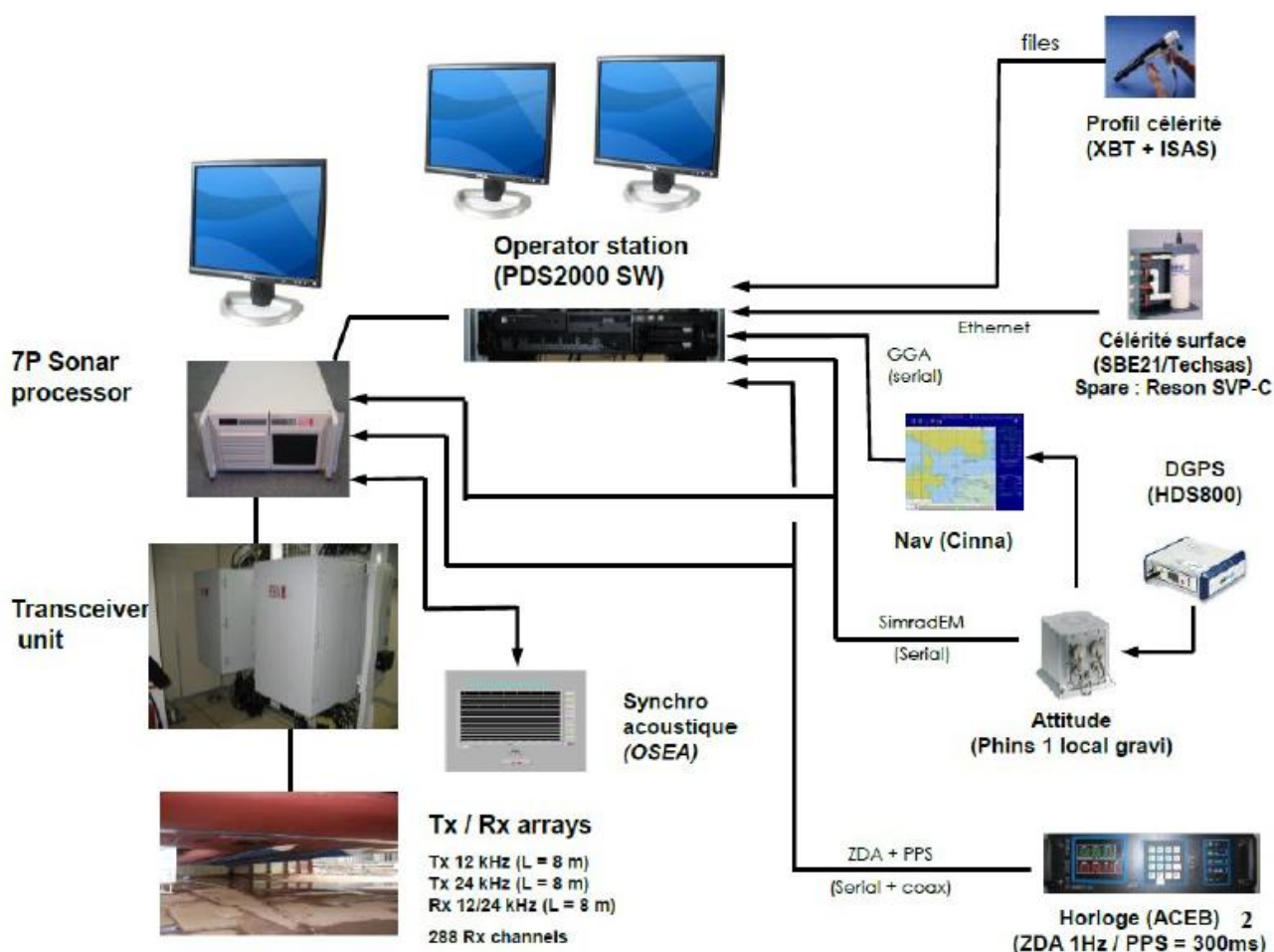


Figure 3 : Configuration du Reason Seabat 7150

2.2. Traitement des données bathymétriques

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel GLOBE (version 1.18.12), suivant les étapes ci-dessous :

1. Conversion des fichiers .s7k en .xsf,
2. Estimation et compensation des biais d'attitude systématiques (roulis, tangage, cap),
3. Estimation et compensation des biais de célérité,
4. Filtrage automatique des données,
5. Epuration manuelle des sondes,
6. Maillage des sondes validées dans modèle numérique de terrain,
7. Export des navigations par profil et du MNT en GeoTIFF, pour intégration dans le SIG.

Un filtrage sur les normales des faces du maillage par triangulation de Delaunay des sondes brutes (paramètres 6, 4, 60°) a permis de supprimer la plupart des sondes erronées. Les données présentaient cependant un important nombre de sondes erronées persistantes, et un contrôle et une invalidation manuelle des sondes restantes a permis de s'assurer de leur filtrage.

Les sondes épurées ont été maillées à 50 m avec une interpolation après maillage dans une fenêtre glissante (ellipsoïde WGS84, projection World Mercator). Le résultat de ces traitements est présenté ci-après

