



Traitement et analyse de profils sismiques Très Haute Résolution au large de l'Algérie

Guillaume BERLIVET

Rapport de stage _ partie technique

079^{ème} promotion

Maître de Stage : Jacques DEVERCHERE

Tuteur : Pascale LUTZ

Année

2016-2017

Résumé

Mots-clés

Marge algérienne, time delay, profil sismique, unité sédimentaire, plateau continental

Remerciements

Je tiens à remercier les personnes qui ont contribué au bon déroulement du stage, à commencer par mon maître de stage, M. Jacques DEVERCHERE, enseignant-chercheur à l'Université Européen de la Mer (IUEM) à Plouzané, pour son accueil, sa disponibilité et ses conseils.

Je remercie également Mme Frauke KLINGELHOEFER, M. Antonio CATTANEO et M. Bruno MARSSET, chercheurs à l'Ifremer, pour leurs explications géologiques et informatiques.

➤ Introduction

Le stage s'est déroulé du 30 juin au 20 juillet 2017 et du 21 août au 27 octobre 2017, au sein des locaux de l'IUEM à PLOUZANE.

L'objet du stage porte sur l'étude de la marge algérienne au large de Boumerdes et de Zemmouri à partir de données acquises lors de quatre campagnes différentes : MARADJA, MARADJA2, SPIRAL (Sismique Profonde et Investigation Régionale du Nord de l'Algérie) et PRISME (Penfeld pour l'étude des Risques d'Instabilités sédimentaires et des Systèmes turbiditiques en Méditerranée occidentale) menées entre 2003 et 2009. Les outils mis à disposition pour mener ce travail sont les logiciels ArcGis, OpendTect et Matlab. Les personnes ayant contribué au bon déroulement du stage sont Antonio CATTANEO, chercheur de l'Ifremer, Frauke KLINGELHOEFER, chercheuse de l'Ifremer, et Jacques DEVERCHERE, enseignant-chercheur de l'IUEM.

Les différentes campagnes ont été menées car les connaissances sur cette marge algérienne étaient limitées, voire faibles au début des années 2000.

Le travail consiste au traitement de différents profils sismiques HR et THR et en l'observation de différentes unités dans le sous-sol supérieur et superficiel du plateau de la marge algérienne, puis de relier ces unités avec les autres profils. La méthode THR permet une reconnaissance des sols superficiels. Le logiciel OpendTect permet de connaître dans l'espace l'emplacement des différents profils et d'observer l'allure des différents profils. Il permet aussi de connaître les emplacements des différentes intersections des profils.

Le stage s'est déroulé en 3 parties :

- une étude bibliographique portant sur la marge algérienne et sur les outils qui permettent d'exploiter les données mises à disposition.

- un traitement de données mettant en œuvre différents logiciels : Matlab, OpendTect ainsi qu'un traitement appliqué sous le terminal de Linux.

- une analyse de profils situés au niveau de la bordure du plateau continental situé au nord de l'Algérie afin de s'intéresser aux différentes unités sédimentaires superficielles supérieures.

Le premier mois du stage était composé de l'étude bibliographique afin de prendre connaissance de la zone d'étude, les techniques utilisées dans le prélèvement de données ainsi que le pourquoi des campagnes menées dans cette zone.

Ensuite, pendant environ un mois et demi, le travail consistait au traitement des données, avec l'utilisation de logiciels qu'il fallait aussi s'approprier et prendre en main.

Enfin, pendant les trois dernières semaines de stage, le travail portait sur l'analyse de profils situés en bordure du plateau continental, en relevant les différentes unités sédimentaires observées au niveau de la partie supérieure des profils.

Table des matières

Table des illustrations

Liste des abréviations, symboles, unités

BP : Before Present

ES : Erosional Surface

HR : Haute Résolution

HST : High-Stand Systems Tract

IUEM : Institut Universitaire Européen de la Mer

LGM : Last Glacial Maximum

MES : Margin Erosion Surface

MFS : Maximum Flooding Surface

THR : Très Haute Résolution

TST : Transgressive Systems Tract

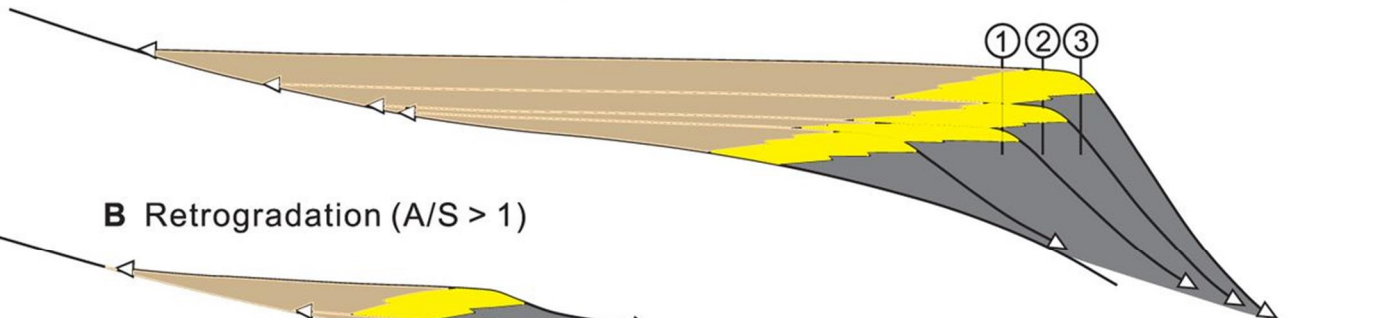
UBO : Université de Bretagne Occidentale

UTM : Universal Transverse Mercator

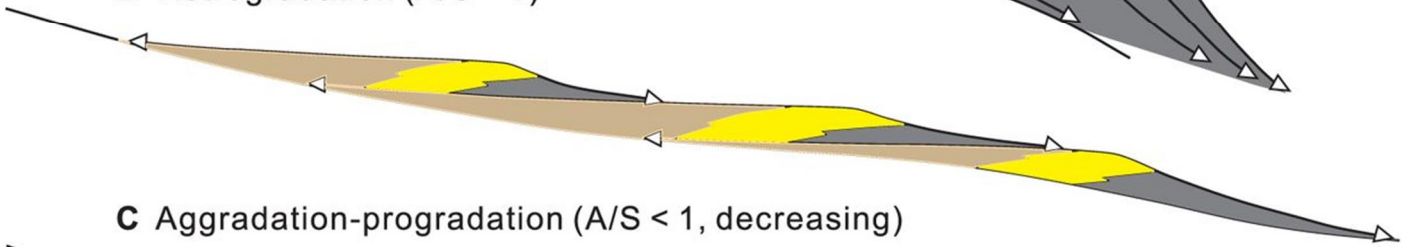
Glossaire

Aggradation : accumulation de sédiments dans le lit d'un cours d'eau et ses environs directs. Elle survient lorsque l'apport de sédiments excède les capacités de transport du cours d'eau.

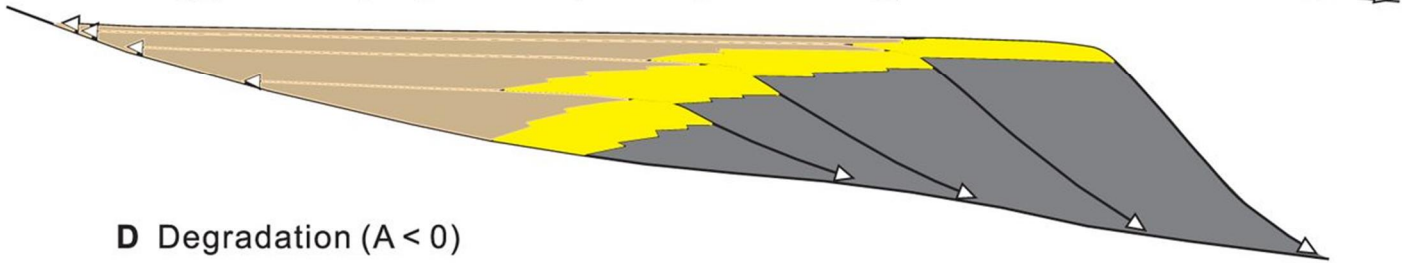
A Progradation-aggradation ($A/S < 1$, increasing)



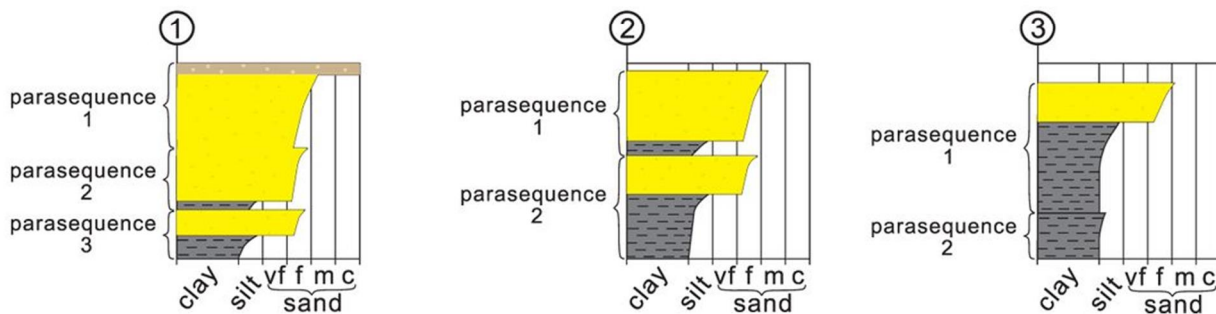
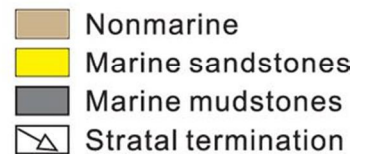
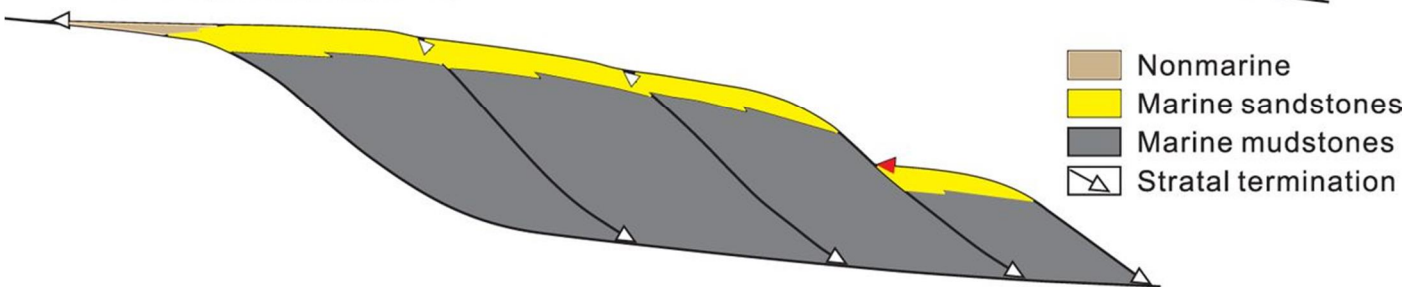
B Retrogradation ($A/S > 1$)



C Aggradation-progradation ($A/S < 1$, decreasing)



D Dégradation ($A < 0$)



<http://jsedres.sepmonline.org/content/82/9/723/F14.large.jpg>

Before Present : Il est utilisé en archéologie, géologie, climatologie pour désigner les âges exprimés en nombre d'années comptées vers le passé à partir de l'année 1950. Et plus symboliquement à partir du 1^{er} janvier 1950.

Cela s'applique aux méthodes de datation absolue (ex : dates déterminées par la méthode du carbone 14).

Chirp : sondeur de sédiments. Les données acquises peuvent être utilisées pour réaliser des études qualitatives des structures géologiques et des processus sédimentaires. Les données peuvent aussi être exploitées pour estimer des paramètres géoacoustiques (science traitant des infrasons observables sur terre) et permettre de caractériser l'environnement géologique.

Clinoforme : Partie moyenne d'une configuration d'une sédimentation se développant latéralement. Chacun de ces types de clinoforme possède une répartition de faciès et une architecture qui lui est propre, en particulier pour ce qui concerne l'angle des clinoformes, le partitionnement des dépôts de part et d'autre de la bordure de la plateforme au sein des cycles A/S (accommodation/production sédimentaire), l'évolution des paramètres paléo-écologiques et des systèmes bio-sédimentaires, etc.

Il s'agit d'une forme morphologique progradante en oblique par rapport au substratum d'une aire de dépôt sur la zone frontale du talus littoral ou deltaïque.

Courants hyperpycnaux : Masse d'eau chargée de matériaux détritiques en suspension et qui, en raison de sa forte densité, s'écoule en continu par gravité jusqu'aux grands fonds

Environnement néritique : se situe entre la zone littorale et le rebord du plateau continental.

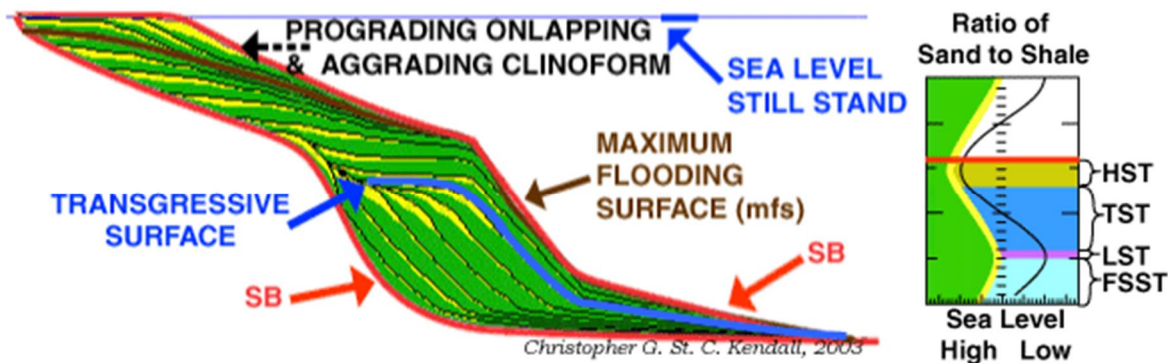
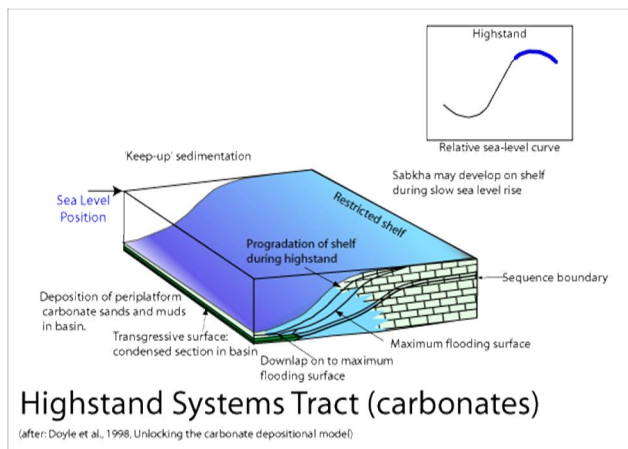
Faille chevauchante : ou faille inverse, accompagne une compression.

Faille décrochante : accompagne un mouvement de coulissage essentiellement horizontal. Le décrochement peut être dextre ou senestre.

Fuage : Lente descente du sol, consistant en une infinité de petits déplacements des particules meubles, les unes par rapport aux autres, sous l'effet de la pesanteur et qui constitue l'un des principaux processus de façonnement des versants sous couverture végétale dense.

HST : Les dépôts progradants se forment quand le taux d'accumulation de sédiment dépasse celui de l'espace disponible. Cet HST constitue la partie supérieure des systèmes qui forment une séquence stratigraphique, et repose directement sur le « Maximum Flooding Surface » (MFS) formé quand les sédiments marins atteignent leur position la plus proche de la terre. Ce système tracté est plafonné par une séquence fixe :

<http://www.sepmstrata.org/Terminology.aspx?id=systems%20tract>



Voir : <http://www.sepmstrata.org/Terminology.aspx?id=highstand%20systems%20tract>

Klippe : Le terme klippe, d'abord utilisé dans les Karpathes, désignait des masses calcaires formant relief dans des terrains tendres. Ce sens ancien s'est conservé lorsque l'on parle, pour les Karpathes, de zone des klippes. Ces

formations ne correspondent plus à l'acceptation actuelle du terme klippe ; ce sont des lentilles stratigraphiques ou des écaillés tectoniques.

Last Glacial Maximum (LGM) : Le LGM était la dernière période dans l'histoire du climat de la Terre pendant la dernière période de glaciation quand les calottes glaciaires étaient à leur plus grande extension. La croissance de ces calottes a atteint son maximum il y environ 26 500 ans. La déglaciation a commencé dans l'hémisphère Nord il y a environ 20 000 ans et dans l'Antarctique il y a environ 14 500 ans, ce qui est cohérent avec l'évidence que c'était la première cause d'une augmentation sévère du niveau marin il y a 14 500 ans.

Les vastes calottes glaciaires couvraient la plupart de l'Amérique du Nord, le nord de l'Europe et l'Asie. Elles ont profondément affecté le climat terrestre en causant des sécheresses, des désertifications et une chute dramatique du niveau des eaux. Cette période a été suivie par le Tardiglaciaire (18 000 BP).

Linux : système d'exploitation, comme Windows ou MacOS X, associant des éléments essentiels du projet GNU et le noyau Linux. Son utilisation est différente par rapport à Windows, mais elle permet de comprendre vraiment ce

Margin Erosion Surface (MES) : surface d'érosion des marges (environ 5.6 Ma), liée à l'abaissement majeur du niveau marin.

Maximum Flooding Surface (MFS) : 1st: Le MFS sépare le TST sous-jacent du HST sus-jacent. La surface marque aussi le faciès de l'eau la plus profonde au sein de la séquence. Le MFS représente le changement des modèles d'empilement de para-séquences de rétrogradation à progradation. Il montre communément l'évidence d'un dépôt condensé ou lent, comme l'accumulation de terriers abondants, de fonds durs, de minéralisation et de fossiles. Sur les logs, les schistes qui recouvrent immédiatement le MFS ont différents caractéristiques que les autres schistes et peuvent souvent être reconnus sur des logs de résistivité, gamma-ray, neutron et de densité. Ces schistes peuvent aussi être reconnus à l'aide d'une analyse effectuée par électro-faciès lorsque cela est nécessaire ou approprié.

2nd: La reconnaissance sismique du MFS dans les environnements côtiers et néritiques nécessite un log et une calibration bio-stratigraphique détaillés.

Les signaux biologiques indicatifs pour les MFS dans ces environnements sont :

- Un afflux brusque d'espèces marines de petites tailles (plancton) et un afflux associé de foraminifères en eau plus profonde.
- La mangrove est dominée par des sédiments de la plaine basse-costale.

En eau plus profonde, le MFS est trouvé dans une zone d'inondation maximale. Les sédiments consistent généralement en des boues massives héli-pélagiques. Les dépôts homogènes sont généralement caractérisés par un faciès sismique transparent.

