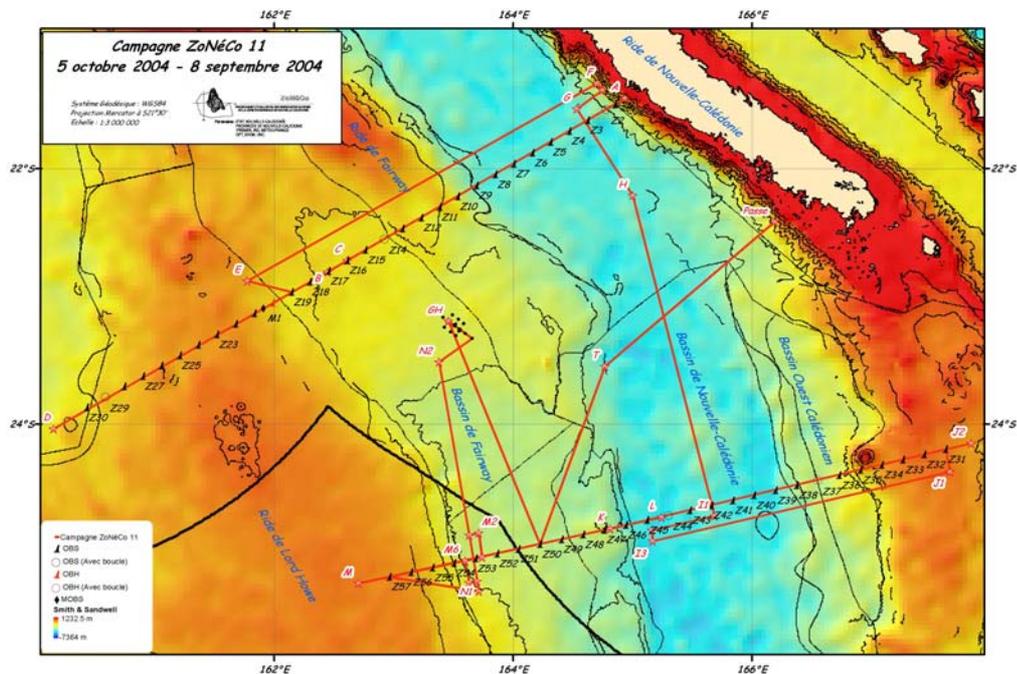


ZONéCo

PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ÉCONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

**Rapport de mission de la campagne ZoNéCo 11 de sismique lourde
(multitraces, réfraction, haute résolution)
à bord du N/O L'Atalante (8 sept. – 5 oct. 2004)**

ANNEXES



Y. Lafoy (1), L. Géli (2), R. Vially (3), F. Klingelhofer (2), H. Nouzé (2), Y. Auffret (2), J. Bégot (4), D. Buisson (5), J. Collot (6), E. Cosquer (2), J. Crozon (2), A. Necessian (7), S. Rouzo (4), S. Serbutoviez (3), B. Sichler (2), E. Théréau (2), C. Tzimeas (2), J. Yi Il (2)

- (1) Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC),
Section Géologie
- (2) IFREMER, DRO/GM
- (3) IFP, CREG
- (4) IUEM
- (5) Service des méthodes administratives et de l'informatique (SMAI)
- (6) EOPG Strasbourg
- (7) IPG Paris

Octobre 2004

Vol.2 - ANNEXES

Table des matières

Annexe A : Chronologie de la mission	2
Annexe B : Liste des scientifiques embarqués.....	4
Annexe C : Sismique Multitraces (SMT).....	5
Annexe C1 : Généralités	6
Annexe C2 : Configurations des modes « réflexion » et « réfraction ».....	7
Annexe C3 : Les différents types de sources sismiques.....	8
Annexe C4 : Chaîne de traitement de la sismique multitraces.....	13
Annexe C5 : Correspondance entre profils, numéros de tirs et supports d'enregistrement :	
Gestion des DLT – n° tirs - n° file	14
Annexe C6 : Nomenclature des fichiers dans Géovecteur.....	19
Annexe C7 : Profils sismiques Multitraces de la campagne ZoNéCo 11 avec anomalies gravimétriques et magnétiques associées.....	21
Annexe D : Positions des OBS sur les profils de sismique réfraction	40
Annexe E : Positions des OBS sur les profils de sismique réflexion HR	42
Annexe F: Tableau de mouillage des OBS	43
Annexe G : Magnétomètre embarqué	54
Annexe H : Gravimètre embarqué	60
Annexe I : Fiches de rattachement du Gravimètre.....	73

Annexe A : Chronologie de la mission

Date TU_NOU	Heure TU_NOU	Observations
Me 8/09	7 :00_18 :00	Appareillage
		Transit_A
8_9/09	16 :26_3 :26	Mouillage OBS_Z1
8_9/09	22 :47_9 :47	Mouillage OBS_Z7
9/09	7 :02_18 :02	Mouillage OBS_Z15
9/09	7h30_18h30	MAL_SR (8h)
9_10/09	15 :29_02 :29	Dbt PR Z11_01-A
10_11/09	23 :04_10 :04	Fin PR Z11_01-A
11/09	1 :33_12 :33	Fin PR Z11_01-B
11/09	4 :28_15 :28	Fin PR Z11_01-C
11/09	6 :00_17 :00	Fin tirs (A+38h30)
11/09	10 :00_21 :30	Relève SR (4h30)
11/09	12 :19_23 :19	Récup OBS_Z1
12/09	1 :53_12 :53	Récup OBS_Z7
12_13/09	16 :15_03 :15	Récup OBS_Z15
12_13/09	17 :20_4 :20	Mouillage OBS-Z16
12_13/09	22 :06_9 :06	Mouillage OBH_Z20
13/09	8 :43_19 :43	Mouillage OBS_30
13/09	11 :29_22 :29	Fin MAL Flûte
13_14/09	17 :21_4 :21	Dbt PR Z11_01-D
15/09	11 :46_22 :46	Fin PR Z11_01-E (42h30)
15_16/09	16 :30_3 :30	Relève SR (4h45)
15_16/09	22 :58_9 :58	Récup OBH 20
16_17/09	14 :57_1 :57	Récup OBS 30 (16h)
16_17/09	15 :00_2 :00	Transit Z 30 – Z 17 (12h)
17/09	9 :45_20 :45	Récup OBS Z16-19
17/09	10 :30_21 :30	Dbt MAL Flûte
17_18/09	13 :35_00 :35	Pb MAL_Treuil Bbd
17_18/09	17 :37_4 :37	Dbt MAL Canons (Total 7h)
17_18/09	19 :52_6 :52	Dbt PR Z11_02
19/09	9 :43_20 :43	Fin PR Z11_02
19/09	10 :38_21 :38	Dbt PR Z11_03
19_20/09	13 :38_00 :38	Fin PR Z11_03
19_20/09	13 :58_00 :58	Dbt PR Z11_04-A
19_20/09	22 :20_9 :20	Fin PR Z11_04-A_Dbt 04-B
21/09	3 :04-14 :04	Fin PR Z11_04-B
21/09	4 :15_15 :15	Dbt PR Z11_05
21/09	9 :20_20 :20	Fin PR Z11_05
21/09	10 :18_21 :18	Dbt PR Z11_06
22_23/09	15 :33_2 :33	Fin PR Z11_06
22_23/09	16 :00-3 :00	Dbt Relève SISM
22_23/09	23 :50_10 :50	Fin Relève SISM
23/09	1 :45_12 :45	Mouillage OBS Z31
23/09	8 :00_19 :00	Dbt Mouillage OBH (Z37)
23/09	8 :21_19 :21	Fin Mouillage OBH (Z37)
23_24/09	16 :13_3 :13	Mouillage OBS Z45 (14h30)

23_24/09	16 :31_3 :31	Dbt MAL SISM (3600m-264)
23_24/09	20 :56_7 :56	Fin MAL SISM (4h30)
23_24/09	23 :00_10 :00	Dbt PR Z11_07A (K-J2)
25_26/09	14 :21_1 :21	Fin PR Z11_07A (38h30)
25_26/09	19 :20_6 :20	Fin Relève SISM (4h30)
25_26/09	20 :57_7 :57	Récup OBS Z31
26_27/09	23 :44_10 :44	Récup OBS Z45 (26h45)
27/09	0 :46_11 :46	MAL OBS Z46
27_28/09	13 :49_0 :49	MAL OBS Z57
27_28/09	14 :14_1 :14	Dbt MAL SISM
27_28/09	18 :38_5 :38	Fin MAL SISM
27_28/09	20 :22_7 :22	Dbt PR Z11_07BA (M-L)
29_30/09	13:48_0:48	Fin PR Z11_07BB (41h30)
29_30/09	13:58_0:58	Dbt Relève SISM
29_30/09	18:04_5:04	Fin Relève SISM (4h)
29_30/09	22:24_9:24	Récup OBS Z46
30_01/10	20:43_7:43	Récup OBS Z57 (25h30)
30_01/10	20:45_7:45	MAL HR + Transit M-N1
01/10	4:02_15:02	Dbt PR Z11_09
02/10	1:58_12 :58	Fin PR Z11_09 (22h)
02/10	2 :39_13 :39	Dbt PR Z11_10
02/10	5 :39_16 :39	Fin PR Z11_10 (4h)
02/10	6 :17_17 :17	Dbt PR Z11_11
02/10	10 :20_21 :20	Fin PR Z11_11
02_03/10	13 :26_0 :26	Dbt PR Z11_12
02_03/10	15 :14_2 :14	Fin PR Z11_12
02_03/10	16 :41_3 :41	Dbt PR Z11_13
02_03/10	18 :26_5 :26	Fin PR Z11_13
02_03/10	19 :43_6 :43	Dbt PR Z11_14
02_03/10	21 :47_8 :47	Fin PR Z11_14
02_04/10		Mouillage des 12 OBS et Récup
04/10	00 :30_11 :30	Fin Chantier Hydrates
04/10		Transit vers OBS Z50
04_05/10	15 :00_2 :00	Tentative RECUP OBS Z50
04_05/10	15 :15_2 :15	Transit
05/10	7 :30_18 :30	Retour Nouméa 18h30

Annexe B : Liste des scientifiques embarqués

Campagne ZoNéCo 11
L'Atalante, 8 septembre – 5 octobre 2004

Nom	Sexe	Nationalité	Spécialité	Organisme	Quart
Yves Lafoy	M	F	Chef de Mission	Nvlle-Calédonie DIMENC	HQ
Louis Géli	M	F	Géophysicien	Ifremer DRO/GM	OBS
Frauke Klingelhofer	F	All	Réfraction	Ifremer DRO/GM	OBS
Yves Auffret	M	F	Informaticien	Ifremer DRO/GM	OBS
Jacques Bégot	M	F	Electronicien	IUEM	OBS
Jacques Crozon	M	F	Mécanicien	Ifremer DRO/GM	OBS
Jin Yi Il	F	Taiwan	Etudiant géophy.	Ifremer DRO/GM	OBS
Alex Nercessian	M	F	Géophysicien	IPG Paris	OBS
Hervé Nouzé	M	F	Géophysicien	Ifremer DRO/GM	HQ
Roland Vially	M	F	Géologue	IFP CREG	HQ
Bertrand Sichler	M	F	Géophysicien	Ifremer DRO/GM	HQ
Damien Buisson	M	F	Informaticien	Nvlle-Calédonie SMAI	HQ
Sylvain Serbutoviez	M	F	Géophysicien	IFP CREG	0-4
Stéphane Rouzo	M	F	Géophysicien	IUEM	0-4
Esthelle Théréau	F	F	Technicienne	Ifremer DRO/GM	4-8
Emmanuel Cosquer	M	F	Géophysicien	Ifremer DRO/GM	4-8
Costas Tzimeas	M	Grec	Géophysicien	Ifremer DRO/GM	8-12
Julien Collot	M	F	Etudiant géophy.	EOPG Strasbourg	8-12

Yves Lafoy : Chef de mission

Louis Géli : Responsable de l'équipe OBS (F. Klingelhofer, Y. Auffret, A.Nercessian, J. Bégot, J. Crozon, J. Yi Il)

Roland Vially : Interprétation des données de sismique

Hervé Nouzé : Responsable du traitement sismique et du chantier « hydrates de gaz »

Bertrand Sichler : Interprétation des données de magnétisme et gravimétrie

Damien Buisson : SIG cartographie, informatique et navigation de la campagne

Julien Collot : Contribution à l'interprétation des données de magnétisme et gravimétrie

Annexe C : Sismique Multitraces (SMT)

Annexe C1 : Généralités

La sismique multitrace (SMT)

L'importance des infrastructures nécessaires à la mise en œuvre de la sismique SMT impose un matériel particulier, entièrement conteneurisé (10 conteneurs 20' et 4 conteneurs 10') pour un poids approchant les 150 tonnes. Tout ce matériel est dédié à cette activité et n'est aujourd'hui installé que sur le *Nadir*.



Canons



Plage arrière
et
Tourts
SMT



La source utilisée par la SMT

La configuration classique embarquée sur le *Nadir* comprend un compresseur de 660 m³/h, trois de 300 m³/h (le conteneur 20' et un 10') et un compresseur de 150 m³/h, pour 1260 m³/h utiles. Le réseau de sources utilisé comprend des canons à air de types GI et Bolts (14 au maximum).

La flûte SMT

Utilisée uniquement pour la sismique multitrace conventionnelle, la flûte SMT a été acquise en 1999. C'est une flûte entièrement numérique constituée de 30 sections actives de 150m chacune ; chaque section est composée de 12 traces de 12,5m. Chaque trace comprend 16 hydrophones en parallèles.

La technologie utilisée est dite numérique. Cela signifie que le signal acoustique reçu par les hydrophones est numérisé directement par une carte intégrée à la flûte au niveau de chaque trace. L'information numérisée est ensuite transmise au laboratoire d'acquisition.

La flûte ainsi constituée, a une longueur de 5000m, soit 4500m de sections actives auxquels il faut ajouter les sections complémentaires.



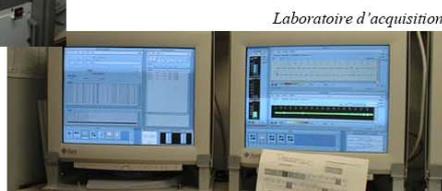
Streamer



Enregistreurs
DLT



Bouée de queue



Laboratoire d'acquisition

Les systèmes d'acquisition

Le laboratoire d'acquisition de la SMT est composé :

- du calculateur d'acquisition constitué d'une unité centrale SEAL (SN 408) connectée à une station de travail SUN et à quatre lecteurs/enregistreurs de DLT,
- d'une station SUN pour le contrôle qualité SEAPROQC,
- d'un PC de contrôle et de commande des oiseaux, de marque DIGICOURSE,
- d'un PC RGPS pour le calcul de la position relative de la bouée de queue,
- d'un système de navigation intégrée, ECOS, constitué d'une unité centrale spécialisée et d'une station de travail SUN. ECOS reçoit les informations du RGPS, des oiseaux et du GPS bord.

© Ifremer

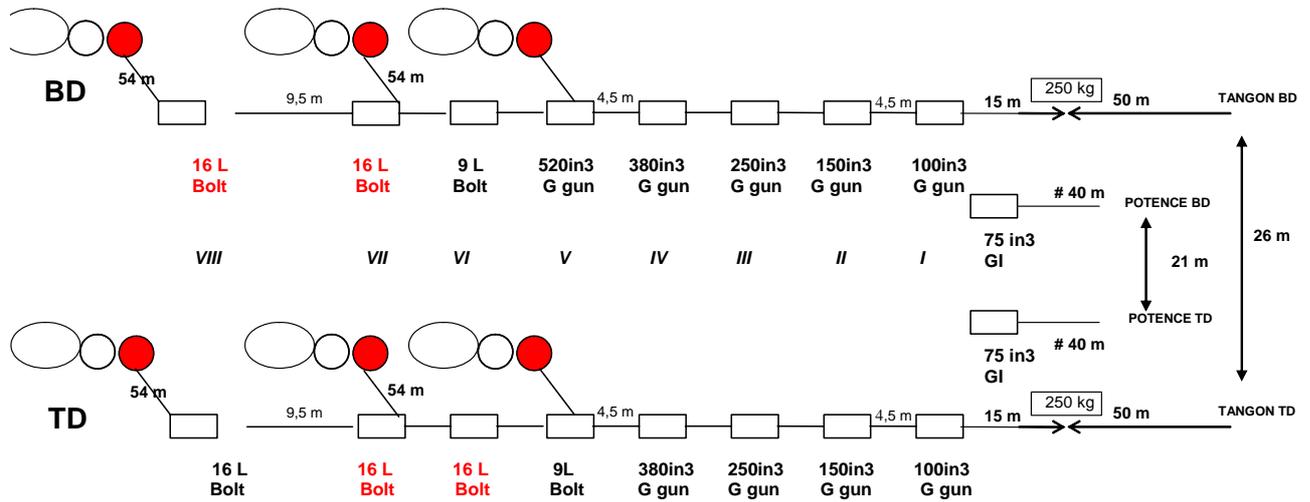


Siège social
155 rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
phone 33 (0)1 46 48 21 00
fax 33 (0)1 46 48 22 96

Contact
Département Équipements Scientifiques et
Informatique Embarquée DNIS/ESI
IFREMER Centre de Brest - BP 70
29280 Plouzané - France
phone 33 (0)2 98 22 41 83
fax 33 (0)2 98 22 45 46
email esi@ifremer.fr
<http://www.ifremer.fr/flotte>

Annexe C2 : Configurations des modes « réflexion » et « réfraction »

MISSION ZONECO (8 SEPTEMBRE – 5 OCTOBRE 2004)



MODE REFLEXION (configuration ci-dessus moins les 4 Bolts en rouge):

Volume : 4530 in³ à 140 bars

Consommation : 1247 m³/h

Cadence : #30s

Profondeur : 1TD : m / 2TD : m / 3TD : m
1BD : m / 2BD : m / 3BD : m

MODE REFRACTION :

Volume : 8530 in³ à 140 bars

Consommation : 1157 m³/h

Cadence : #60s

Annexe C3 : Les différents types de sources sismiques

Sismique “basse fréquence”

Pour les profils dont l'objectif était d'imager les réflecteurs profonds, nous avons opté pour un compromis consistant à utiliser les sources en mode dit “monobulle” (Avedik et al, 1993). Dans ce mode, les canons sont synchronisés sur le pic correspondant à la première oscillation de bulle (pic secondaire). Le pic secondaire a une amplitude moins forte que le pic primaire, mais un contenu basses fréquences plus important. Les basses fréquences s'atténuant beaucoup moins vite que les hautes fréquences, on obtient une meilleure pénétration avec le signal monobulle par rapport à un signal conventionnel.

Deux sources différentes en mode “monobulle” ont été utilisées. La première, la source dite “Grosse Bertha” était particulièrement adaptée aux profils pour lesquels le signal était enregistré simultanément sur les OBS et sur les profils de sismique verticale. La seconde, dite “bulle” a été utilisée pour les profils pour lesquels seule la sismique verticale était enregistrée.

La configuration des sources est bien sûr contrainte par le nombre de canons qu'il est possible de déployer à partir de l'Atalante : 18 canons, dont 16 répartis sur deux lignes de 8 canons déployés par l'arrière du navire, reprises sur deux tangons et deux canons isolés sur des potences latérales. Le volume total d'air disponible (1500 m³/h) conditionne la cadence de tir possible en profil.

i) La source dite “Grosse Bertha” (SGB) :

Utilisée pour les objectifs de “structure profonde” (Moho et croûte inférieure) ***dans les domaines continental et transitionnel proximal, cette source*** est très éloignée des standards pétroliers : elle est basse fréquence, en mode “monobulle”, spécifiquement conçue pour la sismique réfraction OBS. D'un volume de 8530 cu-inch, cette source est constituée de 18 canons immergés à des profondeurs comprises entre 25 et 15 m environ. Les tirs (à 140 bars) ont été effectués à un pas de tir constant en distance de 150 m (soit environ 1 tir / minute à 5 Nds).

Cette distance intertirs importante permet de réduire le bruit généré dans l'eau, ce qui est particulièrement important pour les enregistrements OBS. En revanche, la couverture (nombre de traces associées à un point donné du sous-sol) sur la sismique réflexion est réduite (15).

Un hydrophone disposé sur un OBH mouillé à 880 m au dessus du fond marin a permis d'enregistrer la signature en champ lointain de la source.

ii) La source dite “bulle” :

Cette source était également de type “monobulle”, adaptée à l'imagerie des réflecteurs profonds. Elle était utilisée pour l'acquisition de données sur les profils de réflexion uniquement.

Elle est constituée de 14 canons. Pour des questions de changements rapide de configuration de source SGB / B, elle est constituée d'une sélection des canons utilisés pour la source SGB. Quatre des canons de plus gros volume (bolts 16 l) sont stoppés. Il en résulte un meilleur accord (tuning) de la source, qui permet de réduire les oscillations de bulle suivant le pic secondaire, et donc améliore la résolution des sections sismiques. Afin d'obtenir une meilleure couverture, le pas de tir était de 75m (couverture 30).

Sismique “haute résolution”

Pour le chantier “hydrates de gaz”, l'objectif était de disposer d'une source suffisamment haute résolution (donc haute fréquence) qui permette d'obtenir une image détaillée des sédiments et de la structure au

dessus du BSR présumé. Toutefois, cette source devait aussi avoir une énergie suffisante pour atteindre le BSR supposé, à environ une seconde temps double sous le fond de l'eau, et ce, par plus de 2300m de profondeur d'eau.

La source a été constituée de deux barres de canons. La première barre était équipée de deux canons à air de type G.I. de volume 45/105 l3, immergés à 3m. Ces canons sont composés de deux chambres : le générateur (G) produit le signal, l'injecteur (I) est déclenché avec un retard correspondant à la demi période d'oscillation de bulle du signal, ce qui permet de réduire considérablement les oscillations de bulle. La seconde barre était équipée de trois canons mini-G.I. de volume 24/24 l3, immergés à 2m sous la surface, dont le fonctionnement est identique à celui des G.I., mais les volumes réduits. La première barre permettait d'avoir une énergie suffisante pour obtenir la pénétration souhaitée ; la seconde permettait de renforcer le contenu haute fréquence du signal.

Le pas de tir utilisé était de 25 m (10s).

Acquisition des données de sismique réflexion multitraces (SMT)

Le système SERCEL d'acquisition des données de sismique multitraces de l'Ifremer se compose des éléments suivants :

- d'une flûte numérique de 360 traces de 12.5 m chacune (30 sections actives de 12 traces), soit 4500 m de longueur active. La flûte est équipée d'une bouée de queue positionnée par GPS relatif. La flûte est stockée sur deux treuils sur la plage arrière de l'Atalante.
- d'un laboratoire d'enregistrement (SEAL) qui est une version marine du système d'acquisition SERCEL SN408. En plus des 360 traces sismiques, 24 voies sont disponibles pour enregistrer des traces auxiliaires. Les traces auxiliaires permettent d'enregistrer : l'hydrophone en tête de flûte (water-break), les hydrophones "time break" de tous les canons et l'ordre de tir fourni par le logiciel de contrôle des tirs (T0),
- d'un logiciel de contrôle qualité des données en temps réel (SEAprQC),
- d'une monotrace temps réel pour le contrôle visuel du profil suivi,
- d'un système de contrôle de l'immersion de la flûte (Digicourse) : unité centrale et avions (16) équipés de capteurs d'immersion et compas,
- d'un système de contrôle des tirs et de la navigation (ECOS) permettant de tirer à distance ou intervalle de temps constant à partir de la navigation GPS et de l'heure UTC d'une horloge GPS de synchronisation (tirs et enregistrements OBS sont synchronisés sur une référence absolue, à la dérive près de l'horloge interne des OBS),
- d'un système d'enregistrement sur cassettes DLT capacité 70 GO (deux copies).

Les paramètres nominaux d'acquisition sont les suivants :

Flûte :

360 traces de 12.5 m (264 traces à partir du 23 septembre)

Immersion : 15 m pour les profils d'étude de la structure profonde

Immersion : 3 m pour les profils haute résolution

Offset trace proche 180 m - Offset trace lointaine 4667.5 m

Enregistrement :

Bandes DLT (35/70 GO)

Format segD révision 2 démultiplexé (SN408)

Longueur d'enregistrement 20 s pour les profils d'étude de la structure profonde

Longueur d'enregistrement 6 s pour les profils haute résolution

Pas d'échantillonnage 2 ms pour les profils d'étude de la structure profonde

Pas d'échantillonnage 1 ms pour les profils haute résolution

traces auxiliaires (T0 Ecos, hydrophones TB canons , 1 Water Break)

20 traces auxiliaires pour les profils avec la source "Grosse Bertha"

16 traces auxiliaires pour les profils avec la source "Bulle"

7 traces auxiliaires pour les profils avec la source "Haute Résolution"

Navigation :

GPS naturel

Anomalies majeures

- Suite à un problème technique sur l'un des treuils, à partir du 24 septembre, seules 264 traces de la flûte ont pu être utilisées.
- D'autre part, une avarie sur le câble de traction de la flûte ("lead-in") a conduit à réduire les offsets des traces proche et lointaine.

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales des profils sismiques acquis durant la campagne ZoNéCo 11

<i>Profil</i>	<i>Date</i>	<i>Source</i>	<i>Flûte</i>	<i>Observations</i>
Z11 01a	09 septembre 2004	Grosse Bertha	360 traces	Tirs / OBS 15 à 1
	11 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 01b	13 septembre 2004	Grosse Bertha	360 traces	Tirs / OBS 30 à 16
	15 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 02	17 septembre 2004	Bulle	360 traces	
	19 septembre 2004	intertir 75 m	immersion 15m	
Z11 03	19 septembre 2004	Grosse Bertha	360 traces	Profil court
	19 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 04	19 septembre 2004	Grosse Bertha	360 traces	
	21 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 05	21 septembre 2004	Bulle	360 traces	
	21 septembre 2004	intertir 75 m	immersion 15m	
Z11 06	21 septembre 2004	Bulle	360 traces	Tirs de bruit en fin profil
	22 septembre 2004	intertir 75 m	immersion 15m	
Z11 07a	23 septembre 2004	Grosse Bertha	264 traces	
	25 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 07b et Z11 08	27 septembre 2004	Grosse Bertha	264 traces	
	29 septembre 2004	intertir 150 m	immersion 15m	
Z11 09 à Z11 14		Haute Résolution	264 traces immersion 3m	

Traitement de la navigation

Données

Les données de navigation brute issues des deux antennes GPS, ainsi que la navigation issue du logiciel de navigation passerelle CINNA et les positions de la bouée de queue sont enregistrées à une cadence de 10s dans les fichiers ".NA". Lors des opérations sismiques, on dispose en plus, pour chaque tir, des données de navigation enregistrées par le système de contrôle des tirs (fichiers .ECO). Les informations des fichiers .ECO sont transférées et enregistrées dans le "external header" des fichiers sismiques SEGD. Dans ce cas, les données de positionnement sont les positions intégrées par CINNA, et les enregistrements sont datés avec une horloge externe synchronisée sur l'heure GPS (UTC).

