

RESISTE2-TH-2020

TRAITEMENT SMF EM2040 ET SONAR LATERAL KLEIN 3000

Version : 1			
Référence interne : NA			
Diffusion :			
<input checked="" type="checkbox"/> Libre (internet)			
<input type="checkbox"/> Restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ			
<input type="checkbox"/> Interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ			
Résumé/ Abstract : <i>Traitement SMF EM2040 et sonar KLEIN 3000 de la mission RESISTE2-TH-2020 à bord du N/O Thalia du 9 au 19 octobre 2020.</i>			
Mots-clefs/ Key words :			
Révisions			
Indice	Objet	Date	Auteurs
1	Version initiale (traitement bord)	19/10/2020	Charline GUERIN
	Version corrigée (traitement terre)	04/03/2021	Charline GUERIN

1. Introduction.....	5
1.1 Contexte.....	5
1.2 Caractéristiques de la campagne.....	6
1.3 Travaux.....	6
1.4 Plan de navigation	7
2. Environnement.....	9
2.1 Positionnement.....	9
2.2 Hauteur d'eau	9
2.2.1 Prédiction de marée.....	9
2.2.2 Tirant d'air/ tirant d'eau.....	10
2.2.3 Marégraphe Valeport.....	10
2.2.4 Marégraphe à terre.....	10
2.3 Célérité.....	11
2.3.1 Thermosalinomètre SBE21 et célérimètre de coque Mini SVS.....	11
2.3.2 Tirs sippican	12
3. Acquisition SMF EM2040	14
3.1 Configuration.....	14
3.2 Zones d'études.....	14
3.3 Calibration.....	14
3.3.1 Calibration roulis.....	15
3.3.2 Calibration tangage	16
3.3.3 Calibration synchronisation horaire	17
4. Traitement SMF EM2040	18
4.1 Génération de profils bathymétriques.....	18
4.2 Correction de la hauteur d'eau.....	19
4.2.1 Système RTK.....	19
4.2.2 Marégraphe mouillé.....	19
4.2.3 Harmar + surcote	20
4.2.4 Comparaison des méthodes	21
4.2.5 Synthèse	22
4.3 Correction de célérité.....	22
4.4 Biais de cap.....	23
4.4.1 Observation.....	23
4.4.2 Centrale d'attitude	24
4.4.3 Biais de cap	24
4.4.4 Autres sources d'erreur.....	25
4.5 Épuration et maillage	25
4.6 Observations.....	26
4.6.1 Faisceaux extérieurs	26
4.6.2 Comparaison fréquence d'acquisition	26
4.7 Bilan des corrections apportées.....	27
4.8 Résultat.....	27
4.9 Différentiel	31

4.10	Incertitude	32
4.10.1	Norme OHI – S44 (6 ^{ème} édition, septembre 2020).....	32
4.10.2	Calcul théorique d’incertitude ITP.....	33
4.10.3	Incertitude effective de la mesure	34
4.11	Indice qualité - Aide à l’interprétation	38
4.12	Réfectivité	41
4.12.1	Méthode de traitement	41
4.12.2	Effet d’ondulation.....	42
4.12.3	Compensation	43
4.12.4	Résultats.....	44
5.	<i>Acquisition sonar KLEIN 3000</i>	46
5.1	Choix du poisson.....	46
5.2	Portée et longueur filée	46
5.3	Contenu des fichiers.....	47
5.4	Vérifications du contenu des fichiers	47
5.5	Particularité du système	47
5.6	Visu sur CINNA	48
5.7	Calibration.....	49
5.8	Précision de la navigation SCOUT	49
6.	<i>Traitement sonar KLEIN 3000</i>	50
6.1	Choix du logiciel de traitement	50
6.2	Méthode de traitement	51
6.3	Discontinuité des structures morphologiques.....	51
6.4	Résultats.....	52
6.5	Image composite	54
7.	<i>Observations et problèmes rencontrés lors de la mission</i>	56
7.1	Couverture Orpheon	56
7.2	Célérité.....	57
7.3	Affichage du MNT dans CINNA ECDIS	57
7.4	Programme python « sippican to shape »	57
7.5	Recommandations pour futures missions	57
8.	<i>Liste des dysfonctionnements et améliorations de GLOBE v1.16.2</i>	58
8.1	Dysfonctionnements	58
8.2	Améliorations.....	59
8.3	Evolutions	59
9.	<i>Conclusion</i>	60

Figure 1: Plan de navigation de la mission RESISTE2.....	8
Figure 2: Statistiques d'utilisation des différents systèmes de positionnement	9
Figure 3: Carte des marégraphes disponibles dans la zone	11
Figure 4: Cartographie des tirs sippican	13
Figure 5: Numéro de profils par zone	14
Figure 6: Paramètres enregistrés dans SIS.....	14
Figure 7: Calibration en roulis de l'antenne bâbord	15
Figure 8: Calibration en roulis de l'antenne tribord	16
Figure 9: Calibration en tangage.....	17
Figure 10: Calibration de la synchronisation horaire	18
Figure 11: Représentation graphique du système de positionnement acquis pendant la journée du 10 octobre	19
Figure 12: Hauteur d'eau et surcote au port de St Nazaire pendant la mission RESISTE2	21
Figure 13: Comparaison des différentes méthodes de correction de hauteur d'eau.....	22
Figure 14: Effet marqué d'ondulation	23
Figure 15: Amplitude de l'ondulation visible sur les données de bathymétrie	24
Figure 16: Attitude du bateau pendant la journée du 11 octobre	24
Figure 17: Détermination du biais de cap.....	25
Figure 18: Déformation des faisceaux extérieurs	26
Figure 19: Comparaison entre un profil à 400KHz (.all 252) et un profil à 300KHz (.all 253)	27
Figure 20: Maximum des corrections appliquées.....	27
Figure 21: Zone "Concession" avant traitement	28
Figure 22: Zone "Concession" après traitement	28
Figure 23: Zoom de la zone "Concession" avant traitement	29
Figure 24: Zoom de la zone "Concession" après traitement	29
Figure 25: Zone "Dunes" avant traitement.....	30
Figure 26: Zone "Dunes" après traitement.....	30
Figure 27: Différentiel entre la grille corrigée de manière systématique et celle corrigée de manière manuelle. Boite "Concession"	31
Figure 28: Nombre de sondes valides par nœud de grille – boîte « concession ».....	35
Figure 29: Nombre de sondes valides par nœud de grille - boîte "dunes"	35
Figure 30: Ecart-type de la boîte "concession"	36
Figure 31: Ecart-type de la boîte "dunes"	37
Figure 32: Exemple de courbe obtenu d'écart type en fonction de l'ouverture angulaire avec le module Orphe de CARAIBES	38
Figure 33: Indice qualité de la boîte "concession"	40
Figure 34: Indice qualité de la boîte "dunes"	41
Figure 35: Effet d'ondulation sur les données de réflectivité de la boîte « concession » .	42
Figure 36: Effet d'ondulation sur les données de réflectivité de la boîte "dunes"	43
Figure 37: Compensation de la boîte "dunes".....	44

Figure 38: Extrait de la réflectivité de la boîte "concession"/ A- imagerie brute, B- imagerie compensée	45
Figure 39: Extrait de la réflectivité de la boîte « dunes »/ A- imagerie brute, B- imagerie compensée	46
Figure 40: Ecran de visualisation de CINNA ECDIS.....	49
Figure 41: Discontinuité des structures morphologiques sur la boîte « dunes »	52
Figure 42: Zoom sur la boîte "concession"/ A- 200KHz, B- 400KHz.....	53
Figure 43: Zoom sur la boîte "dunes"/ A- 200KHz, B-400KHz	54
Figure 44: Image composite d'un zoom de la boîte "concession"	55
Figure 45: Image composite de la boîte "dunes"	55
Figure 46: Réseau d'émetteurs "Orange"	56
Figure 47: Mauvaise conversion des .all	58
Figure 48: Problème d'export de la navigation en shape	59

Tableau 1: Chronologie des travaux	7
Tableau 2: Horaires et coefficients de marées pour la période de la mission	9
Tableau 3: Mesure du tirant d'eau au cours de la mission.....	10
Tableau 4: Mise à l'eau et récupération du marégraphe	10
Tableau 5: Sippican	13
Tableau 6: Norme OHI - S44.....	33
Tableau 7: Incertitude théorique verticale et horizontale de la mesure bathymétrique .	34
Tableau 8: Critères sélectionnés pour le calcul de l'indice qualité.....	39
Tableau 9: Avantages et inconvénients des différents logiciels disponibles	50
Tableau 10: Comparatif des différents logiciels disponibles	50

1. Introduction

1.1 Contexte

A l'heure où la prise en compte de l'environnement et des écosystèmes est au cœur des préoccupations sociétales et où de fortes pressions anthropiques (production d'énergie marines renouvelables, extractions de granulats marins, pêche, ...) existent notamment sur les environnements marins côtiers (plateforme continentale interne), peu d'informations sont disponibles sur les mécanismes de restauration des écosystèmes. Pour autant les politiques de gestion du milieu marin, mises en œuvre à l'échelle européenne ou nationale, attachent de plus en plus d'importance à l'application de la séquence "ERC" (éviter, réduire et compenser les effets) ainsi qu'à la prise en compte des effets cumulés des activités. Or il ne pourra être apporté de réponses satisfaisantes que lorsqu'auront été définis les seuils à ne pas dépasser en terme de pression afin de garantir un maintien ou un retour des communautés initiales, les interactions existant entre les divers compartiments de l'écosystème garantant sa résilience ou encore les fonctions écosystémiques de plus grande résilience.

Les extractions de granulats marins font parties des principales activités s'exerçant depuis de nombreuses années sur le domaine côtier et la France est actuellement le 5ème pays européen par les volumes extraits annuellement (ICES WGEXT annual report 2018). Pour autant l'acceptabilité des projets d'extraction est très souvent sujette à polémique notamment en raison de ses effets (destruction du benthos, création d'un panache turbide, ...) et de ses impacts potentiels sur les milieux (modifications des habitats, perturbation de la dynamique sédimentaire et incidence sur l'évolution du trait de côte, ...). Si les effets des extractions ont fait l'objet de nombreuses études (Dalfsen et al., 2000 ; Birchenough et al., 2010 ; Degrendele et al., 2010 ; Froján et al., 2011 ; Hussin et al., 2012 ; de Backer et al., 2014 ; de Jong et al., 2014 ; de Jong et al., 2015 ; Waye-Barker et al., 2015 ; Cooper and Barry, 2017 ; Desprez, 2000 ; Desprez et al., 2009 ; Le Bot et al., 2010 ; Duclos et al., 2013), peu se sont intéressées à la résilience des sites d'extraction à l'issue des travaux (Kenny et al., 1994 ; Boyd et al., 2004 ; Cooper et al., 2008 ; Foden et al., 2009 ; Froján et al., 2011 ; Desprez, 2000 ; Le Bot et al., 2010).

Le site d'extraction du Pilier, situé au large de l'estuaire de la Loire, a été travaillé entre 1986 et 2017 période pendant laquelle plus de 40 Mm³ de sables et graviers ont été prélevés, ce qui a conduit à la création d'une souille de près de 2,5 km² et atteignant au maximum 7-8 m de profondeur à l'ouest de la concession. Les suivis environnementaux mis en œuvre réglementairement (levés financés par les concessionnaires et réalisés par des bureaux d'étude), dont un levé de fin de travaux réalisé en 2017, ont montré des modifications de la nature des sédiments superficiels en raison d'une part de la présence dans le gisement de sédiments plus grossiers en profondeur et mis à jour suite à l'extraction et d'autre part d'un affinement de la granulométrie ayant conduit à un

changement de communauté benthique. Ce site est un des premiers sites d'extraction, d'envergure, fermé à l'extraction et sur lequel plus aucun prélèvement de granulats ne sera donc réalisé. Il semble de ce fait particulièrement bien adapté pour démarrer un programme d'acquisition de connaissance sur la capacité de résilience d'un site soumis à pression anthropique.

Ce projet de campagne vise donc à acquérir les données nécessaires afin d'observer la capacité (ou non) de résilience physique et biologique d'un site soumis à pression anthropique.

1.2 Caractéristiques de la campagne

La première mission sur ce site RESISTE2 s'est déroulée du 9 au 19 octobre 2020 (St Nazaire-La Turballe) sur le navire océanographique Thalia (chef de mission Laure SIMPLET). La première mission programmée RESISTE1 n'a pas été réalisée pour cause de confinement lié à la COVID19.

Du 10 au 12 octobre la mer était peu agitée à agitée. Le 13 octobre les conditions météo se sont durcies et la mer s'est formée. La deuxième partie de la mission, le plan d'eau était calme.

Le levé s'est effectué en journée avec SMF EM2040 et le sonar latéral Klein 3000 sur les boîtes « concession » et « dunes » et les profils régionaux à une vitesse de 5 nœuds. Les inter-profiles de bathymétrie ont été fait sans sonar à une vitesse de 8 nœuds. Il n'y a pas eu d'enregistrement des données de colonne d'eau avec le SMF durant la campagne.

Les MNT ont été réalisés à 1m et 3m selon la zone. Les mosaïques sonar des boîtes ont été réalisés à 25cm et celle des profils régionaux à 1m.

La projection utilisée pour la zone de levé est WORLD MERCATOR, ellipsoïde WSG84, latitude conservée = 47°N.

Le lien vers le DOI de la campagne est le suivant : <https://doi.org/10.17600/18001017>.

1.3 Travaux

Le tableau suivant détaille les différentes opérations de la mission :

Date	Travaux	Zone de travail	Fichiers SIS	Profils	Vitesse
10/10	Calibration sonar	Ouest boîte concession	000-001		5 nds

	Calibration SMF roulis	Boite concession	002-003		5 nds
	Calibration SMF tangage	Boite concession	005-007		5 nds
	Calibration SMF synchro	Boite concession	004-006		5 et 8 nds
	SMF + sonar	Boite concession	008 à 016	Pr001 à Pr005	5 nds
11/10	SMF + sonar	Boite concession	022 à 056	Pr006 à Pr023	5 nds
12/10	SMF + sonar	Boite concession	061 à 075	Pr024 à Pr032	5 nds
	SMF	Boite concession	081 à 117	Pr033 à Pr051	8 nds
13/10	SMF	Boite concession	125 à 133	Pr051BIS à Pr055	8 nds
	SMF	Boite dunes	136 à 164	Pr056 à Pr069	8 nds
14/10	ESCALE				
15/10	Bennes	Boite concession	Pas d'enregistrement SMF	∅	∅
	SMF	Boite banc de la Blanche	173 à 178	Pr070 à Pr072	8 nds
16/10	SMF	Boite dunes	182 à 186	Pr073 à Pr075	8 nds
	SMF + sonar	Boite dunes	188 à 224	Pr076 à Pr094	5 nds
	SMF + sonar	Profils régionaux	225 à 234	Pr095 à Pr098	5 nds
17/10	SMF + sonar	Profils régionaux	235 à 266	Pr099 à Pr112	5 nds
18/10	SMF + sonar	Profils régionaux	267 à 288	Pr112 BIS à Pr120	5 nds

Tableau 1: Chronologie des travaux

1.4 Plan de navigation

La figure suivante illustre les profils acquis sur les différentes zones :

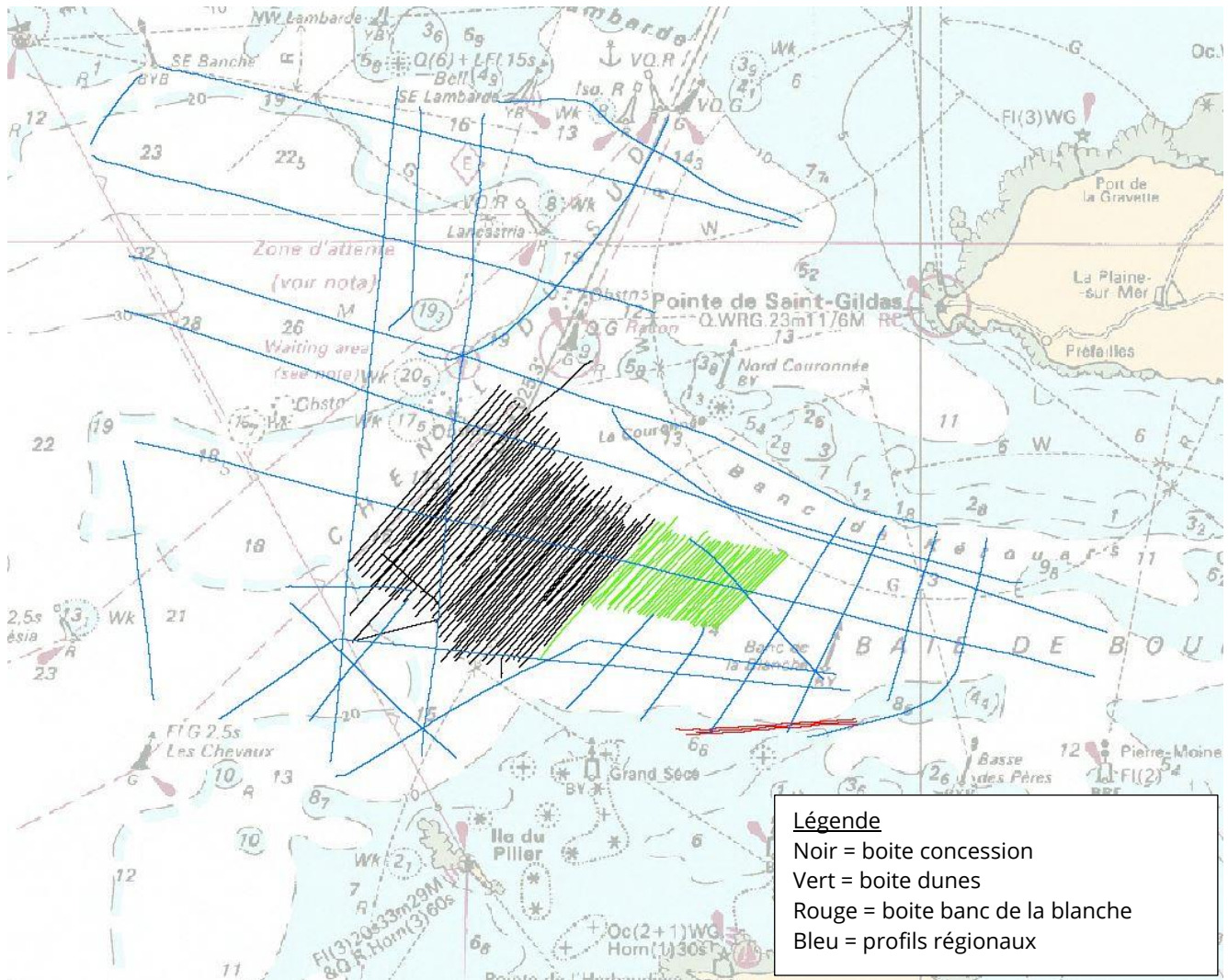


Figure 1: Plan de navigation de la mission RESISTE2

2. Environnement

2.1 Positionnement

Des statistiques d'utilisation des différents systèmes de positionnement ont été calculé à partir du logiciel QTINARs :

	Profils
GPS naturel	12%
GPS différentiel	20%
RTK fixe	0%
RTK flottant	68%

Figure 2: Statistiques d'utilisation des différents systèmes de positionnement

2.2 Hauteur d'eau

2.2.1 Prédiction de marée

Afin d'anticiper les recouvrements des fauchées des outils acoustiques, le tableau suivant indique les heures et les coefficients de marées pour le site de la pointe St Gildas :

Date	Heure	Hauteur	Coeff.	Date	Heure	Hauteur	Coeff.
Ven. 09	03h45	2,21m	43	Ven. 16	04h50	5,83m	103
	08h53	4,52m			11h00	0,59m	
	16h19	2,37m			17h06	6,09m	
	21h37	4,19m			23h28	0,32m	
Sam. 10	04h43	2,45m	33	Sam. 17	05h26	6,03m	112
	10h02	4,23m			11h45	0,33m	
	17h29	2,52m			17h43	6,22m	
Dim. 11	00h42	4,15m	31	Dim. 18	00h12	0,23m	115
	05h55	2,54m			06h03	6,09m	
	13h09	4,30m			12h31	0,26m	
	18h53	2,44m			18h20	6,17m	
Lun. 12	01h52	4,40m	36	Lun. 19	00h57	0,35m	111
	07h17	2,39m			06h39	5,99m	
	14h15	4,62m			13h17	0,39m	
	20h11	2,07m			18h56	5,92m	
Mar. 13	02h46	4,75m	51	Mar. 20	01h43	0,64m	100
	08h29	1,99m			07h16	5,74m	
	15h05	5,02m			14h05	0,69m	
	21h10	1,56m			19h33	5,53m	
Mer. 14	03h32	5,14m	70	Mer. 21	02h31	1,05m	84
	09h25	1,49m			07h54	5,39m	
	15h49	5,43m			14h57	1,10m	
	21h58	1,04m			20h11	5,04m	
Jeu. 15	04h12	5,52m	88	Jeu. 22	03h24	1,52m	66
	10h14	0,99m			08h36	4,98m	
	16h28	5,81m			15h53	1,56m	
	22h44	0,60m			20h53	4,55m	

PM : Pleine Mer BM : Basse Mer PM : Pleine Mer BM : Basse Mer

Tableau 2: Horaires et coefficients de marées pour la période de la mission

2.2.2 Tirant d'air/ tirant d'eau

La mesure du franc bord (tirant d'air) est effectuée avec une sonde de niveau d'eau « Atex Dipmeter », de façon à déduire l'immersion des transducteurs (tirant d'eau) au court de la mission.

Cette mesure a varié tout au long de la mission puisqu'un plein d'eau a été fait à l'escale (chargement de 8m³) et du carburant a été consommé (4m³ pour la première partie).

Date		Tirants d'air			Tirants d'eau calculés				Remarques
		Avant	Arrière Bâbord	Arrière Tribord	Avant	Arrière Bâbord	Arrière Tribord	Zeau/pt réf	
10/10/20	Matin	3.67	1.86	1.95	2.73	3.62	3.53	1.270	Mesures faites au port, bonne précision
	Soir	3.52	1.84	1.83	2.88	3.64	3.65	1.385	
11/10/20	Matin								Mesures faites au mouillage avec du clapot, précision médiocre Pas de mesure faite : trop de clapot au mouillage
	Soir								
12/10/20	Matin								Mouillage
	Soir								
13/10/20	Matin								A quai à Saint-Nazaire
	Soir	3.8	1.96	1.91	2.6	3.52	3.57	1.184	
14/10/20	Matin	3.84	1.95	1.88	2.56	3.53	3.6	1.170	A quai à Saint-Nazaire
	Soir	3.67	1.92	1.88	2.73	3.56	3.6	1.272	
15/10/20	Matin	3.67	1.95	1.9	2.73	3.53	3.58	1.261	A quai à Saint-Nazaire
	Soir								
18/10/20	Matin								Mouillage
	Soir	3.87	1.91	1.91	2.53	3.57	3.57	1.155	
									A quai à Saint-Nazaire

Tableau 3: Mesure du tirant d'eau au cours de la mission

2.2.3 Marégraphe Valeport

Le marégraphe a été relevé entre les 2 legs car beaucoup de pêcheurs étaient dans la zone. Il a cependant très bien fonctionné.

	Date	Coordonnées
Mise à l'eau	10/10 à 11h47	47°04,175 - 02°23,740
Récupération	12/10 à 15h03	
Mise à l'eau	15/10 à 13h45	47°à6,957 - 02°19,157
Récupération	18/10 à 06h38	

Tableau 4: Mise à l'eau et récupération du marégraphe

30 mesures d'une seconde sont faites toutes les 10 minutes, les valeurs sont ensuite moyennées.

2.2.4 Marégraphe à terre

Les marégraphe ROMIN du SHOM les plus proches sont situés sur l'île de Noirmoutier à l'Herbaudière et à la pointe St Gildas. Seul celui de l'Herbaudière est en état de fonctionnement, c'est celui qui sera utilisé pour le traitement à bord.

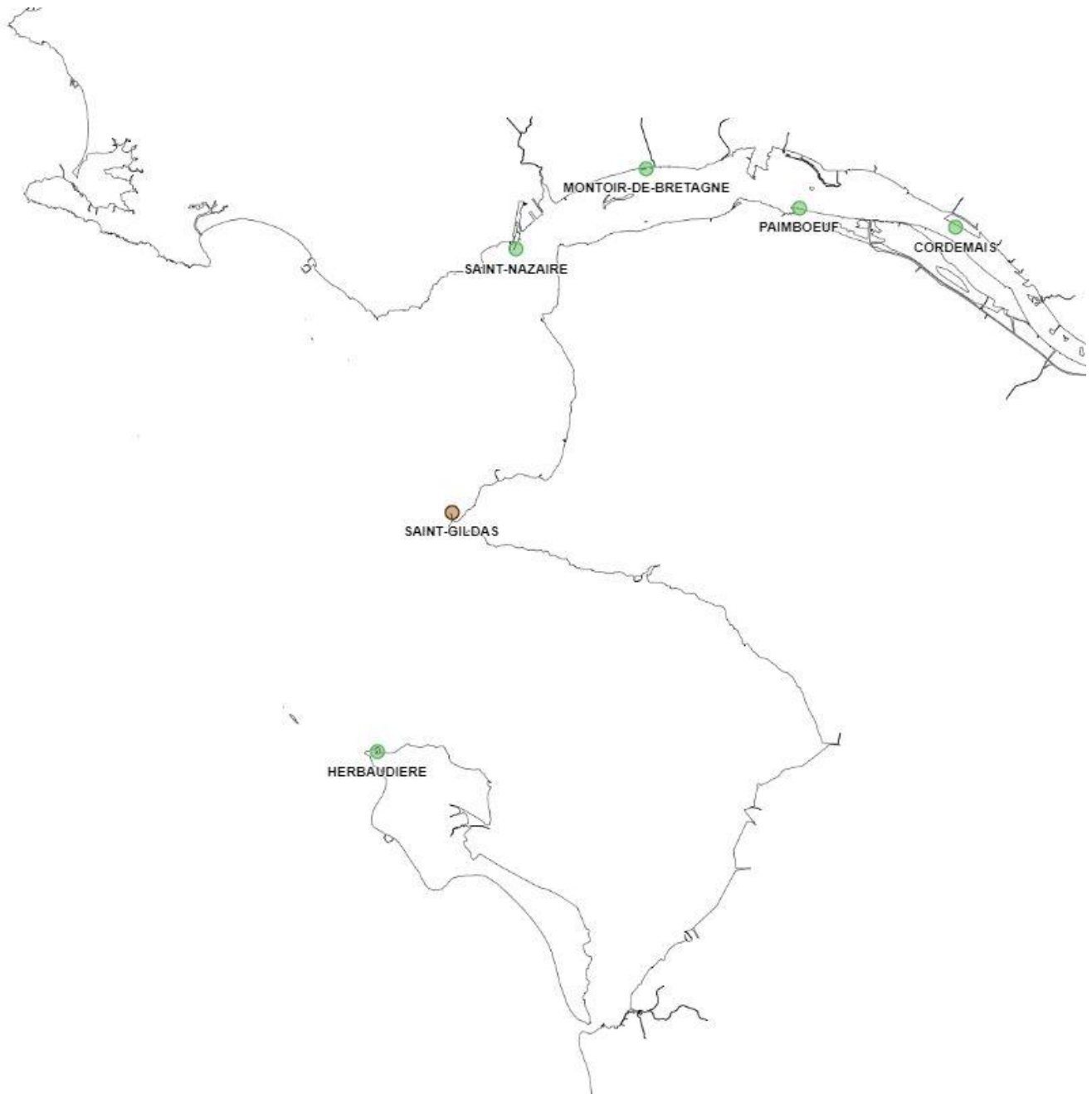


Figure 3: Carte des marégraphes disponibles dans la zone

2.3 Célérité

2.3.1 Thermosalinomètre SBE21 et célérimètre de coque Mini SVS

Aucun problème de célérimètres bord n'a été remarqué. Les valeurs des deux systèmes sont cohérentes.