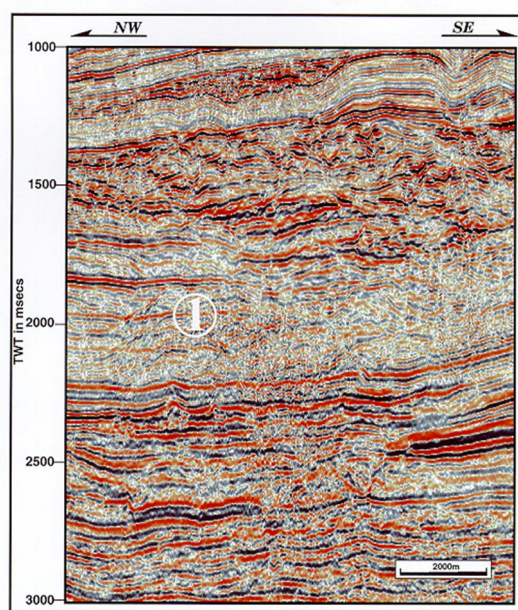


Illustration d'un MFS en 1

(Figure 4.29).

Les signaux biologiques indiquent pour le MFS au niveau du plateau médian et des environnements extérieurs néritique et bathyal :

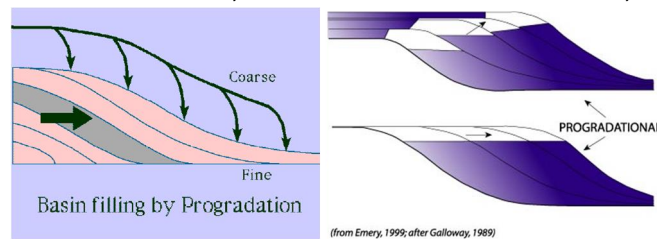
- Une zone de faune abondante et diverse, dans laquelle le MFS doit être identifié.

Régulièrement, des intervalles de sédiments pélagiques à héli-pélagiques qui sont vides de matériaux terrigènes sont rencontrés en sous-sol. Ce sont des sections condensées qui peuvent avoir les mêmes caractéristiques biostratigraphiques que le MFS. Il pourra être réalisé que leur bio-signal peut aussi résulter du lobe du delta changeant, de la fusion du canal ou des canalisations, du drapage sur schiste, etc.

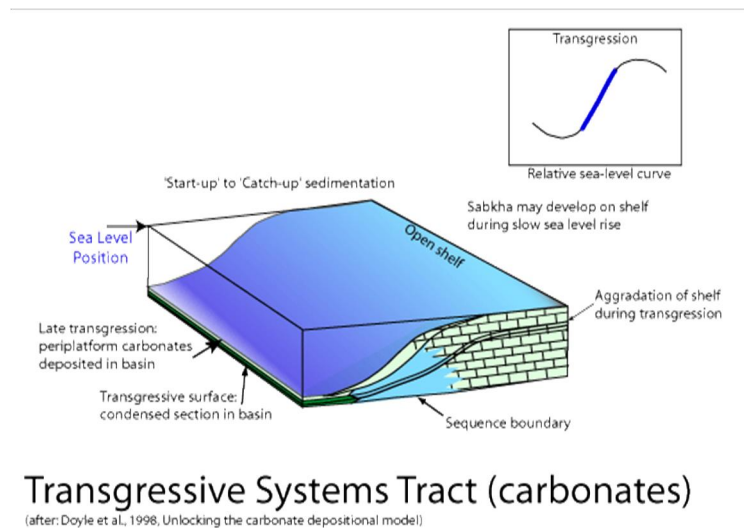
multiple : Rai sismique traversant plus de 2 fois une couche du sol au cours de son trajet entre la source sismique et le récepteur.

Prodelta : C'est la partie du delta de la rivière qui est le plus offshore (en mer) et dans lequel le dépôt se fait le plus lentement.

Progradation : Avancée de la terre dans la mer, au niveau des zones d'accrétion, comme un delta par exemple.



TST : Transgressive Systems Tract : les dépôts sont accumulés depuis la partie supérieure de la transgression costale jusqu'au maximum de la transgression costale.



Voir : <http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=278>

➤ **Panorama des prestations mises en œuvre par la société pour ses clients.**

L'IUEM est avant tout une école universitaire, dépendante de l'UBO, qui a pour but de former de futurs géologues en lien avec la mer. En effet, cet institut propose des cours en relation directe avec la mer, comme l'océanographie ou la biologie marine entre autres (voir rapport partie_entreprise pour plus de détails), ainsi que des sorties sur le terrain.

D'autre part, les enseignants-chercheurs vont aussi participer à des missions, comme par exemple les campagnes menées au large de l'Algérie (MARADJA1), pour acquérir de nouvelles données à des endroits ciblés au préalable, pour ensuite publier leur étude. L'IUEM travaille régulièrement en partenariat avec l'IFREMER, le CNRS et l'IRD sur les différentes missions.

En plus des élèves de licence et de master, l'institut abrite aussi des doctorants, qui travaillent sur une thèse. Ils gardent une relation avec un ou plusieurs enseignants et/ou chercheurs pour mener à bien leur travail.

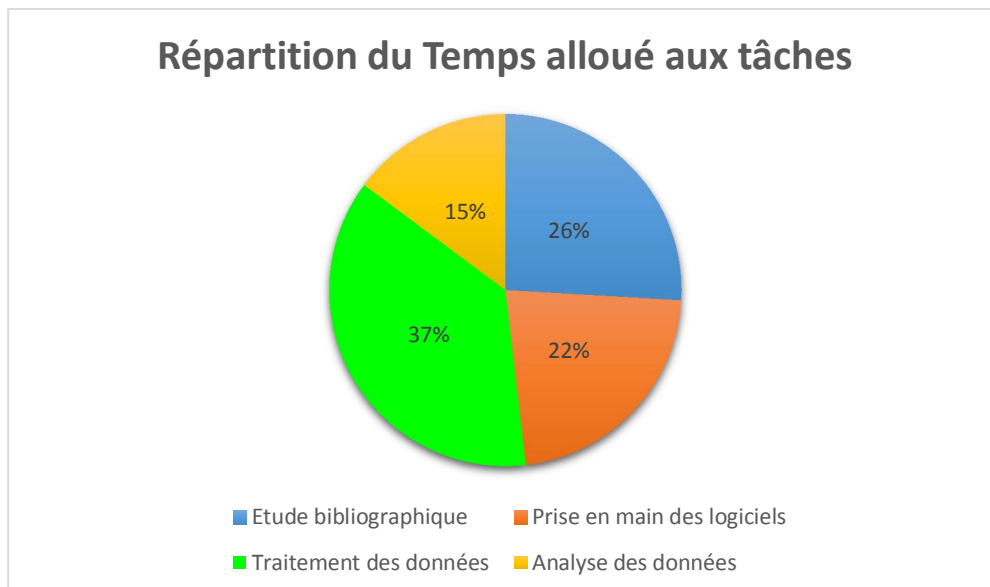
Des soutenances de thèses ont aussi lieu dans l'Institut, ce qui permet d'attirer de nombreux géologues, qu'ils viennent du monde de l'entreprise ou universitaire.

Des écoles d'été sont aussi mises en place afin de présenter des sujets d'études à des étudiants étrangers.

➤ **Présentation des activités de l'élève au sein de l'entreprise et des compétences acquises dans ce cadre, avec des exemples et preuves. Utiliser si possible des tableaux, camemberts de répartition des temps passés, etc.**

Pendant ce stage, un suivi de quelques activités d'un enseignant-chercheur a été possible, comme l'assistance à un retour de thèse d'une élève doctorante, une réunion bilan entre enseignants-chercheurs, des soutenances de thèses, ...

Activités :



Les activités menées lors de ce stage sont les suivantes :

- recherche et analyse bibliographiques,
- prise en main de logiciels (ArcGis, OpendTect, Matlab),
- combiner des données issues de quatre campagnes différentes, les associer et les corrélérer,
- traitement et analyse de données au moyen de plusieurs logiciels informatiques (Matlab, OpendTect, ArcGis) ainsi qu'avec le terminal sous Linux.

Ces outils informatiques mettent en œuvre des programmations qui vont permettre ici de modifier la qualité des profils et ainsi permettre de les visualiser correctement et donc de pouvoir les exploiter et les analyser.

Parallèlement à ces activités, une rédaction de deux rapports de stage, l'un concernant la partie entreprise, l'autre la partie technique, était développée.

- **Géologie: l'élève veillera à allouer au minimum une page du rapport à la géologie (contexte régional de l'étude, nature du sous-sol, typologie du gisement, phénomènes analogues,...). Un extrait de carte géologique à 1/50 000 (pour les stages en France), habillé, sera opportunément consigné en annexe et appelé dans le corps de texte.**

L'étude prend lieu au niveau de la marge continentale algérienne, c'est-à-dire au Nord de l'Algérie, dans la Mer Méditerranée. La typologie des fonds marins est la suivante : le plateau continental situé près des côtes, puis une rupture de pente, qui comprend de nombreux canyons ainsi que des glissements, puis enfin la plaine océanique, ponctuée par endroit d'amas de sels.

C'est probablement la zone de la Méditerranée qui souffre des plus importantes lacunes de données en ce domaine, pour des raisons historiques: aucune donnée précise de multifaisceaux et de sismique haute résolution n'est disponible sur la plus grande partie des 1000 kilomètres de côte, qui représentent pourtant une zone peuplée, soumises à un risque sismique important.

C'est pour combler ces lacunes que différentes campagnes ont été menées dans cette zone (MARADJA, MARADJA2, SPIRAL, PRISME).

La campagne océanographique MARADJA, qui s'est déroulée du 21/08/2003 au 18/09/2003 sur le bateau « Le Suroît » (IFREMER), a pour but d'améliorer les modèles de déformation de la marge algérienne ainsi que l'évaluation du risque, en remédiant à l'insuffisance des connaissances géomorphologiques et structurales sur la marge. Les objectifs peuvent se résumer en 5 grandes actions :

- (1) Cartographie en réflectivité et bathymétrie, ainsi que l'enracinement superficiel des failles actives.
- (2) Style, importance relative et distribution de la déformation, rôle de l'héritage tectonique.
- (3) Instabilités gravitaires et effets du sel messinien en bas de pente (la crise de salinité messinienne est un événement géologique qui correspond à l'assèchement (ou aux assèchements successifs) de la mer Méditerranée, durant le Messinien (fin du Miocène). L'évènement s'est déroulé il y a entre 5,96 et 5,33 millions d'années).
- (4) Tests des modèles de déformation de la marge.
- (5) Apports aux reconstructions géodynamiques du nord de l'Algérie et du domaine Alboran.

La déformation sous-marine au pied de marge est par contre très mal connue.

La pente algérienne est un exemple connu pour l'instabilité sédimentaire, notamment sous l'influence de grands séismes comme en 1954 (à Orléansville, 1500 victimes) et 1980 (à El-Asnam, ex-Orléansville, 2633 victimes).

La limite Nord de l'Afrique est une véritable limite de plaque où au moins la moitié de la déformation (rapprochement Afrique-Europe) est absorbée par des structures en mer, à des vitesses de l'ordre de 3 mm/an. C'est pourtant le secteur sous-marin jusqu'alors le moins connu en Méditerranée. Le séisme de Boumerdès (2003) de magnitude 6.8 est une des manifestations tragiques de cette déformation active. C'est pourquoi le projet de MARADJA2 a pour but de répondre au besoin urgent d'identification des structures actives majeures en mer pour une évaluation correcte du risque sismique côtier, et notamment de progresser sur la connaissance précise de l'impact de la rupture de Boumerdès en 2003 au pied de la marge.

La mission PRISME de 2007 s'est déroulée pendant un mois environ en mer Méditerranée. Plus précisément au niveau du golfe du Lion, du canyon du Var, du chenal d'Ibiza et le long de la marge algérienne. Les cibles d'études lors de cette campagne s'intéressaient principalement au fonctionnement des systèmes turbiditiques et des glissements sous-marins.

Le programme de recherche SPIRAL (SPIRAL « Sismique Profonde et Investigation Régionale du Nord de l'Algérie ») vise à étudier la structure profonde de la marge nord-algérienne au moyen de méthodes sismiques de « grande pénétration » : par sismique-réflexion verticale basse fréquence, ou aussi par sismique-réflexion grand-angle et réfraction avec mise en œuvre de stations d'écoute disposées en fond de mer et à terre.

- Développement d'un(e) ou deux travaux / études / chantiers particulier(e)s, choisi(e)s pour leur bonne représentativité des tâches allouées à l'élève et la possibilités qu'ils(elles) offrent d'un approfondissement technique. Le vocabulaire de l'argumentation et de la démonstration, ou à caractère explicatif, sera toujours apprécié, en complément des propos descriptifs.

Un des travaux proposés étaient l'affichage et le traitement des données acquises lors des campagnes MARADJA, MARADJA2, PRISME et SPIRAL. Pour réaliser cela, différents logiciels mis à disposition ont été nécessaires pour mener à bien ce travail.

Dans un premier temps, voici les différents outils employés :

Logiciel ArcGis

C'est un logiciel d'information géographique ou SIG. Une donnée est dite géographique lorsqu'elle fait référence à un objet localisé à la surface de la Terre.

Le logiciel ArcGis va nous permettre ici de localiser et de visualiser l'emplacement des différents profils effectués lors des différentes campagnes au large de l'Algérie.

On observe ici au NW de l'Algérie, l'emplacement de profils, en mauve, nommés Pxxx, qui correspondent aux profils réalisés lors de la campagne PRISME.

Au Nord et NE de l'Algérie, on observe en rouge, des profils nommés mxxx qui correspondent à ceux pris lors de la campagne MARADJA.

Enfin, au NE de l'Algérie, les profils en vert nommés cxxx correspondent à ceux de MARADJA2.

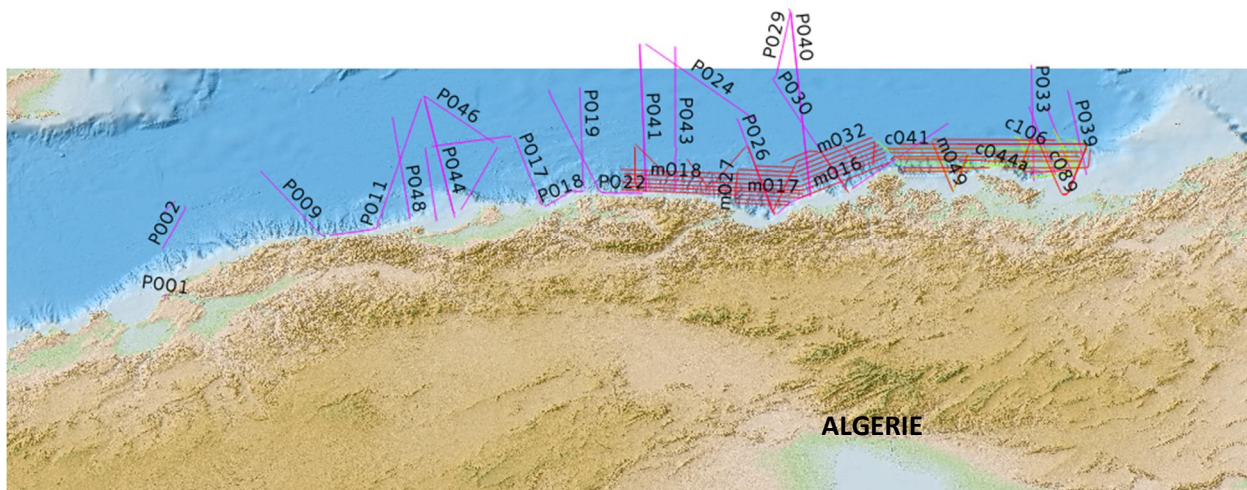


Fig n°xxx : Carte montrant l'emplacement des profils acquis lors des campagnes menées au large de l'Algérie sous ArcGis

Logiciel OpendTect

OpendTect est un logiciel d'interprétation sismique, de visualisation et d'interprétation des données sismiques multi-volume.

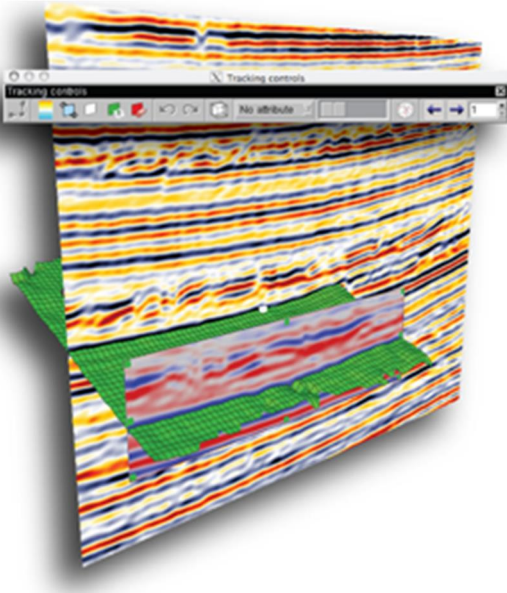
Les différentes fonctions que propose le logiciel OpendTect sont :

- Visualisation 2D & 3D
- Data IO via SEG Y, LAS, ASCII
- Horizon trackers, fault sticks & planes : traceurs d'horizon, des (baguettes, bouts, bâtons) de failles et des plans de failles.

http://www.scminc.com/port/SCM_Fault_QC_Petrel_2010.pdf

L'intersection d'une section sismique et d'un plan de faille définit une ligne. Si cette ligne est digitalisée et stockée dans l'interprétation sismique, ceci est appelé un bâton de faille. Plusieurs bâtons représentant une faille sont normalement regroupés ensemble dans un fichier. De temps en temps, ceux-ci sont convertis de bâtons en horizons, de façon à ce qu'ils puissent être interprétés comme horizon.

Il y a plusieurs modes pour l'horizon tracker : L'auto-track mode, le line tracking mode, le tracking software supports, pour éditer des surfaces « tracked ». Des zones peuvent être retirées de la surface et re-tracked après avoir pointé de nouveaux points, ou bien changé des paramètres du tracking. Certaines absences de données peuvent être complétées automatiquement avec des algorithmes d'interpolation.



ci-contre un exemple d'un profil sismique sous OpendTect

- Interactive attribute analysis : Analyse d'attributs interactive
- Well tie, wavelets → vaguelettes
- Conversion Temps-Profondeur
- Corps 3D

OpendTect est un logiciel qui va permettre d'afficher non seulement l'emplacement des différents profils effectués, mais aussi les profils sismiques obtenus. Grâce à ce logiciel, la mise en relation de plusieurs profils est donc possible. Il va aussi permettre de vérifier certaines continuités entre différentes unités sédimentaires observées au niveau des profils.

