

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

**Faculté des hydrocarbures, des énergies renouvelables
et des sciences de la terre et de l'univers
Département des sciences de la terre**



**Mémoire de Master Professionnel
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers
Filière : Géologie
Spécialité : Géologie des Pétrolière**

THEME

***L'utilisation de l'énergie RMS pour le
Contrôle de qualité des données sismiques.***

**Présenté par
TOUAHIR MOHAMED KARIM
ZENATI MOUSAAB
MEZAACH OUSSAMA**

Soutenu publiquement le: 26/06/2024.

Devant le jury :

| | | |
|-----------------------------|-------------------|------------------------------|
| Dr. SAHRAOUI LAKHDAR | Président | Université de Ouargla |
| Dr. FELLAH LAHCEN | Examineur | Université de Ouargla |
| Dr. BENSIR FATEH | Rapporteur | Université de Ouargla |

REMERCIEMENTS

MERCI BEAUCOUP À NOS FAMILLES ET À NOS PROCHES QUI NOUS ONT TOUJOURS SOUTENUS ET ENCOURAGÉS. MERCI À TOUS LES PROFESSEURS DU DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS DE L'UNIVERSITÉ KASDI MERBAH QUI ONT CONTRIBUÉ À NOTRE FORMATION.

UN MERCI SPÉCIAL À MONSIEUR BEN NASIR FATAH, NOTRE SUPERVISEUR DANS CETTE AVENTURE, POUR SON SUIVI MINUTIEUX ET PRÉCIEUX. NOUS REMERCIONS ÉGALEMENT MONSIEUR LAKHDAR, GÉOPHYSICIEN CHEZ ENAGEO, POUR SON AIDE EFFICACE ET UTILE.

UN GRAND MERCI À MONSIEUR IBRAHIM CHETIBA, TECHNICIEN DE VIBRATION CHEZ ENAGEO, POUR SON SOUTIEN ET SES INFORMATIONS PRÉCIEUSES. NOUS REMERCIONS AUSSI MONSIEUR ALI KORICHI ET TAYEB NASIRI POUR LEUR SUIVI PENDANT NOTRE STAGE CHEZ SONATRACH.

ENFIN, NOUS EXPRIMONS NOTRE GRATITUDE À TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.

Avec tout mon amour et ma gratitude, je remercie Dieu Tout-Puissant pour m'avoir accordé le succès dans mon parcours universitaire et je dédie ce travail à ceux qui ont été mon soutien et mon appui tout au long de mon parcours académique et de ma vie :

À mon cher père : la lumière de mes yeux et mon pilier dans la vie, qui m'a appris que la foi, le travail acharné et la patience sont les clés du succès.

À ma chère mère : source d'amour et de tendresse, qui a toujours été mon baume guérisseur, et m'a encouragé de toutes ses forces et avec patience. Que Dieu prolonge ta vie et te garde pour moi.

À ma chère grand-mère : qui m'a offert la sagesse, la chaleur et des conseils précieux. Merci pour chaque moment d'amour et d'attention.

À ma chère famille : mes frères et sœurs, qui ont toujours été à mes côtés, partageant mes joies et mes défis, et me soutenant à chaque étape.

À mes fidèles amis : qui ont toujours été là pour m'encourager et me soutenir, et qui ont fait partie intégrante de mon parcours.

- À tous les membres de ma famille : qui ont toujours été avec moi dans les moments de tristesse et de joie, de difficulté et de facilité.

Merci du fond du cœur à vous tous, car sans votre soutien et votre amour, je n'aurais jamais pu atteindre cette étape.

Touahir Mohamed Karim



*À mes parents, la lumière de mes yeux,
Avec toute la fierté et la gratitude qui remplissent mon
cœur, je dédie mon diplôme et le fruit de mes efforts à
mon pilier dans la vie, la source de ma foi et de ma force,
à la lumière de mes yeux, ma bonne fortune, ma réussite
et ma fierté, à la joie de mes jours, mon ombre, mes ailes et
tous mes espoirs.*

Mezaache Oussama



Je dédie ma réussite et mon diplôme à ceux qui ont récolté les épines de mon chemin pour préparer la voie de la connaissance pour moi :

À mon cher père, que Dieu ait son âme, qui m'a toujours encouragé et soutenu. À ma mère bien-aimée, qui m'a nourri d'amour et de tendresse et a été mon baume de guérison. Que Dieu prolonge sa vie et la protège pour moi. À mes frères et sœurs, dont les cœurs tendres et les âmes pures ont toujours été une source de soutien et de réconfort.

Merci du fond du cœur à vous tous.

Zenati Moussab



LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAU

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : Généralités sur la sismique réflexion

| | | |
|----------------|--|-----------|
| I.1 | Introduction..... | 12 |
| I.2 | La sismique en 3D : Une avancée majeure dans l'étude géophysique | 12 |
| I.2.1 | La sismique réflexion..... | 12 |
| I.3 | Acquisition des Données Sismiques..... | 14 |
| I.3.1 | Mise en œuvre | 15 |
| I.3.2 | Les Sources Sismiques : | 15 |
| I.4 | Camion vibreur | 17 |
| I.4.1 | Partie vibrante : | 17 |
| I.4.1 | Partie électronique | 18 |
| I.4.2 | Principe de fonctionnement du vibroseis..... | 18 |
| I.4.3 | Contrôle du vibroseis..... | 18 |
| I.4.4 | Tests de similarité..... | 19 |
| I.4.4.1 | Similarité par câble ou (Wire line)..... | 19 |
| I.4.5 | le signal vibrosismique (le sweep)..... | 21 |
| I.4.6 | Types de sweeps..... | 23 |
| I.4.7 | Paramètres descriptifs d'un sweep | 24 |
| I.5 | Dispositif D'enregistrement:..... | 27 |
| I.5 | Laboratoire D'enregistrement..... | 30 |
| I.5.1 | PARAMETRE LABO | 30 |
| I.6 | Les essais en vibrosismique..... | 31 |
| I.6.1 | Dimension du dispositif sismographique | 31 |
| I.6.2 | Offset maximal (distance entre la source et la dernière trace sismique)..... | 31 |
| I.6.3 | Offset minimal (distance entre la source et la première trace sismique) | 31 |
| I.6.4 | Longueur de l'inter trace | 31 |
| I.6.5 | Géométrie des nappes de géophones | 32 |
| I.6.6 | La structure du point vibré et l'énergie dégagée..... | 33 |
| I.7 | Couvertures en sismique..... | 34 |
| I.7.1 | La couverture simple..... | 34 |

| | | |
|--|---|-----------|
| I.7.2 | La couverture multiple..... | 34 |
| I.8 | Les bruits | 35 |
| I.8.1 | Bruits cohérents | 36 |
| I.8.2 | Bruits aléatoires | 36 |
| Chapitre II: Présentation de la région d'étude | | |
| II.1 | Introduction :..... | 37 |
| II.2.1 | Plan d'acquisition (Ouargla) HMD-3D : | 38 |
| II.2.2 | Zone de reconnaissance : | 39 |
| II.2.3 | Ressources humaines | 42 |
| II.2.4 | Ressources matérielles..... | 43 |
| II.3 | Nature du terrain | 43 |
| II.3.1 | Nature du terrain en pourcentage : | 43 |
| Chapitre III: Les Méthodes nouvelles d'acquisition des données sismique | | |
| III.1 | Introduction | 46 |
| III.1.1 | Technique d'acquisition vibrosismique : | 46 |
| III.1.1.1 | Méthode de flip flop : | 46 |
| III.2 | HFVS: High Fidelity Vibratory Seismic (ExxonMobil) | 48 |
| III.3 | Méthode de Slip sweep : | 49 |
| III.4 | La technique de vibrateur unique V1(CGG) | 54 |
| III.5 | Independant Simultaneous Sweeping (ISS)..... | 55 |
| III.1.5.1 | Les méthodes utilisées pour le déblending des données : | 56 |
| III.1.6 | Distance Separated Simultaneous Sweeping | 57 |
| III.1.7 | Dynamic Slip Sweep (DSS) | 58 |
| Chapitre IV : Le contrôle de qualité des données sismiques par le RMS_QC. | | |
| IV.1 | Introduction | 61 |
| IV.1.1 | Présentation de l'étude..... | 61 |
| IV.1.1.1 | Paramètres de design | 61 |
| IV.1.1.2 | Paramètres d'acquisition | 64 |
| IV.1.2 | Description de la Géométrie Terrain..... | 64 |
| a. | Préparation des données | 65 |
| b. | Changement dans le Header de la trace | 65 |
| Compensation de l'énergie RMS_LVL1 de l'effet de l'offset | | 67 |
| IV.2 | Contrôle par RMS_QC | 67 |

TABLE DES MATIARES

| | | |
|--------------------------|---|----|
| IV.2.1 | Les principales étapes du process qui permet d'effectuer ce contrôle sont les suivantes | 69 |
| IV.2.2 | Étapes pour Convertir les données de SEGD en JAVA | 70 |
| IV.2.3 | la donnée pure RMS QC..... | 73 |
| IV.2.4 | Présentation de la méthode utilisée dans la production :..... | 74 |
| IV2.5 | Méthodologie de calcul de RMS_Shot | 78 |
| IV 2.6 | Interprétation de RMS_Shots | 79 |
| IV2.7 | SEQUENCE DE TRAITEMENT :..... | 81 |
| CONCLUSION GÉNÉRALE..... | | 87 |

BIBLIOGRAPHIES

الملخص

Résumé

Abstract

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

FIGURE I-1 : Principe d'une expérience de sismique réflexion..... 13

FIGURE 1-2 : chaine d'acquisition sismique 14

FIGURE 1-3: mise en œuvre en sismique réflexion..... 15

FIGURE 1-4 : signal dynamite..... 16

FIGURE 1-5: image réelle d'un camion vibreur..... 17

FIGURE 1-6 : partie vibrante 17

FIGURE 1-7: différence entre le gf du troisième vibreur et le signal pilote. 20

FIGURE 1-8: différence entre le gf du deuxième vibreur et le signal pilote..... 21

FIGURE 1-9 : différence entre le gf du troisième vibreur et le signal pilote. 21

FIGURE 1-10 : fréquence instantanée d'un sweep linéaire et phase instantanée d'un sweep linéaire..... 23

FIGURE 1-11 : un modèle d'un down-sweep. 25

FIGURE 1-12 : un modèle d'un up-sweep. 26

FIGURE 1-13 deux balayages de longueurs différentes dans la même bande de fréquence 27

FIGURE 1-14 : Image réelle d'un Géophone type(DSU) 28

FIGURE 1-15 : Image réelle D'UN: hydrophones 28

FIGURE 1-16 : image des drapeaux utilisés pour localiser les récepteurs..... 29

FIGURE 1-17 : le concentrateur sercel cx-508..... 29

FIGURE 1-18 : laboratoire d'enregistrement..... 30

FIGURE 1-19 : schémas représente la dimension du dispositif sismographique de la méthode vibrosismique. 33

FIGURE 1-20 : Point vibré 33

FIGURE 1-21 : Couverture simple..... 34

FIGURE 1-22 : couverture multiple..... 35

Chapitre II

FIGURE II 1 plan de situation du programme hmd-3d 37

FIGURE II 2 plan de position du projet 23-hmd-3d..... 38

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| FIGURE II 3 plan d'avancement pose et ramasse | 39 |
| FIGURE II 4 plan d'avancement pose cvt réalisé et resté | 42 |
| FIGURE II 5 carte satellite du site | 44 |
| FIGURE II 6 base de vie..... | 45 |

Chapitre III

| | |
|---|----|
| FIGURE III 1 mode d'opération de la méthode flip flop | 47 |
| FIGURE III 2 technique flip flop..... | 47 |
| FIGURE III 3 Raw HFVS recording, (a) before inversion and (b) after inversion | 48 |
| FIGURE III 4 représentation de l'envoi du sweep dans la méthode de flip flop | 49 |
| FIGURE III 5 Représentation de mode d'envoi de slip sweep | 50 |
| FIGURE III 6 corrélation dans le mode d'acquisition de flip flop..... | 50 |
| FIGURE III 7 Corrélation dans le mode d'acquisition slip sweep | 51 |
| FIGURE III 8 Séparation des enregistrements dans la méthode d'acquisition Slip Sweep..... | 51 |
| FIGURE III 9 1a représentation des harmoniques avant la corrélation (manuel sercel)..... | 52 |
| FIGURE III 10 contamination des réflexions par les harmoniques | 53 |
| FIGURE III 11 représentation des harmoniques avant corrélation dans le mode slip sweep | 53 |
| FIGURE III 12 représentation le chevauchement des harmoniques après la corrélation..... | 54 |
| FIGURE III 13 (à gauche) méthode slip-sweep ; (à droite) méthode v1, the future of vibroseis for high-density wide-azimuth land acquisition, meunier et al (cgg), 2008 | 55 |
| FIGURE III 14 technique iss, (a) 08 vibrateurs travaillant indépendamment et simultanément, (b) tableau des différents sweepsutilisés, (c) cross corrélation entre un sweep de 6 secondes et les différents sweeps, sonatrach 2017..... | 56 |
| FIGURE III 15 principe de la ds3 avec l'enregistrement terrain de deux sources simultanées, sonatrach 2017 | 57 |
| FIGURE III 16 graphe et tableau de configuration du mode slip sweep dynamique dans le système d'enregistrement, sonatrach 2017 | 58 |

Chapitre IV

| | |
|--|----|
| FIGURE IV 1 représentation des swatch | 61 |
| FIGURE IV 2 représentation de template..... | 65 |
| FIGURE IV 3 représentation de job_output (lecture des données)..... | 66 |
| FIGURE IV 4 rms qc..... | 68 |
| FIGURE IV 5 input data segd parte 1 | 70 |
| FIGURE IV 6 input data segd parte 2..... | 71 |
| FIGURE IV 7 input data segd parte 3..... | 71 |
| FIGURE IV 8 data context editor | 72 |
| FIGURE IV 9 les données sont au format java | 72 |
| FIGURE IV 10 le résultat final de la conversion du format sagd au format java..... | 73 |
| FIGURE IV 11 rms qc display noise | 74 |
| FIGURE IV 12 display signal vp 48000 trace | 74 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| FIGURE IV 13 loi de production des données sismique haute productivité | 76 |
| FIGURE IV 14 loi de production des données sismique haute productivité appliquée pour un jour de production..... | 76 |
| FIGURE IV 15 point de tir 3d, vp vibroseis point (3d-shot)..... | 77 |
| FIGURE IV 16 le bruit causé par la méthode, un bruit acceptable on peut le supprimer dans le processing | 77 |
| FIGURE IV 17 le bruit causé par la méthode, un bruit acceptable on peut le supprimer dans le processing | 78 |
| FIGURE IV 18 energie rms correspondant à l'objectif pétrolier | 79 |
| FIGURE IV 19 représentation rms, projection de terrain. les shots positionné et les ffid (fenêtre 0-500 ms | 80 |
| FIGURE IV 20 représentation rms_shot montre une anomalie bruit de circulation des véhicules | 80 |
| FIGURE IV 21 représentation rms_shot montre une anomalie bruit d'interférences, causées par la méthode de haute productivité..... | 81 |
| FIGURE IV 22 inline stack..... | 82 |
| FIGURE IV 23 xline stack | 83 |
| FIGURE IV 24 time slice | 83 |
| FIGURE IV 25 time slice..... | 84 |

LISTE DES TABLEAU

LISTE DES TABLEAU

| | |
|--|----|
| table 1 nature du terrain en pourcentage..... | 44 |
| Table 2 Chronologie des techniques de tirs simultanés, Simultaneous shooting | 46 |
| Table 3 Paramètres de design de projet HMD-3D | 63 |
| Table 4 Loi utilisée dans la production..... | 75 |



INTRODUCTION GENERALE



INTRODUCTION GENERALE

La sismique 3D est sans doute subit le développement le plus remarquable en exploration géophysique de ces dernières années. Elle consiste à recueillir des mesures à intervalles fins et réguliers sur toute la surface de la zone à prospector, permettant le recouvrement précis et total de tous les objectifs du sous-sol sous investigation.

La sismique 3D est souvent présentée par les économistes comme une nouvelle technologie qui, avec les puits horizontaux va permettre des découvertes de réserves d'hydrocarbures. Cependant avec l'imagerie on peut espérer demain extraire 80%-90% d'un gisement. Du moment qu'en sismique 2D on corrige l'obliquité dans le plan d'un profil, il est normal d'aller enregistrer latéralement pour corriger l'obliquité réelle en 3D, ceci montre que la sismique 3D est l'extension naturelle de la sismique 2D de détail, et un outil indispensable pour développer en valoriser le gisement.

Bien que la sismique 3D, engendre des coûts d'acquisition relativement élevés, elle est plus économique comparé à la 2D. Avec la mise au point de programmes performants d'Interpolation de traces, elle a tendance à se généraliser même dans les phases de reconnaissance, d'autant plus que les problèmes d'exploration ne cessent de devenir de plus en plus complexes. Le souci de tout géophysicien est d'obtenir un bon signal sismique à l'enregistrement des temps les plus courts possibles avec un coût réduit, mais ceci n'est pas toujours réalisable. Pour y parvenir le planificateur doit trouver un équilibre entre les contraintes géophysiques et les contraintes économiques.

Lors de l'acquisition vibrosismique le camion vibrateur engendre des distorsions harmoniques de sweep PILOTE théorique que l'on souhaiterait générer. De ce fait, beaucoup d'études ont été élaborées pour améliorer la productivité et atténuer ces harmoniques. Plusieurs méthodes ont été proposées par différentes compagnies.

A cet effet, et dans le cadre de la préparation de notre mémoire de fin d'étude, nous développons un travail qui a pour thème : Contrôle de qualité des données sismique de haute productivité
Projet HMD-3D.

L'objectif du notre présent travail est d'étudier l'intégration des techniques nouvelles de contrôle

Introduction general

de qualité des données sismiques de haute productivité (Big Data) correspond aux différentes méthodes d'acquisition sismique non conventionnelle et les méthodes en haut productivité. Le travail a été élaboré selon la méthodologie suivante :

- **Chapitre I : Généralités sur la sismique réflexion**
- **Chapitre II: Présentation de la région d'étude**
- **Chapitre III: Les Méthodes nouvelles d'acquisition des données sismique**
- **Chapitre IV : Le contrôle de qualité des données sismiques par le RMS_QC**
- **CONCLUSION GÉNÉRALE**



Chapitre I



I.1 Introduction

La méthode la plus répandue en géophysique pour évaluer la structure de la sous-surface est la sismique réflexion, qui permet d'obtenir une échographie de subsurface à deux et trois dimensions. La méthode de prospection sismique consiste à générer des séismes artificiels avec une amplitude très faible à des moments et des lieux prédéfinis. Les vibrations produites sont enregistrés sur des appareils de suivi basés sur la trace. Le traitement séquentiel des données sismiques permet de supprimer le bruit et les parasites, et améliore le rapport signal/bruit. Les sections sont interprétées dans le but de trouver une structure favorisant l'accumulation des hydrocarbures.

I.2 La sismique en 3D : Une avancée majeure dans l'étude géophysique

Il est indéniable que la sismique 3D est l'une des avancées les plus significatives dans le domaine de l'exploration géophysique de ces dernières années. Elle propose une perspective beaucoup plus précise et détaillée du sous-sol que les techniques classiques, offrant ainsi aux géologues et aux prospecteurs une meilleure compréhension de la structure géologique et une localisation plus précise des ressources naturelles.

Les deux grandes techniques de prospection sismique sont :

- la sismique réflexion.
- la sismique réfraction.

I.2.1 La sismique réflexion

La sismique réflexion est une technique géophysique qui utilise des ondes sonores afin de représenter la structure du sous-sol terrestre (**Figure I.1**). Il s'agit d'une méthode couramment employée dans l'exploration pétrolière et gazière, mais aussi dans d'autres domaines comme la recherche d'eau souterraine, la caractérisation de sites d'ingénierie et la surveillance environnementale.