2.3.2 Tirs sippican

Des tirs sippican (XBT10) ont été effectués régulièrement et répartis sur l'ensemble de la zone d'étude.

Date	Heure	Fichier ASVP	T° SBE21	Célérimètre	Célérité ASVP à 3m	Chargement dans SIS
10/10/20	07h44	Sip_Res_001.asvp	14.6	1494.2	1496.41	07h59
	10h38	Sip_Res_002.asvp	15.2	1502.2	1502.72	10h44
11/10	06h33	Sip_Res_004.asvp	15.0	1503.4	1502.83	06h47
	11h53	Sip_Res_005.asvp	15.1	1505.4	1502.83	12h05
12/10	5h42	Sip_Res_006.asvp	14.8	1505.4	1501	Pas chargé
	6h29	Sip_Res_008.asvp	14.1	1498.3	1501.07	6h33
	11h19	Sip_Res_009.asvp	14.8	1503.02	1504.11	11h28
	13h38	Sip_Res_011.asvp	15.0	1505	1504.7	13h50
	14h42	Sip_Res_012.asvp	15.1	1505	1505.25	15h28
13/10	07h08	Sip_Res_013.asvp	15	1505.05	1504.9	7h24
	10h11	Sip_Res_014.asvp	14.9	1505.1	1505.2	10h49
14/10	ESCALE					
15/10	04h49	Sip_Res_017.asvp	15.1	1504.5	1504.3	Pas chargé
	14h08	Sip_Res_018.asvp	14.9	1506.6	1506	14h14
16/10	05h44	Sip_Res_019.asvp	14.6	1504.6	1504.67	05h50
	09h43	Sip_Res_020.asvp	14.5	1504.4	1505.2	09h54
	11h36	Sip_Res_021.asvp	14.7	1505.3	1505.13	11h46
	13h56	Sip_Res_022.asvp	14.9	1506.4	1506.18	14h19

17/10	05h41	Sip_Res_023.asvp	14.5	1504.5	1504.3	06h00
	08h00	Sip_Res_024.asvp	14.7	1505.3	1505.15	08h14
	09h56	Sip_Res_025.asvp	14.4	1503.9	1503.7	10h14
	11h25	Sip_Res_026.asvp	15.3	1505.8	1505.5	11h47
	15h07	Sip_Res_027.asvp	14.7	1505.3	1505	15h24
18/10	06h08	Sip_Res_028.asvp	14.5	1504.6	1504.9	06h30
	08h14	Sip_Res_029.asvp	14.4	1504.4	1503.9	08h23
	08h55	Sip_Res_030.asvp	13.9	1500.4	1501.5	09h01
	12h28	Sip_Res_031.asvp	14.5	1503.3	1504.9	12h31

Tableau 5: Sippican

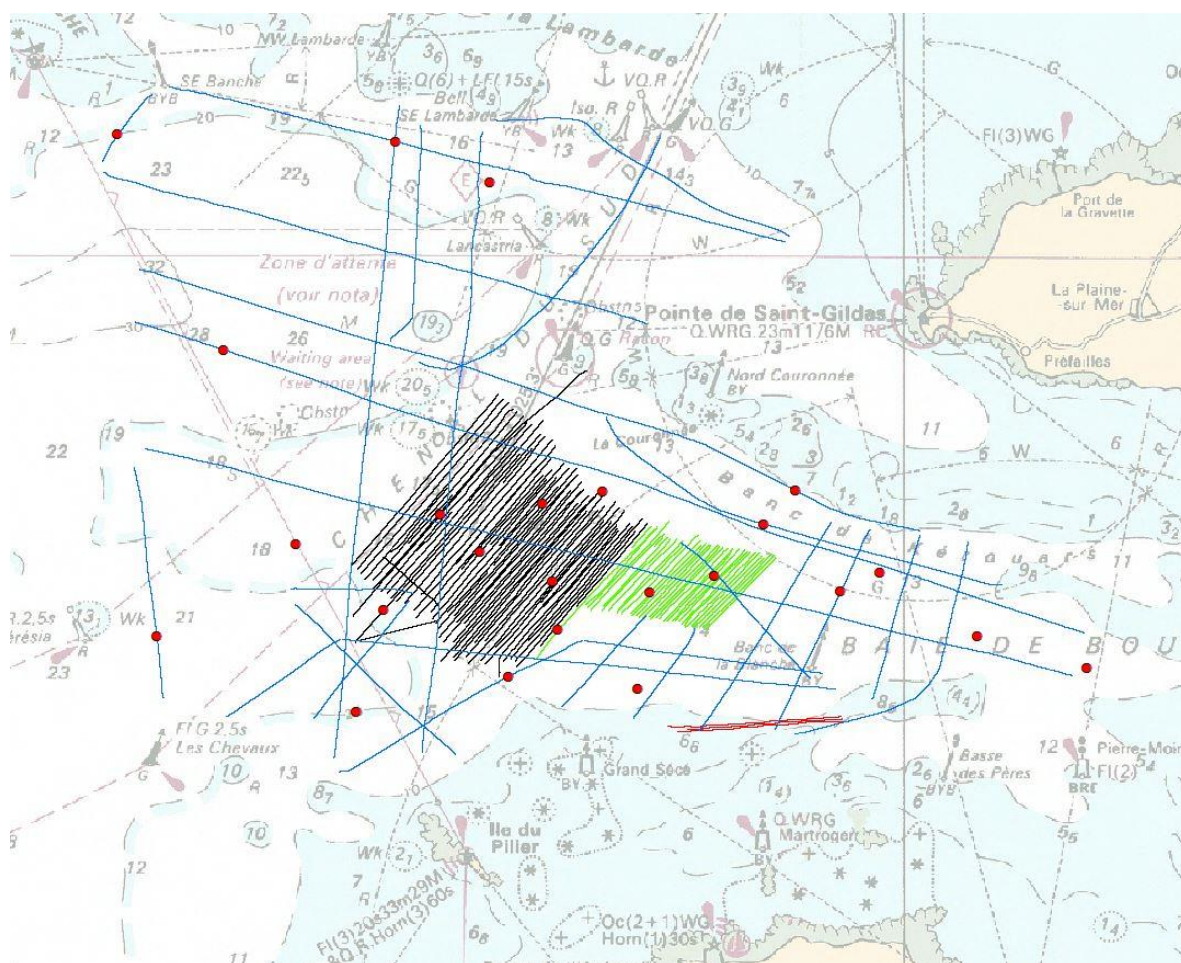


Figure 4: Cartographie des tirs sippican

3.Acquisition SMF EM2040

Le logiciel d'acquisition utilisé est SIS version 4.3.2. Cette version est connue pour planter toutes les 2h30 environ.

⇒ Penser à redémarrer toutes les 2h dans les girations (prend 3 minutes).

3.1 Configuration

- fréquence d'utilisation (ping mode) : 300KHz (sauf .all 252 à 400KHz)
 - mode de fonctionnement (pulse type) : automatique (reste en permanence en « short »)
 - mode d'émission (sector mode) : normal (émission simultanée en 3 secteurs)
 - largeur angulaire : 70°B/ 70°T
- Pas d'acquisition de la colonne d'eau.

3.2 Zones d'études

Zones	N° profils SMF
Boite concession	Pr001 à Pr055
Boite dunes	Pr056 à Pr069 et Pr073 à Pr094
Boite banc de la blanche	Pr070 à Pr072
Profils régionaux	Pr095 à Pr119

Figure 5: Numéro de profils par zone

3.3 Calibration

Les corrections ci-dessous ont été entrées dans le sondeur à partir du 29 Août 2020 à 8h30.

	Roll	Pitch	Heading
Tx transducer	-0.08	0.06	358.29
Rx port	39.80	-0.02	0.22
Rx starboard	-39.90	-0.26	359.09
Attitude	0	0.25	1.7

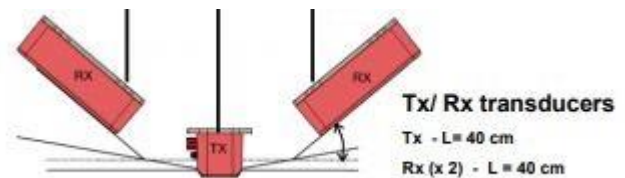
Figure 6: Paramètres enregistrés dans SIS

Des profils de calibration sont malgré tout fait pour contrôler ces paramètres.

3.3.1 Calibration roulis

Deux profils (aller-retour) superposés (.all 002 et 003) ont été acquis pour effectuer la calibration en roulis.

Le sondeur de la Thalia est un EM2040 dual, c'est-à-dire qu'il a deux antennes de réception distinctes.



Les profils de calibration en roulis auraient donc dû être décalés d'une demie fauchée. Sur la zone « concession », le recouvrement entre les profils étant très élevé, on a pu utiliser quatre autres profils pour déterminer les biais de roulis.

- Antenne bâbord :

Les profils 004 et 048 ont été utilisés. Une correction de $+0.14^\circ$ doit être appliquée.

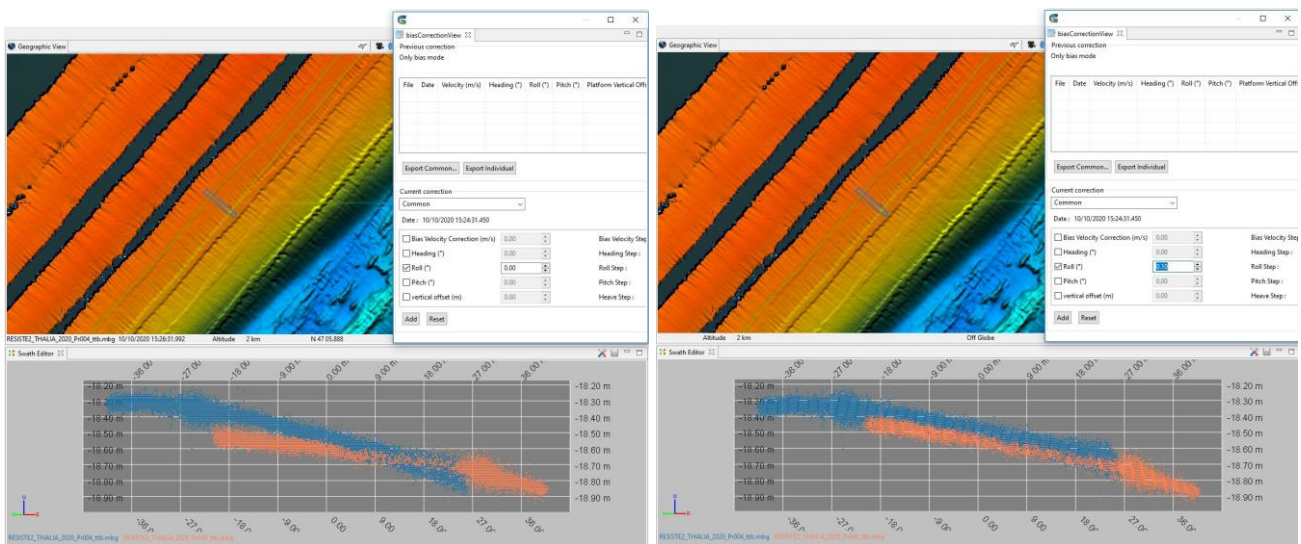


Figure 7: Calibration en roulis de l'antenne bâbord

- Antenne tribord

Les profils 009 et 050BIS ont été utilisés. Une correction de -0.25° doit être appliquée.

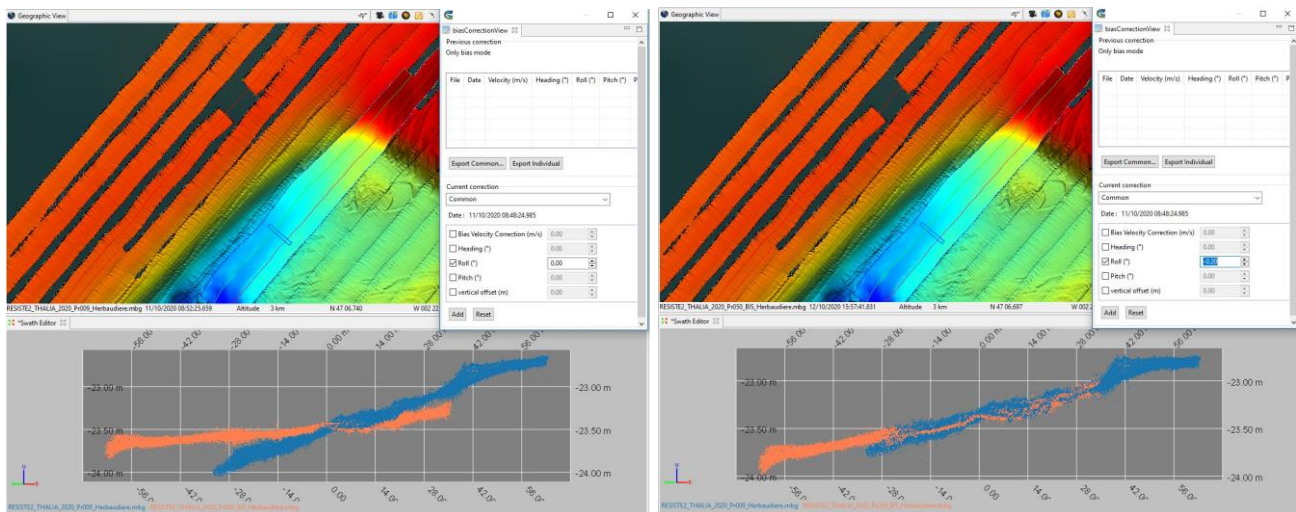


Figure 8: Calibration en roulis de l'antenne tribord

Les valeurs de ces corrections sont très surprenantes comparativement aux valeurs mesurées lors de la mission d'essai du mois d'Août dernier :

- bâbord = -0.07°
- tribord = $+0.05^\circ$

La correction a été faite avec le module « Coratt » de la boîte à outil en sélectionnant d'une part les faisceaux de 1 à 400 pour corriger l'antenne bâbord et d'autre part les faisceaux de 401 à 800 pour l'antenne tribord.

Un développement a été demandé à GLOBE pour qu'une calibration distinguant les antennes soit fait.

3.3.2 Calibration tangage

Aucune calibration en tangage n'est nécessaire (profils 005 et 007).

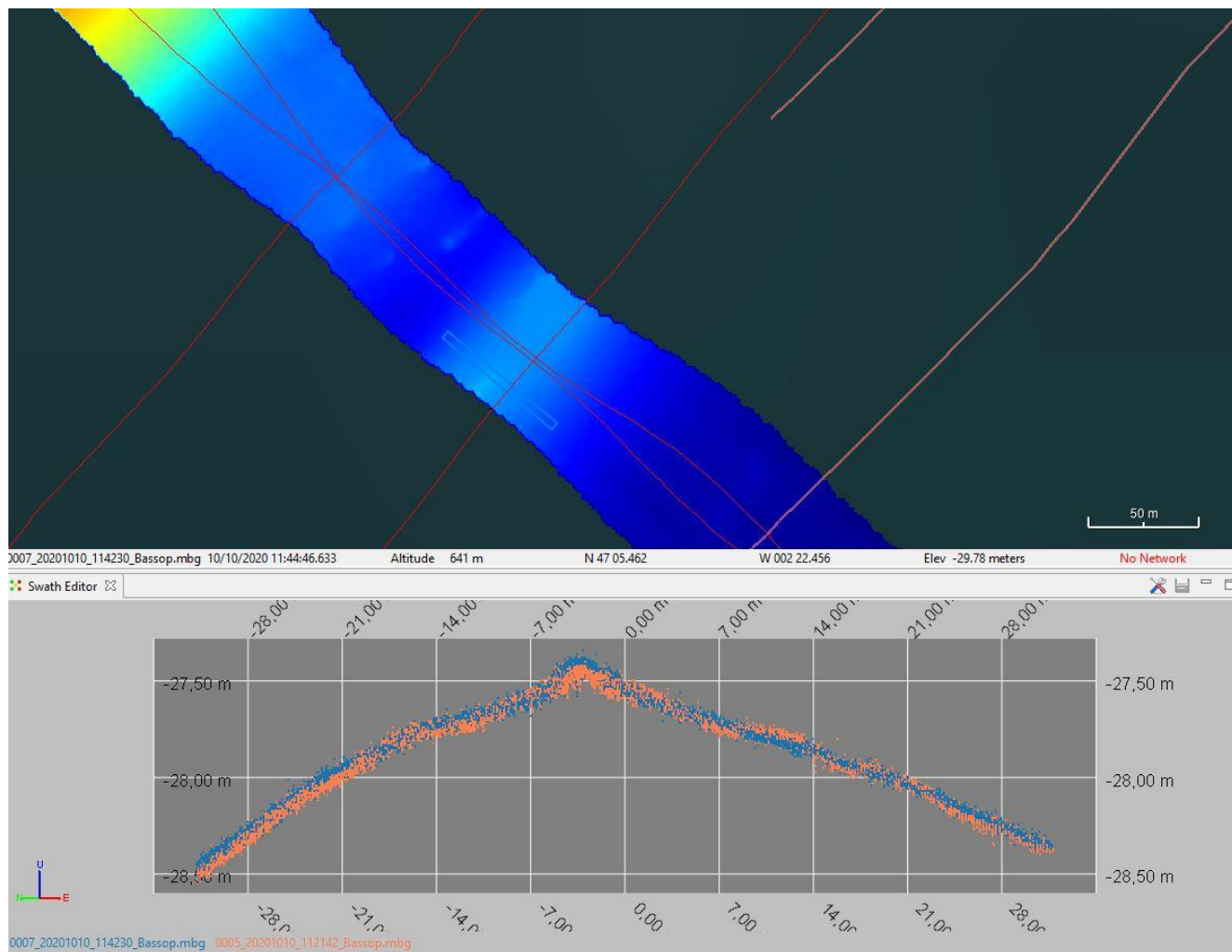


Figure 9: Calibration en tangage

3.3.3 Calibration synchronisation horaire

Le système est bien synchronisé (profils 004 et 006).

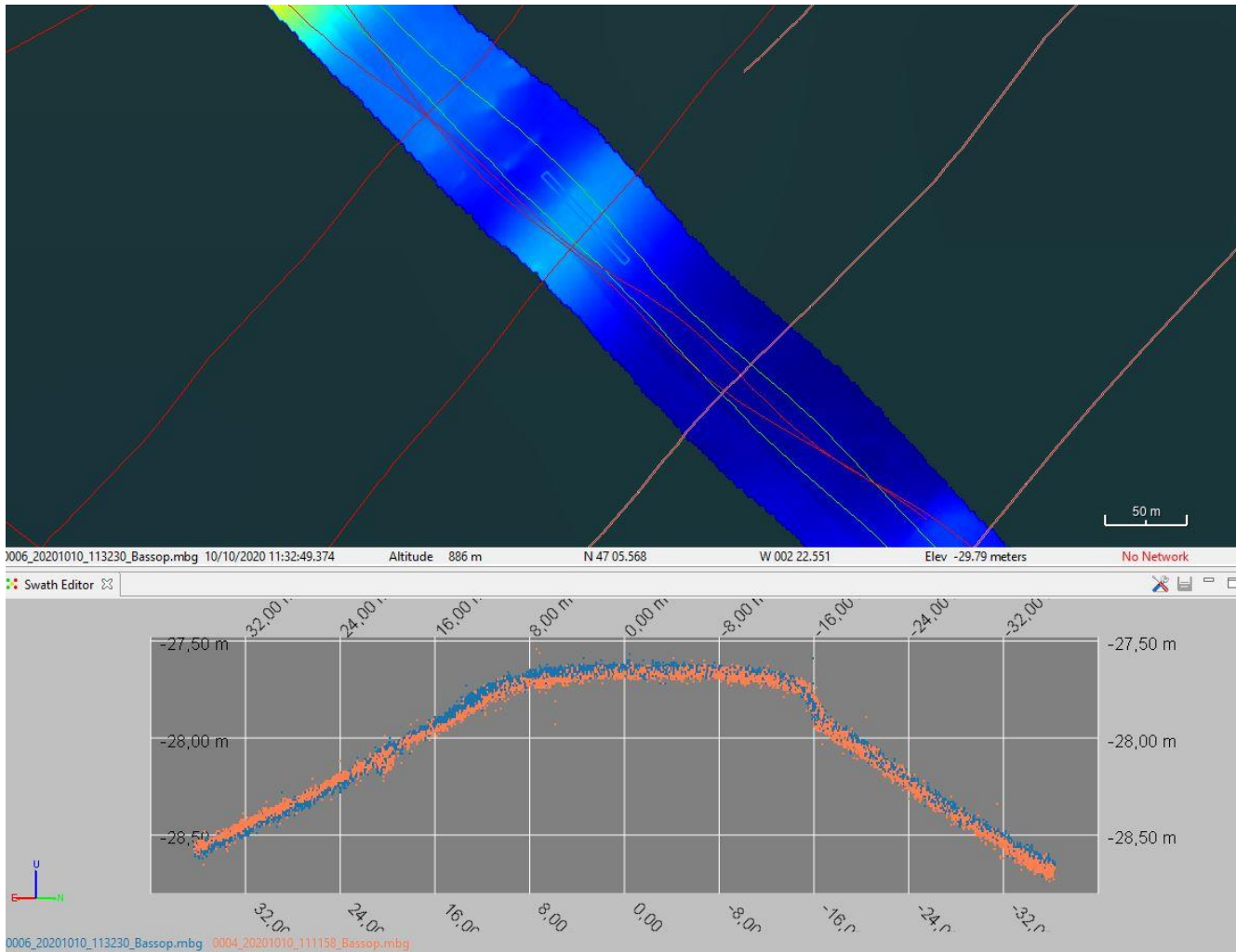


Figure 10: Calibration de la synchronisation horaire

4. Traitement SMF EM2040

Le traitement des données du SMF EM2040 a été effectué avec le logiciel GLOBE version 1.16.9.

Les fichiers au format d'enregistrement natif (.all) sont convertis en fichiers de bathymétrie (.mbg) et de navigation (.nvi) via Tools/ Convert/ Raw files to sounder files. Aucun offset n'a été appliqué puisqu'ils sont déjà intégrés dans SIS.

4.1 Génération de profils bathymétriques

- Exectute with/ Cut-Merge tool : Création de fichier .mbg par profil

4.2 Correction de la hauteur d'eau

La réflexion menée concernant la correction de hauteur d'eau a pris en compte d'une part la précision et d'autre part la reproductibilité. L'objectif des multiples campagnes qui se dérouleront dans cette zone est de calculer des différentiels pour connaître l'évolution morphologique du site. Il est donc extrêmement important que les méthodes de correction soient identiques d'une mission à l'autre.

4.2.1 Système RTK

La méthode la plus fiable et la plus précise consiste à utiliser la mesure acquise par le système RTK. Sur cette mission, le RTK (flottant) a fonctionné seulement 68% du temps (cf paragraphe 2.1).

Le graphique suivant illustre bien la discontinuité de la mesure pour la journée du 10 octobre (zone Ouest de la boîte « concession » ; la plus loin des côtes).

5) RTK flottant 4) RTK fixe 2) DGPS 1) GPS naturel

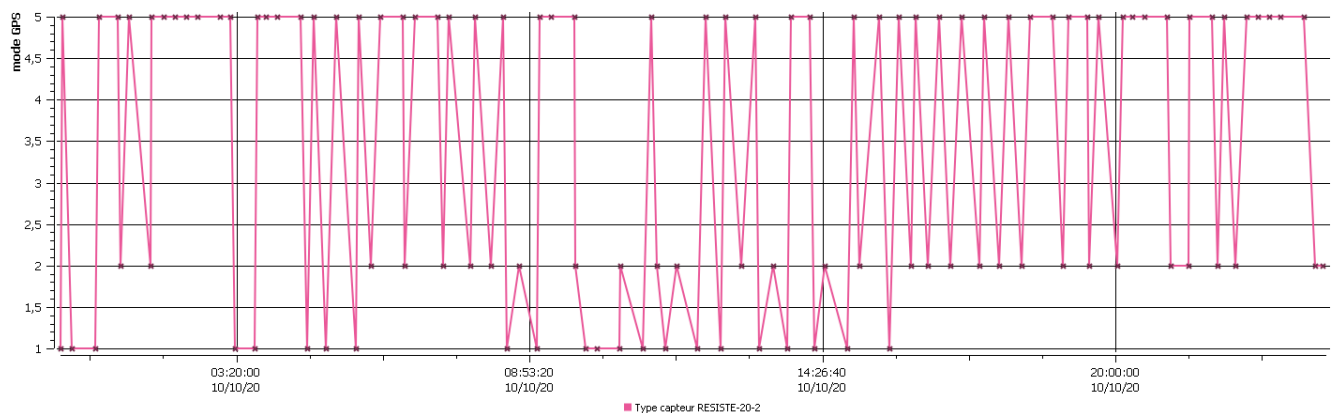


Figure 11: Représentation graphique du système de positionnement acquis pendant la journée du 10 octobre

La couverture du réseau GSM Orphéon n'a pas atteint la portée attendu surtout dans la zone Ouest de la boîte « concession » et sur les profils régionaux. Pourtant le réseau est prévu pour fonctionner jusqu'à 30 kms de l'émetteur et nous n'avons pas dépassé les 7nm (cf chapitre 7.1).

Cette méthode n'est donc pas optimale pour corriger ces données de la hauteur d'eau.