Difficultés rencontrées dans l'utilisation d'OpendTect:

Même si ce logiciel facilite grandement l'observation, l'analyse, la mise en relation des profils, quelques difficultés sont intervenues lors de son utilisation. En effet,

- Dans l'import de fichiers .sgy et .seg, un message d'erreur ou un message d'attention apparaissait lorsque l'utilisateur cliquait sur la touche « importer », ceci étant dû à la présence de données dans les fichiers .NAV correspondant aux fichiers .sgy et .seg, qui n'étaient pas écrites initialement dans la bonne unité. Pour importer correctement les données, il faut donc convertir ces données de localisation des différents profils en UTM. UTM signifie Universal Transverse Mercator (Transverse Universelle de Mercator : type de projection cartographique conforme de la surface de la Terre. Ces coordonnées dites de projection sont avantageuses comparées aux coordonnées géographiques car elles sont basées sur un système décimal, plus facile pour les calculs qu'avec un système sexagésimal. Ce système est dit « rectangulaire » et est mesuré en kilomètres, cela permet de calculer directement des distances approximatives à partir des coordonnées UTM). Il est aussi possible de passer de latitude et longitude aux coordonnées UTM.
- Il faut aussi faire attention aux fichiers .seg, qui ne sont pas reconnus immédiatement par le logiciel lors de l'importation des fichiers. En effet, le logiciel OpendTect ne reconnaît dans un premier temps que les fichiers

.sgy, .SGY, .segy quand on veut importer des fichiers SEG-Y. Il faut sélectionner « All files » lors de l'import puis cliquer sur le fichier .seg voulu pour pouvoir l'importer.

- Problème de capacité de mémoire du logiciel : il faut veiller à ne pas dépasser la capacité maximale du logiciel lors de l'affichage et la visualisation des profils, sous risque de perte ou de détérioration de données. Pour cela, il y a un emplacement sur l'interface du logiciel qui indique la mémoire restante au fur et à mesure de l'affichage des différents profils. La mémoire maximale est de 5.1 GB. Le souci qui en découle est qu'il ne peut y avoir que quelques profils affichés à l'écran en même temps.
- Certains profils déjà présents dans la base sont erronés. Effectivement, certains profils ont une ligne de navigation douteuse, arrivant parfois jusque loin dans les terres algériennes. Ceci est impossible car les profils sont effectués par bateau.
- D'autres profils sont quant à eux situés trop au large de la côte et leur intérêt est donc réduit à connaître la profondeur du plancher océanique (utile d'un point de vue bathymétrique).
- Enfin, certains profils ne s'affichent pas. Pour cause, il faut bien vérifier la taille des profils enregistrés dans la base, certains ayant une taille de 0 ko ou inférieure à 1000 ko. Ces profils sont donc abandonnés voire supprimés.

Travail sous MATLAB :

MATLAB (« matrix laboratory ») est un langage de programmation de quatrième génération émulé par un environnement de développement du même nom ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The MathWorks, MATLAB permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en œuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran. Les utilisateurs de MATLAB (environ un million en 20042) sont de milieux très différents comme l'ingénierie, les sciences et l'économie dans un contexte aussi bien industriel que pour la recherche. Matlab peut s'utiliser seul ou bien avec des toolbox (« boîte à outils »).

Matlab contient plusieurs applications :

- Mathématiques, statistiques, optimisations
- Analyse et conception de systèmes de contrôle
- Traitement des signaux et communications
- Traitement des images et vision industrielle
- Test et mesure
- Finance computationnelle
- Biologie computationnelle
- Génération de code

De nombreuses données ont été acquises et récupérées lors des différentes campagnes menées au large de l'Algérie. Cependant, des profils restaient inexploitable, notamment ceux de la campagne PRISME, car ils n'étaient pas lisibles par le logiciel OpendTect. En effet, lors de l'importation de ces profils dans OpendTect, les cas suivants surviennent :

- pour les fichiers .sgy, un message d'erreur s'affiche : "Input contains too many (1000+) identical positions".
- pour les fichiers .seg, l'importation se charge correctement, mais rien n'apparaît après avoir cliqué sur "Select 2D lines".

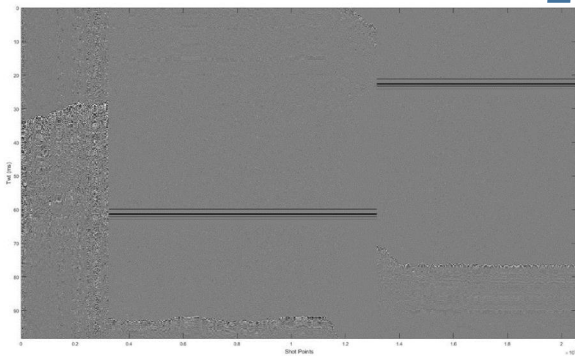
Le problème venait du format de la Nav (Navigation) qui doit être nécessairement en format UTM, seul format lisible par OpendTect.

MATLAB va nous permettre dans un premier temps de visualiser l'état brut de ces données. Ensuite, avec l'application de différents programmes, des profils exploitables seront obtenus.

Différents cas seront alors observables :

Dans l'idéal :

Avant traitement :



Après traitement :

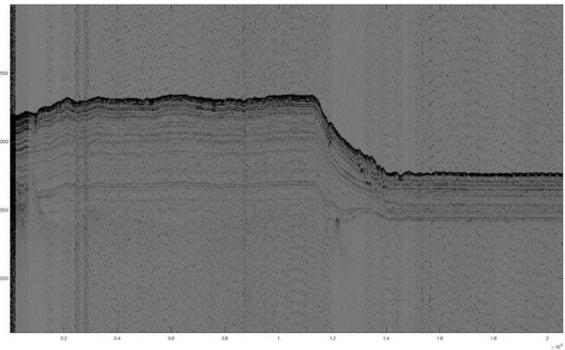


Fig n°xxx : allure d'un profil affiché sur Matlab avant et après son traitement, dans le cas idéal

Il est nécessaire d'appliquer des scripts sur chaque profil, sous Matlab, afin d'obtenir quelque chose d'exploitable.

Tout d'abord, pour afficher le profil dans son état initial, on applique le script visuSEG.m (Voir Annexe 1)

Après l'application de ce script, on obtient :

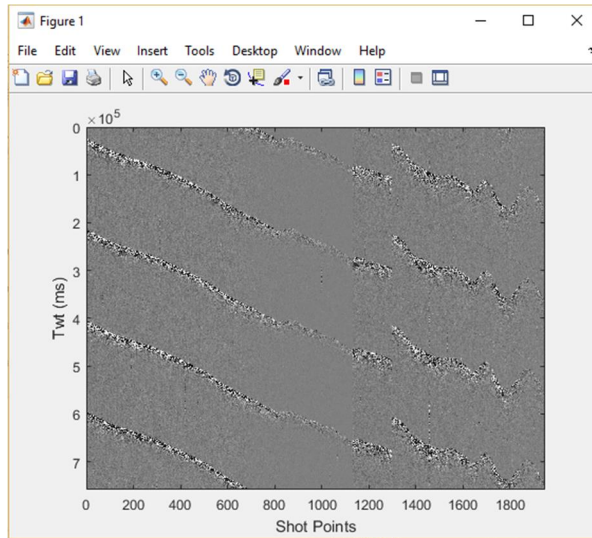


Fig n°xxx : Profil CHxxxx non traité

Le profil n'est clairement pas exploitable, c'est pourquoi il faut appliquer une correction, par l'intermédiaire du script visucorr.m (voir ANNEXE 2).

Après cela, les cas suivants sont observables:

- **1) Un message d'erreur s'affiche :**

Error using fread
Invalid size.

Error in visucorr (line 70)

```
dummy2 =
fread(fid,nt-(jv(1)-3)*2,'integer*2');
```

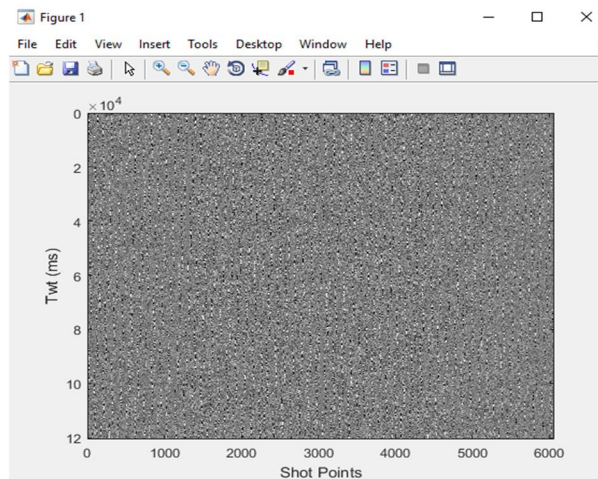


Fig n°xxx : allure d'un profil CHxxx affiché sur Matlab après son traitement dans le cas d'un message d'erreur

Le profil n'est et ne sera pas exploitable, il est donc abandonné.

- **2) Autre cas possible :**

Dans un premier temps, Le script va permettre d'afficher le profil initial affiné. On observe ici une discontinuité au niveau du 2250^e tir (shot points). Ce script va de lui-même corriger cela, en repérant la ligne noire notée 1 ci-dessous.

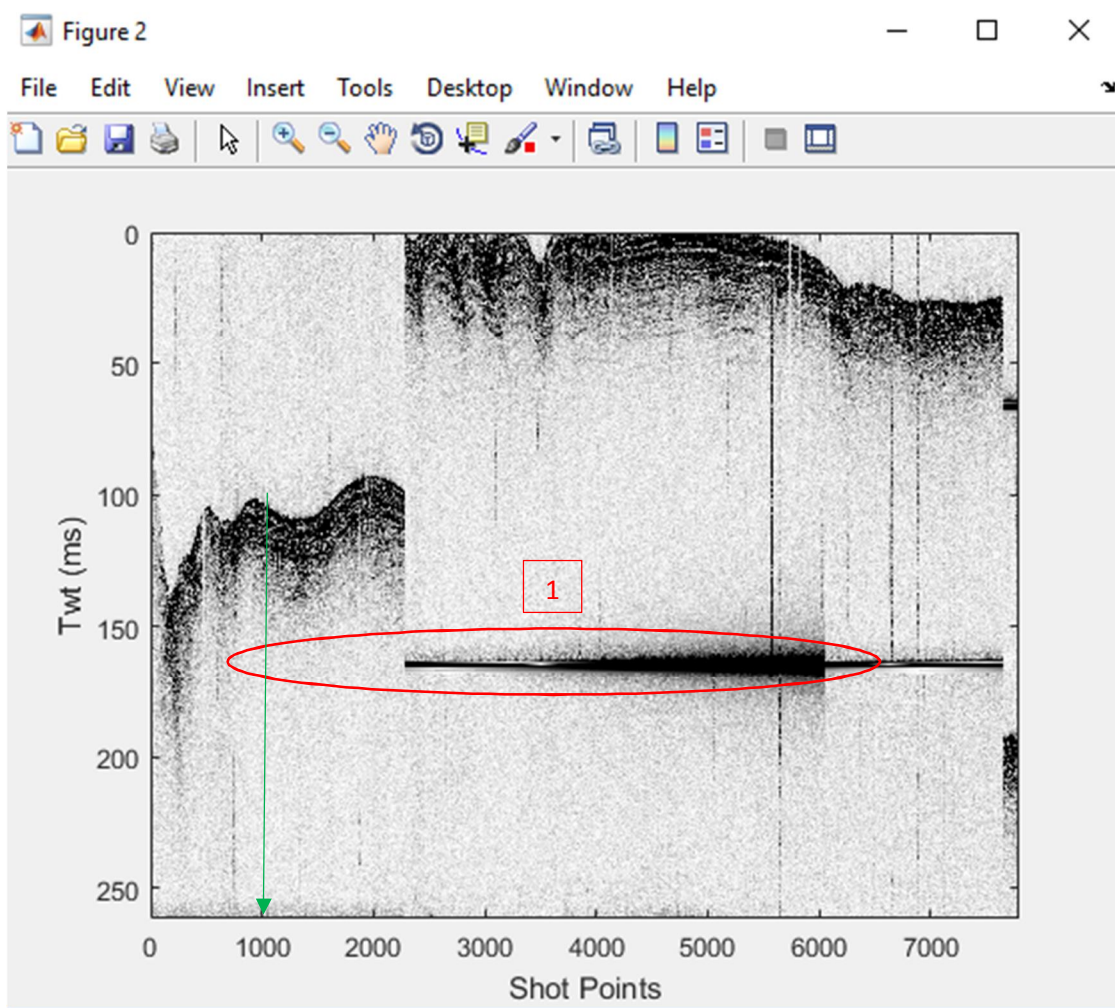


Fig n°xxx : allure du profil CHxxx affiché sur Matlab avant son traitement

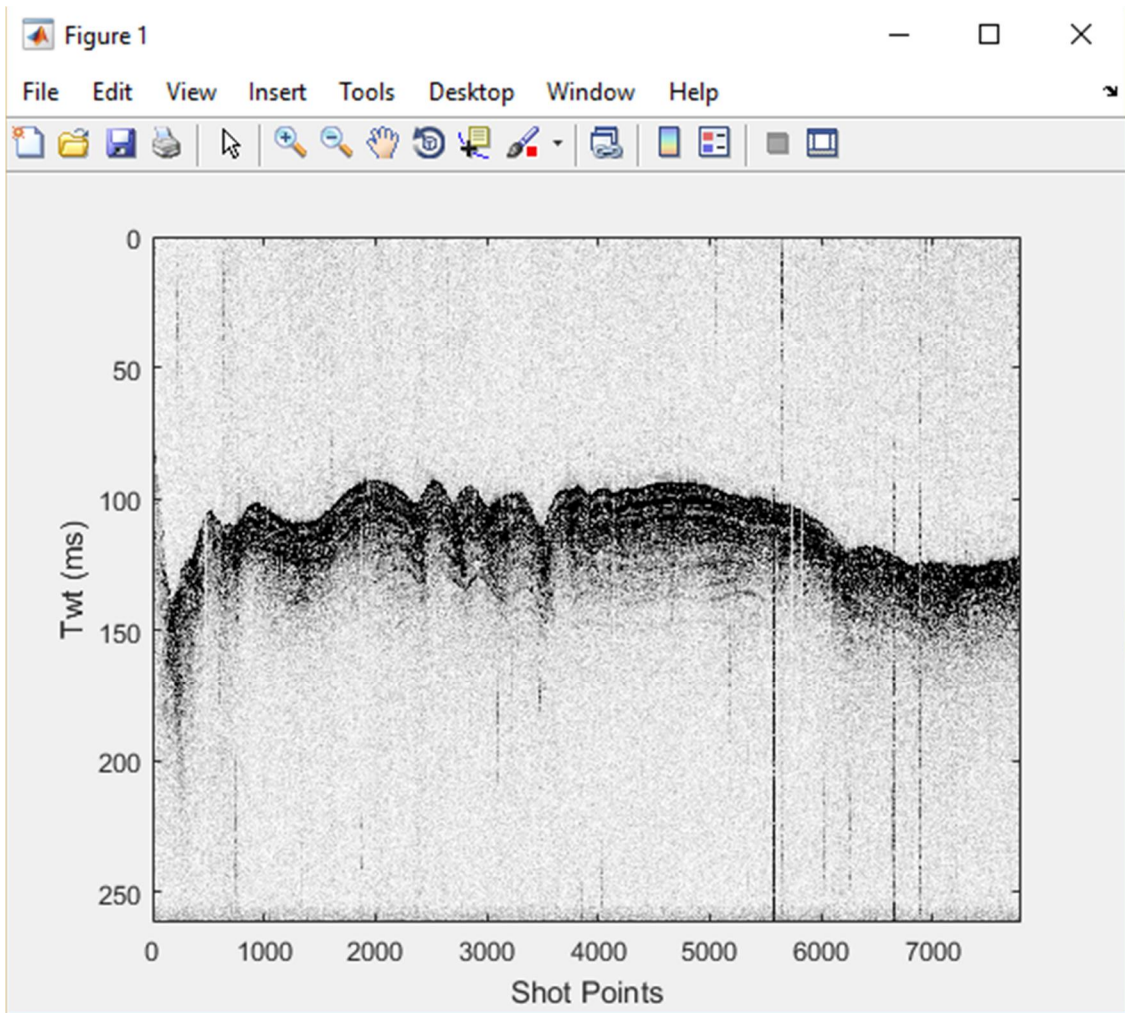


Fig n°xxx : allure du même profil CHxxx affiché sur Matlab après son traitement

En plus de cela, le script visucorr.m va afficher la navigation du bateau correspondant au profil traité (en coordonnées UTM, ici les abscisses sont en degré E, les ordonnées en degré N) :

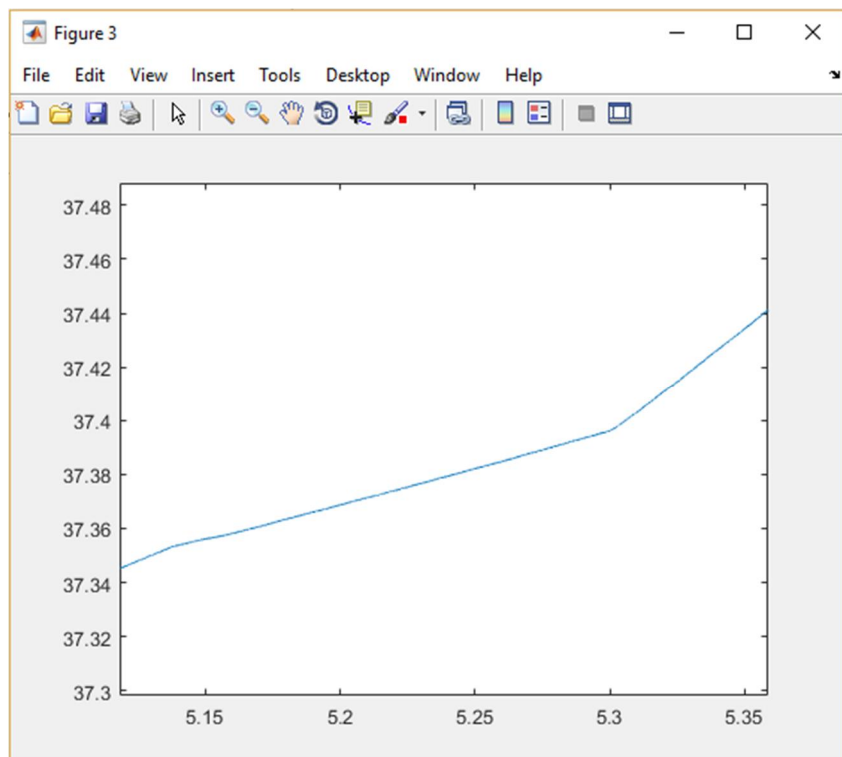


Fig n°xxx : navigation du même profil CHxxx affiché sur Matlab après son traitement

Ensuite, si le profil traité répond aux critères voulus, on va l'écrire dans un nouveau dossier nommé « correction », à l'aide du script ecriture.m (voir ANNEXE 3), qui va lui-même générer ce dossier «correction » et placer le profil traité en son sein.