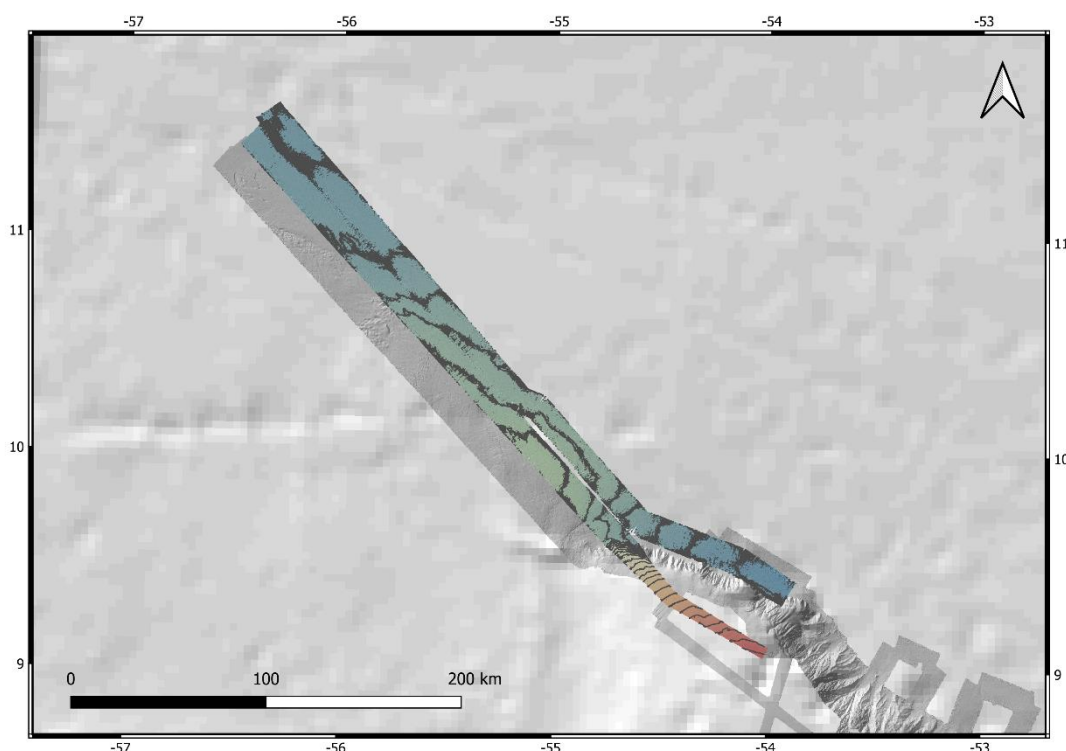


Figure 4 : Localisation du levé bathymétrique du navire lors du transit aller et retour.

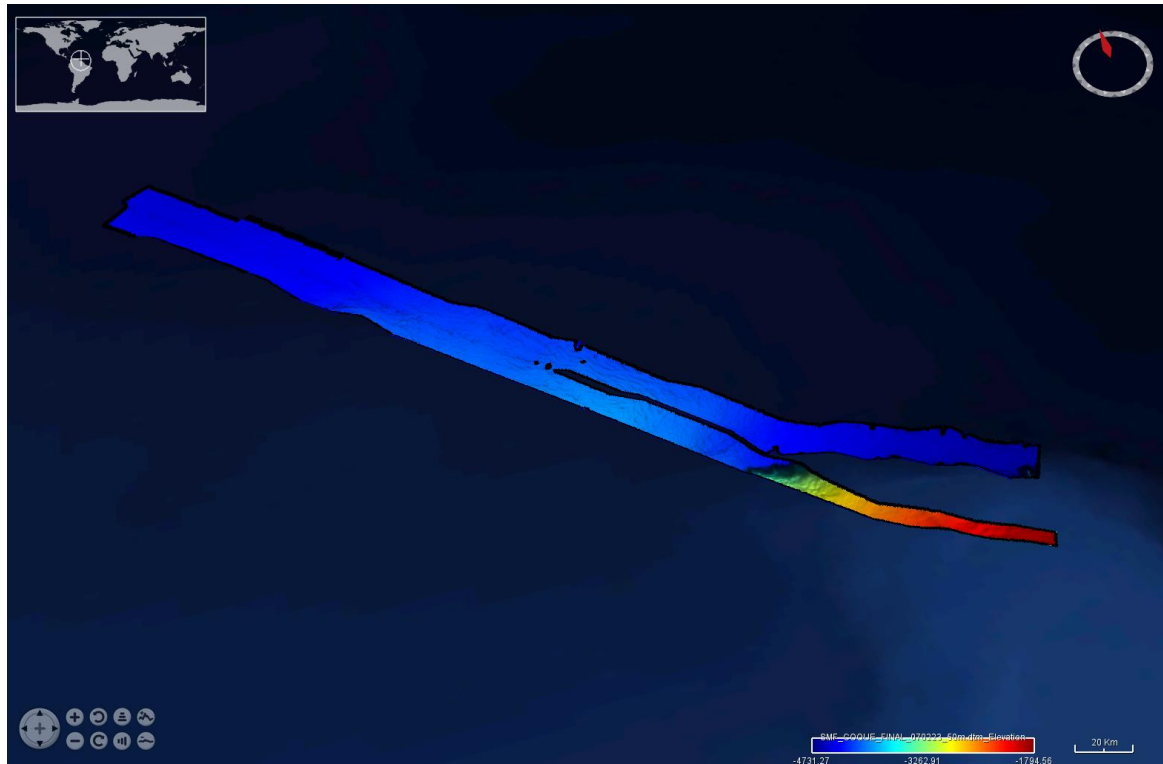


Figure 5 : MNT bathymétrique du navire lors du transit aller et retour.