Navigation "points de tirs"

Lors de la mission, nous avons généré des fichiers de position de la source à partir des fichiers .ECO afin de pouvoir dépouiller les OBS. Ces fichiers ("nav0") contiennent, outre une entête :

- le numéro de tir incrémenté régulièrement et utilisé pour le dépouillement des données OBS
- la date et l'heure GPS
- la latitude et la longitude de la source en degrés décimaux, générés à partir de la navigation "CINNA" (navigation intégrée)
- la bathymétrie (profondeur d'eau sous le navire à l'instant de tir)

Remarque. Le numéro de tir OBS est un numéro séquentiel, qui ne correspond pas toujours (presque jamais) au numéro de tir sur les profils de sismique réflexion. Dans la pratique, il existe donc 3 numéros de tir : numéro OBS, numéro ECOS=numéro external header SEG-D, "shot number" de la sismique réflexion=numéro SEAL. La référence pour le "croisement" des données ne doit donc pas être le numéro de tir, mais la position de la source pour chaque tir. Un tableau en annexe résume les correspondances numéro de tir ECOS et "shot number" SEAL. Les fichiers ".nav0.ll" font la correspondance entre numéro de tir OBS et numéro de tir ECOS.

Navigation "CDP"

Les profils réflexion ont été traités à bord en considérant un intertir constant. Cette approximation est justifiée par le fait que le système Ecos déclenche les tirs à partir de la navigation GPS. Afin de faire correspondre les mesures de gravimétrie et de magnétisme avec les données sismiques, pour chaque profil, un fichier de navigation CDP a été généré, en considérant les CDP régulièrement répartis sur un profil rectiligne.

Pour chaque profil, ont donc été générés :

- œ un fichier de navigation source (".nav0")
- œ un fichier de correspondance tir ECOS / tir OBS (".nav0.ll")
- œ un fichier de navigation CDP (".llcdp")

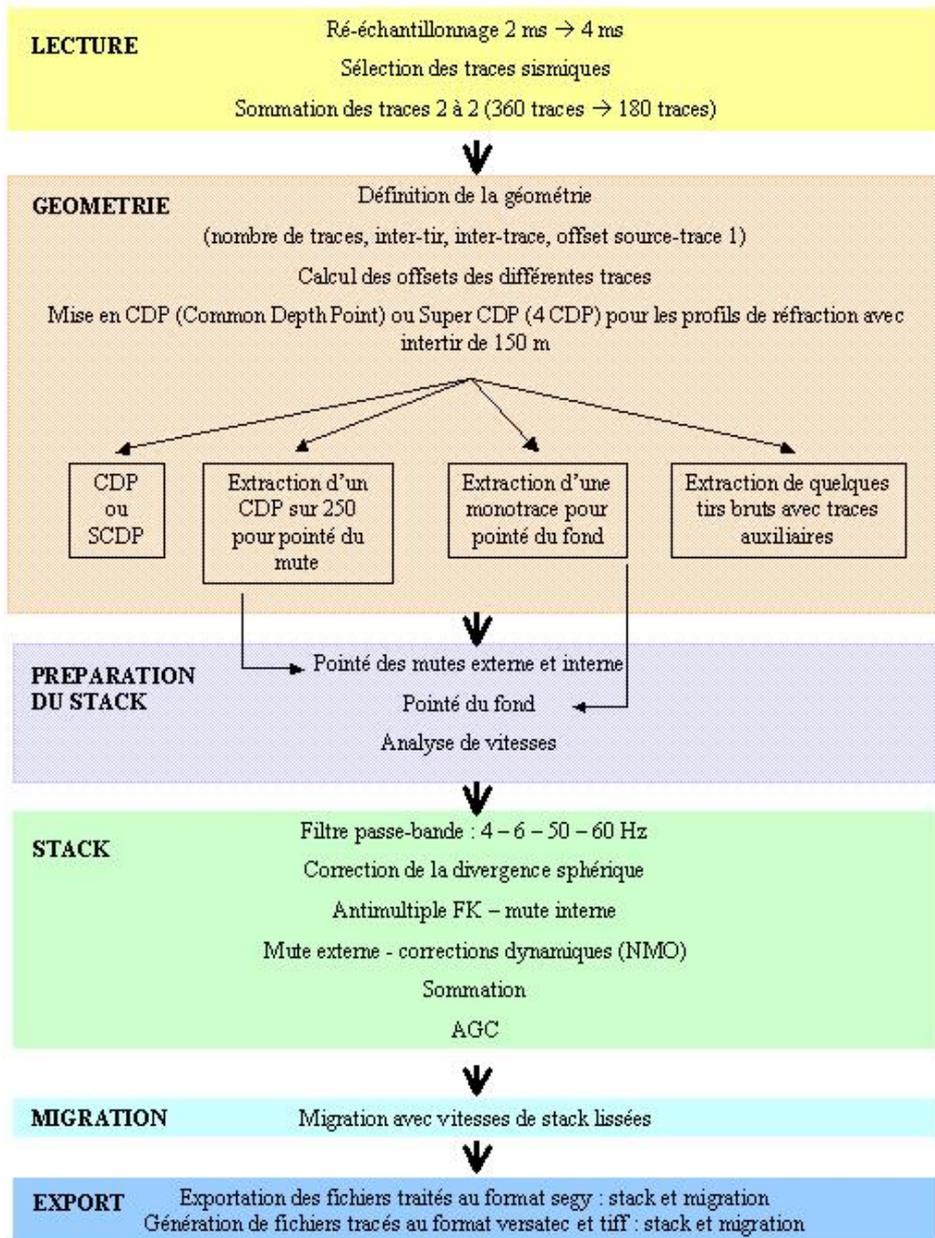
Traitement des données de sismique réflexion multitraces (SMT)

L'objectif du traitement à bord était de contrôler la qualité des données et d'obtenir des profils pour une première interprétation à bord. En fonction des résultats obtenus, la séquence a pu varier légèrement d'un profil à l'autre. La séquence de traitement standard a été la suivante (voir aussi Annexe D) :

- Lecture SEG-D
- Filtre anti-repliement et ré-échantillonnage 2ms-> 4 ms
- Somme traces 2 à 2 : passage de 360 à 180 traces
- Application de la géométrie (géométrie constante, inter-tir 150m pour tous les profils sauf ZZ' et DP pour lesquels l'inter-tir est de 100m)
- Tri en CDP (couverture 15 – 23 pour ZZ' et DP)
- Analyse de vitesse (1 / 250 – 1 / 500 CDP en fonction profil)
- Filtre passe-bande (3-5-50-60 Hz)
- Antimultiple FK
- Mute interne sur les CDP
- Corrections dynamiques
- Correction de divergence sphérique (utilisation modèle de vitesse de sommation)
- Dip Move Out
- Somme sur les CDP
- Filtre FK passe bande sur section sommée pour éliminer bruits pentés (-5 –6 ; 5 – 6 km/s) Somme sur 2 CDP (test de sommation sur 4 CDP pour certains profils)
- AGC (longueur de fenêtre 2000ms)
- migration vitesse constante (1500m/s) ou avec les vitesses de stack pour certains profils
- exportation au format SEG-Y des profils sommés et des profils migrés (format IBM real)

Annexe C4 : Chaîne de traitement de la sismique multitraces

SCHEMA DE LA CHAINE DE TRAITEMENT SISMIQUE BASSE FREQUENCE



Annexe C5 : Correspondance entre profils, numéros de tirs et supports d'enregistrement : Gestion des DLT – n° tirs - n° file

PROFIL Z11-01

Informations : tirs à forte puissance sur les OBS 2, 14 et 29. Arrêt de l'enregistrement pendant la giration avec tirs toutes les 3 minutes. Les n° tirs ECOS ne sont pas remis à 0.

Pour les profils : tirs tous les 150 m avec la source « grosse Bertha » (18 canons).

Profil	n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
Z11-01-A	1	1	375	1	375	1	375	1	375
Z11-01-B	1	453	1949	1	1500	396	1892	376	1872
Z11-01-C	1	2031	2122	20	111	1912	2003	1873	1964
Z11-01-D	2	1	374	1	374	1	374	1	374
Z11-01-E	2	471	1712	412	1653	412	1653	375	1616
		1654	2057	1654	1997	1654	1997	1618	1961

NB : Erreur d'acquisition : manque enregistrement d'un tir entre les tirs SEAL 1653 et 1654 du profil Z11-01-E.

PROFIL Z11-02

Informations : tirs tous les 75 m avec la source « monobulle » (14 canons).

n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
3	1	2180	1	2180	1	2180	1	2180
4	2181	4360	2181	4360	1	2180	2181	4360
5	4361	4501	4361	4501	1	141	4361	4501
5	4503	4666	4502	4665	142	306	4503	4666

NB : - Erreur d'acquisition : manque enregistrement tir 4502 entre les tirs SEAL 4501 et 4502.
→ tir SEAL n° 4502 = tir n° 4503

- Panne compresseurs : pas de tirs canons du tir 1222 au tir 1276.

PROFIL Z11-03

Informations : tirs tous les 150 m avec la source « Grosse Bertha » (18 canons).

n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
6	1	176	1	176	1	176	-	-

Profil non traité sous Géovecteur : peu d'intérêt vue sa longueur.

PROFIL Z11-04

Informations : tirs tous les 150 m avec la source « grosse Bertha » (18 canons).

Profil	n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
Z11-04-A	6	1	580	1	580	177	756	1	580
Z11-04-B	6	581	2004	581	2004	757	2180	581	2004
	7	2005	2468	2005	2468	1	464	2005	2468

NB : Arrêt du canon 5 bâbord au tir 2198.

PROFIL Z11-05

Informations : tirs tous les 75 m avec la source « monobulle » (14 canons).

n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
7	1	680	1	680	465	1144	1	680

NB : enregistrement continue pendant la giration jusqu'au tir 730 (file n° 1194)
→ profil Z11-05-B

PROFIL Z11-06

Informations : tirs tous les 75 m avec la source « monobulle » (14 canons).

n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin

8	1	2180	1	2180	1	2180	1	2180
9	2181	3475	2181	3475	1	1295	2181	3475

NB : tirs 3476 à 3500 (DLT9) : tirs de bruit

PROFIL Z11-07

Informations : tirs à forte puissance sur les OBS 44 et 37. Arrêt de l'enregistrement pendant la giration avec tirs toutes les 3 minutes.

Pour les profils : - tirs tous les 150 m avec la source « grosse Bertha » (18 canons).
- flûte de 264 traces

Profil	n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
Z11-07-Aa	10	1	355	1	355	1	355	1	355
Z11-07-Ab	10	427	1290	427	1290	366	1229	356	1219
Z11-07-Ac	10	1354	1680	1354	1680	1236	1562	1220	1546
	10	1685	2034	1685	2034	1563	1912	1551	1900
	10	2036	2260	2036	2260	1913	2137	1902	2126
Z11-07-Ba	11	1	703	1	703	1	703	1	703
Z11-07-Bb	12	1877	2970	1877	2970	21	1114	704	1797

NB :

Profil Z11-07-A

- Traces 215 et 216
- Plantage Digicourse tir ECOS 1065 : absence acquisition des capteurs de la flûte.
- Arrêt acquisition tir SEAL 1681 à 1684 (inclus) → manque 4 tirs enregistrés
- Arrêt acquisition tir SEAL 2035 → manque 1 tir enregistré

Profil Z11-07-B

- Croisement avec le profil Z11-08-B (point M3) : tir ECOS 688 = tir Géovecteur 688
- Acquisition des profils Z11-08-ABC est intercalée entre les profils Z11-07-BA et Z11-07-BB.

PROFIL Z11-08

Informations :

- flûte 264 traces
- source synchronisée sur le premier pic
- pour les profils Z11-08-A et Z11-08-C : tirs tous les 150 m avec la source 18 canons.
- pour le profil Z11-08-B : tirs tous les 150 m avec la source de 14 canons.

Profil	n°	n° tir	n° tir	N° tir	N° tir	n° file	n° file	n° tir	n° tir
--------	----	--------	--------	--------	--------	---------	---------	--------	--------

	DLT	début ECOS	fin ECOS	début SEAL	fin SEAL	début	fin	Géovecteur début	Géovecteur fin
Z11-08-A	11	770	900	770	900	716	846	-	-
Z11-08-B	11	971	1600	971	1600	847	1476	1	630
Z11-08-C	11	1698	1807	1698	1807	1477	1586	-	-

NB : - Croisement avec le profil Z11-07-B (passage à ~2000 m de l'OBS Z53) : tir ECOS 1297 = tir Géovecteur 326

- Profils Z11-08-A et Z11-08-C non traités sous Géovecteur : peu d'intérêt car très courts et contiennent les girations.

PROFIL Z11-09 (HR)

Informations :

- flûte 264 traces
- source 3 miniGI + 2GI (444cu.in)
- tirs tous les 25 m
- immersion de la flûte = 3 m
- immersion des canons = 2-3 m

Profil	n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
Z11-09	13	16	4451	15	4450	15	4450	1	4436
	14	4452	8037	4451	8036	1	3586	4437	8022

NB :

- Croisement avec le profil Z11-07-B : tir ECOS 1187 (SEAL 1186) = tir Géovecteur 1171.
- tirs de bruits : tir ECOS 1 à 15.

PROFILS Z11-10, Z11-11, Z11-12, Z11-13 et Z11-14 (HR)

Informations :

- flûte 264 traces
- source 3 miniGI + 2GI (444cu.in)
- tirs tous les 25 m
- immersion de la flûte = 3 m
- immersion des canons = 2-3 m

Profil	n° DLT	n° tir début ECOS	n° tir fin ECOS	N° tir début SEAL	N° tir fin SEAL	n° file début	n° file fin	n° tir Géovecteur début	n° tir Géovecteur fin
Z11-10	15	150	1272	150	1272	150	1272	1	1123

Z11-11	15	1484	2920	1484	2920	1484	2920	1	1437
Z11-12	15	4100	4780	4100	4780	2951	3631	1	681
Z11-13	15	5331	5981	5331	5981	3663	4313	1	651
Z11-14	16	6455	7184	6455	7184	4	733	1	730

Points de croisement des profils :

Le tableau se lit en ligne.

123 : n° de tir ECOS du profil indiqué sur la ligne

456 : n° de tir Géovecteur

	Z11-11		Z11-12		Z11-13		Z11-14	
Z11-11			2300	816	2036	552	1807	323
Z11-12	4382	282						
Z11-13	5588	257						
Z11-14	6789	334						

Annexe C6 : Nomenclature des fichiers dans Géovecteur

ZONECO 11

1- **Nom des projets :**

z1101
↙ n° du profil

2- **Nom des fichiers contenant les tirs bruts :**

Data brutes
Rééchantillonnées à 4ms

001001
↑ n° du profil ↘ n° de fichier disque

3- **Nom des fichiers contenant les CDP (sans gain ni filtre) :**

CDP bruts

101001
↑ n° du profil ↘ n° de fichier disque

4- **Nom des fichiers contenant quelques tirs bruts :**

tirbrut_z1101.cst
↙ nom du profil

5- **Nom des fichiers CDP pour le pointé du mute :**

cdp_for_mute_z1101.cst
↙ nom du profil

6- **Nom de la librairie de mute :**

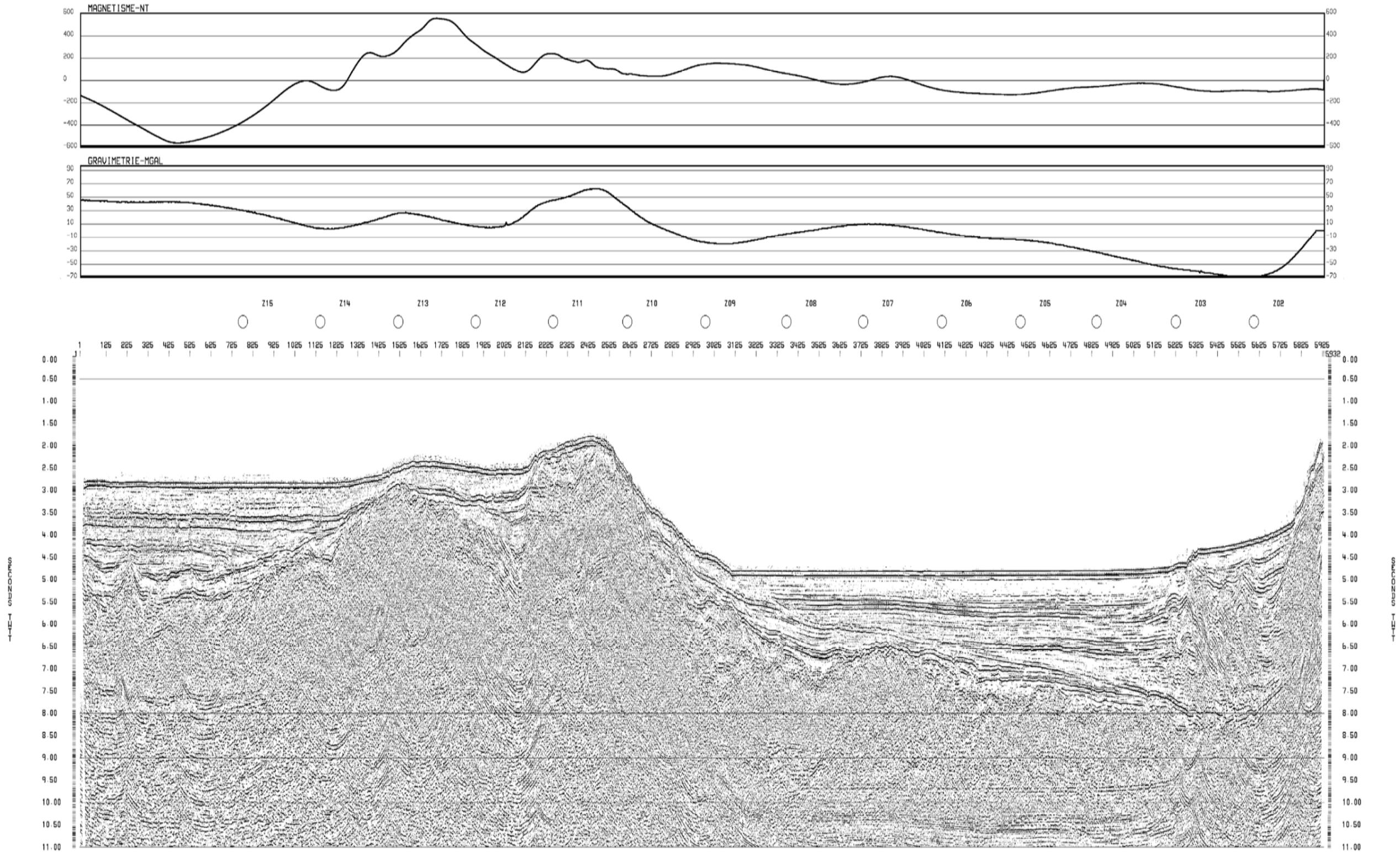
mute_cdp_z1101.lmu
↙ nom du profil

7- **Nom du fichier monotrace (pour le pointé du fond de l'eau) :**

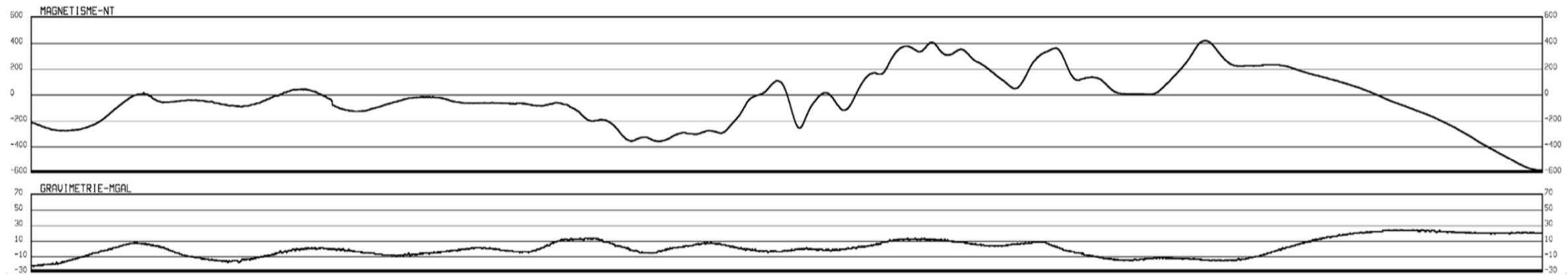
mono_1_z1101.cst
↙ n° trace ↘ nom du profil

**Annexe C7 : Profils sismiques Multitraces de la campagne ZoNéCo 11
avec anomalies gravimétriques et magnétiques associées**