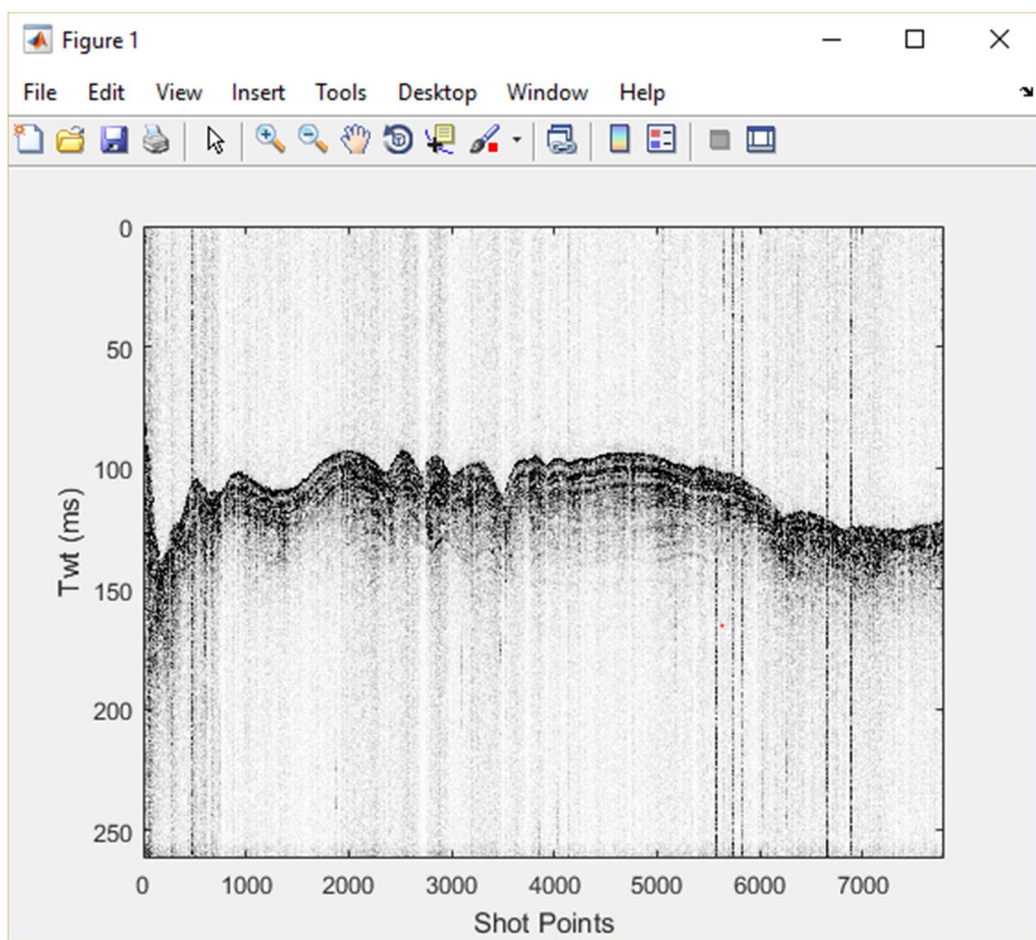


Fig n°xxx : allure du même profil CHxxx affiché sur Matlab après sa réécriture

3) Problème du « time delay »

Dans d'autres cas, des problèmes de « time delay » sont observables, le script n'arrive pas à les corriger. Le « time delay », ou délai d'enregistrement définit le temps qui sépare le tir et le début de l'enregistrement de la trace.

Exemple du profil CH10003 :

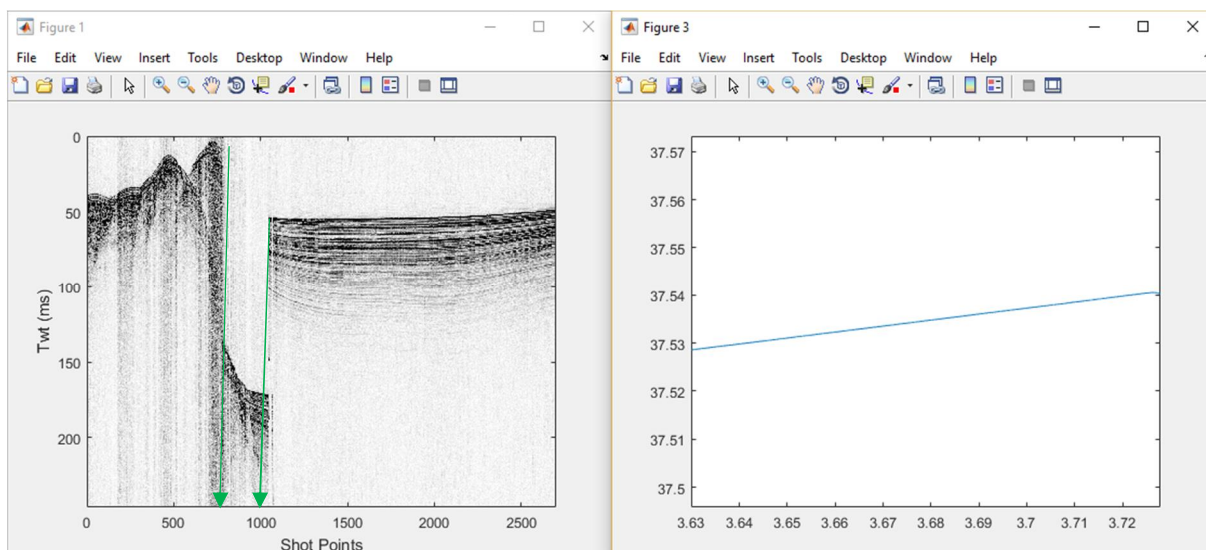


Fig n°xxx : allure du même profil CHxxx affiché sur Matlab après son traitement

En effet, le logiciel ne repère pas de trait noir sous la partie discontinue et ne peut donc pas mettre à niveau les différents réflecteurs.

Par ailleurs, il est aussi possible qu'une partie des profils se retrouve complètement bruitée, ce qui rend donc une partie des profils concernés non exploitable : ex : CH20003.

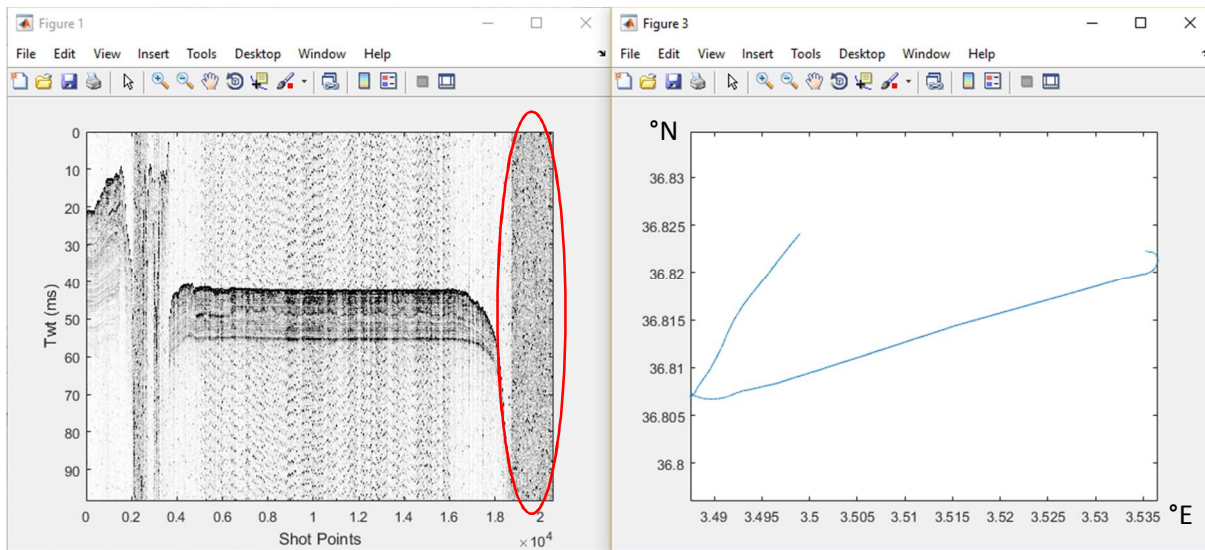


Fig n°xxx : Profil CHxxxxx et sa navigation contenant une partie bruitée

D'autre part, la navigation va nous permettre aussi de savoir si les profils sont vraiment cohérents avec une ligne de navigation continue et la plus rectiligne possible, ou s'ils correspondent à un moment de carottage, comme par exemple le profil CH17006 :

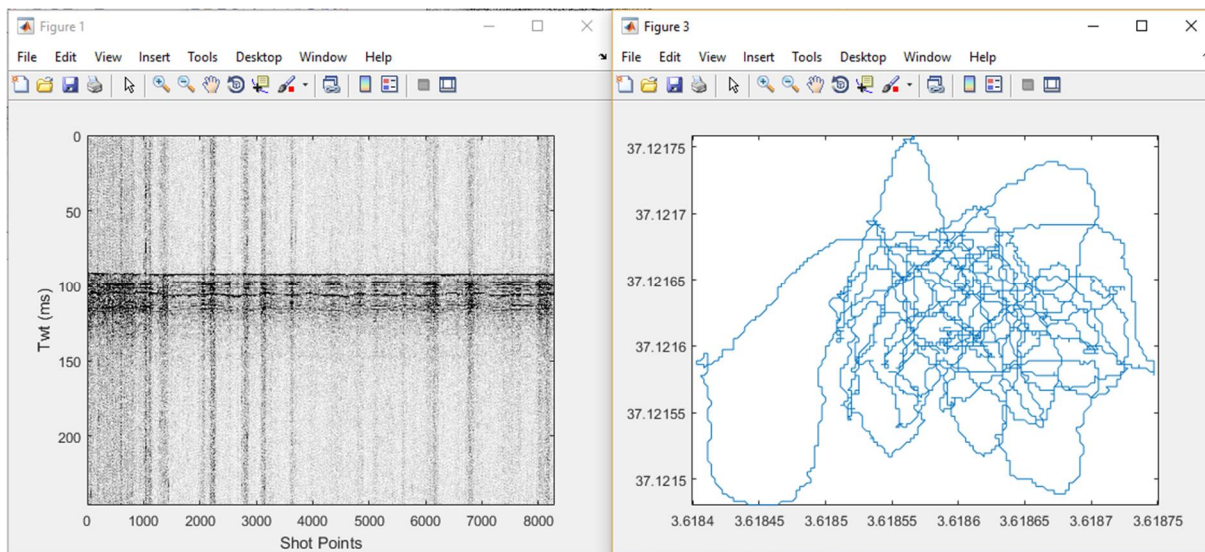


Fig n°xxx : allure d'un profil CHxxx correspondant à un carottage affiché sur Matlab après son traitement

En effet, sans la navigation, il est possible de penser que le profil correspond à une ligne droite, alors qu'il correspond à une zone de carottage sur laquelle le bateau était à l'arrêt, subissant la houle marine.

Une fois cela effectué, Frauke KLINGELHOEFER a appliqué son programme personnel afin de convertir la Nav (navigation) en UTM, seule unité lisible sous OpendTect. Ce traitement, assez lourd et conséquent, va durer plusieurs jours.

https://fr.mathworks.com/help/phased/ref/delayseq.html?s_tid=doc_ta

Correction du délai sous Linux :

Un traitement supplémentaire va devoir être appliqué au niveau des profils dont les problèmes de délai n'ont pu être corrigés par Matlab. Pour cela, il a fallu solliciter l'aide de Frauke KLINGELHOEFER qui a fourni un programme

ainsi que des lignes de code permettant de reconnaître l'endroit du problème puis de disposer correctement les données. Ensuite, il a fallu pour corriger cela

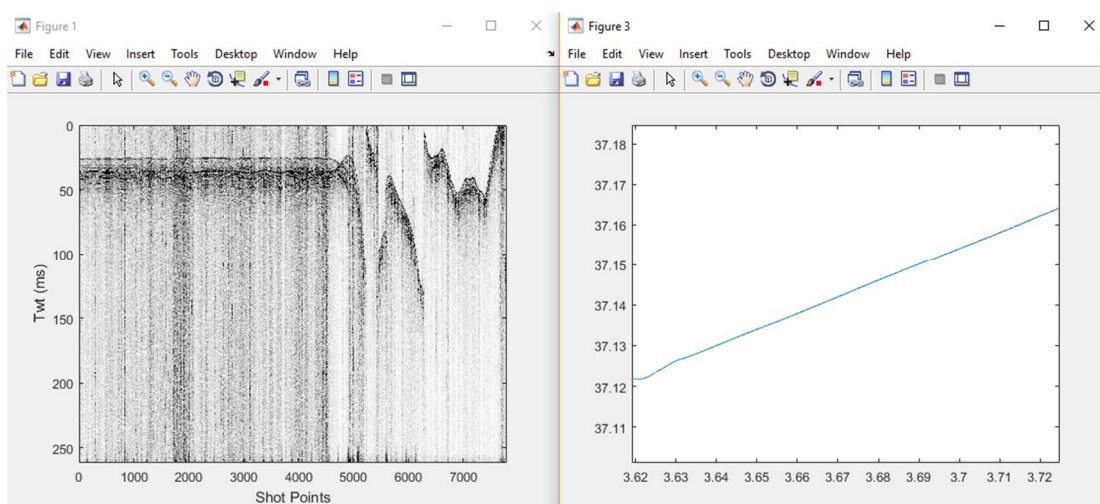
Les étapes à suivre pour effectuer cette correction sont les suivantes :

N° des étapes	Intitulé des étapes
1	Lancer le terminal sous Linux
2	Entrer la commande « cd » (change directory) afin de se rendre dans le dossier dans lequel se situent les fichiers SEG-Y à corriger
3	Rentrer les lignes de commande suivantes afin de corriger les problèmes de délais
4	segypread tape=CH07001.sgy sushift segypwrite tape=CH07001_cor.sgy (correction du délai)
5	mkdir Cor (Création d'un nouveau dossier Cor)
6	mv CH07001_cor.sgy Cor/. (Déplacement du fichier corrigé vers le dossier Cor)
7	segypread tape=CH07002.sgy sushift segypwrite tape=CH07002_cor.sgy
8	mv CH07002_cor.sgy Cor/.
9	segypread tape=CHxxxx.sgy sushift segypwrite tape=CHxxxx_cor.sgy
10	mv CHxxxx_cor.sgy Cor/.
11	Continuer ce cycle jusqu'à avoir tout traité

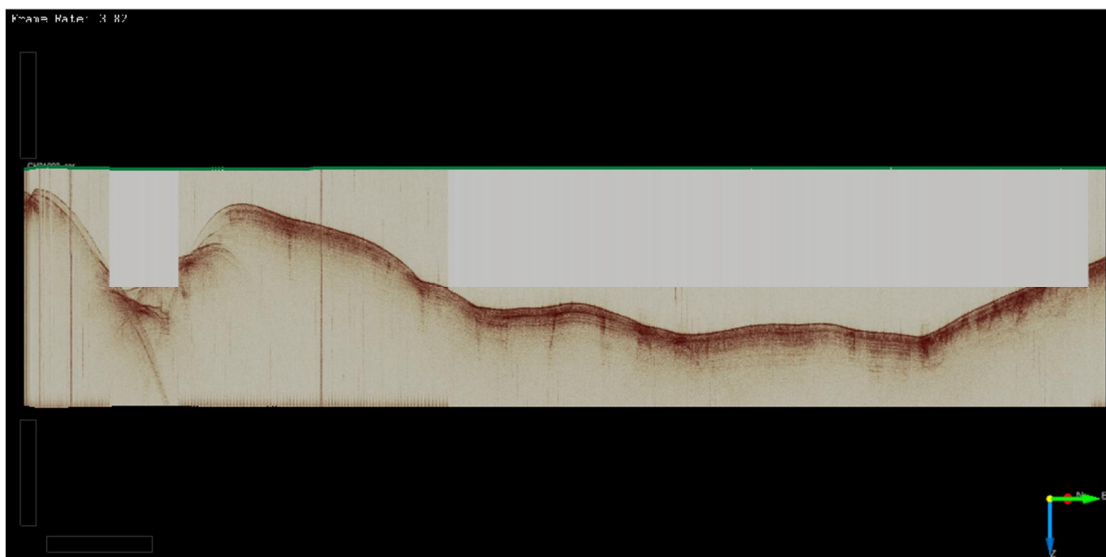
Tableau n°xxx : Etapes à suivre pour corriger les problèmes de délais sous Linux

Après cela, sachant que les fichiers corrigés sont tous placés dans un même nouveau dossier (ici Cor), on va les importer dans OpendTect et vérifier ensuite dans un premier temps si la correction est juste au niveau des profils.

Avant traitement :



Après traitement :



Ensuite, sachant que les fichiers corrigés sont tous placés dans un même nouveau dossier, on va les importer dans OpendTect et vérifier ensuite dans un premier temps si la correction est juste au niveau des profils.

Récapitulatif des différentes observations effectuées par profil nécessitant un traitement sous Linux :

Nom_profil	Exploitable	remarque
CH07001	oui	
CH07002	oui	
CH10002	oui	
CH10003	oui	
CH11001	oui mais	2 sommets coupés par la ligne supérieure à cause du repositionnement du profil
CH11002	oui mais	Une partie importante sans données car décalage au-dessus de la ligne de nav
CH11003	oui mais	Partie centrale inexploitable car invisible
CH12001	oui	
CH12004	oui	
CH12009	oui	
CH12012	oui	
CH12013	oui	
CH12014	non	Taille trop faible
CH13001	oui mais	Partiellement
CH15001	oui	
CH15003	oui	
CH16003	oui	
CH17001	oui	
CH18002	oui	
CH19010	non	Taille trop faible
CH20006	non	Taille trop faible
CH21002	oui	
CH21003	oui mais	Une partie manquante
CH22001	oui	
CH22002	oui	

Tableau n°xxx : Observations des profils corrigés sous Linux

Importation dans OpendTect :

Grâce à cette conversion de la navigation, l'importation des différents profils dans OpendTect est donc possible.

Pour cela, il faut aller dans Survey → Import → Seismic → SEG-Y → Classic tool → Import.

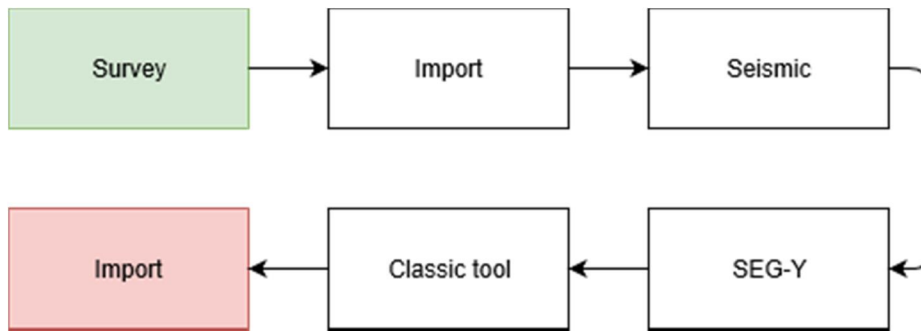


Fig. n°xxx : 1^{ère} étape de l'importation des fichiers dans OpendTect

Une fenêtre SEG-Y tool s'affiche, il faut sélectionner le fichier .seg que l'on veut importer au niveau de « Input SEG-Y file(s) », puis choisir 2D Line au niveau du « File type ». Ensuite, il faut cliquer sur Next.



Fig. n°xxx : 2^e étape de l'importation des fichiers dans OpendTect

Une nouvelle fenêtre Import SEG-Y apparaît. Il faut nommer ici la ligne correspondant à la navigation du profil importé au niveau de « Line name » et nommer aussi le profil au niveau de « Output 2D Data (attribute) » (dans notre cas, ce sera PRISME_22b002). Pour finaliser l'importation, il faut cliquer sur « Go ».