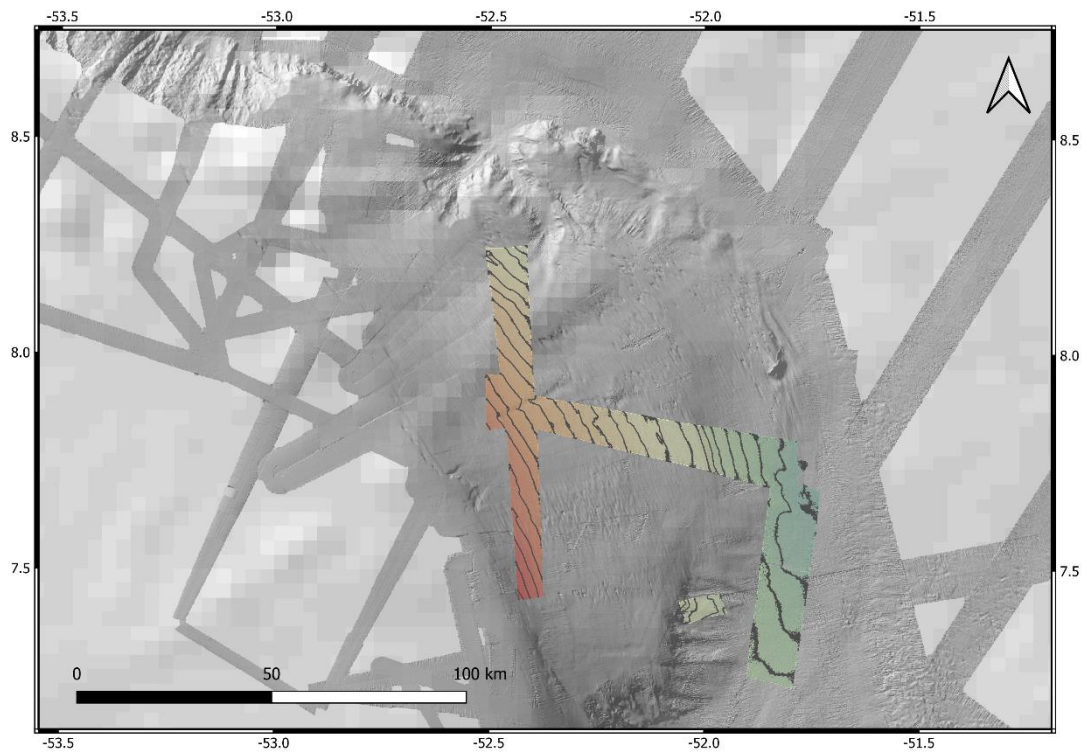


Figure 6 : Localisation du levé bathymétrique du navire sur le plateau de Tangara.

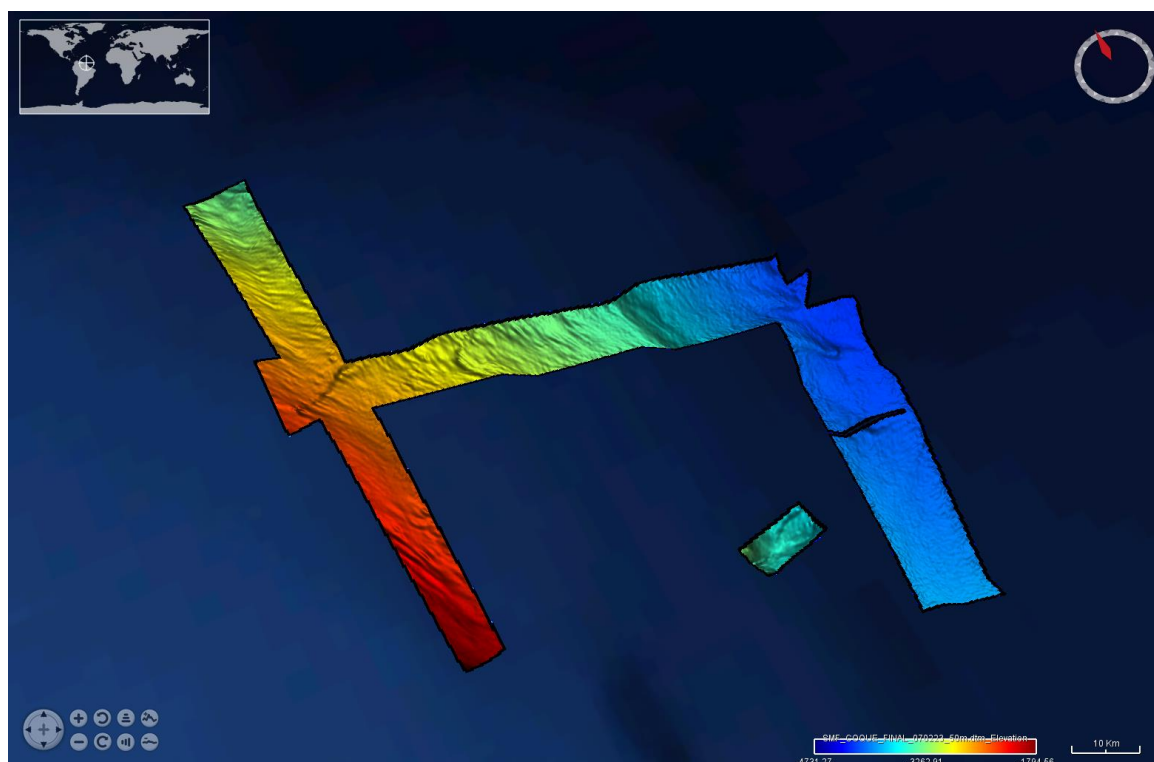


Figure 7 : MNT bathymétrique du navire sur le plateau de Tangara.

2.3. Traitement de la colonne d'eau

Les données colonne d'eau du sondeur Reson Seabat 7150 sont visualisées à l'aide du logiciel Globe (v1.18.12). L'ensemble des 175 fichiers sont d'abord convertis au format .xsf puis moyennés à l'aide de la fonction « Water column flattening » du logiciel Globe. Le principe de cette fonction de Globe est de moyenner chaque bin d'acquisition des échogrammes en fonction de la profondeur. Cela permet d'avoir une visualisation rapide d'éventuels résultats et d'éventuelles zones à détailler.

Lors de la campagne DIADEM, aucun panache dans la colonne d'eau n'a été mis en évidence. Les points d'intérêts correspondants à des zones de relief sont étudiés à l'aide des échogrammes polaire en amplitude de chaque bin d'acquisition pour permettre d'observer le détail de la colonne d'eau.

Suite à cette manipulation, aucune sortie de fluide en fonctionnement n'a été détectée sur l'ensemble de la mission.