La sismique réflexion consiste à utiliser une source, telle qu'un canon à air ou une charge explosive, afin de produire des ondes sonores qui se propagent sur la terre. Différentes couches de roches réfléchissent ces ondes vers la surface, et le temps requis pour atteindre le réflecteur et revenir est évalué. On peut donc déterminer la profondeur de chaque couche réfléchissante en se basant sur la vitesse du son dans la Terre.

Des géophones, des instruments qui transforment les vibrations du sol en signaux électriques, enregistrent les ondes sonores réfléchies. Par la suite, ces données sont analysées et présentées sous la forme d'un profil sismique, qui représente en deux dimensions la structure du sous-sol.

Une étude sismique peut être décomposée en 3 grandes étapes :

- 1- Acquisition des données sismiques.
- 2- Traitement des données sismiques.
- 3- Interprétation des données sismiques.

CHAPITRE 01 : Généralités sur la sismique réflexion

Les méthodes d'acquisition en sismique terrestre et en off-shore diffèrent légèrement, même si elles respectent les mêmes lois physiques. La création d'une onde s'effectue en utilisant des canons à air comprimé en mer, des camions vibreurs ou de la dynamite à terre. L'onde générée peut être soit une impulsion (comme une dynamite ou une arme à feu), soit une sinusoïde dont la fréquence varie sur un spectre spécifique pendant une période (t) (comme les camions vibreurs utilisés partout où le terrain le permet). Dans cette situation, la relation entre le signal enregistré en sortie du vibreur et le signal pilote envoyé en entrée de celui-ci crée une "ondelette" qui correspond à l'impulsion souhaitée.

Selon les lois de réflexion et de réfraction de Snell-Descartes, les ondes émises se propagent en partie en réfléchissant à chaque contraste de vitesse de propagation (couche géologique). L'enregistrement des échos par des capteurs (hydrophones en mer ou géophones sur terre). On peut réaliser une étude sismique à une seule trace ou à plusieurs traces. En plus d'améliorer le rapport signal sur bruit, il est envisageable de calculer les vitesses des milieux traversés dans ce contexte. Ensuite, cette information permet d'analyser en détail les données. Une étude sismique est caractérisée par de nombreux paramètres. Parmi les principaux, on retrouve : La taille du profil de séisme. La distance entre les sources et les récepteurs (offset) ainsi que la couverture maximale (nombre de fois qu'une zone de la sous-surface est "illuminée"). La configuration de la nappe d'acquisition.

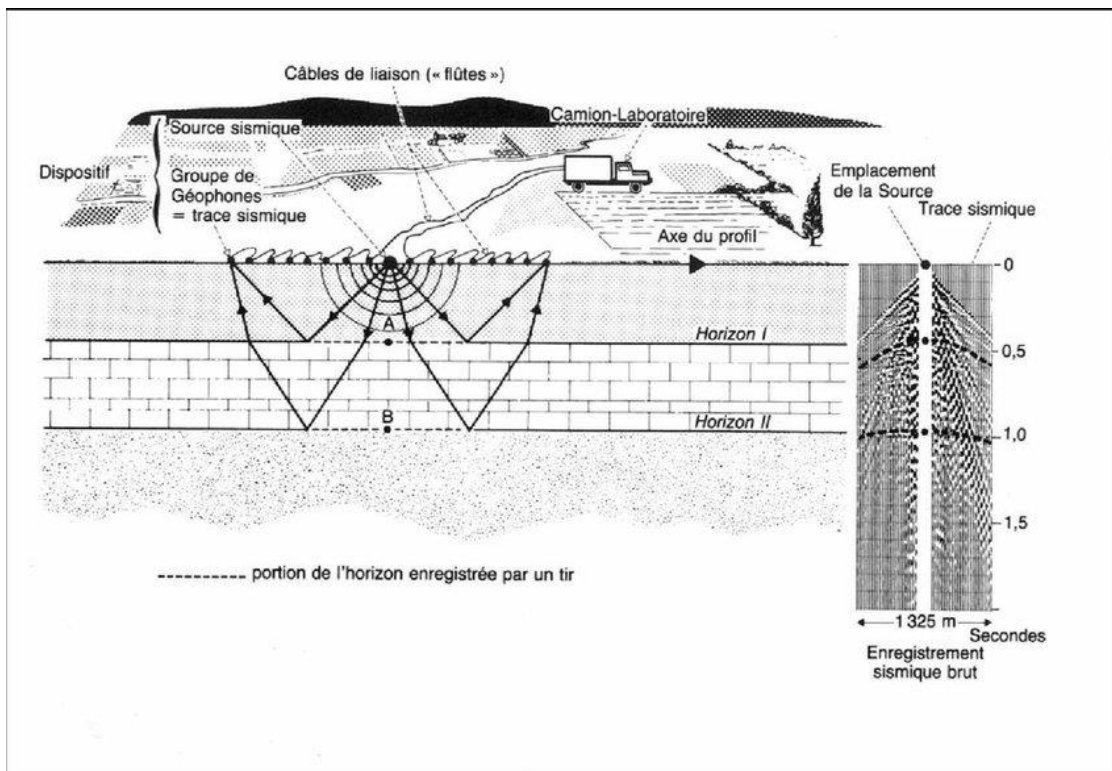


FIGURE I-1 : PRINCIPE D'UNE EXPERIENCE DE SISMIQUE REFLEXION

[Une méthode d'inversion non linéaire pour l'imagerie sismique haute resolution chapitre I (Ludovic Métivier) 2009]

I.3 Acquisition des Données Sismiques

L'analyse des données sismiques constitue la fondation de toutes les techniques géophysiques, en particulier de la sismique. La première étape d'une campagne sismique est l'acquisition sismique. Cela implique la mise en place.

- Un dispositif d'émission (dynamite, marteau, camion vibreur) a provoqué des vibrations à la surface du sol. Selon les lois de l'optique, l'onde produite se propage dans le sous-sol en subissant des réflexions, réfractions et diffractions, à l'interface des couches qui présentent un contraste d'impédance.
- De l'utilisation d'un système de détection (géophones, hydrophones) qui enregistre la réflexion ou la résistance en surface.
- L'utilisation d'un système d'enregistrement (supports magnétiques, supports numériques) permet d'échantillonner, de numériser et de mémoriser l'onde transmise au laboratoire, comme illustré dans **la figure I.2**

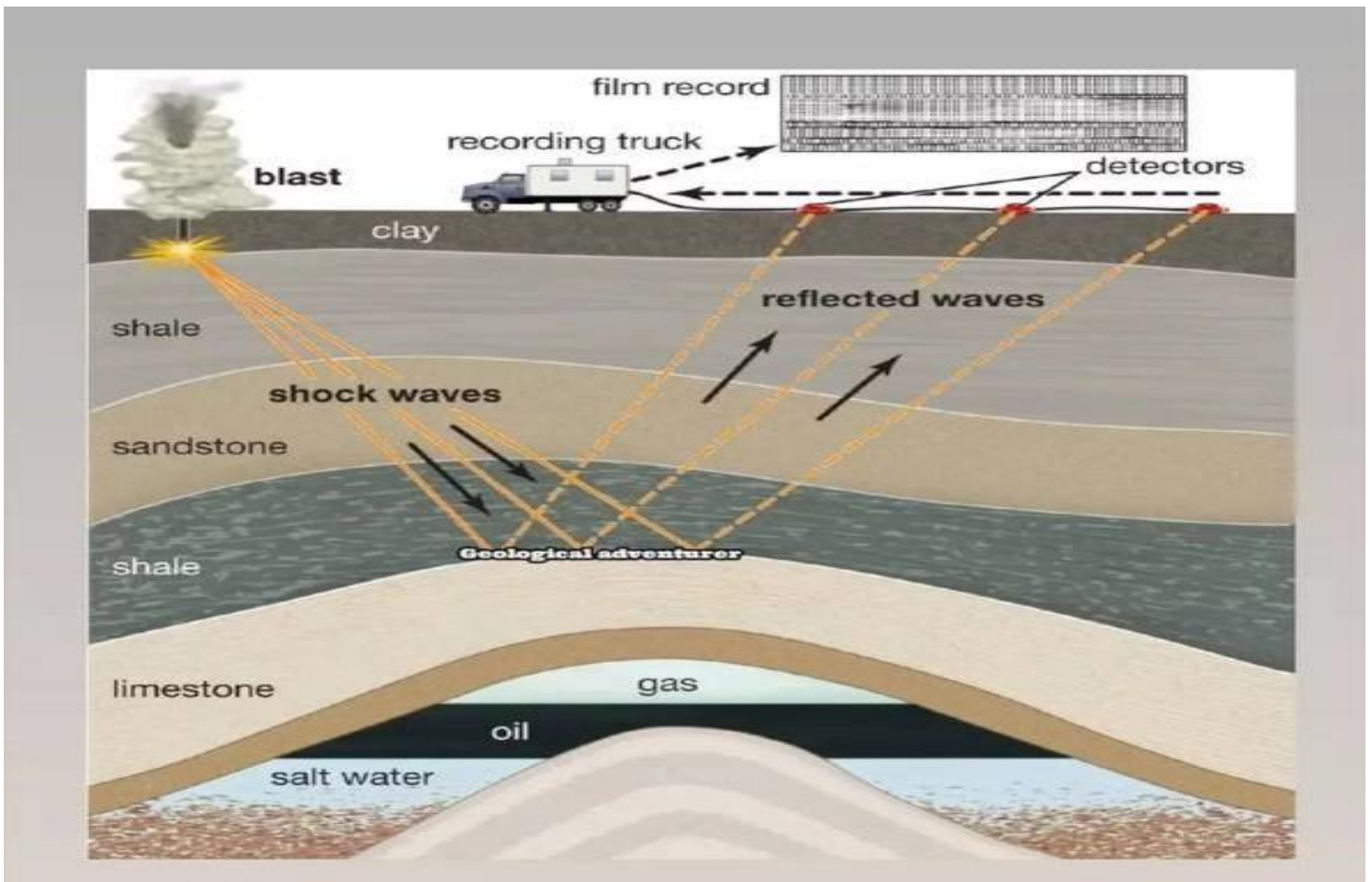


FIGURE I -1 : CHAINE D'ACQUISITION SISMIQUE

[SIT WIP ACADEMY.COM/COURSE/PETROLEUM-GEOPHYSICS]

I.3.1 Mise en œuvre

La mise en place implique de disposer sur une ligne sismique (un profil) un ensemble de charges explosives ou de vibrateurs qui entraîneront des vibrations, qui seront enregistrées par un ensemble de géophone ou de traces (nappes de géophones ou capteurs) disposées régulièrement le long du profil Régulièrement disposées le long du profil.

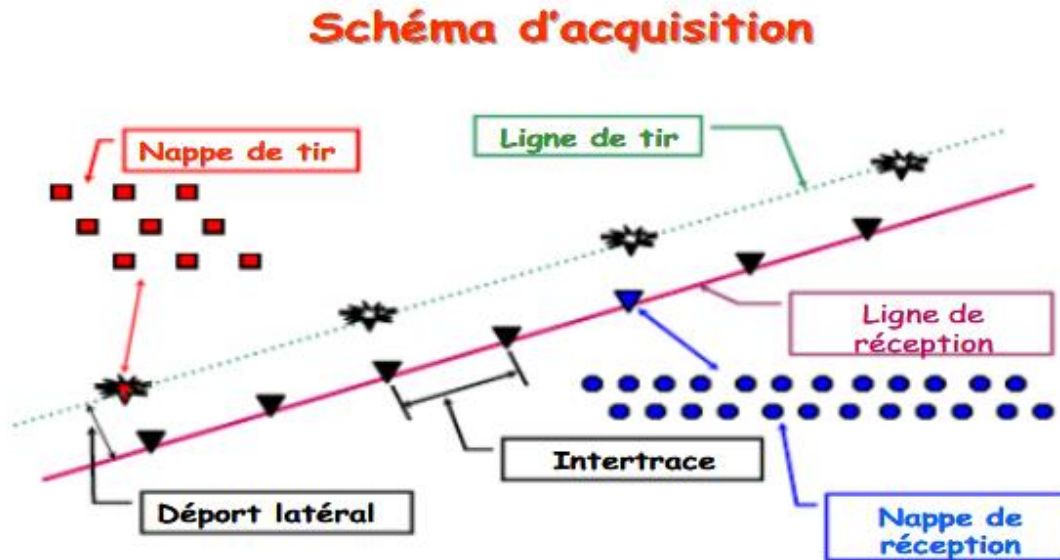


FIGURE I -2: MISE EN ŒUVRE EN SISMIQUE REFLEXION

[COURE POLYCOPIER_EXPLORATION_DES_HYDROCARBURES CHAPITREII _AMEUR-ZAIMECHE_OUAFI].

I.3.2 Les Sources Sismiques :

Les événements sismiques peuvent être causés par des sources sismiques, ces sources sont:

a) La dynamite

Il s'agit d'une source vibratoire enterrée ou à l'air libre, elle présente l'avantage de libérer une grande quantité d'énergie en un laps de temps très court (quelques centaines de microsecondes), couvrant une large plage de fréquences, ce qui la rend similaire à une impulsion de Dirac. Toutefois, elle comporte de nombreux désavantages tels que la manipulation dangereuse des explosifs et un impact préjudiciable sur l'environnement. Elle est peu fréquemment employée aujourd'hui.

- Signal dynamite:
 - Impulsionnel (avec une durée extrêmement courte).
 - Avec une large bande fréquentielle (théoriquement)
 - Il constitue la forme parfaite de la réflexion sur les données dynamiques.

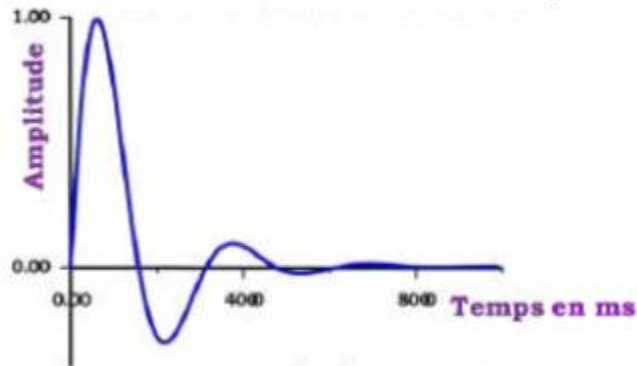


FIGURE I -3 : SIGNAL DYNAMITE [COURE POLYCOPIER_EXPLORATION_DES_HYDROCARBURES CHAPITREII _AMEUR-ZAIMECHE_OUAFI].

b) La Chute de Poids

Dans ce genre de source sismique, on utilise l'énergie générée par la chute d'un poids de 3000 kg, qui est lâché du dessus du sol à une hauteur de 3 mètres. Cette source est très abordable, mais son principal inconvénient est qu'elle ne peut atteindre que des profondeurs superficielles, ce qui signifie qu'elle ne peut être utilisée en sismique pour des couches profondes.

c) Vibroseis

Les camions à explosion. La plaque d'acier de quelques tonnes, fixée fermement sur le sol et actionnée par un vibreur hydraulique, produit des trains d'ondes pendant 7 à 12 secondes, avec une fréquence de quelques dizaines de hertz, qui varient progressivement. Système de séisme Système de sismicité Je suis victime d'un séisme. Les sources (équipements d'émission) Géophones (appareil de réception) dans le laboratoire Les bandes magnétiques Les ondes sismiques Chaîne d'enregistrement solaire



FIGURE I -4: IMAGE REELLE D'UN CAMION VIBRATEUR

I.4 Camion vibreur

I.4.1 Partie vibrante :

Un piston traverse cette zone pour séparer deux chambres : l'une supérieure et l'autre inférieure, formant ainsi une masse impulsive. Ce piston est maintenu solidaire à une plaque (base plate) reposant directement sur le sous-sol. L'ensemble du véhicule porteur appuie sur la plaque et la maintient en contact permanent avec le sol. L'énergie est fournie par une pompe hydraulique à haute pression.



FIGURE I -5 : PARTIE VIBRANTE

I.4.1 Partie électronique

Quel que soit le constructeur, la partie électronique du "vibroiseis" remplit les mêmes fonctions. Dans ce qui suit, nous allons expliquer le système Sercel, qui est principalement composé de deux unités.

I.4.1.2 a. Un dispositif DPG (Générateur Pilote numérique)

Ce boîtier est installé sur le camion laboratoire et a pour fonction de produire un signal appelé sweep pilote qui est transmis par radio à chaque vibreur. Ce dispositif produit également un sweep de référence qui est envoyé au corrélateur (pour contrôler les enregistrements bruts).

I.4.1.2 b. Un dispositif DSD (Drive Digital Servo)

Chaque cabine contient des vibrateurs. Il s'agit principalement d'un boîtier qui a pour fonction de décoder le signal reçu sur une radio FM du DPG et de générer un sweep de référence qui servira à compenser la phase (le même pour chaque vibreur) et un autre sweep ("drive sweep") qui a pour fonction d'activer la partie vibrante.

I.4.2 Principe de fonctionnement du vibroseis

Le boîtier DPG au laboratoire produit le signal de commande, qui sera transmis par radio FM à chaque vibreur. Après avoir reçu ce signal, le boîtier DSD met en marche le générateur de sweep. On transforme cette variation de pression d'huile en utilisant un relais électromécanique nommé "Servo-valve". La présence alterne d'huile dans les chambres supérieure et inférieure du piston entraîne une rotation de la masse impulsive autour du piston. En utilisant le système (base plate + piston) contre le sol, l'énergie (fournie par le mouvement de la masse impulsive) est transmise dans le sous-sol en générant des ondes sismiques. Les mouvements de la base plate sont enregistrés par un accéléromètre qui les synchronise avec le sweep de référence grâce à une boucle de contre réaction.

I.4.3 Contrôle du vibroseis

Dans le boîtier DSD, chaque vibreur est équipé d'un système de contrôle qui assure le bon fonctionnement de la partie vibrante, ainsi que la compensation de phase entre le sweep de référence qui représente le mouvement souhaité et le mouvement de la base plate (plaque vibrante) qui traduit le mouvement réel. La pression d'huile écoulée depuis le circuit hydraulique jusqu'au piston est directement influencée par le signal de sortie du vibreur (transmis dans le sous-sol), ce qui nécessite un contrôle. Le contrôle du débit se déroule en trois étapes :

I.4.3.1 Contrôle de base

L'huile est transmise à travers ce circuit au servo valve. Le Servo valve, équipé d'un système de contrôle électrique, transfère également cette huile (de manière alternative) dans les chambres supérieures et inférieures, au piston.

I.4.3.2 Rétroaction ou feedback de la masse de réaction et du Servo valve

En réalité, le Servo valve est un appareil constitué de plusieurs étages comportant des circuits compliqués d'hydraulique et d'électronique. L'huile transmise au Servo valve a besoin d'être contrôlée. Pour cela, un signal feedback est nécessaire pour déterminer le déplacement de la bobine du Servo valve, et par conséquent, contrôler la transmission de cette huile, du Servo valve au piston. La position du piston relative au cylindre devrait être aussi enregistrée pour permettre au contrôle du mouvement de la masse de réaction autour de celui-ci. Deux capteurs LVDT mesurent les mouvements de la masse de réaction et du Servo valve, en générant des signaux proportionnels au déplacement de celui-ci, qui seront transmis à la partie ' contrôle électrique'.

En analysant les signaux LVDT, on peut détecter le facteur d'amplification du signal électrique, qui est produit par le générateur de celui-ci.