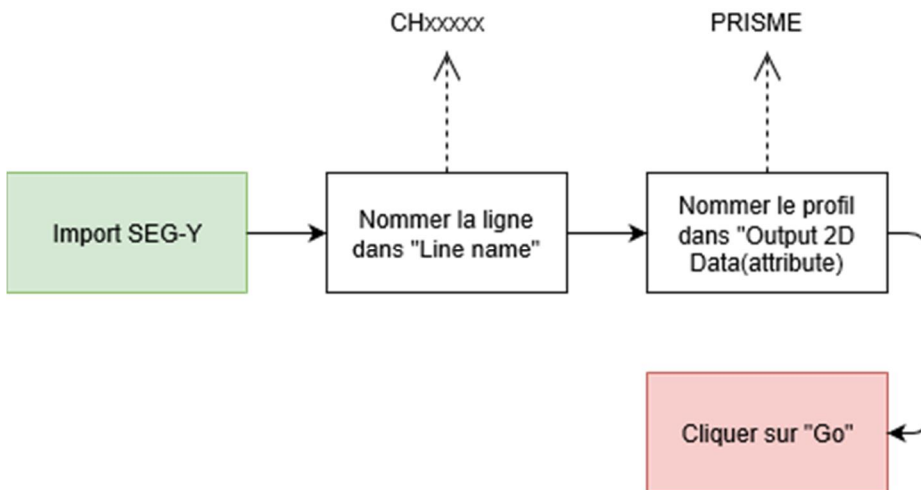


Fig. n°xxx : 3^{ème} étape de l'importation des fichiers dans OpendTect

Il existe aussi une astuce qui permet d'éviter de devoir répéter cette opération un nombre incalculable de fois, il est possible d'importer tous les fichiers de même type et qui sont aussi placés dans le même dossier que celui importé initialement en cochant la case « Import more, similar files » dans cette même fenêtre « Import SEG-Y », avant de cliquer sur Go.

Affichage des lignes de navigations et des profils sous OpendTect :

Sous OpendTect, pour afficher les lignes de navigation, il faut suivre les étapes suivantes :

Cliquer sur 2D Line, puis cliquer sur Add ..., cocher les profils que l'on veut observer puis cliquer sur OK.

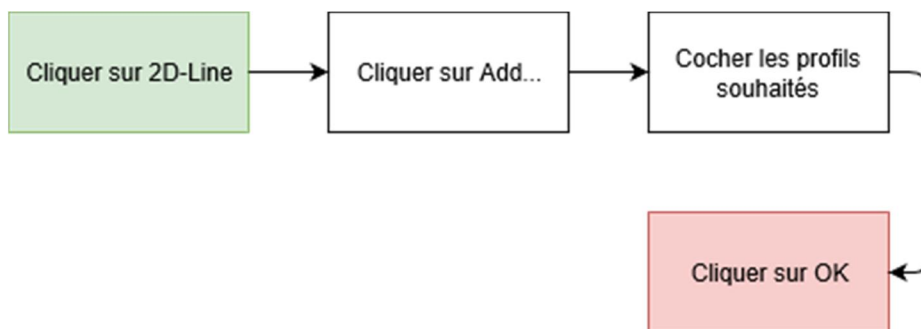


Fig. n°xxx: Etapes pour afficher les lignes sous OpendTect

Ensuite, pour afficher les profils sous les lignes correspondantes, il faut :

Faire un clic droit sur <right-click> situé sous le nom du profil que l'on vient d'ajouter dans l'arborescence, puis cliquer sur Select Attribute, puis cliquer sur Stored Data et enfin sur PRISME_22b002 nommé lors de l'importation des fichiers.

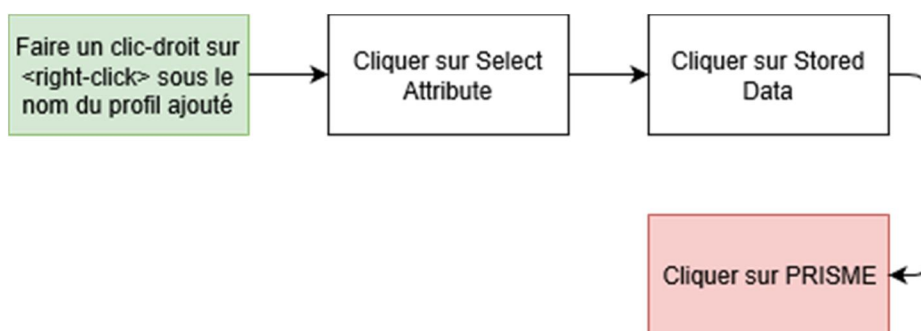


Fig. n°xxx: Etapes pour afficher les profils sous OpendTect

Voici ce qu'on observe sous OpendTect pour le profil CH05006. La ligne verte correspond à la navigation.

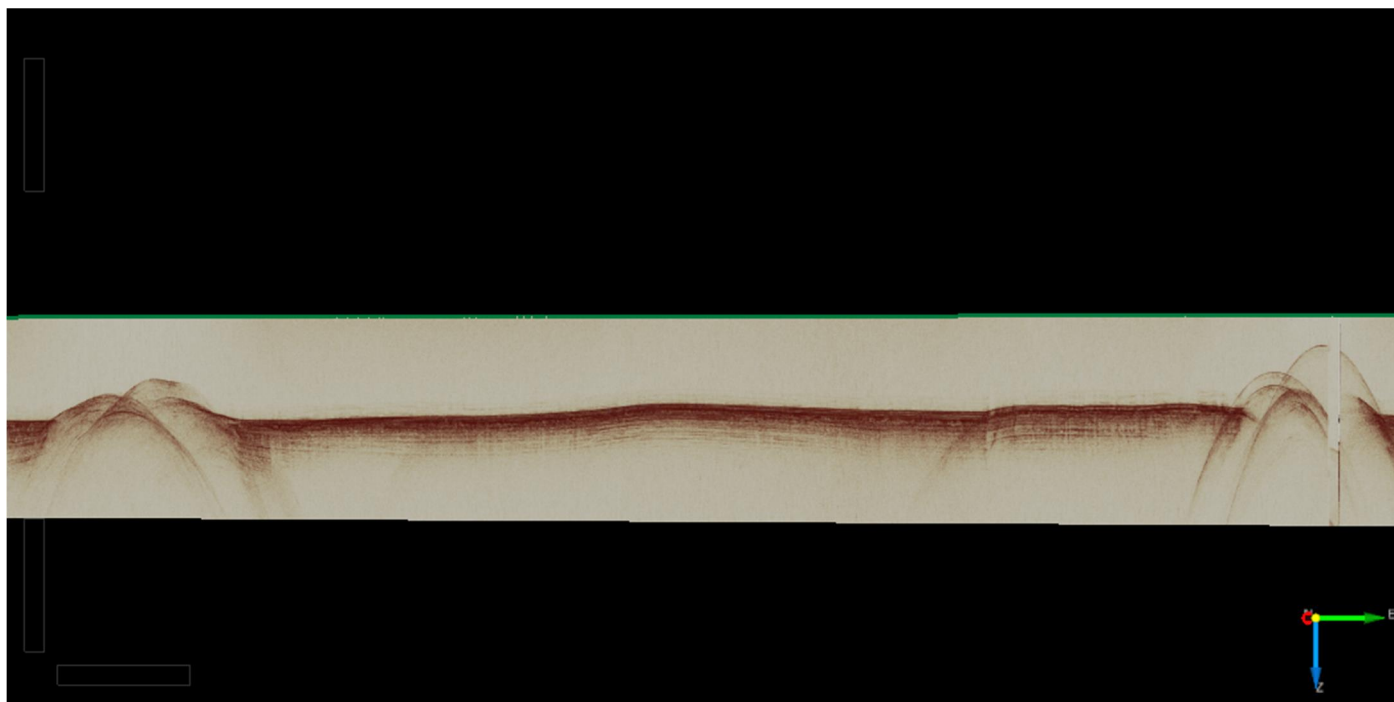


Fig. n°xxx: Allure du profil CH05006 sous OpendTect

En comparaison, voici ce qu'on obtenait avec Matlab :

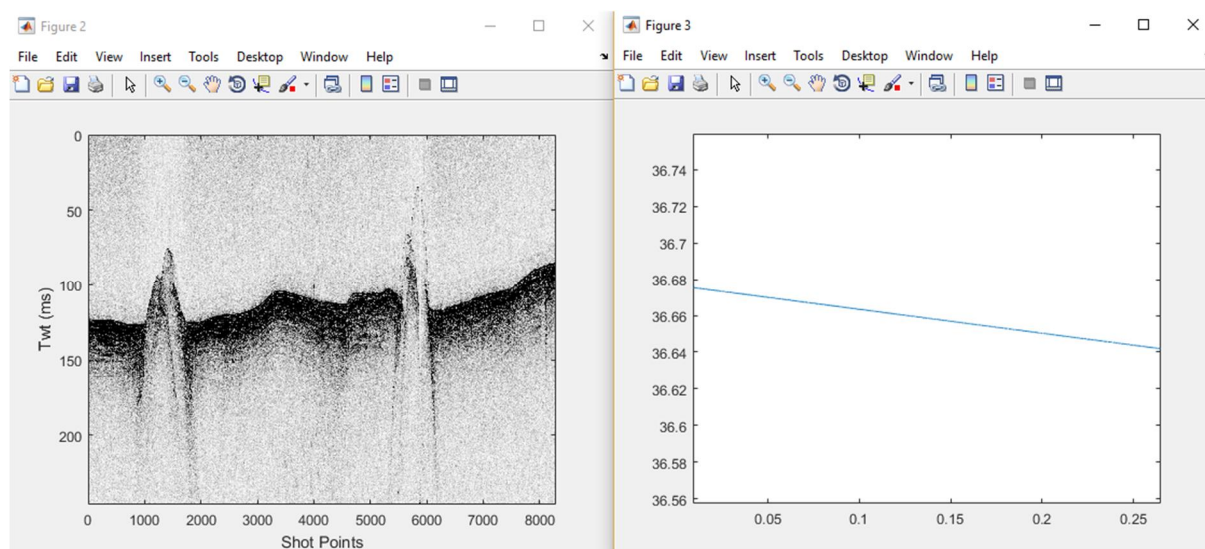


Fig. n°xxx: Allure du profil CH05006 sous Matlab

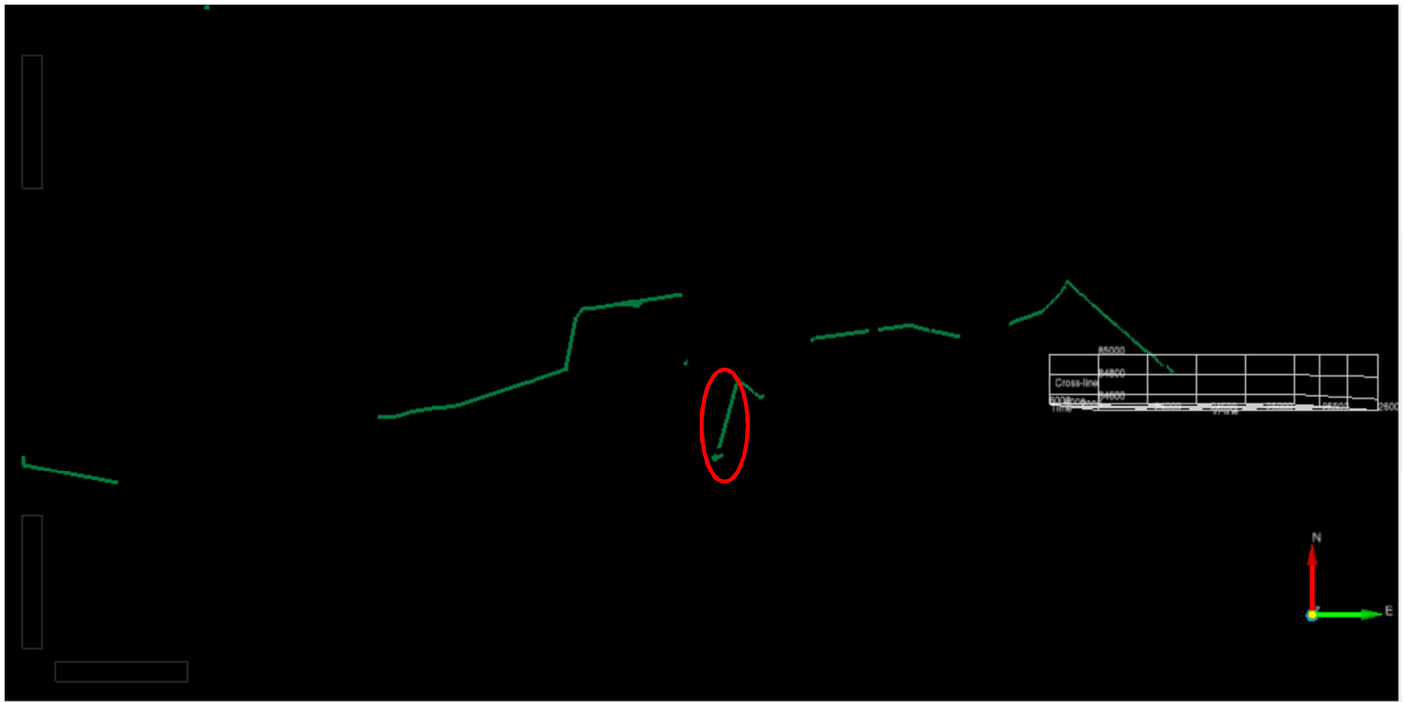


Fig. n°xxx: Positionnement des profils PRISME traités (OpendTect)

Voici la disposition des profils exploitables dont ceux, entourés en rouge, qui correspondent aux CH19 et CH20 :

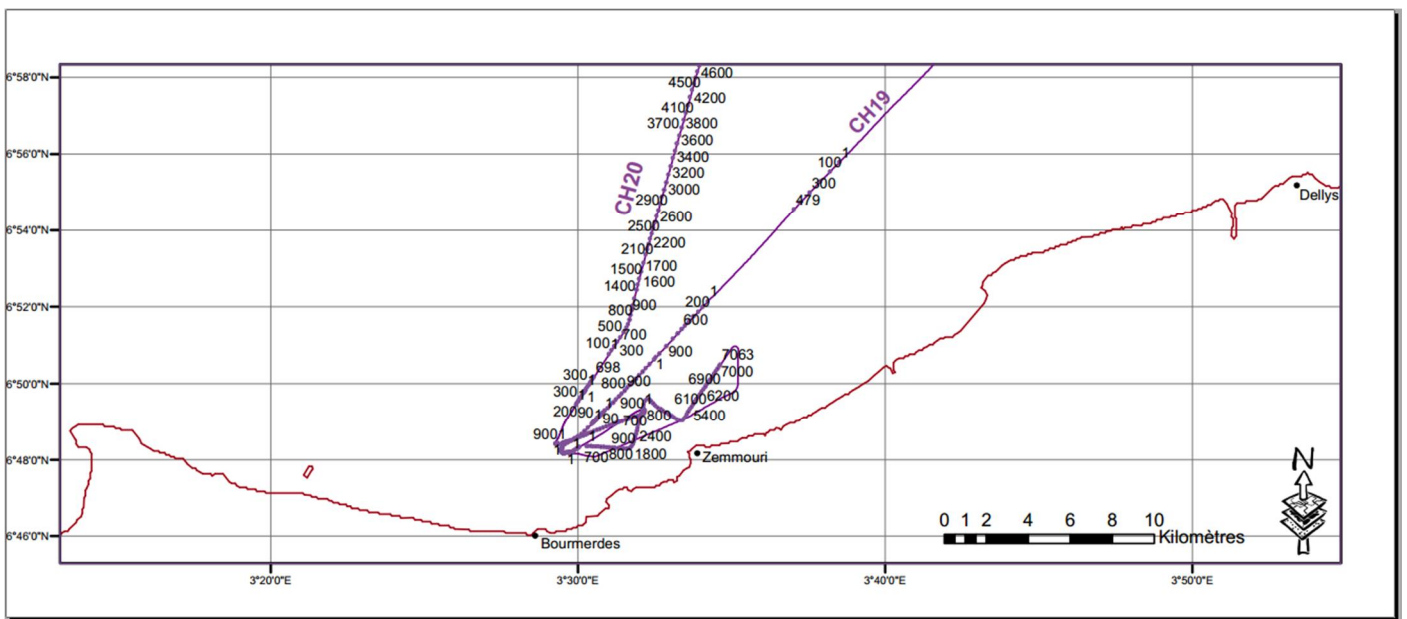
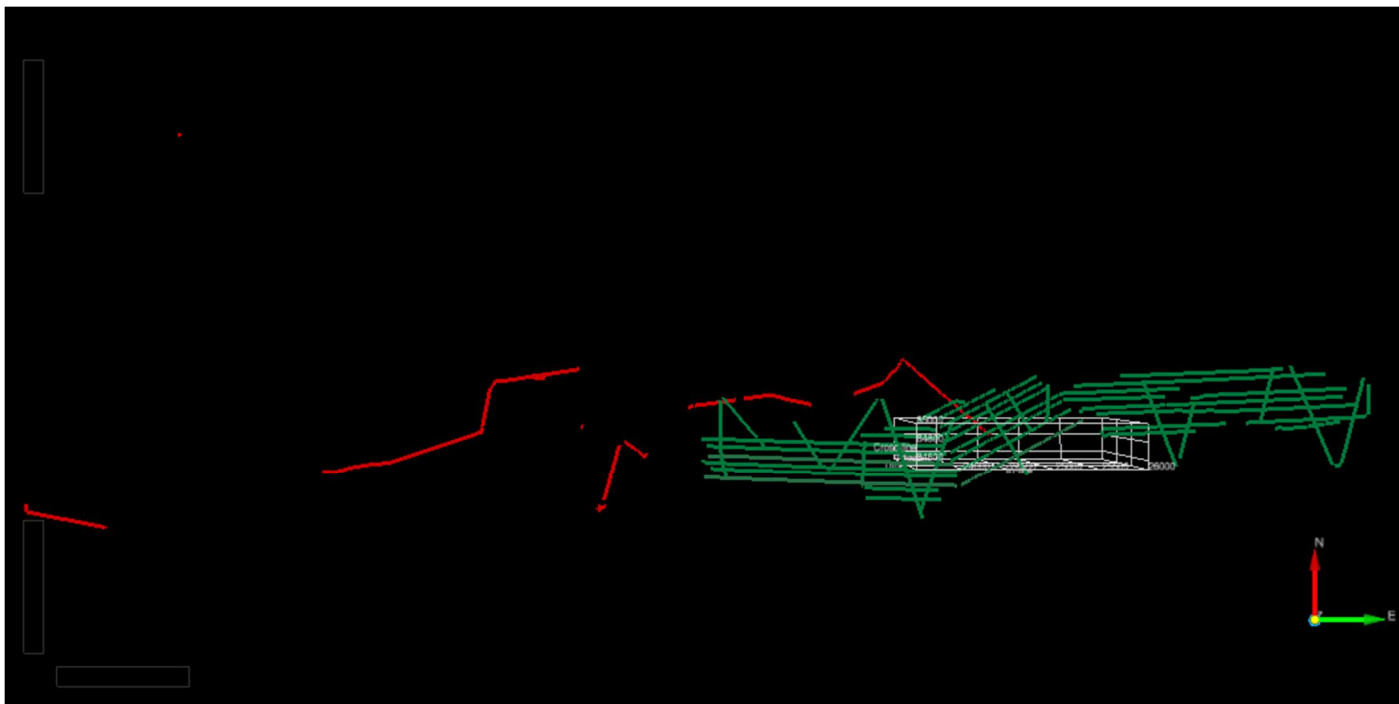
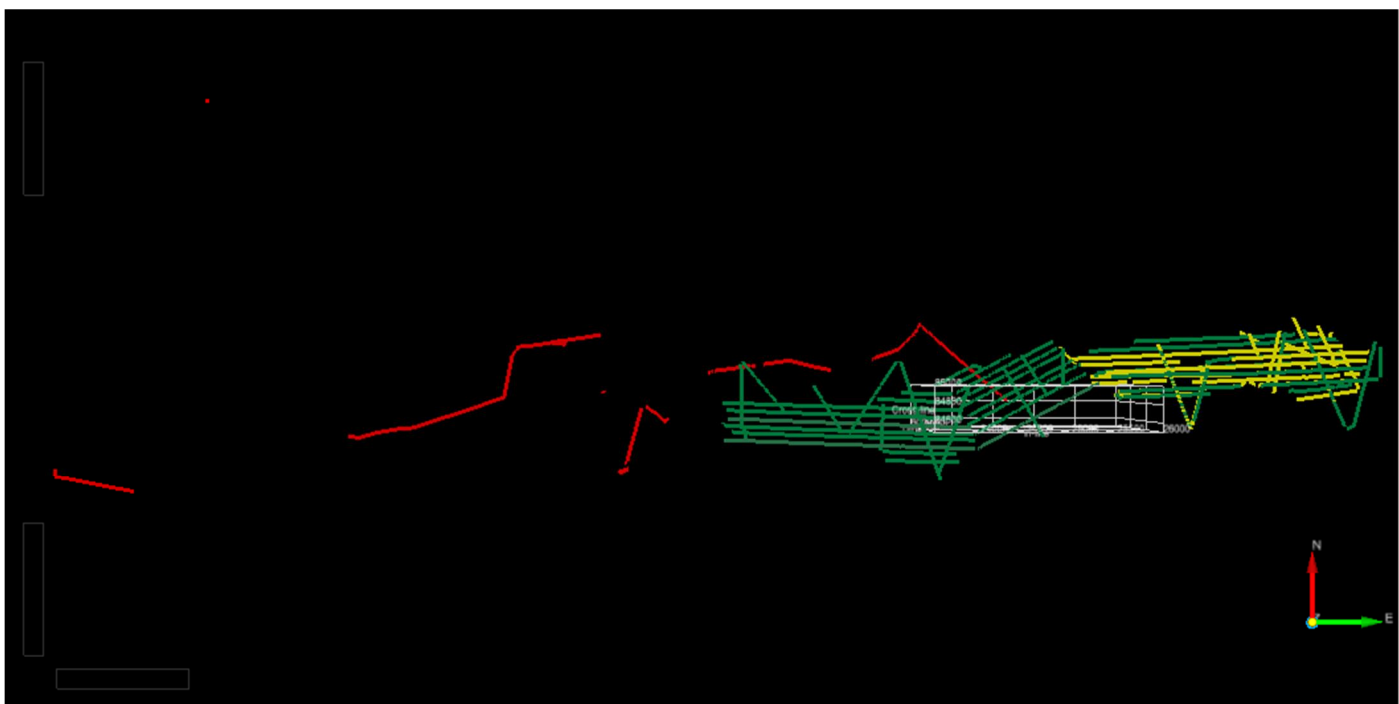