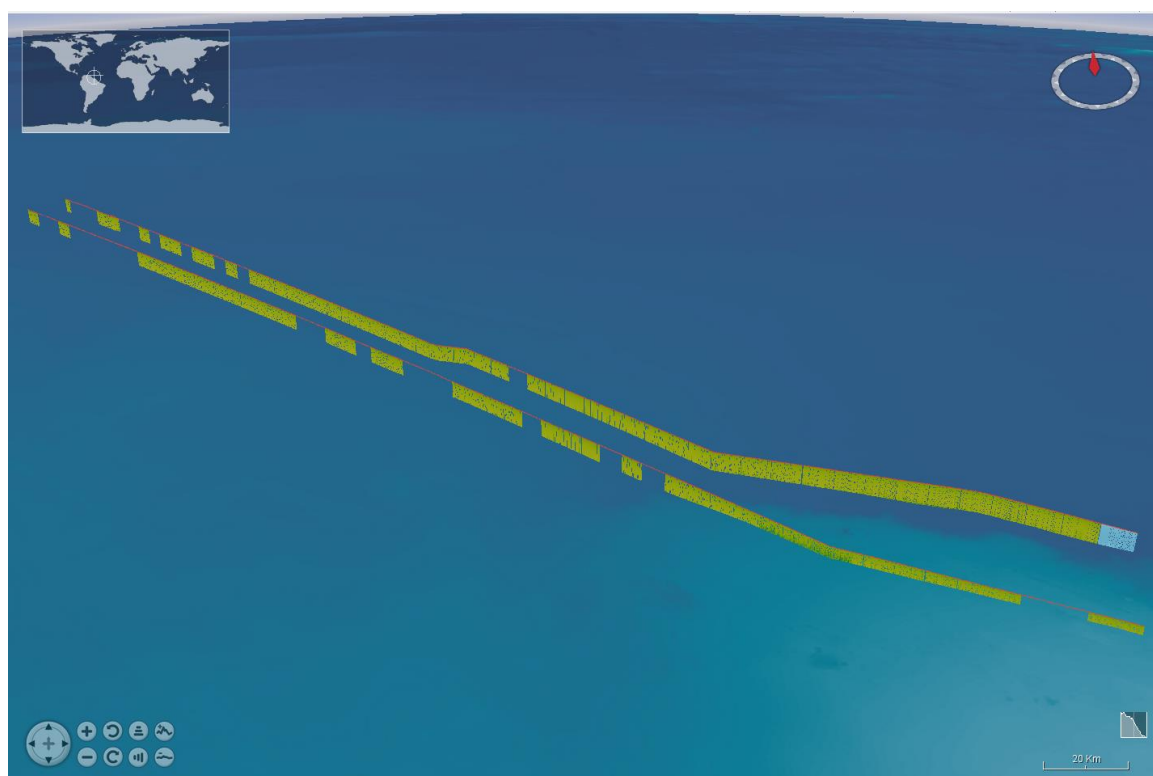


Figure 8 : Water column flattening combinée pour chaque tronçon.

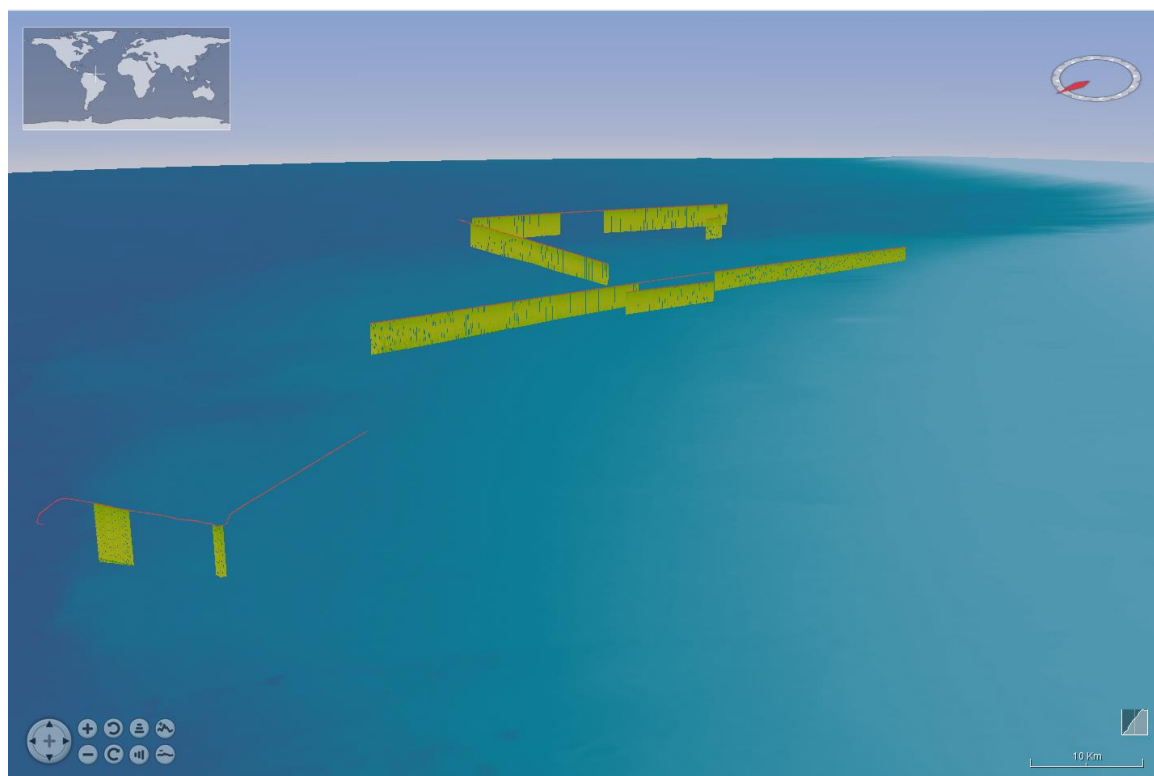


Figure 9 : Water column flattening combiné pour chaque tronçon

3. AUV Idef^x

3.1. Sondeur multifaisceaux EM2040

3.1.1. Description

Le sondeur multifaisceaux installé sur Idef^x est un sondeur EM2040 de chez Kongsberg Maritime. Il émet un signal à une fréquence de 200, 300 ou 400 kHz. Il navigue à une altitude d'environ 70 m et à une vitesse de 1,5 m/s. Il peut aller jusqu'à des profondeurs de 2800 m.

Système de contrôle de l'émission / acquisition : Kongsberg SIS.



Figure 10 : Antenne Tx et Rx dans la section charge utile de l'AUV.