I.4.3.3 Réponse du vibreur " Vibrator feedback"

Jusqu'à présent, le mécanisme de contrôle des vibreurs assure simplement que le signal généré se transforme en une variation de pression d'huile dans le cylindre. En pratique, nous voulons contrôler le mouvement des vibrations créées par le vibreur plutôt que l'écoulement d'huile dans le circuit hydraulique. Par conséquent, un signal de rétroaction supplémentaire est nécessaire pour permettre la compensation de phase entre le sweep de référence et la réponse du vibreur. Il n'est pas impossible de compenser les phases dans le système du vibroseis pour deux raisons :

I.4.4 Tests de similarité

Le test de similarité occupe une place importante dans l'acquisition sismique par vibroseis. Son objectif est de maintenir la synchronisation des groupes vibrants et de surveiller l'état des signaux émis par chaque appareil.

I.4.4.1 Similarité par câble ou (Wire line)

Ce test implique de comparer le sweep de référence avec les signaux produits par l'accéléromètre de chaque vibreur. Les signaux des vibreurs sont obtenus en connectant les sorties de leurs accéléromètres à une boîte de jonction commune, qui transmet les informations au laboratoire d'enregistrement sous la forme d'une trace sismique via un câble de liaison. Celui-ci est enregistré sur bande magnétique pour être traité sur ordinateur (Promax,).

En évaluant les résultats donnés par le test, on doit vérifier que :

- Les vibreurs sont en phase entre eux
- La réponse de chaque vibreur est en phase avec le sweep de référence
- L'autocorrélation du sweep de référence et sa cross-corrélation avec la réponse de chaque vibreur est en phase

CHAPITRE 01 : Généralités sur la sismique réflexion

- Le spectre d'amplitude de la réponse du vibrateur représente bien la bande de fréquence émise.

Les (Figure I.7), (Figure I.8), (Figure I.9) La différence de phase entre les GFs de trois vibrateurs différents est illustrée. Les réponses des vibrateurs ou le signal émis réellement sont désignés, tandis que le sweep de référence a une bande de fréquence de 10 à 80 Hz et une longueur de 16 secondes.

Il est acceptable que le déphasage produit soit de l'ordre de 1 degré pour le premier vibrateur, 2 degrés pour le deuxième et 3 degrés pour le troisième. Ce déphasage est observé au début de l'émission (en raison des fréquences basses) et diminue vers la fin où une bonne connexion entre la base plate et le sol est prévue.

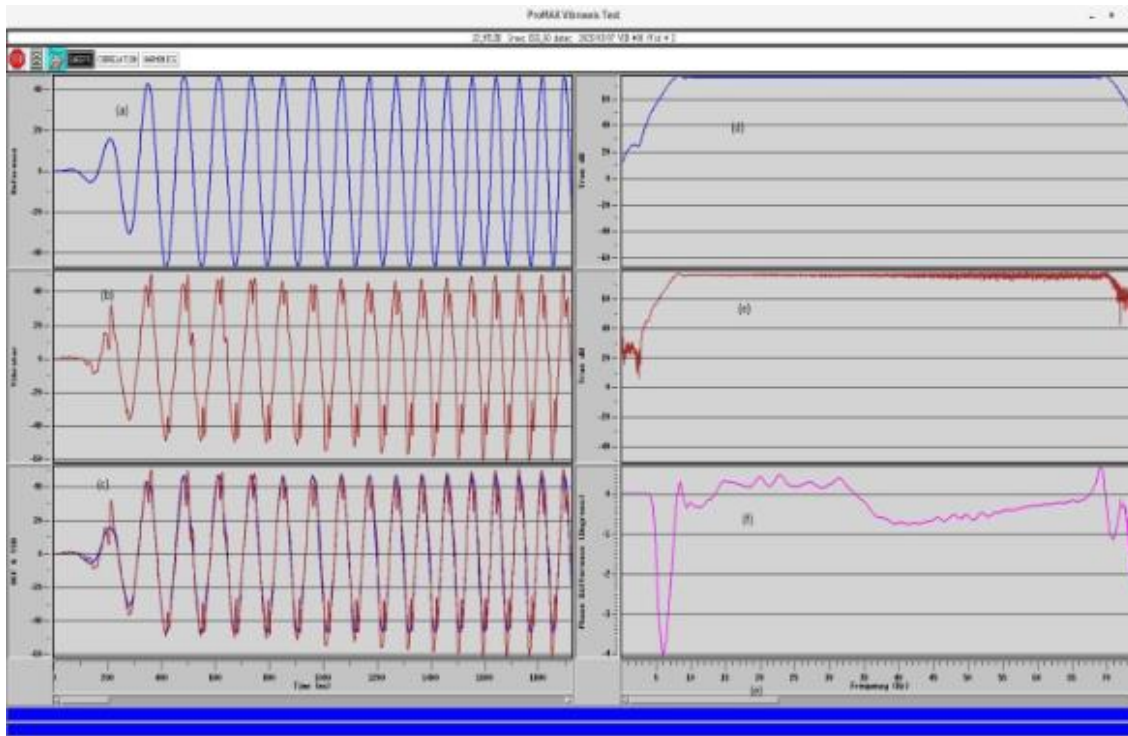


FIGURE I -6: DIFFERENCE ENTRE LE GF DU TROISIEME VIBRATEUR ET LE SIGNAL PILOTE[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220].

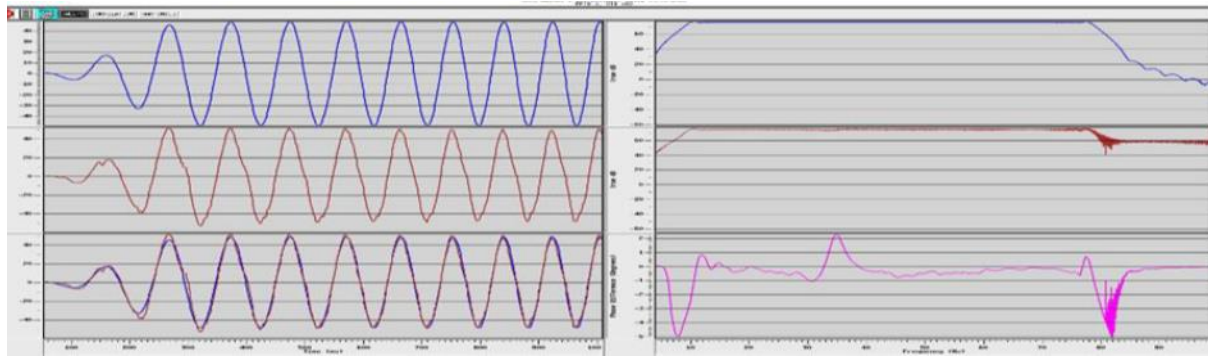


FIGURE I -7: DIFFERENCE ENTRE LE GF DU DEUXIEME VIBRATEUR ET LE SIGNAL PILOTE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

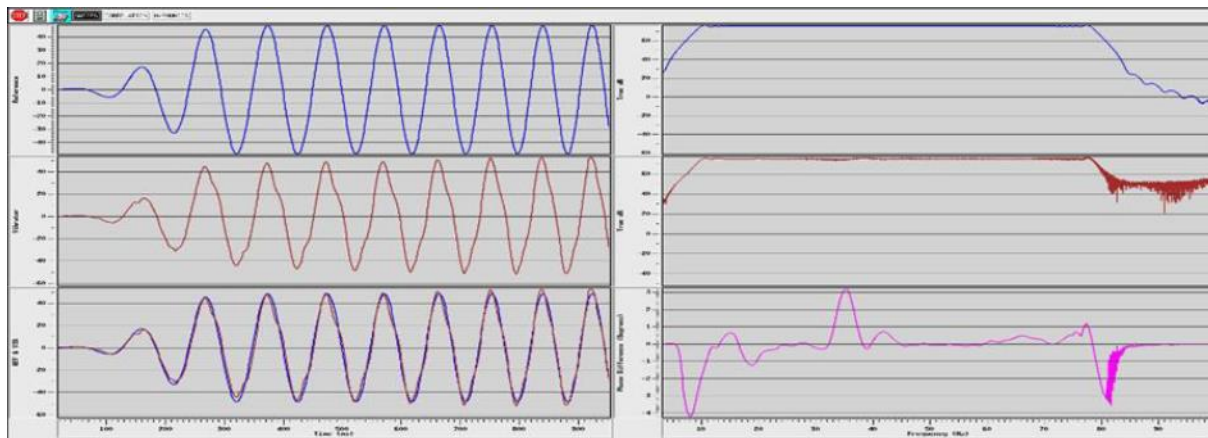


FIGURE I -8 : DIFFERENCE ENTRE LE GF DU TROISIEME VIBRATEUR ET LE SIGNAL PILOTE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220].

I.4.5 le signal vibrosismique (le sweep)

Un sweep est un signal source issu d'un phénomène vibratoire dans le sol pour provoquer des vibrations, il est constitué d'une gamme de fréquences déterminées étalée dans le temps, généré à partir d'un générateur de sweep selon une configuration déterminée à l'avance.

Explication générale d'une opération de séduction :

$$S(t)=a(t).\sin (\Phi_i(t)+\Phi) \dots\dots\dots(1)$$

- Avec : a(t) : loi de modulation d'amplitude du sweep.
- $\Phi_i(t)$: phase instantanée du sweep.
- Φ : phase initiale du sweep

CHAPITRE 01 : Généralités sur la sismique réflexion

Un autre paramètre est pris en compte dans le sweep et est également évalué. Il s'agit de la fréquence instantanée $f_i(t)$ définie comme suit :

$$f_i(t) = \frac{1}{12\pi} \frac{d\varphi}{dt} = a + b t \dots \dots \dots (2)$$

Ainsi, il s'agit d'une loi de modulation fréquentielle qui évolue de manière linéaire en fonction du signal de la pente b . La fréquence instantanée à $t = 0$ est la fréquence initiale f_0 : $f_i(t = 0) = f_0 = a$.

La loi de fréquence instantanée sera définie sur une bande fréquentielle B lorsque le signal émis (sweep) est pris sur une durée T . Ainsi, l'équation du spectre $s(t)$ est écrite.

:

$$S(t) = a(t) \cdot \sin\left[2\pi \left(f_0 \pm \frac{B}{2T} t\right)\right] \dots \dots \dots (3)$$

Avec : $\frac{-T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2}$

T : la durée du sweep

$B = f_2 - f_1$: la bande fréquentielle occupée par le signal

Le signe (\pm) désigne le cas d'un up-sweep ou down-sweep.

I.4.5.1 Calcul du spectre d'amplitude d'un sweep

On fera le calcul en tenant compte à la fois des parties réelles et imaginaires du signal complexe.:

$$E1(t) = \prod \left(\frac{t}{T}\right) e^{2\pi j \left(f_0 t + \frac{B}{2T} t^2\right)} \dots \dots \dots (4)$$

Avec : $\{1 \text{ si } \frac{-T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2}\}$

$\Pi(t) = 0$ ailleurs

I.4.5.2 Analyse spectrale du sweep

Pour des raisons de simplicité des calculs. Nous prenons l'équation suivante comme une expression de sweep.:

$$s(t) = \begin{cases} \text{Cos}[2\pi (f_0t + \frac{B}{2T}t^2)] & \text{si } 0 \leq t \leq T \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

La bande fréquentielle et la durée du sweep sont respectivement désignées par les paramètres B et T. Dans le domaine de la fréquence, l'analyse du signal se déroulera dans l'intervalle [f0, f0+B] avec une fréquence instantanée exprimée comme suit :

$$f_i(t) = f_0 + \alpha t \dots\dots\dots (6) \quad \text{Avec : } \alpha = \frac{B}{T}$$

I.4.6 Types de sweeps

La résolution verticale est un objectif majeur de la géophysique. Cette résolution nécessite une amélioration des hautes fréquences dans le signal émis, avec un rapport signal sur bruit suffisant. Cependant, l'atténuation du sous-sol agit comme un filtre coupe-haut.

Traditionnellement, la méthode du vibroseis a utilisé un signal sweep avec des fréquences variant linéairement en fonction du temps. Bien qu'il produise un spectre d'amplitude idéal, le signal enregistré perd toutes ses hautes fréquences durant sa propagation en raison de l'atténuation du sous-sol. C'est ce qu'on appelle le sweep linéaire **Figure I.10**.

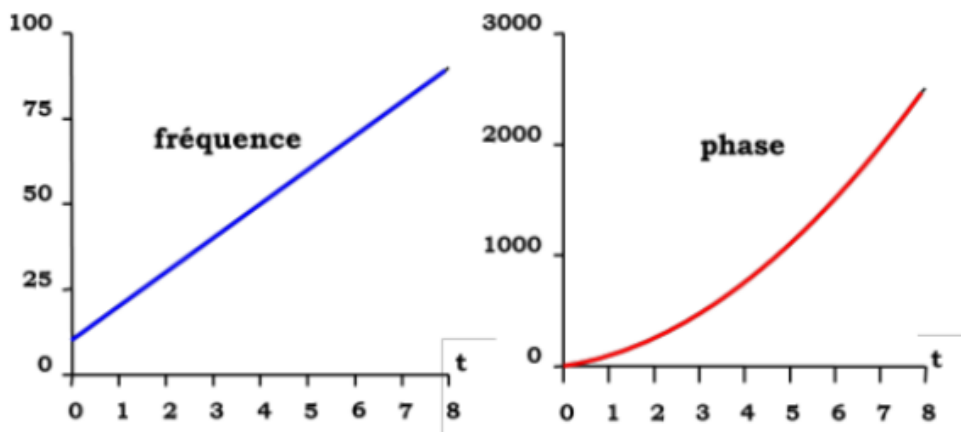


FIGURE I -9 : FREQUENCE INSTANTANEE D’UN SWEEP LINEAIRE ET PHASE INSTANTANEE D’UN SWEEP LINEAIRE
 [COURE POLYCOPIER_EXPLORATION_DES_HYDROCARBURES CHAPITREII _AMEUR-ZAIMECHE_OUAFI].

Bien que la fréquence instantanée du balayage soit générée de manière non linéaire dans le temps, nous pouvons générer un signal avec un spectre d'amplitude opposé à l'effet d'atténuation. Cette opération est réalisée à l'aide d'un balayage non linéaire, qui

La fréquence varie en fonction de la fonction spécifique de sélection de fréquence que l'on souhaite prendre en charge, on distingue essentiellement :

I.4.6.1 Les sweeps exponentiels

Différent du précédent, ce type est biaisé vers les basses fréquences, et sa fonction de changement de fréquence est :

$$f_i(t) = f_0 + \frac{Bt^\alpha}{T^\alpha} \quad \text{avec } \alpha < 1 \dots \dots \dots (7)$$

Pour un balayage linéaire de la bande de fréquences [14 – 56 Hz], le temps nécessaire pour transmettre l'énergie dans le sol est le même que pour la bande de fréquences [14 – 18 Hz] (basse fréquence) ou 52 – 56 Hz (haute fréquence). Les hautes fréquences étant fortement atténuées lors des transmissions souterraines, il faut les valoriser pour obtenir un bon rapport signal/bruit. Nous pouvons atteindre notre objectif en augmentant la longueur du balayage linéaire. Cependant, cela entraîne une augmentation des coûts de recherche. Grâce à la non-linéarité, nous pouvons améliorer les hautes fréquences du balayage transmis simplement en privilégiant les hautes fréquences dans la transmission par rapport aux basses fréquences, sans augmenter la longueur du balayage.

I.4.6.2 Les sweeps logarithmiques

En favorisant les fréquences élevées, le sweep consacre la plupart de sa durée à la transmission des HF. La fonction suivante est utilisée comme courbe de variation des fréquences.

$$f_i(t) = f_0 + \frac{Bt^{\frac{1}{\alpha}}}{T^{\frac{1}{\alpha}}} \dots \dots \dots (8)$$

Avec B : la bande fréquentielle du sweep

T : la durée du sweep.

α : coefficient > 1

I.4.7 Paramètres descriptifs d'un sweep

Les paramètres descriptifs du sweep sont :

- Sens du balayage
- La dispersion $D = BT$
- Sa durée (longueur) : 7 à 10 secs
- Sa bande fréquentielle B définie par les limites fréquentielles f_1 et f_2
- La position de la bande fréquentielle B dans l'échelle des fréquences liées à $f_1 + f_2$
- La loi d'émission ou de modulation exprimée par la loi de fréquence instantanée $f_i(t)$
- La loi d'amplitude instantanée
- Le rapport de fréquence $\frac{f_2}{f_1}$
- La fréquence centrale $f_c = \frac{f_1 + f_2}{2}$

I.4.7.1 Sens du balayage

Le balayage des fréquences ne peut avoir que deux directions :

- Balayage vers les fréquences basses ou vers le bas **Figure I.11**
- Balayage vers une fréquence plus élevée ou vers le haut **Figure I.12**

En supposant un balayage d'une durée de T secondes pour la bande de fréquences $B = [f_0 - f_m]$, si ces fréquences augmentent de f_0 à f_m ($f_0 < f_m$), nous l'appelons un balayage ascendant, et son expression est :

$$S1(t) = a1(t) \cdot \sin \left[2\pi \left(f_0 + \frac{B}{2T} t \right) t \right] \dots\dots\dots (9)$$

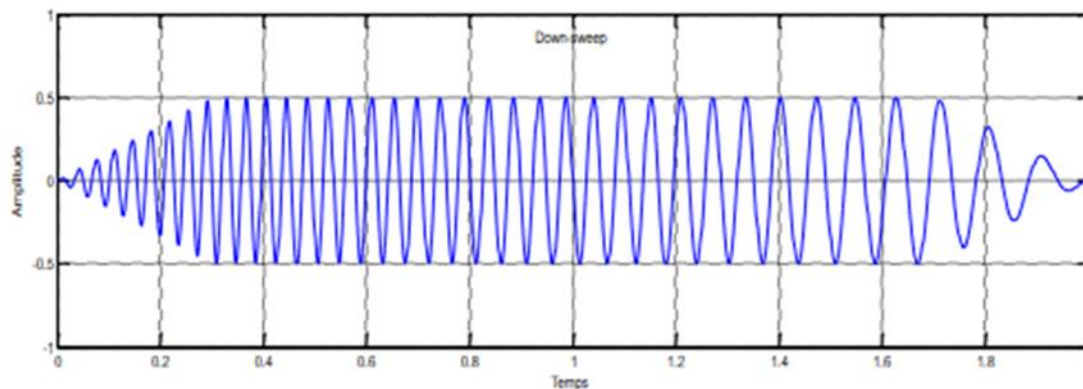


FIGURE I -10 : UN MODELE D'UN DOWN-SWEEP.

[COURE POLYCOPIER_EXPLORATION_DES_HYDROCARBURES CHAPITRE II _AMEUR-ZAIMECHE_OUAFI].

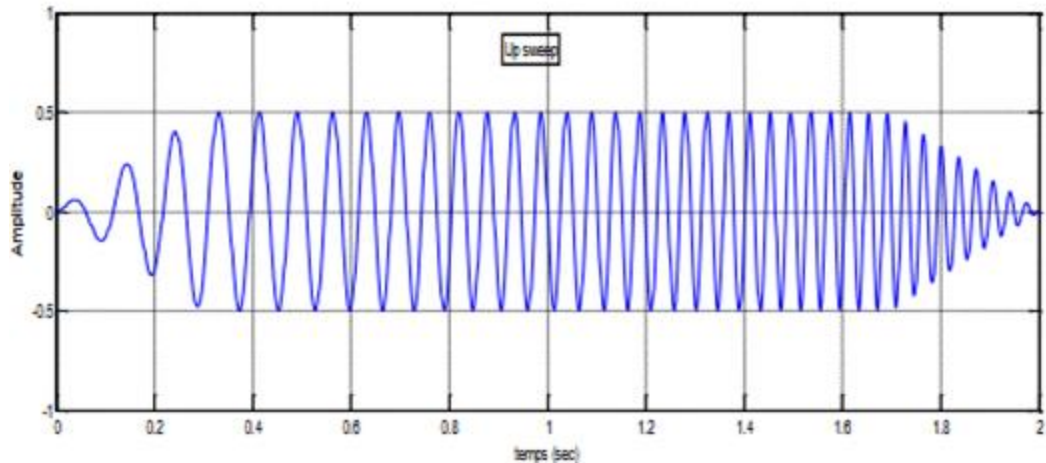


FIGURE I -11 : UN MODELE D'UN UP-SWEEP.