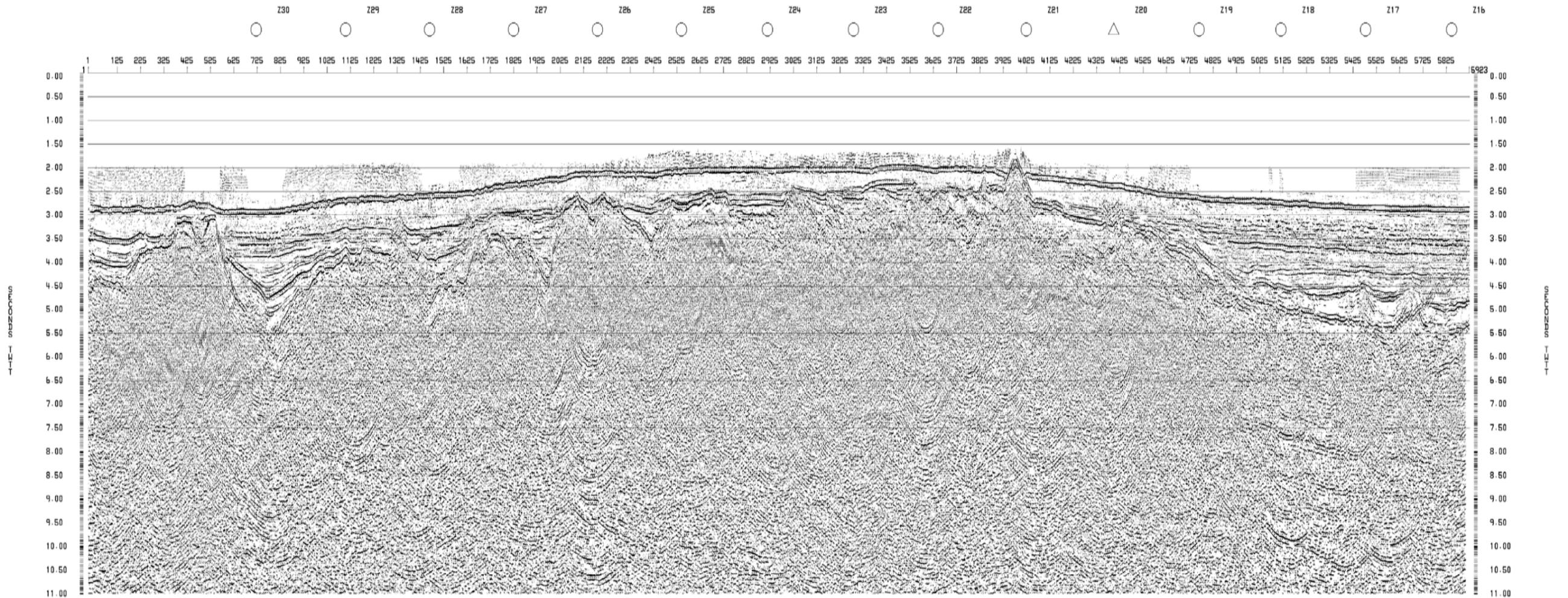
STACK 4CDP MUTINT MIGRE Z11-01-A



STACK 4CDP MUTINT MIGRE Z11-01-B



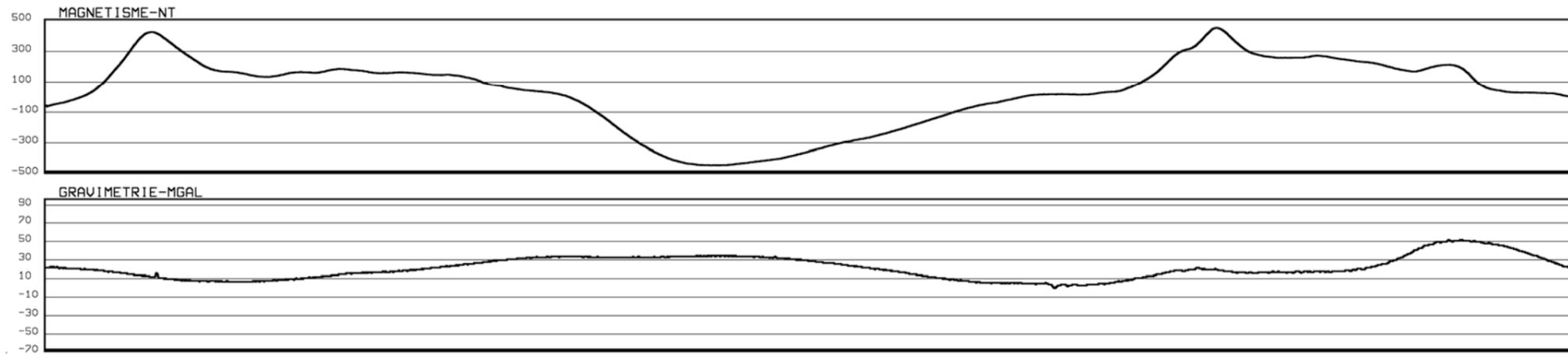
STACK 4CDP MUTINT MIGRE Z11-01-B



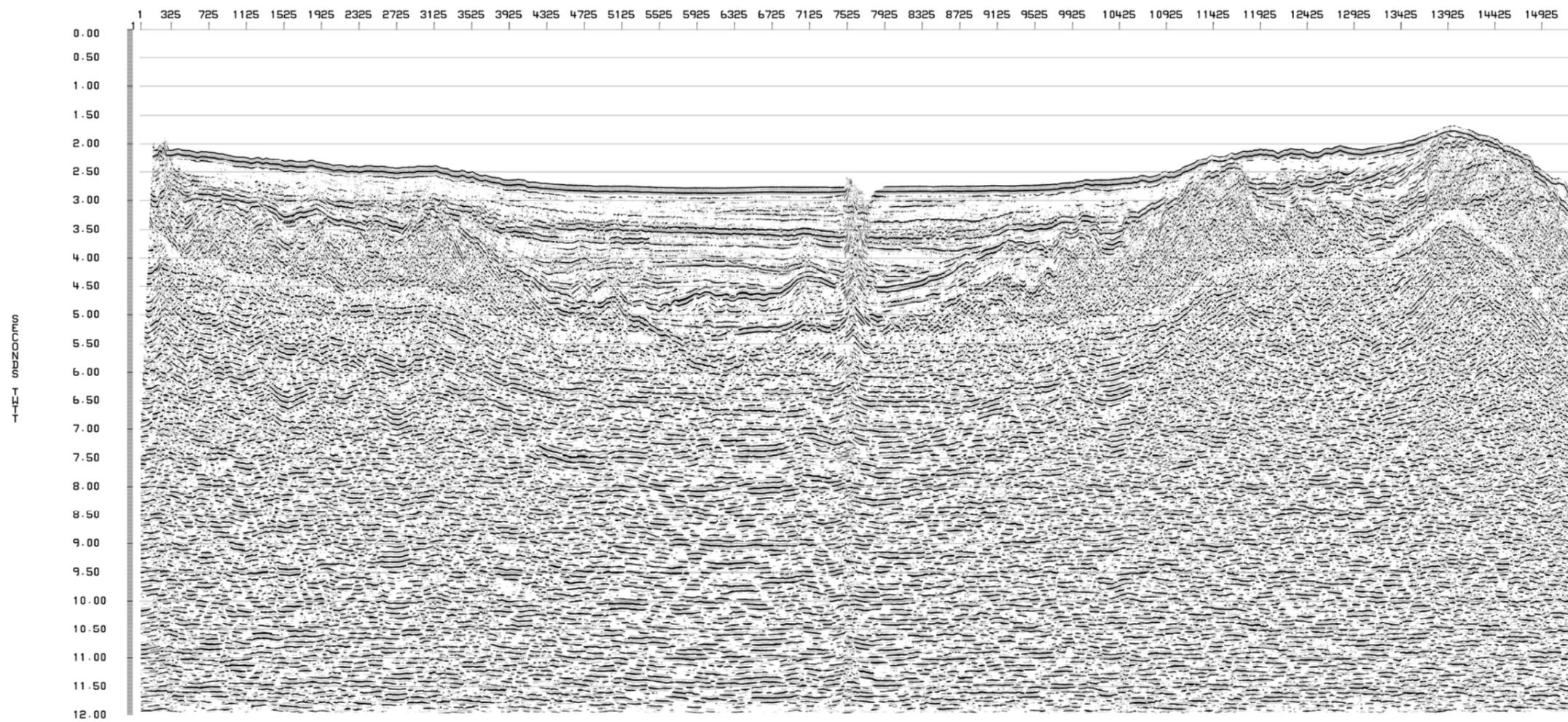
STACK MUTINT MIGRE Z11-02

STACK MUTINT MIGRE Z11-02

STACK MUTINT



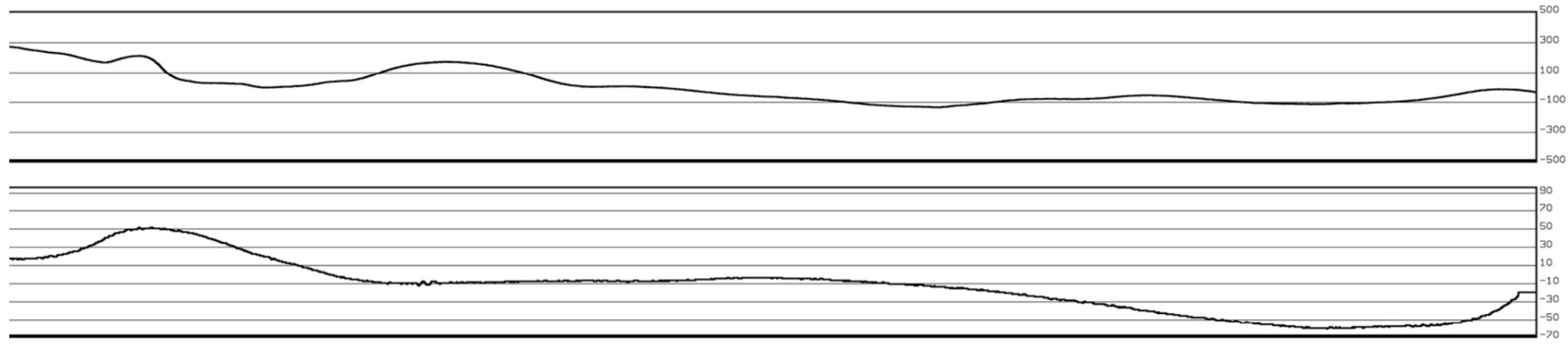
STACK MUTINT MIGRE Z11-02



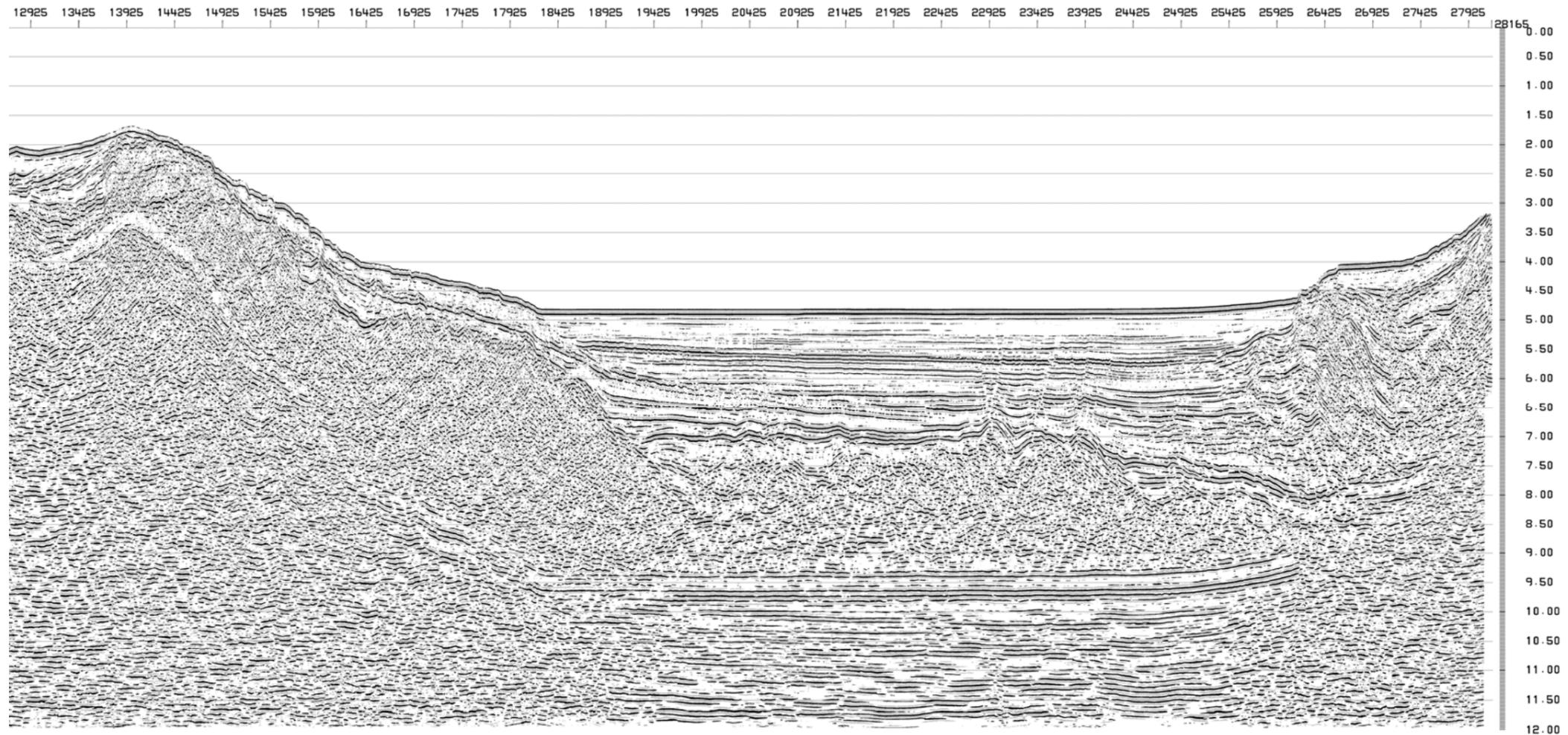
STACK MUTINT MIGRE Z11-02

STACK MUTINT MIGRE Z11-02

STACK MUTINT MIGRE Z



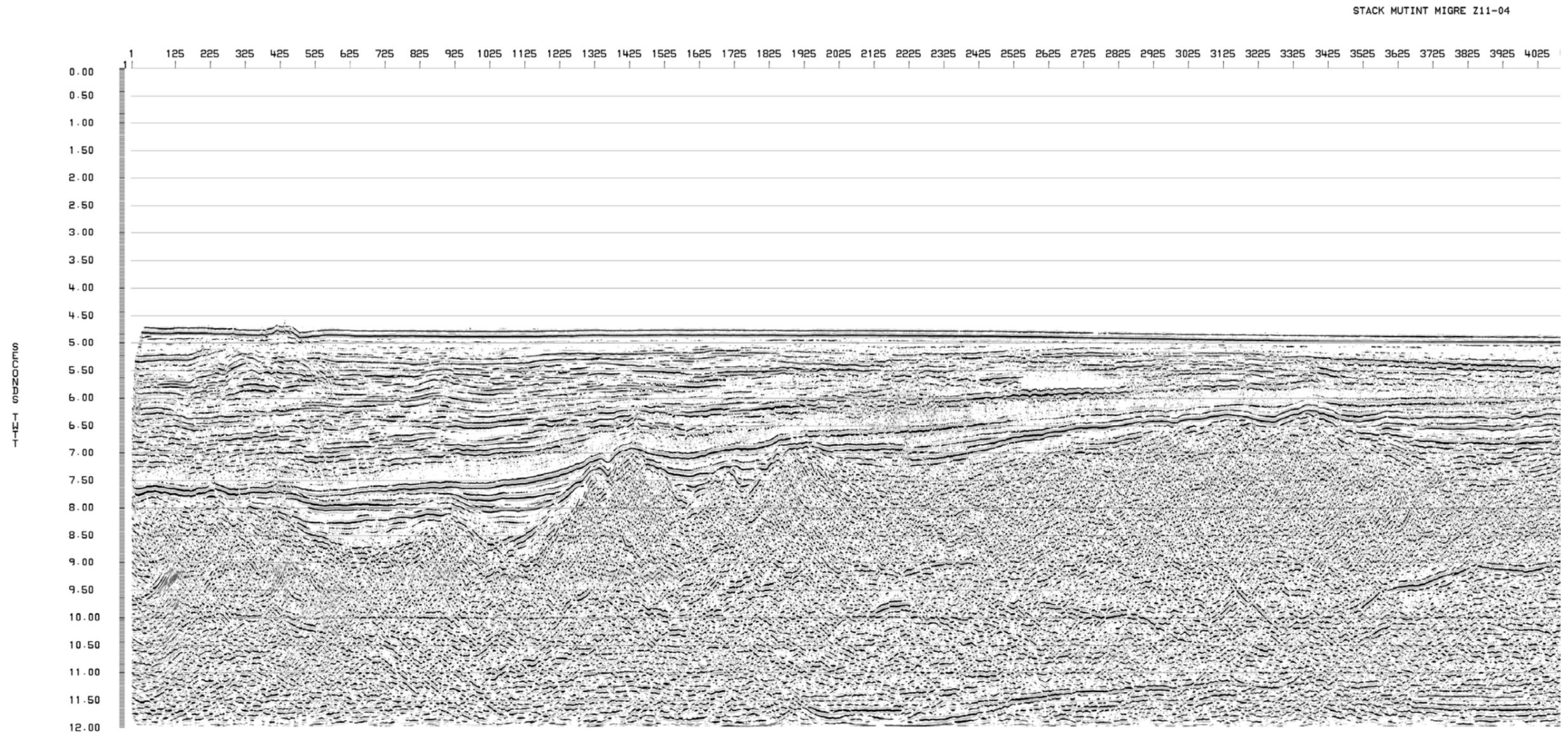
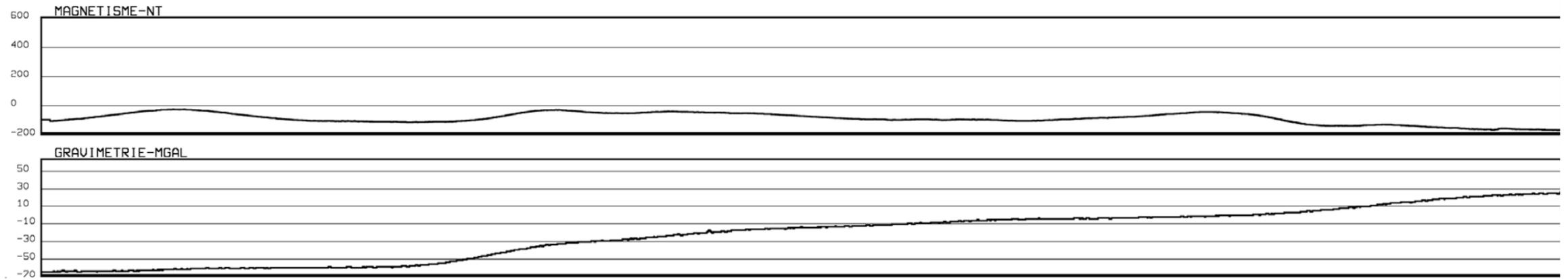
STACK MUTINT MIGRE Z11-02



STACK MUTINT MIGRE Z11-04

STACK MUTINT MIGRE Z11-04

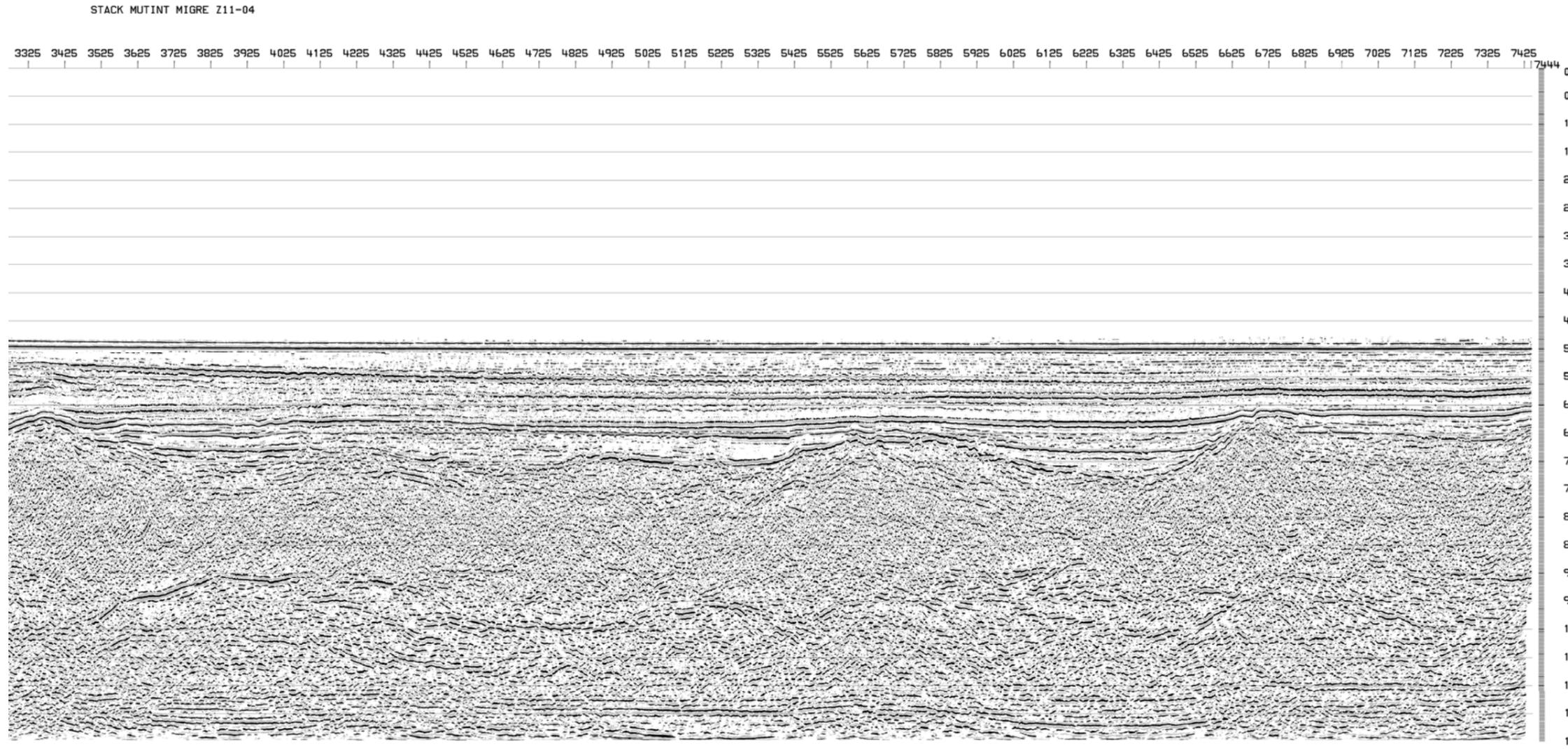
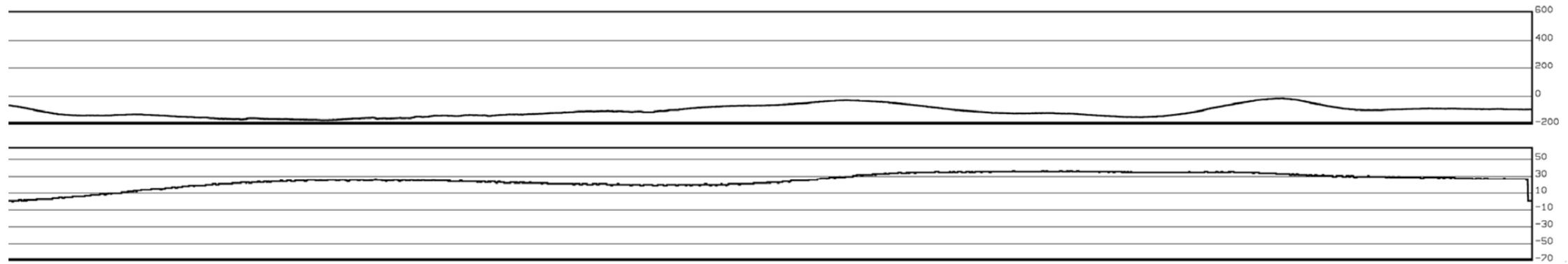
STACK MUTINT MIGRE