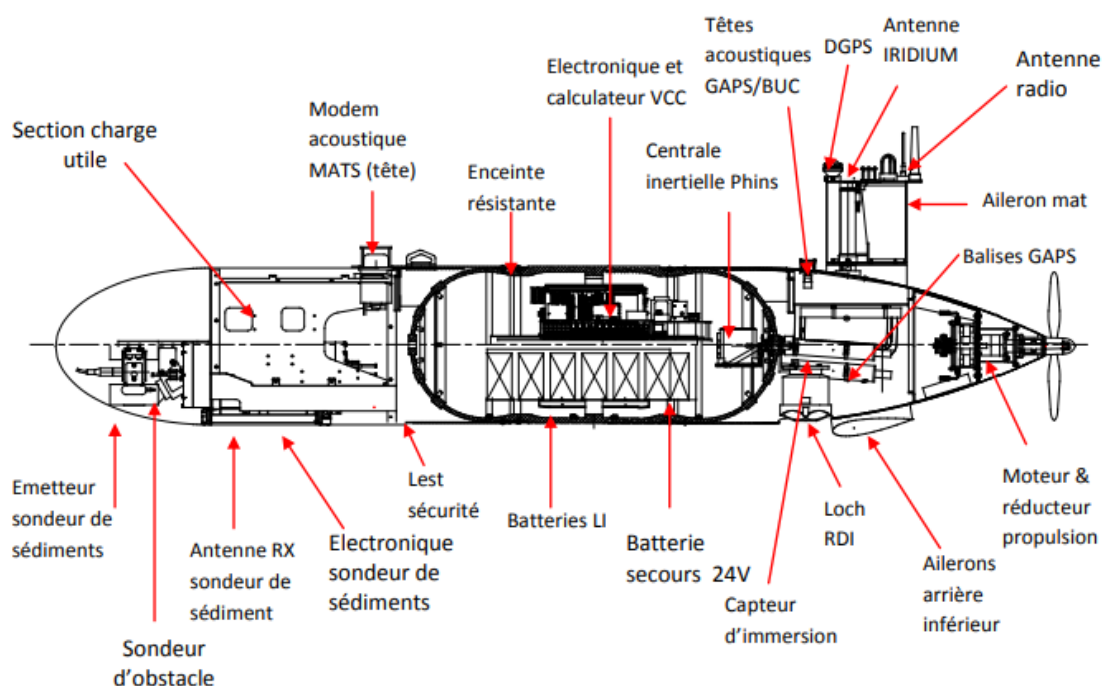


Figure 11 : Schéma détaillé de l'AUV Idef^x.

3.1.2. Configuration

Le Processing Unit est interfacé avec la centrale d'attitude, le capteur de pression et le contrôleur de charge utile.

Le logiciel de synchronisation OSEA est utilisé pour contrôler les émissions du DVL et du sondeur d'obstacle afin d'éviter les interférences de ces équipements sur les données de colonne d'eau et de bathymétrie.

SMF2040	SN 102	SN 105
Mesures	Bathymétrie / Colonne d'eau	
Fréquences	200 kHz Basse résolution, 300 kHz résolution moyenne, 400 kHz Haute résolution	
Ouverture angulaire	400 kHz : 120° - 200 et 300 kHz : 140°	
Profondeur Maximum	3000 m	
Transducteurs	TX SN 116 : 0.7° RX SN 129 : 0.7°	TX SN 106 : 1° RX SN 103 : 1°
Fauchée	F = Altitude x 5.5 à 200 et 300 kHz et F = Altitude x 3.5 à 400 kHz Attention, il faut tenir compte du recouvrement nécessaire entre 2 profils pour avoir une couverture satisfaisante (environ 20%)	
Résolution	~1m à 50m d'altitude et ~1.5m à 80m d'altitude	
Altitude de travail	De 110m à 10m suivant la nature du fond	
Format des données	*.all	
Logiciel de synchronisation des équipements acoustiques	OSEA	

Tableau 1 : Caractéristiques principales du sondeur multifaisceaux.

3.2. Traitement des données bathymétriques SMF AUV

Les aléas météorologiques n'ont pas permis d'effectuer la totalité des plongées prévues initialement : 2 plongées AUV ont été effectuées.

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel Globe (version 2.0), suivant les étapes ci-dessous :

1. Conversion des fichiers .all en .xsf,
2. Estimation et compensation des biais d'attitude systématiques (roulis, tangage, cap),
3. Estimation et compensation des biais de célérité,
4. Filtrage automatique des données,
5. Recalage fin de la navigation par rapport à une bathymétrie coque de référence
6. Epuration manuelle des sondes,
7. Maillage des sondes validées dans modèle numérique de terrain,

Le filtrage automatique se base sur les normales des faces du maillage par triangulation de Delaunay des sondes brutes (paramètres 6, 4, 60°), et a permis de supprimer la plupart des sondes erronées. Un contrôle manuel des sondes restantes a permis de s'assurer du résultat.

Le recalage de la navigation engin a été effectué par mise en correspondance spatiale manuelle des données bathymétriques, et en considérant le MNT du navire au pas de 50 m comme référence.

Les sondes épurées ont été maillées à 2 m, avec une interpolation après maillage dans une fenêtre glissante de 6x6 nœuds de grille (ellipsoïde WGS84, projection de Mercator).

Le résultat de ces traitements est présenté ci-après pour chaque plongée.

3.2.1. PL-318-01

Des problèmes de navigation dû à des soucis de BUC ont empêché la pleine réussite de cette plongée.

Les profils de calibration ont permis de mettre en lumière un **biais de roulis de 0.9°**.