[COURE POLYCOPIER_EXPLORATION_DES_HYDROCARBURES CHAPITREII _AMEUR-ZAIMECHE_OUAFI].

I.4.7.2 Longueur (sa durée)

Il s'agit d'un nombre de secondes, par exemple : [0 2] secondes. Dans les enregistrements vibroseis, la durée de la trajectoire initiale du champ se compose de deux temps :

- Durée de l'analyse.
- La durée d'écoute est équivalente à la durée de l'enregistrement utilisant la méthode dynamite.

Dans la méthode vibro-sismique, le principe est d'utiliser des signaux pilotes persistants. En général, nous utilisons des longueurs de 6 à 9 Hz pour les problèmes courants et jusqu'à 12 ou 16 Hz pour les zones difficiles avec de mauvais rapports signal sur bruit.

Le rapport signal/bruit en vibrosismologie dépend de la longueur de balayage utilisée :

$$S/B = 20 \log_{10} N.G (n.C.B.T) 0.5..... (10)$$

Tel que : N : Nombre de vibrateurs.

G : Peak Force appliqué.

N : Nombre de sweeps par VP.

C : Couverture multiple.

B : Bande de fréquences.

T : Longueur du sweep en temps.

(bleu : 8 secondes ; rouge : 12 secondes). On voit clairement que le spectre d'amplitude est plus court en longueur.

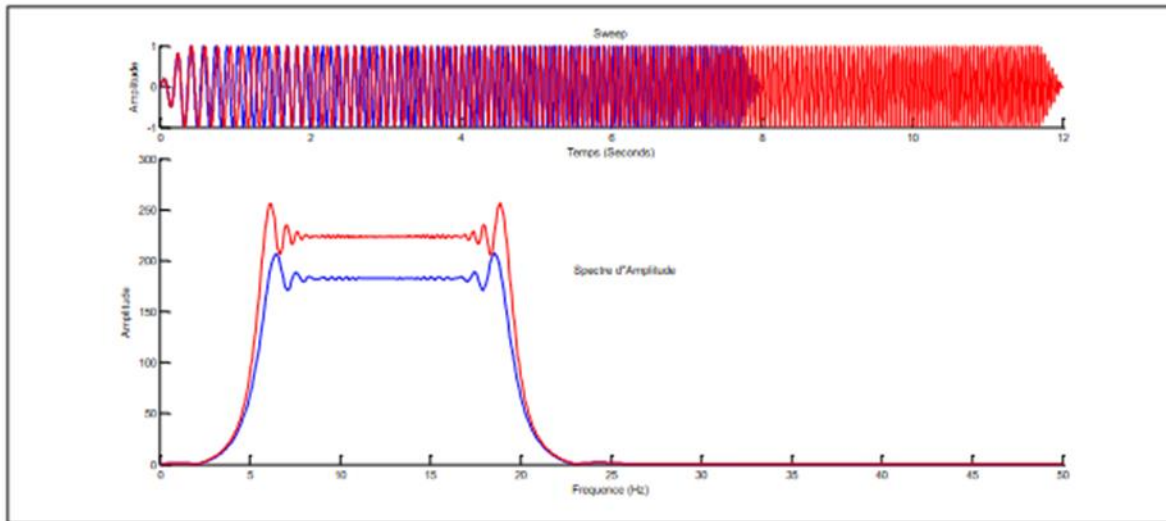


FIGURE I -12 DEUX BALAYAGES DE LONGUEURS DIFFERENTES DANS LA MEME BANDE DE FREQUENCE

En haut, on peut observer deux sweeps de longueurs différentes, tandis qu'en bas, on peut observer les spectres d'amplitudes des deux sweeps.

I.5 Dispositif D'enregistrement:

Géophone est un capteur très sensible composé d'un fichier suspendu à un ressort mobile par rapport à un aimant fixe. Convertit les vibrations des vibreurs en un signal électrique proportionnel avec la haute précision du récepteur dans la **Figure I.14** du type(DSU) Il existe également d'autres récepteurs aquatiques appelés hydrophones. **Figure I.15**



FIGURE I -13 : IMAGE REELLE D'UN GEOPHONE TYPE(DSU)



FIGURE I -14 : IMAGE REELLE D'UN: HYDROPHONES

Ces récepteurs sont organisés en nombres précis (groupes de géophones) déterminés par la topographie, où ils mettent un drapeau sur chaque point **Figure I.16** chacune d'elles enregistre ou laisse une « date ». Les stations réceptrices sont composées de récepteurs.

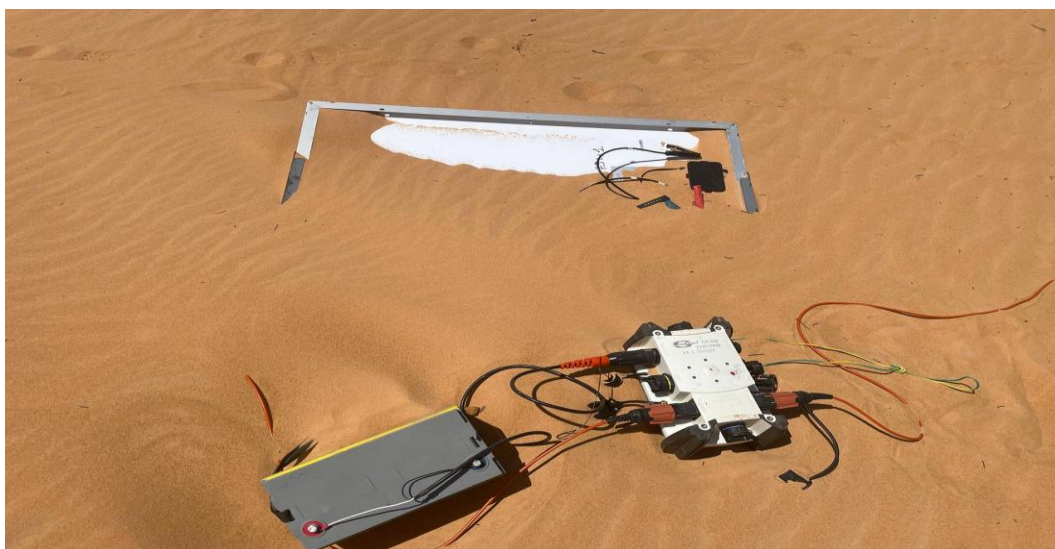


FIGURE I -15 : IMAGE DES DRAPEAUX UTILISES POUR LOCALISER LES RECEPTEURS

Les chaînes de récepteurs sont connectées à plusieurs axes pour collecter et gérer les données sismiques de plusieurs capteurs, afin d'assurer un transfert plus clair à laboratoire.



FIGURE I -16 : LE CONCENTRATEUR SERCEL CX-508

I.5 Laboratoire D'enregistrement

La réponse des géophones est enregistrée à l'aide d'un dispositif appelé enregistreur, situé à l'intérieur d'un camion (**Figure I.18**). Ces dernières années, les enregistreurs ont connu une évolution significative grâce aux avancées technologiques. Leur composition principale comprend : préamplificateurs et filtres analogiques, multiplexeurs, démultiplexeurs, amplificateurs de cadrage de gain et formateurs.



FIGURE I -17 : LABORATOIRE D'ENREGISTREMENT

I.5.1 PARAMETRE LABO

- Recording instrument : SERCEL 508 XT
- Sweep generator : VE464
- Data format : SEG2
- Recording length : 5 s
- Sample rate : 2 ms
- Anti-Aliasing Filter : 0,8 N LIN PHASE
- Low cut Filter : Out
- Noise edit : none
- Correlation type : Before stack
- Tape format : 3592
- Aux channel 1 : correlWith*correlWith
- Aux channel 2 : correlWith

I.6 Les essais en vibrosismique

En sismique conventionnelle, des essais sont à mettre en oeuvre au début pour définir les paramètres d'exploitation à savoir :

- La dimension du dispositif sismographique à préciser :
- L'offset minimal.
- L'offset maximal.
- La distance de l'inter trace
- La distance de l'inter trace.
- La géométrie des nappes de géophones.
- La géométrie du point vibré, et l'énergie émise.
- La bande de fréquence émise et le sens du sweep.
- La longueur du Sweep

I.6.1 Dimension du dispositif sismographique

Les dimensions du dispositif sismographique seront données en fonction de l'objectif de l'étude. Elles devront assurer une bonne couverture des horizons sismiques. Si le contenu fréquentiel est satisfaisant, on peut déterminer les différents facteurs qui composent un dispositif sismographique de la manière suivante

I.6.2 Offset maximal (distance entre la source et la dernière trace sismique)

L'offset maximal dépend directement de l'objectif le plus profond. Sa longueur doit assurer que toutes les réflexions importantes seront captées et qu'elles ne seront pas affectées par l'effet des corrections dynamiques. Si le degré de couverture est inadéquat pour un horizon donné, ou que l'onde réfractée vient à s'interférer avec les réflexions les plus profondes, alors, l'offset maximal doit être réduit au détriment de la longueur de l'intertrace.

I.6.3 Offset minimal (distance entre la source et la première trace sismique)

En prenant en compte l'offset minimal comme étant très étendu, il est possible que des horizons sismiques superficiels soient couverts par un degré de couverture insuffisant, ce qui pourrait entraîner leur inopéation totale. En revanche, il sera nécessaire que l'offset minimal soit suffisamment large, d'une part afin d'éviter que les traces centrales ne soient perturbées par le bruit des vibrateurs. Cependant, il est souvent difficile de déterminer l'offset minimal en utilisant les enregistrements "playsbacks" en raison du bruit qui se superpose aux réflexions. Cependant, en utilisant la déconvolution pour traiter les enregistrements adéquats, il est possible de déterminer la longueur minimale de l'offset. Il est toujours permis d'utiliser une offset de 75m à 125m pour la vibrosismique.

I.6.4 Longueur de l'inter trace

Au cours des procédures de traitement actuelles, les sections sismiques sont généralement soumises à un traitement spécifique, c'est la migration, en vue d'améliorer la résolution horizontale

qui est liée directement à la longueur de l'inter trace. Or, tenter d'améliorer la résolution horizontale, entraîne une manipulation du contenu fréquentiel, et de la longueur d'onde du signal émis. La fréquence de coupure maximale du signal émis est introduite (clairement définie dans la méthode du vibroseis). Pour résoudre les réflexions de manière horizontale

$$Rh = \frac{v}{8 \sin(\alpha) f_{max}} \dots \dots \dots (1)$$

Où :

Rh : résolution horizontale.

V : vitesse moyenne de l'onde dans la couche géologique (m/s).

fmax: fréquence de coupure maximale.

A : angle d'incidence utilisé dans le traitement par migration, généralement on applique une migration 45° (offset maximale égale à la profondeur de l'objectif).

La longueur maximale de l'inter trace correspondante à la résolution horizontale est :

$$Gh = 4.Rh.$$

$$Gh = \frac{v}{2 \sin(\alpha) f_{max}}$$

Où :

Gh : la longueur maximale de l'inter trace.

Rh : la résolution horizontale.

I.6.5 Géométrie des nappes de géophones

La géométrie des nappes de géophones sera déterminée après l'analyse d'un tir de bruit classique. Actuellement, avec l'utilisation des couvertures multiples de degré élevé et des chaînes d'enregistrement de large dynamique, le rôle de la nappe de géophones est d'atténuer certains bruits organisés. Par conséquent, sa longueur est basée essentiellement sur le bruit qui a la plus grande longueur d'onde. De même, la distance entre les géophones doit être faible, afin d'atténuer le bruit qui a la plus petite longueur d'onde.

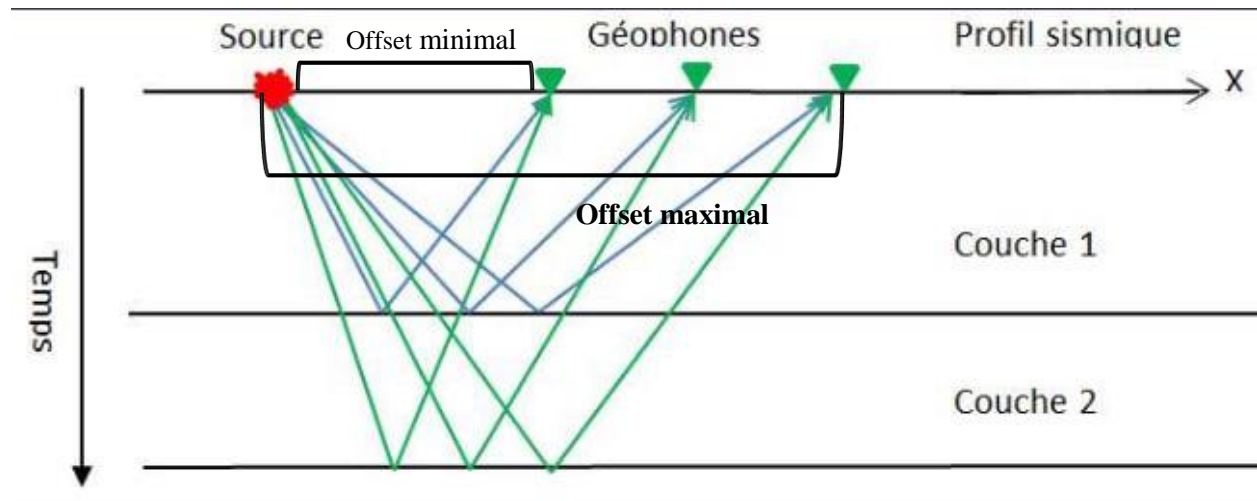


FIGURE I -18 : SCHEMAS REPRESENTE LA DIMENSION DU DISPOSITIF SISMOGRAPHIQUE DE LA METHODE VIBROSISMIQUE.

I.6.6 La structure du point vibré et l'énergie dégagée

Un point vibré désigne toutes les stations sur lesquelles le signal est émis. Elle joue le rôle d'une nappe de géophone par sa géométrie. Par conséquent, il est possible de positionner les vibrateurs en ligne parallèle ou décalés diagonalement. Il est essentiel que la longueur du point vibré soit suffisamment grande afin de permettre une atténuation adéquate des bruits organisés avec une longueur d'onde élevée (par exemple : le roulement de terre).

- Il est important que l'espacement entre les vibrateurs soit minime afin de réduire le bruit avec une petite longueur d'onde (par exemple, l'onde aérienne).

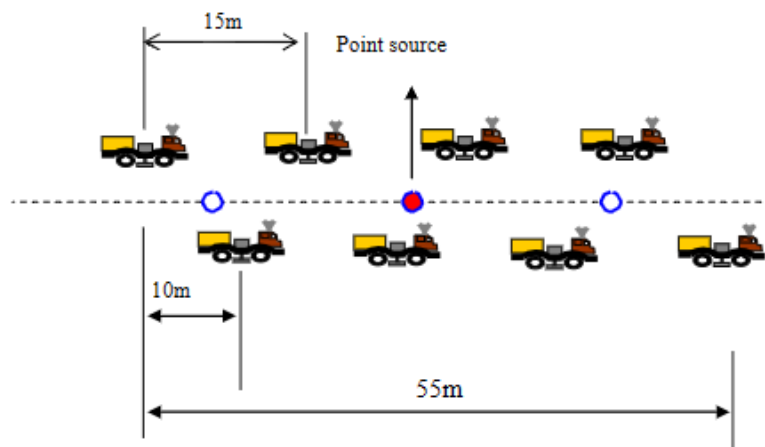


FIGURE 0-19 : POINT VIBRE

Chaque point vibré devrait émettre une énergie équivalente à celle émise par un point de tir en sismique traditionnelle. Il est essentiel qu'elle soit adéquate en raison du bruit aléatoire, cette énergie repose sur :

- La quantité de stations par point vibré.
- La puissance des vibrateurs et leur nombre.
- Totalité des sweeps.

I.7 Couvertures en sismique

I.7.1 La couverture simple

Les géophones sont disposés de manière collective (étalées ou groupées) sur un point appelé « trace ». L'intervalle entre les traces est appelé « inter-trace ». Le miroir réfléchit l'énergie sismique émise, puis elle est détectée par les capteurs situés en surface. Une fois que chaque acquisition a été enregistrée, l'ensemble du dispositif (Spread) est déplacé de manière à ce que les points d'impact sur le miroir soient répartis de manière régulière sur tout le profil. Observer

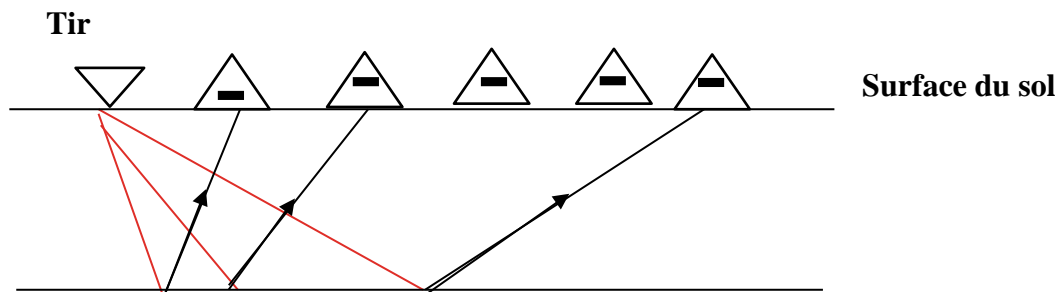
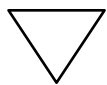


FIGURE I -20 : COUVERTURE SIMPLE



: Source



: Récepteur

I.7.2 La couverture multiple

Chaque point de réflexion (point miroir) reçoit plusieurs rayons sismiques provenant de différentes sources et enregistrés par différents récepteurs. Ces points, avec leurs couples émetteurs-récepteurs, sont regroupés en traces, ce qui permet d'augmenter le rapport signal sur bruit (en atténuant les bruits).

Pour obtenir cette couverture, certaines conditions sont nécessaires:

Les réflecteurs doivent être horizontaux, sinon les points miroirs seront dispersés.

Pour obtenir une couverture N points, le dispositif doit être déplacé d'une longueur P telle que:

$$P = n \cdot \frac{d}{2N}$$

n: Nombre de traces enregistrées par point de tir.

N: Couverture désirée.

P: Distance entre deux points de tir.

d: Distance entre traces (inter-trace).

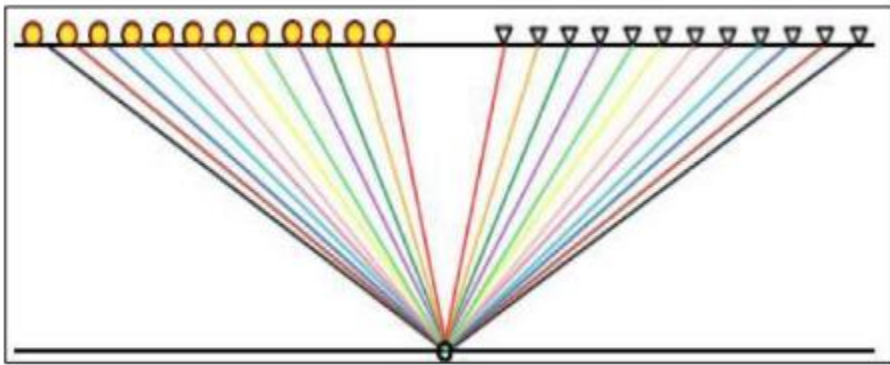


FIGURE I -21 : COUVERTURE MULTIPLE

[Mémoire SADOK IBRAHIM (LE FILTRAGE DE BRUIT DANS LE TRAITEMENT DES DONNES SISMIQUES PAR LA METHODE F-K ET RNA APPLIQUENT SUR LA REGION AMGUID MESSAOUD)chapitre III]

I.8 Les bruits

Le bruit est tout signal indésirable et perturbateur qui interfère avec le signal utile porteur d'informations que nous souhaitons conserver. En sismique réflexion, le signal utile correspond aux arrivées réfléchies simples. Les autres types d'arrivées (comme les ondes directes, les ondes réfractées, les ondes diffractées et les réflexions multiples) sont considérés comme du bruit. Les bruits interviennent dès la phase initiale (avant même le tir sismique) et leur présence se poursuit jusqu'à la phase finale de l'interprétation du document. C'est pourquoi la lutte contre le bruit constitue une préoccupation majeure et est présente à toutes les étapes de l'exploration. On distingue généralement les bruits naturels qui existent en dehors de toute activité sismique, et les bruits provoqués par l'exploitation sismique au niveau de l'émission, de l'enregistrement ou du traitement. Ces bruits peuvent être cohérents ou aléatoires.