4.2.2 Marégraphe mouillé

Le marégraphe mouillé a très bien fonctionné cependant cette méthode n'est pas optimale car :

1/ le marégraphe a été mouillé à deux endroits différents selon les legs (cf paragraphe 2.2.3)

2/ le marégraphe a été relevé avant la fin des acquisitions pour les 2 legs
3/ le marégraphe mouillé mesure en un point fixe et ne prend pas en compte la composante spatiale.

Cette méthode ne peut donc pas non plus être utilisée.

4.2.3 Harmar + surcote

Cette méthode est systématiquement utilisée par le SHOM.
L'objectif est d'appliquer la surcote mesurée au marégraphe le plus proche, au modèle de marée harmar du SHOM en tous points de la navigation du bateau.

Description de la méthode :

- créer un fichier .nav à la position du marégraphe le plus proche (St Nazaire)
- produire la marée harmonique à la position du marégraphe
- comparer la marée mesurée du marégraphe avec la prédiction de marée à partir des harmoniques (marnav) du marégraphe puis en déduire une correction (surcote = marégraphe - marnav marégraphe)
- appliquer cette correction à la marée marnav du bateau : marnav bateau + surcote

Cette méthode 1/ prend en compte l'aspect spatial, 2/ est cohérente sur l'ensemble du levé (boîtes et profils régionaux) et 3/ est reproductible d'une mission à l'autre. C'est donc la méthode qui sera utilisée pour corriger les données de cette campagne.

• Exécute with/ Tide correction : Import des corrections de marée dans les fichiers de bathymétrie
--

NB : Une grosse réflexion sur la correction de hauteur d'eau des données avec le logiciel GLOBE est en cours. Cette méthode de traitement sera intégrée dans le logiciel dans l'année. Pour cette campagne, c'est Hervé BISQUAY qui a effectué les calculs avec des scripts personnels.

A titre indicatif, la figure suivante montre sur le graphique du haut en bleu la marée mesurée et en marron la marée prédite au port de St Nazaire. Le graphique du bas montre la surcote mesurée pendant toute la période de la mission.

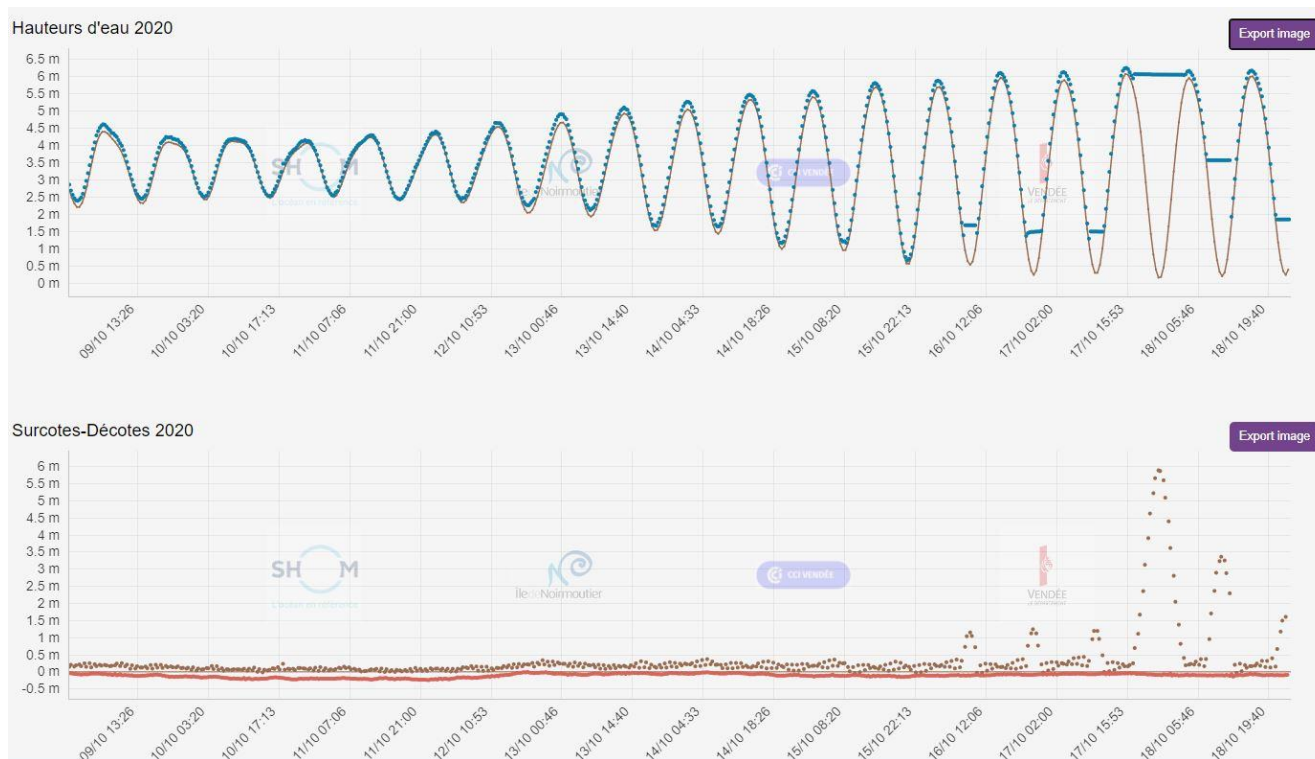
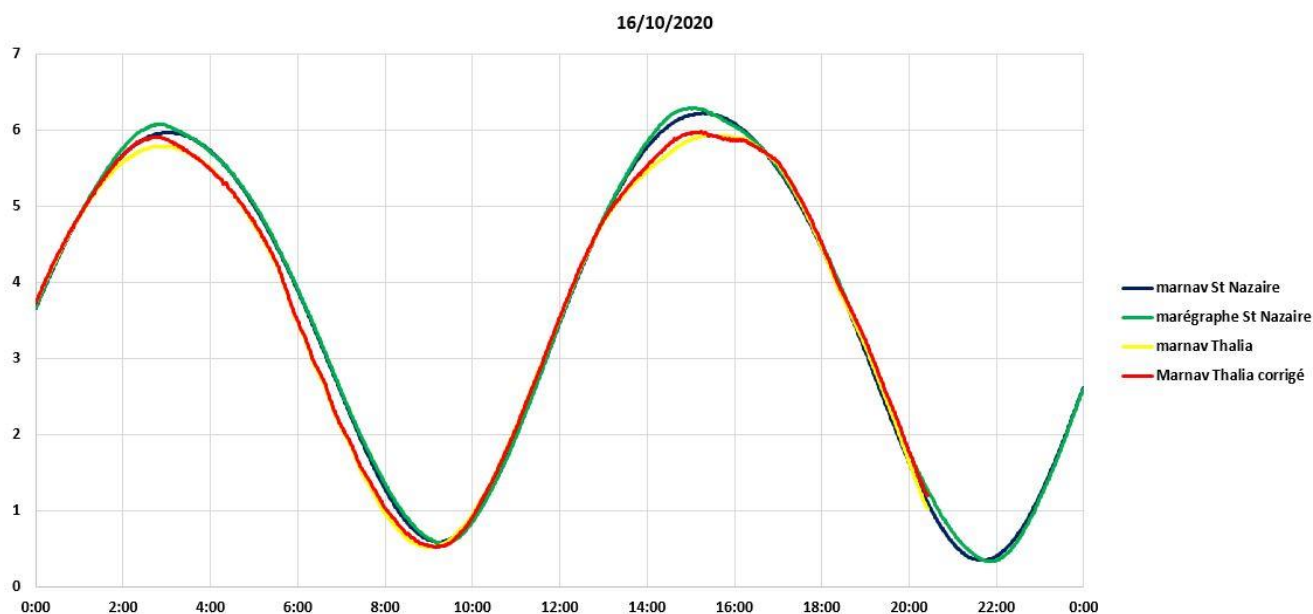


Figure 12: Hauteur d'eau et surcote au port de St Nazaire pendant la mission RESISTE2

4.2.4 Comparaison des méthodes

Hervé BISQUAY a comparé les données des différentes méthodes pour la journée du 16 octobre. Un offset d'environ 50 cm est visible entre le système RTK et la marée harmonique corrigée de la surcote au bateau.

Cela s'explique d'une part par l'écart entre le tirant d'eau moyen (utilisé pour la marée RTK) et le tirant d'eau réel du bateau et d'autre part par l'incertitude du modèle bathylli.



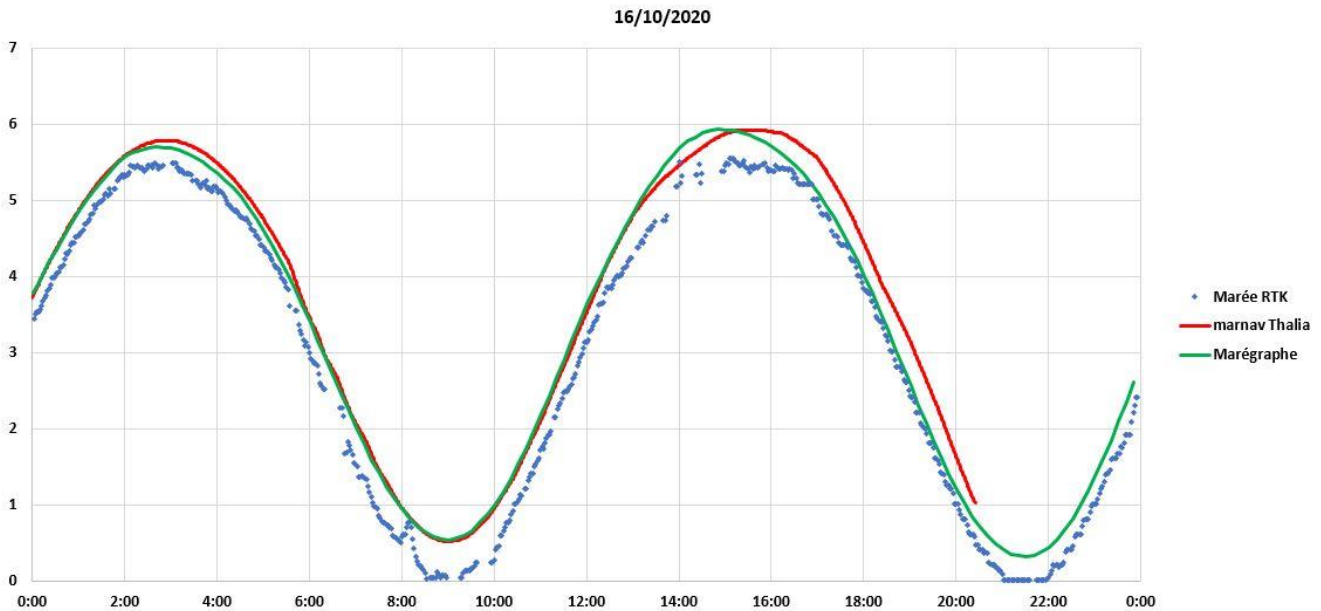


Figure 13: Comparaison des différentes méthodes de correction de hauteur d'eau

4.2.5 Synthèse

Malgré la méthode « Harmar + surcôte » choisie, des biais d'immersion pouvant atteindre 25 cm ont été observés d'un profil à l'autre.

4.3 Correction de célérité

La quasi-totalité des profils ont subi une correction de la célérité.

Les profils dans la zone Ouest de la boîte « concession » sont particulièrement impactés. Un biais de +/-1.7 m/s maximum est appliqué. Ceci s'explique par le fait que :

1/ la zone d'étude se situe proche de l'embouchure de la Loire

2/ une partie de l'acquisition est faite pendant les grandes marées (coefficient maximum de 115)

3/ le levé concerne une zone de faible profondeur (max 30m)

4/ les tirs sippican, même s'ils ont été nombreux, restent insuffisants. L'idéal serait d'utiliser le système MVP (poisson remorqué faisant des oscillations dans la colonne d'eau) mais n'est pas compatible avec l'utilisation du sonar.

- Swath Editor : Estimation de la correction de célérité à apporter en chaque point du profil
- Execute with/ Biais correction : Application de la correction de biais à l'ensemble du profil

4.4 Biais de cap

4.4.1 Observation

Un effet d'ondulation est visible sur l'ensemble des profils (particulièrement pendant le premier leg) comme l'illustre la figure suivante :

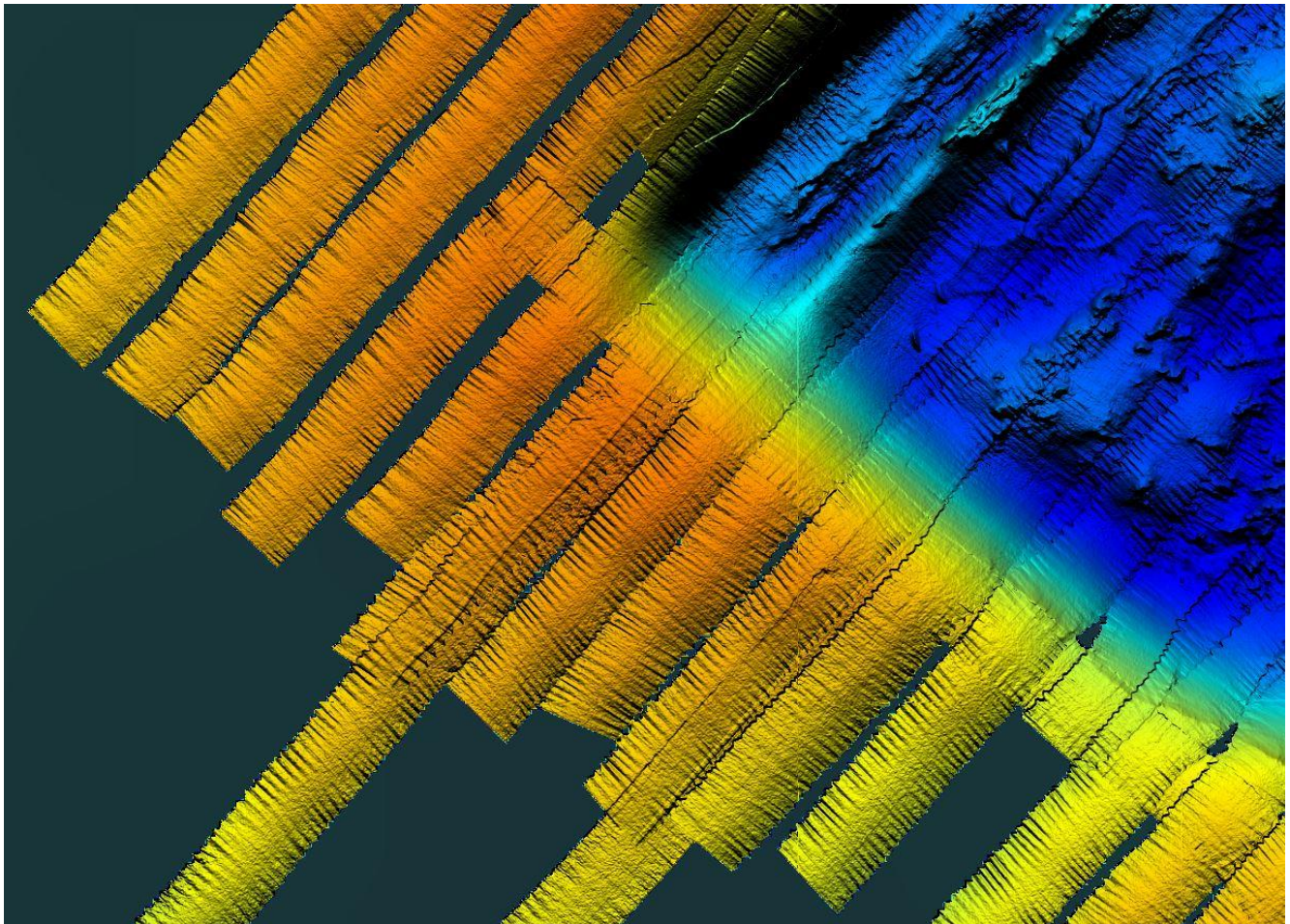


Figure 14: Effet marqué d'ondulation

Ce défaut est dû 1/ à l'état de la mer (du 10 au 12 -> mer belle à peu agitée et 13 -> mer agitée) et 2/ à un biais de cap.

Le graphique suivant montre que l'amplitude est de 20cm.

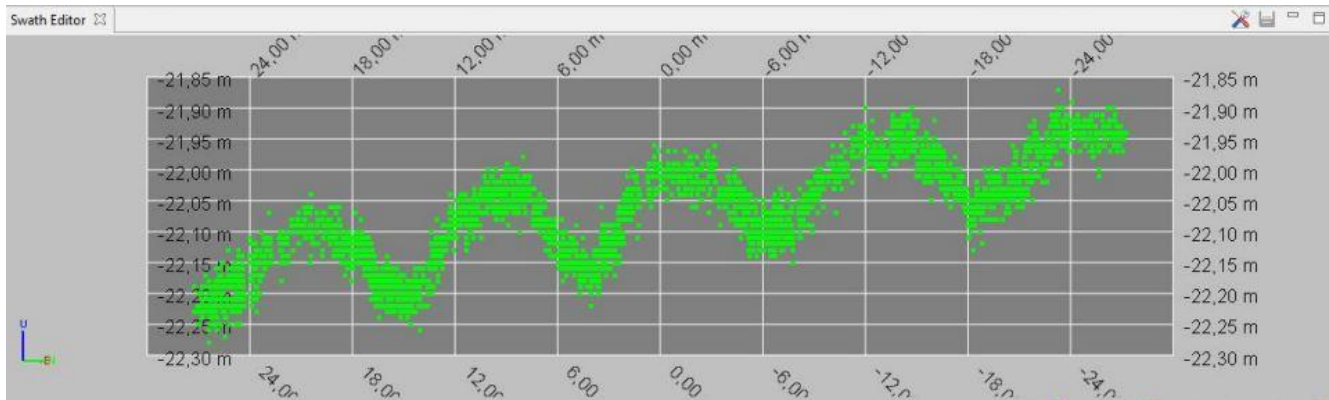


Figure 15: Amplitude de l'ondulation visible sur les données de bathymétrie

4.4.2 Centrale d'attitude

L'amplitude des mouvements du bateau est importante (fichier techsas .att) : roulis > 10°, tangage > 5°, pilonnement > 1m (2m crête à crête).

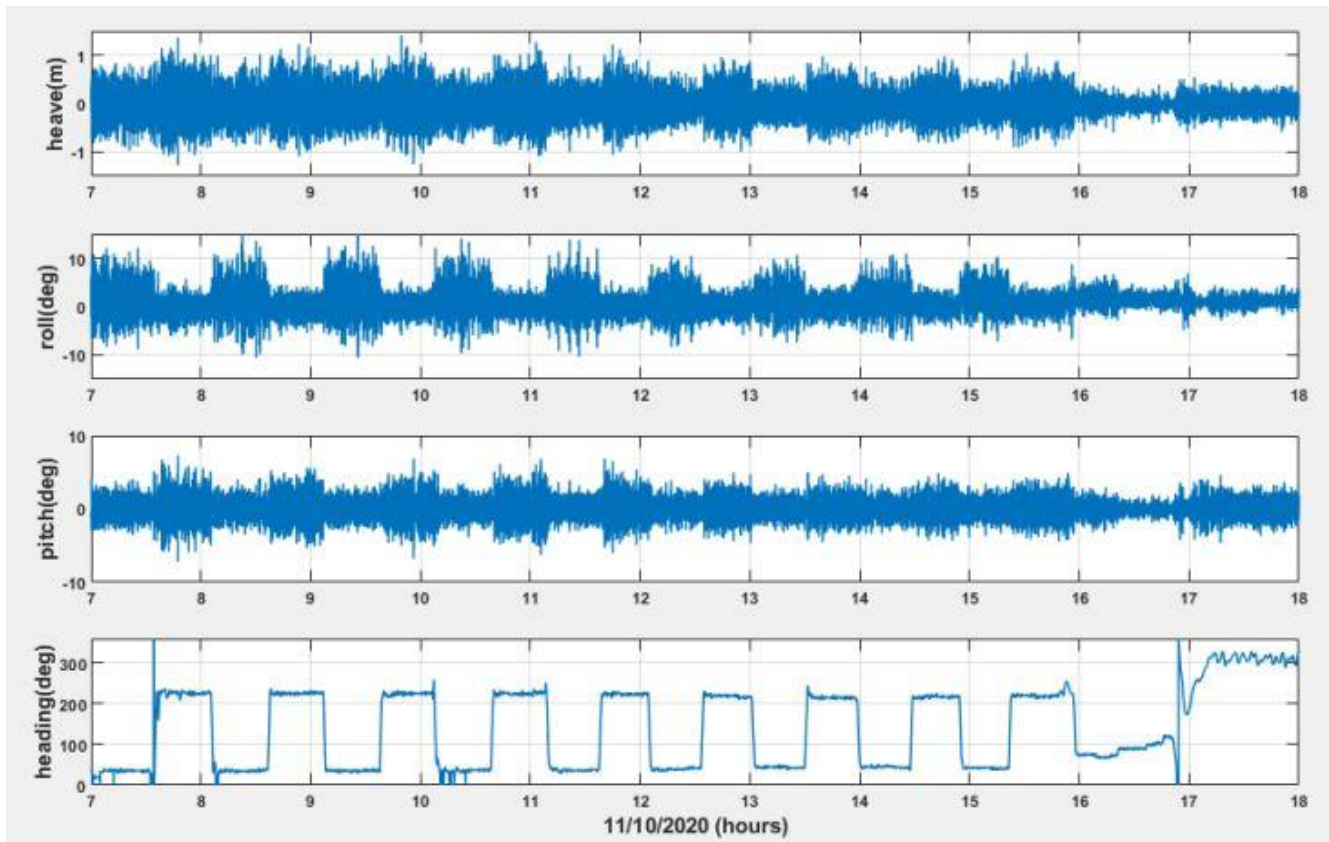


Figure 16: Attitude du bateau pendant la journée du 11 octobre

4.4.3 Biais de cap

Une erreur d'alignement en cap du sondeur avec la centrale d'attitude est certainement la principale cause de ces ondulations. Le biais est déterminé par comparaison entre la pente et le roulis. Les données doivent être corrigées de -1° pour atténuer cet effet d'ondulation mais ne corrige pas complètement le défaut.

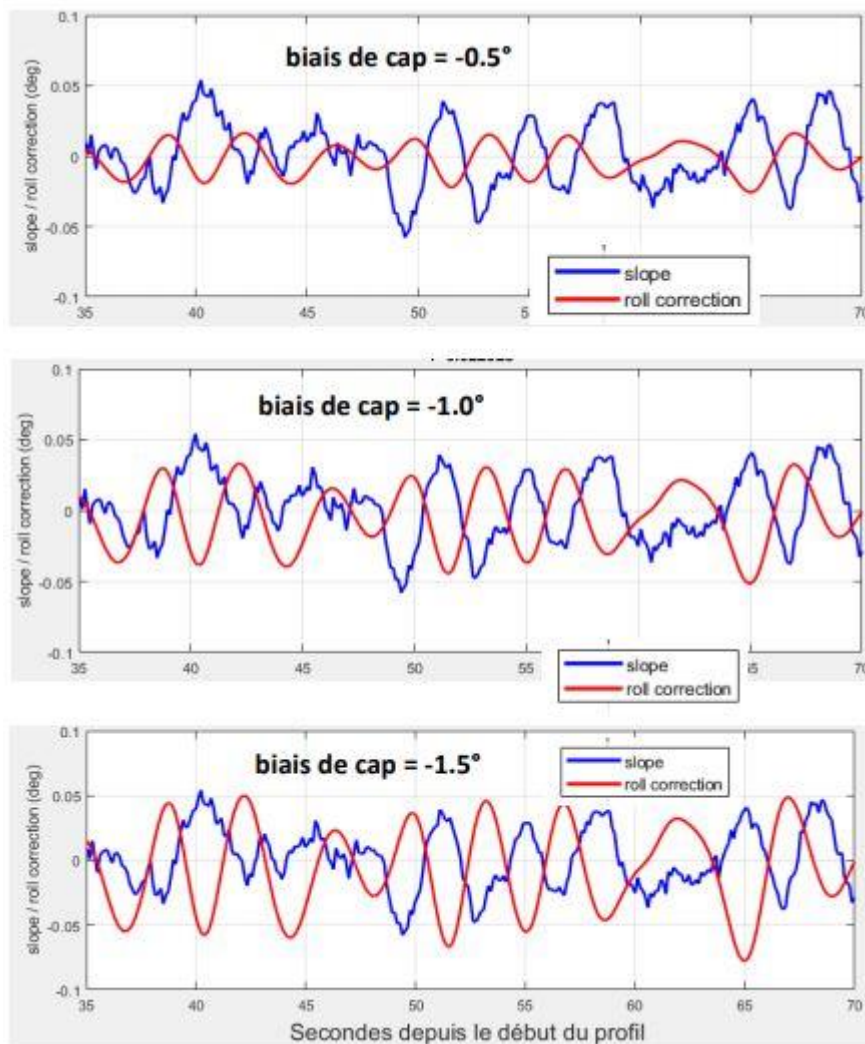


Figure 17: Détermination du biais de cap

- Coratt : ME70 roll / Biais de cap : Correction de biais de cap

4.4.4 Autres sources d'erreur

En plus du désalignement du cap sondeur et du cap de la centrale d'attitude, deux autres éléments peuvent être en cause :

- l'incertitude sur les mesures de roulis
- la synchronisation des données d'attitude et du sondeur (latence)

4.5 Épuration et maillage

- Swath Editor : Épuration manuelle des sondes aberrantes
- Export to/ Digital Terrain Model (.dtm) : Maillage du MNT
- Export to/ Geotiff : Export du MNT au format Geotif (.tif)

4.6 Observations

4.6.1 Faisceaux extérieurs

A plusieurs reprises, les faisceaux extérieurs prenaient une forme de « moustache » (principalement vers le bas) sur un bord ou les deux comme le montre la figure suivante, alors qu'aucun relief spécifique n'est détecté.