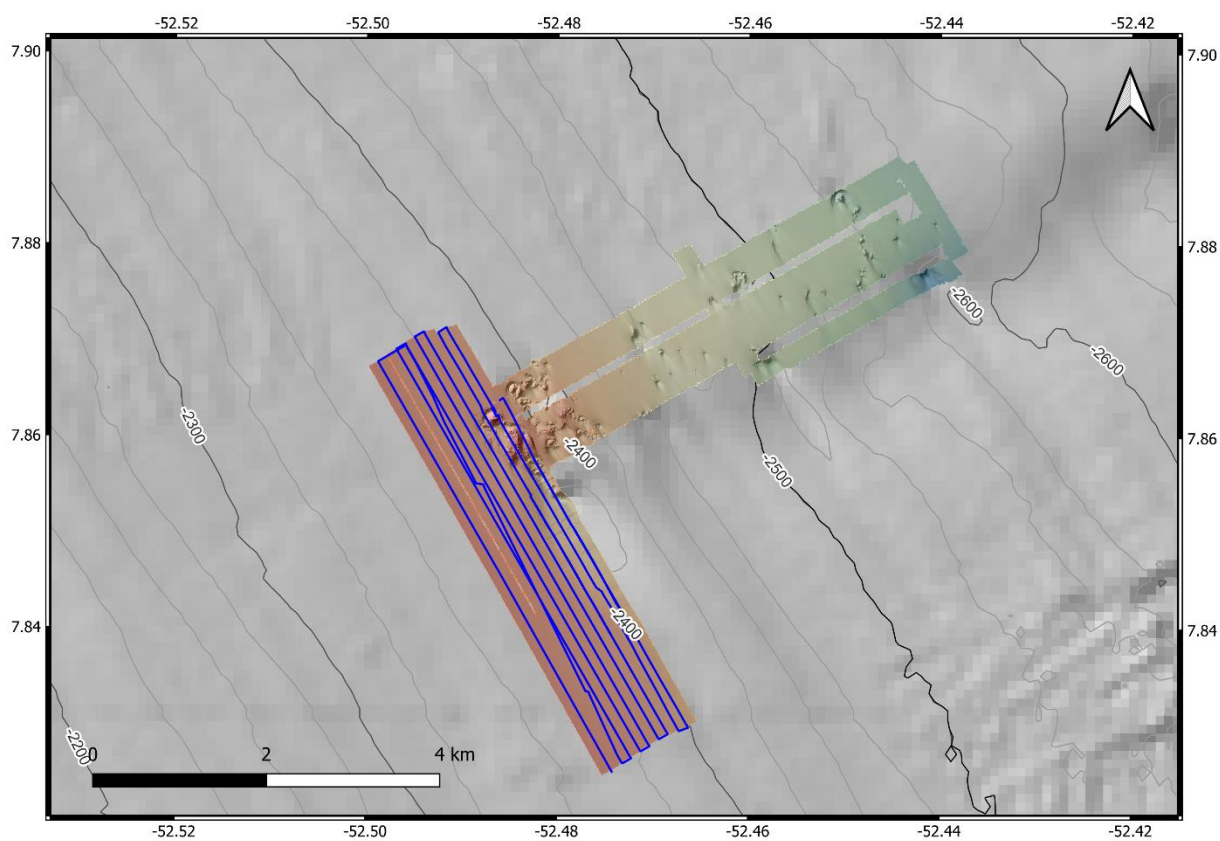


Figure 12 : MNT bathymétrique traité avec navigation recalée.

3.2.2. PL-319-02

Des problèmes de navigation dû à des soucis de BUC ont empêché la pleine réussite de cette plongée.

Les profils de calibration ont permis de mettre en lumière un **biais de roulis de 0.8°**.

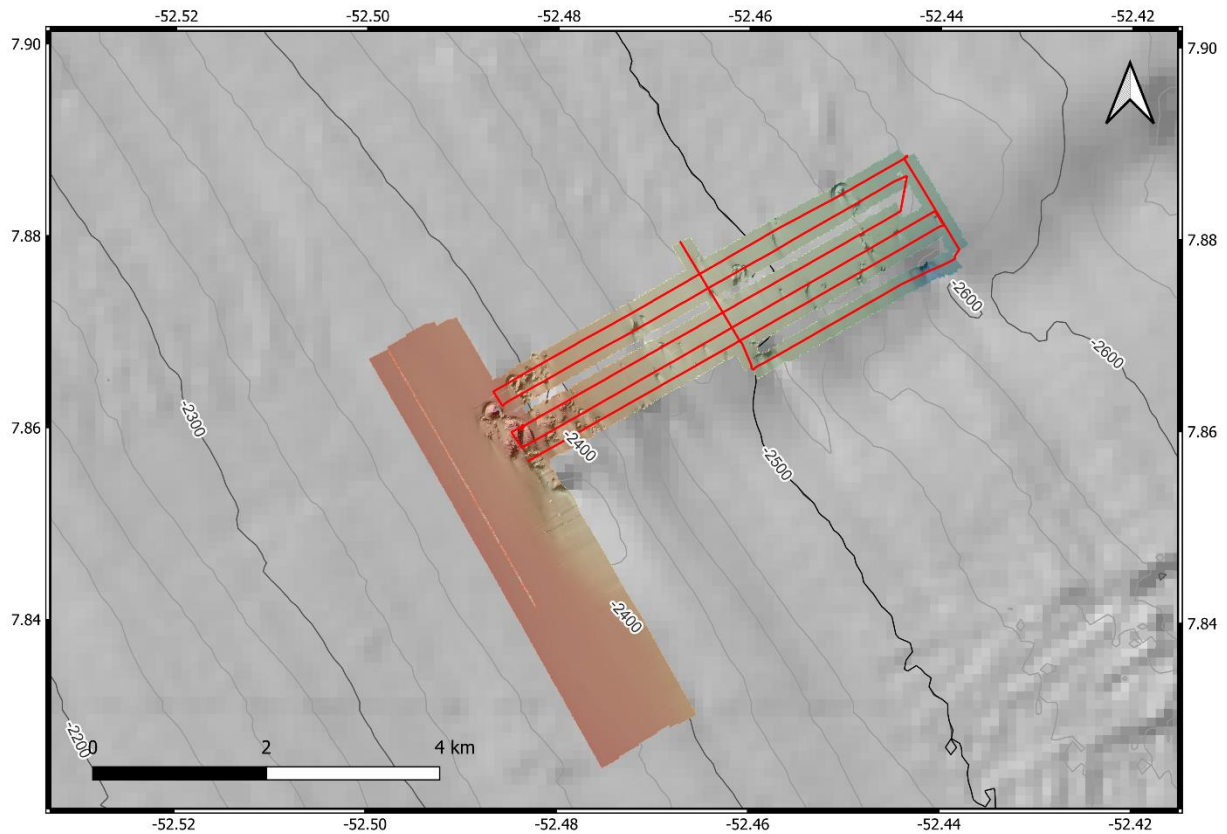


Figure 13 : MNT bathymétrique traité avec navigation recalée.

3.2.3. Compilation bathymétrique

Une compilation bathymétrique de toutes les plongées AUV a été réalisée. Les sondes ont été maillées à 2 m, avec une interpolation après maillage dans une fenêtre glissante de 6x6 nœuds de grille (ellipsoïde WGS84, projection de Mercator).