I.8.1 Bruits cohérents

On appelle ainsi les bruits qui se présentent sur le diagramme (x,t) suivant des alignements facilement repérables. Les plus virulents sont constitués pas les ondes de surface parmi lesquelles on distingue :

- **Les ondes de Rayleigh** qui se propagent le long des surfaces libres avec une vitesse V_{RR} un peu inférieure à celle des ondes de cisaillement ; ces ondes qui s'atténuent vite en profondeur mais lentement avec la distance, correspondent à des mouvements de particules de type elliptique ;

- **Les ondes pseudo-Rayleigh** qui se développent en présence d'une couche superficielle lente, donc essentiellement en sismique terrestre ; ces ondes, connues par le sismicien sous le nom de *grounds-roll* sont caractérisées par une vitesse de phase différente de leur vitesse de groupe. Ces ondes, et d'autres encore, ont des amplitudes bien supérieures à celles du signal. Ce sera le but des dispositifs de réception que de les atténuer avant l'enregistrement.

I.8.2 Bruits aléatoires

Contrairement au bruit cohérent, le bruit aléatoire ne peut pas être observé directement, mais son effet peut conduire à des informations floues : les horizons sismiques deviennent flous et irréguliers.

Ils proviennent de sources diverses : bruit naturel lors du processus d'enregistrement, bruit des équipements, résidus d'atténuation du bruit cohérent, correction insuffisante, bruit de calcul, etc. Ils sont caractérisés par le rapport signal sur bruit (S/B), qui représente le rapport de l'amplitude du signal par rapport à l'amplitude moyenne du bruit.

Ce paramètre est un indicateur important de la qualité du séisme. La notion de bruit n'est pas absolue : ce qu'on appelle le bruit est en réalité quelque chose qui ne correspond pas à une information utile. Cependant, cette distinction peut évoluer en raison des progrès dans l'enregistrement, le traitement ou l'interprétation des données. Par exemple, la diffraction et la réfraction des réflexions peuvent être utilisées pour localiser des défauts. Les multiples peuvent également être utilisés pour suivre les horizons de surface et les ondes de surface afin de caractériser les paramètres des zones altérées.



Chapitre II



Chapitre II: Présentation de la région d'étude

II.1 Introduction :

En sismique réflexion l'image de la sub-surface est le fruit d'un dur labeur effectué par plusieurs équipes des spécialistes. Ces spécialistes se répartissent sur trois principaux domaines, que sont l'acquisition, le traitement et l'interprétation. La qualité de cette image repose essentiellement sur la qualité des données terrain recueillies lors de l'acquisition 2D ou 3D.

Cette qualité dépend de l'organisation du cheminement de l'information sismique, de la planification, l'implantation, l'enregistrement puis le contrôle des données terrain, ce chemin recommence quotidiennement avec différents paramètres, que l'on peut les citer : gestion du personnels, la compétence, l'état d'équipements, et l'environnement de réalisation, afin d'avoir une bonne acquisition sismique en respect de la durée de réalisation, bonne qualité et à moindre coût.

II.2 Région d'étude

Le projet HMD-3D est une étude sismique de haute précision réalisée par l'équipe EGS220 dans la région de Ouargla (**Figure. II.1**) couvrant une superficie de **5022 km²**.

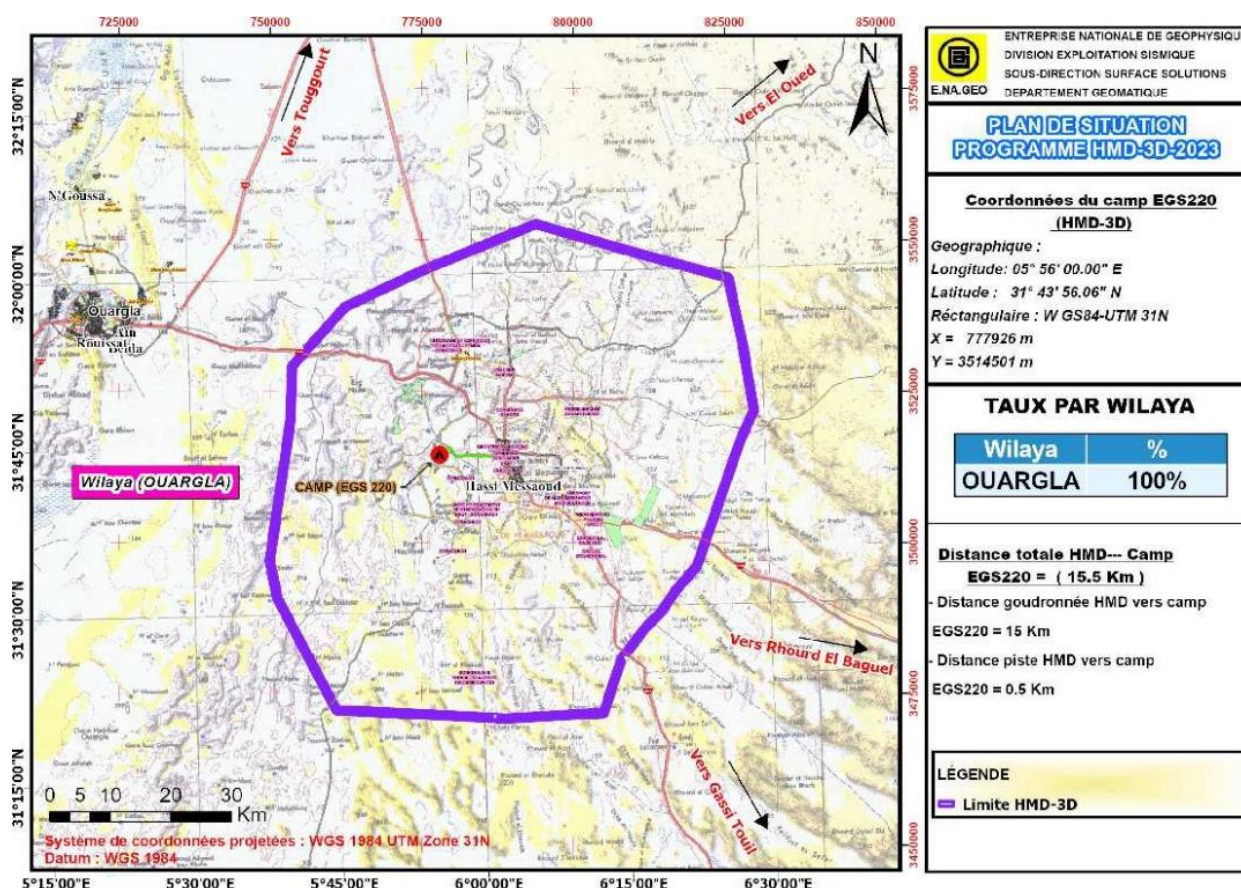


FIGURE II 1 PLAN DE SITUATION DU PROGRAMME HMD-3D [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

II.2.1 Plan d'acquisition (Ouargla) HMD-3D :

Le programme sismique HMD-3D, couvrant une superficie d'acquisition de 5022 km² en Out line, avec un total de 2511206 points de récepteurs (VP), est situé dans la zone de recherche de la wilaya de Ouargla, Hassi Messaoud. Il concerne les Blocs 423-426-427.

Ce programme sismique implique l'acquisition de données sismiques 3D à haute productivité et haute densité à large azimuth (HP/HD), avec un dispositif d'acquisition utilisant une émission d'énergie à large bande de fréquences, permettant l'enregistrement de données sismiques avec un contenu fréquentiel

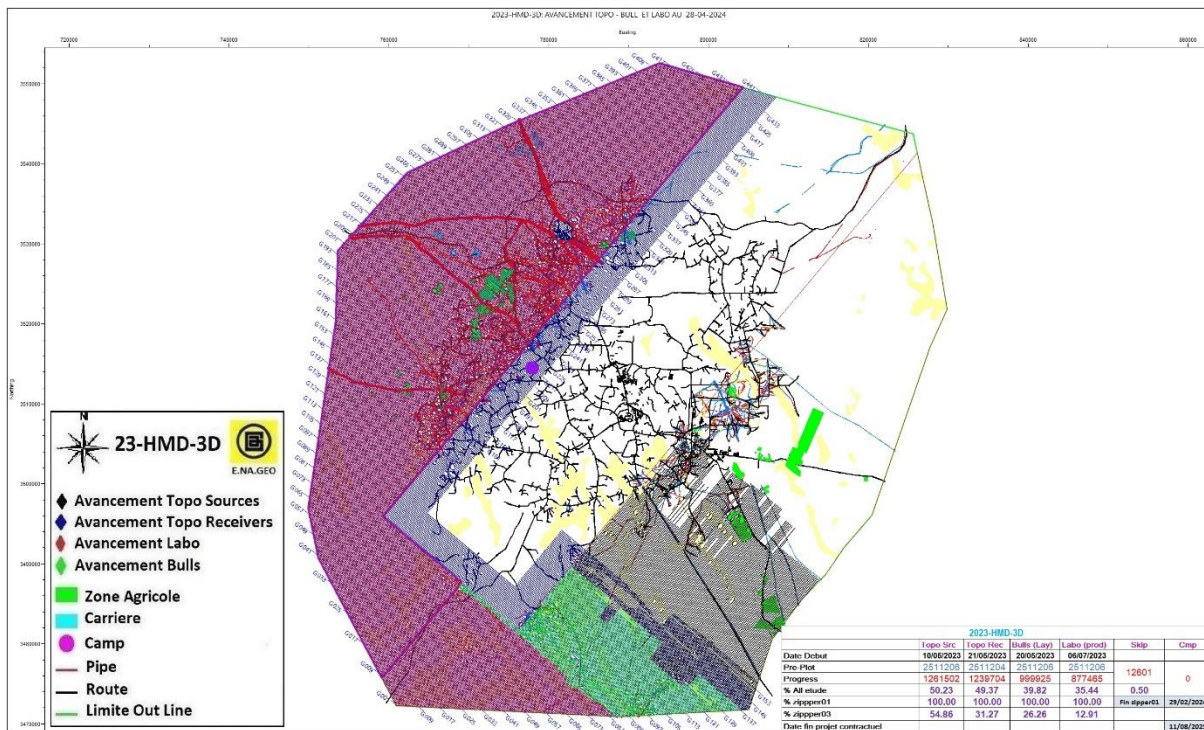


FIGURE II 2 PLAN DE POSITION DU PROJET 23-HMD-3D [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Objectif de reconnaissance

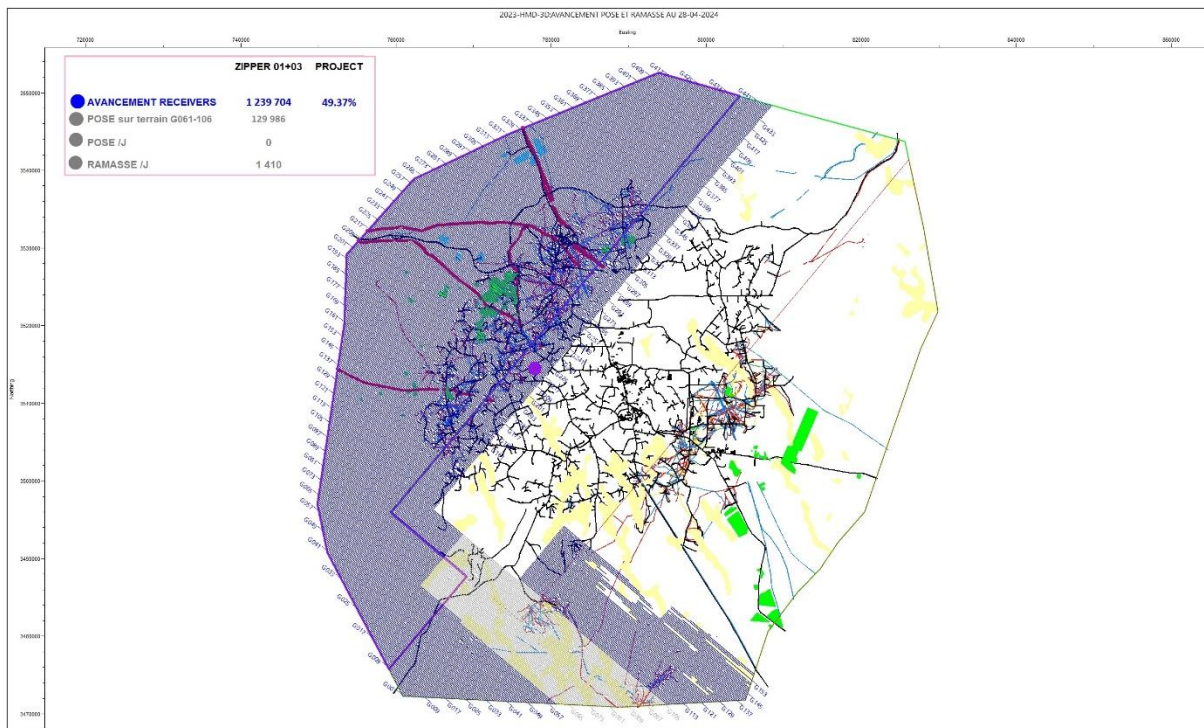
- Étudier et déterminer l'épaisseur et les limites des couches géologiques.

Chapitre II: Présentation de la région d'étude

- Identifier les endroits où des variations de force sismique se produisent
- Les différents types d'obstacles de la zone et leurs Faisabilité.

II.2.2 Zone de reconnaissance :

La carte suivante (Figure II.3) montre les zones qui ont été balayées et l'achèvement de l'opération de reconnaissance dans celles-ci, qui apparaissent en bleu comme indiqué dans la figure. 49,32% du projet.



FIGUREII 3 PLAN D'AVANCEMENT POSE ET RAMASSE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

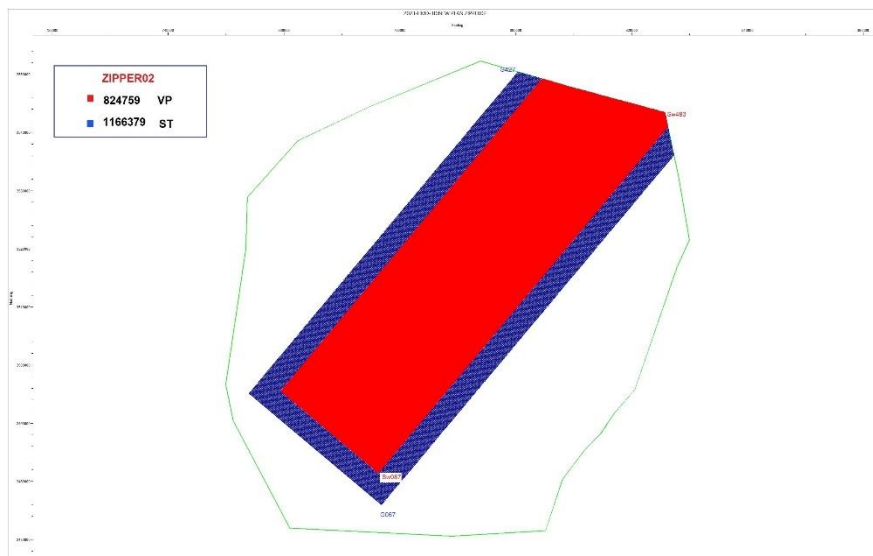


FIGURE II. 3 ZONE RESIDENTIELLE NON EXPLOREE(ZIPPER2)

- **La figure 4** illustre davantage les points qui ont été balayés et les zones en cours de réalisation. Comme indiqué, les points en vert sont: **CVT REALISER** , tandis que ceux en rouge sont: **CVT RESTE A REALISER**

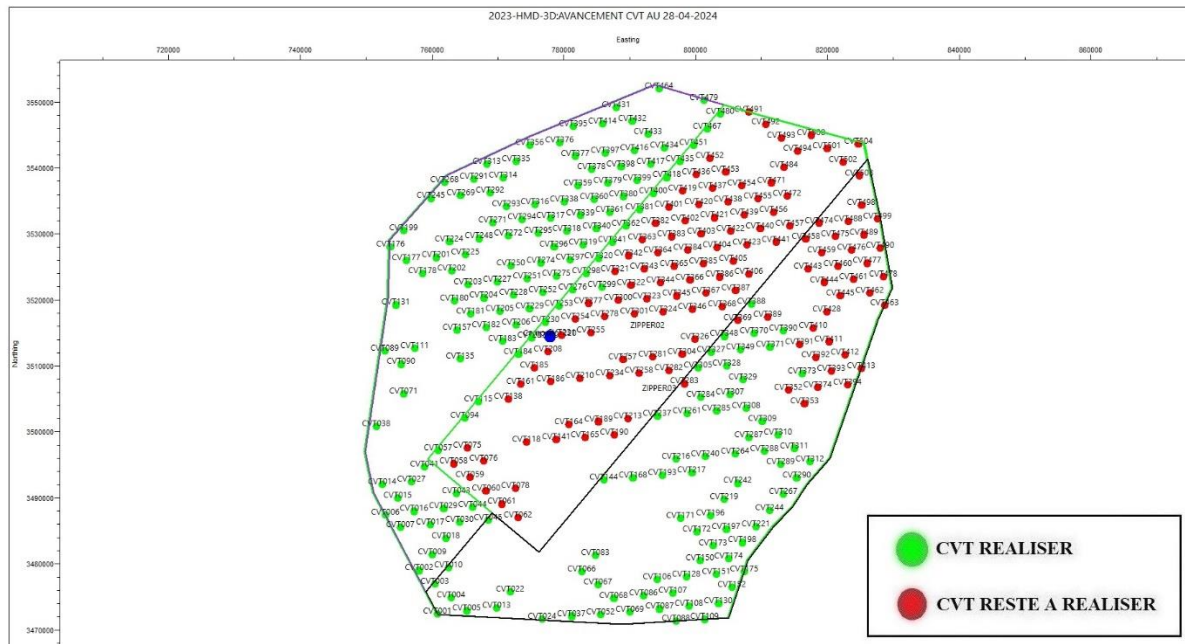


FIGURE II 4 PLAN D'AVANCEMENT POSE CVT REALISE ET RESTE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

II.2.3 Ressources humaines

La reconnaissance terrestre est une étape cruciale pour la réussite du projet sismique 3D. Des experts dans différents domaines et secteurs doivent être présents en raison de leur importance

- Un Mission Manager est la première personne en charge de mission sismique (un Géophysicien de formation).
- Superviser Il s'agit de la personne responsable de surveiller le projet et de transférer les données à la société mère.
- Chef de Brigade Topographique (Ingénieur Topographie)
- Ingénieur en HSE : Environnement Hygiène et Sécurité.
- Médecin projet.

- Un chef d'équipe de manœuvres sismiques.

II.2.4 Ressources matérielles

Réaliser efficacement cette reconnaissance et surmonter tous les obstacles nécessite de prendre en compte les caractéristiques du terrain et les ressources disponibles.