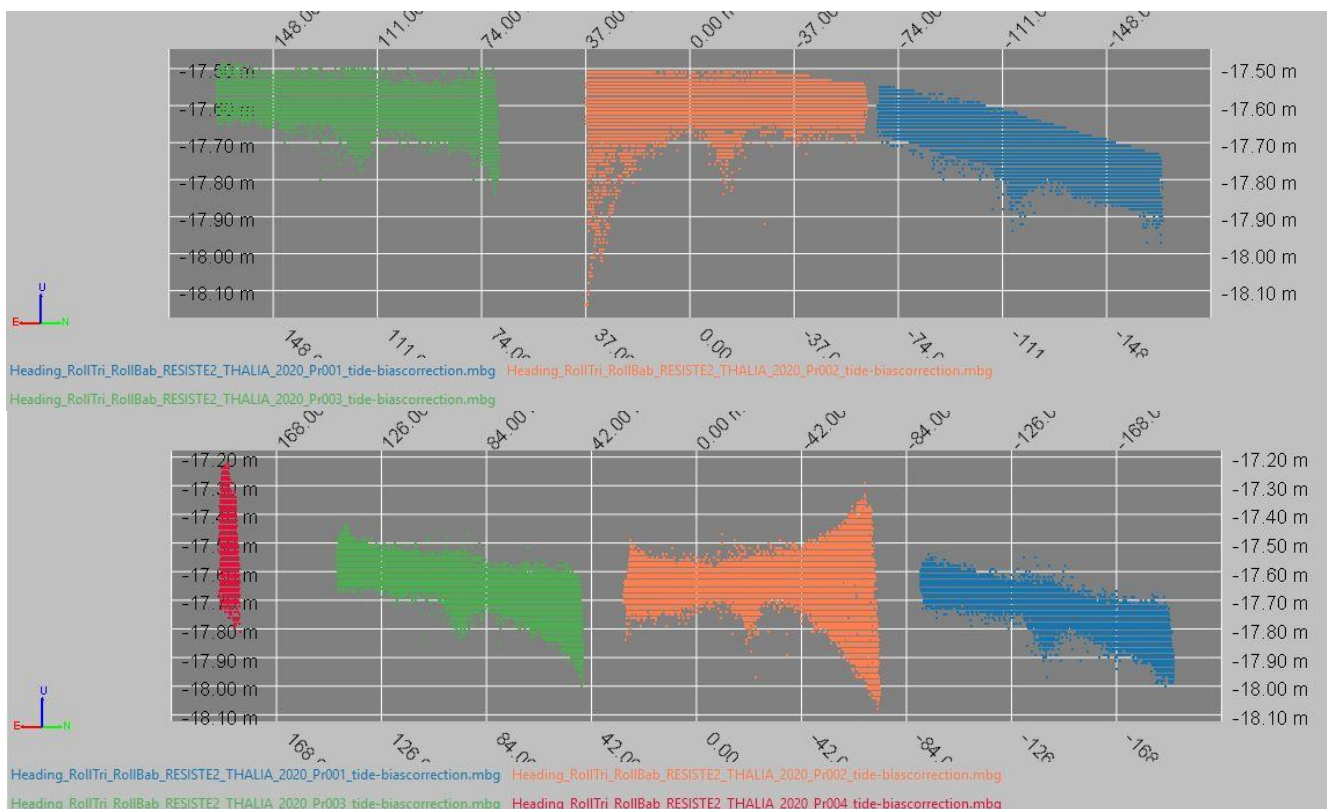


Figure 18: Déformation des faisceaux extérieurs

4.6.2 Comparaison fréquence d'acquisition

La différence de fréquence entre 300KHz (nominale) et 400KHz n'apporte rien de plus à 30m de profondeur si ce n'est une très légère perte de portée en 400KHz (fichier .all 252). La précision des faisceaux extérieurs est identique.

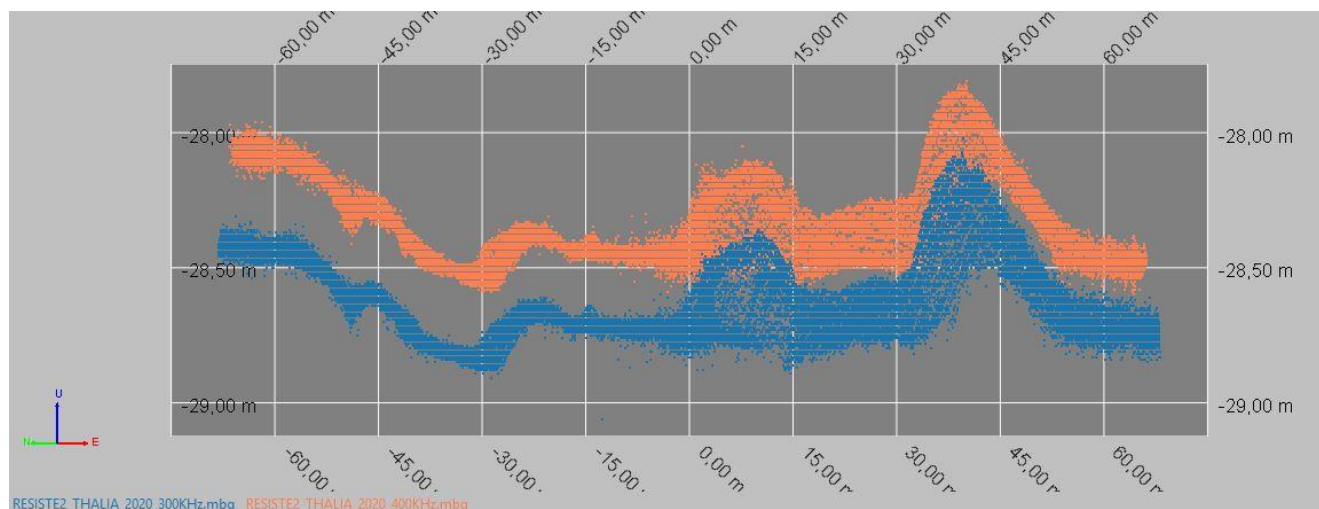


Figure 19: Comparaison entre un profil à 400KHz (.all 252) et un profil à 300KHz (.all 253)

4.7 Bilan des corrections apportées

Une fois les données corrigées de la hauteur d'eau (harmar et surcote + ajustement manuel), de la célérité (ajustement manuel), du cap et des biais de roulis ainsi qu'une étape d'épuration manuelle, nous obtenons un résultat relativement satisfaisant.

Corrections	Maximum appliqué
Marée	+/- 25 cm
Célérité	+/- 1.7 m/s
Cap	1°
Roulis	Bâbord +0.14°/ Tribord -0.25°

Figure 20: Maximum des corrections appliquées

4.8 Résultat

Les MNT ont été générés avec un cadre géographique arrondi afin de pouvoir reproduire les grilles sur les missions suivantes et calculer des différentiels. La latitude conservée est N47.

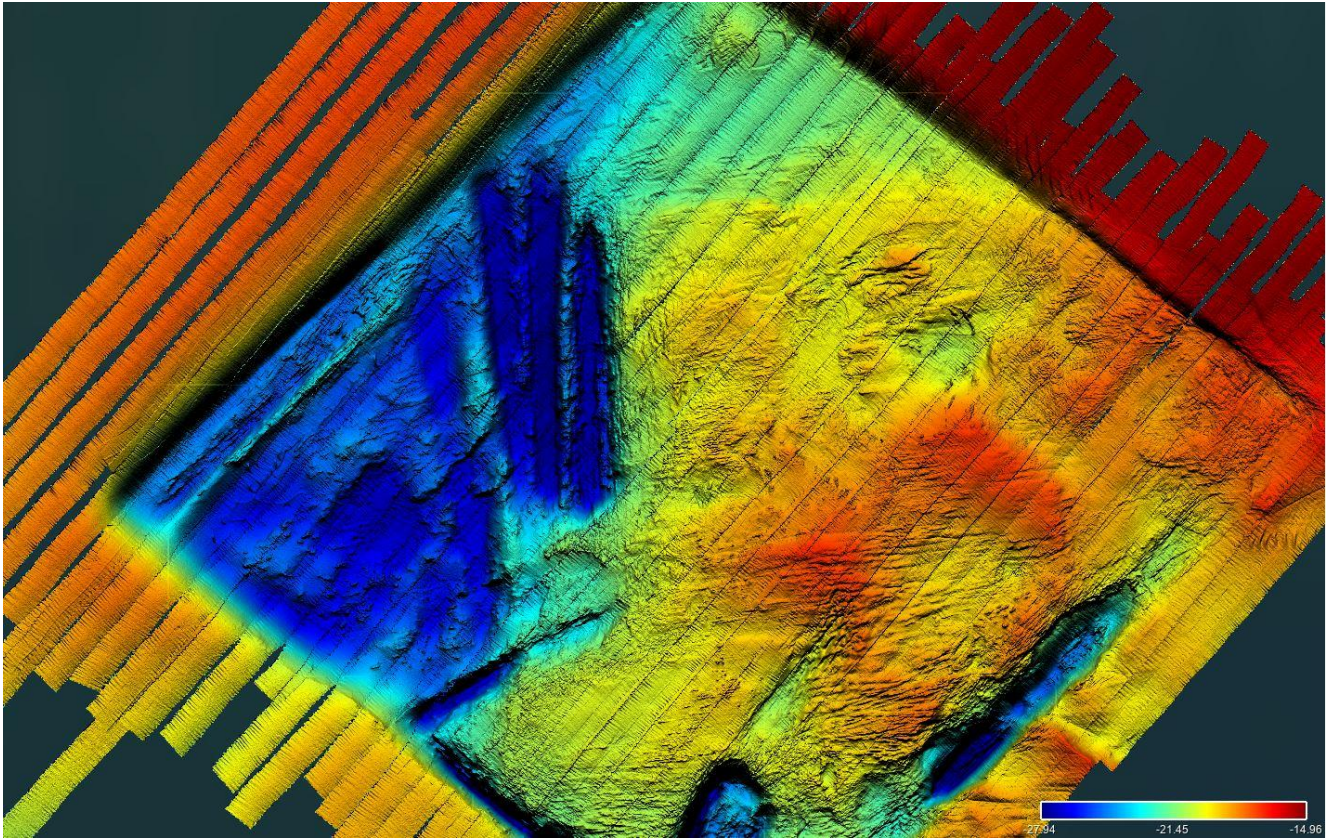


Figure 21: Zone "Concession" avant traitement

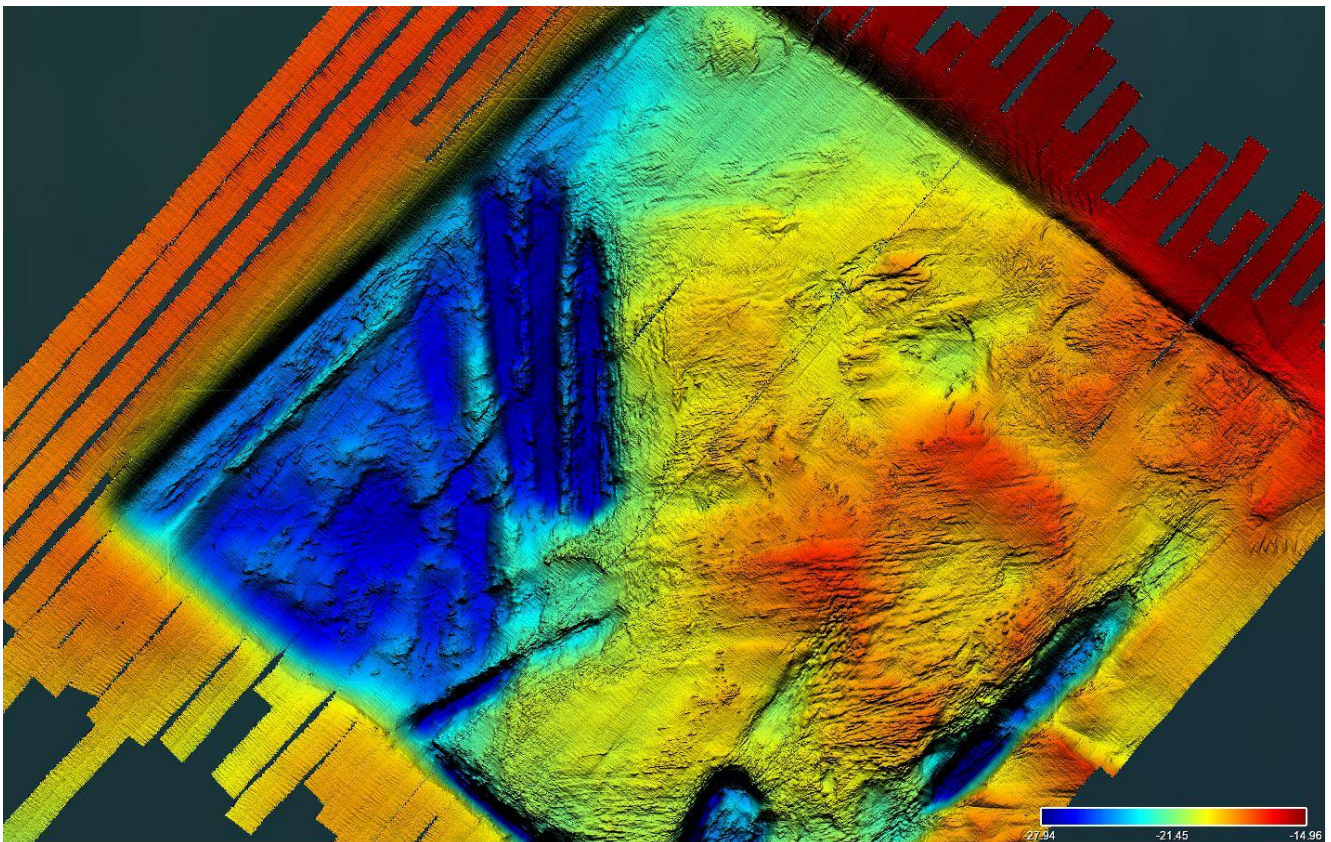


Figure 22: Zone "Concession" après traitement

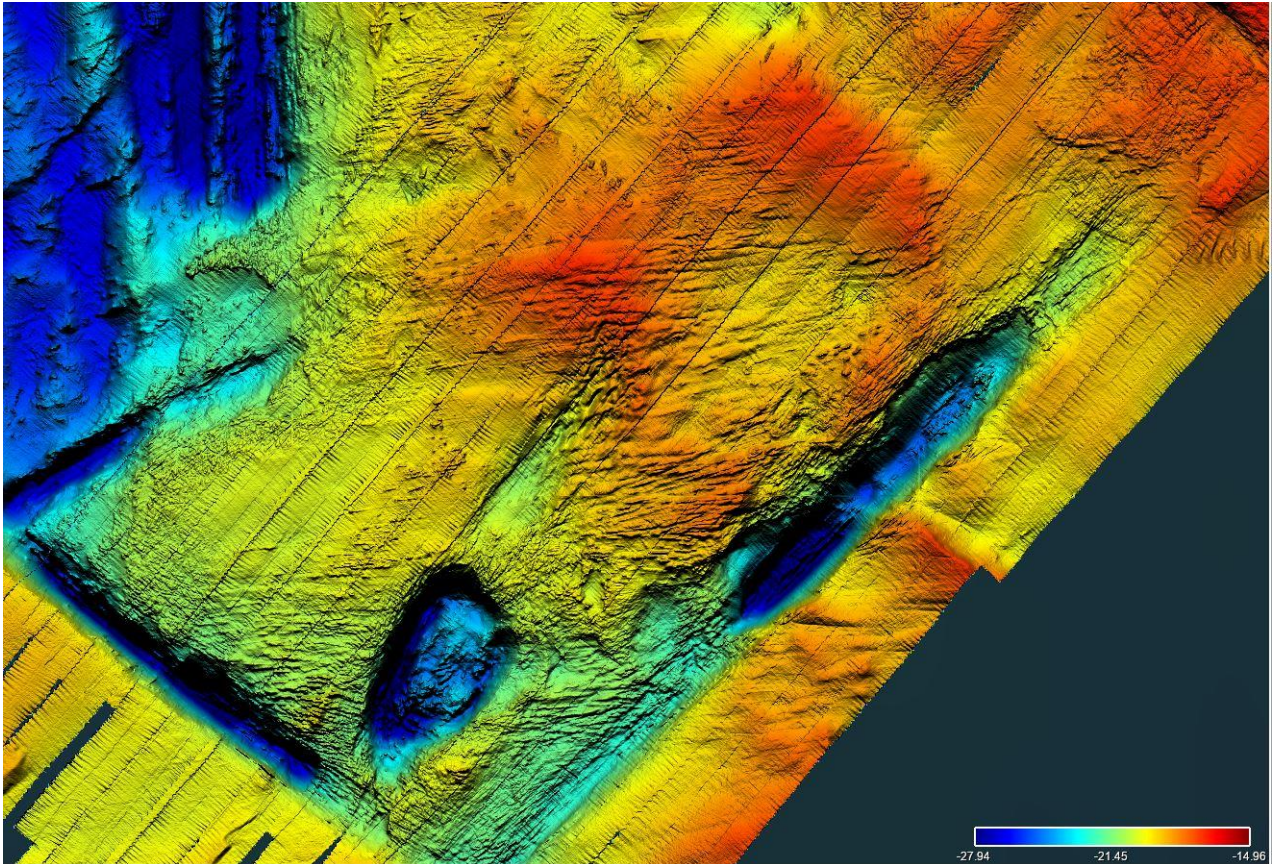


Figure 23: Zoom de la zone "Concession" avant traitement

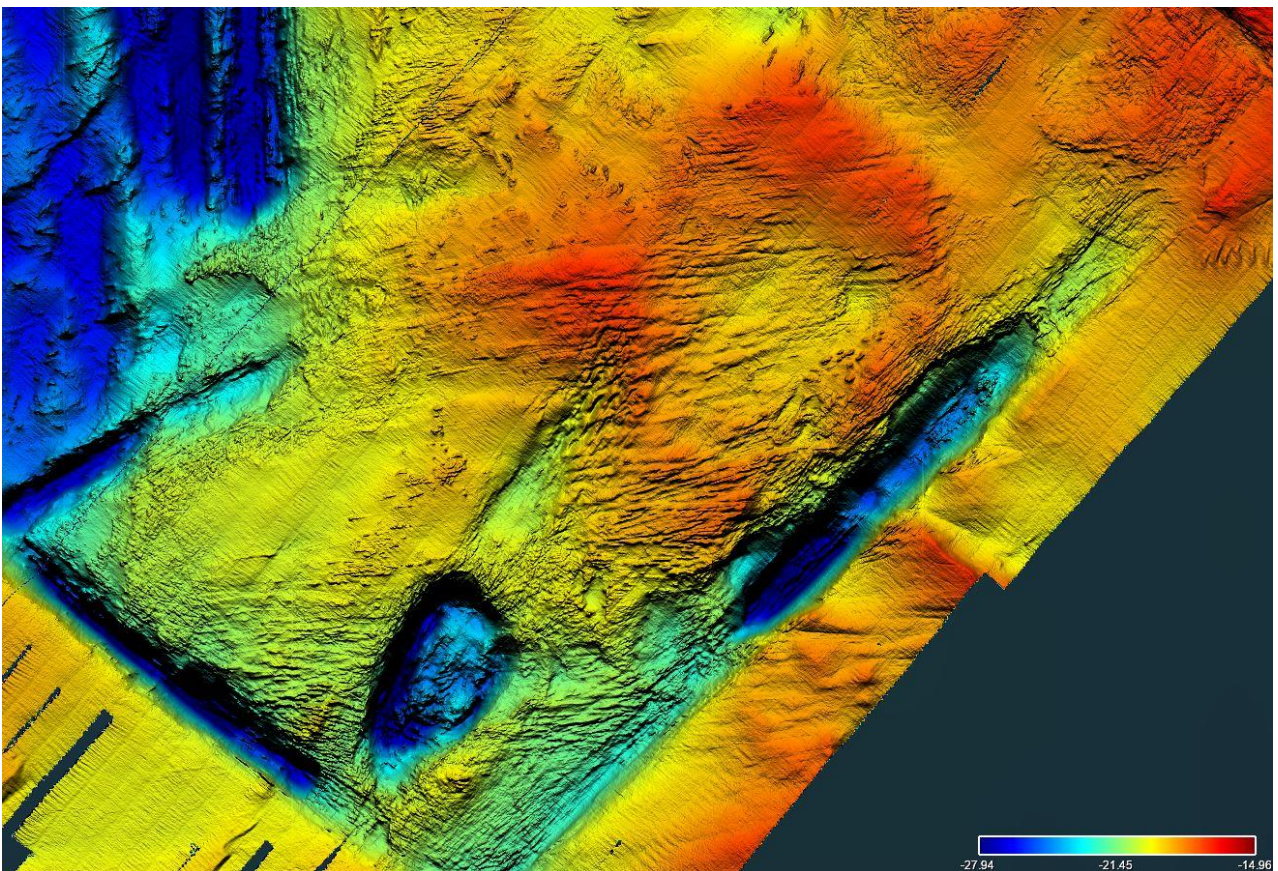


Figure 24: Zoom de la zone "Concession" après traitement

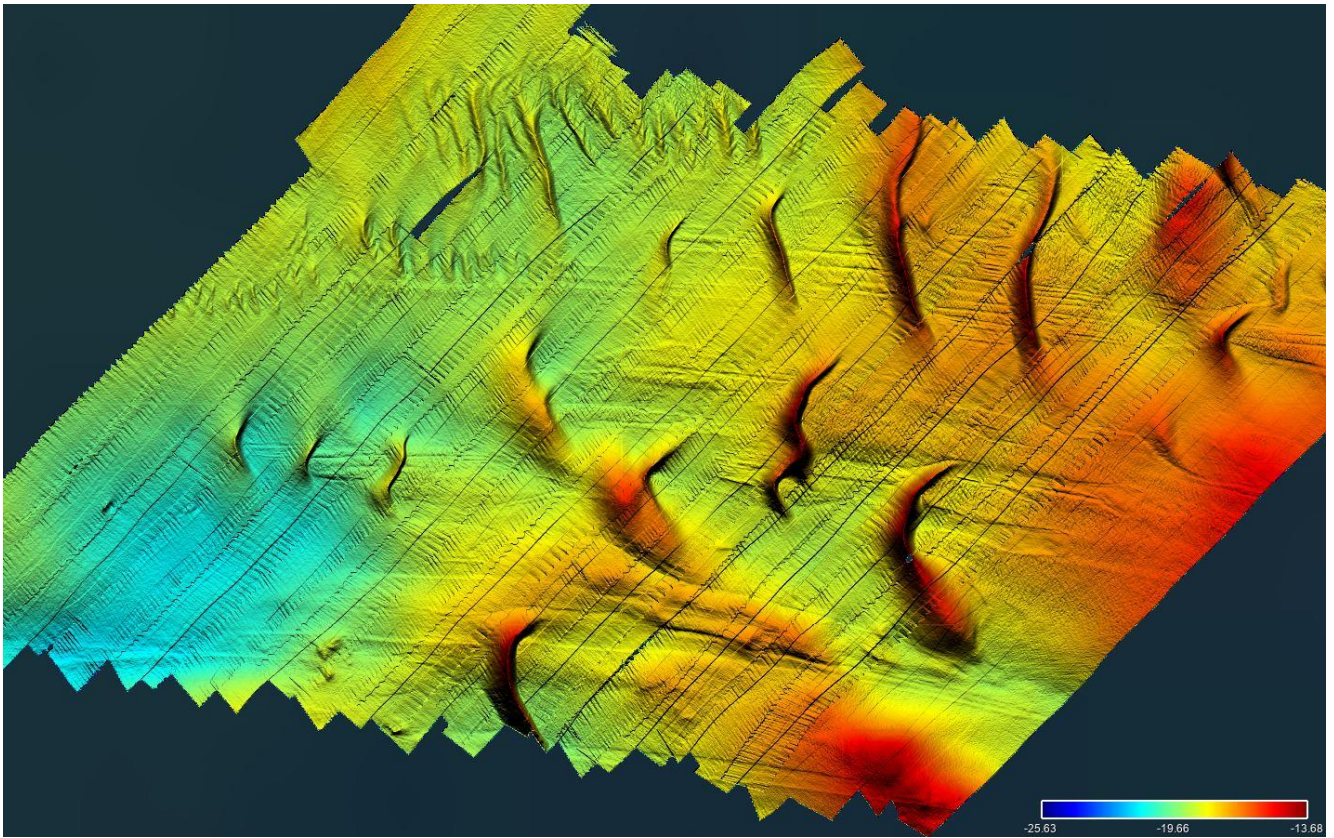


Figure 25: Zone "Dunes" avant traitement

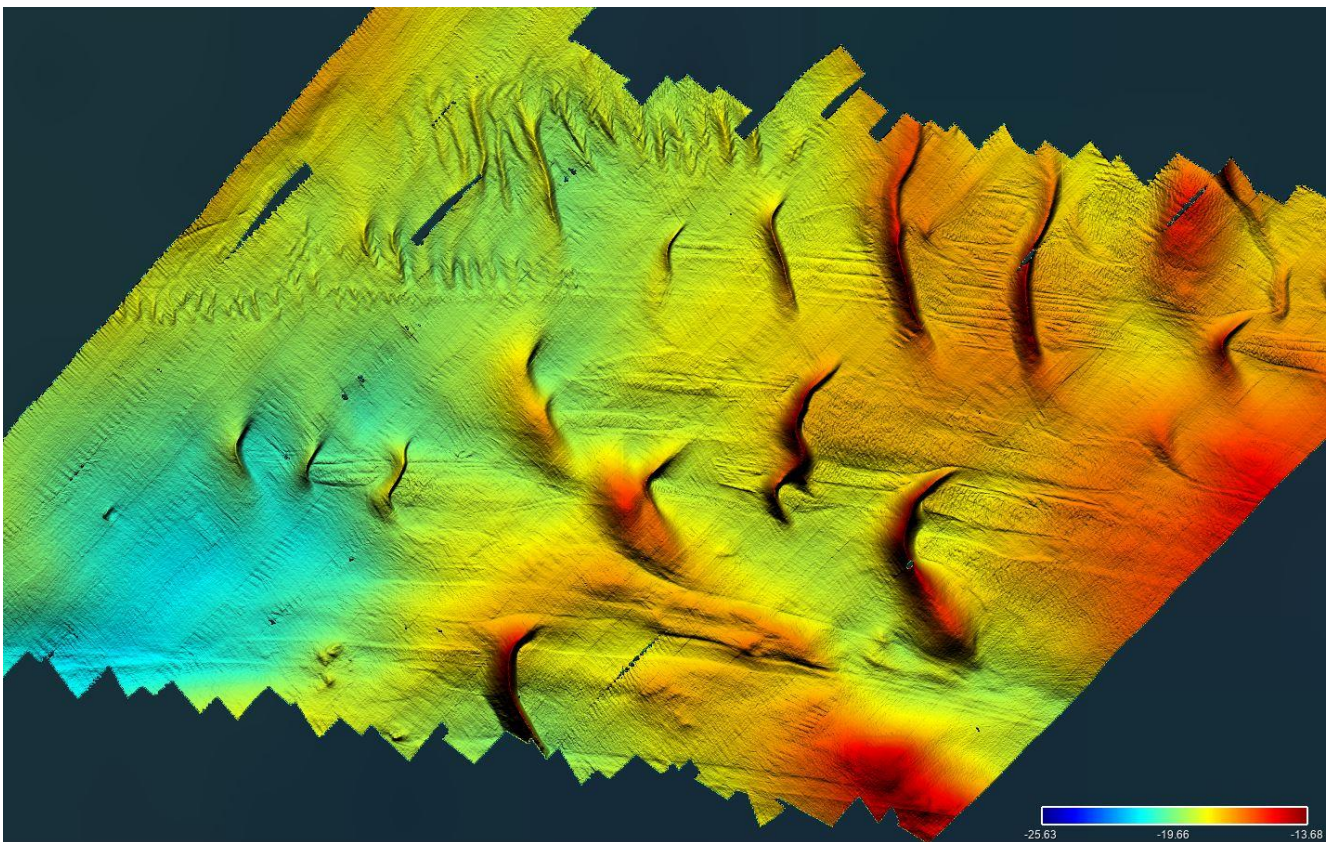


Figure 26: Zone "Dunes" après traitement

4.9 Différentiel

Un différentiel entre des grilles issues de deux niveaux de traitement différents a été effectué à l'aide du logiciel ArcGIS (outil Spatial Analyst/ Algèbre spatial/ Calculatrice raster).