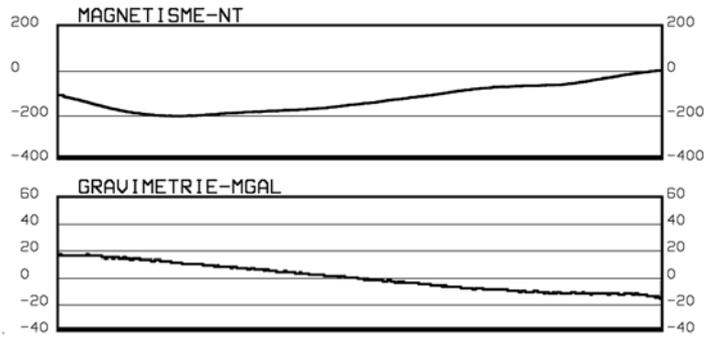
STACK MUTINT MIGRE Z11-04

STACK MUTINT MIGRE Z11-04

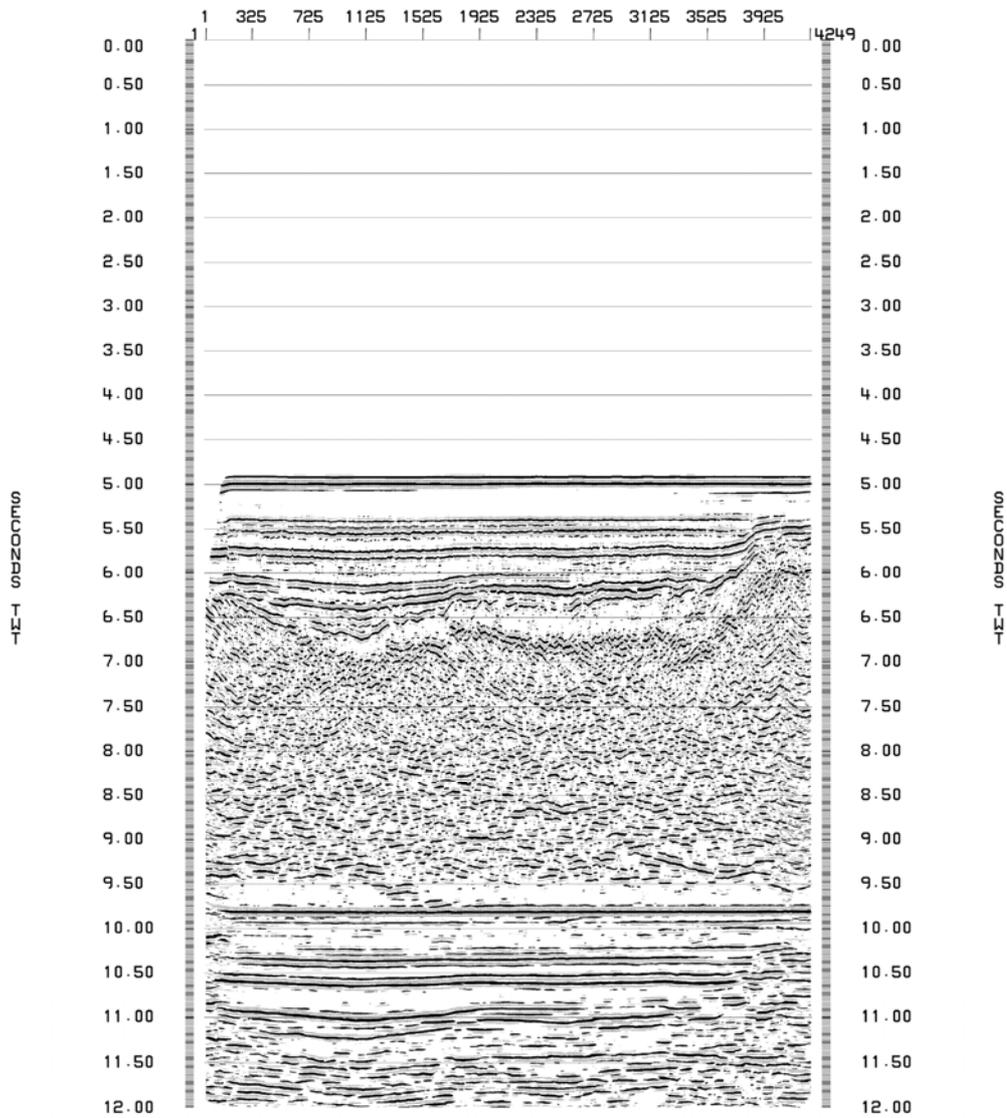
STACK MUTINT MIGRE Z11-04



STACK MIGRE Z11-05



STACK MIGRE Z11-05

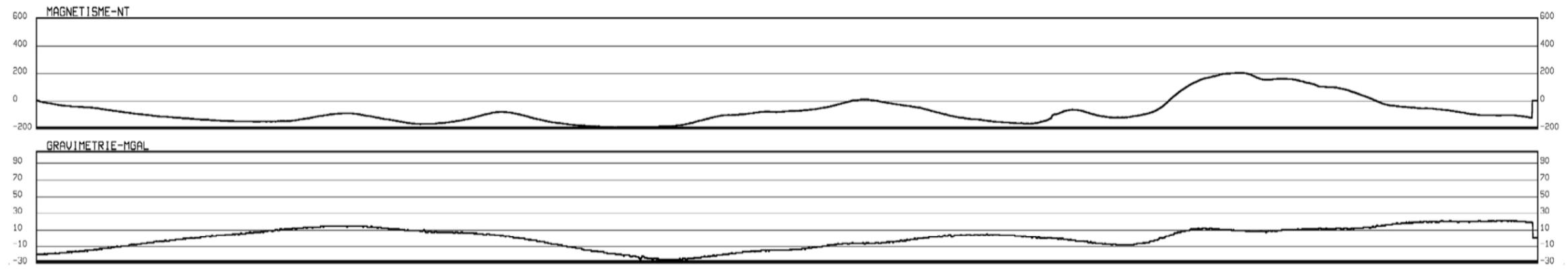


STACK MUTINT MIGRE Z11-06

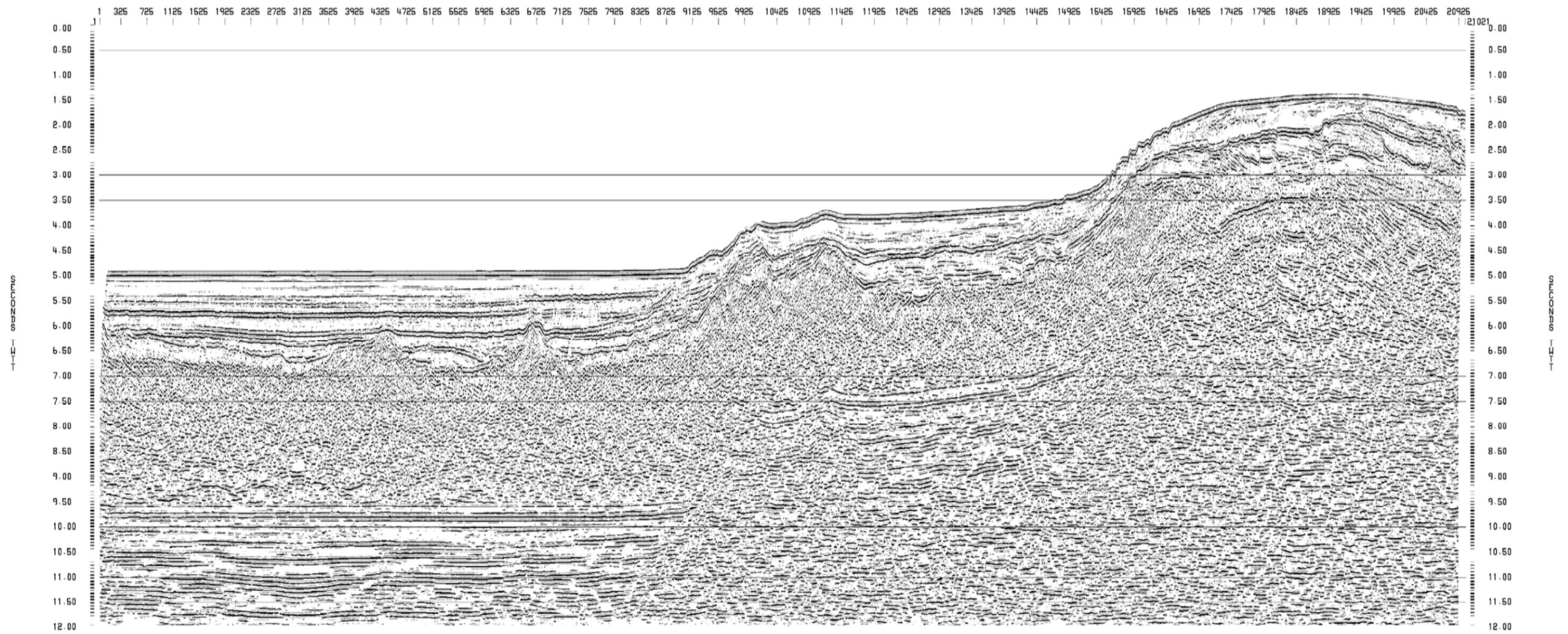
STACK MUTINT MIGRE Z11-06

STACK MUTINT MIGRE Z11-06

STACK MUTINT MIGRE



STACK MUTINT MIGRE Z11-06

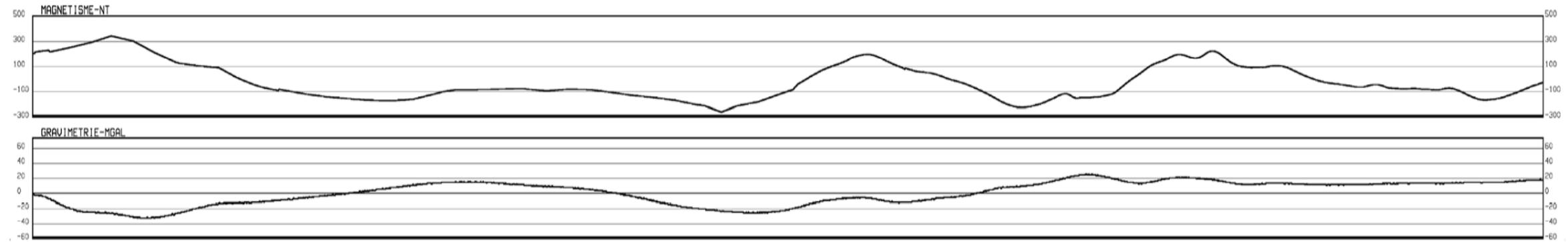


STACK MUTINT MIGRE Z11-07a

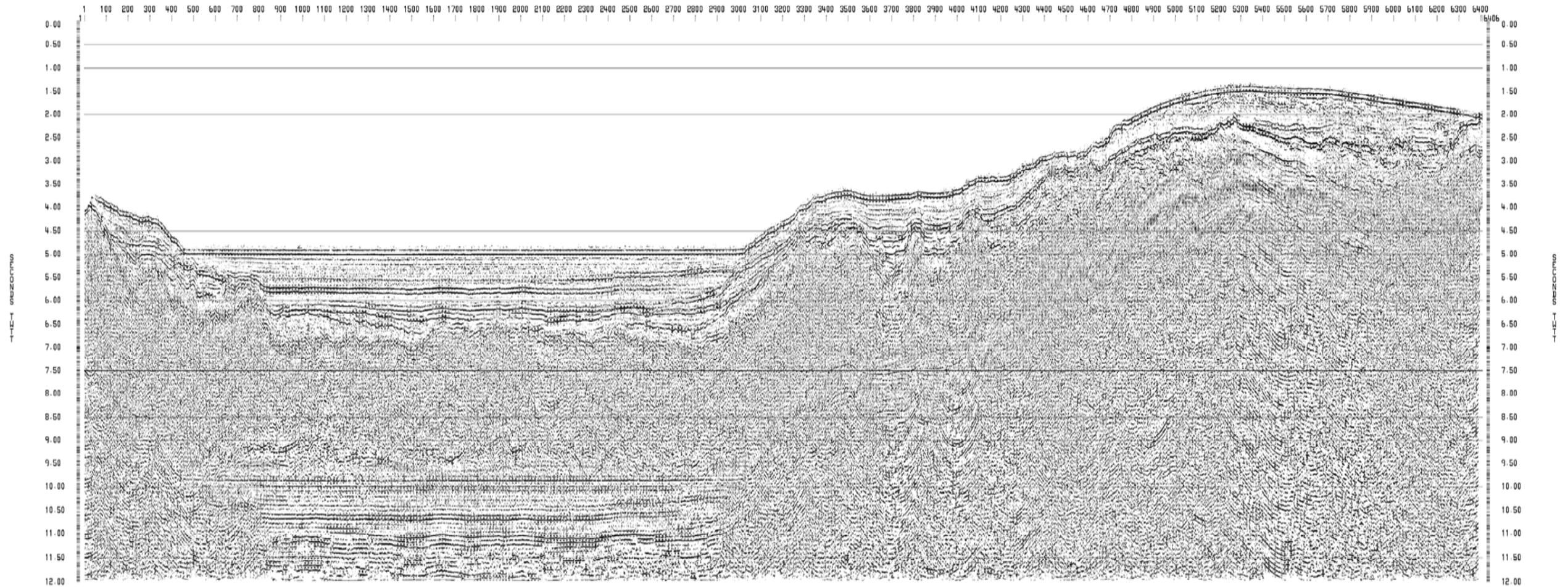
STACK MUTINT MIGRE Z11-07a

STACK MUTINT MIGRE Z11-07a

STACK MUTINT MIGRE Z11-07a



STACK MUTINT MIGRE Z11-07

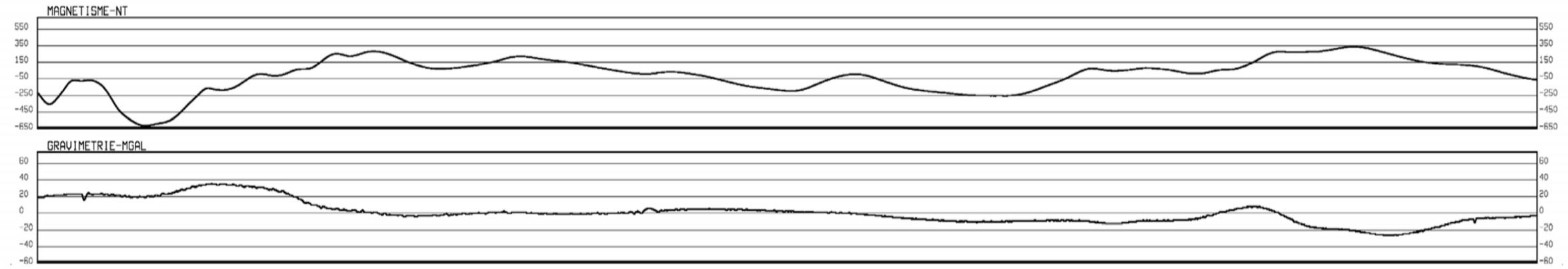


STACK MIGRE Z11-07b

STACK MIGRE Z11-07b

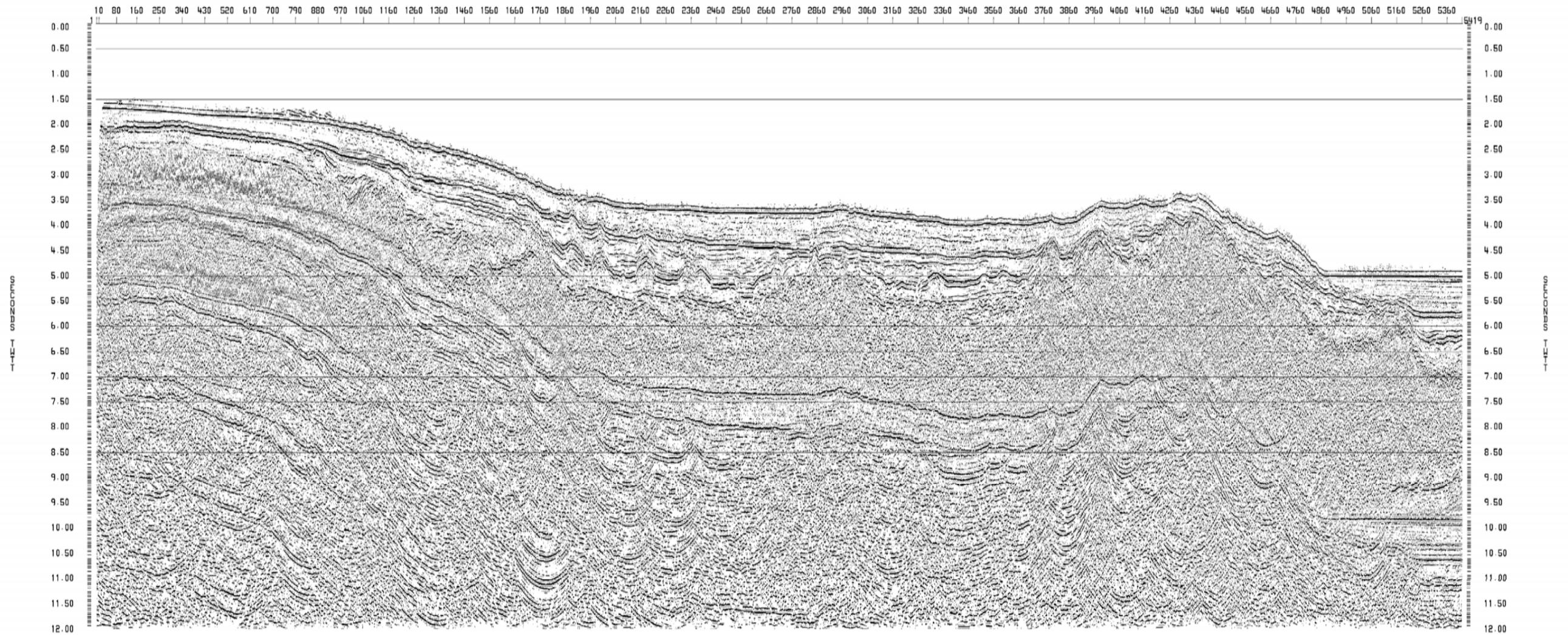
STACK MIGRE Z11-07b

STACK MIGRE Z11-07b



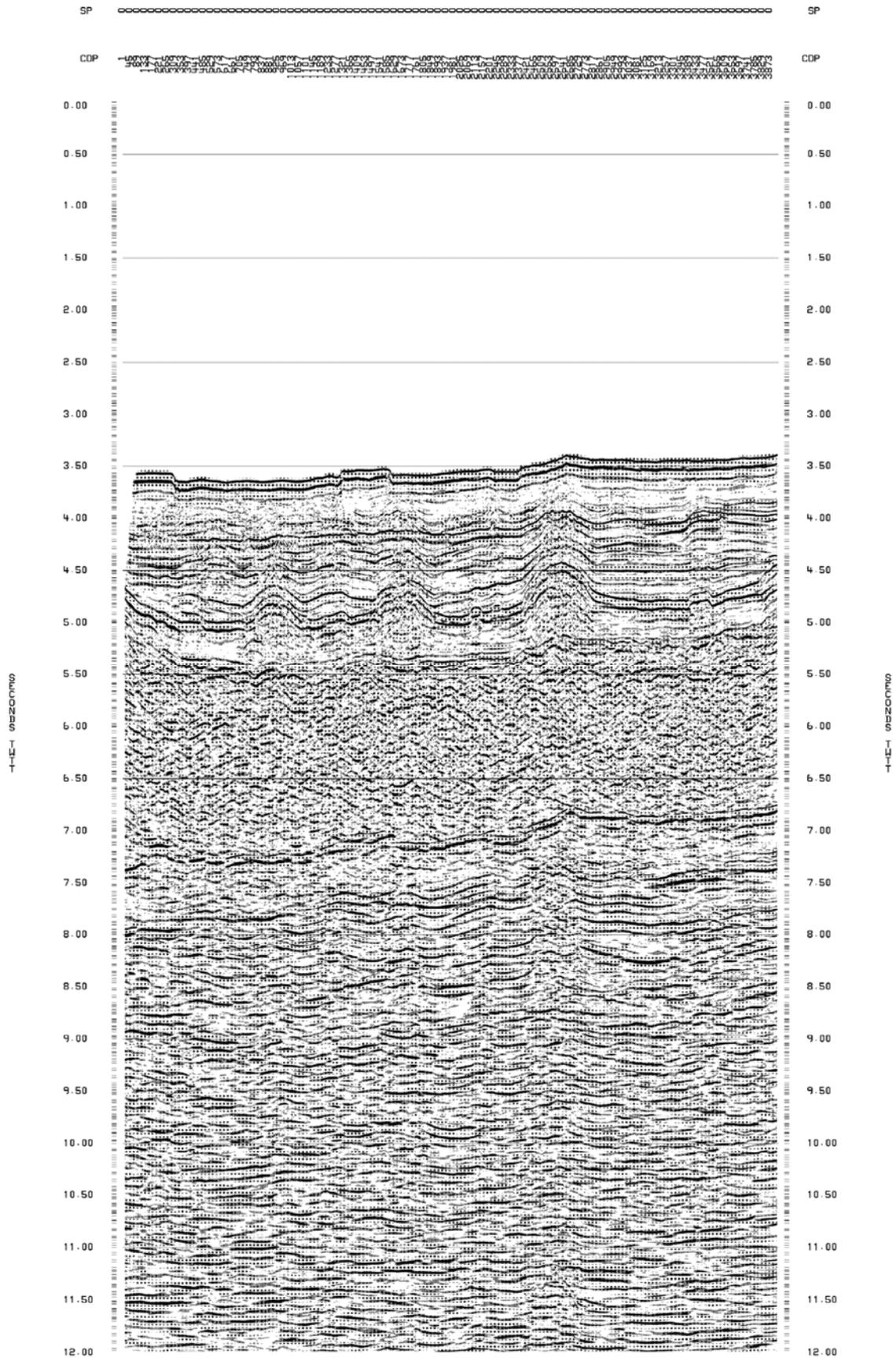
STACK MIGRE Z11-07

257 256 255 254 253 252 251 250 249 248 247 246



ZONEC011 PROFIL Z1108b MUTINT MIGRE
ZONEC011 PROFIL Z1108 MUTINT MIGRE

ZONEC011 PROFIL Z1

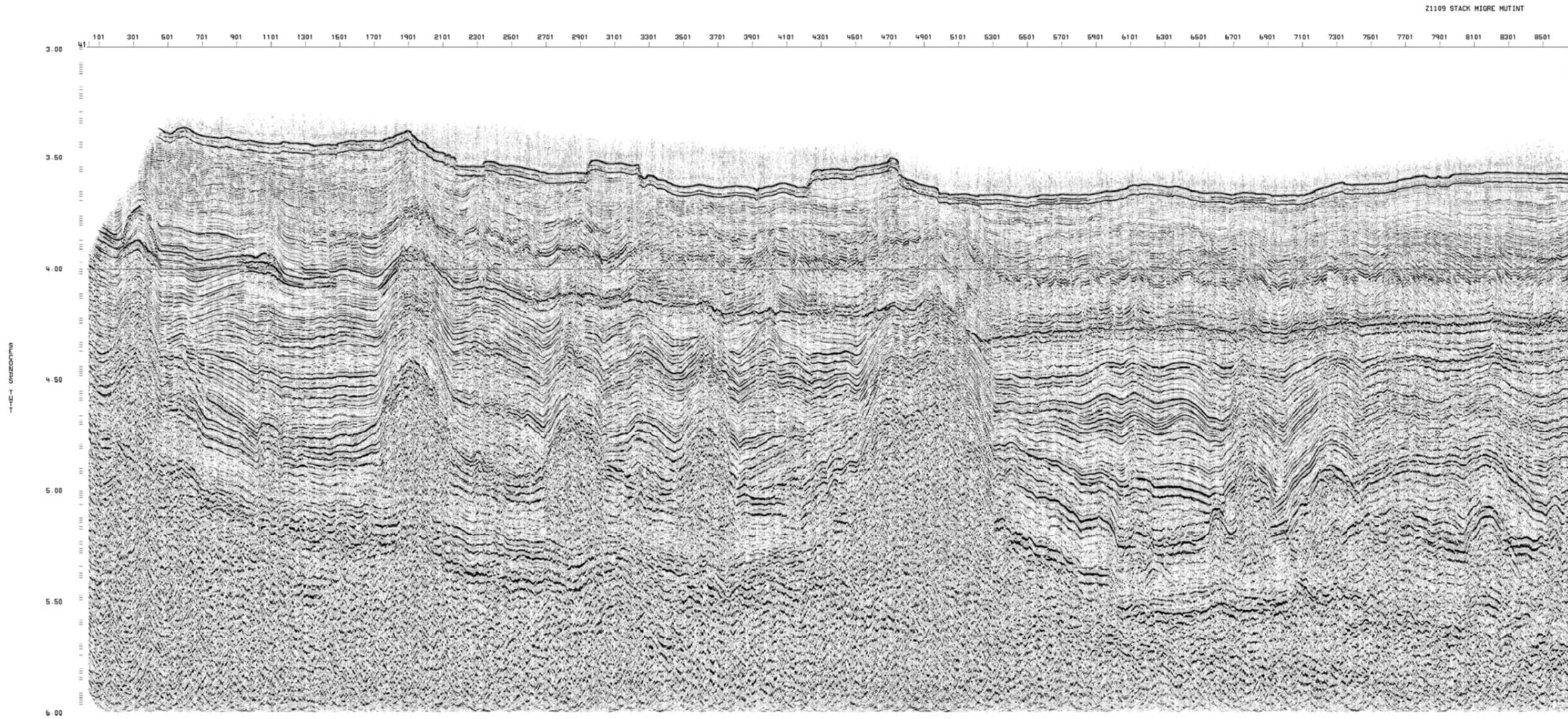
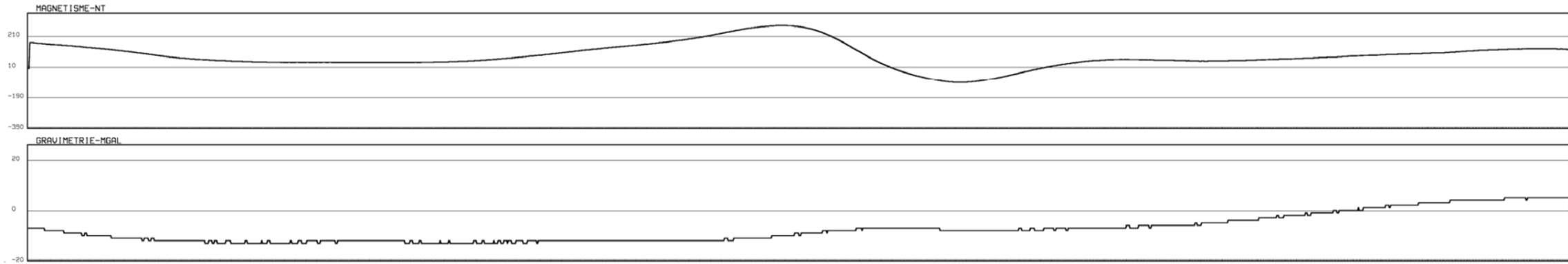


Z1109 STACK MIGRE MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT



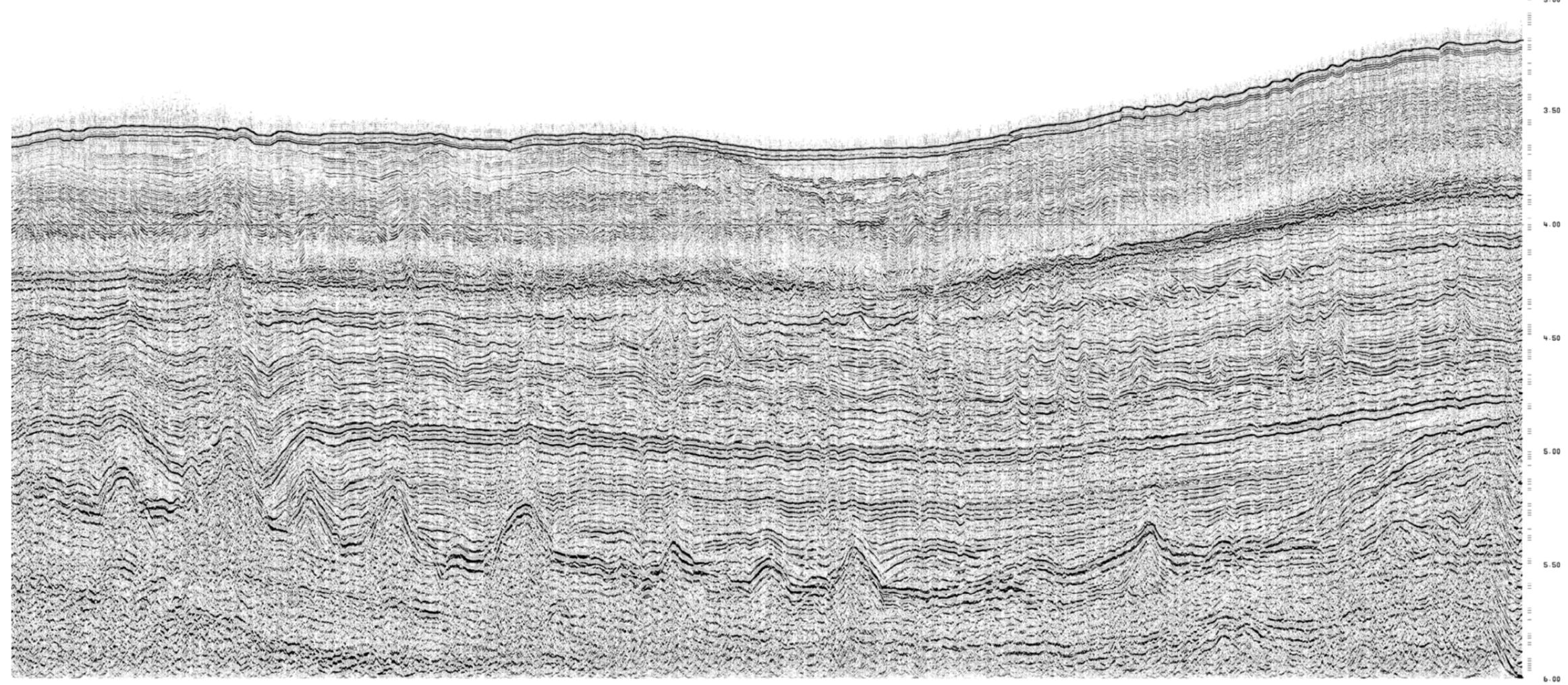
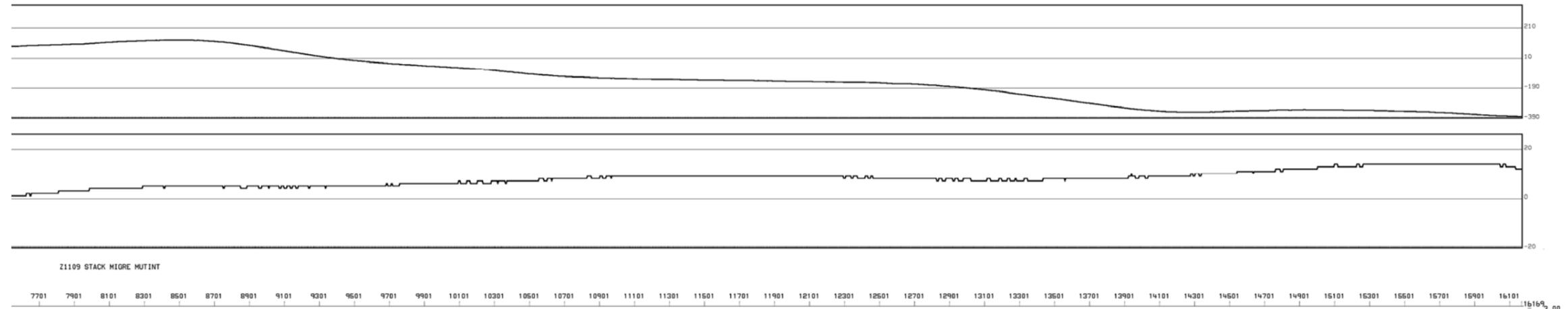
E MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT

Z1109 STACK MIGRE MUTINT

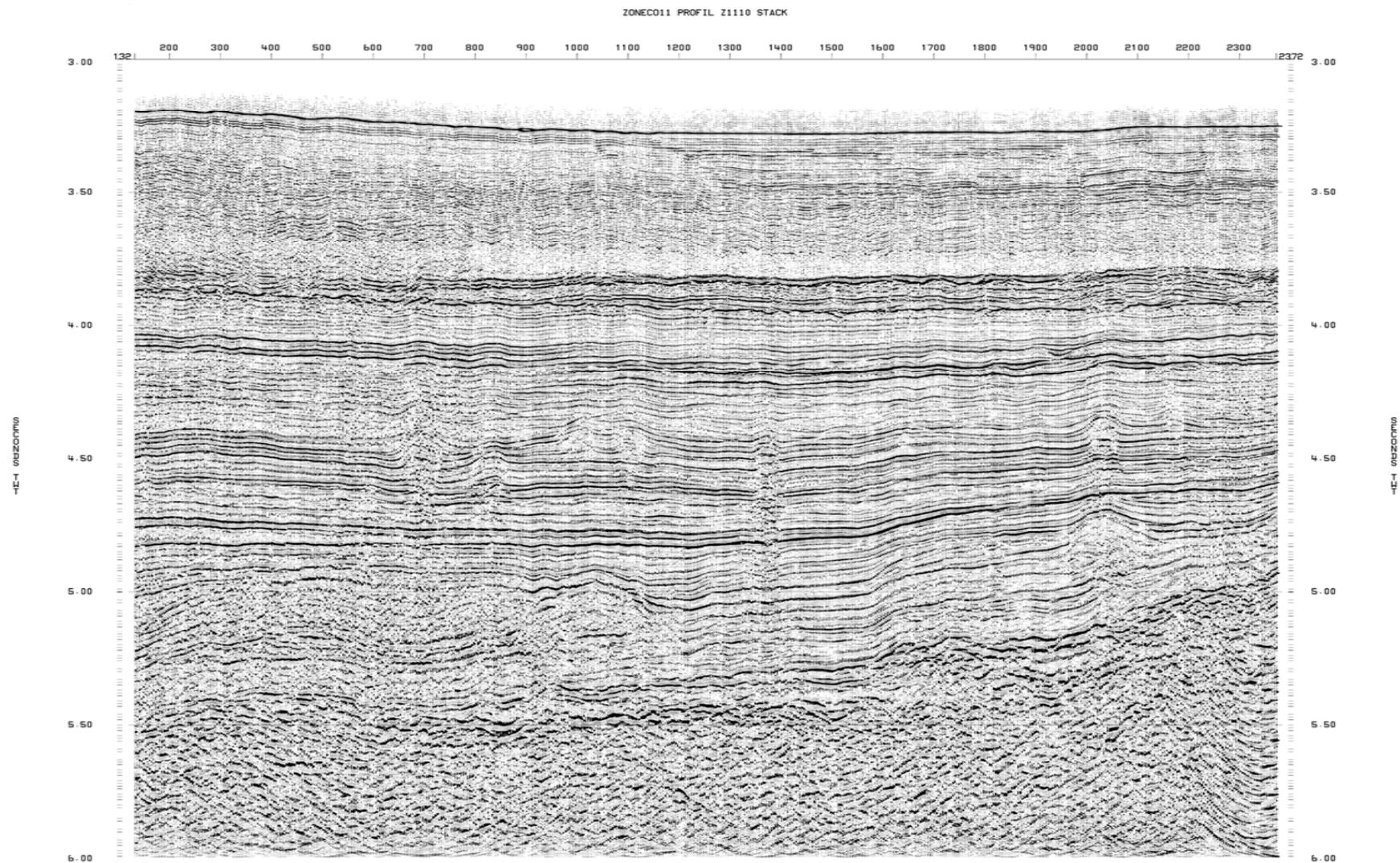
Z1109 STACK MIGRE MUTINT



ZONECO11 PROFIL Z1110 STACK

ZONECO11 PROFIL Z1110 STACK

ZONECO11 PRO



ZONEC011 PROFIL Z1111 STACK

ZONEC011 PROFIL Z1111 STACK

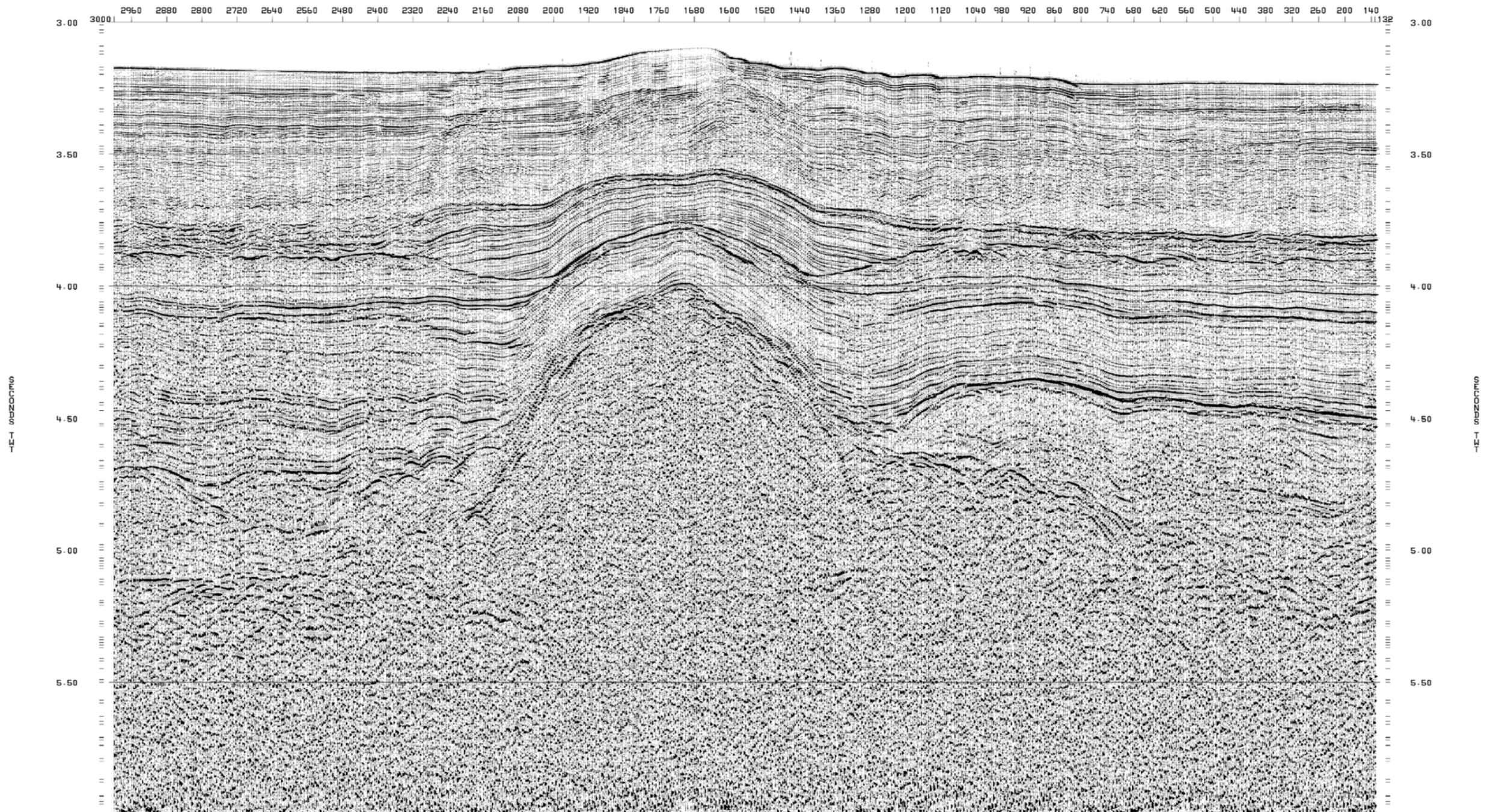
ZONEC011 PROFIL Z1111 STACK

ZONEC011 PROFIL Z1111 STACK

Z11-12
● H10-11-12

Z11-13
● H6-7-8

Z11-14
● H2-3-4

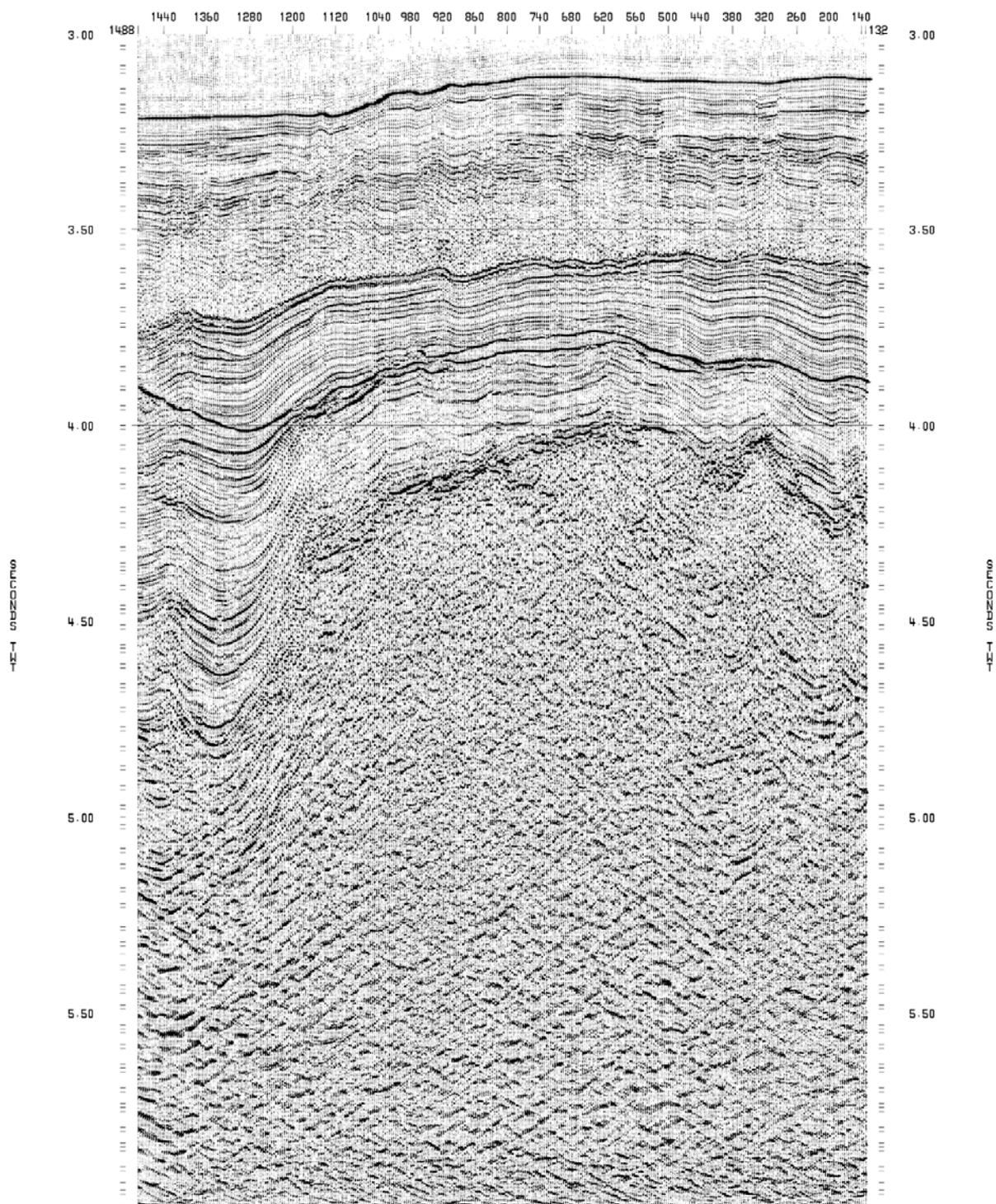


PROFIL Z1112 STACK MIGRE

ZONEC011 PROFIL Z1112 STACK MIGRE

ZONEC011 PROFIL Z1112 STACK MIGRE

H09



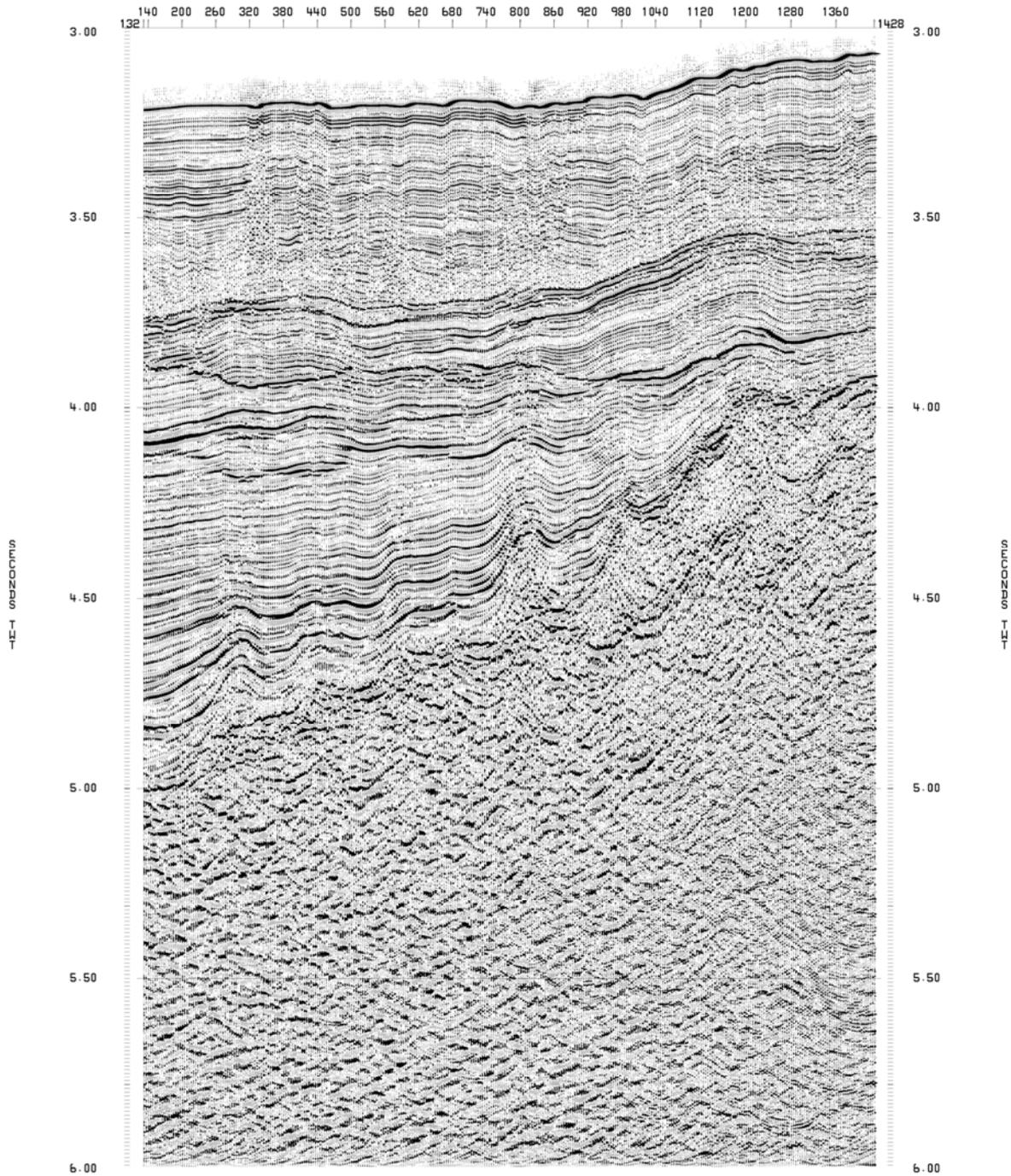
ZONEC011 PROFIL Z1113 STACK MIGRE

ZONEC011 PROFIL Z1113

ZONEC011 PROFIL Z1113 STACK MIGRE

Z11-11

H05

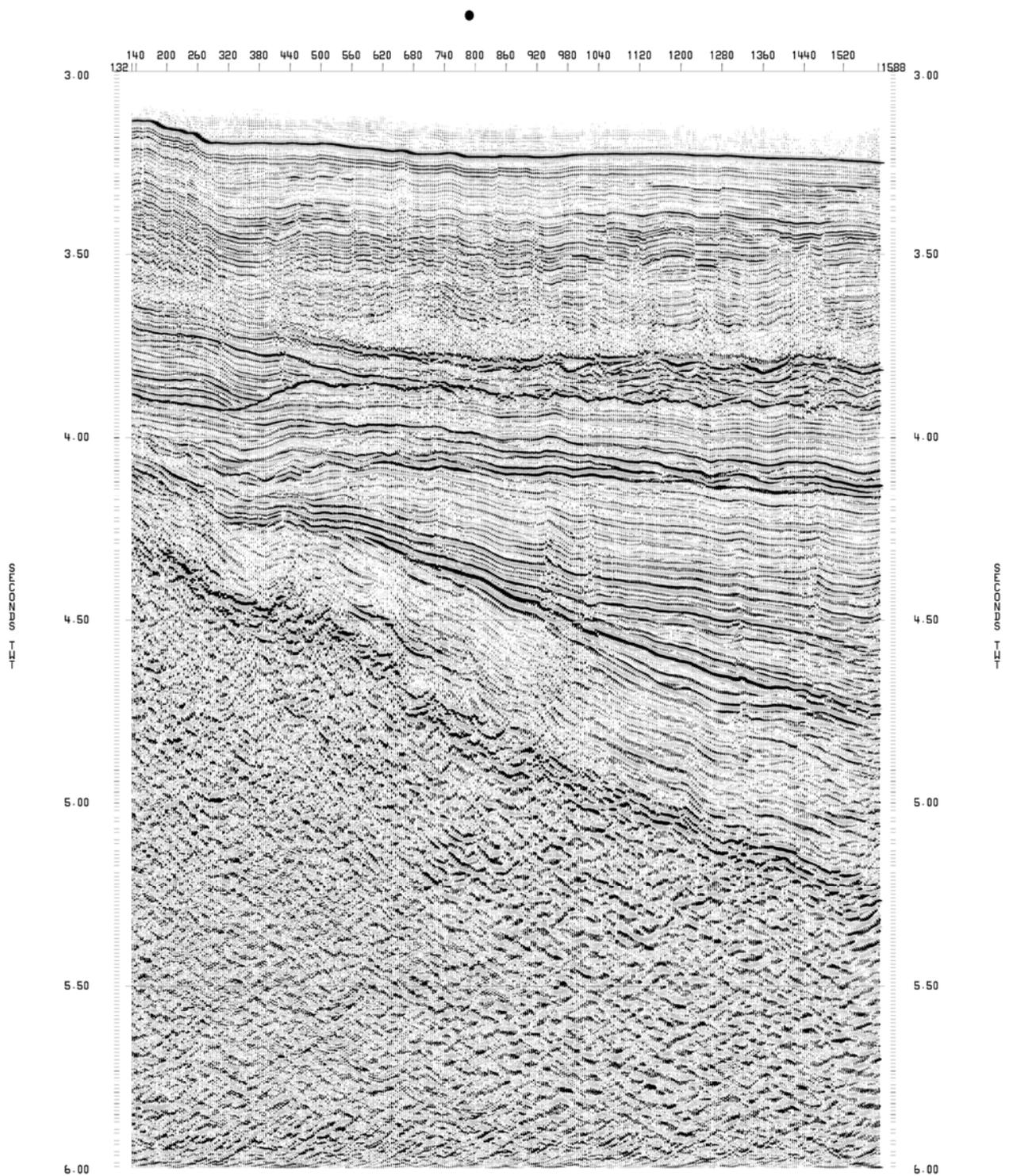


ZONEC011 PROFIL Z1114 STACK

ZONEC011 PROFIL Z1114

ZONEC011 PROFIL Z1114 STACK

H03



Annexe D : Positions des OBS sur les profils de sismique réfraction

Profil Z11-01

Profil	OBS	N° tir SEAL	N° tir ECOS	N° tir Géovecteur
Z11-01-A (acquisition : profils A+B+C)	Z15	249	249	249
	Z14	372	372	372
	Z13	125	574	496
	Z12	248	697	619
	Z11	371	820	742
	Z10	489	938	860
	Z09	613	1062	984
	Z08	742	1191	1113
	Z07	864	1313	1235
	Z06	989	1438	1360
	Z05	1114	1563	1485
	Z04	1235	1684	1606
	Z03	1361	1810	1732
	Z02	1485	1934	1856
	Z01	60	2071	1912
Z11-01-B (acquisition : profils D + E)	Z30	230	230	230
	Z29	358	358	358
	Z28	515	574	478
	Z27	635	694	598
	Z26	755	814	718
	Z25	875	934	838
	Z24	998	1057	961
	Z23	1121	1180	1084
	Z22	1242	1301	1205
	Z21	1368	1427	1331
	M1	1431	1490	1394
	Z20	1493	1552	1456
	Z19	1615	1674	1578
	Z18	1732	1792	1695
	Z17	1853	1913	1816
Z16	1976	2036	1939	

Profil Z11-07

Profil	OBS	N° tir SEAL	N° tir ECOS	N° tir Géovecteur
Z11-07-A (acquisition : profils a+b+c)	Z45	220	220	220
	Z44	343	343	343
	Z43	536	536	465
	Z42	661	661	590
	Z41	783	783	712
	Z40	908	908	837
	Z39	1033	1033	962
	Z38	1156	1156	1085
	Z37	1279	1279	1208
	Z36	1468	1468	1334
	Z35	1589	1589	1455
	Z34	1713	1713	1579
	Z33	1841	1841	1707
	Z32	1959	1959	1825
	Z31	2084	2084	1950
Z11-07-B (acquisition : profils d+e)	Z57	203	203	203
	Z56	328	328	328
	Z55	451	451	451
	Z54	577	577	577
	Z53	699	699	699
	Z52	1996	1996	823
	Z51	2119	2119	946
	Z50	2244	2244	1071
	Z49	2364	2364	1191
	Z48	2492	2492	1319
	Z47	2615	2615	1442
Z46	2738	2738	1565	

Croisement avec le profil Z11-08-B au point M3 :

Point	N° tir SEAL	N° tir ECOS	N° tir Géovecteur
M3	688	688	688

Profil Z11-08

Profil	OBS	N° tir SEAL	N° tir ECOS	N° tir Géovecteur
Croisement avec Z11-07-B	Z53 (à ~2000 m)	1297	1297	326

Annexe E : Positions des OBS sur les profils de sismique réflexion HR

Profils de sismique réflexion :

123 : n° tir ECOS

456 : n° tir Géovecteur

OBS	Z11-11		Z11-12		Z11-13		Z11-14	
HOBS01							6846	391
HOBS02	1793	309						
HOBS03	1811	327					6788	333
HOBS04	1831	347						
HOBS05					5648	317		
HOBS06	2020	536						
HOBS07	2039	555			5589	258		
HOBS08	2058	574						
HOBS09			4441	341				
HOBS10	2281	797						
HOBS11	2301	817	4382	282				
HOBS12	2320	836						

Profils de sismique réfraction :

Les n° de tirs indiqués sont les n° ECOS.

OBS	Z11-11tirOBS	Z11-12tirOBS	Z11-13tirOBS	Z11-14tirOBS
HOBS01				11443
HOBS02	14427			
HOBS03	14409			11384
HOBS04	14389			
HOBS05			12219	
HOBS06	14200			
HOBS07	14181		12159	
HOBS08	14162			
HOBS09		13030		
HOBS10	13940			
HOBS11	13920	12970		
HOBS12	13901			

Annexe F: Tableau de mouillage des OBS

DATE, HEURE TU	opération	Latitude	Longitude	Bathy	Observations
	Atalante				
8/9/04 7:00	Départ Nouméa				
8/9/04 16:27	Mise à l'eau Z1	S 21° 30' 2.768"	E 164° 51' 4.817"	2698	
8/9/04 16:58	Mise à l'eau Z2	S 21° 32' 14.194"	E 164° 46' 43.356"	3012	sans drapeau
8/9/04 18:08	Mise à l'eau Z3	S 21° 37' 22.793"	E 164° 37' 23.628"	3453	
8/9/04 19:20	Mise à l'eau Z4	S 21° 42' 33.577"	E 164° 28' 10.362"	3439	
8/9/04 20:33	Mise à l'eau Z5	S 21° 47' 44.160"	E 164° 18' 56.542"	3420	
8/9/04 21:38	Mise à l'eau Z6	S 21° 51' 50.862"	E 164° 09' 46.508"	3504	
8/9/04 22:47	Mise à l'eau Z7	S 21° 58' 0.944"	E 164° 00' 19.274"	3571	
8/9/04 23:52	Mise à l'eau Z8	S 22° 3' 3.301"	E 163° 51' 9.227"	3569	
8/9/04 0:54	Mise à l'eau Z9	S 22°8'12.109"	E 163°41'41.356"	3323	
9/9/04 1:55	Mise à l'eau Z10	S 22° 13.809"	E 163° 32' 11.231"	1969	
9/9/04 2:54	Mise à l'eau Z11	S 22°18' 24.574"	E 163° 23' 14.946"	1484	
9/9/04 3:59	Mise à l'eau Z12	S 22° 23' 23.546"	E 163° 14'2.306"	1827	
9/9/04 4:58	Mise à l'eau Z13	S 22° 28' 30.133"	E 163° 4.38291"	1801	
9/9/04 6:00	Mise à l'eau Z14	S 22° 33.414'	E 162° 55.48'	2088	sans drapeau - casino planté - coord degrés décimaux
9/9/04 7:02	Mise à l'eau Z15	S 22° 38'14.528"	E 162° 45' 7.978"	2089	petit choc sur la coque au mouillage

9/9/04 15:29	Début de Profil 1a (de B au début de la boucle 1)	S 22° 48.768'	E 162° 27.148'	2053	
9/9/04 23:04	Fin de Profil 1a - Début de boucle en Z14	S 22° 32.539'	E 162° 56.9'	2076	
10/9/04 1:41	Fin de Boucle en Z14 - Début de Profil 1b	S 22° 33.881'	E 162° 54.273'	2082	
11/9/04 1:33	Fin de Profil 1b - Début de boucle en Z2	S 21° 31,666'	E 164°47.959'	2964	
11/9/04 4:28	Fin de boucle en Z2 - Début de Profil 1c	S 21° 32.353'	E 164° 46.820'	3014	
11/9/04 6:07	Fin de Profil 1c - Début de Remontée Canons/Flûte	S 21° 27.9'	E 164° 54.8'	1109	
11/9/04 10:29	Fin de remontée Canons/Flûte	S 21° 35.1'	E 164° 58.1'	2607	
11/9/04 12:19	Mise à bord Z1	S 21° 30' 2.768"	E 164° 51' 4.817"	2697	
11/9/04 13:45	Mise à bord Z2	S 21° 32.335'	E 164° 46.966'	3015	
11/9/04 16:29	Mise à bord Z3	S 21° 37.386'	E 164° 37.936'	3424	
11/9/04 19:13	Mise à bord Z4	S 21° 42' 54.191"	E 164° 28' 45.584"	3566	
11/9/04 22:07	Mise à bord Z5	S 21° 48' 9.929"	E 164° 20' 11.13"	3571	
11/9/04 23:19	Mise à bord Z6	S 21° 52' 55.531"	E 164° 10' 5.794"	3552	
12/9/04 1:53	Mise à bord Z7	S 21° 57' 53.809"	E 164° 0' 15.214"	3568	
12/9/04 2:57	Mise à bord Z8	S 22° 2'31.657"	E 163° 50' 38.864"	3568	
12/9/04 5:30	Mise à bord Z9	S 22° 8' 59.64"	E 163° 41' 33.058"	3306	
12/9/04 6:41	Mise à bord Z10	S 22° 15' 52.492"	E 163° 27' 16.866"	2167	
12/9/04 8:42	Mise à bord Z11	S 22° 17' 55.95"	E 163° 23' 19.046"	1488	
12/9/04 10:38	Mise à bord Z12	S 22° 23' 16.375"	E 163° 13' 5.149"	1819	
12/9/04 12:23	Mise à bord Z13	S 22° 28' 20.777"	E 163° 4' 33.499"	1804	
12/9/04 14:13	Mise à bord Z14	S 22° 20.777"	E 162° 55' 2.903"	2082	

		33'19.85"			
12/9/04 16:25	Mise à bord Z15	S 22° 38' 27.992"	E 162° 45' 44.532"	2081	
12/9/04 17:20	Mise à l'eau Z16	S 22° 43' 24.568"	E 162° 36' 59.882"	2079	
12/9/04 18:29	Mise à l'eau Z17	S 22° 48' 27.5"	E 162° 27' 36.864"	2051	
12/9/04 19:30	Mise à l'eau Z18	S 22° 53' 28.486"	E 162° 18' 16.409"	1981	
12/9/04 20:24	Mise à l'eau Z19	S 22° 58' 18.638"	E 162° 9' 8.791"	1905	
12/9/04 22:05	Mise à l'eau Z20 (OBH)	S 23° 3' 28.979"	E 161° 59' 32.784"	1703	OBH avec 800 m de bout
12/9/04 22:43	Mise à l'eau MicrObs (M1)	S 23° 5' 34.973"	E 161° 59' 32.784"	1631	MicrObs au point milieu entre Z20 et Z21
12/9/04 23:19	Mise à l'eau Z21	S 23° 8' 11.566"	E 161° 50' 30.044"	1545	
13/9/04 0:19	Mise à l'eau Z22	S 23° 13' 12.684"	E 161° 41' 3.268"	1426	
13/9/04 1:22	Mise à l'eau Z23	S 23° 18' 12.154"	E 161° 31' 46.938"	1462	
13/9/04 2:22	Mise à l'eau Z24	S 23° 23' 8.066"	E 161° 22' 29.147"	1453	
13/9/04 3:23	Mise à l'eau Z25	S 23° 27' 54.608"	E 161° 13' 8.09"	1479	
13/9/04 4:26	Mise à l'eau Z26	S 23° 32' 41.726"	E 161° 3' 53.258"	1510	
13/9/04 5:32	Mise à l'eau Z27	S 23° 37' 33.794"	E 160° 54' 10.552"	1684	
13/9/04 6:33	Mise à l'eau Z28	S 23° 42' 20.768"	E 160° 45' 20.596"	1865	
13/9/04 7:35	Mise à l'eau Z29	S 23° 47' 17.477"	E 160° 35' 57.527"	1938	
13/9/04 8:43	Mise à l'eau Z30	S 23° 52' 6.085"	E 160° 26' 26.077"	2115	
13/9/04 11:29	Début de mise à l'eau flûte / canons	S 23° 47.29'	E 159° 56.4'	2349	
13/9/04 16:30	Fin de mise à l'eau flûte / canons	S 24° 02.036'	E 160° 04.870'	2079	
13/9/04 17:01	Début de profil Z11-01d	S 24° 02.888	E 160° 07.737'	2057	