Texte réécrit

- 02 Véhicules tout-terrain comme un TOYOTA Hilux double cabine.
- 02 TOYOTA LAND CRUISER 70 HARDTOP
- 02 Une ambulance de type **Nissan Patrol**.

- Appareil photo

- Géophone

- Laboratoire d'études

II.3 Nature du terrain

Selon les explorations observées, la zone d'étude a été classée en 3 types :

1. **Terrain facile et moyen** : Cette zone se caractérise par des terrains plats remplis de petites et moyennes pierres, et elle Base de vie. Comme indiqué dans **la Figure 5**.

2. **Terrain moyen et difficile** : Cette zone se caractérise par la présence de nombreuses dunes de sable d'une hauteur variant entre 5 et 30 mètres, ainsi que des sommets rocheux difficiles à traverser sans véhicules tout-terrain. Cela pose parfois des difficultés aux travailleurs géophysiciens pour capter les signaux des récepteurs en raison des vents, tout comme les gros camions Vibrateurs rencontrer des difficultés de déplacement à certains moments.

3. **Zone agricole** : Cette zone est une zone agricole privée appartenant aux citoyens, c'est pourquoi elle n'est généralement pas étudiée. Au lieu de cela, les zones voisines sont étudiées pour en connaître les caractéristiques sans les affecter.

II.3.1 Nature du terrain en pourcentage :

Ce tableau donne en pourcentage de chaque type et nature de terrain :

| Nature terrain | POURCENTAGE (%) |
|------------------------|-----------------|
| Terrain facile & moyen | 30 % |
| Terrain très difficile | 68 % |
| zone agricole | 02 % |

TABLE 1 NATURE DU TERRAIN EN POURCENTAGE



FIGURE II 5 CARTE SATELLITE DU SITE

Quelques photos du terrain : Les images montrées dans la figure 6 représentent la base E.NA.GEO 220 où il y a des laboratoires d'analyse de données sismiques.



FIGUREII 6 BASE DE VIE



Chapitre III



III.1 Introduction

Les vibroseis, créés en 1950, sont devenus le choix privilégié pour l'acquisition sismique terrestre, constituant ce que l'on appelle la vibrosismique. Cette méthode de prospection sismique se distingue par le fait que l'énergie génératrice des ondes élastiques ne provient pas d'un explosif, mais plutôt d'un système vibreur produisant des ondes acoustiques.

Un vibroseis transmet l'énergie au sous-sol via une base plate et une réaction masse (3500-5000 kg), en envoyant un signal, appelé un sweep, au sous-sol. Ce sweep varie généralement entre les fréquences de 6 à 100 Hz, avec une durée oscillante entre 12 et 18 secondes.

Ces vibroseis sont très coûteux, ce qui rend la vibrosismique elle-même très onéreuse. Pour cette raison, plusieurs méthodes et techniques ont été développées pour augmenter leur efficacité et optimiser les coûts de la vibrosismique, ce sont les techniques de haute productivité.

Dans ce qui suit, nous allons essayer de citer ces dernières suivant une chronologie qui est présentée dans la figure suivante.

| Année | La Méthode |
|-------|--|
| 1991 | Méthode de flip flop |
| 1997 | HFVS: High Fidelity Vibratory Seismic (ExxonMobil) |
| 1998 | Méthode de Slip sweep |
| 2006 | La technique de vibreur unique |
| 2008 | Independant Simultaneous Sweeping (ISS) |
| 2009 | Distance Separated Simultaneous Sweeping |
| 2010 | Dynamic Slip Sweep (DSS) |

TABLE 2 CHRONOLOGIE DES TECHNIQUES DE TIRS SIMULTANES, SIMULTANEOUS SHOOTING

III.1.1 Technique d'acquisition vibrosismique :

III.1.1.1 Méthode de flip flop :

Il existe différentes méthodes d'acquisition utilisées dans le domaine de la vibrosismique :

- La méthode simple, appelée flip flop.
- Des méthodes à haute productivité, telles que la méthode simultanée : sur site, la méthode la plus utilisée est le slip sweep. Une brève comparaison entre les deux méthodes est effectuée.

Concernant la méthode simple ou flip flop, elle est largement utilisée en Algérie (Manuel Sercel). Elle utilise deux groupes (Set) de vibrateurs qui vibrent alternativement. Cela permet à un groupe de vibrateurs de se déplacer tandis que l'autre envoie le sweep dans le sous-sol.

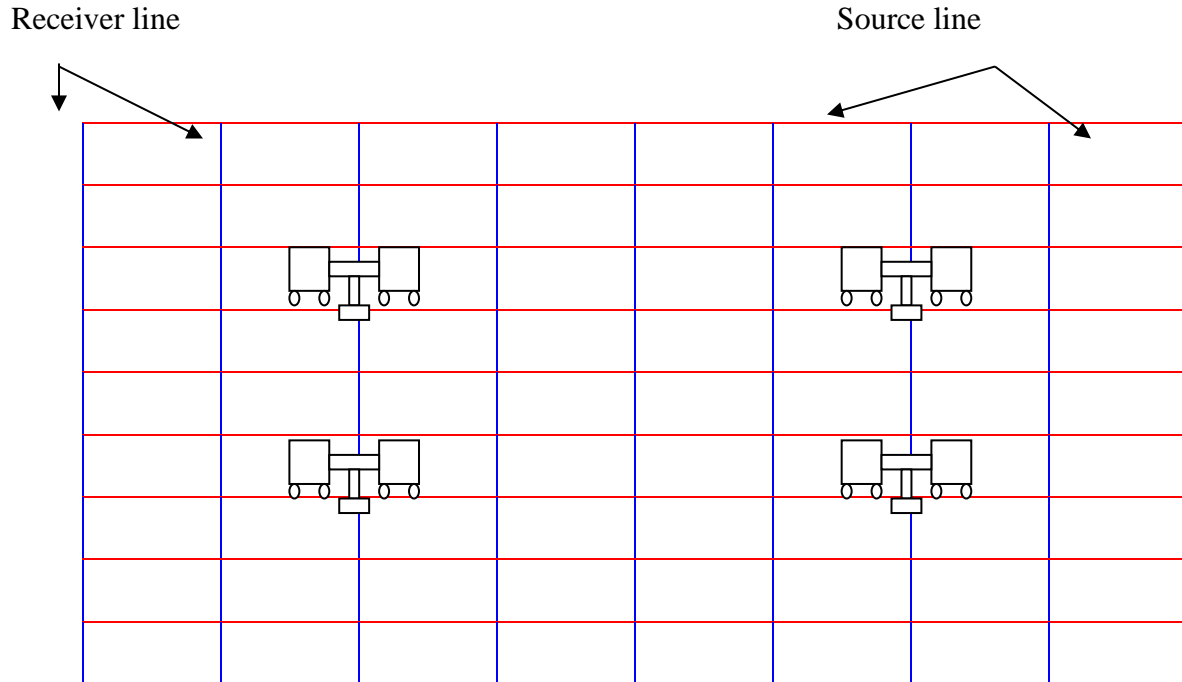


FIGURE III 1 MODE D'OPERATION DE LA METHODE FLIP FLOP

Avec ce mode d'opération l'objectif visé est de minimiser le plutôt possible le temps entre deux Sweeps consécutifs (ceci est expliqué dans la figure III.3).

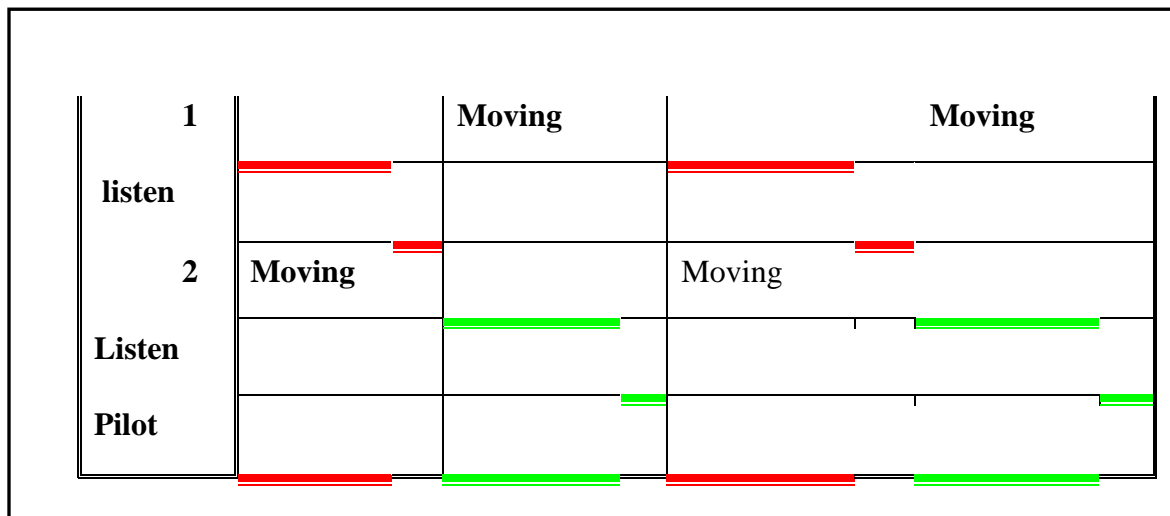


FIGURE III 2 TECHNIQUE FLIP FLOP

Cette technique offre aux géophysiciens un meilleur filtrage spatial dans le sens vertical en utilisant plusieurs camions vibrateurs qui effectuent plusieurs cycles de vibrations (nombre de sweeps).

Cependant, dans les méthodes de haute productivité (slip sweep), l'objectif est d'obtenir un volume important de données de haute qualité en un minimum de temps.

III.1.1.2 HFVS: High Fidelity Vibratory Seismic (ExxonMobil)

HFVS est une technique développée par ExxonMobil en 1997, qui permet d'enregistrer simultanément des données provenant de plusieurs sources vibratoires pendant la phase d'acquisition et séparément pendant la phase de traitement (chaque vibreur individuellement). Cette méthode est basée sur la technique vari-phase (Phase Encoding) et dépend de la conception des vibreurs (une multitude de vibreurs vibrant simultanément). Chaque vibreur a une rotation de phase unique (spéciale) d'un balayage à l'autre.

Il existe des points clés pour l'enregistrement des données HFVS tels que :

- Le nombre de balayages pour chaque point de tir qui doit être au moins autant de fois que le nombre de vibreurs.
- La nécessité d'enregistrer les signaux Ground-Force.
- Séparer au maximum les vibreurs pour éviter les bruits d'interférence entre eux.

Au lieu de corrélérer les données avec le signal pilote, qui n'est qu'une approximation du signal transmis dans le sol, il est nécessaire de réaliser une inversion en utilisant des enregistrements des mouvements réels des vibreurs, comme le signal Ground-Force. Ces enregistrements incluent des harmoniques et des signaux non linéaires provenant des vibreurs, qui font partie du signal enregistré et sont inclus dans la signature d'inversion, ce qui a un effet significatif. La figure 3 montre les données brutes avant et après l'inversion.

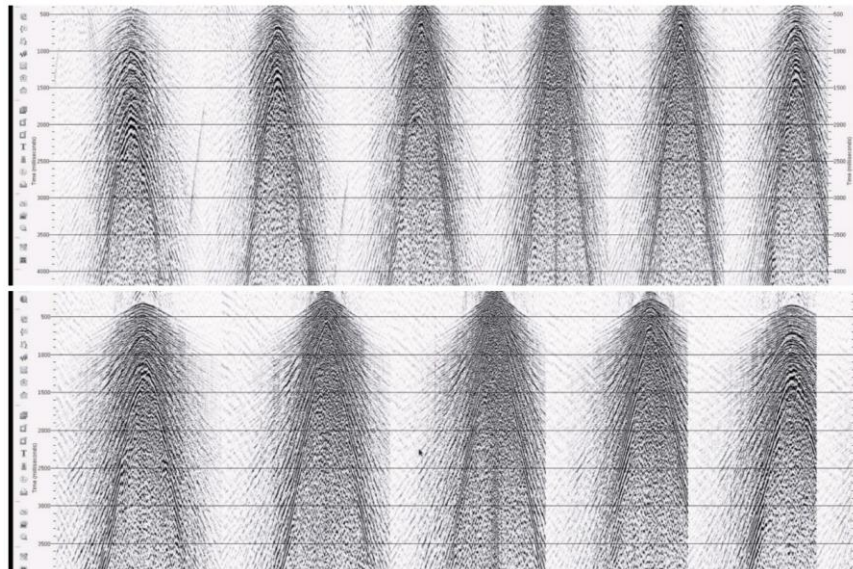


FIGURE III 3 RAW HFVS RECORDING, (A) BEFORE INVERSION AND (B) AFTER INVERSION

III.1.1.3 Méthode de Slip sweep :

Cette méthode consiste à déclencher le sweep d'un groupe de vibrateurs sans attendre la fin du sweep du groupe précédent. Le temps entre deux sweep successifs est appelé « Slip-time ». La durée du cycle de vibration peut être considérablement réduite, impliquant une amélioration de la productivité.

Une petite comparaison entre le flip flop et slip sweep apparie dans la figure III.4

- Dans le flip flop, les sweeps déclenchent après la fin de l'autre sweep contrairement au technique slip sweep.

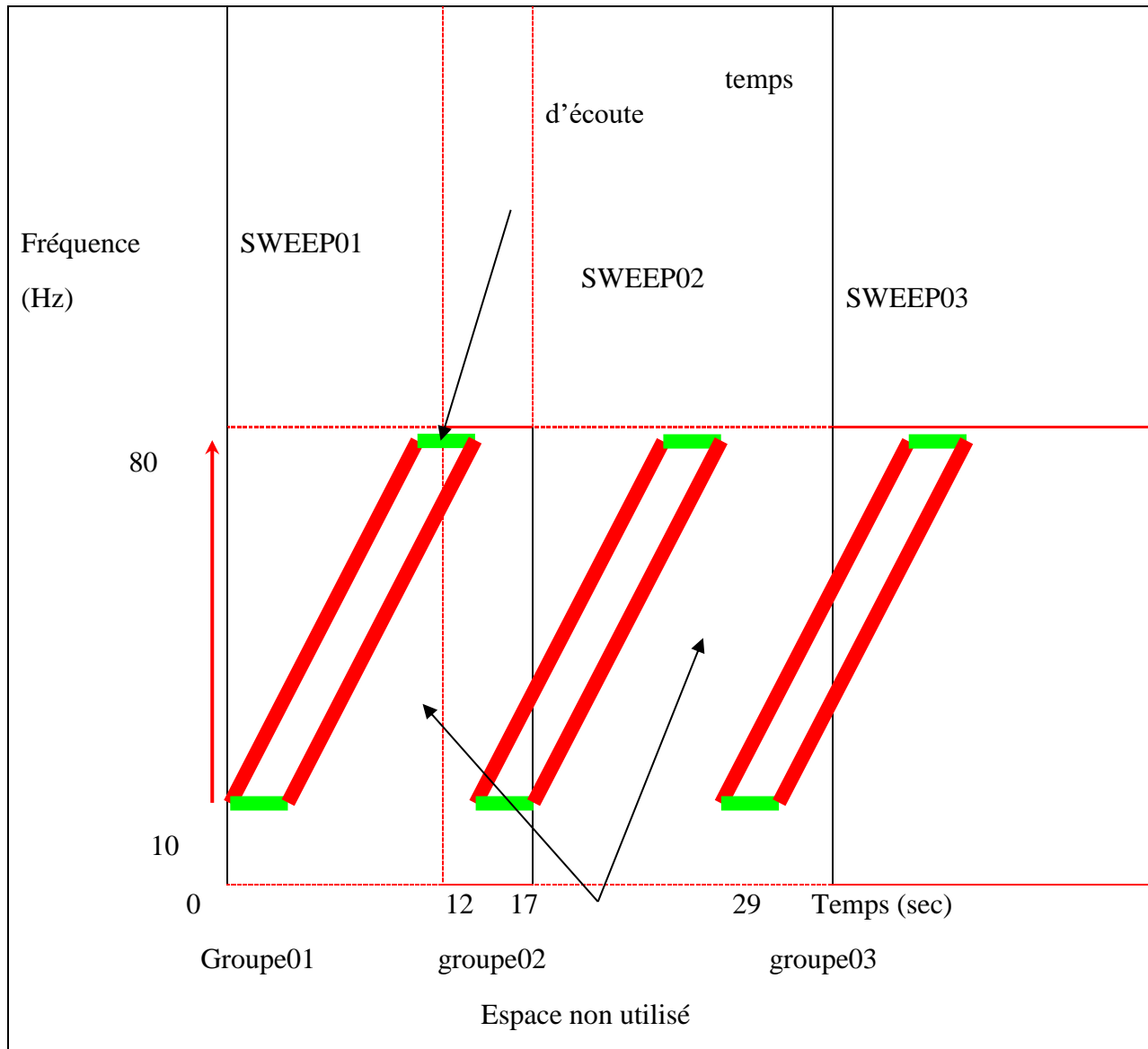


FIGURE III 4 REPRESENTATION DE L'ENVOI DU SWEEP DANS LA METHODE DE FLIP FLOP

Dans la méthode du slip sweep, ces laps de temps sont utilisés, dont le temps minimum qui sépare deux sweeps consécutifs est le temps d'écoute (figure III.5).

Remarque : Le temps d'écoute (listening time) est inférieur ou égal au temps de glissement (slip time), qui représente le temps entre deux sweeps.

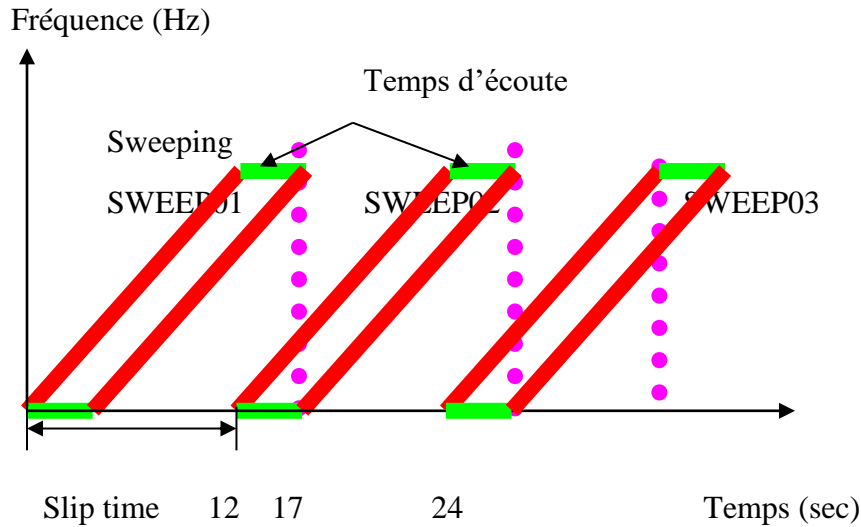


FIGURE III 5 REPRESENTATION DE MODE D'ENVOI DE SLIP SWEEP

A titre d'information la méthode de slip sweep n'utilise que des sweeps de type up sweep et les vibrateurs vibrent une seule fois i.e. nombre de sweeps par vibration est égal à l'unité (**Manuel Sercel**). Dans l'étape de corrélation, le mode de flip flop, les enregistrements sont corrélées les unes après les autres utilisant le pilot des canaux auxiliaires. (Voire la figure III.6).