Les données du premier MNT ont été corrigé du biais de roulis systématique (tribord - 0.25°/ bâbord +0.14°), du biais de cap systématique (1°) et de la marée (harmar + surcote). Le second MNT, en plus des corrections systématiques notées ci-dessus, a subi des corrections manuelles de célérité et de marée.

L'échelle de couleur va de -1,3m (bleu) à +1.2m (rouge) pour la boîte « Concession ».

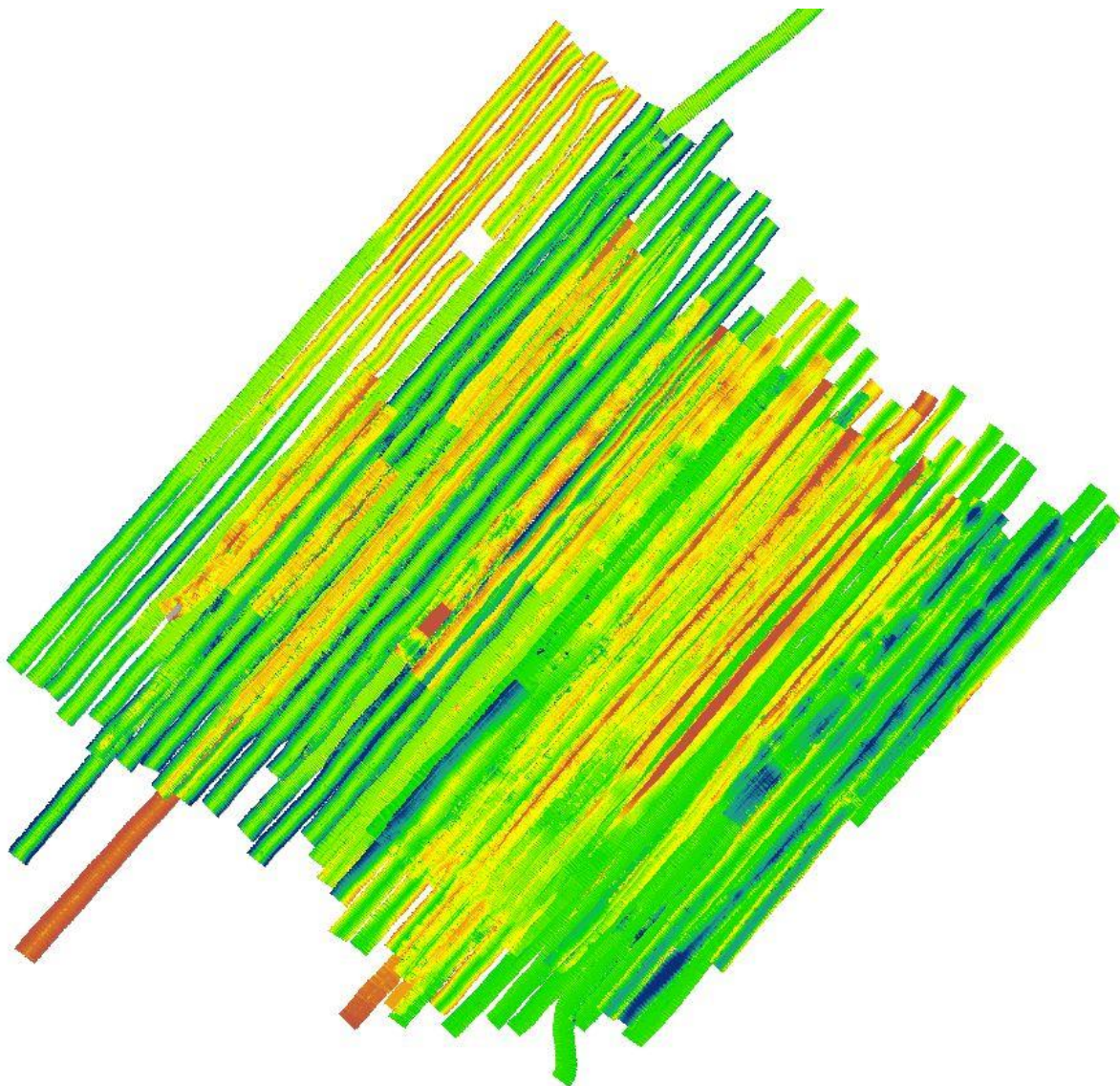
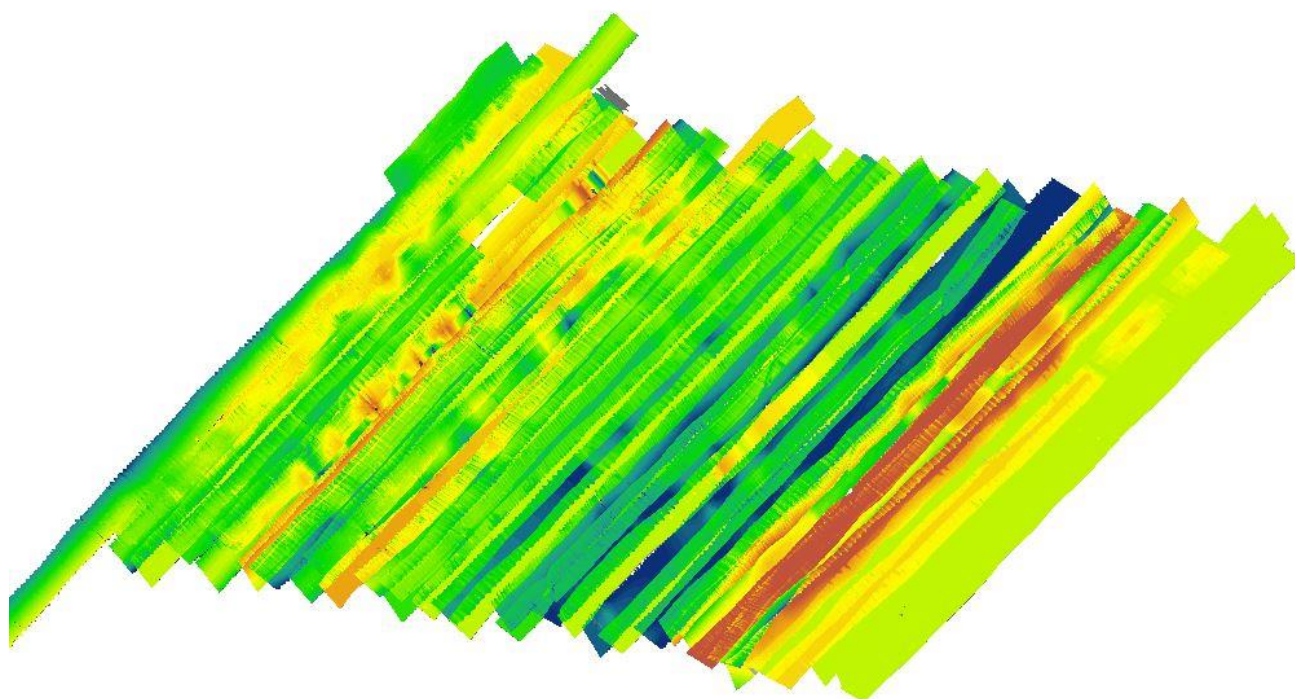


Figure 27: Différentiel entre la grille corrigée de manière systématique et celle corrigée de manière manuelle. Boîte "Concession"

L'échelle de couleur va de -2.7m (bleu) à 0.7m (rouge) pour la boîte « Dunes ».



4.10 Incertitude

4.10.1 Norme OHI – S44 (6^{ème} édition, septembre 2020)

L'Organisation Hydrographique Internationale (OHI) a défini une norme applicable aux levés hydrographiques destinée à améliorer la sécurité de la navigation, la connaissance et la protection de l'environnement marin. Ci-dessous le tableau détaillant la norme mise à jour en septembre 2020 :

	Ordre 2	Ordre 1b	Ordre 1a	Ordre spécial
Précision horizontale (niveau de confiance = 95%)	20m + 10% P	5m + 5% P	5m + 5% P	2m
Précision verticale (niveau de confiance=95%)	a=1m b=0.023	a=0.5m b=0.013	a=0.5m b=0.013	a=0.25m b=0.0075
Capacité de détection	Non demandé	Non demandé	Eléments cubiques > 2m si P < 40m et	Eléments cubiques > 1m

			10% P si P > 40m	
--	--	--	------------------	--

Tableau 6: Norme OHI - S44

La précision verticale est donnée par $(a^2+(P*b)^2)$.

4.10.2 Calcul théorique d'incertitude ITP

Les performances de la chaîne d'acquisition mis en œuvre sont calculées, théoriquement, par propagation des incertitudes associées à chaque équipement. Les résultats de ce calcul ITP (Incertitude Totale Propagée) sont détaillés dans le tableau suivant. Ces valeurs sont arbitraires notamment parce que celles annoncées par les constructeurs sont en général optimistes. Il est relativement difficile de faire la part des choses entre les erreurs aléatoires et les erreurs systématiques.

Pour les mesures de profondeurs, on utilise l'écart type (RMS = root mean square ou erreur quadratique moyenne) comme indicateur de la précision.

Pour le positionnement, on utilise

DRMS (distance root mean square) = racine $(RMS(Lat)^2 + RMS(Lon)^2)$

Ceci représente le rayon du cercle d'incertitude.

Les valeurs indiquées sont calculées pour une profondeur de 30m et une ouverture angulaire de 60°.

			Précision verticale (écart-type - mètre)	Précision horizontale (DRMS - mètres)
Navigation	Positionnement RTK Orpheon	DRMS=0.1m		0.10
Sondeur EM2040	Distance	0.02 m	0.01	0.02
	Angle	0.03 deg	0.03	0.02
Attitude - Hydrins	Roulis	0.02 deg	0.02	0.01
	Tangage	0.02 deg		0.01
	Cap	0.02 deg		0.02
	Pilonnement	5 cm	0.05	
Célérité	Surface	0.5 m/s	0.03	0.02
	Profil	1 m/s	0.10	0.12
Position capteurs	Horizontaux	0.05 m		0.05

	Verticaux (tirant d'eau)	0.05 m	0.05	
Marée			0.10	
Bilan			0.16	0.17

Tableau 7: Incertitude théorique verticale et horizontale de la mesure bathymétrique

L'incertitude théorique finale de la mesure de profondeur est de 0.16 m. Cette valeur semble pessimiste par rapport aux mesures effectuées lors des essais en Août 2020 qui étaient de l'ordre de 5 cm.

L'incertitude théorique finale de la mesure de positionnement des sondes est de 0.17 m. Cette valeur semble à l'inverse optimiste au vu des résultats de ces mêmes essais qui étaient de l'ordre de 40 cm

(https://www.ifremer.fr/madida/documents/analyses/2020_014_QAE_TH-EM2040_essdec_aout2020_v1.pdf).

A noter que le système de positionnement RTK a fonctionné 68% du temps. La précision de positionnement du GPS différentiel (20%) est de l'ordre de 3m et du GPS naturel (12%) est de l'ordre de la dizaine de mètres.

4.10.3 Incertitude effective de la mesure

Trois principaux paramètres font l'objet d'une analyse statistique pour contrôler la qualité du levé et vérifier sa conformité aux spécifications :

- La densité des sondes, correspondant au nombre moyen de sondes par cellule de 1m de côté. Elle atteint en moyenne 35 sondes pour la boîte « concession » et 50 pour la boîte « dunes »

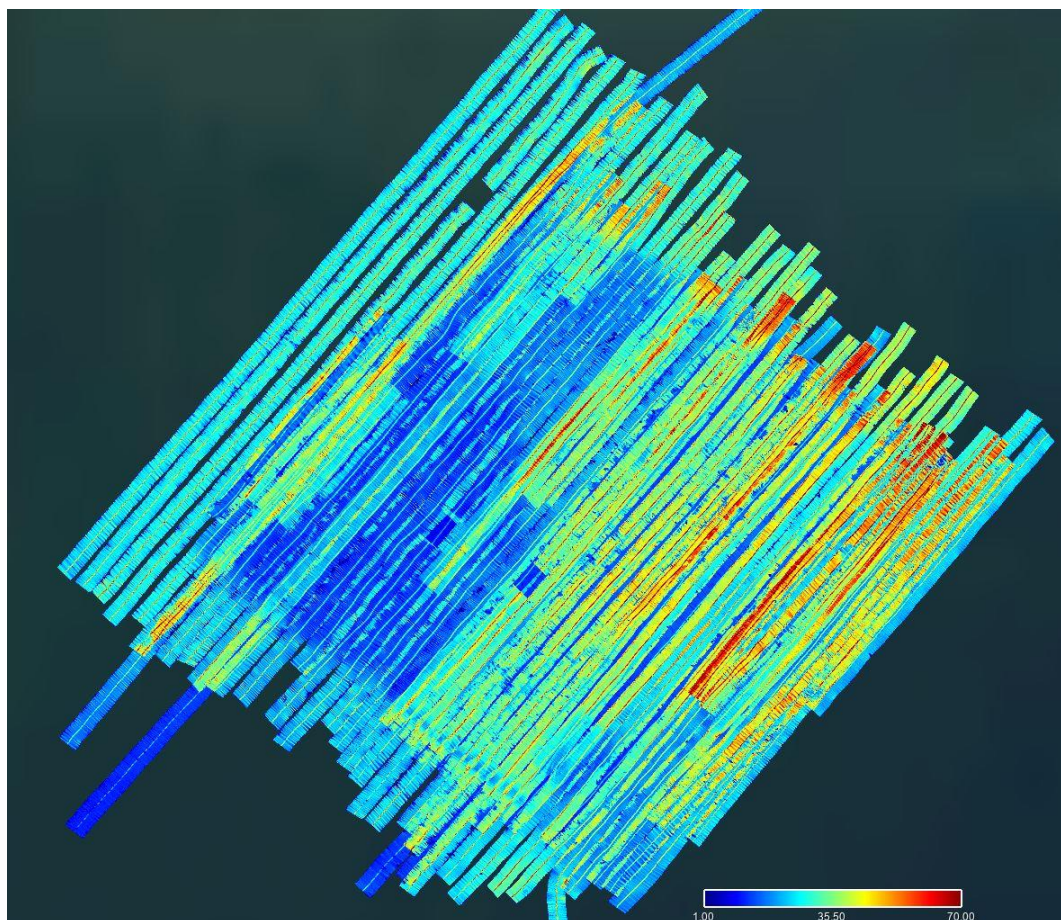


Figure 28: Nombre de sondes valides par nœud de grille – boîte « concession »

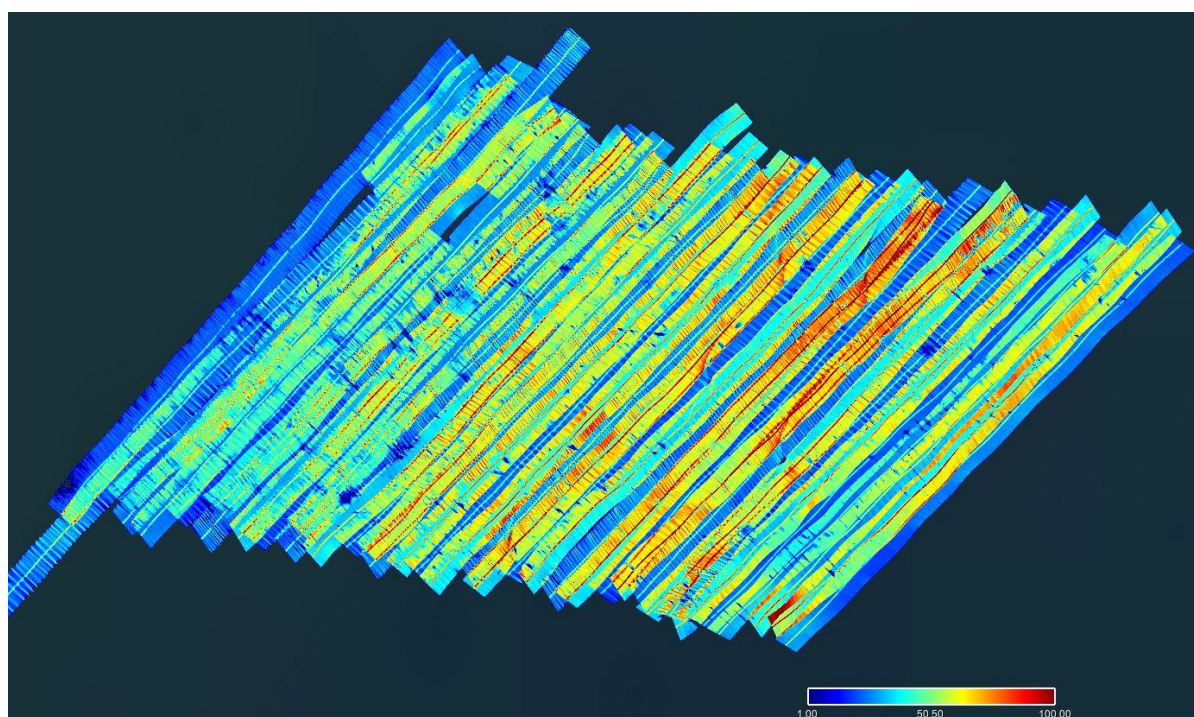


Figure 29: Nombre de sondes valides par nœud de grille - boîte "dunes"

- L'écart-type vertical, correspondant à l'écart moyen vertical entre les sondes mesurées par cellule de 1m de côté composant le MNT. Il est en moyenne de 5 cm de dispersion.

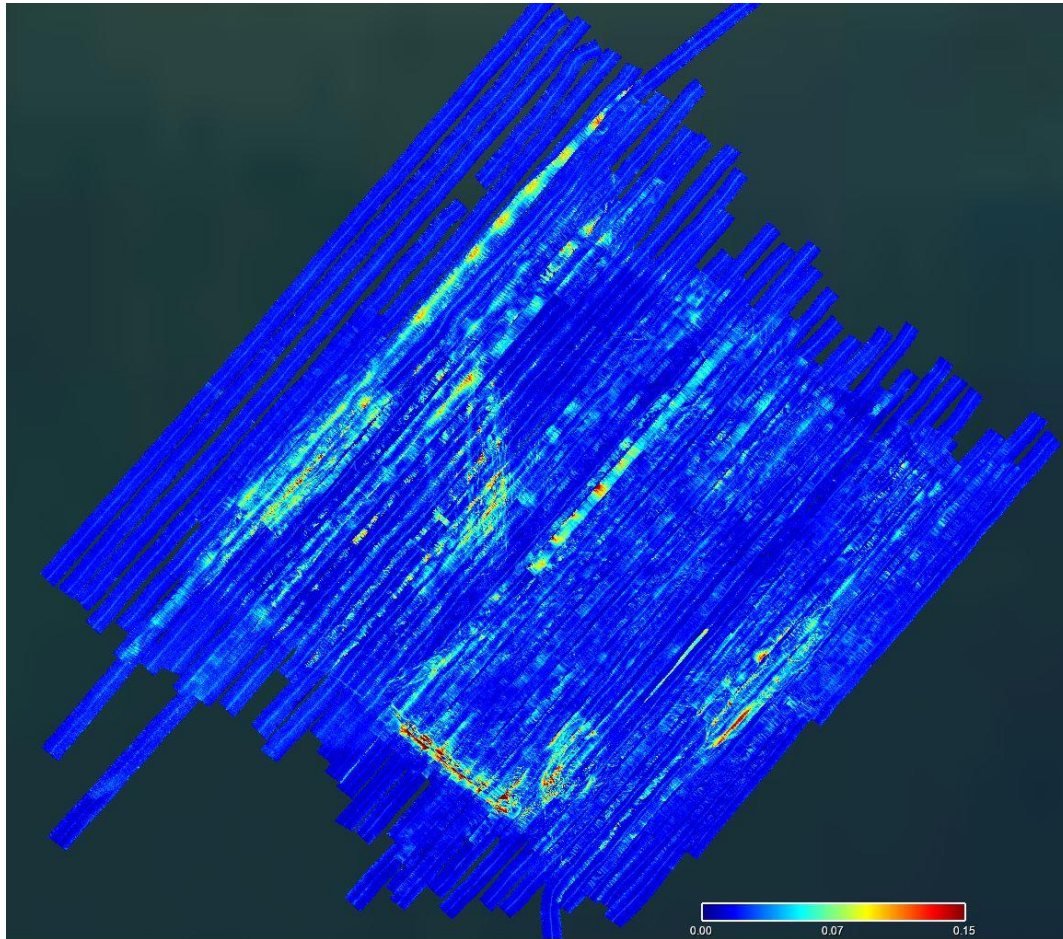


Figure 30: Ecart-type de la boîte "concession"

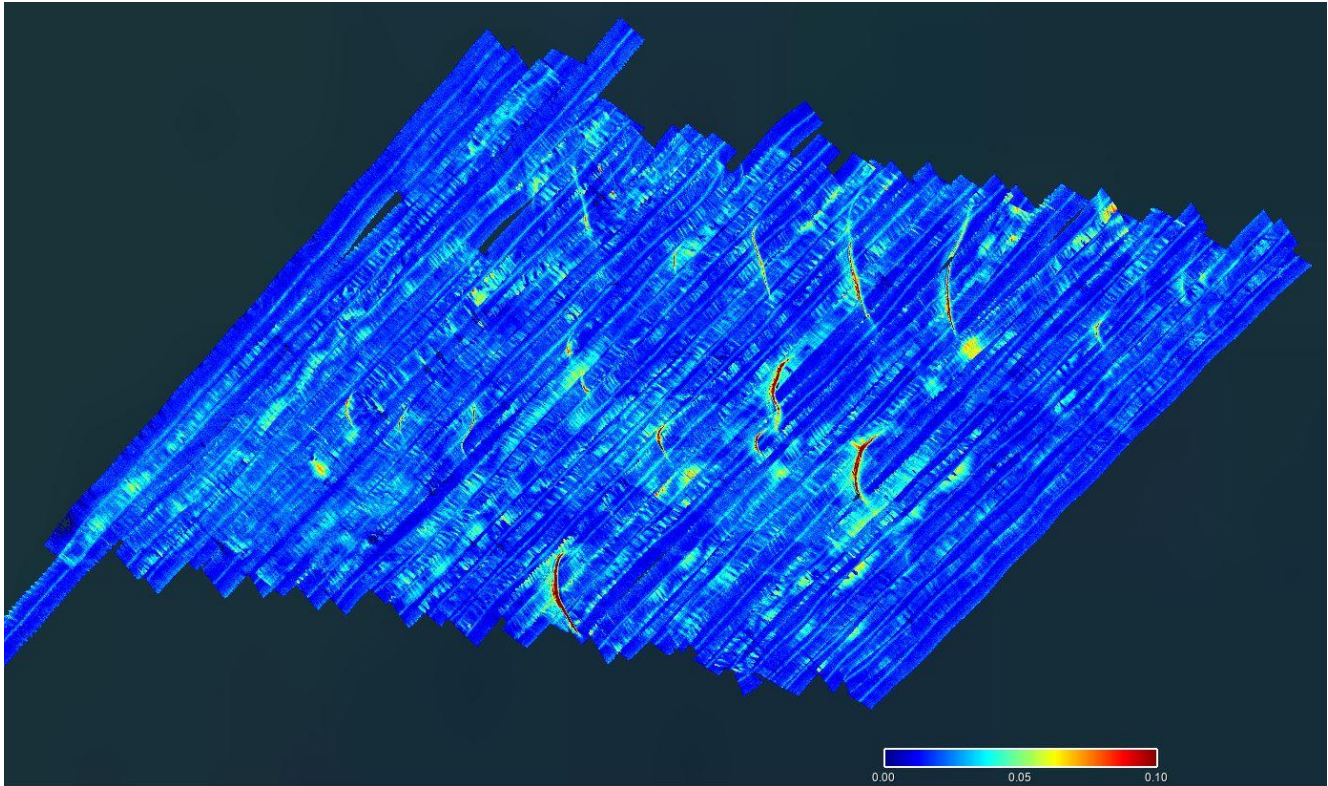


Figure 31: Ecart-type de la boîte "dunes"

- L'écart de mesures entre les sondes mesurées au croisement d'un profil transversal et les profils du levé. Il atteint en moyenne 6 cm avec un écart-type de 5 cm. L'incertitude de mesure est ainsi estimée à 11 cm après traitement.

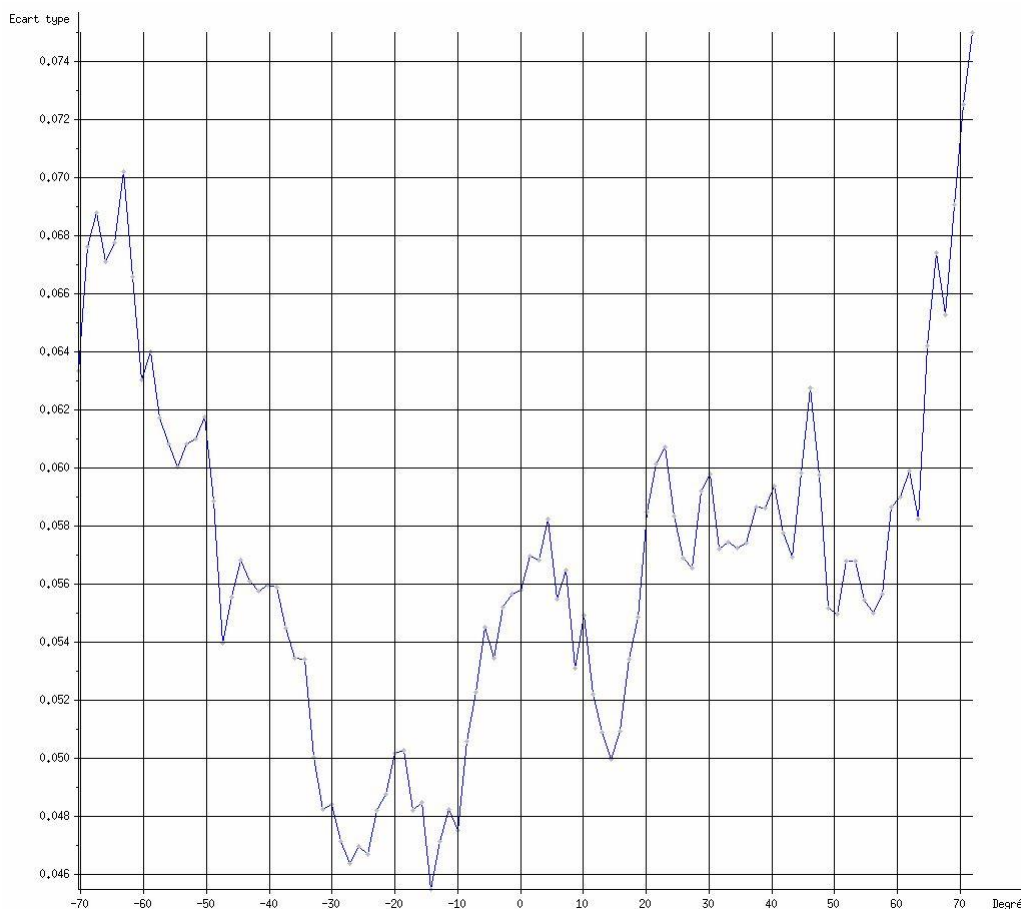


Figure 32: Exemple de courbe obtenu d'écart type en fonction de l'ouverture angulaire avec le module Orphe de CARIBES

L'analyse illustre une précision de l'ordre décimétrique et est cohérente avec la norme OHI pour les levés hydrographiques (6^{ème} édition, septembre 2020 – Publication S-44). Le levé bathymétrique mutifaisceaux de la mission RESISTE2-TH-2020 répond aux exigences de levé d'ordre spécial.