13/9/04 23:47	Fin de Profil Z11-01d /début de boucle en Z29	S 23° 46.45'	E 160° 35.9"	1919	
14/09/2004 02:39	Fin de boucle en Z29 / début de profil Z011-01e	S 23° 48' 9.24"	E 160° 34' 682"	1958	
15/09/2004 11:46	Fin de Profil Z11-01e	S 22° 42.58'	E 162° 38.9"	2083	
15/09/2004 12:40	Début de mise à bord canons / flûte	S 22° 42.7'	E 162° 41.3'	2096	
15/09/2004 16:30	Fin de mise à bord canons / flûte - Route vers M1	22° 47.406'	E 162° 40.360'	2099	
15/09/2004 20:00	Arrivée en M1 - Pas de MicrObs en surface	S 23° 05.0'	E 161° 57.3'	1657	
15/09/2004 21:00	Déclenchement en M1 / Recherche du MicrObs	S 23° 05,9'	E 161° 54.8'	1619	MicrObs non récupéré - Cause inconnue
15/09/2004 22:18	Fin de recherche du MicrObs / déclenchement Z20	S 23° 4' 2.982"	E 161° 57' 17.64"	1667	
15/09/2004 22:58	Mise à bord Z20	S 23° 03.7'	E 161° 59.0"	1699	Pas de données sur Z20
16/09/2004 00:20	Mise à bord Z21	S 23° 13' 32.718"	E 161° 50' 6.263"	1548	
16/09/2004 00:20	Mise à bord Z22	S 23° 13' 32.718"	E 161° 40' 39.328"	1447	
16/09/2004 03:33	Mise à bord Z23	S 23° 18' 37.076"	E 161° 31' 25.01"	1460	
16/09/2004 04:56	Mise à bord Z24	S 23° 23' 30.023"	E 161° 21' 52.794"	1451	
16/09/2004 06:24	Mise à bord Z25	S 23° 28' 5.336"	E 161° 3' 25.985"	1488	
16/09/2004 07:59	Mise à bord Z26	S 23° 32' 53.002"	E 161° 3' 25.985"	1514	
16/09/2004 09:46	Mise à bord Z27	S 23° 37' 54.08"	E 160° 54' 16.171"	1834	
16/09/2004 11:25	Mise à bord Z28	S 23° 42' 14.026"	E 160° 45' 39.758"	1846	
16/09/2004 13:01	Mise à bord Z29	S 23° 47' 32.467"	E 160° 35' 55.464"	1935	
16/09/2004 14:57	Mise à bord Z30 / route vers Z16	S 23° 52' 4.807"	E 160° 26' 32.734"	2109	
17/09/2004 04:23	Mise à bord Z16	S 22° 42.992'	E 162° 36.641'	2079	

17/09/2004 06:02	Mise à bord Z17	S 22° 48.6'	E 162° 27.3'	2051	
17/09/2004 07:43	Mise à bord Z18	S 22° 53.7'	E 162° 17.99'	1975	
17/09/2004 09:33	Mise à bord Z19	S 22° 58.3'	E 162° 08.9'	1898	Problème sur treuil babord.
17/09/2004 10:00	Début de mise à l'eau de la flûte	S 22° 58.24'	E 162° 07.2'	1872	Flûte déroulée entièrement.
17/09/2004 16:30	Fin de mise à l'eau de la flûte	S 22° 58.034'	E 161° 44.324'	1482	
17/09/2004 17:58	Fin de mise à l'eau des canons. Début des tirs	S 22° 55.5'	E 161° 40.6'	1479	Source 14 canons
17/09/2004 19:52	Début de Profil Z11-02	S 22° 52.9'	E 161° 47.7'	1519	
19/09/2004 09:43	Fin de Profil Z11-02	S 21° 19.07'	E 164° 43.268'	2137	
19/09/2004 11:22	Début de profil Z11-03	S 21°24'0'	E 164° 42.0'	2846	
19/09/2004 13:23	Fin de profil Z11-03	S 21° 30.894'	E 164° 33.371'	3446	
19/09/2004 13:55	Début de Profil Z11-04	S 21° 33.280'	E 164° 32.756	3497	
19/09/2004 22:20	Changement de cap en H (fin de giration)	S 22° 13.3'	E 164° 55.99'	3534	
21/09/2004 03:04	Fin de Profil Z11-04	S 24° 8.086'	E 165° 38.995'	3644	
21/09/2004 04:15	Début de Profil Z11-05 (I1-I2)	S 24° 43.263'	E 165° 38.512'	3642	
21/09/2004 09:26	Fin de Profil Z11-05 (I1-I2)	S 24° 40.4'	E 165° 09.8'	3640	
21/09/2004 10:18	Début de Profil Z11-06 (I3-J1)	S 24° 53.5'	E 165° 12.28'	3641	
22/09/2004 15:33	Fin de Profil Z11-06 (I3-J1)	S 24° 21.503'	E 167° 42.963'	1243	
22/09/2004 16:00	Début de remontée des canons et de la flûte	S 24° 21.222'	E 167° 43.995'	1296	
22/09/2004 23:50	Fin de remontée des canons et de la flûte	S 24°13.0'	E 167° 38'	1214	
23/09/2004 00:01	Début du test de largage du MicrObs M2	S 24° 13.034'	E 167° 38.17'	1190	Test de largage, 50 m du fond. MicrObs ne largue pas

23/9/04 0:45	Fin du test de largage du MicrObs M2/ Début de remontée	S 24° 12.274'	E 167° 38.401'	1196	Test non concluant. L'hydrophone ne répond pas.
23/9/04 1:46	Mise à l'eau Z31	S 24° 114 31.873"	E 167° 36' 41.868"	1154	
23/9/04 2:47	Mise à l'eau Z32	S 24° 14' 1.835"	E 167° 25' 42.384"	1040	
23/9/04 3:45	Mise à l'eau Z33	S 24° 16' 18.314"	E 167° 15' 15.959"	1082	
23/9/04 4:44	Mise à l'eau Z34	S 24° 18' 47.689"	E 167° 4' 42.413"	1563	
23/9/04 5:45	Mise à l'eau Z35	S 24° 21' 12.625"	E 166° 54' 3.413"	2138	
23/9/04 6:44	Mise à l'eau Z36	S 24° 23' 34.037"	E 166° 43' 26.573"	2603	
23/9/04 8:21	Mise à l'eau Z37 (Hydrophone)	S 24° 25' 55.528"	E 166° 32' 39.815"	2769	OBH mouillé à 800 m au dessus du fond
23/09/2004 09:31	Mise à l'eau Z38	S 24° 28' 23.088"	E 166° 21' 57.654"		Casino planté
23/09/2004 10:33	Mise à l'eau Z39	S 24° 30' 36.929"	E 166° 18' 21.934"	3643	
23/9/04 11:33	Mise à l'eau Z40	S 24° 32' 58.765"	E 166° 0' 43.258"	3642	
23/9/04 12:29	Mise à l'eau Z41	S 24° 35' 14.507"	E 165° 49' 56.453"	3642	
23/9/04 13:25	Mise à l'eau Z42	S 24° 37' 34.817"	E 165° 39' 5.541"	3646	
23/9/04 14:21	Mise à l'eau Z43	S 24° 39' 51.048"	E 165° 28' 34.651"	3641	
23/9/04 15:17	Mise à l'eau Z44	S 24° 42' 7.11"	E 165° 17' 55.493"	3643	
23/9/04 16:15	Mise à l'eau Z45	S 24° 44' 21,833"	E 165° 7'9,682"	3642	
23/9/04 16:50	Début de mise à l'eau de la flûte				264 traces - 8 éléments actifs non virés (Pb treuil)
23/9/04 18:50	Fin de mise à l'eau flûte / Début mise à l'eau canons				
23/09/2004 23:02:48	Fin de mise à l'eau / Début acquisition Profil 07aa	S 24° 48' 57,236"	E 164° 48' 39,935"	2759	
24/09/2004 04:53:55	Fin de profil Z07aa - Début de boucle en Z44	S 24° 41' 43,757"	E 165° 19' 24,272"	-	1 tir / 3 minutes dans la boucle

24/09/2004 07:41:59	Fin de boucle en Z44 - Début de Profil Z11-07b	S 24° 42' 0,713"	E 165° 18' 21,478"	3642	
24/09/2004 21:52:59	Fin de Profil Z11-07ab - Début de Giration en Z37	S 24° 25' 39,27"	E 166° 33' 57,856"	2766	1 tir / 3 minute dans la boucle
25/09/2004 00:13:38	Fin de boucle en Z37 - Début de profil Z11-07ac	S 24° 26' 21,772"	E 166° 31' 3,547"	2767	
25/09/2004 14:22:10	Fin de Profil Z11- 07ac	S 24° 8' 10,55"	E 167° 51' 40,338"	1453	
25/09/2004 15:00	Début de remontée des canons				
25/09/2004 16:05	Fin de remontée des canons / Début remontée de la flûte				
25/09/2004 19:30	Fin de remontée de la flûte				
25/09/2004 20:57:22	Mise à bord Z31	S 24° 11' 21,059"	E 167° 36' 39,118"	1151	
25/09/2004 22:28:25	Mise à bord Z32	S 24° 13' 45,21"	E 167° 25' 39,868"	1037	
26/09/2004 00:08:25	Mise à bord Z33	S 24° 16' 14,776"	E 167° 15' 10,739"	1083	
26/09/2004 01:38:54	Mise à bord Z34	S 24° 18' 31,169"	E 167° 4' 41,315"	1547,2	
26/09/2004 03:49:12	Mise à bord Z35	S 24° 20' 58,254"	E 166° 54' 1,051"	2096	
26/09/2004 06:39:26	Mise à bord Z36	S 24° 23' 27,47"	E 166° 43' 31,969"	2590	
26/09/2004 07:50:12	Mise à bord Z37	S 24° 26' 11,382"	E 166° 32' 57,509"	2769	
27/09/2008 10:50	Mise à bord Z38	S 24° 28' 27,3"	E 166° 21' 57,568"	2990	
26/09/2004 11:55:37	Mise à bord Z39	S 24° 30' 17,564"	E 166° 11' 28,255"	3630	
26/09/2004 14:54:18	Mise à bord Z40	S 24° 32' 58,326"	E 166° 0' 41,987"	3642	
26/09/2004 16:14:24	Mise à bord Z41	S 24° 35' 44,79"	E 165° 49' 30,428"	3642	
26/09/2004 19:08:32	Mise à bord Z42	S 24° 37' 50,246"	E 165° 38' 35,232"	3646	
26/09/2004 20:08:22	Mise à bord Z43	S 24° 40' 18,761"	E 165° 27' 54,922"	3644	

26/09/2004 22:42:57	Mise à bord Z44	S 24° 42' 19,296"	E 165° 17' 32,269"	3643	
26/09/2004 23:44:31	Mise à bord Z45	S 24° 44' 22,027"	E 165° 6' 45,842"	3640	
27/09/2004 00:44:11	Mise à l'eau Z46	S 24° 46' 36,797"	E 164° 56' 26,131"	3149	
27/09/2004 01:50:28	Mise à l'eau Z47	S 24° 48' 50,785"	E 164° 45' 42,17"	2502	
27/09/2004 02:53:59	Mise a l'eau z48	S 24° 51' 5,54"	E 164° 35' 0,834"	2593	
27/09/2004 03:58:16	Mise a l'eau z49	S 24° 53' 22,07"	E 164° 24' 13,694"	2857	
27/09/2004 04:13:46	Test sur MicrOBS avec treuil de la bathysonde	S 24° 53' 26,228"	E 164° 24' 4,464"	2858	Déclenchement intempestif du largueur du MicrObs
27/09/2004 05:37:33	MicrOBS à bord à 05:31	S 24° 53' 21,073"	E 164° 23' 33,81"	2848	Non fonctionnement de l'hydrophone du MicrObs
27/09/2004 06:28:38	Mise à l'eau OBS Z50	S 24° 55' 28,294"	E 164° 13' 33,326"	2802	
27/09/2004 07:32:24	Mise à l'eau OBS Z51	S 24° 57' 39,697"	E 164° 2' 46,036"	2698	
27/09/2004 08:35:02	Mise à l'eau OBS Z52	S 24° 59' 50,039"	E 163° 52' 1,52"	2693	
27/09/2004 09:38:49	Mise à l'eau OBS Z53	S 25° 1' 59,902"	E 163° 41' 16,4"	2638	
27/09/2004 10:41:18	Mise à l'eau Z54	S 25° 4' 7,237"	E 163° 30' 29,167"	2315	
27/09/2004 11:44:26	Mise à l'eau Z55	S 25° 6' 17,489"	E 163° 19' 43,09"	1803	
27/09/2004 12:47:04	Mise à l'eau Z56	S 25° 8' 26,207"	E 163° 8' 56,058"	1450	
27/09/2004 13:48:07	Mise à l'eau Z57	S 25° 10' 32,434"	E 162° 58' 5,322"	1281	
27/09/2004 14:05:41	Début mise à l'eau de la flûte	S 25° 10' 38,95"	E 162° 57' 9,054"	1277	
27/09/2004 17:11:00	Fin de mise à l'eau de la flûte à 16:30	N 0° 0' 0"	E 0° 0' 0"	-1	Plantage Casino
27/09/2004 18:57:18	Fin de mise à l'eau des canons et début des tirs	S 25° 10' 59,639"	E 162° 37' 38,726"	1143	
27/09/2004 20:25:21	début de profil Z11-07-BA	S 25° 13' 52,176"	E 162° 40' 42,046"	1150,6	

28/09/2004 07:18:43	Fin profil Z1107BA / début de boucle M1-M6	S 25° 1' 44,296"	E 163° 42' 47,776"	2658	
28/09/2004 20:12:19	Fin de boucle M1-M6 - Début Profil Z11-07-BB	S 25° 2' 19,234"	E 163° 39' 54,248"	2616	
29/09/2004 13:48:43	fin profil Z1108-BB	S 24° 42' 34,895"	E 165° 16' 45,282"	3639	
29/09/2004 22:24:03	Mise à bord Z46	S 24° 46' 44,814"	E 164° 56' 37,316"	3138	
30/09/2004 00:31:40	Mise à bord Z47	S 24° 48' 48,089"	E 164° 45' 25,636"	2517	
30/09/2004 02:21:48	Mise à bord Z48	S 24° 50' 59,996"	E 164° 35' 3,97"	2596	
30/09/2004 04:24:16	Mise à bord Z49	S 24° 53' 18,11"	E 164° 24' 17,431"	2878	
30/09/2004 05:02:47	Début de recherche de Z50	S 24° 54' 45,497"	E 164° 17' 6,295"	2865	1er essai largage de Z50 à 3.5 mN reçu
30/09/2004 07:08:44	Début de triangulation	S 24° 55' 8,382"	E 164° 13' 7,194"		Début interrogation Z50
30/09/2004 07:42:45	Fin de triangulation - Fin de recherche de Z50	S 24° 55' 19,11"	E 164° 14' 7,458"		Fin interrogation
					Position Z50 après triangulation : S 24° 55,469 ; E 164° 13,475 ; 2859 m
30/09/2004 10:00:59	Mise à bord Z51	S 24° 57' 46,112"	E 164° 2' 22,117"	2704	
30/09/2004 12:09:08	Mise à bord Z52	S 25° 0' 30,722"	E 163° 50' 2,526"	2692	
30/09/2004 14:06:48	Mise à bord Z53	S 25° 2' 22,513"	E 163° 41' 47,26"	2648	
30/09/2004 16:03:40	Mise à bord Z54	S 25° 4' 17,666"	E 163° 30' 49,583"	2337	
30/09/2004 17:44:59	Mise à bord Z55	S 25° 6' 26,914"	E 163° 19' 54,556"	1814	
30/09/2004 19:25:40	Mise à bord Z56	S 25° 8' 39,25"	E 163° 8' 36,964"	1445	
30/09/2004 20:43:30	Mise à bord Z57	S 25° 10' 36,732"	E 162° 58' 6,071"	1289	
01/10/04 04:08	Début Profil Z11-09	S 25° 17' 3,242"	E 163° 43' 0,458"		Début Chantier Gaz Hydrates. Tirs MCS avec flûte et canons sans OBS
02/10/04 02:00	Fin de Profil Z11-09	S 23° 32' 0,247"	E 163° 23' 11,245"	2366	

02/10/04 06:19	Fin de Profil Z11-10	S 23° 18' 15,746"	E 163° 37' 3,803"	2401	
02/10/04 10:20	Fin de Profil Z11-11	S 23° 7' 0,224"	E 163° 20' 26,297"		
02/10/04 15:16	Fin de Profil Z11-12	S 23° 16' 38,449"	E 163° 24' 29,945"	2388	fin profil GH 02 - 03
02/10/04 18:25	Fin de profil Z11-13	S 23° 9' 29,894"	E 163° 33' 54,061"	2281	Fin de profil Z11-13 (GH04 --> GH05)
02/10/04 21:48	Fin de Profil Z11-14	S 23° 20' 20,81"	E 163° 30' 16,762"	2412	Fin de profil Z11-14. Mise à bord flûte et canons
03/10/04 02:01	Mise à l'eau OBS GH01	S 23° 16' 29,222"	E 163° 32' 59,086"		
03/10/04 02:40	Mise à l'eau OBS GH05	S 23° 13' 19,787"	E 163° 31' 14,257"	2376	
03/10/04 03:14	Mise à l'eau OBS GH09	S 23° 12' 35,431"	E 163° 27' 13,525"	2316	
03/10/04 03:20		S 23° 12' 32,954"	E 163° 27' 2,016"	2319	Saisie profil Sippican 1
03/10/04 04:06	Début d'estimation de dérive OBS	S 23° 15' 45,454"	E 163° 32' 26,03"	2388	Estimation de la dérive des OBS (triangulation avec transpondeurs OBS)
03/10/04 05:17	Fin d'estimation de dérive OBS	S 23° 16' 51,175"	E 163° 32' 11,864"	2392	
03/10/04 06:17	Mise à l'eau GH02	S 23° 16' 0,264"	E 163° 33' 37,642"		
03/10/04 06:29	Mise à l'eau GH03	S 23° 15' 50,674"	E 163° 33' 23,364"		
03/10/04 06:44	Mise à l'eau GH04	S 23° 15' 40,594"	E 163° 33' 9,886"		
03/10/04 07:21	Mise à l'eau GH06	S 23° 14' 10,45"	E 163° 30' 56,398"		
03/10/04 07:34	Mise à l'eau GH07	S 23° 14' 0,679"	E 163° 30' 43,538"	2373	
03/10/04 07:47	Mise à l'eau GH08	S 23° 13' 51,683"	E 163° 30' 29,891"	2370	
03/10/04 08:24	Mise à l'eau GH10	S 23° 12' 5,209"	E 163° 27' 52,006"	2301	
03/10/04 08:38	Mise à l'eau GH11	S 23° 11' 55,558"	E 163° 27' 37,76"	2307	
03/10/04 08:55	Mise à l'eau GH12	S 23° 11'	E 163° 27' 25,002"	2314	

		46,907"			
03/10/04 10:40	Début des tirs	S 23° 13' 24,571"	E 163° 35' 12,739"	2375	Tirs de réfraction sans flûte sur les profils 14, 13, 12, 11, 10, 09
03/10/04 20:17	Fin des tirs	S 23° 17' 58,502"	E 163° 36' 39,827"	2400	Mise à bord des canons
03/10/04 22:13	Mise à bord GH01 à GH04	S 23° 15' 34,988"	E 163° 33' 23,555"	2390	récupération des OBS 4 par 4
03/10/04 23:14	Mise à bord GH05 à GH08	S 23° 13' 10,261"	E 163° 31' 33,179"	2383	récupération des OBS 4 par 4
04/10/04 00:24	Mise à bord GH09 à GH12	S 23° 13' 8,548"	E 163° 27' 41,076"	2315	récupération des OBS 4 par 4 - Fin de chantier Gaz Hydrates
4/10/04 9:30	Arrivée en Z50	S 24° 54' 17,374"	E 164° 13' 8,738"	2895	Début de tentative de récupération de l'OBS Z50
4/10/04 9:45	Début de filage du câble				
4/10/04 11:00	Lest posé sur le fond	S 24° 55' 28,175"	E 164° 13' 27,761"	2802	
4/10/04 12:30	Début virage du câble				
4/10/04 13:46	Câble à bord. Mise à l'eau Magnétomètre	S 24° 55' 27,246"	E 164° 13' 24,571"	2845	Fin de tentative de récupération - L'opération a échoué
4/10/04 14:00	Magnétomètre à l'eau ; route vers Nouméa	S 24° 54,387'	E 164° 13,004"	2828	
05/10/2004 05:30	Magnétomètre à bord	S 22° 33' 30,114"	E 166° 21' 0,41"	1795	Fin de profil mag
05/10/2004 07:30	Arrivée à Nouméa				Fin de mission

Annexe G : Magnétomètre embarqué

Magnétomètre SeaSPY

Informations générales

Un magnétomètre mesure la *densité de flux magnétique*, l'unité de mesure étant le Tesla.

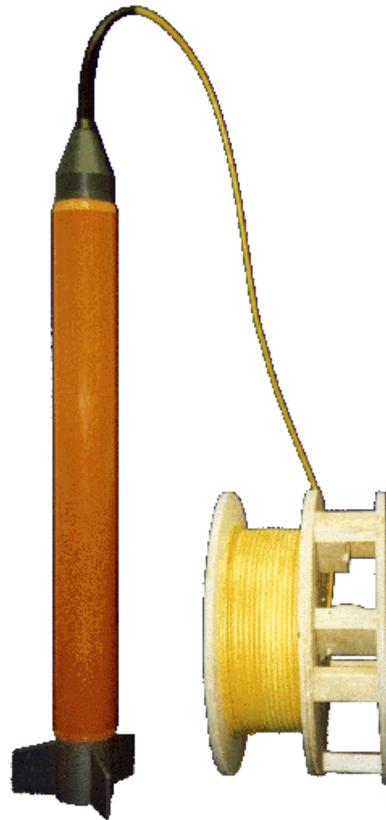
La terre génère un champ magnétique qui produit une densité de flux allant de 18 microTesla près de l'Amérique du Sud à 60 microTesla aux environs du cercle Arctique. La densité de flux dans l'air étant directement proportionnelle au champ magnétique, le magnétomètre peut détecter les variations de ce champ. Ces variations (fluctuations dynamiques), sont dues à l'activité du noyau terrestre, à l'activité solaire, ou encore aux tempêtes magnétiques dans l'espace. D'autre part des « anomalies statiques » sont dues aux différents matériaux composant la croûte terrestre, ce sont elles qui nous intéressent ici.

Le magnétomètre SeaSPY fournit une mesure locale de l'intensité du champ magnétique terrestre. Il est basé sur le principe de la précession protonique.

L'appareil se compose d'un capteur immergé remorqué derrière le navire, d'un câble coaxial électroporteur, d'un câble de liaison « pont », d'un boîtier interface RS 232 et alimentation, relié à un simple PC.

Le capteur est éloigné du navire support de telle sorte que l'influence du magnétisme du navire soit négligeable par rapport au bruit de mesure. La règle est d'imposer une distance de l'ordre de 3 fois la longueur du navire.

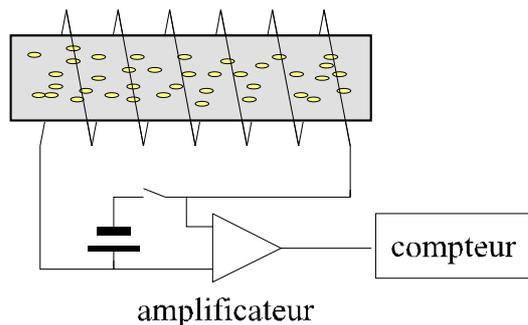
La précision de la mesure est de l'ordre de 0.2 gamma (ou 0.2 nanotesla); 10^{-9} tesla = 10^{-5} gauss = 10^{-5} oersted = 10^{-9} webers/m² = 1 gamma). Le capteur a une gamme de mesure allant de 20000 à 120000 Gammas.



Principe de fonctionnement

Magnétomètre « standard » à précession protonique

Un magnétomètre standard utilise les propriétés des protons (spin) qui se comportent comme un gyroscope magnétique. Un courant fort est appliqué à une bobine dans le capteur. Le champ magnétique résultant polarise les protons d'un liquide (kérosène) dans la direction de l'axe de la bobine.



La polarisation est ensuite stoppée brutalement : les protons 'gyroscopes' sont alors influencés par le champ magnétique terrestre dont la direction est différente de celle de la polarisation. Il en résulte une précession à une fréquence de Larmor (environ 2000 Hz pour un champ de 50000 gammas) proportionnelle à l'intensité du champ. La bobine de polarisation sert également à

recueillir une tension induite (par la précession) de faible amplitude et rapidement décroissante sur laquelle sera faite une mesure de fréquences.

Magnétomètre à effet Overhauser

Au contraire du magnétomètre standard qui utilise un fort courant continu pour être polarisé avant chaque mesure, le magnétomètre à effet Overhauser est constamment polarisé par une source haute

fréquence de faible puissance, utilisant ainsi le principe de la Résonance Magnétique Nucléaire. Si un matériau contenant des protons subit une polarisation alternative à haute fréquence, les protons vont pré-cessionner autour de la direction du champ absolu à une fréquence proportionnelle au champ appliqué ($f = 42.4763751 \text{ MHz/T}$)

Le capteur donne une mesure valide du champ magnétique tout en étant polarisé, ce qui permet un cadencement des mesures allant de 10 secondes au 1/4 de seconde sans perte de sensibilité (0.015 nTesla). Le système, entièrement digitalisé, a un capteur omnidirectionnel, un capteur de pression et un détecteur d'humidité intégré au poisson.

Un sondeur est proposé en option

Intérêt du Magnétomètre

L'étude de l'intensité du champ magnétique terrestre est intéressante en ingénierie, pour la prospection géologique des ressources minérales et énergétiques, plus particulièrement en prospection géophysique du sous-sol marin, en complément de la bathymétrie multifaisceaux, de la gravimétrie, de la sismique.

Le magnétomètre peut également permettre de rechercher, par petits fonds, des objets ferromagnétiques immergés, mais cette application reste marginale.