Fig. n°xxx: Positionnement des profils PRISME CH19 et CH20 (ArcGis)



En rouge, la navigation de PRISME et en vert la navigation de MARADJA.



En rouge, la navigation de PRISME, en vert, la navigation de MARADJA et en jaune, la navigation de MARAJA2.

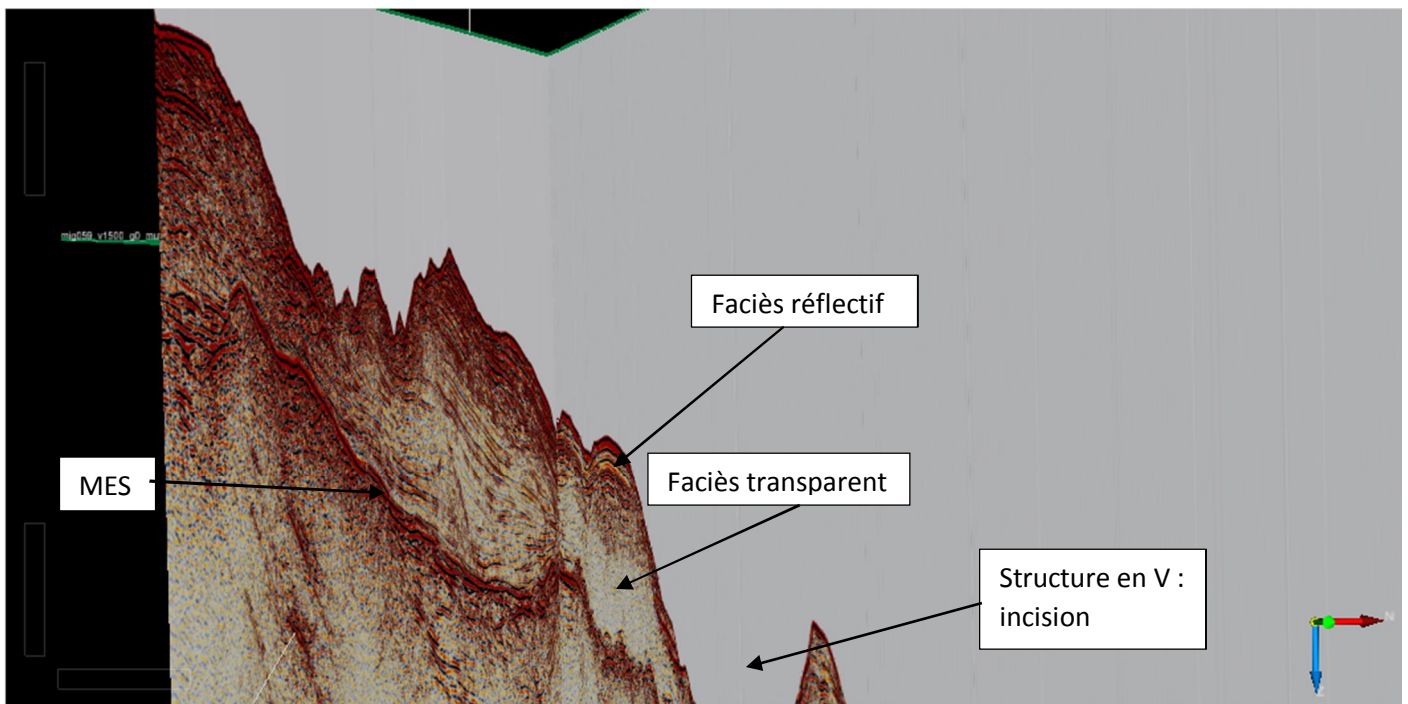
PARTIE ANALYSE ET EXPLOITATION

Une analyse de profils va être effectuée sur ceux situés en bordure du plateau continental, c'est-à-dire mig..... Dans un premier temps, différentes unités seront repérées et annotées sur ces profils (u1, u2, u2a, u2b,...).

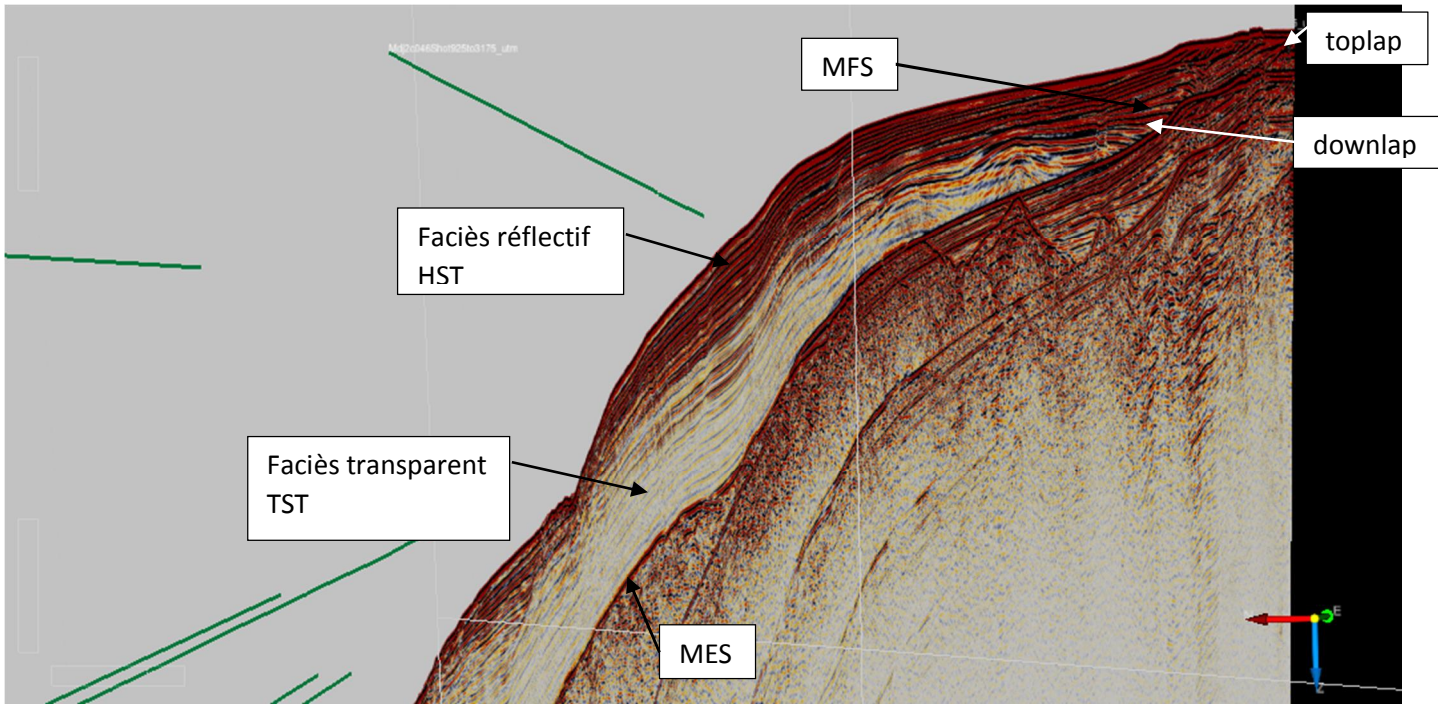
Au niveau de la bordure du plateau continental de la marge algérienne, les unités sédimentaires, au niveau de la partie superficielle sédimentaire, suivent la structure suivante :

HST → MFS → TST → LGM ou ES (de + en + profond)

- Structure en V = incision
- Surface d'érosion
- Unité stratifiée : partie inférieure : faciès transparent ; partie supérieure : faciès réflectif : très lité
- Partie supérieure plutôt organisée en cliniformes
- Intérêt corrélation des profils : on peut voir des unités en 3D, et donc confirmer la nature des unités
- MES : surface d'érosion des marges (environ 5.6 Ma), liée à l'abaissement majeur du niveau marin
- Données CHIRP ne permettent généralement pas de faire des analyses des réflecteurs sous le MES faute de pénétration suffisante.

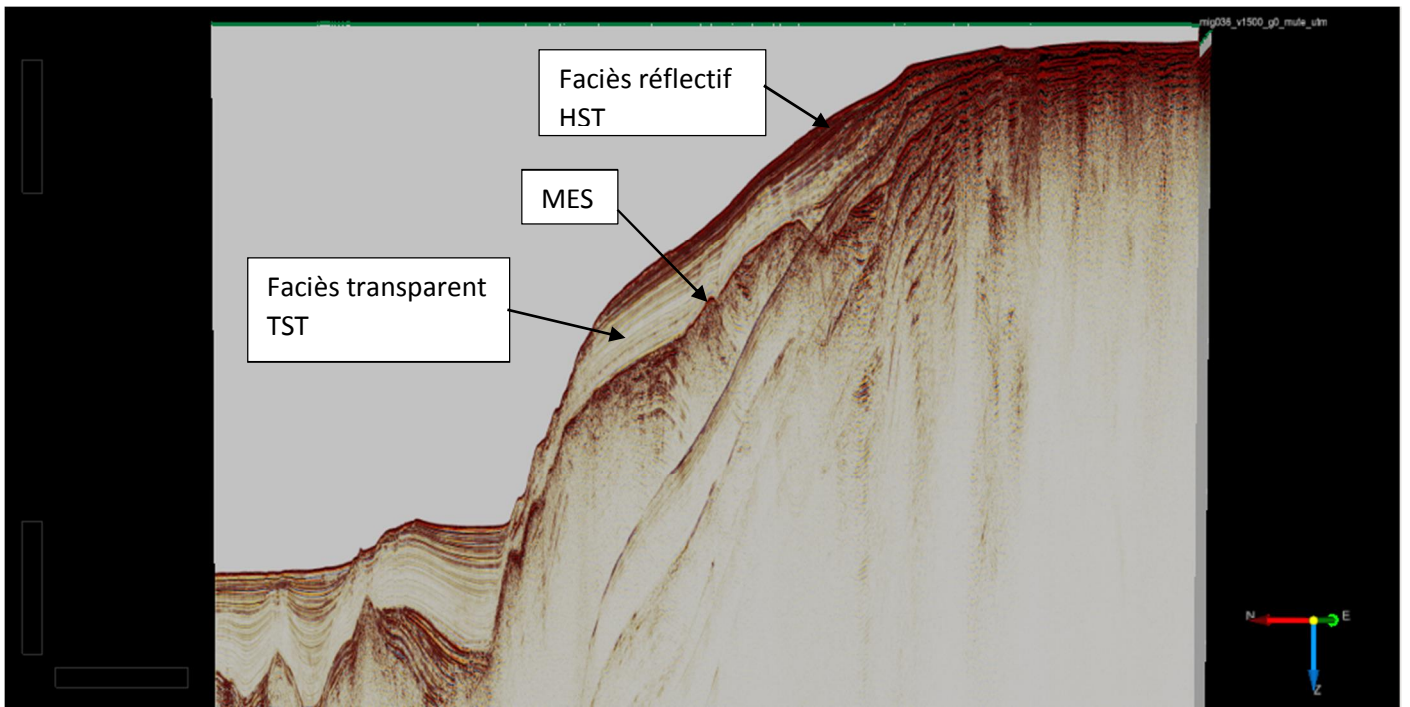


Ici, on recoupe le profil mig016_v1500_go_mute_utm avec le profil mig072_v1500_go_mute_utm.

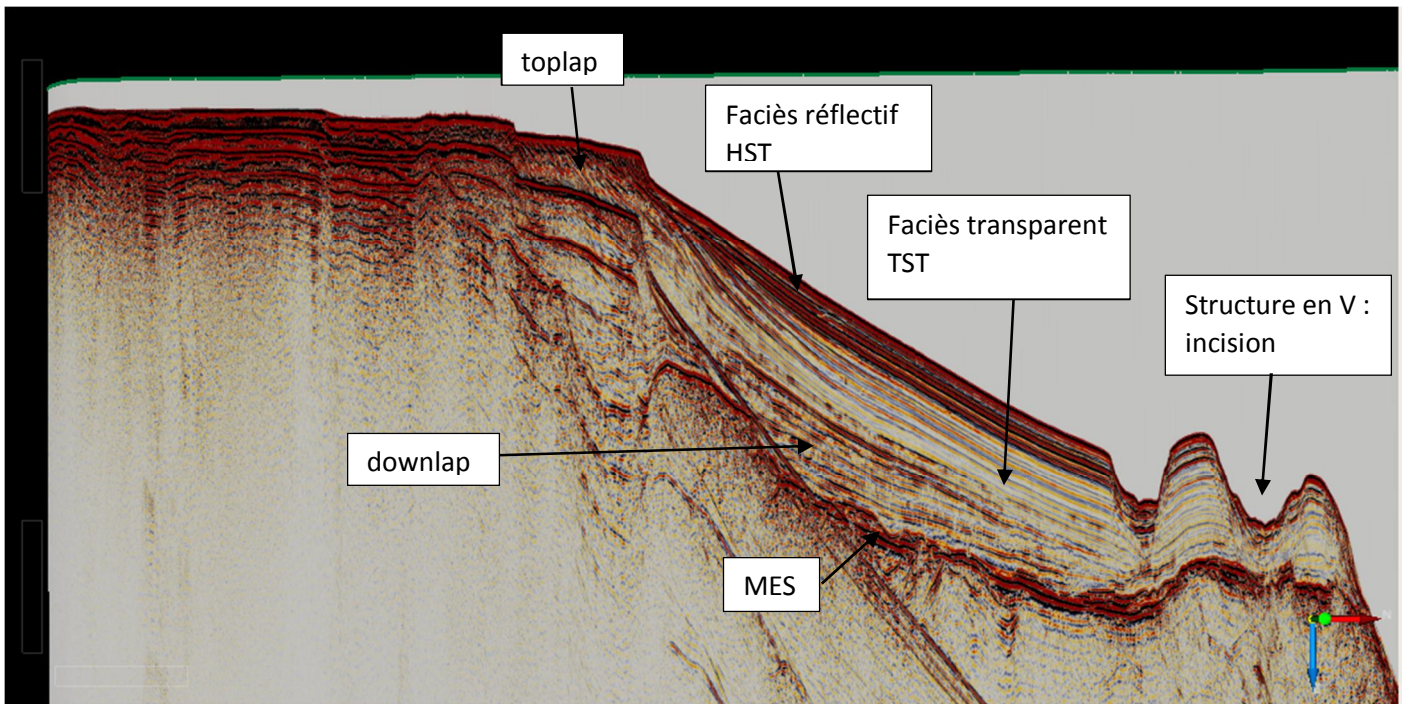


Profil mig049_v1450_go_mute_utm

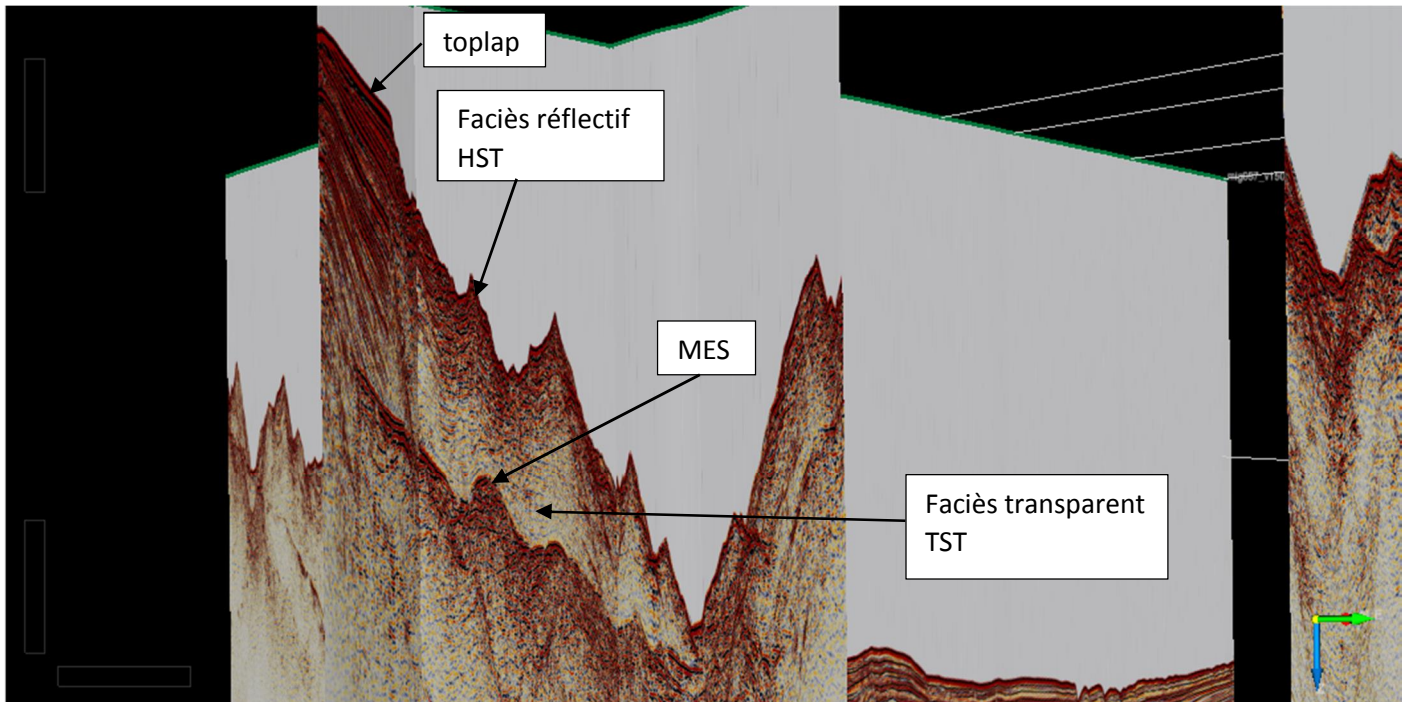
Mig029, mig035, mig036, mig 057, mig 059,