4.11 Indice qualité - Aide à l'interprétation

Les MNTs qui sont générés dans le logiciel GLOBE sont des MNTs multicouches. Pour chaque pixel (ou cellule), plusieurs variables sont calculées à partir des sondes mesurées à l'acquisition et situées à l'intérieur de la cellule :

- Profondeur moyenne des sondes,
- Profondeur maximale des sondes,
- Profondeur minimale des sondes,
- Ecart type des sondes valides dans le pixel,
- Distance minimale des sondes par rapport au nadir du passage du navire,
- Distance maximale des sondes par rapport au nadir du passage du navire,

- Nombre de sondes invalides,
- Nombre de sondes valides,
- Indicateur de valeur interpolée à partir des cellules voisines (en cas d'absence de sondes dans le nœud de grille).

Ces couches d'information sont utilisées pour générer un indicateur qualité : cet indicateur est principalement une alerte du risque d'artéfacts ou de valeurs dégradées à chaque cellule du MNT.

5 critères sont retenus et sont décrits dans le tableau ci-dessous. Pour chacun des critères, lorsque le test d'alerte est positif, l'indice qualité du pixel prend une valeur spécifique.

Au final, une couche « indice qualité » est générée pour l'ensemble du MNT.

Critère	Seuil	Valeur QI	Commentaires
Angle d'incidence des sondes dans la cellule MNT	Angle max > 65°	1	Alerte sur les pixels correspondant à des bordure de fauchée multifasiceau
Nombre de sondes dans la cellule MNT	Nombre de sondes <5	100	Alerte sur une densité faible de sondes
Taux sondes invalidées / sondes totales dans la cellule	Taux > taux moyen de l'ensemble du MNT	10	Alerte sur des cellules ayant fait l'objet d'un traitement spécifique (possibilité de défaut en amont)
Cellule interpolée		200	Le pixel du MNT est obtenu par interpolation et non par moyenne de sondes
Ecart type comparée aux écarts type des cellules voisines	Seuil sur un rapport de comparaison calculé	20	Ecart type de sondes anormal (non représentatif d'un relief)

Tableau 8: Critères sélectionnés pour le calcul de l'indice qualité

Cette couche d'information « Indice Qualité » est proposée par l'équipe CTDI en accompagnement des MNTs et de leur usage dans les logiciels SIG.

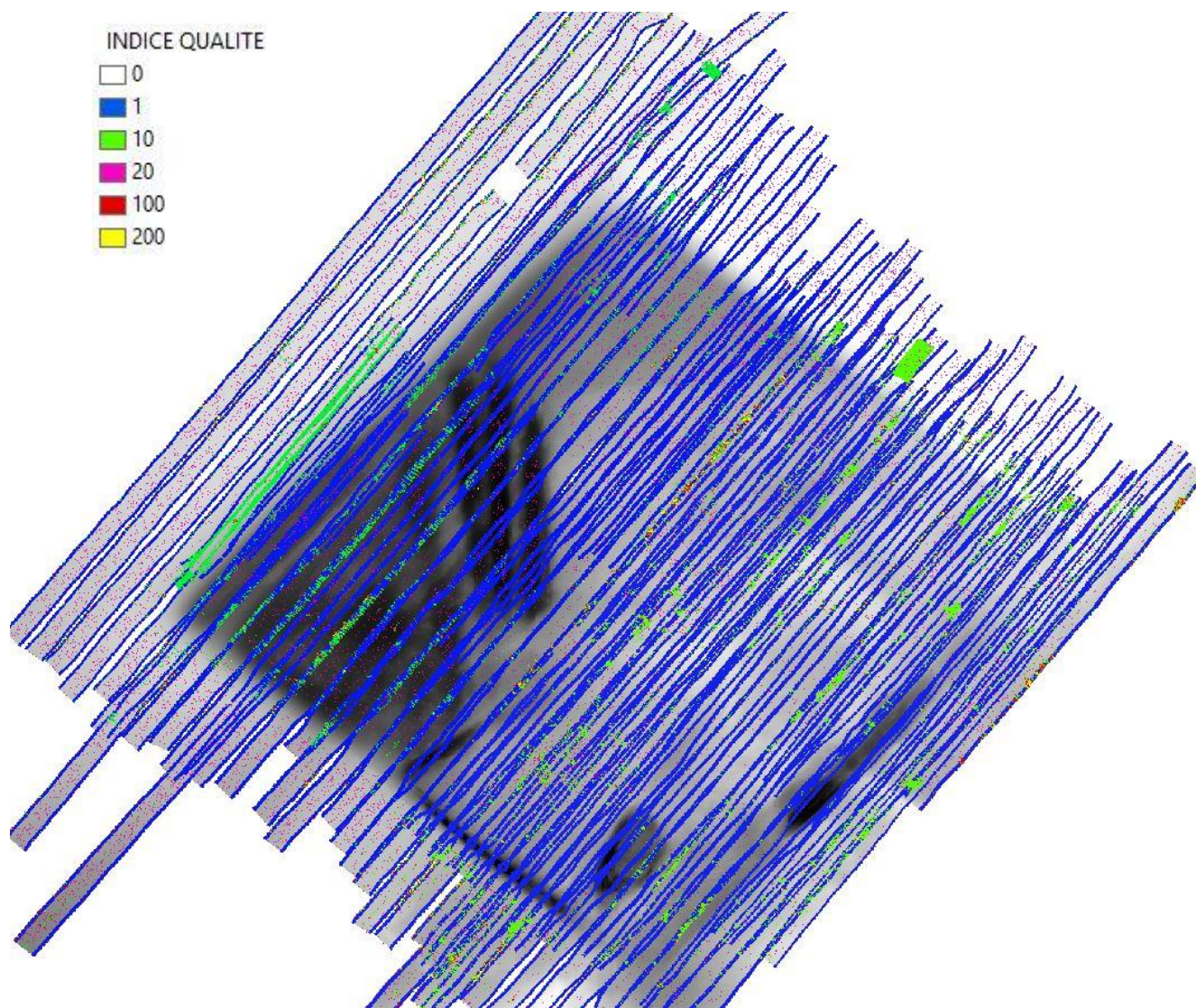


Figure 33: Indice qualité de la boîte "concession"

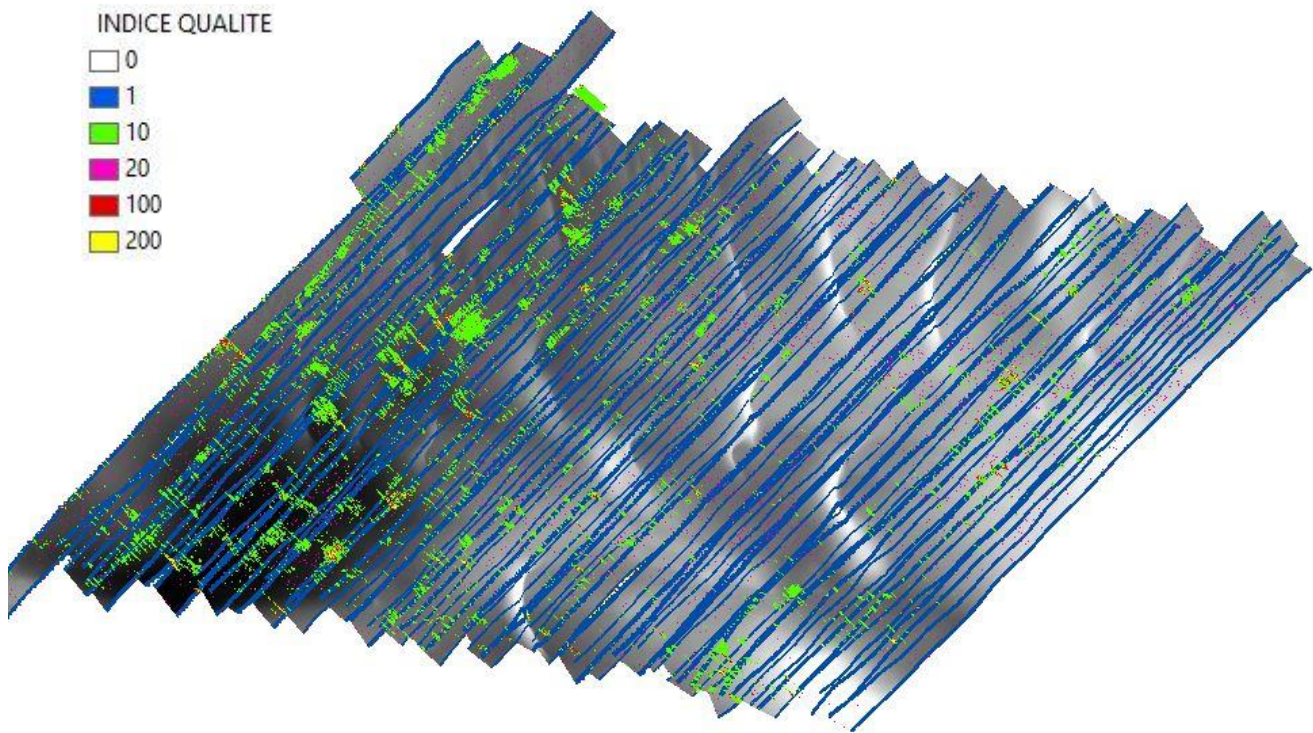


Figure 34: Indice qualité de la boîte "dunes"

4.12 Réflectivité

Les données de réflectivité sont traitées avec le logiciel SONARSCOPE version R2019b-20210209.

4.12.1 Méthode de traitement

Voici les différentes étapes de traitement :

- Lecture, pre-traitement des fichiers .all et identification des modes d'acquisition :
Survey processing > .all files > Navigation > Plot navigation and signal > Mode
- Import d'un fichier en géométrie « PingBeam » pour calcul de la compensation:
File/ Import/ data file
- Calcul d'une courbe de compensation :
Statistics/ Curves/ For compensation/ One single value
BeampointingAngle/ cross statistics ? yes/ TxBeamIndexSwath
- Export courbe de compensation :
Statistics/ Curves/ Export
- Application de la courbe de compensation :
General processings/ Compensation/ Conditional curves
- Importation des flags de validité des données de bathymétrie provenant des profils .mbg dans les fichiers .all :

- Survey processing > .all files > Data cleaning > Import mask from CARAIBES files
- Mosaiquage des données :
Survey processing > .all files > Geometric transformations > Ping across sample → Latlon
- Export en geotiff 32bits (.tif) pour intégration dans le SIG :
File > Export > Image > Geotiff 32 bits

4.12.2 Effet d'ondulation

Comme le montre les flèches noires sur la figure suivante, les effets de « tôle ondulée » ne sont pas atténués sur l'ensemble de la zone levée :

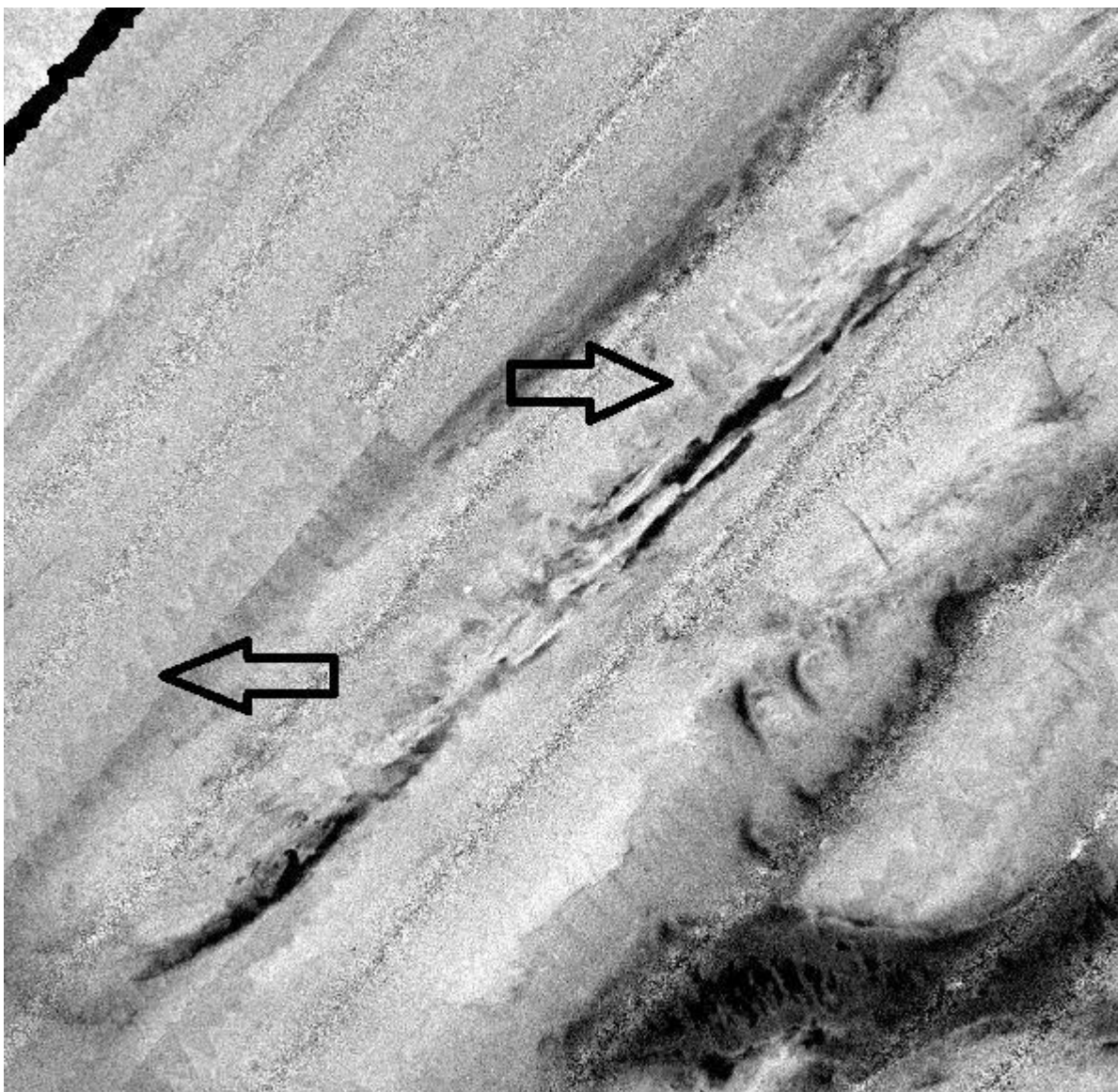


Figure 35: Effet d'ondulation sur les données de réflectivité de la boîte « concession »

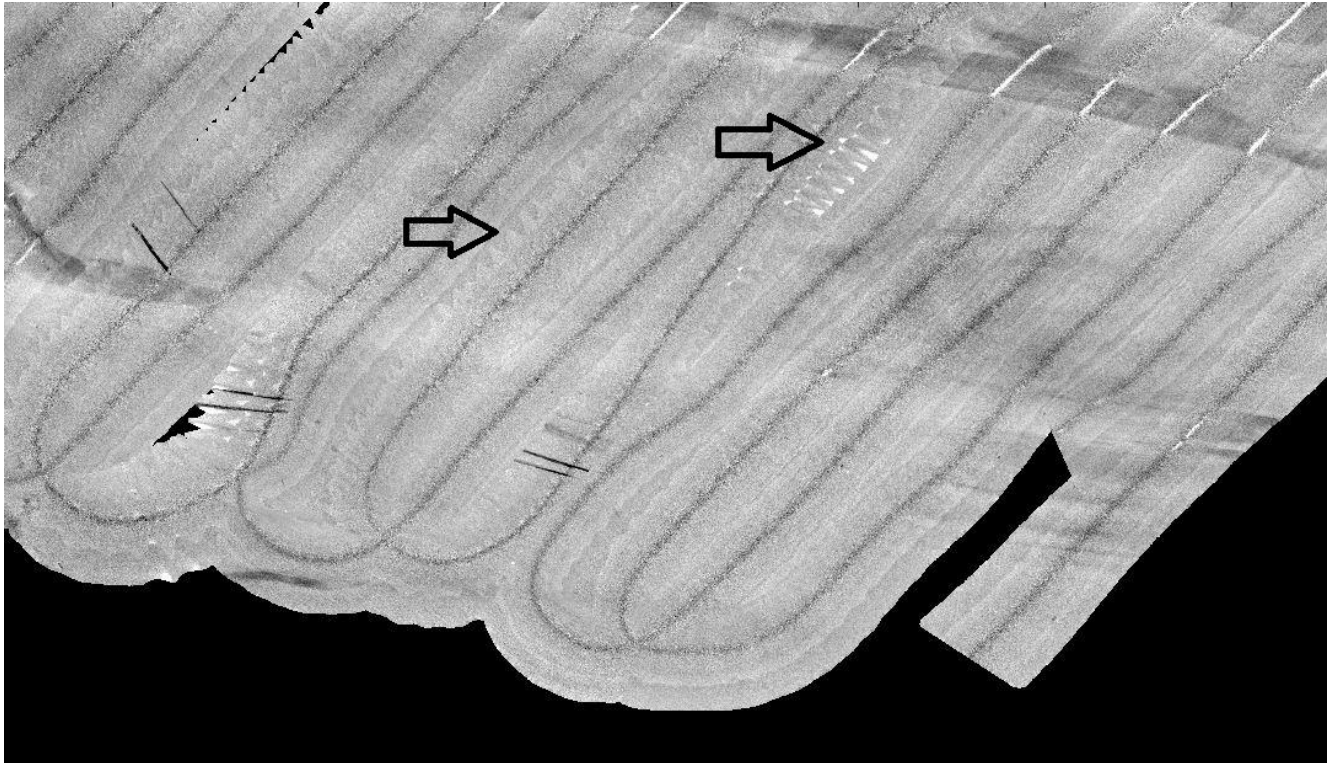


Figure 36: Effet d'ondulation sur les données de réflectivité de la boîte "dunes"

4.12.3 Compensation

L'ensemble de la zone d'étude a été acquise en mode2 ; une seule courbe de compensation est donc calculée.

Il n'est pas possible de compenser correctement et de manière égale les faciès clairs et les faciès foncés. Il faut choisir l'un des deux pour calculer la courbe qui permettra de compenser le faciès choisi.

La figure suivante montre que le faciès clair est correctement compensé.

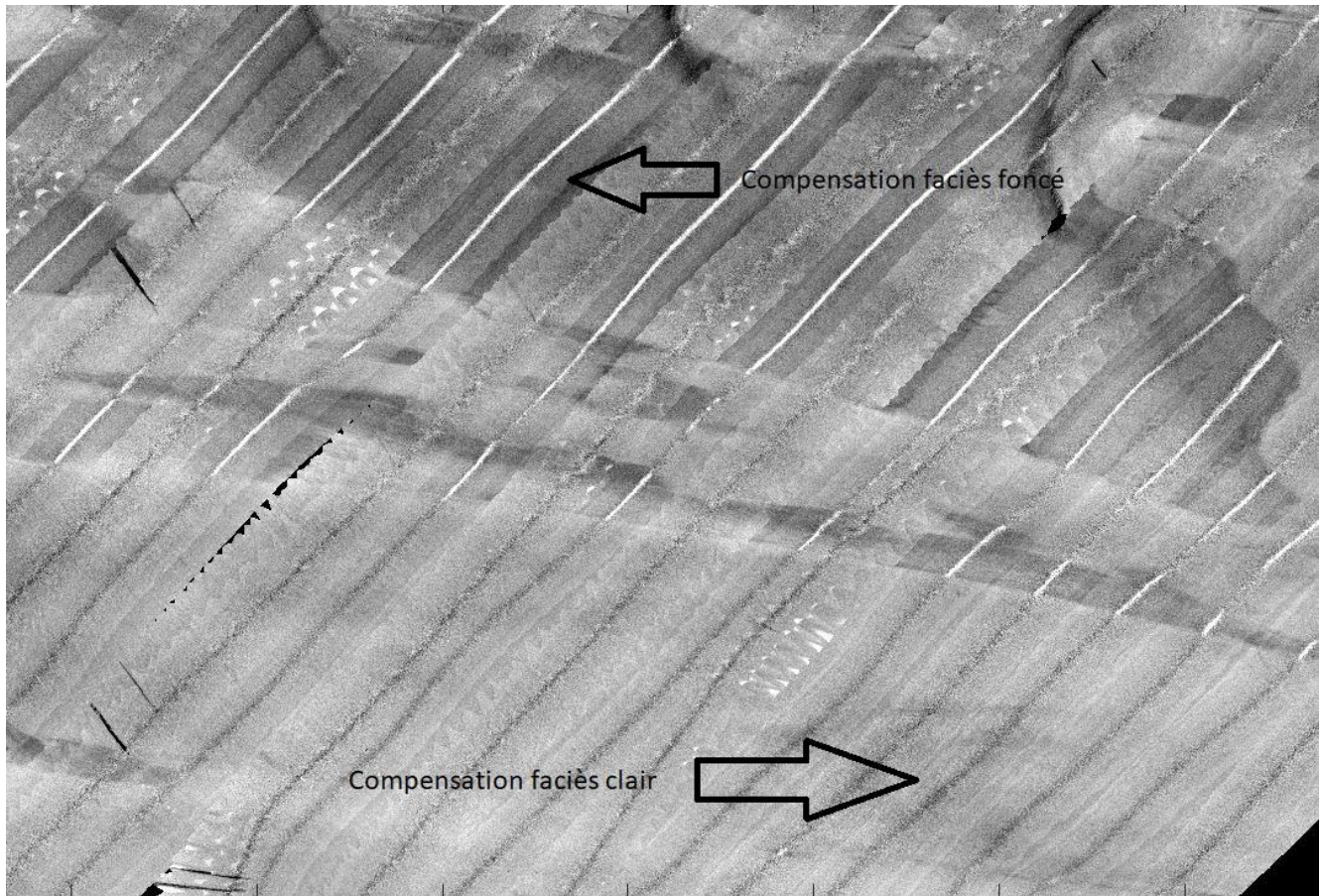


Figure 37: Compensation de la boîte "dunes"

4.12.4 Résultats

Les figures suivantes montrent la plus-value du traitement :

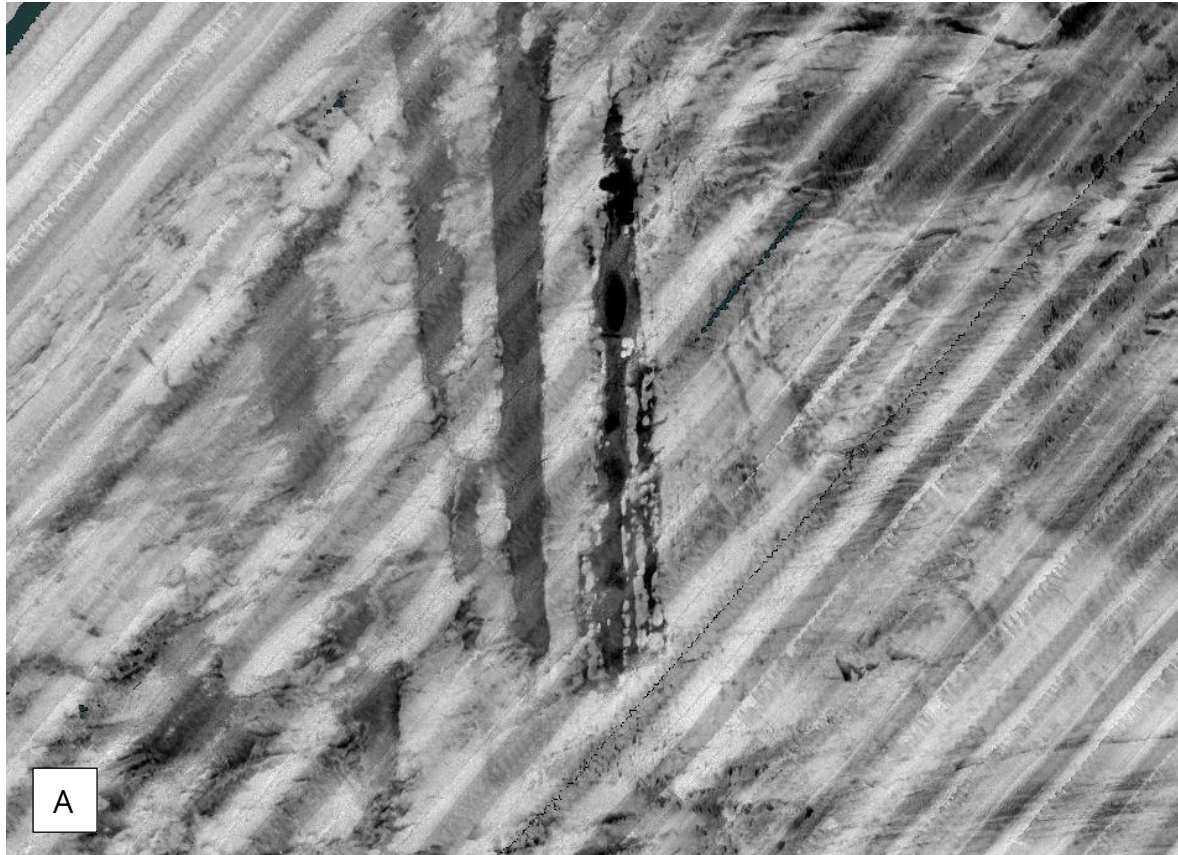


Figure 38: Extrait de la réflectivité de la boîte "concession"/ A- imagerie brute, B- imagerie compensée