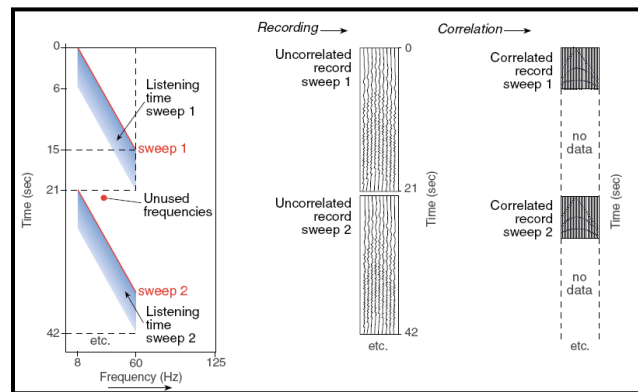


FIGURE III 6 CORRELATION DANS LE MODE D'ACQUISITION DE FLIP FLOP

[Mémoir Contrôle de qualité des données

sismiques 3D du projet ATKS 3D sud (Kari Fatiha)chapitre I]

Tandis que dans le mode slip sweep, les enregistrements sont continus. Ils sont coupés en enregistrements individuels en se basant sur les premières arrivés (figureIII.7et figureIII.8).

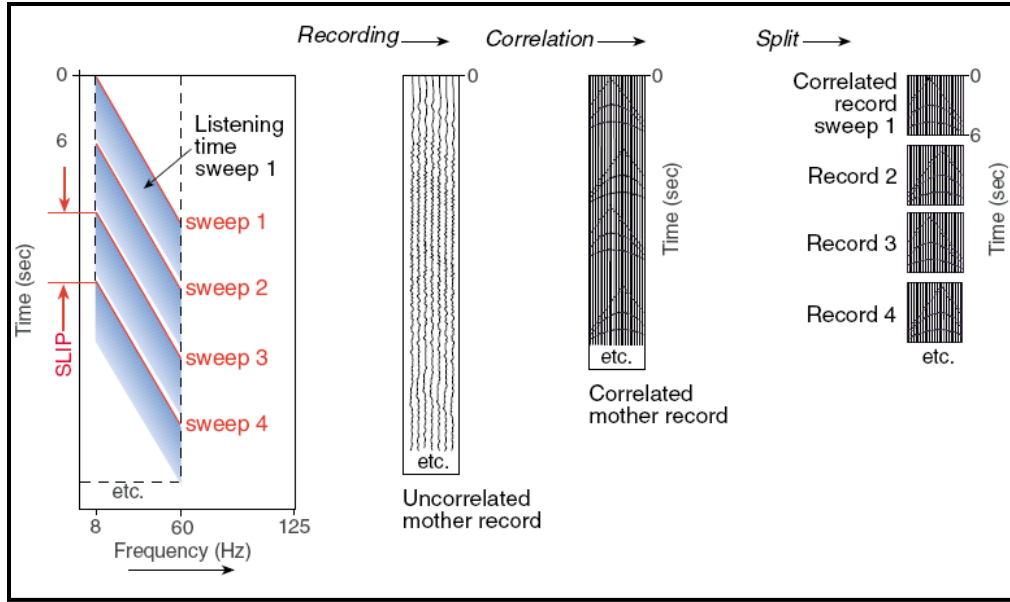


FIGURE III 7 CORRELATION DANS LE MODE D'ACQUISITION SLIP SWEEP

[Mémoire Contrôle de qualité des données

sismiques 3D du projet ATKS 3D sud (Kari Fatiha)chapitre I]

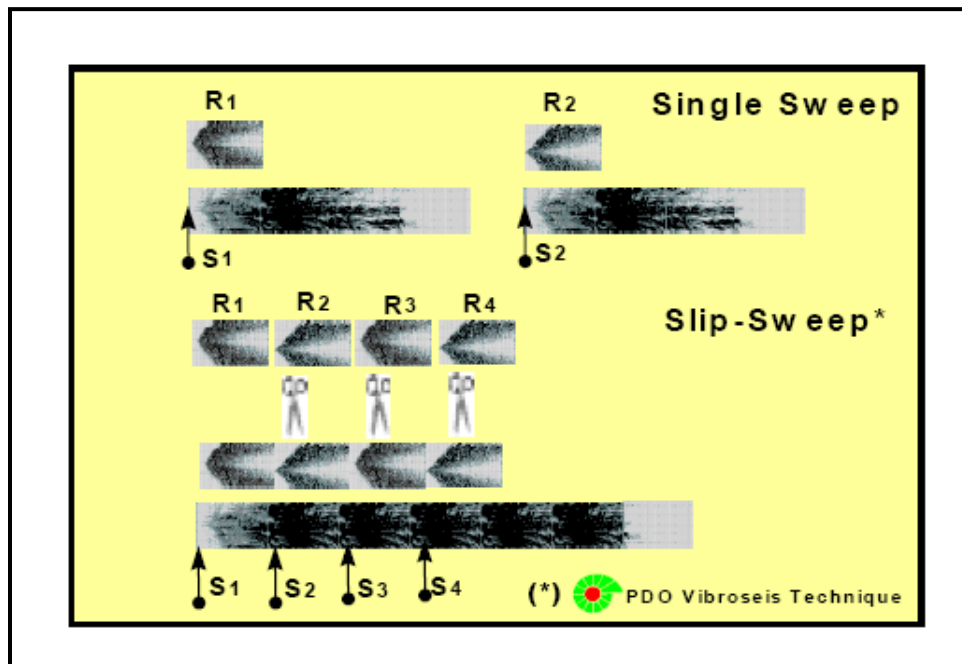


FIGURE III 8 SEPARATION DES ENREGISTREMENTS DANS LA METHODE D'ACQUISITION SLIP SWEEP

L'effet harmonique dans le flip flop est totalement indépendant. Par conséquent, le spectre des harmoniques d'une séquence de sweeps donnée ne se chevauche pas avec celui de la deuxième séquence de sweeps (voir figure III.9a). L'énergie de ces harmoniques est ainsi déplacée vers les temps négatifs par le processus de corrélation (voir figure III.9b).

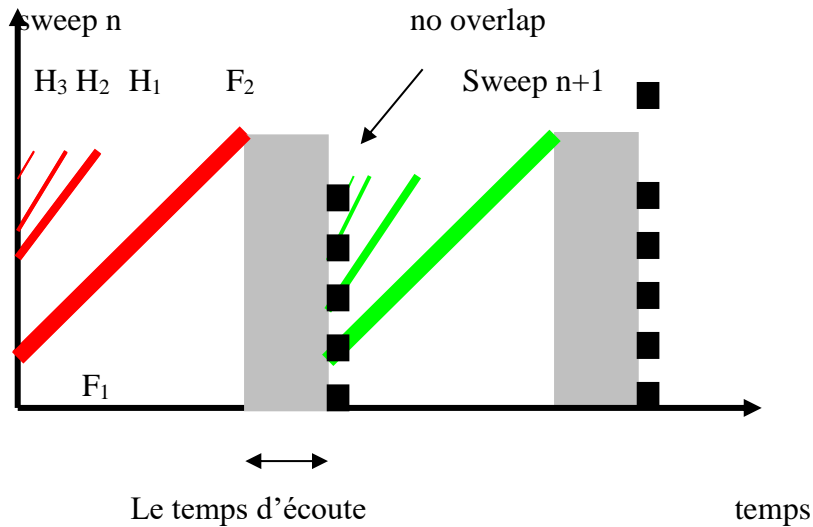


FIGURE III 9 1A REPRESENTATION DES HARMONIQUES AVANT LA CORRELATION (MANUEL SERCEL).

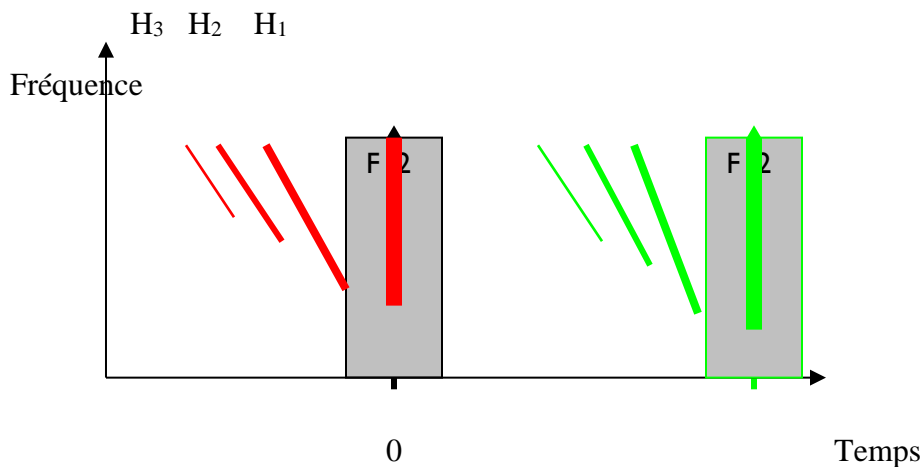
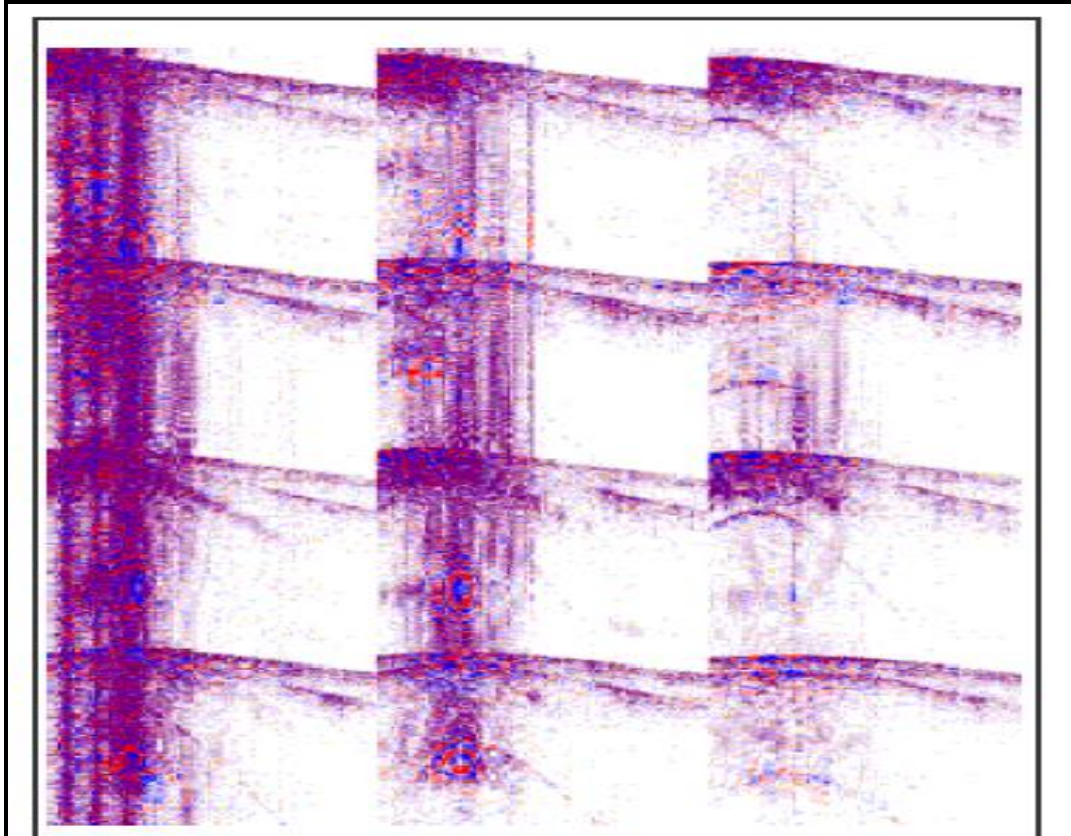


Figure III. b Représentation des harmoniques après la corrélation.

Par contre dans le slip sweep les harmoniques d'un sweep donné sont chevauchés avec les réflexions (signal utile) du sweep suivant, qui pose un problème au niveau de traitement (Voir la figure III.10, figure III.11 et figure III.12).



figureIII 10 contamination des réflexions par les harmoniques
[Mémoire Contrôle de qualité des données
sismiques 3D du projet ATKS 3D sud (Kari Fatiha)chapitre I]

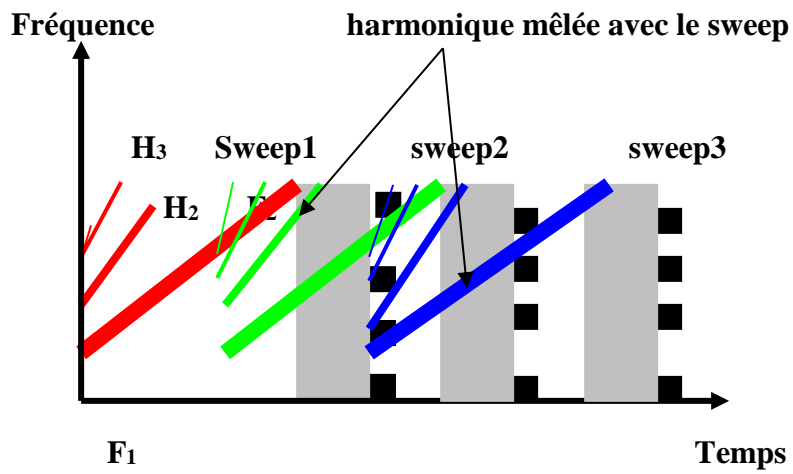


FIGURE III 11 REPRESENTATION DES HARMONIQUES AVANT CORRELATION DANS LE MODE SLIP SWEEP

Sweep corrélé

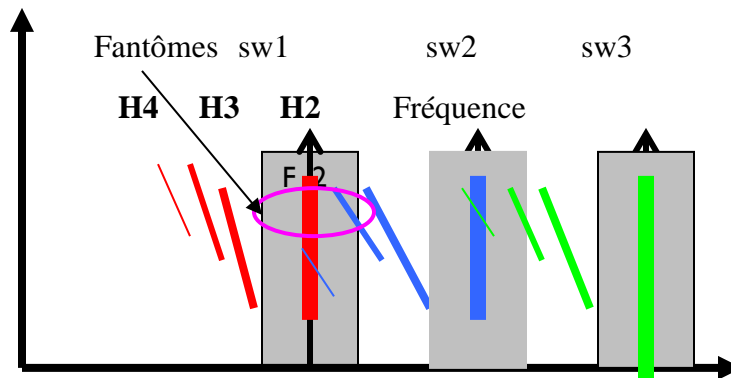


FIGURE III 12 REPRESENTATION LE CHEVAUCHEMENT DES HARMONIQUES APRES LA CORRELATION

III.1.1.4 La technique de vibreur unique V1(CGG)

La technique d'acquisition à vibreur unique a été développée par CGG Veritas pour répondre spécifiquement aux besoins des études à haute densité et à grande azimuth. Dans cette technique, chaque vibreur est utilisé comme source d'énergie indépendante, avec un système de guidage automatique contenant les lignes source à exploiter chaque jour. Pour maintenir la puissance de la source et l'amplitude du signal, il est nécessaire d'augmenter la longueur du sweep (pour compenser la réduction du nombre de vibrateurs par groupe) et d'augmenter la densité des points de tir, ce qui augmentera par la suite la couverture, et donc une forte amplitude du signal lors du traitement, ouvrant ainsi la voie à une amélioration de la qualité des données par rapport aux résultats obtenus par les études conventionnelles utilisant les nappes de vibrateurs. Le véritable défi consiste à enregistrer les données sismiques avec un long sweep, un court temps de slip, de multiples sources travaillant avec un programme intensif, un flux de données continu s'écoulant des récepteurs. Les données doivent alors être enregistrées en continu ainsi qu'une synchronisation précise des informations des sources. La technique V1 a été testée sur le terrain et comparée à la technique de slip sweep. Le dispositif utilisé est le même pour les deux techniques, avec une distance entre les récepteurs de 50 mètres et une distance entre les lignes réceptrices de 200 mètres. Pour l'acquisition de slip sweep, trois groupes de quatre vibrateurs (12 vibrateurs) ont été utilisés avec un sweep de 16 secondes, une distance entre les sources de 50 mètres et une distance entre les lignes source de 300 mètres. Alors que la configuration V1 comprenait 12 vibrateurs uniques fonctionnant également en mode slip sweep, avec un sweep de 40 secondes, une distance entre les sources de 25 mètres et une distance entre les lignes source de 150 mètres. Une production de 142 VP/ha a été réalisée pour la méthode slip sweep et de 586 VP/h pour la V1. Une comparaison des images résultantes du test réalisé sur le terrain est montrée sur la figure III. 13. Le schéma du dispositif d'acquisition avec lignes source et espacement des points source est représenté pour chaque cas. En utilisant la même taille de bin et la même séquence de traitement pour les deux

ensembles de données, il y a une nette amélioration dans la cohérence et dans la résolution de l'image V1 par rapport à celle de la conventionnelle. L'image superficielle a bénéficié de la densité élevée des points source, avec un contenu énergétique beaucoup plus fort et des événements cohérents peu profonds. Les failles au milieu de la section sont plus nettes et mieux définies. Dans la partie plus profonde de la section, il y a également des améliorations dans la résolution et le rapport signal sur bruit, fournissant une image plus claire. On peut s'attendre à d'autres améliorations en optimisant le traitement des données à haute densité.

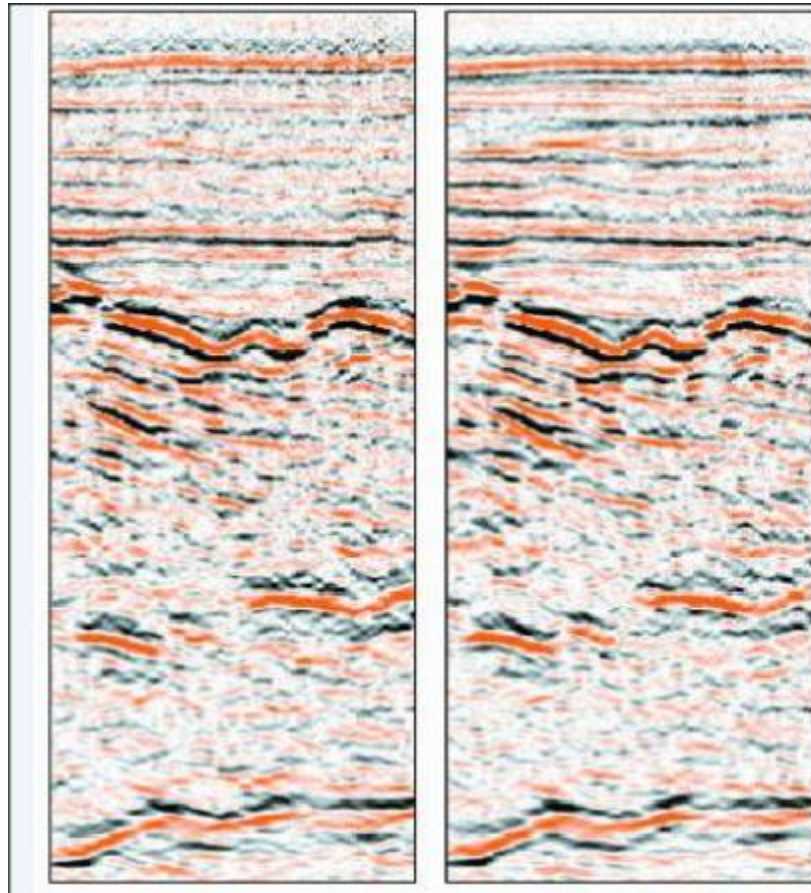


FIGURE III 13 (À GAUCHE) MÉTHODE SLIP-SWEEP ; (À DROITE) MÉTHODE V1, THE FUTURE OF VIBROSEIS FOR HIGH-DENSITY WIDE-AZIMUTH LAND ACQUISITION, MEUNIER ET AL (CGG), 2008

III.1.1.5 Independent Simultaneous Sweeping (ISS)

Il est bien connu que des plis plus élevés et un échantillonnage accru constituent un moyen sûr d'améliorer la qualité des données, et que les taux de productivité des vibroseurs sont souvent le facteur limitant dans les levés sismiques 3D terrestres. Nous voulons trouver des moyens d'utiliser plusieurs sources simultanément, afin de réaliser une avancée significative à la fois en termes de densité d'échantillonnage et de productivité. En 2006, BP a réalisé un test d'une méthode de vibroseis simultanée très simple, que nous appelons ISS (Independent Simultaneous Sweeping).