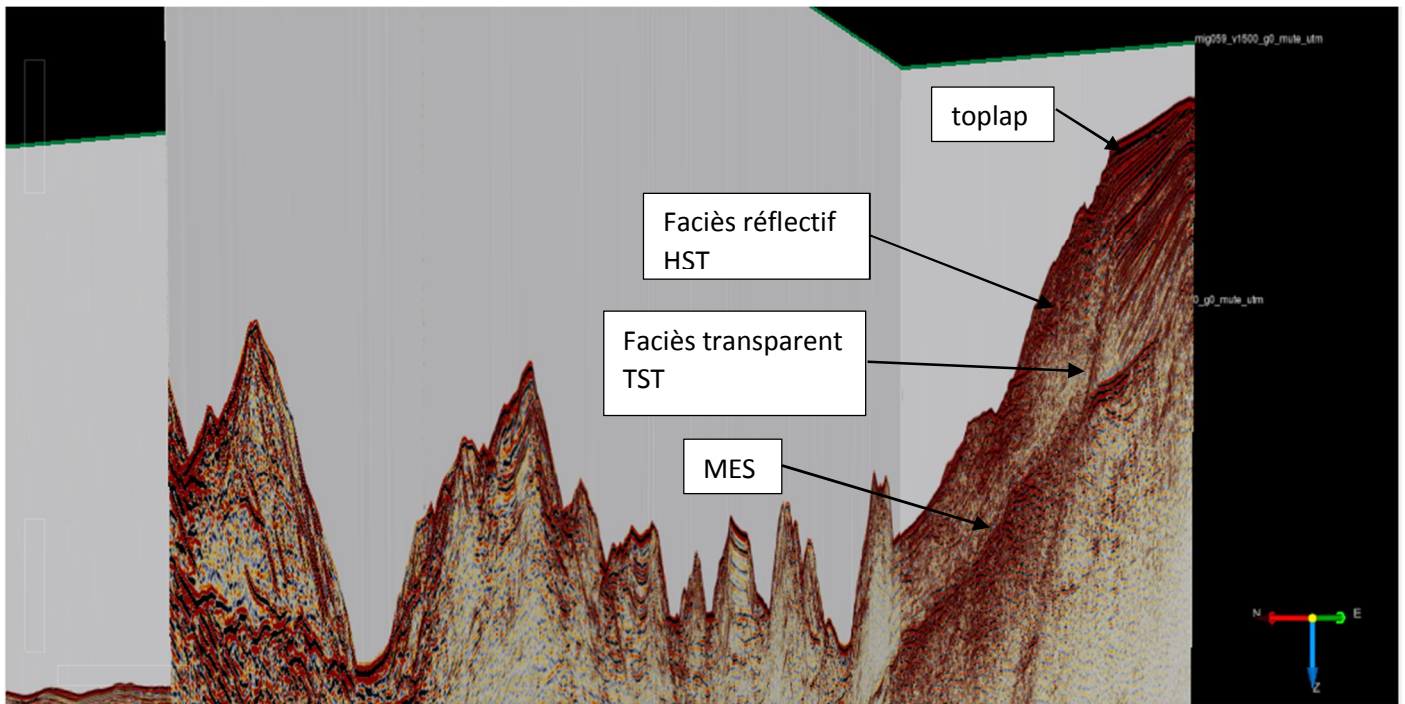
Mig036_v1500_go_mute_utm



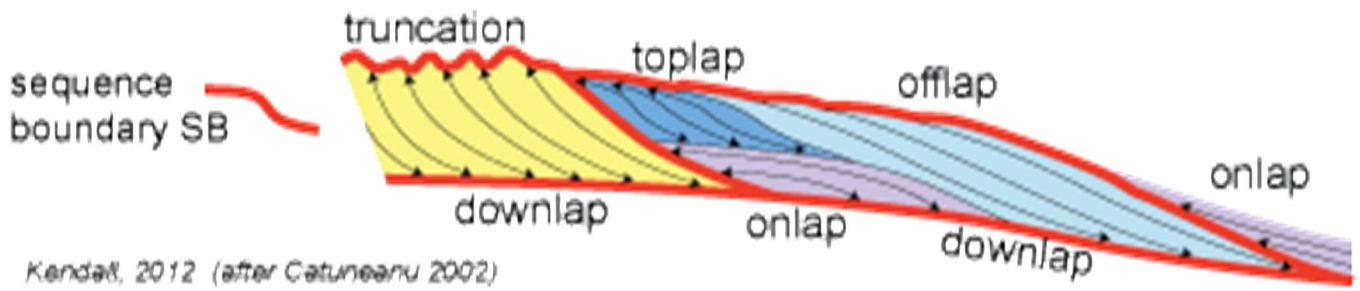
Mig035_v1500_go_mute_utm

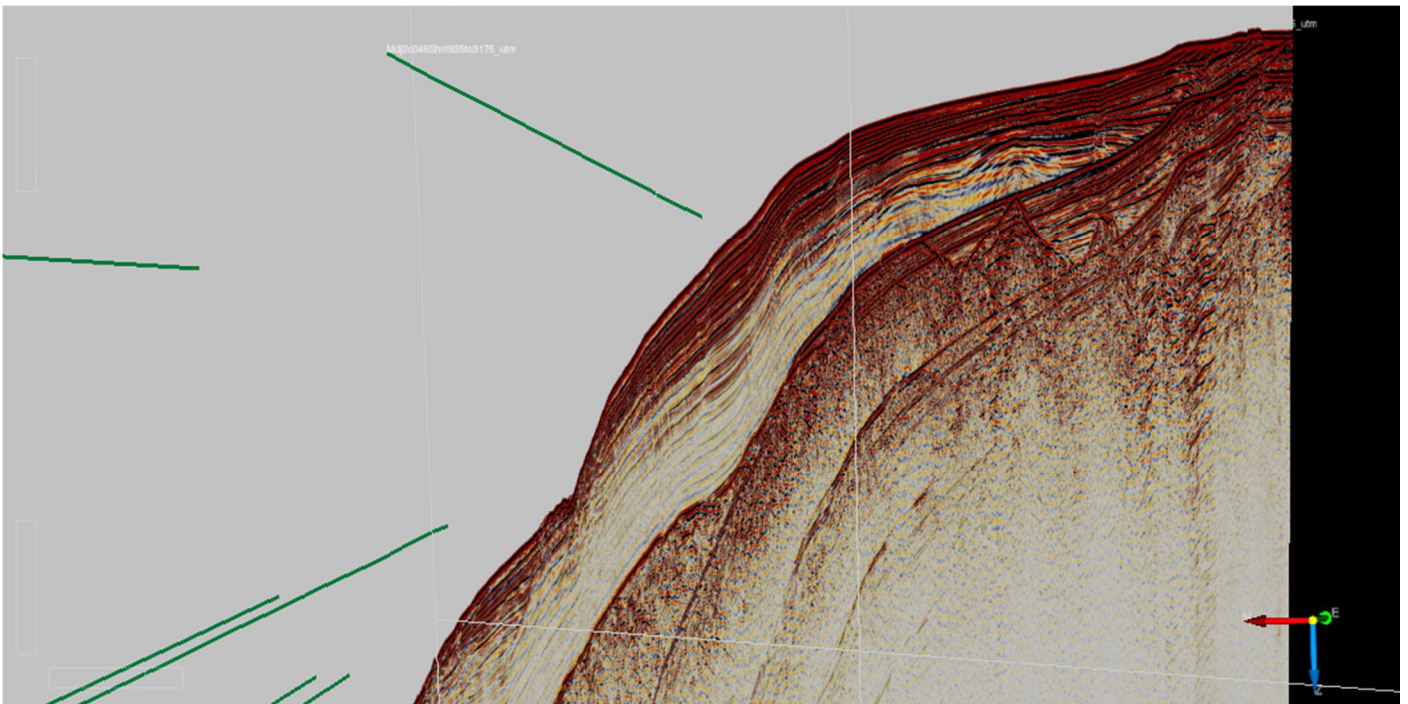
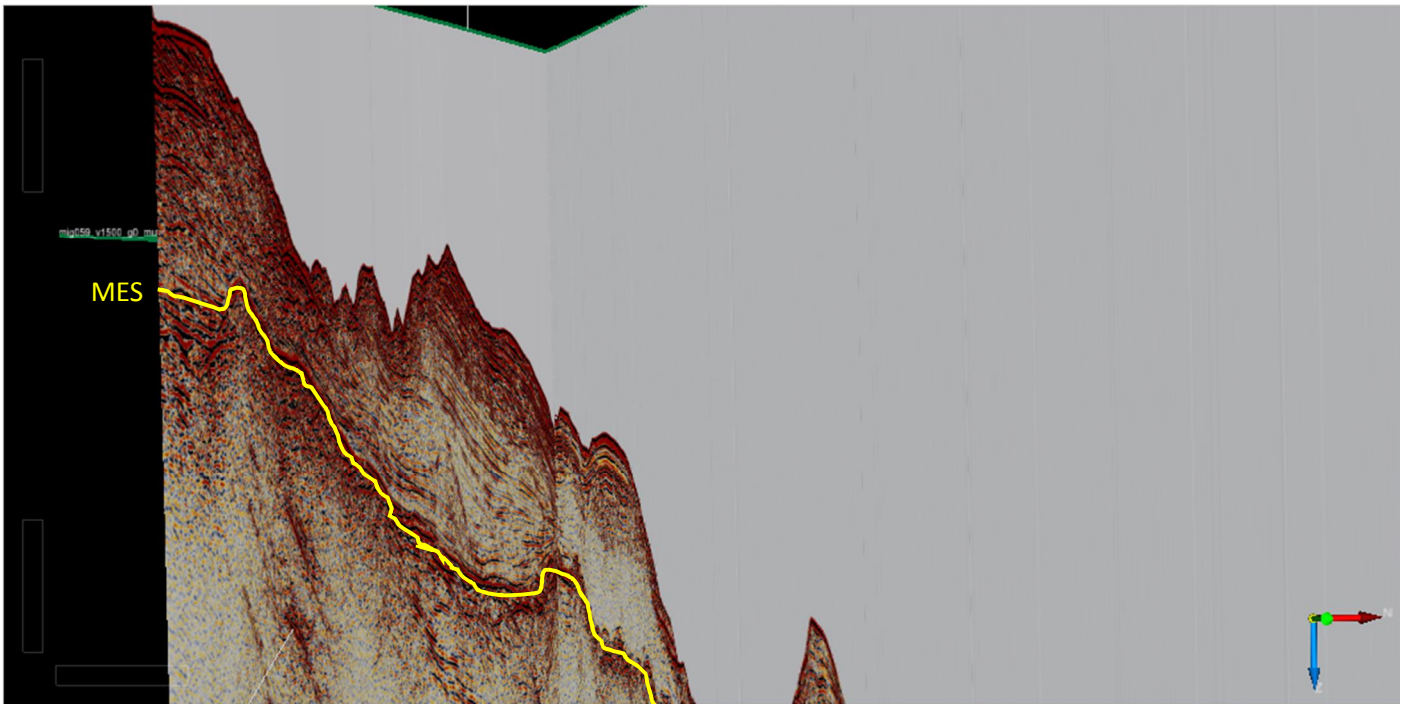


Mig029_v1500_g0_utm et mig057_v1500_g0_utm



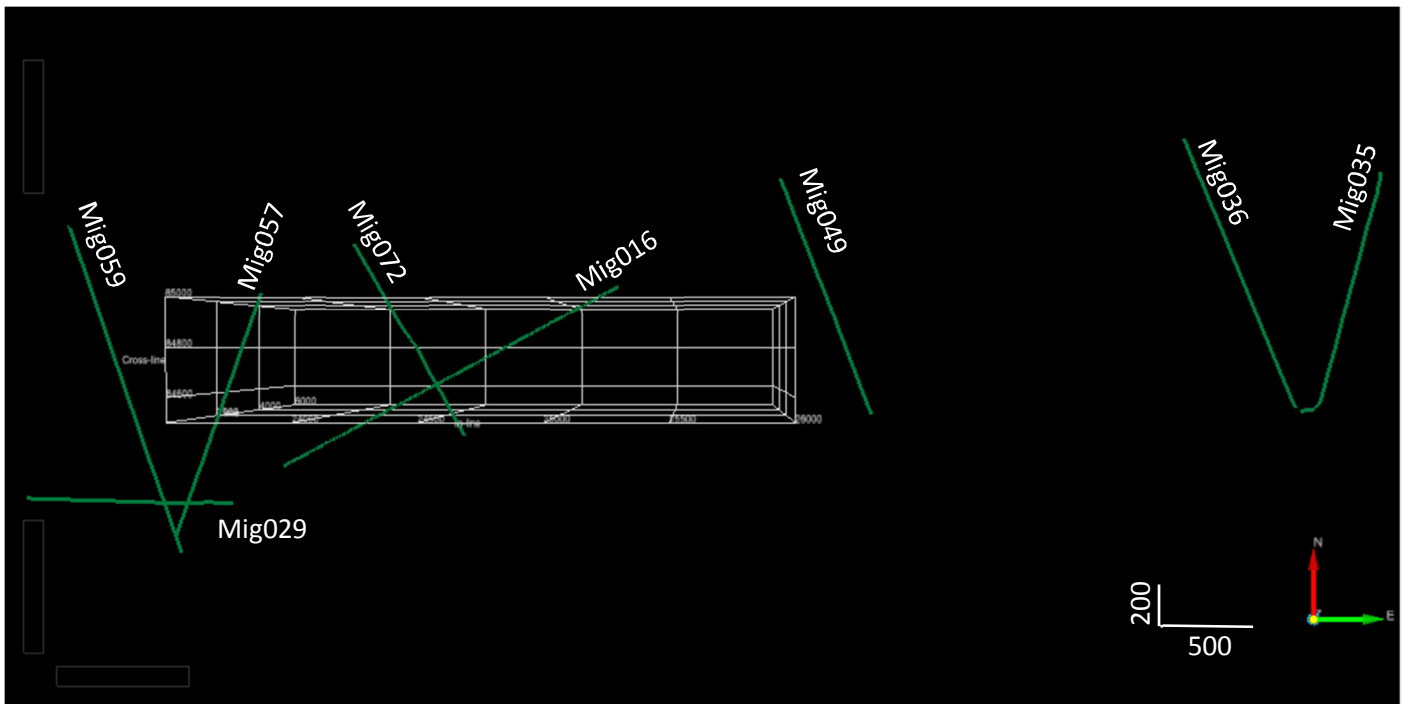
Mig029_v1500_g0_utm et mig059_v1500_g0_utm



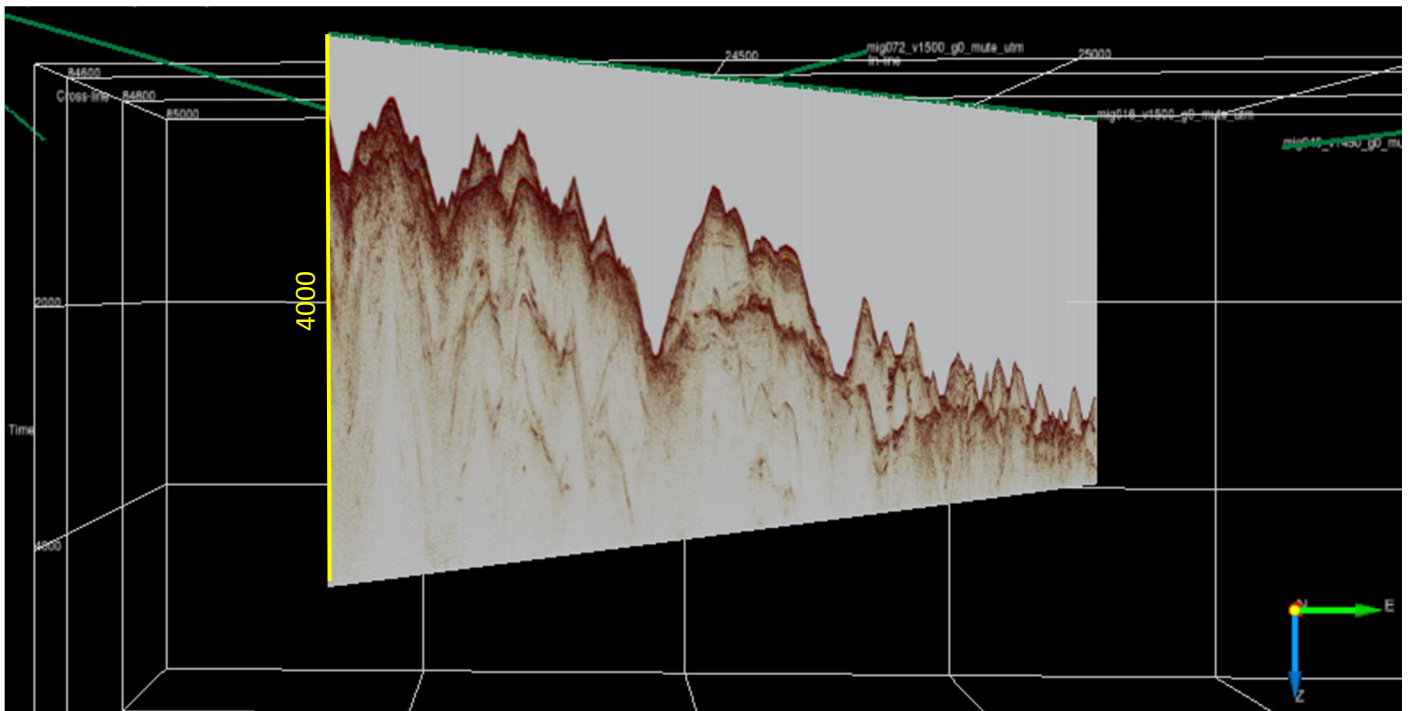


La surface d'érosion messinienne résulte de l'exondation des marges à l'apogée de la crise. C'est un marqueur fondamental de la crise de Salinité messinienne.