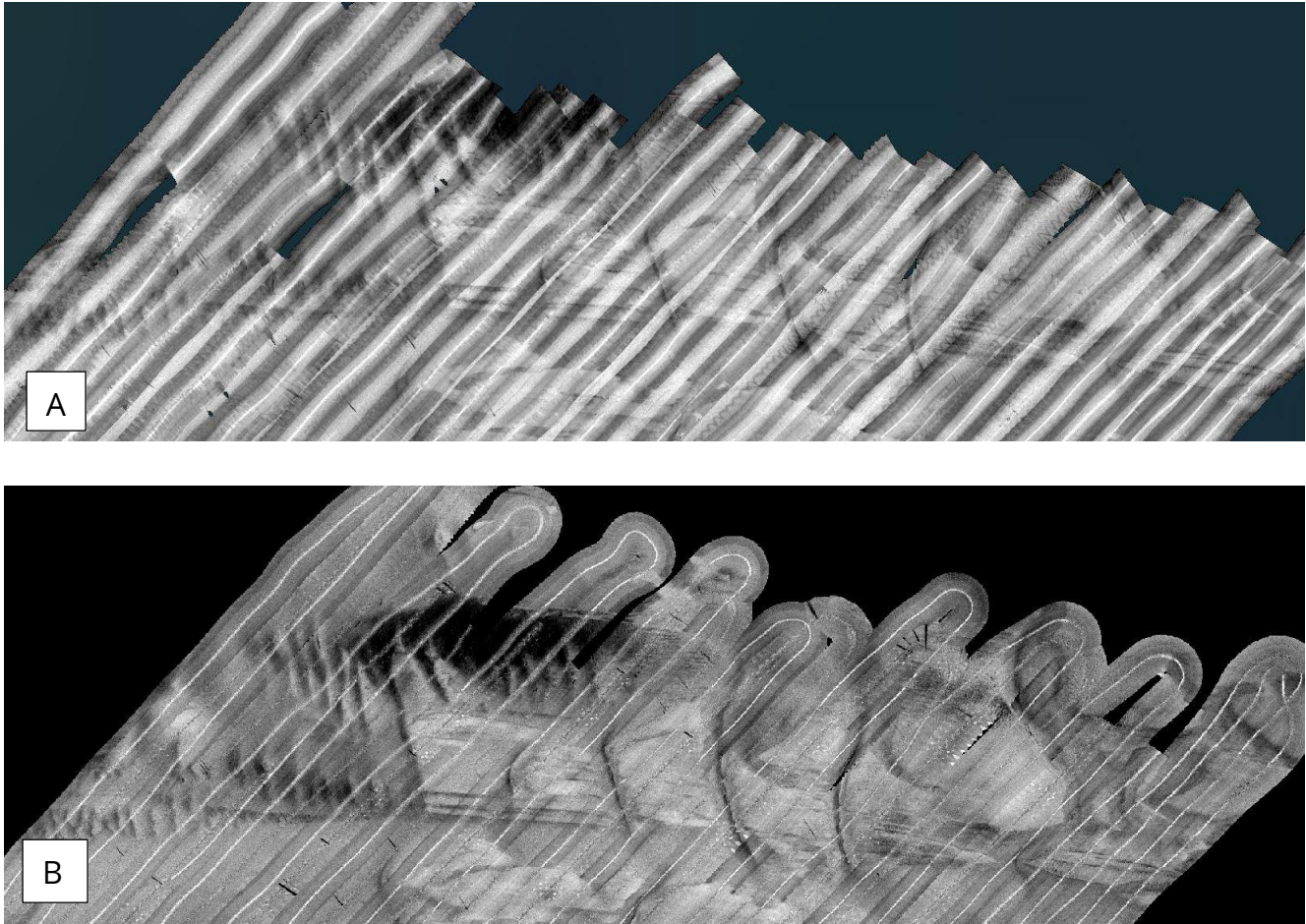


Figure 39: Extrait de la réflectivité de la boîte « dunes »/ A- imagerie brute, B- imagerie compensée

5.Acquisition sonar KLEIN 3000

5.1 Choix du poisson

Le poisson 777 a été utilisé car le poisson 733 avait un défaut de mesure de cap. Le capteur d'immersion d'une des 2 balises situées sur le poisson était défaillant.

Le problème est désormais résolu suite aux essais qui ont eu lieu sur le navire « Côtes de la Manche » en février 2021 (cf rapport essais Klein - Côte de la Manche - Février 2021).

5.2 Portée et longueur filée

La portée est de 75m sur l'ensemble des profils sonar excepté le premier profil régional (.sdf 095) qui était à 100m.

La longueur filée maximum était de 80m.

5.3 Contenu des fichiers

Les fichiers CINNA (.NA) devraient enregistrer les paramètres suivants:

- la nav du bateau (trame NASY3) : c'est la position du point de référence Thalia, fournie par l'Hydrins - cadence = 1 s
- la nav du poisson (trame NAEN2) : c'est la position de la balise Scout, qui est environ 50 cm devant le poisson - cadence = 2 s
- la nav du poisson avec un offset de 1m (trame NAEN4) : correspondant à la position de la balise Scout par rapport au transducteur du sonar - cadence = 2 s
- la longueur filée (trame \$ICLTA) : enregistrée depuis la plage arrière à la poulie compteuse
- un message "heartbeat" transmis par le sonar à chaque tir, qui a pour but de contrôler la synchro horaire des données CINNA et Sonar.

CINNA retransmet au sonar les informations suivantes:

- la nav du bateau (Hydrins) rééchantillonnée (trames RMC - cadence = 0.5 s)
- la nav du poisson (Scout) rééchantillonnée (trames TLL - cadence = 0.5 s)

Dans les fichiers sonars (.sdf et .xtf), les informations suivantes devraient être renseignées pour chaque tir :

- shipnav : la position du bateau
- fishnav : la position du poisson (scout)
- cable out : la longueur filée
- laybackfishnav : la position du poisson calculée (par sonarpro) à partir de la position bateau, de la longueur filée et des offsets du point de référence (poulie)

5.4 Vérifications du contenu des fichiers

Penser avant le début de l'acquisition à contrôler les éléments suivants :

- Contrôler le fichier startup.ini : set HEARTBEAT 10
- Contrôler que dans les .sdf et .xtf que la nav bateau (shipnav), nav poisson (fishnav), cable out (longueur filée) et laybackfishnav (position du poisson calculée par sonarpro à partir de la position bateau, la longueur filée et les offsets des points de référence) sont bien présentes

5.5 Particularité du système

1/ Un gros défaut de SONARPRO (logiciel Klein) est qu'il enregistre pour chaque ping la dernière position reçue (qui peut donc avoir jusqu'à 0.5 s de retard).

⇒ Pascal VIOLETTE propose d'envoyer la navigation plus rapidement (100ms).

2/ La synchro horaire des fichiers CINNA et Klein est imparfaite. En principe, à chaque redémarrage de SONARPRO, l'heure du TPU devrait se resynchroniser sur l'heure des trames RMC transmises par CINNA. En pratique, ça ne marche pas très bien.

3/ Hervé BISQUAY a remarqué que les .sdf présentent une incohérence :

En principe, on devrait avoir :

fishlat/lon = position du poisson (cadence = 0.5 s)

shiplat/lon = position du bateau (cadence = 2 s)

En fait, on a l'inverse :

position du poisson = 2 s

position du bateau = 0.5 s

5.6 Visu sur CINNA

Sur la nouvelle version CINNA ECDIS on peut suivre le profil vertical du sonar. C'est une aide précieuse pour les opérateurs qui peuvent anticiper les reliefs.

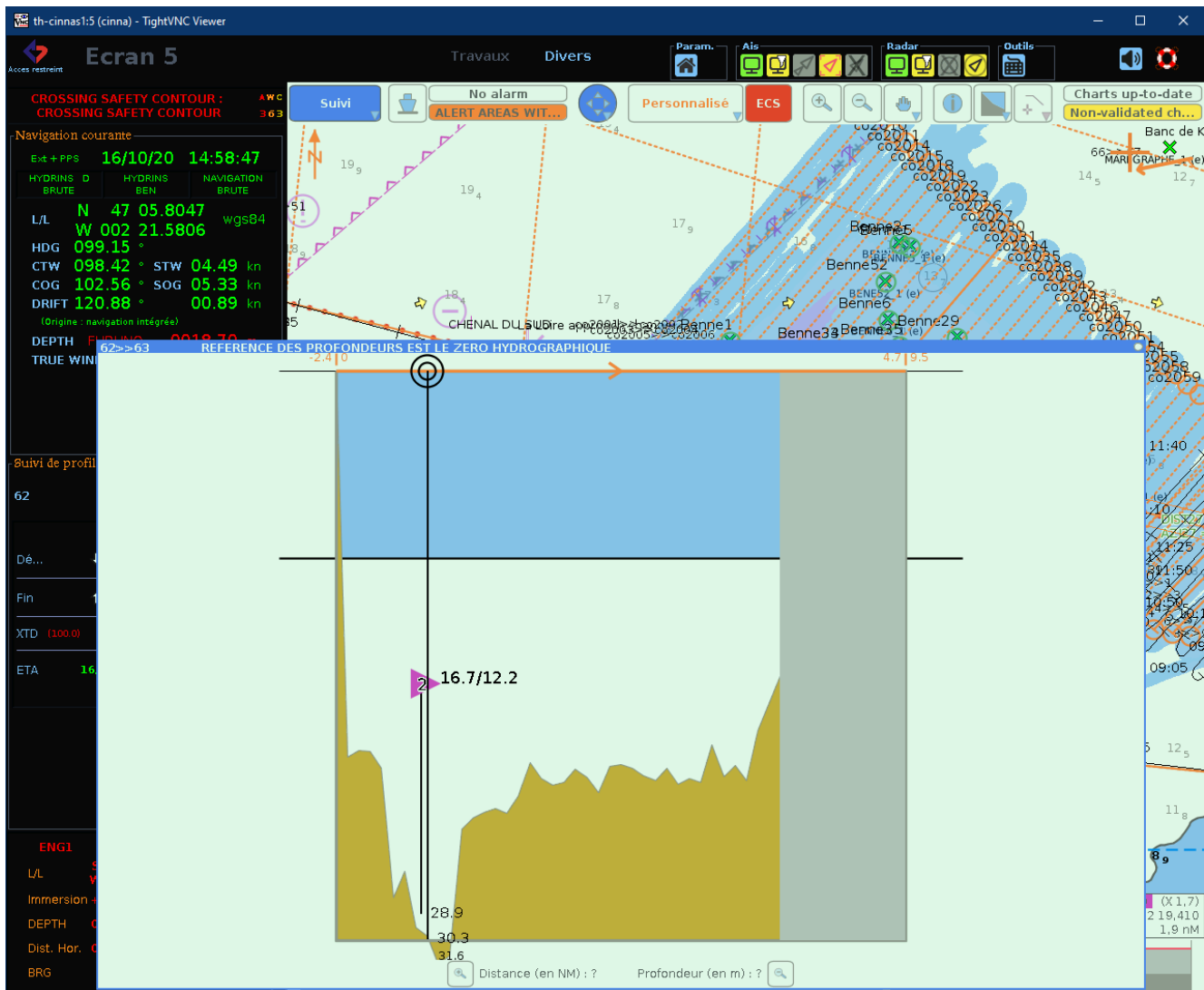


Figure 40: Ecran de visualisation de CINNA ECDIS

Cependant, il serait bon de faire évoluer le visuel pour une plus grande opérabilité (cf 2020_082_RESISTE2-TH-2020.pdf/ compte-rendu de mission, direction des équipements communs rédigé par le personnel embarqué).

5.7 Calibration

La calibration du système de positionnement SCOUT a été effectuée lors de deux passages en début de mission à l'Ouest de la boîte « Concession ».

5.8 Précision de la navigation SCOUT

Pour rappel, la position SCOUT est moins précise par faible profondeur car plus le faisceau est incliné vers le bas, meilleure est la précision.

6. Traitement sonar KLEIN 3000

6.1 Choix du logiciel de traitement

A bord, un contrôle qualité des données est effectué en faisant une mosaïque « brute » des .xtf avec le logiciel TRITON.

De retour à terre, plusieurs logiciels de traitement s'offrent à nous ; TRITON, CARAIBES, SONARSCOPE (SSC). Le tableau ci-dessous liste les avantages et inconvénients de chacune des méthodes :

	Avantages	Inconvénients
TRITON	- Rapidité de traitement par rapport au rendu final	- Pas de recalcul de la hauteur d'eau - Pas de compensation - Pas de recalage de navigation
SSC	- Grain très fin - Calcul de la hauteur d'eau semi-automatique - Compensation	- Pas de recalage de navigation
CARAIBES	- Recalage de navigation	- Grain grossier - Calcul de la hauteur d'eau manuel - Compensation douteuse - Traitement très chronophage - Décalage inexplicé de 2,5s pour cohérence des structures morphologiques

Tableau 9: Avantages et inconvénients des différents logiciels disponibles

Les trois logiciels ont été testés pour 1/ contrôler la continuité des structures et 2/ trouver le meilleur compromis temps de traitement/ qualité de la donnée traitée.

En effectuant ces différents tests, il a été remarqué que selon la zone (plus ou moins profonde) et selon les logiciels utilisés, les résultats étaient très différents.

	TRITON	SSC	CARAIBES
Navigation utilisée	Nav .xtf	Nav SCOUT .sdf	Nav CINNA
Décalage des structures morphologiques	Aucun décalage	Décalage d'environ 10m	Décalage de 6m correspondant à un offset de 2,5s
Temps de traitement	Quelques heures	Quelques jours	Quelques semaines

Tableau 10: Comparatif des différents logiciels disponibles

Le logiciel SONARSCOPE (version 2019b-20210209) sera retenu après que le code ait été modifié pour contourner le problème du décalage des structures morphologiques.

Grossièrement, une interpolation des positions à partir des premiers pings non dupliqués a permis de bien repositionner tous les pings.

Concernant le logiciel CARAIBES, les investigations continues pour essayer de comprendre cet offset de temps de 2,5 secondes.

6.2 Méthode de traitement

Les principales étapes de traitement sont les suivantes :

- Preprocessing :
Survey processing/ .sdf/ Navigation/ Plot navigation
- Contrôle de la hauteur d'eau :
Survey processing/ .sdf/ Check signal/ Check heights
 - 1- Calcul de la hauteur d'eau automatique
Sonar procesing/ Sidescansonar/ Compute height
 - 2- Ajustement de la hauteur d'eau manuel
- Contrôle de la navigation :
Survey processing/ .sdf/ Check signals/ Check fishnav
- Contrôle du résultat :
Sonar processing/ Side scan sonar/ Slant range correction
- Mosaïquage
Survey processings/ .sdf/ Geometric transformations/ PingSample->LatLon
- Calcul de la courbe de compensation
Statistics/ Curves/ For compensation/ One single value
- Application de la courbe de compensation sur la mosaïque
General processings/ Compensation/ Conditional curve

La navigation utilisée pour la mosaïque est le « fishnavheading » filtré à 1/200.

6.3 Discontinuité des structures morphologiques

Certains profils présentent toujours des discontinuités dans les structures morphologiques d'un profil à l'autre, comme le montre la figure suivante. Ceci est certainement dû aux conditions d'acquisition (courant) et au filtrage de la navigation.

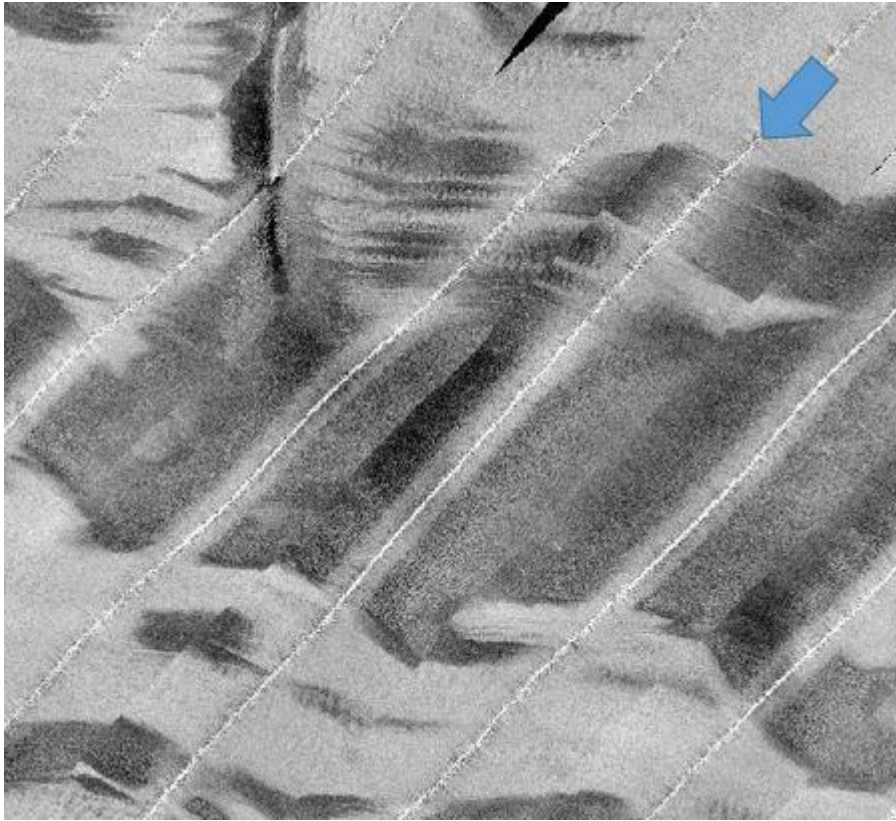
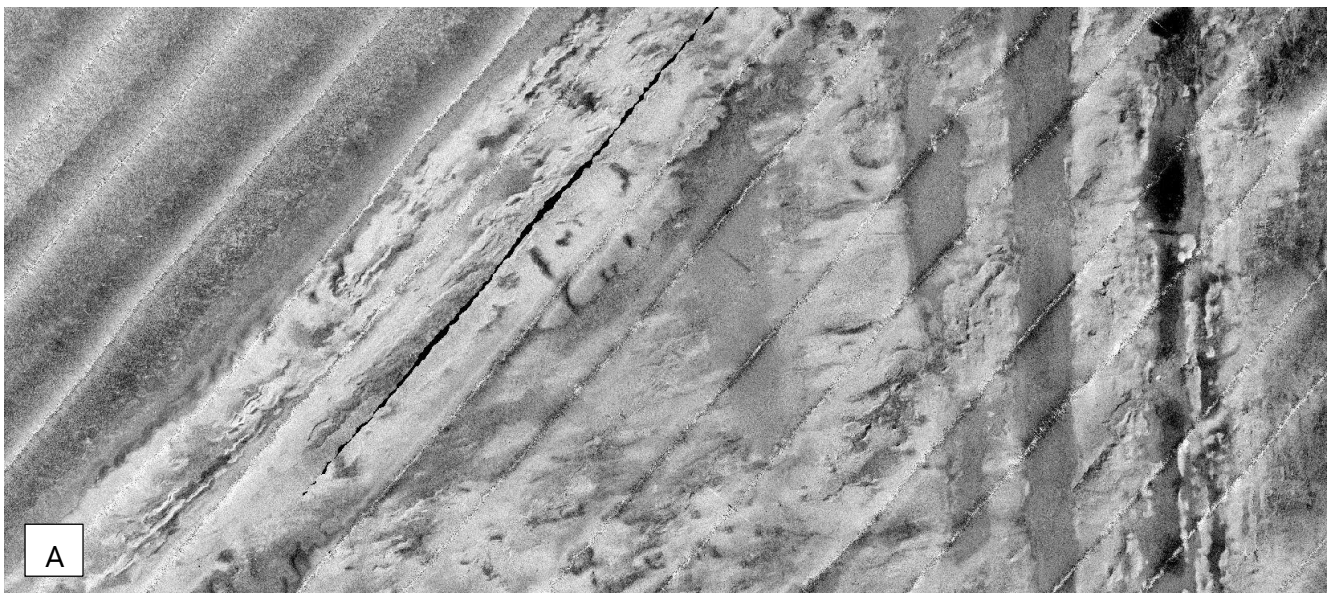


Figure 41: Discontinuité des structures morphologiques sur la boîte « dunes »

6.4 Résultats

Ci-dessous, deux zones acquises avec les deux fréquences (200 KHz et 400 KHz). La haute fréquence est toujours très bruitée.



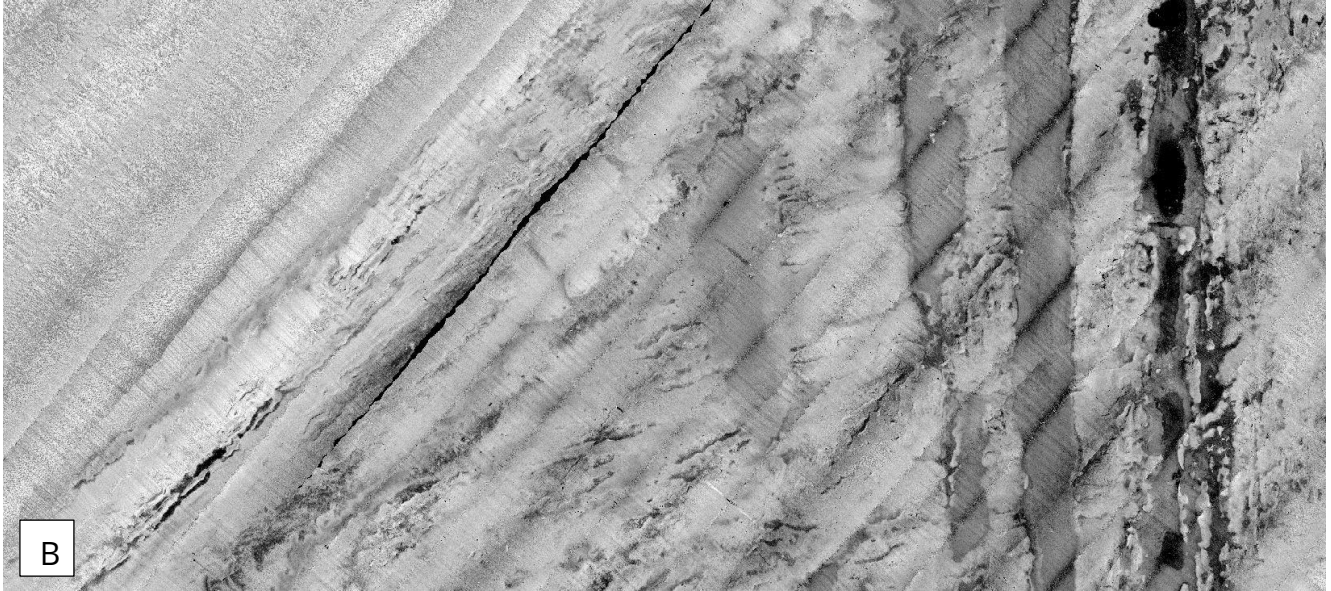
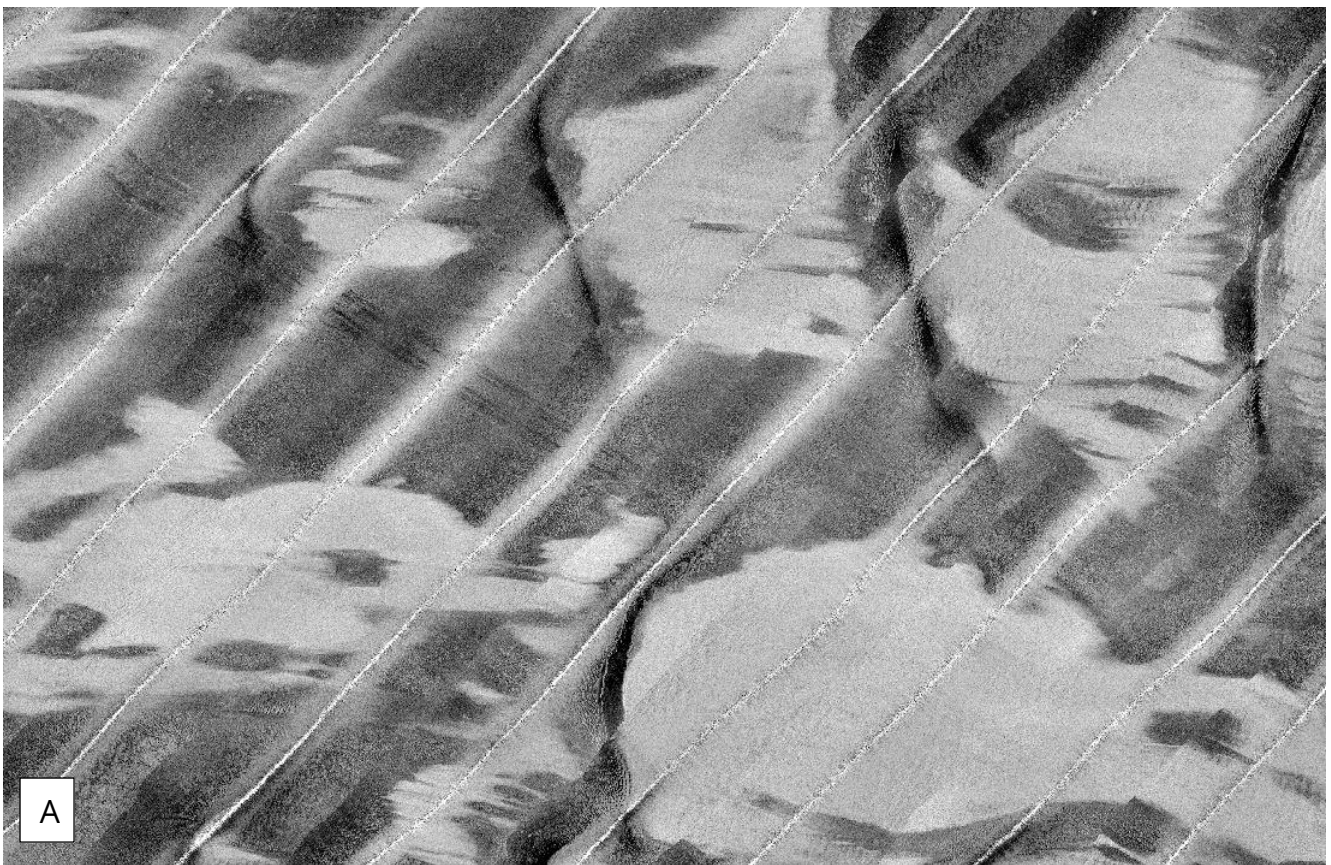


Figure 42: Zoom sur la boîte "concession"/ A- 200KHz, B- 400KHz



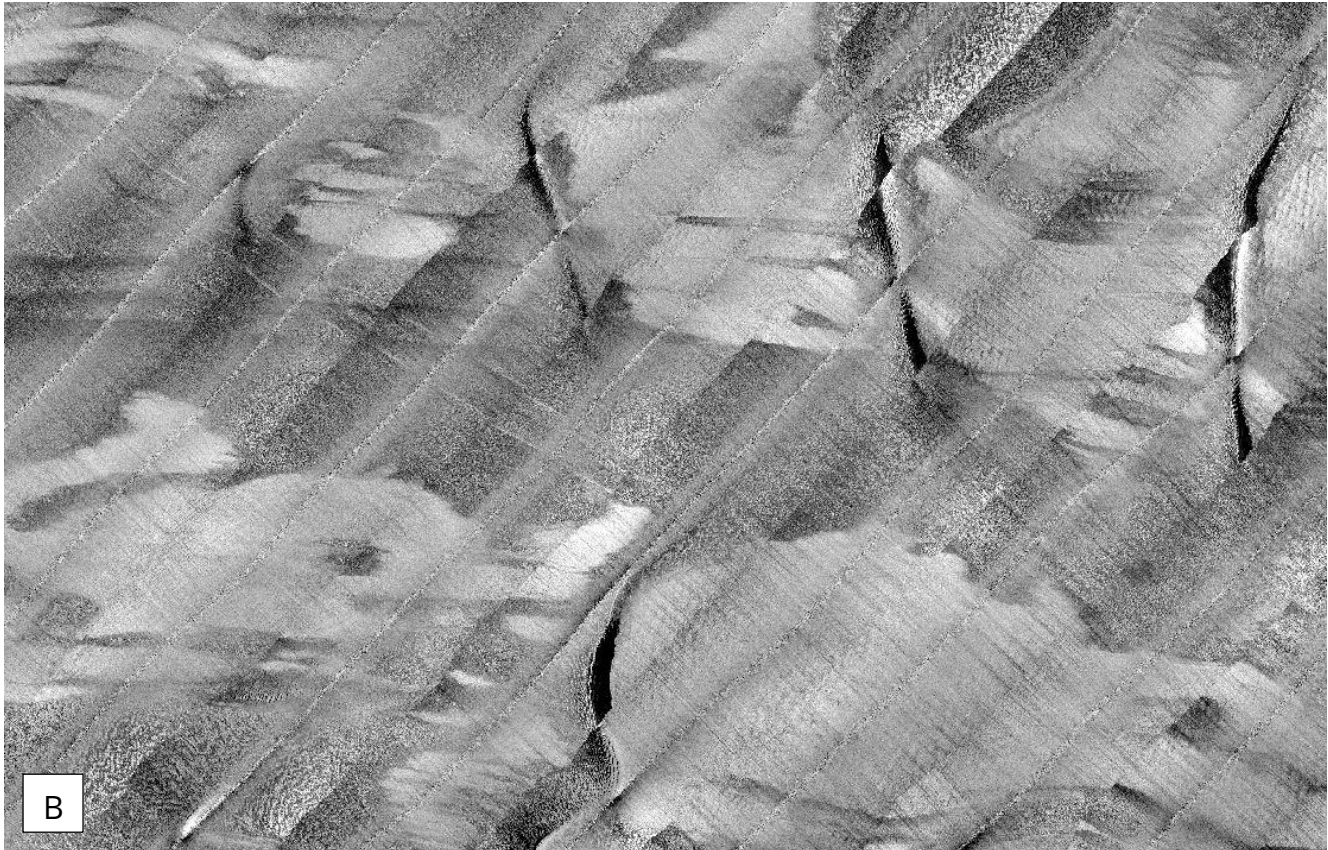


Figure 43: Zoom sur la boîte "dunes"/ A- 200KHz, B-400KHz

6.5 Image composite

Une image composite des deux fréquences a été réalisée. Cette méthode permet de faire une « segmentation » rapide du jeu de données. L'objectif est de mettre en évidence les structures qui ressortent davantage selon la fréquence d'acquisition.