Caractéristiques de la mesure

Le magnétomètre est un appareil assez délicat et sa mesure peut être altérée facilement. Parmi les facteurs susceptibles d'influencer la qualité, on peut noter :

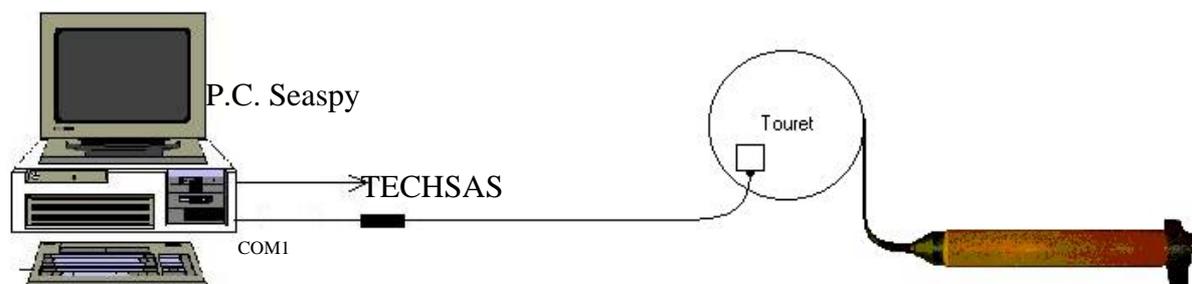
- l'environnement électromagnétique dans lequel est placé le capteur. (Distance au navire)

D'autre part, l'intensité du champ magnétique terrestre est très sensible à diverses variations dans le temps. Une connaissance fine du champ magnétique exigerait l'enregistrement de ces variations dans une station immergée pour compenser les enregistrements sur le Navire. L'ATALANTE ne possède pas l'instrumentation nécessaire. Les types de variations sont les suivantes :

- pendant les heures de jour, la variation diurne qui peut atteindre 100 gammas peut être observée,
- à toute heure du jour ou de la nuit, il existe en plus des micro-pulsations de période plus courtes (ex. 10') qui peuvent atteindre quelques dizaines de gamma,
- il existe également des tempêtes solaires dont certaines peuvent durer 1 journée et présenter des variations de plusieurs centaines de gamma.

Mise en œuvre

Le magnétomètre SeaSPY est utilisé à la demande des scientifiques, lors des relevés de bathymétrie multi-faisceaux ou encore lors de transits valorisés. Le capteur, très léger peut être mis à l'eau (et récupéré) à la main pour peu que le navire soit à faible vitesse.



Calibration & Configuration :

- L'opérateur doit faire :
- Mettre le « Seaspy à chaque remise en route par « set time » dans le menu « command ».
 - Entrer la date et l'heure dans la fenêtre d'affichage du Stream 1 selon le format : dddyhhmmss (ddd= jour julien de l'année, yy= année)

```
*02.144/18:30:15.0 F:048542.940 S:156 D:+016.1m L0 0963ms Q:99
Cycling off
*02.144/18:30:16.0 F:048543.538 S:159 D:+016.1m L0 0963ms Q:99
Set zero pressure now? (y/n)n
Enter Julian date and time (jjjyyHHMMSS)
```

Mag-ASCII NMEA GPS

Ready

- Le « zéro » de pression, capteur sur le pont :
 - + Étalonner le capteur de pression au début de mission ou lorsque l'on a un doute sur la valeur d'immersion.
 - + Pour ce faire, amener le poisson en surface près du bateau.
 - + Sélectionner « Zero Pressure Sensor » dans le menu « Command », « Normal Command ».
 - + Valider par y (yes) dans la fenêtre d'affichage du Stream 1.

```
*02.144/18:30:13.0 F:048543.682 S:157 D:+016.0m L0 0963ms Q:99
*02.144/18:30:14.0 F:048542.883 S:154 D:+016.0m L0 0963ms Q:99
*02.144/18:30:15.0 F:048542.940 S:156 D:+016.1m L0 0963ms Q:99
Cycling off
*02.144/18:30:16.0 F:048543.538 S:159 D:+016.1m L0 0963ms Q:99
Set zero pressure now? (y/n)
```

Mag-ASCII NMEA GPS

Ready

- Puis filer le câble autant que nécessaire, conventionnellement 3 fois la longueur du navire. Sur l'ATALANTE, il faut filer 280m de câble (distance au point de référence = 324.64m).
- Pour débiter l'émission, choisir le cycle en Hz (généralement 1Hz).

Action à systématiser en début de mission:

- A la première mise à l'eau du magnétomètre, il faut:
 - + Faire le « zéro » capteur de pression, poisson sur le pont.
 - + Contrôler la longueur filée et faire un repère.

Une fois la connexion terminal-PC faite, le capteur est alimenté et polarisé.

Le programme intègre le message de navigation format NMEA 0183, la cadence de mesure voulue entre 0.4 et 10 secondes.

Surveillance

Sur l'écran du PC d'acquisition apparaissent les mesures magnétisme/temps, les messages en entrée sur les ports séries : Navigation NMEA 0183, données du poisson

L'acquisition du Magnétomètre se fait via un port série standard sur un simple PC sur lequel on aura implanté le logiciel SeaLINK d'acquisition/visualisation .

En entrée on aura :

- sur le port série 1: le message du capteur : Pression, température capteur valeur du champ magnétique local, status.
- sur le port série 2: le message de positionnement format NMEA 0183.

Sur l'écran on visualise les différents messages des ports 1 et 2, le graphique mesure en fonction du temps et les status. (capteur, fichiers ouverts...).

Acquisition

La donnée émise par le magnétomètre est de la forme suivante :

*YY.JJJ/HH :MM :SS.S F :FFFFFF.FF S :SS D :+DDD.Dm LLTTTms Q :QQ wwww<CR><LF>

Le premier caractère de chaque ligne est toujours * (code ASCII 42).

YY : Année.
 JJJ : Jour Julien.
 HH : Heure.
 MM : Minutes.
 SS.S : Secondes.
 FFFFFFF.FF Champ magnétiques (nT).
 SSS Puissance du signal de mesure, chiffre brut donné par le magnétomètre qui donne une indication sur la qualité de la mesure. Une valeur supérieure à 70 est acceptable, une valeur supérieure à 130 est excellente.
 +DDD.D : Immersion du poisson. La valeur est en mètres. La profondeur du poisson peut être calibrée par les commandes p et P.
 L : Leak Sensor Output, 0-9. 0 0 indicates no leak, and 9 indicates a severe leak. The leak sensor replaces the temperature sensor, so in models with a temperature sensor this value can be ignored.
 TTT : Temps de mesure. Idéalement, devrait être le temps de cycle du magnétomètre moins 32 ms, avec une valeur maximale de 968ms. Si vous voyez un message de type G indiquant que la mesure s'est préalablement terminée à cause d'un gradient élevé, cette valeur vous donnera une indication de l'importance du gradient.
 QQ : Qualité du signal. C'est un nombre à 2 digits entre 00 et 99. Le digit de gauche est une indication de la puissance du signal, et le nombre de droite donne le nombre d'informations disponible pour la mesure.
 WWWW : Warning.

Contrôle et validation des mesures

Contrôle des données

Il n'existe pas actuellement d'outils permettant un contrôle direct des données acquises.

Validation des données :

Il n'existe pas actuellement de logiciel de validation.

Enregistrement des données

Nom et nature du fichier :

Les données sont enregistrées sur la centrale TECHSAS dans le répertoire mag.

Format d'enregistrement :

\$PAMES,DD/MM/YY,HH :MM :SS,MAGNE,xx,aaaaaa.a,<CR><LF>...

Taille d'un enregistrement : 49 octets.

Description d'un enregistrement :

Champ	Contenu/format	Unité	Type	Octets
Début de message	\$	-	ASCII	0
Émetteur	PA	-	ASCII	1-2
Type de données (Mesures scientifiques)	MES,	-	ASCII	3-6
Horodate				
Date (jour, mois, année)	jj/mm/aa,	-	ASCII	7-15
Heure (h, min, s, 1/1000s)	Hh :mm :ss.sss,	-	ASCII	16-28
Données				
	MAGNE,	-	ASCII	29-34
Code (« 0 »=OK, «-2 »=datation PC)	xx,	-	ASCII	35-37
Magnétisme	aaaaaa.a,	µT	ASCII	38-46
Fin du Message	<CR><LF>	-	ASCII	47-48

Rejeu, Traitement des données

Spécifications techniques

Performances :

Résolution 0.001 nT
 Sensibilité relative 0.015 nT
 Précision absolue 0.2 nT
 Gamme de mesures 20000 à 120000 nT
 Gradient 10000nT/m
 Échantillonnage 0.1 à 4 Hz
 Trigger Voie RS 232

Généralités :

Communications RS 232 9600 Bps
 Longueur de câble maximum 7000 m
 Longueur standard du câble 200 m
 Type de câble Paire torsadée
 Vectran
 Tension maximum 2500 Kg

Documents de référence

Notice Marine Magnetics Corporation SeaSPY Operation manual.

Annexe H : Gravimètre embarqué

Gravimètre Lockheed Martin BGM5

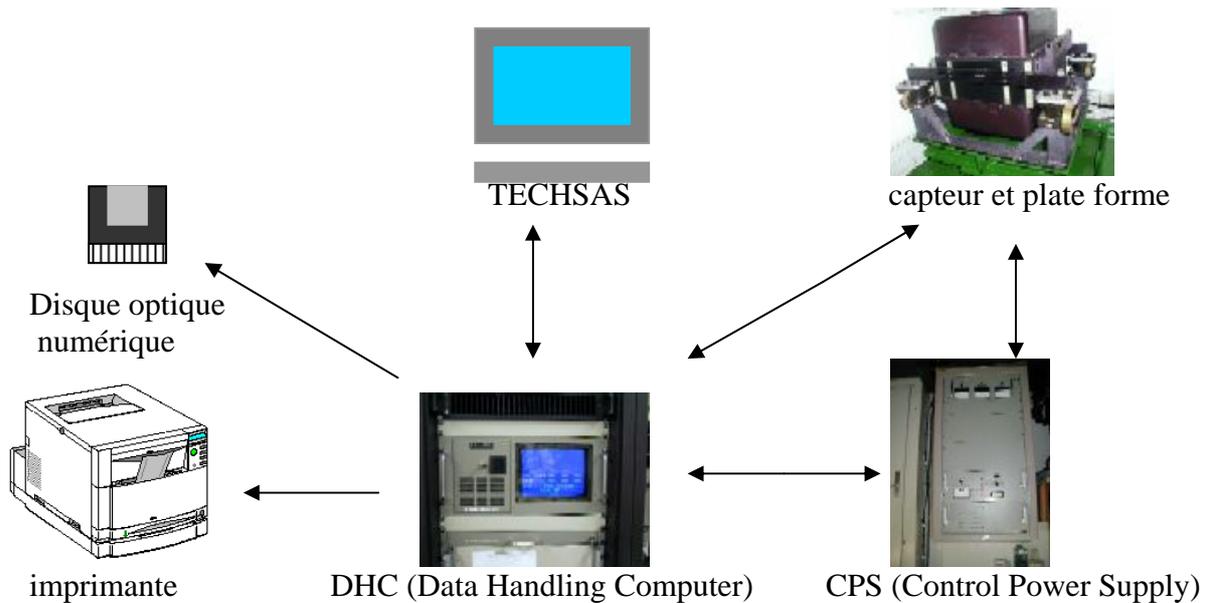
Informations générales

La gravité est mesurée actuellement par 1 seul gravimètre sur l'Atalante, le LOCKHEED MARTIN BGM-5. Il est situé au local gravimétrie, local proche du point tranquille du navire pour limiter les accélérations dues aux mouvements du navire.

Toutes les 10s une mesure de gravité brute est fournie par l'appareil après filtrage. Le BGM-5 calcule aussi la correction d'Eötvös, l'anomalie à l'air libre et l'anomalie de Bouguer. La précision de la mesure a été évaluée à 1mGal.

Le BGM-5 est composé de plusieurs unités :

- une plate forme stabilisée. Elle supporte le capteur, et permet de le maintenir dans une position fixe en supprimant les mouvements du navire
- un DHC (Data Handling Computer) qui est l'IHM de gravimètre. Cette unité contrôle les communications entre les différents appareils. Elle est l'interface permettant à l'utilisateur de modifier les paramètres du capteur.
- un CPS (Control Power Supply) qui est l'interface permettant de transmettre les commandes entre le DHC et le capteur ou la plate forme. Il permet aussi de contrôler les corrections sur les accélérations horizontales de la plate forme
- le VME TECHSAS qui envoie un message de navigation (date, vitesse, route fond, position...) au DHC permettant de dater la mesure et d'appliquer les diverses corrections au capteur (calcul de la gravité théorique, de anomalie d'Eötvös, à l'air libre, de Bouguer). Elle reçoit ses informations du système de navigation intégré CINNA. TECHSAS enregistre aussi les mesures.
- Un DON (Disque Optique Numérique), support d'enregistrement des mesures, qui est une sauvegarde supplémentaire à TECHSAS
- Une imprimante



Principe de fonctionnement

La gravité

Un gravimètre va mesurer l'accélération de la pesanteur décrite par la loi d'attraction universelle de Newton. Deux masses exercent l'une sur l'autre une force attractive, inversement proportionnelle au carré de la distance entre elles. Ainsi la terre attire une masse « m » avec une force proportionnelle à celle-ci : $F = m \cdot g$

g est l'accélération de la pesanteur que l'on cherche à mesurer. g dépend du rayon de la terre (R), de la masse de celle-ci (M) et de la constante de gravitation universelle G : $g = GM/R^2$.

La terre n'est pas une sphère parfaite, elle est aplatie au pôle. Son rayon varie donc de l'équateur vers le pôle, et la gravité décroît vers l'équateur.

La loi moyenne donnant la valeur de la gravité dépend de la latitude (ϕ) :

$$g_{\text{moyen}} = 978030 + 5186 \sin^2\phi - 7\sin^2 2\phi \text{ en mGals}$$

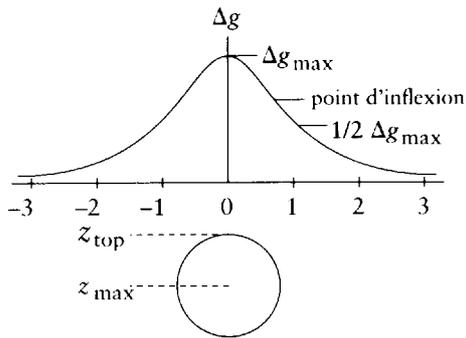
L'unité, le Gal, est de moins en moins employée. On préfère de plus en plus utiliser le $\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-1}\text{mGal}$.

g_{moyen} est la gravité si l'on représente la terre par son géoïde (ellipsoïde international).

La direction de g définit la verticale. Par définition c'est la direction perpendiculaire aux surfaces équipotentielle de pesanteur parmi lesquelles se trouve le géoïde (surface équipotentielle passant par la surface moyenne des océans). Il est donc important de maintenir le gravimètre parallèlement à cette verticale. Pour cela l'appareil est monté sur une plate forme stabilisée, limitant à la fois les mouvements du navire et compensant de la rotation terrestre.

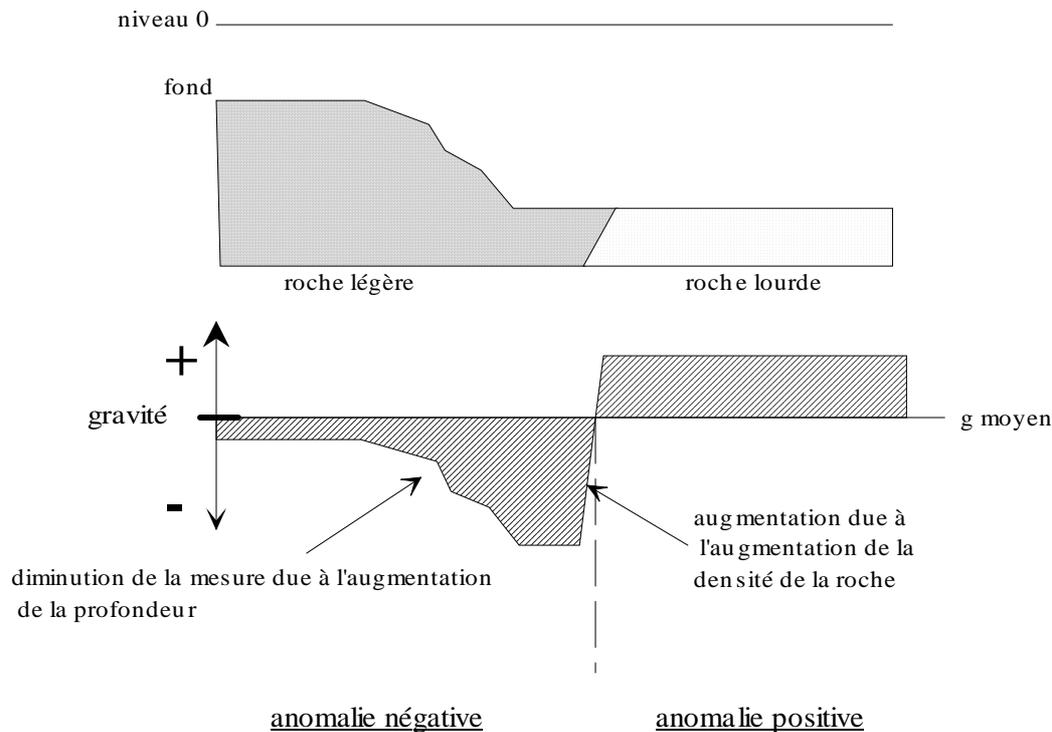
La gravité réelle, hors des approximations du géoïde, dépend donc, de la masse de la terre et de la distance à laquelle on fait la mesure de cette force d'attraction.

Les fonds marins sont hétérogènes et la mesure de gravité permet de donner une information sur la forme des différentes couches et sur leur densité. Une zone dense va provoquer une augmentation de la gravité. Une zone de faible densité impose une faible gravité. L'amplitude de la gravité à différentes distances de la roche a une forme particulière. En comparant cette forme de l'amplitude avec des formes théoriques, on peut arriver à déterminer la géométrie de la roche. Des modèles complexes sont appliqués, la structure de la roche étant rarement aussi simple qu'une sphère ou un cylindre, dont la signature gravimétrique est déterminée mathématiquement.



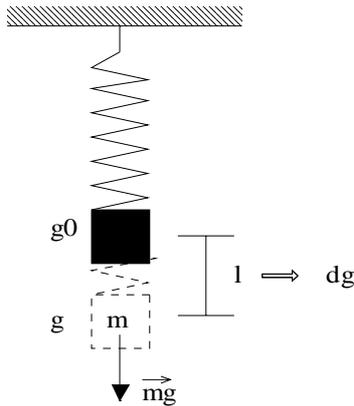
Anomalie théorique de gravité due à une sphère

g varie aussi avec la distance à la masse attractive. Lorsque l'on s'écarte du centre de la terre, la gravité diminue d'environ 0.3 mGal/m. Même si la mesure en mer est faite au niveau de référence du géoïde, à la surface des océans, il est important de prendre en compte la profondeur de la masse d'eau. Près des côtes, les marées océaniques peuvent provoquer des différences de hauteur d'eau de plusieurs mètres. Par exemple, à quai à Brest, 7m d'amplitude peuvent être atteints impliquant, $0.3 \times 7 = 2\text{mGals}$ de différence dans les mesures, la précision recherchée étant de l'ordre du mGal. Nous verrons plus loin l'importance des mesures à quai, lors des procédures de rattachement.



La mesure de la gravité

Le principe de mesure des gravimètres marins est la mesure du déplacement d'une masse soumise à une gravité qui varie. Ils mesurent une gravité relative Δg . En un point de mesure, la gravité est : $g = \Delta g + g_0$. La gravité de référence g_0 est définie lors de la calibration de l'appareil par le constructeur.



Dérives

Malheureusement, de part leur conception, les gravimètres dérivent dans le temps. Cette dérive est relativement continue, et on la considère comme linéaire, même si des sauts sont possibles. La gravité devient donc : $g = \Delta g + \text{dérive} \cdot \Delta T + g_0$.

Les causes de cette dérive sont multiples : variations de température, de pression, dérive de l'électronique de mesure, ou encore pour les systèmes à ressort, libération des contraintes du ressort lui-même. Pour le BGM-5, la dérive est importante, de l'ordre de 2mGal/mois, et est due à l'électronique du capteur.

La valeur de la dérive est estimée en comparant les mesures aux stations de référence où le champ de pesanteur est connu.

Lorsque le navire est à quai on effectue une procédure de rattachement, pour estimer la dérive, à l'aide d'un gravimètre terrestre, de type Scintrex sur l'Atalante. Le but de ce rattachement est d'évaluer l'écart entre la mesure donnée par le BGM-5 et la mesure de référence, et de calculer la variation dans le temps de cet écart (soit la dérive). Pour cela, il faut ramener le point de référence, G_{ref} , au niveau du BGM-5, G_{nav} . On ramène le point en deux temps. On le ramène d'abord à quai, G_{quai} , puis on lui soustrait la hauteur d'eau (H), pour obtenir G_{nav} .

Pour ramener le point de référence à quai, on utilise le Scintrex, qui dérive aussi dans le temps. On effectue tout d'abord une dizaine de mesures de la gravité à quai, que l'on moyenne : G_A . Puis on se déplace jusqu'au point de référence où l'on évalue avec une moyenne de dix mesures G_0 . On revient à quai et on ré effectue une mesure de la gravité G_B . La même mesure effectuée à quai à des instants différents (t_A et t_B) permet de déduire la dérive du Scintrex : $D_{\text{scintrex}} = (G_B - G_A) / (t_B - t_A)$ mGal/unité de temps. La valeur de la gravité à quai, peut ainsi être calculée :

$$G_{\text{quai}} = G_{\text{ref}} + (G_B - G_0) + D_{\text{scintrex}} \cdot (t_B - t_0) \text{ mGal.}$$

La gravité connue à quai, on la rapporte au niveau du BGM-5. On tient compte pour cela de la variation de gravité imposée par la masse du quai, et de la hauteur d'eau par rapport au quai (H). L'influence du quai est modélisée par un coefficient C dépendant de la nature du quai. Si le quai est « plein », C vaut 0.19, si le quai est « creux », C vaut 0.27. Par suite :

$$G_{\text{nav}} = G_{\text{quai}} + C \cdot H$$

A chaque point de rattachement on effectue ce calage des mesures. On a donc l'écart entre la gravité de référence (G_{nav}) et la gravité mesurée par le BGM-5 (G_{gravi}). La dérive est la variation dans le temps de cet écart, soit :

$$\text{Dérive} = G_{\text{gravi-1}} - G_{\text{nav-1}} - (G_{\text{gravi-2}} - G_{\text{nav-2}}) \text{ mGal/unité de temps.}$$



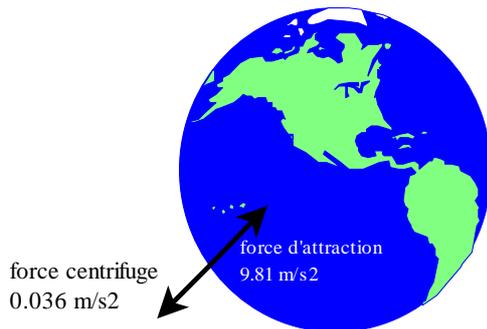
La correction d'Eötvös

Jusqu'à présent nous n'avons pas pris en compte le fait que la mesure était faite sur un support en mouvement par rapport au référentiel « terre », lui-même en rotation. La rotation de la terre implique une force centrifuge. Dans la définition de la gravité cette force centrifuge moyenne est prise en compte :

$$g = \frac{GM}{r^2} - \omega^2 r \cos \varphi, \text{ avec } G \text{ la constante universelle de gravitation, } M \text{ la masse de la terre, } \omega \text{ la}$$

vitesse de rotation de la terre, r la rayon de la terre, et φ la latitude.

Cependant, lorsque le navire se déplace sur la surface, sa vitesse de rotation dans un référentielle fixe, n'est plus la vitesse de rotation constante de la terre. On ajoute la vitesse de déplacement du



navire. La gravité devient :

$$g^* = \frac{GM}{r^2} - \left(\omega + \frac{v \sin \alpha}{r \cos \varphi} \right)^2 r \cos^2 \varphi - \left(\frac{v \cos \alpha}{r} \right)^2 r \text{ avec } \alpha \text{ le cap et } v \text{ la vitesse fond du navire. La}$$

différence de gravité par rapport à une mesure fixe à la surface de la terre est la correction d'Eötvös :

$$\delta g_{Eötvös} = g - g^* = 2\omega \cos \varphi \sin \alpha + \frac{v^2}{r}$$

Cette formule peut se simplifier, r et ω étant constants et connus. Lockheed Martin applique la correction d'Eötvös suivante :

$$\delta g_{Eötvös} = 7.487 \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot \sin(\text{route fond}) + 0.0042 \cdot V^2 \text{ mGals, avec } V \text{ la vitesse fond en nœuds.}$$

Une application numérique à l'équateur montre l'importance de cette correction . Supposons un navire se dirigeant à l'Est avec une vitesse de 10 Nœuds, la correction d'Eötvös à appliquer est de 75 mGals.

Pour avoir une précision de 1mGal sur la mesure, la vitesse fond doit être connue avec une précision de 0.14 Nœuds, et la latitude et la route fond avec une précision de 9°.

A cette étape la gravité corrigée d'Eötvös est donc :

$$g = g_{BGM5} + \text{Dérive} \cdot \Delta t + g_0 + \delta g_{Eötvös}$$

L'anomalie à l'air libre

Plutôt que la valeur absolue de la gravité on utilise l'écart entre la gravité mesurée et la gravité théorique moyenne définie précédemment. Cet écart est l'anomalie à l'air libre. Pour une mesure terrestre de la gravité, la hauteur (par rapport au géoïde) de la mesure intervient, la gravité variant de 0.3mGal par mètre. La surface moyenne des océans est considérée comme formant le géoïde de référence. L'anomalie à l'air libre calculée à partir d'une mesure en mer ne tient pas compte de l'altitude et est donc simplement :

$$Aal = g_{BGM5} + \text{Dérive} \cdot \Delta t + g_0 + \delta g_{\text{Eötvös}} - g_{\text{théorique}}$$

Lockheed Martin utilise la gravité théorique suivante :

$$g_{\text{théorique}} = 978032.7 \cdot (1 + 5.2790414 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2 \varphi + 23.2718 \cdot 10^{-6} \cdot \sin^4 \varphi + 1.262 \cdot 10^{-7} \cdot \sin^6 \varphi)$$

mGals avec φ la latitude.