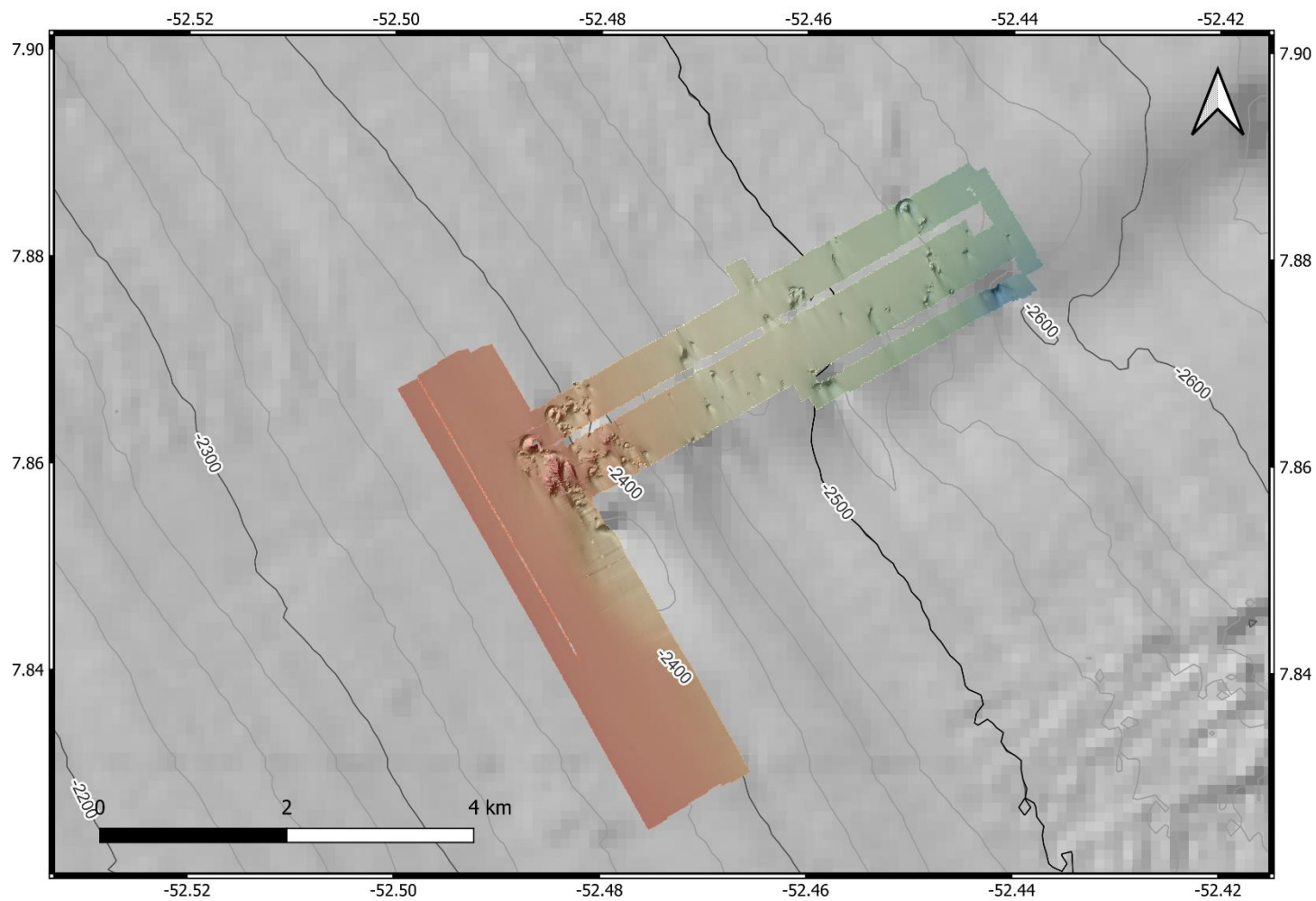


Figure 14 : MNT bathymétrique traité avec navigation recalée.

3.3. Traitement de la réflectivité acoustique

Le traitement de la réflectivité acoustique du sondeur EM 2040 de l'AUV a été réalisé avec le logiciel Sonarscope v1.21.0.

Le traitement de données a consisté en la création d'un modèle de compensation (Fichier : DiagTx_Mode2_SwathSingle_SignalCW_SignalNormalmode_Wholeimage_Meancurve_Clean1_comp.mat) en suivant la procédure :

- > Import fichier .all
- > Compute incidence angle
- > Bs calibration
- > DiagTx estimation

Lors de la calibration, la zone la plus au sud-ouest de Tangara a été choisie comme référence due à la bathymétrie la plus plane de la zone. Pour la calibration et l'estimation du modèle, les outlayers principalement ciblés sur les parties extérieures du prisme d'acquisition ont été lissés permettant d'avoir une plus grande précision pour la création du modèle.

La création d'une mosaïque a ensuite été réalisée avec le logiciel Sonarscope permettant de sortir un fichier au format .tiff. Cependant, un retraitement sera nécessaire : Re-géoréférencement correct de la navigation de la deuxième plongée, un décalage a été appliqué à la bathymétrie qui n'a pas été corrigée sur les .tiff de la réflectivité. De plus, pour la création du modèle, l'ensemble des sondes du SMF ont été prises, n'excluant pas celles qui ont été invalidées lors du traitement bathymétrique, l'import des fichiers .mbg corrigés n'ayant pas été possible.

Sans traitement

Avec traitement

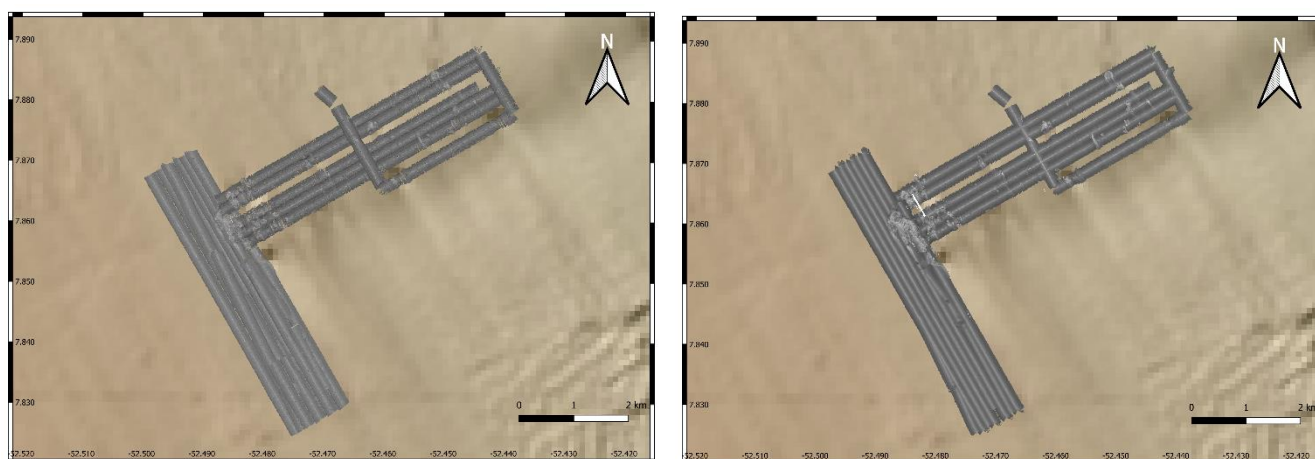


Figure 15 : Différence sur la donnée réflectivité entre les données brutes et traitées.