Dans l'hypothèse où la chute du niveau marin au Messinien a atteint le fond du bassin, la marge s'est retrouvée à l'air libre et a dû être affectée par cette phase d'érosion.



Localisation des profils analysés



Profondeur (en ms) des différents profils

- Conclusion
- Liste des références
- Annexe : Autoévaluation de la présentation du rapport Partie technique : l'élève veillera à remplir une autoévaluation de la présentation du document (Annexe 1) et à l'ajouter en dernière annexe de son rapport.

Annexe :

Annexe : programmes appliqués sous matlab

ANNEXE 1 : script visuSEG.m

```
clear all

zfile=uigetfile('*.sgy');
fid = fopen(zfile,'rb','b');
headera = fread(fid,3200,'*char');
headerbl = fread(fid,3,'integer*4');
headerbs = fread(fid,194,'integer*2');
dt = headerbs(3);
nt=headerbs(5);
fseek(fid,0,1);
nshot=floor((ftell(fid)-3600) / (240+nt*2));
fseek(fid,3600,-1);
data=zeros(nt,nshot);
delai=zeros(nshot,1);
toto=zeros(nshot,1);
xs=zeros(nshot,1);
ys=zeros(nshot,1);
xr=zeros(nshot,1);
yr=zeros(nshot,1);
xcmp=zeros(nshot,1);
ycmp=zeros(nshot,1);
for ishot=1:nshot
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    toto(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert7(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert7(2)/100;
    dummy=fread(fid,nt,'integer*2');
    dummy(isnan(dummy))=0;
    dummy=dummy-mean(dummy);
    data(:,ishot)=dummy/max((dummy));
end
fclose(fid);

% [Bf,Af] = butter(8,2*[10 35]./125);
% dataf=filtfilt(Bf,Af,data);

dt=dt/1000;

figure(1),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,data)
colormap(flipud(colormap('gray')))
```

```

mstd=mean(std(data));
caxis([-mstd mstd]*2.5)
xlabel('Shot Points')
ylabel ('Twt (ms)')

test=zeros(nshot,1);
for ishot = 1:nshot
    iv = find(data(:,ishot)>0.99);
    if length(iv)>1
        test(ishot)=iv(1);
    else
        test(ishot)=0;
    end
end
end

```

ANNEXE 2 : visucorr.m :

```

clear all

zfile=uigetfile('*.sgy');
fid = fopen(zfile,'rb','b');
headera = fread(fid,3200,'*char');
headerbl = fread(fid,3,'integer*4');
headerbs = fread(fid,194,'integer*2');
dt = headerbs(3);
nt=headerbs(5);
fseek(fid,0,1);
nshot=floor((ftell(fid)-3600) / (240+nt*2)); % Attention le "floor" est nécessaire
fseek(fid,3600,-1);

data = zeros(nt,nshot);
dataold = zeros(nt,nshot);
delai = zeros(nshot,1);
numtir = zeros(nshot,1);
xcmp = zeros(nshot,1);
ycmp = zeros(nshot,1);

iref=0;

for ishot=1:nshot
    % Lecture normale
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    numtir(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert5(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert5(2)/100;
    data(:,ishot)=fread(fid,nt,'integer*2');
    dataold(:,ishot)=data(:,ishot);
    % Comparaison numéro de tir
    if numtir(ishot) ~= iref+1
        % Si on le trouve pas à sa place, on revient en arrière
        fseek(fid,-(240+nt*2),0);
        % On relit en entier*4
        dummy = fread(fid,(240+nt*2)/4,'integer*4');
        % On cherche le numéro de tir
    end
end

```

```

jv = find(dummy==iref+1);
if isempty(jv)
    % Pas trouvé : on tue la trace
    data(:,ishot)=0;
    iref=iref-1;
else
    % Trouvé : on revient en arrière
    fseek(fid,-(240+nt*2),0);
    % On lit la 1ere partie de la trace jusqu'à la position trouvée
    dummy1 = fread(fid,(jv(1)-3)*2,'integer*2');
    % On lit le header
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert5(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert5(2)/100;
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    numtir(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    % On lit la 2eme partie de la trace
    dummy2 = fread(fid,nt-(jv(1)-3)*2,'integer*2');
    % On swappe les deux parties de la trace
    data(:,ishot)= [dummy2' dummy1']';
end
end
iref=iref+1;

end
fclose(fid);

xcmp=xcmp/3600;
ycmp=ycmp/3600;

dt=dt/1000;

[Bf,Af] = butter(8,2*[1500 6000]./(1000/dt));
dataf=filtfilt(Bf,Af,data);

figure(1),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,abs(hilbert(dataf)))
colormap(flipud(colormap('gray')))
mstd=mean(std(data(~isnan(data)))));
caxis([0 mstd]*2.5)
xlabel('Shot Points')
ylabel('Twt (ms)')

figure(2),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,abs(hilbert(dataold)))
colormap(flipud(colormap('gray')))
caxis([0 mstd]*2.5)
xlabel('Shot Points')
ylabel('Twt (ms)')

figure(3),clf
xm=median(xcmp);
iv = find(xcmp<xm-2 | xcmp>xm+2);
xcmp(iv)=NaN;
ycmp(iv)=NaN;
ym=median(ycmp);

```

```

iv = find(ycmp<ym-2 | ycmp>ym+2);
xcmp(iv)=NaN;
ycmp(iv)=NaN;
plot(xcmp,ycmp)
axis equal

```

ANNEXE 3 : ecriture.m :

```

clear all

zdir = './correction'; if ~exist(zdir,'dir'),mkdir(zdir); end
zfile=uigetfile('*.sgy');
fid = fopen(zfile,'rb','b');
fidw = fopen(fullfile(zdir,zfile),'wb','b');
headera = fread(fid,3200,'*char');
fwrite(fidw,headera,'char');
headerbl = fread(fid,3,'integer*4');
fwrite(fidw,headerbl,'integer*4');
headerbs = fread(fid,194,'integer*2');
fwrite(fidw,headerbs,'integer*2');
dt = headerbs(3);
dt=dt/1000;
[Bf,Af] = butter(8,2*[1500 6000]./(1000/dt));
nt=headerbs(5);
fseek(fid,0,1);
nshot=floor((ftell(fid)-3600) / (240+nt*2)); % Attention le "floor" est nécessaire
fseek(fid,3600,-1);

data = zeros(nt,nshot);
dataold = zeros(nt,nshot);
delai = zeros(nshot,1);
numtir = zeros(nshot,1);
xcmp = zeros(nshot,1);
ycmp = zeros(nshot,1);

iref=0;

for ishot=1:nshot
    % Lecture normale
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    numtir(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert5(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert5(2)/100;
    data(:,ishot)=fread(fid,nt,'integer*2');
    dataold(:,ishot)=data(:,ishot);
    % Comparaison numéro de tir
    if numtir(ishot) ~= iref+1
        % Si on le trouve pas à sa place, on revient en arrière
        fseek(fid,-(240+nt*2),0);
        % On relit en entier*4
        dummy = fread(fid,(240+nt*2)/4,'integer*4');
        % On cherche le numéro de tir
        jv = find(dummy==iref+1);
        if isempty(jv)
            % Pas trouvé : on tue la trace
            data(:,ishot)=0;
            iref=iref-1;
        end
    end
end

```

```

else
    % Trouvé : on revient en arrière
    fseek(fid,-(240+nt*2),0);
    % On lit la 1ere partie de la trace jusqu'à la position trouvée
    dummy1 = fread(fid,(jv(1)-3)*2,'integer*2');
    % On lit le header
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert5(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert5(2)/100;
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    numtir(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    % On lit la 2eme partie de la trace
    dummy2 = fread(fid,nt-(jv(1)-3)*2,'integer*2');
    % On swappe les deux parties de la trace
    dummy= [dummy2' dummy1'];
    dummy(isnan(dummy))=0;
    data(:,ishot)= filtfilt(Bf,Af,dummy);
end
end
iref=iref+1;
fwrite(fidw,headert1,'integer*4');
fwrite(fidw,headert2,'integer*2');
fwrite(fidw,headert3,'integer*4');
fwrite(fidw,headert4,'integer*2');
fwrite(fidw,headert5,'integer*4');
fwrite(fidw,headert6,'integer*2');
fwrite(fidw,headert7,'integer*4');
fwrite(fidw,data(:,ishot),'integer*2');
end
fclose(fid);
fclose(fidw);

xcmp=xcmp/3600;
ycmp=ycmp/3600;

dt=dt/1000;

dataf=filtfilt(Bf,Af,data);

figure(1),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,abs(hilbert(dataf)))
colormap(flipud(colormap('gray')))
mstd=mean(std(data(~isnan(data)))));
caxis([0 mstd]*2.5)
xlabel('Shot Points')
ylabel('Twt (ms)')

figure(2),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,abs(hilbert(dataold)))
colormap(flipud(colormap('gray')))
caxis([0 mstd]*2.5)
xlabel('Shot Points')
ylabel('Twt (ms)')

figure(3),clf
xm=median(xcmp);
iv = find(xcmp<xm-2 | xcmp>xm+2);

```

```

xcmp(iv)=NaN;
ycmp(iv)=NaN;
ym=median(ycmp);
iv = find(ycmp<ym-2 | ycmp>ym+2);
xcmp(iv)=NaN;
ycmp(iv)=NaN;
plot(xcmp,ycmp)
axis equal

```

Enfin, la dernière étape consiste en l'application d'un nouveau script visuSEG2.m, qui va encore affiner les traits des profils traités.

visuSEG2.m :

```

clear all

zfile=uigetfile('*.sgy');
fid = fopen(zfile,'rb','b');
headera = fread(fid,3200,'*char');
headerbl = fread(fid,3,'integer*4');
headerbs = fread(fid,194,'integer*2');
dt = headerbs(3);
nt=headerbs(5);
fseek(fid,0,1);
nshot=floor((ftell(fid)-3600) / (240+nt*2));
fseek(fid,3600,-1);
data=zeros(nt,nshot);
delai=zeros(nshot,1);
toto=zeros(nshot,1);
xs=zeros(nshot,1);
ys=zeros(nshot,1);
xr=zeros(nshot,1);
yr=zeros(nshot,1);
xcmp=zeros(nshot,1);
ycmp=zeros(nshot,1);
for ishot=1:nshot
    headert1 = fread(fid,7,'integer*4');
    headert2 = fread(fid,4,'integer*2');
    headert3 = fread(fid,8,'integer*4');
    headert4 = fread(fid,2,'integer*2');
    headert5 = fread(fid,4,'integer*4');
    headert6 = fread(fid,46,'integer*2');
    toto(ishot)=headert1(3);
    delai(ishot)=headert6(11);
    headert7 = fread(fid,15,'integer*4');
    xcmp(ishot)= headert7(1)/100;
    ycmp(ishot)= headert7(2)/100;
    dummy=fread(fid,nt,'integer*2');
    dummy(isnan(dummy))=0;
    dummy=dummy-mean(dummy);
    data(:,ishot)=dummy/max((dummy));
end
fclose(fid);

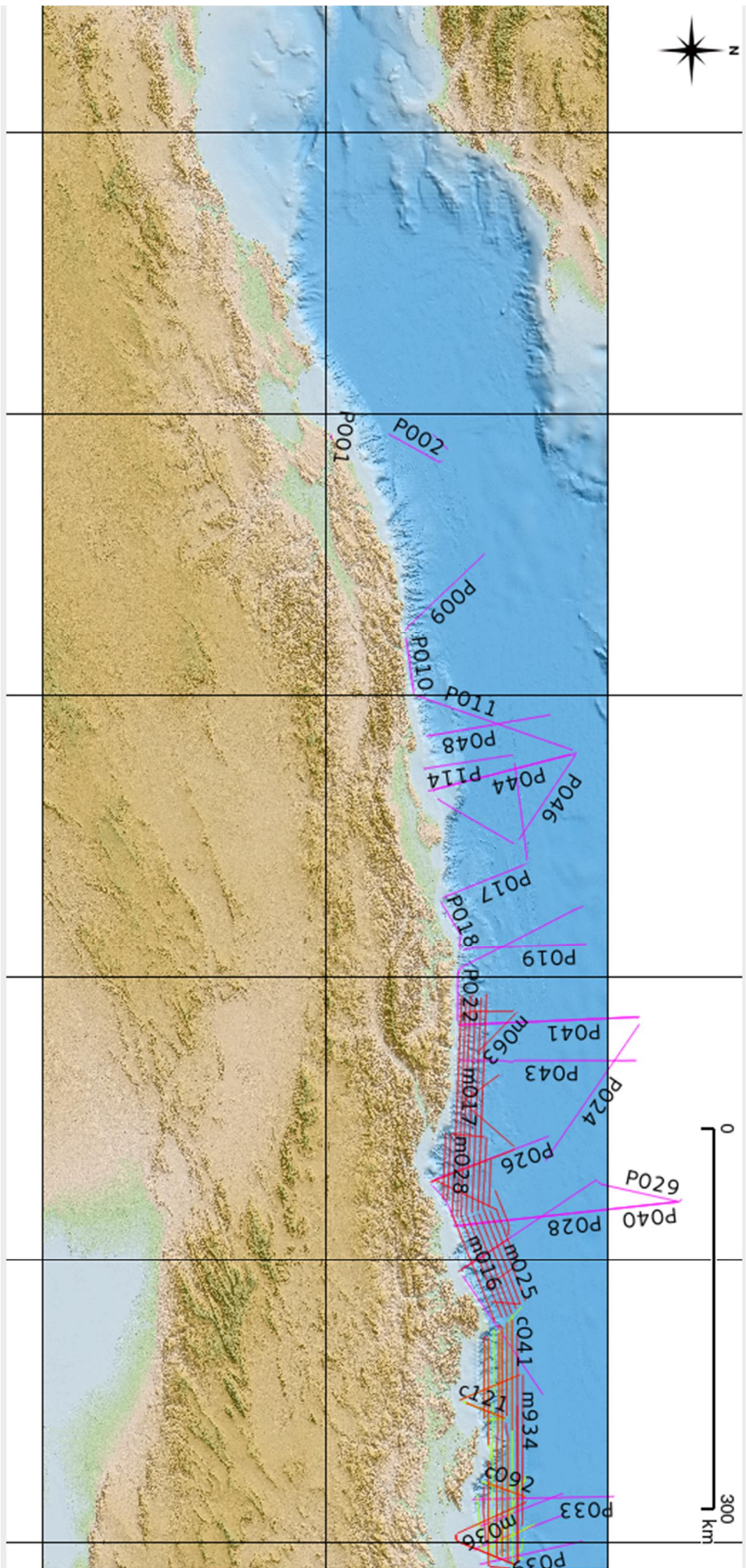
% [Bf,Af] = butter(8,2*[10 35]./125);
% dataf=filtfilt(Bf,Af,data);

dt=dt/1000;

figure(1),clf
imagesc((0:nshot-1),(0:nt-1)*dt,abs(hilbert(data)))
colormap(flipud(colormap('gray')))
mstd=mean(std(data(~isnan(data)))));
caxis([0 mstd]*5)
xlabel('Shot Points')

```

```
ylabel ('Twt (ms)')
```

➤ Autoévaluation de la présentation du rapport Partie technique

Le document est agrafé ou relié (pas de pochettes transparentes).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les normes sont respectées (exemple en annexe du document EVE124) :	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
-Page de titre comportant :	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

○ Titre	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Auteur (Prénom NOM)	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Nom, adresse et logo UniLaSalle	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Nom et adresse de l'organisme hébergeant le stage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Type de document (« rapport de stage »)	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Spécialité	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Année de scolarité	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Promotion	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
○ Nom et prénom du maître de stage et du tuteur de stage	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
-En-tête et/ou pied de page avec <i>a minima</i> le titre du rapport, le nom de l'élève et son n° de promotion	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
-Marges suffisantes	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le document est exempt de fautes d'orthographe.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
La syntaxe est correcte.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
La rédaction est de style écrit et non oral.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
L'expression est précise.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
La pagination commence dès la page de titre (cette dernière est comptée mais non numérotée).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
La pagination elle est continue, annexes et illustrations comprises.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le sommaire des tableaux est distinct de celui des autres illustrations.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les abréviations, symboles et unités sont définis dès qu'ils apparaissent pour la première fois dans le texte. (<i>Ils peuvent être définis dans le texte, mais, s'ils sont nombreux, il est préférable de les définir à part, dans une liste</i>).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les abréviations ou symboles sont ceux que recommande la norme ISO 1000 (disponible au centre de documentation) ou par des normes nationales ou des spécifications d'organismes compétents.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les termes qui demandent explication sont définis dans un glossaire.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le texte commence par une introduction, il est suivi du développement divisé en plusieurs parties, éventuellement sous-parties, et se termine par une conclusion.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Chaque illustration comporte une légende précise, horizontale et non encadrée, avec la mention de la source.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Chaque illustration comporte, le cas échéant, en plus de la légende : échelle, orientation, grille, datum et système de projection.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les références des figures issues de la littérature sont annoncées dans la légende en mettant entre parenthèses le nom de l'auteur en majuscules suivi d'une virgule et de l'année de publication [Exemple : (PHILIPPE, 1994)].	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les références sont annoncées dans le texte en mettant entre parenthèses le nom de l'auteur en majuscules suivi d'une virgule et de l'année de publication [Exemple : (PHILIPPE, 1994)].	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les citations courtes (comportant moins de quatre lignes) sont incorporées au texte et placées entre guillemets.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
La liste de références bibliographiques contient les éléments nécessaires et respecte les normes figurant dans le document (EVE124).	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les documents éventuellement mis en annexe contiennent des informations qui ne sont pas essentielles à la compréhension du texte principal.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Toute annexe est annoncée dans le texte principal.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les pages des annexes sont numérotées ; leur pagination doit continuer celle du texte principal.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Chaque annexe est séparée des autres par une page de garde, sur laquelle est donné en grande police sa lettre majuscule d'identification et son titre.	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non