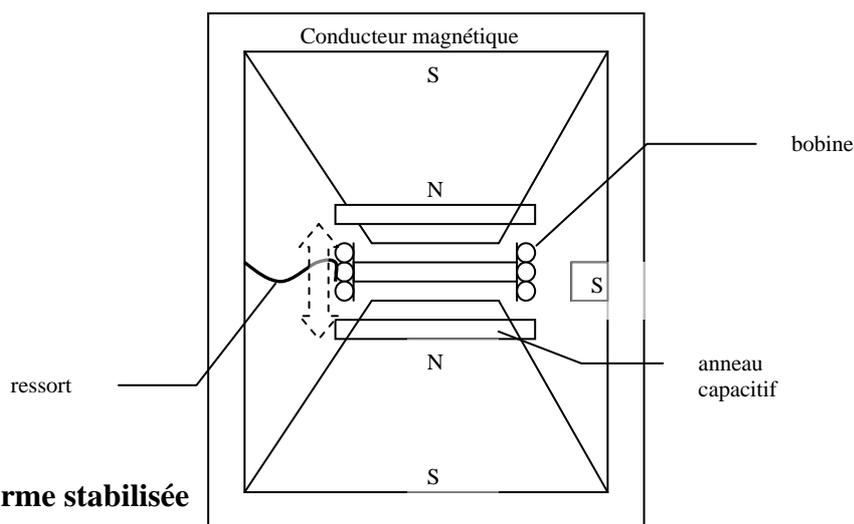
L'anomalie de Bouguer

L'anomalie à l'air libre ne tient pas compte de l'influence de la masse d'eau ni du relief sous marin à proximité de la mesure. Ces deux forces d'attraction sur le gravimètre sont évaluées en moyenne par le constructeur. L'anomalie de Bouguer est modélisée par Lockheed Martin à travers la formule :

$A_b = Aal + 0.07 \cdot H$ mGals, où Aal est l'anomalie à l'air libre et H la profondeur.

Le capteur

Le capteur est une bobine mobile, placée verticalement entre deux aimants permanents. Les variations verticales de la gravité, et les accélérations verticales du navire altèrent le poids de la bobine et provoquent son déplacement entre les deux aimants. Ces déplacements sont captés par un circuit pont-à-capacité. Un déséquilibre du pont produit un courant dans la bobine, retrouvant ainsi sa position d'équilibre. La mesure du courant fournit directement les variations de gravité entachées des accélérations verticales.



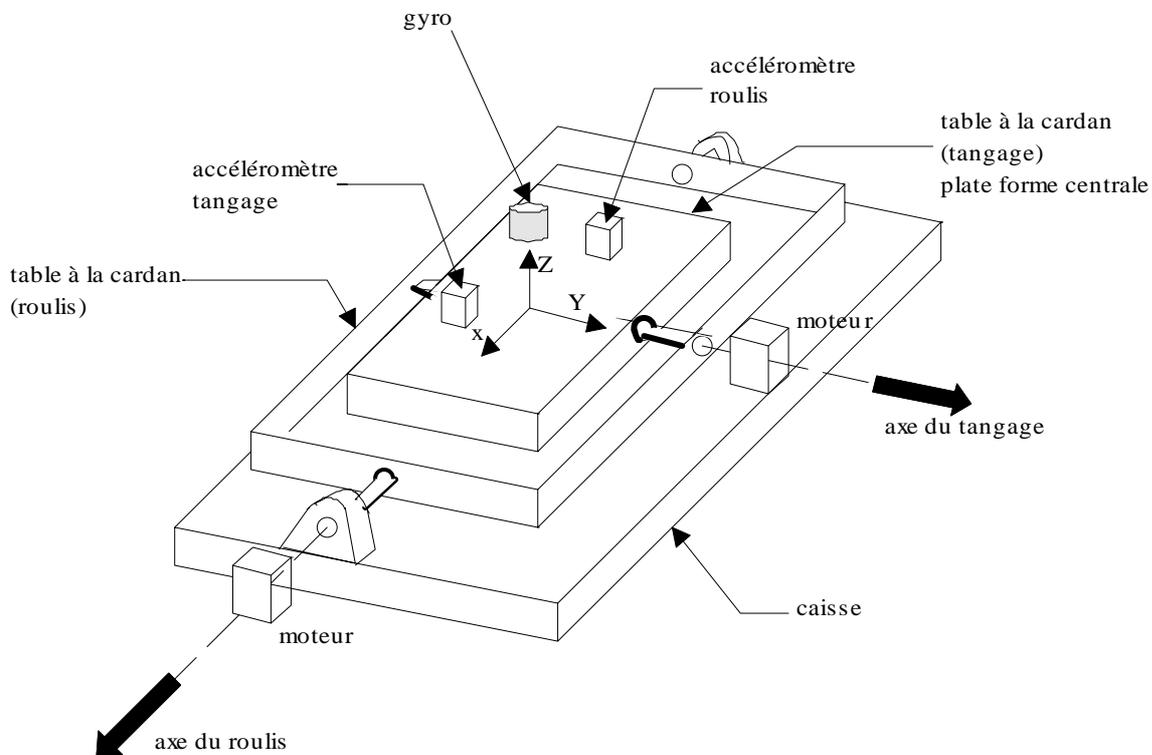
La plate forme stabilisée

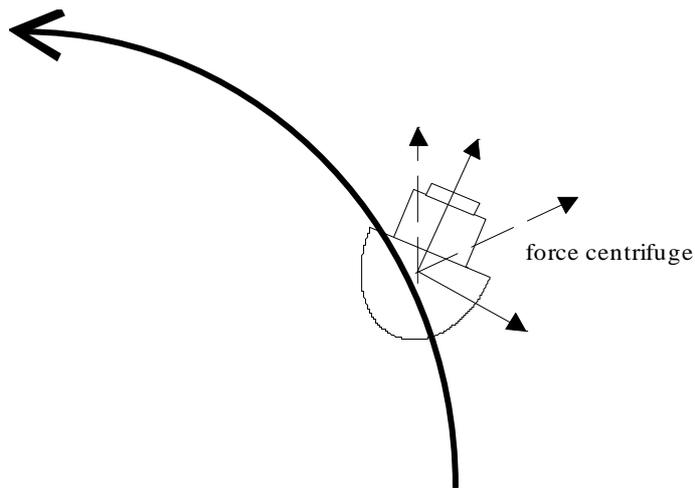
La plate forme stabilisée maintient la verticale de référence pour le capteur de gravité. Elle a deux degrés de liberté selon les axes de roulis et de tangage. Le capteur de gravité, ainsi que les accéléromètres et le gyromètre, se trouvent dans la partie centrale. Le seul gyromètre présent mesure les mouvements angulaires selon l'axe du roulis et du tangage.

Deux boucles d'asservissement permettent, d'une part, de ramener la plate forme perpendiculaire à la verticale, et, d'autre part, de pallier les oscillations longues périodes de la verticale dues à la rotation terrestre et aux girations du navire. Le principe de cette plate forme est le même que pour les centrales inertielle (voir fiche DINES Suroît, « centrale d'attitude HDMS »), avec seulement deux degrés de liberté. Grâce aux informations du gyromètre, les servo-moteurs maintiennent la plate forme centrale perpendiculaire à la verticale, c'est la première boucle d'asservissement. Si aucune compensation n'est faite, la rotation terrestre provoque un basculement de cette verticale de 15°/heure. La mesure des accéléromètres est alors intégrée sur plusieurs minutes, permettant ainsi de compenser cette rotation lente de la verticale. Une deuxième boucle d'asservissement permet ce redressement de vertical.

Par ailleurs, un navire faisant route sur une trajectoire circulaire est soumis à une force centrifuge décalant la verticale vers l'extérieur. La correction de cette déviation se fait aussi par une intégration des accélérations horizontales, en utilisant les mesures GPS pour modéliser la route du navire.

Dans la configuration du gravimètre on peut choisir d'appliquer ou non les compensations de la rotation terrestre et de la navigation. Il est conseillé d'appliquer ces deux compensations.





Les filtres

La gravité est une accélération verticale pour le capteur. Celui-ci ne distingue donc pas les variations de gravité des accélérations verticales du navire. Par rapport aux variations de gravités les accélérations du navire varient sur de courtes périodes. Des filtres passe bas sont donc appliqués pour limiter l'influence du support sur la mesure. Ces filtres ne sont efficaces que si la mesure de gravité est linéaire. On peut supposer qu'en moyenne les accélérations verticales du navire sont nulles. Il est donc important que la moyenne des mesures de ces accélérations soit nulle, pour en extraire la gravité. Le capteur doit donc être linéaire.

Dans le BGM5, le filtre appliqué est un filtre infini récurrent, à trois étages. Le premier étage est appliqué sur les mesures brutes échantillonnées toutes les 0.1s, le second sur les mesures sorties du premier, échantillonnées à 1s, et le dernier sur des mesures échantillonnées à 10s. Les mesures filtrées sont donc enregistrées toutes les 10s.

Ce filtre est aussi passé sur la correction d'Eötvös, sur la gravité théorique pour calculer l'anomalie à l'air libre et sur la profondeur pour déterminer l'anomalie de Bouguer.

Caractéristiques des mesures du gravimètre BGM-5

De par l'absence de ressort dans le BGM-5, ce capteur n'est pas soumis aux relâchements de contraintes des ressorts que l'on retrouve notamment dans le KSS30. Sa dérive est cependant forte (2mGal/mois) et uniquement due aux circuits électroniques et à leur vieillissement.

La bobine du capteur est contrainte à se déplacer verticalement, grâce à des ressorts latéraux, ce qui limite les problèmes de cross coupling que l'on retrouve dans les Lacoste-et-Romberg.

De la même manière, le fait que les accéléromètres et le capteur soient situés au même endroit, sur la plate-forme stabilisée, implique que le BGM-5 n'est pas sensible à l'effet Harisson, contrairement au KSS30.

Dans un contexte de laboratoire, la précision du BGM-5 a été vérifiée et atteint 1mGal, dans des conditions standard d'exploitation. Incliné jusqu'à 26°, la précision se dégrade et n'atteint que 3mGal. La plate forme stabilisée permet de ne pas atteindre de tels angles d'inclinaison.

Le BGM-5 peut mesurer des gravités allant de 880 Gals à 1080 Gals, allant au delà de l'étendue de la gravité terrestre, mais permettant de prendre en compte les diverses accélérations verticales parasites.

Par fort état de mer, la précision diminue cependant. On a observé des écarts quadratiques moyens aux points de croisements de 2 mGals.

Actuellement la plate forme stabilisée est liée aux mesures de GPS. Ainsi chaque saut GPS (changement de constellations satellitaires, passage en DGPS...), provoque un saut dans la mesures GPS, non filtré par le filtre interne. Il est donc conseillé d'utiliser une navigation filtrée, au moins à trois minutes, via la constante d'intégration de CINNA.

La mesure de la profondeur n'est pas constante sur l'Atalante. Elle est liée à l'utilisation des sondeurs multi-faisceaux. Par défaut, la profondeur est envoyée comme nulle lorsqu'aucune mesure n'est faite. L'anomalie de Bouger n'est par conséquent pas toujours correcte dans les données fournies par le BGM-5, et équivaut souvent à l'anomalie à l'air libre ($A_b = A_a$ si $H=0$). La profondeur est le dernier paramètre constituant une ligne des messages de type 1.

Caractéristiques et points particuliers NAVIRE

Description du fonctionnement du système **spécifique** au navire
(le positionnement particulier des éléments sur le navire ...)

Mise en œuvre

De l'installation à l'acquisition du système, en passant par la calibration et la surveillance d'une correcte acquisition.

Calibration & Configuration

Une procédure de calibration a été effectuée lors de la réception du gravimètre. Via le DHC plusieurs paramètres (facteur d'échelle en roulis, tangage, biais sur le roulis, le tangage, ou le facteur d'échelle du capteur) peuvent être recalibrés durant la vie du BGM-5, mais jusqu'à présent aucune procédure n'a été définie.

Cependant une calibration de l'appareil se fait à chaque rattachement à quai, avec le calcul de la dérive.

Acquisition et diffusion des données

Les mesures enregistrées se trouvent dans les messages suivant :

- fichiers .BG1 de la centrale TECHSAS ou Typ1*.bgm du DON. Ces fichiers regroupent les mesures de gravité filtrée, les anomalies, les données de navigation ainsi que des informations sur les accéléromètres
- fichiers .BG2 de la centrale TECHSAS ou Typ2*.bgm du DON. Ils contiennent les mesures brutes non filtrées, ainsi que la date des mesures.
- Fichiers .BG3 de la centrale TECHSAS ou Typ3*.bgm du DON. Ils regroupent toutes les informations de calibration de l'appareil, en un message toutes les 10 minutes.

Contrôle et validation des mesures

Contrôle des données

Actuellement aucune sortie graphique temps réel n'est disponible sur l'Atalante, ni sous TECHSAS ni sous Quartao, ni via le logiciel CARAÏBES.

Le contrôle se fait à terre en vérifiant la dérive de l'appareil entre chaque point de rattachement.

Le traitement de la mesure peut se faire aussi à terre sous CARAÏBES.

Validation des données

Il n'existe pas actuellement de logiciel de validation ou de correction de la mesure du BGM-5.

Enregistrement des données

Nom et nature du fichier

Les données sont enregistrées sous la centrale TECHSAS dans le répertoire gra, et sous formes de données de Type1, de Type2, et de Type3.

Format d'enregistrement

\$PAMES,<date>,BGM51,<données><CR><LF> pour les données de type 1.

\$PAMES,<date>,BGM52,<données><CR><LF> pour les données de type 2.

\$PAMES,<date>,BGM53,<données><CR><LF> pour les données de type 3.

Taille d'un enregistrement : 211 octets pour les données de type 1, 760 octets pour les données de type 2, et 215 octets pour les données de type 3.

Description d'un enregistrement

Type1

Champ	Contenu/format	Unité	Type	Octets
Début de message	\$	-	ASCII	0
Émetteur	PA	-	ASCII	1-2
Type de données (Mesures scientifiques)	MES,	-	ASCII	3-6
Horodate				
Date (jour, mois, année)	jj/mm/aa,	-	ASCII	7-15
Heure (h, min, s, 1/1000s)	hh :mm :ss.sss,	-	ASCII	16-28
Données				
Indicatif « Gravimétrie »	BGM51,	-	ASCII	29-34
Indicatif du type de fichier	\$1,	-	ASCII	35-37
Date interne BGM5	jj/mm/aaa,	-	ASCII	38-48
Heure interne BGM5	hh:mm:ss	-	ASCII	49-57
Code qualification	xxxx,	-	ASCII	58-62
Gravité brute filtrée	xxxxxx.xxx,	mGal	ASCII	63-73
Gravité corrigée d'Eötvös	xxxxxx.xxx,	mGal	ASCII	74-84
Anomalie à l'air libre	±xxxx.x	mGal	ASCII	85-92
Anomalie de Bouger	±xxxx.x	mGal	ASCII	93-100
Latitude	xx.xxxxxx,	degrés	ASCII	101-110
Signe Latitude (N/S)	x,	-	ASCII	111-112
Longitude	xxx.xxxxxx,	degrés	ASCII	113-123
Signe Longitude (E/W)	x,	-	ASCII	124-125
Cap	xxx.xx	degrés	ASCII	126-132
Route fond	xxx.xx,	degrés	ASCII	133-139
Vitesse fond	xx.xx,	noeuds	ASCII	140-145
Acc. moyenne le long du cap	±xxxxxx,	mGal	ASCII	146-153

Acc. moyenne perpendiculaire au cap	±xxxxxx,	mGal	ASCII	154-161
Acc. en tangage	±xxxxxx,	mGal	ASCII	162-168
Ecart-type sur Acc. en tangage	xxxxx,	mGal	ASCII	169-174
Acc. En roulis	±xxxxxx,	mGal	ASCII	175-181
Ecart-type sur Acc. en roulis	xxxxx,	mGal	ASCII	182-187
Couple du gyro en tangage	±xx.xxx,	degré/heure	ASCII	188-195
Couple du gyro en roulis	±xx.xxx,	degré/heure	ASCII	196-203
Profondeur	xxxxx	mètre	ASCII	204-208
Fin de message	<CR><LF>	-	ASCII	209-210

Type2

Champ	Contenu/format	Unité	Type	Octets
Début de message	\$	-	ASCII	0
Émetteur	PA	-	ASCII	1-2
Type de données (Mesures scientifiques)	MES,	-	ASCII	3-6
Horodate				
Date (jour, mois, année)	jj/mm/aa,	-	ASCII	7-15
Heure (h, min, s, 1/1000s)	hh :mm :ss.sss,	-	ASCII	16-28
Données				
Indicatif « Gravimétrie »	BGM52,	-	ASCII	29-34
Indicatif du type de fichier	\$2,	-	ASCII	35-37
Date interne BGM5	jj/mm/aaa,	-	ASCII	38-48
Heure interne BGM5	hh:mm:ss	-	ASCII	49-57
gravité brute n°1	xxxxxxx	mGal	ASCII	58-64
gravité brute n°2	xxxxxxx	mGal	ASCII	65-71
...	xxxxxxx	mGal	ASCII	...
gravité brute n°100	xxxxxxx	mGal	ASCII	751-757
Fin de message	<CR><LF>	-	ASCII	758-759

Type3

Champ	Contenu/format	Unité	Type	Octets
Début de message	\$	-	ASCII	0
Émetteur	PA	-	ASCII	1-2
Type de données (Mesures scientifiques)	MES,	-	ASCII	3-6

Horodate				
Date (jour, mois, année)	jj/mm/aa,	-	ASCII	7-15
Heure (h, min, s, 1/1000s)	hh :mm :ss.sss,	-	ASCII	16-28
Données				
Indicatif « Gravimétrie »	BGM52,	-	ASCII	29-34
Indicatif du type de fichier	\$2,	-	ASCII	35-37
Date interne BGM5	jj/mm/aaa,	-	ASCII	38-48
Heure interne BGM5	hh:mm:ss	-	ASCII	49-57
Scale factor ratio	x.xxxxxxx,	-	ASCII	58-67
Scale factor	x.xxxxxxx,	mGal/pulse/frame	ASCII	68-77
Biais	xxxxxxx.x	mGal	ASCII	78-87
Date dernière calibration (jour,mois,année)	jj/mm/aaaa,	-	ASCII	88-98
Heure dernière calibration (heure,minute,seconde)	hh:mm:ss,	-	ASCII	99-107
Dérive	±x.xx,	mGal/jour	ASCII	108-113
Outer oven duty cycle	xxx.x,	%	ASCII	114-119
Accelerometer oven duty cycle	xxx.x,	%	ASCII	120-125
Digitizer oven duty cycle	xxx.x,	%	ASCII	126-131
Pitch scale factor	x.xxxx,	V/V	ASCII	132-138
Roll scale factor	x.xxxx,	V/V	ASCII	139-145
Pitch natural frequency	xx,	mrad/s	ASCII	146-148
Roll natural frequency	xx,	mrad/s	ASCII	149-151
Pitch bias	±xxxxx,	mGal	ASCII	152-158
Roll bias	±xxxxx,	mGal	ASCII	158-165
Pitch gyro scale factor	x.xxxx,	mV/degré/heure	ASCII	166-172
Pitch gyro bias	±xx.xxx,	degré/heure	ASCII	173-180
Roll gyro scale factor	x.xxxx,	mGal	ASCII	181-187
Roll gyro bias	±xx.xxx,	degré/heure	ASCII	188-195
Code type de compensation	x,	-	ASCII	196-197
N° version du software	xx.xx,	-	ASCII	198-203
N° version du firmware	xx.xx,	-	ASCII	204-209
N° série capteur	xxx	-	ASCII	210-212
Fin de message	<CR><LF>	-	ASCII	213-214

Documents de référence

- J.P. ALLENOU, 2002 : Gravimétrie sur la mission MARABI 1, *document interne Genavir*
- J.P. ALLENOU : notions de gravimétrie, *document interne Genavir*

- J. DUBOIS, 1997 : La gravimétrie en mer, *collection « synthèse », institut océanographique Paris, ISSN 1272-0763*
- M.F. LALANCETTE, 1997 : les sources d'erreur en gravimétrie marine, *guide technique EPSHOM*
- LOCKHEED MARTIN , *documents constructeur*

Annexe I : Fiches de rattachement du Gravimètre



N/O L'Atalante

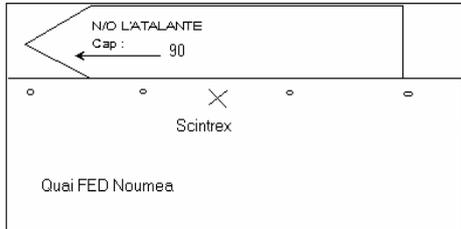
Rattachement du Gravimètre
Lockheed Martin BGM-5
avec un gravimètre de rattachement Scintrex

Feuille N°

BGM 260

date 07-sept-04 Lat. S22 16,12
mission NOUCAPLAC Long. E166 26,036

escale NOUMEA
observateurs PG YK HS
appareil de mesure Scintrex



station de référence:
nom IRD Nouvelle Base
N°
syst. réf. IGSN 71
Gref = 978865,33 mGal
correction IGSN71 0 mGal
Gref IGSN71 = 978865,33 mGal
H. eau à t2: H = 2,30 m

quai: Creux Plein
(coeff C: creux = 0.27; plein = 019)

creux: VRAI
plein: FAUX

observations
NO COMMENT

Station	Grav.	SD.	Tilt x	Tilt y	Temp.	E.T.C.	Dur	#	Rej	Time
1	4353,865	0,083	5	5	-1,50	-0,028	60	0		03:30:20
1	4353,880	0,151	5	4	-1,45	-0,028	60	0		03:32:07
1	4353,890	0,150	3	3	-1,34	-0,028	60	0		03:33:41
1	4353,915	0,355	3	2	-1,28	-0,028	60	0		03:35:49
1	4353,920	0,131	3	1	-1,16	-0,028	60	0		03:38:54
2	4355,195	0,070	-1	-3	-1,23	-0,027	60	0		04:03:17
2	4355,195	0,102	-1	-3	-1,23	-0,027	60	0		04:05:06
2	4355,200	0,072	-1	-3	-1,22	-0,027	60	0		04:08:13
2	4355,200	0,072	-1	-3	-1,22	-0,027	60	0		04:09:49
2	4355,195	0,093	-1	-3	-1,22	-0,027	60	0		04:11:28
3	4353,945	0,066	4	-3	-0,99	-0,022	60	0		05:21:37
3	4353,945	0,090	4	-3	-1,00	-0,022	60	0		05:23:10
3	4353,935	0,063	3	-4	-1,01	-0,022	60	0		05:25:14
3	4353,935	0,092	3	-4	-1,02	-0,021	60	0		05:26:44
3	4353,945	0,076	7	-4	-1,02	-0,021	60	0		05:28:23

heures moyennes

(quai 1) t1 = 03:34
(réf.) t0 = 04:07
(quai 2) t2 = 05:25

dérive du Scintrex: $(G2-G1)/(t2-t1)$
 $DW = 0,025$ mGal/h
 différence quai 1 - référence & quai 2 - référence
 $(G1-G0-DWx(t0-t1)) \approx -1,303$ mGal
 $(G2-G0-DWx(t2-t0)) \approx -1,256$ mGal
 G abs. au quai $[Gref+G2-G0-DWx(t2-t0)]$: $G_{quai} = 978864,027$ mGal
 correction de hauteur $[CQxH]$: $CH = 0,621$ mGal
 G abs. rapporté au navire $[G_{quai} + CH]$: $G_{nav} = 978864,648$ mGal
 GV relative lue sur le BGM-5 (Filtered Gravity): $GV = 978991,06$ mGal

critère moy G1: station 1
critère moy G0: station 2
critère moy G2: station 3

Rattachement précédent

date 25-août-04
escale NOUMEA
Gnav0 978864,70
GV0 978990,17

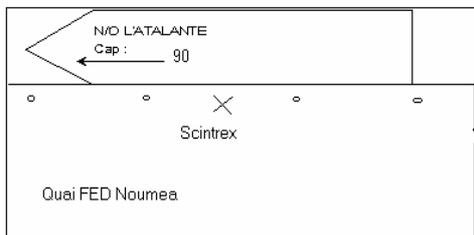
Dérive BGM-5 $[(GV-GV0)-(Gnav-Gnav0)]$:
 $D = 0,9420$ mGal
 $Dm = 2,2101$ mGal/mois
 $Dj = 0,0725$ mGal/jour



date 07-oct-04
mission ZONECO 11

Lat. S22 16,12
Long. E166 26,036

escale NOUMEA
observateurs SL, DD, RC
appareil de mesure Scintrex



station de référence:
nom IRD Nouvelle Base
N°
syst. réf. IGSN 71
Gref = 978865,33 mGal
correction IGSN71 0 mGal
Gref IGSN71 = 978865,33 mGal
H. eau à t2: H = 2,30 m

quai: Creux Plein
(coeff C: creux = 0.27; plein = 019)

creux: VRAI
plein: FAUX

observations
NO COMMENT

Station	Grav.	SD.	Tilt x	Tilt y	Temp.	E.T.C.	Dur	#	Rej	Time
1	4354,525	0,060	2	-3	-1,07	0,054	60	0	0	22:07:21
1	4354,525	0,058	-4	-1	-1,05	0,052	60	0	0	22:11:33
1	4354,520	0,055	0	-4	-1,03	0,049	60	0	0	22:18:54
1	4354,520	0,044	-11	1	-1,03	0,048	60	0	0	22:22:01
1	4354,510	0,064	1	4	-1,03	0,048	60	0	0	22:23:47
2	4355,690	0,128	-1	1	-1,07	0,035	60	0	0	22:54:46
2	4355,695	0,104	-2	1	-1,06	0,034	60	0	0	22:56:37
2	4355,700	0,162	-2	1	-1,07	0,034	60	0	0	22:58:13
2	4355,700	0,085	-2	1	-1,07	0,033	60	0	0	22:59:46
2	4355,700	0,079	-3	1	-1,07	0,032	60	0	0	23:02:49
3	4354,365	0,048	6	-3	-1,06	0,004	60	0	0	00:06:05
3	4354,370	0,054	1	-3	-1,02	0,002	60	0	0	00:09:42
3	4354,370	0,044	0	-4	-1,01	0,002	60	0	0	00:11:13
3	4354,375	0,049	1	-5	-1,01	0,001	60	0	0	00:12:45
3	4354,380	0,051	0	-7	-1,00	0,001	60	0	0	00:14:15

heures moyennes

(quai 1) t1 = 22:16
(réf.) t0 = 22:58
(quai 2) t2 = 00:10

dérive du Scintrex: $(G2-G1)/(t2-t1)$
 $G1 = 4354,52$ mGal (quai 1) $DW = 0,007$ mGal/h
 $G0 = 4355,70$ mGal (référence)
 $G2 = 4354,37$ mGal (quai 2)
 différence quai 1 - référence & quai 2 - référence
 $(G1-G0-DWx(t0-t1))$ -~~Exp~~ -1,177 mGal
 $(G2-G0-DWx(t2-t0))$ -~~Exp~~ -1,325 mGal
 G abs. au quai $[Gref+G2-G0-DWx(t2-t0)]$: $Gquai = 978864,153$ mGal
 correction de hauteur $[CQxH]$: $CH = 0,621$ mGal
 G abs. rapporté au navire $[Gquai + CH]$: $Gnav = 978864,774$ mGal
 GV relative lue sur le BGM-5 (Filtered Gravity): $GV = 978992,35$ mGal

critère moy G1: station 1
critère moy G0: station 2
critère moy G2: station 3

Rattachement précédent

date 07-sept-04
escale NOUMEA
Gnav0 978864,70
GV0 978990,17

Dérive BGM-5 $[(GV-GV0)-(Gnav-Gnav0)]:$
 $D = 2,1040$ mGal
 $Dm = 2,1391$ mGal/mois
 $Dj = 0,0701$ mGal/jour