3.4. Traitement de la colonne d'eau

Les données colonne d'eau du sondeur Kongsberg EM 2040 sont visualisées à l'aide du logiciel Globe (v1.18.12). L'ensemble des 72 fichiers ont d'abord été convertis au format .xsf puis moyennés à l'aide de la fonction « Water column flattening » du logiciel Globe moyennant chaque bin d'acquisition des échogrammes en fonction de la profondeur. Cela permet d'avoir une visualisation rapide d'éventuels résultats et d'éventuelles zones à détailler.

Lors de la campagne DIADEM, aucun panache dans la colonne d'eau a été mis en évidence. Les points d'intérêts de la première plongée ont ensuite été regardés dans le détail (Zone à relief) à l'aide des échogrammes polaires en amplitude de chaque bin d'acquisition. Le procédé a été la même sur l'ensemble de la deuxième plongée (44 fichiers) pour permettre d'observer le détail de la colonne d'eau.

Suite à cette manipulation, aucune sortie de fluide en fonctionnement n'a été détectée dans la zone de Tangara.

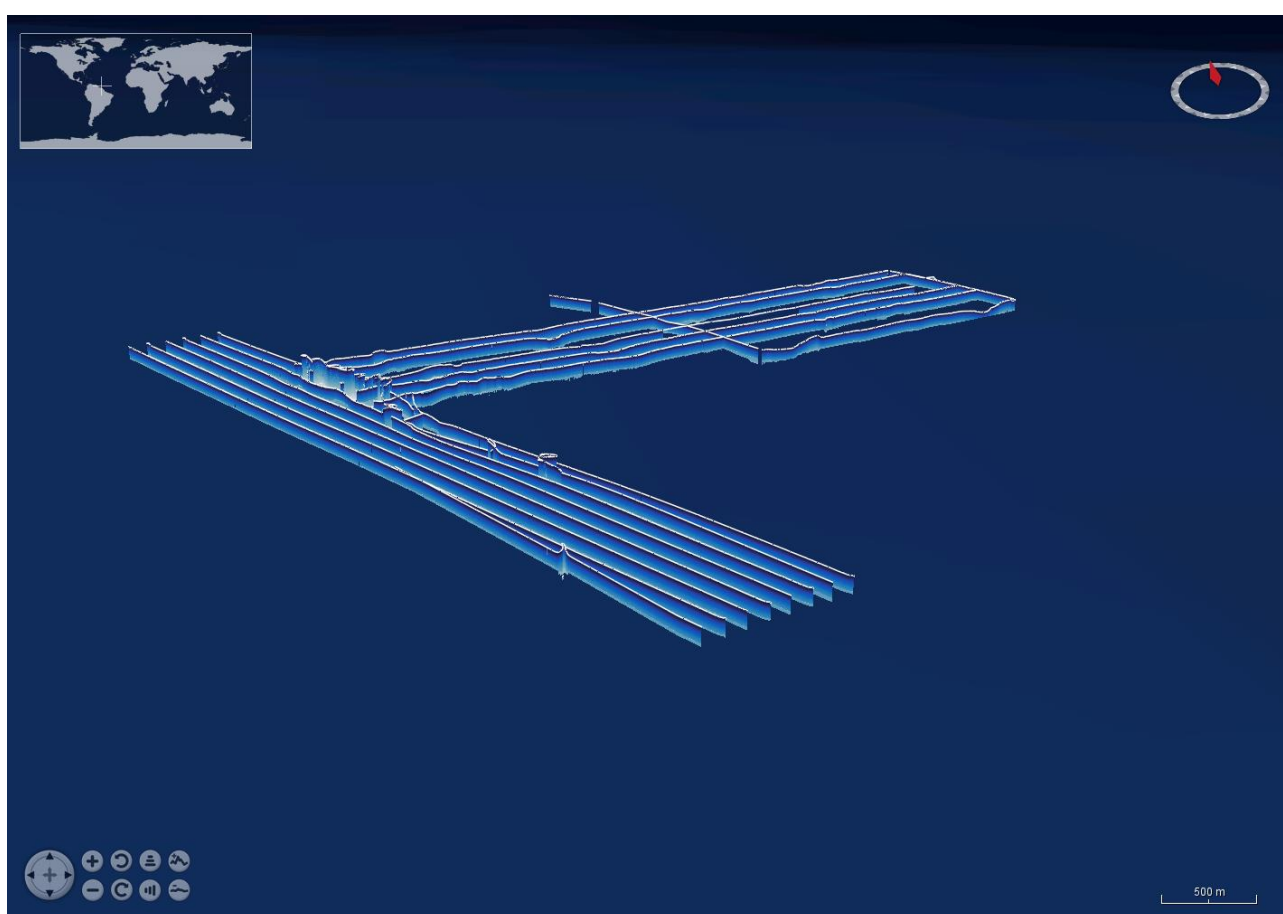


Figure 16 : Water column flattening combinée pour chaque tronçon.

4. Conclusion

N/O Pourquoi Pas ? :

Les données Seabat sont de très bonne qualité, et ont permis de cartographier une zone non couverte jusqu'alors.

AUV :

Les données de bathymétrie acquises lors de la mission DIADEM par l'AUV sont globalement de bonne qualité, malgré un impact fort de l'attitude de l'engin. Le tangage influe sur le positionnement des données. Un recalage manuel a été nécessaire pour compenser la dérive du positionnement de l'engin. Celle-ci est en moyenne d'une trentaine de mètres.