La couleur bleue illustre les structures visibles en haute fréquence, la couleur rouge met en évidence les structures visibles en basse fréquence et le vert montre les structures communes aux deux fréquences (non visible sur les images suivantes).

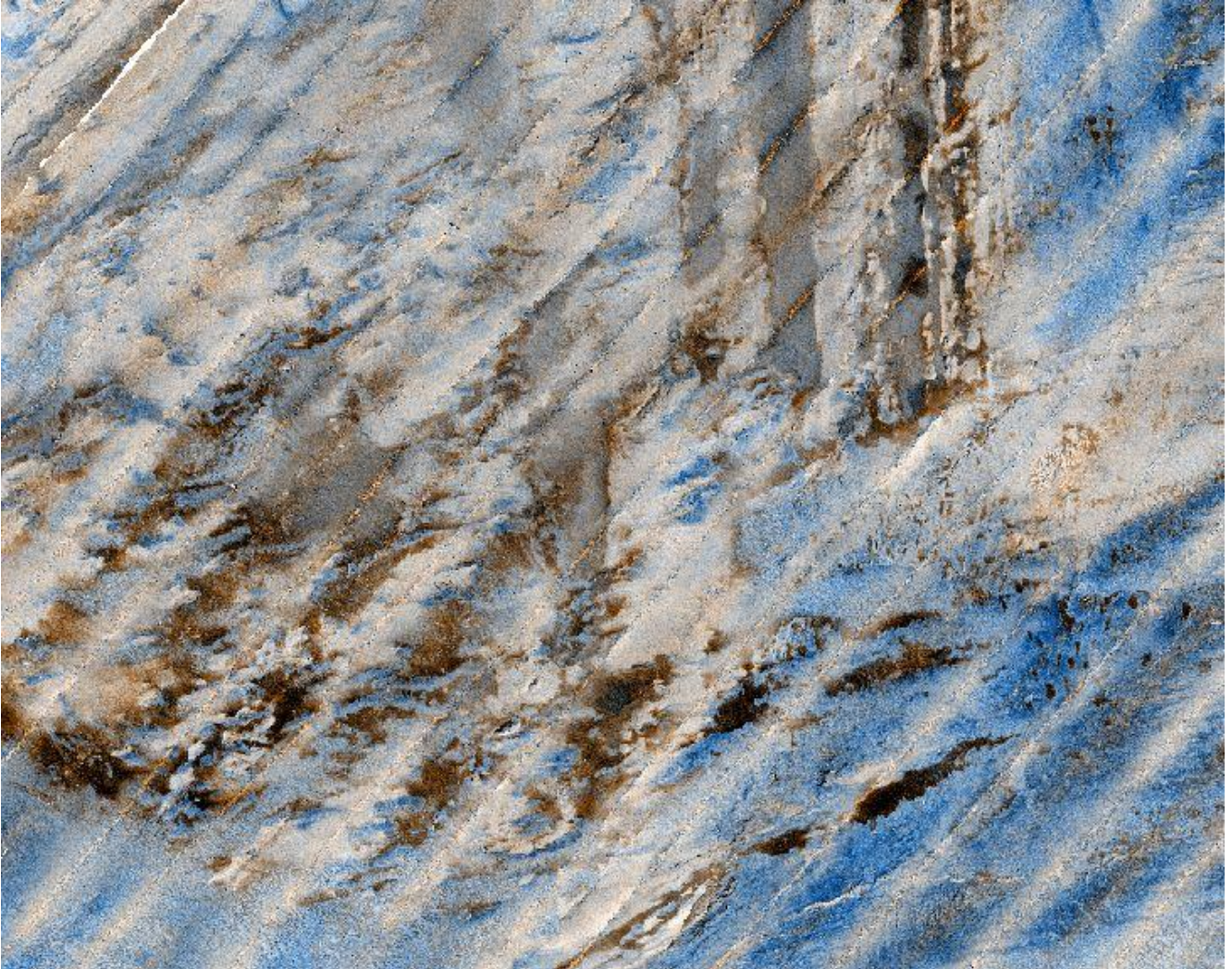


Figure 44: Image composite d'un zoom de la boîte "concession"

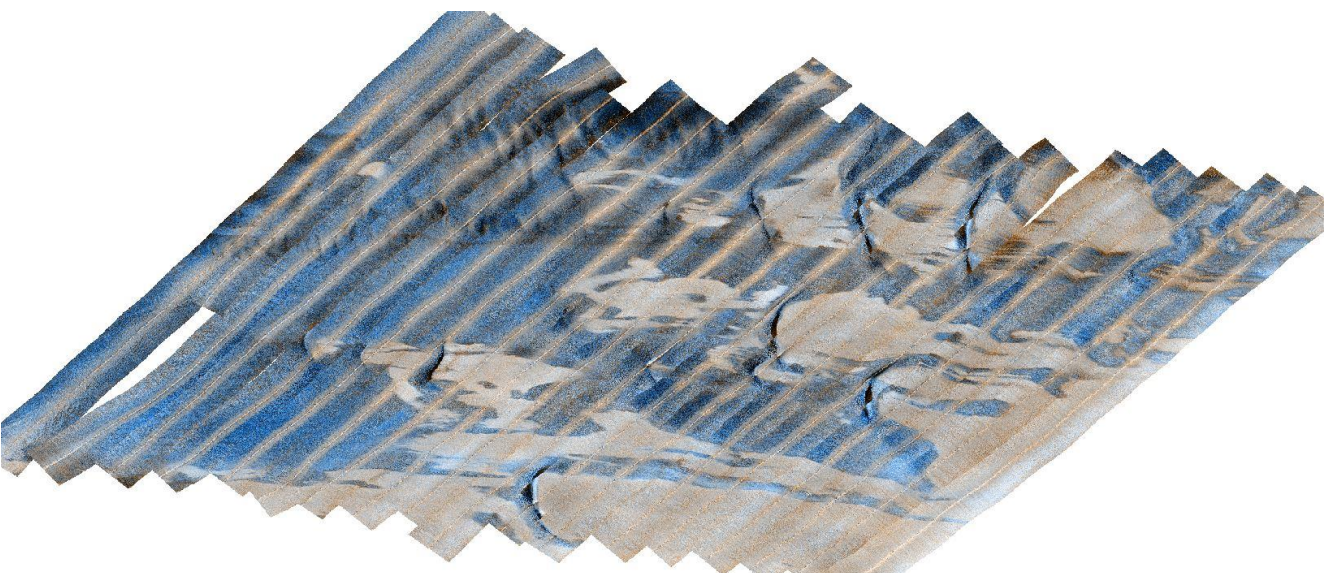


Figure 45: Image composite de la boîte "dunes"

7. Observations et problèmes rencontrés lors de la mission

7.1 Couverture Orpheon

La couverture du réseau GSM Orphéon n'a pas fonctionné en continu surtout dans la zone Ouest de la boîte « concession » et sur les profils régionaux. Pourtant le réseau est prévu pour fonctionner jusqu'à 30 kms de l'émetteur et nous n'avons pas dépassé les 7nm.

D'après la carte ci-dessous, les antennes mobiles du réseau « Orange » sont très bien réparties sur la côte et aurait dues couvrir l'ensemble de la zone levée.

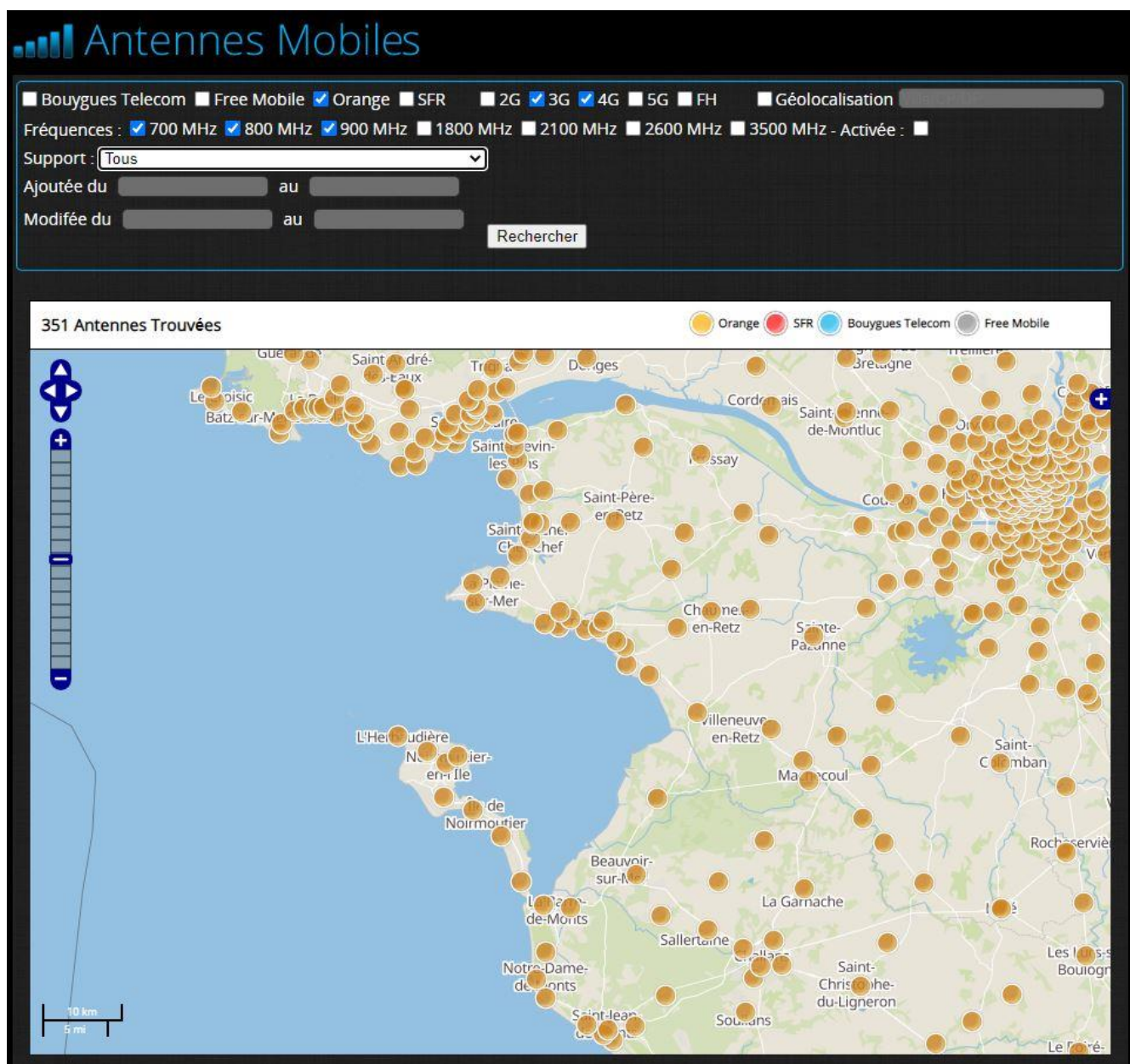


Figure 46: Réseau d'émetteurs "Orange"

7.2 Célérité

Notre méthode de mesure de célérité dans l'eau n'est pas optimale au vu de la complexité hydrodynamique de la zone d'étude. L'idéal serait de tracter le système MVP (ou rapid cast de teledynemarine) pour s'affranchir de ces problèmes cependant il n'est pas possible de le déployer en même temps que le sonar.

7.3 Affichage du MNT dans CINNA ECDIS

La nouvelle version de CINNA ECDIS permet d'intégrer un DTM en « LatLon » mais ne permet pas de lire les valeurs de profondeur. Il serait bon de pouvoir afficher soit l'échelle de couleur, soit les isobaths.

7.4 Programme python « sippican to shape »

Les .EDF des profils de célérité ne sont plus archivés au SISMER. Ce sont les .asvp (qui n'ont pas de position enregistrée) et les .nc qui sont conservés.

Il faudra veiller à modifier le script python « sippican to shape » en indiquant en entrée un .nc.

7.5 Recommandations pour futures missions

- Réglages de la Phins :
 - modifier les paramètres "COG",
 - en cas d'amplitude de pilonnement élevée, adapter le paramètre « sea state »
- Réglages du PU EM2040 : modifier le paramètre « attitude delay »
- Correction de réfraction : analyser plus finement la chaîne de traitement temps réel : profil de célérité (acquisition XBT, calcul de la célérité, injection au sondeur) et célérité de surface
- Offsets angulaires : étudier l'amélioration des méthodes de calibrations dans le cas particulier du système dual Head Thalia (procédure, choix du site ...)

8. Liste des dysfonctionnements et améliorations de GLOBE v1.16.2

8.1 Dysfonctionnements

- La conversion des .all ne se fait pas correctement avec cette version (.mbg mal positionnés/ .nvi bien positionnés) => utilisation de la version V 1.14.00

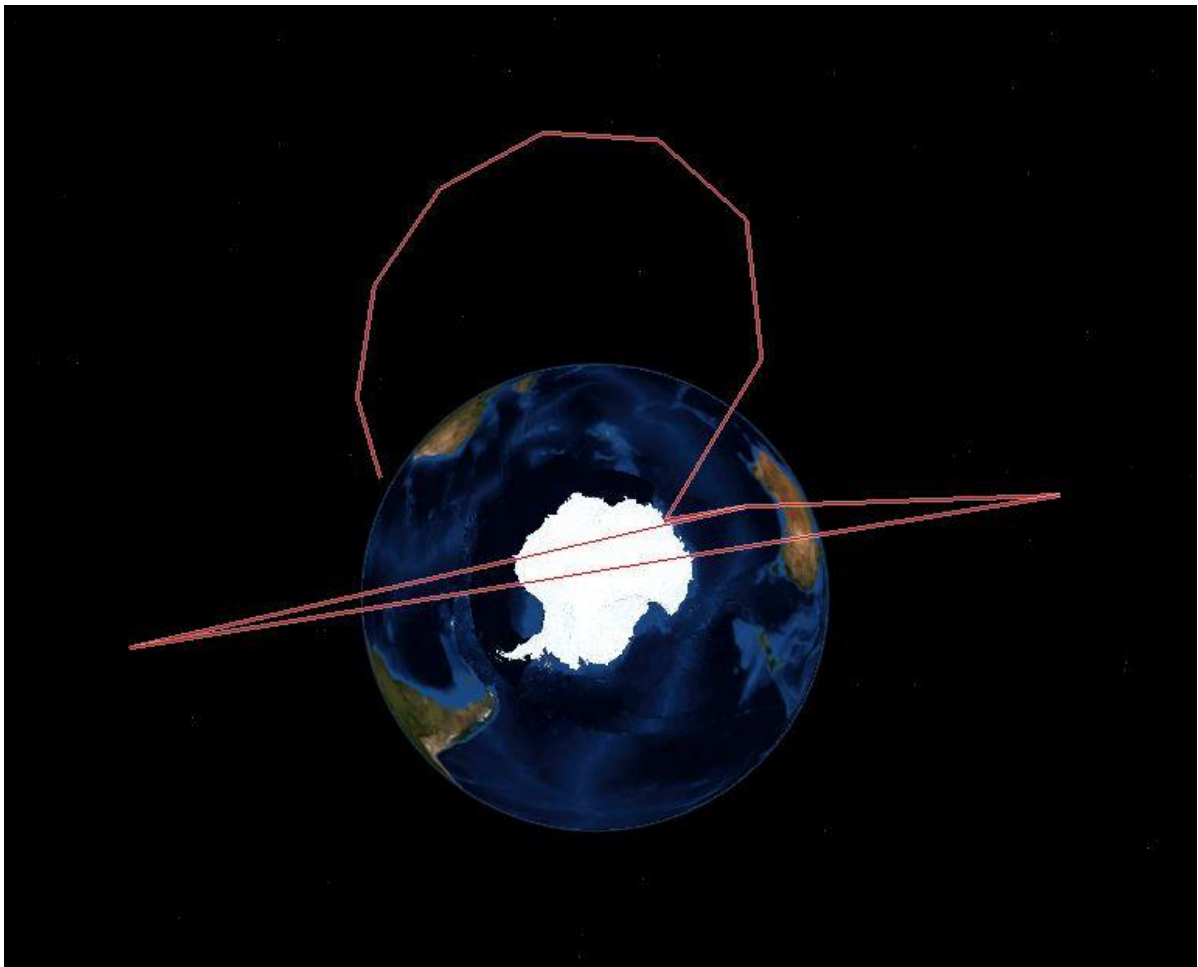


Figure 47: Mauvaise conversion des .all

- A la réouverture d'un workspace, les fichiers ne se chargent pas
- Les fichiers issus de « cut/merge tool » ne sont pas chargés dans le « Project explorer » même si « load files after conversion » est coché
- La sélection par rectangle dans line editor ne fonctionne pas
- La conversion en .shp de plusieurs .mbg n'a pas fonctionné correctement. Exemple Pr060 = .all 144 et Pr062 = .all 148. NB : ne fonctionne pas non plus avec SONARSCOPE.

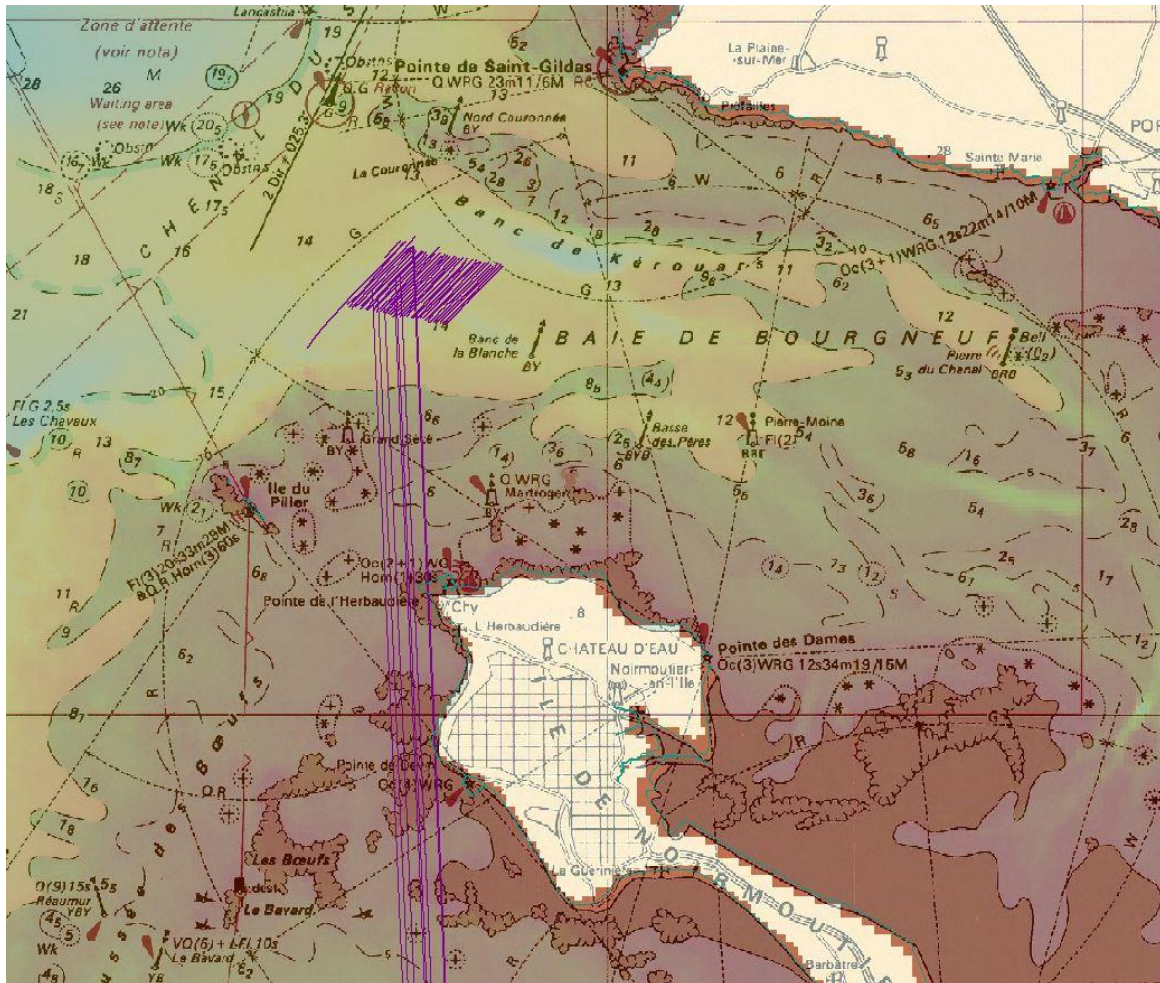


Figure 48: Problème d'export de la navigation en shape

8.2 Améliorations

- Pouvoir visualiser le système de positionnement sur le tracé de navigation (RTK fixe, RTK float, DGPS , GPS naturel)
- La visualisation dans le « geographic view » n'est pas optimal : lorsque l'ombrage est appliqué, la visualisation est très sombre. Pour améliorer il faut déplacer le curseur vers -1

8.3 Evolutions

- Pouvoir sélectionner un type de fichier dans le « project explorer ». Lorsqu'une conversion des .all est faite en .mbg et .nvi et que l'option « load files after conversion » est sélectionnée, la liste entière des .mbg et .nvi sont chargés. Difficile de sélectionner uniquement un type de donnée
- Pouvoir trier les fichiers chargés dans le « project explorer » par date

- Traitement de la marée en cours de discussion

NB : Peut-être récupérer les fonctionnalités du logiciel QTinars développé par Genavir par Alexandre Vaughan (service QAE).

9. Conclusion

Cette mission en zone côtière est un exemple supplémentaire qui met en évidence la difficulté du traitement des données en petits fonds. Même si le travail en retour de mer a été long (deux mois de traitement) et fastidieux, il est aussi été le fruit d'un travail de réflexion et d'échange hebdomadaire avec GENAVIR notamment avec Hervé BISQUAY qui a très largement contribué au traitement de ces données. Cette collaboration est nécessaire et essentielle, toujours dans un objectif d'amélioration de nos acquisitions et de nos traitements.

En ce qui concerne la bathymétrie, la calibration en roulis, le biais de roulis, le biais de cap ainsi que la correction hauteur d'eau et la correction de célérité ont été autant de sujets sur lesquels des questions se sont posées.

Pour les missions futures, il faudrait porter une attention particulière aux réglages de la PHINS, aux réglages du PU EM2040 et avoir un regard peut-être plus critique sur les mesures de célérité.

En ce qui concerne le sonar latéral, la réflexion menée sur le logiciel de traitement utilisé pour ces données a conduit à une meilleure compréhension du système et à une amélioration de l'outil de traitement SONARSCOPE.

Cette campagne a permis d'initier plusieurs réflexions et axes d'amélioration notamment sur les sujets suivants:

- L'intégration du traitement de la marée dans le logiciel GLOBE
- L'amélioration de l'outil de correction de biais pour un sondeur « dual head »
- L'incertitude de la mesure
- La qualification des données