Dans cette méthode, tous les vibreurs fonctionnaient indépendamment sans aucune tentative de synchronisation de leur activité, et le principe sous-jacent de ce test était que toutes les interférences entre les sources devaient être considérées comme du « bruit ». Le bruit était rendu aléatoire autant que possible, et une suite standard d'outils de suppression du bruit a été utilisée lors du traitement. Aucune technique de séparation spécialisée des champs d'ondes n'était nécessaire. Dans cette approche simple et robuste, il n'y a aucune limite apparente au nombre de sources qui peuvent être utilisées simultanément, aucun temps d'attente pour aucun vibreur, et très peu de contrôle central ou de communication sont nécessaires. Cela convient très bien pour travailler dans de nombreux environnements, y compris les terrains difficiles, où la manœuvre des vibreurs est lente, ou lorsque la communication radio est difficile.

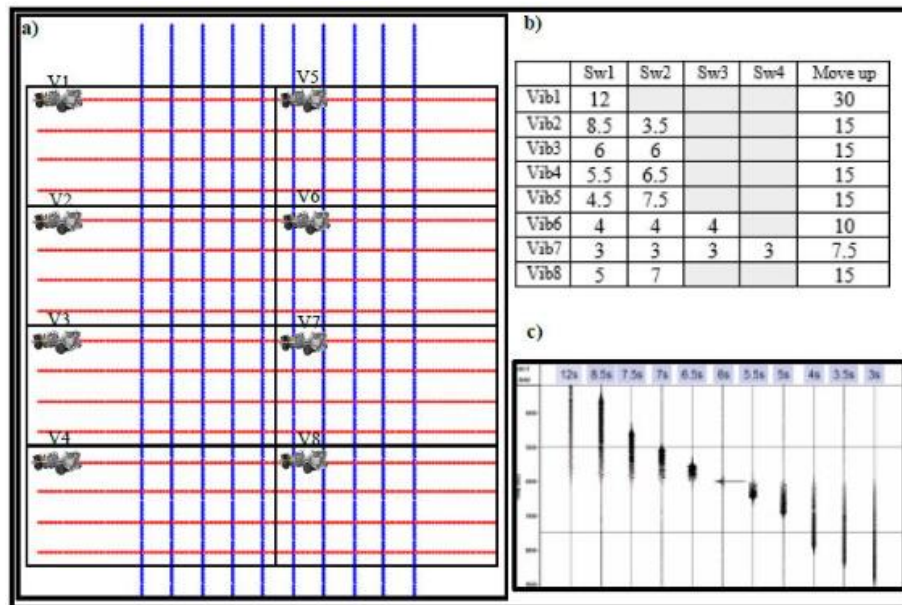


FIGURE III 14 TECHNIQUE ISS, (A) 08 VIBRATEURS TRAVAILLANT INDEPENDAMMENT ET SIMULTANEMENT, (B) TABLEAU DES DIFFERENTS SWEEPSUTILISES, (C) CROSS CORRELATION ENTRE UN SWEEP DE 6 SECONDES ET LES DIFFERENTS SWEEPS, SONATRACH 2017

III.1.1.5 a Les méthodes utilisées pour le déblending des données :

Plusieurs méthodes de déblending sont utilisées dans la pratique, parmi les principales :

- Le filtrage FK.
- La transformation et le filtrage Tau-p.
- La TFDN (débruitage en fréquence et temps).
- La prédiction FX.
- La SVDMUL (décomposition en valeurs singulières).

Ces méthodes sont utilisées dans différents domaines. L'idée de base est de rendre le problème du déblanding similaire au problème du bruit sismique afin de pouvoir le filtrer à l'aide d'une technique conventionnelle. Par exemple, la TFDN est utilisée dans le domaine CDP et la SVDMUL dans le domaine des offsets communs. Dans ces derniers domaines, l'effet de l'acquisition mixte semble être un simple bruit aléatoire qui peut être atténué par la suite.

III.1.1.6 Distance Separated Simultaneous Sweeping

En 2008, Beasley a démontré que si la ligne de récepteurs (RL) est suffisamment longue, les interférences des tirs effectués aux deux extrémités de celle-ci vont coïncider en dessous des réflexions (signal utile). Cette idée a été à la base de la mise en œuvre de la technique DS3 (Bouska 2010). Cette technique nécessite un patch d'enregistrement suffisamment grand pour permettre la séparation requise entre les groupes, cette distance de séparation dépend de la région d'étude et doit être supérieure ou égale à l'offset maximal de l'objectif, mais généralement elle est d'environ 10 à 12 km. Les groupes vibrent simultanément.

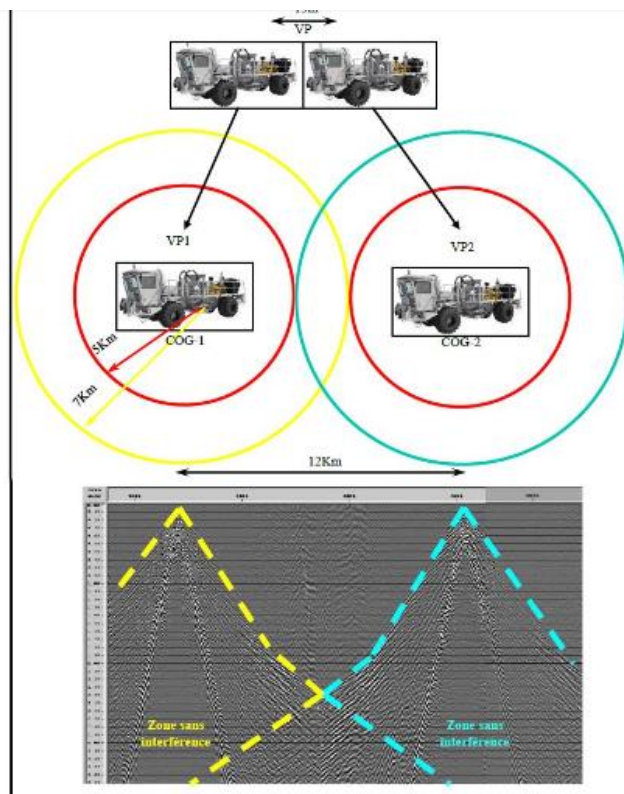


FIGURE III 15 PRINCIPE DE LA DS3 AVEC L'ENREGISTREMENT TERRAIN DE DEUX SOURCES SIMULTANÉES, SONATRACH 2017

III.1.1.7 Dynamic Slip Sweep (DSS)

La technique de balayage dynamique est une nouvelle technique d'acquisition de données sismiques qui répond aux exigences de densité élevée et de large azimuth, adaptée aux flottes de multi-vibrateurs et à l'acquisition de données sismiques haute efficacité multi-swath. La technique de balayage dynamique est développée et intégrée à partir des techniques flip flop, slip sweep, DS3 et DS4. Cette méthode réduit le temps d'attente entre les flottes de multi-vibrateurs, améliore considérablement l'efficacité de production d'acquisition sismique et réduit les coûts opérationnels. À partir d'une analyse expérimentale, la fonction de relation entre le temps de glissement et la distance de glissement est déterminée, et une fonction de règles de balayage dynamique est établie.

Une étude sismique terrestre de haute densité et large azimuths (60000 canaux et 30 vibrateurs) réalisée par BGP a montré que la méthode de balayage par glissement utilisait toujours le même temps de glissement indépendamment de la distance séparant les deux groupes de vibrateurs (entre 6 km et 12 km). La combinaison entre le temps de glissement et la distance a minimisé les interférences harmoniques et a prouvé l'inexistence d'impact sur les résultats finaux du traitement. Le temps de glissement doit alors être réduit lorsque la distance augmente en se basant sur les techniques utilisées pour l'atténuation des harmoniques.

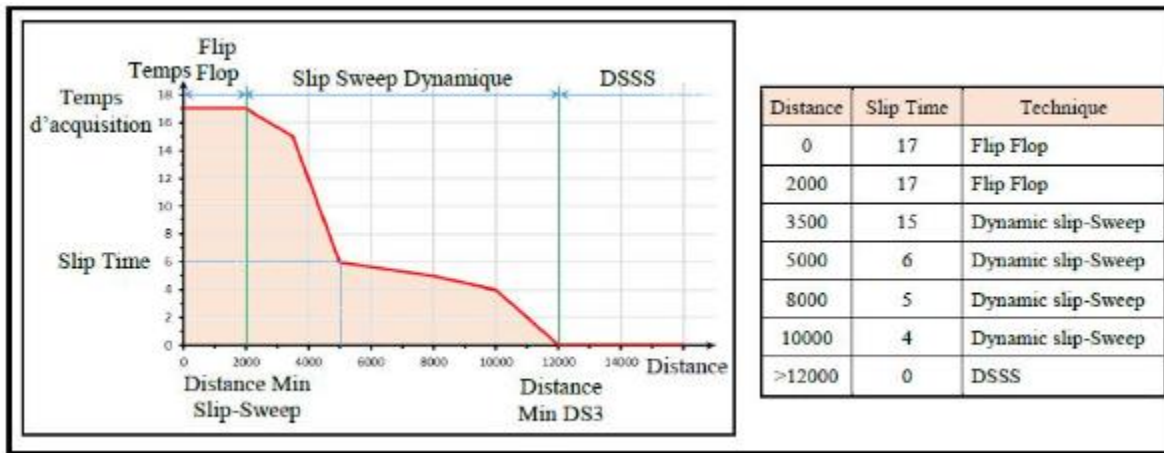


FIGURE III 16 GRAPHE ET TABLEAU DE CONFIGURATION DU MODE SLIP SWEEP DYNAMIQUE DANS LE SYSTEME D'ENREGISTREMENT, SONATRACH 2017

En utilisant le mode dynamique sur le système d'enregistrement (laboratoire), un tableau doit d'abord être créé dans la configuration du système pour introduire les différents points de temps de glissement associés aux différentes distances séparant les groupes de vibrateurs (valeurs déterminées après des tests de démarrage). Le système utilise ces points pour déterminer le groupe éligible pour commencer la vibration. Après que le groupe sélectionné a commencé la vibration, le système interpole entre les points de temps de glissement spécifiés par l'utilisateur et détermine ensuite le temps de glissement approprié pour la distance entre chaque groupe prêt à vibrer et le

groupe vibrant. Ensuite, le système sélectionne automatiquement le groupe associé au temps de glissement le plus court pour qu'il commence la vibration dès l'expiration de ce temps. Plus les groupes sont éloignés, plus le temps de glissement est court. Par conséquent, la question de savoir comment garder les groupes de vibreurs aussi éloignés que possible est très importante pour atteindre une production élevée. En général, la largeur de bloc à occuper par les canaux de réception doit être au moins quatre fois l'offset maximal, si la distance permettant aux groupes de tirer simultanément est le double de l'offset maximal.



Chapitre IV



IV.1 Introduction

Le programme sismique HMD-3D, d'une superficie d'acquisition de 5022 km² en Out line, avec un total VP de 2511206 VP, est situé sur le périmètre de recherche de la wilaya de OUARGLA HASSI MESSAOUD. Il concerne les Blocs 423-426-427.

- Ce programme sismique consiste en l'acquisition sismique 3D haute productivité et haute densité à wide azimuth (HP/HD) avec un dispositif d'acquisition à émission d'énergie à large bande de fréquences permettant l'enregistrement d'un data sismique de contenu fréquentiel descendant jusqu'à 3 HZ en basse fréquence. La qualité des données sismiques a été surveillée par RMS_QC.

IV.1.1 Présentation de l'étude

IV.1.1.1 Paramètres de design

L'étude se réalise avec une géométrie d'acquisition de type "**Cross line Profiling**". Le bloc élémentaire d'observation (**Template**) est composé de quarante **40** lignes de réception (Receiver Line), ayant chacune **800** traces, avec une salvo de quatre points de tir au centre (**figure IV1**).

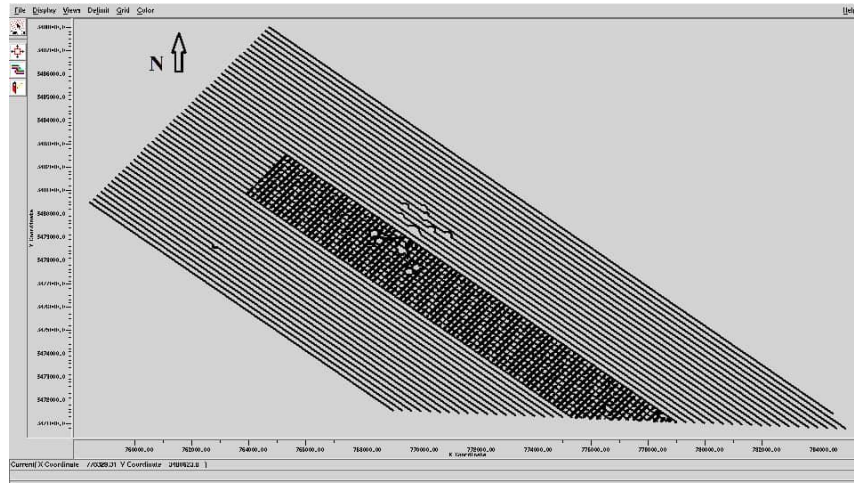


FIGURE IV 1 REPRESENTATION DES SWATCH [DONNEES PAR L'ENAGEO-EGS220]

Les paramètres de design du projet **HMD-3D** sont résumés dans le **Tableau 3**, ces paramètres sont fixés par les superviseurs géophysiciens de l'entreprise nationale de géophysique et le client superviseurs SONATRACH.

Chapitre IV : Le contrôle de qualité des données sismiques par le RMS_QC

Ces paramètres dépendent essentiellement de l'objectif pétrolier dans la région d'étude.



| ENAGEO EGS-220 | | SONATRACH PED | |
|---|------------|---|--|
|  | |  | |
| 3D Land Seismic Acquisition 23-HMD-3D | | | |
| Survey | | Orthogonal | |
| Template information | | | |
| Number of receiver lines in template | 40 | | |
| Number of receivers per line | 800 | | |
| Number of receivers in template | 32000 | | |
| Number of shots in Salvo | 20 | | |
| Inline Template roll (m) | 200 | | |
| Crossline Template roll (m) | 200 | | |
| Station information | | | |
| Total Receiver lines | 482 | | |
| Max receivers per line | 7270 | | |
| Receiver line interval (m) | 200 | | |
| Receiver interval (m) | 10 | | |
| Receiver Line Orientation | 130 ° | | |
| Station density (st/sq.km) | 500 | | |
| Live stations | 2511204 | | |
| Total length (km) | 25107,22 | | |
| Source information | | | |
| Total Source lines | 381 | | |
| Source Line interval (m) | 200 | | |
| Source interval (m) | 10 | | |
| Source Line Orientation | 40 ° | | |
| Source density (shots/sq.km) | 500 | | |
| Live shots | 2511206 | | |
| Fired shots | 2511206 | | |
| Total Length (km) | 25108,24 | | |
| Survey size information | | | |
| Maximum X extend (m) | 76230,0 | | |
| Maximum Y extend (m) | 96280,0 | | |
| Approx. full fold surface area (sq.km) | 4374,51 | | |
| Out line (sq.km) | 5022,38 | | |
| Fold information | | | |
| Inline Fold | 20 | | |
| crossline Fold | 20 | | |
| Max Fold | 400 | | |
| Nominal Fold | 400 | | |
| Trace density (trace/sq.km) | 16 000 000 | | |
| Bin information | | | |
| Bin width (m) | 5 | | |
| Bin height (m) | 5 | | |
| Ratio | 1 | | |
| Maximum Offset (m) | 5649,8 | | |
| Min Maximum Offset (m) | 5381,1 | | |
| Max Minimum Offset (m) | 275,8 | | |
| Minimum Offset (m) | 7,1 | | |

TABLE 3 PARAMETRES DE DESIGN DE PROJET HMD-3D [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

IV.1.1.2 Paramètres d'acquisition

Les paramètres d'acquisition d'une campagne sismique 3D sont les paramètres et les valeurs qui définissent le signal qu'on envoie dans le sous-sol par le vibreur, ce fameux signal appelé le SWEEP est défini par les paramètres suivants :

- Type de vibreur : NOMAD 90 NEO
- Nombre de vibrateurs/VP : 1
- Nombre de sweep/VP : 1
- Hold Down Weight : 90000 lbs
- Source line interval : 200 m
- Force out : 80%
- Positioning control : TDMA in all vibrators
- Longueur de sweep : 32 s
- Sweep type : Custom
- Smart LF : ON
- Distance entre Cluster : 10 Km
- Fréquences : 3 – 96 Hz

IV.1.2 Description de la Géométrie Terrain

La portion de Swath sur laquelle on a travaillé, est constituée de 40 lignes de réception Numérotées de 1697 à 1777 avec un pas de huit (08). Chaque ligne de réception est composée de 300 récepteurs (traces DSU Digital Sensor Unit). Pour pouvoir individualiser chaque station de Réception on lui affecte un numéro d'ordre de 08 chiffres dont les 04 premiers Désignent le numéro de la ligne et les derniers indiquent l'ordre de ce récepteur sur la Ligne.



FIGURE IV 2 REPRESENTATION DE TEMPLATE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

a. Préparation des données

Avant d'aborder les contrôles de qualité, il est impératif de préparer nos données Brutes, pour pouvoir les utiliser. Les différentes étapes à suivre se résument comme suit :

b. Changement dans le Header de la trace

On va affecter des modifications permettant d'attribuer à chaque station de réception *SRF_SLOC* (ou de tir *SOU_SLOC*) un Numéro composé de **8 chiffres** dont les quatre premiers identifient la ligne de réception (Ou de tir) à laquelle appartient le récepteur, et les quatre derniers chiffres ne sont que des numéros d'ordre séquentiel identifiant la station de réception (ou de tir) sur terrain. Ces modifications ont été chargées sur les données brutes qui serviront de nouvelle Base de données pour la suite de notre travail.

| Ensemble # | FFID | SOU_SLOC | CHAN | SEQNO | TIM_SHOT | FLT_NBR | TAPENUM |
|------------|------|-----------|-------|-------|----------|---------|---------|
| 1 | 1 | 550857410 | 15806 | 15806 | 80216 | 101 | 1 |
| 1 | 2 | 551857446 | 15715 | 15715 | 80229 | 104 | 1 |
| 1 | 3 | 551257428 | 16166 | 16166 | 80341 | 106 | 1 |
| 1 | 4 | 551857444 | 15715 | 15715 | 80356 | 104 | 1 |
| 1 | 5 | 550457382 | 16257 | 16257 | 80408 | 109 | 1 |
| 1 | 6 | 550857408 | 15806 | 15806 | 80422 | 101 | 1 |
| 1 | 7 | 551257426 | 16166 | 16166 | 80435 | 106 | 1 |
| 1 | 8 | 550457390 | 16257 | 16257 | 80508 | 109 | 1 |
| 1 | 9 | 551257424 | 16166 | 16166 | 80624 | 106 | 1 |
| 1 | 10 | 550857406 | 15806 | 15806 | 80636 | 101 | 1 |
| 1 | 11 | 551857442 | 15715 | 15715 | 80649 | 104 | 1 |
| 1 | 12 | 550457388 | 16257 | 16257 | 80701 | 109 | 1 |
| 1 | 13 | 551257422 | 16166 | 16166 | 80713 | 106 | 1 |
| 1 | 14 | 551257420 | 16166 | 16166 | 80806 | 106 | 1 |
| 1 | 15 | 551857440 | 16515 | 16515 | 80821 | 104 | 1 |
| 1 | 16 | 550857404 | 15806 | 15806 | 80858 | 101 | 1 |
| 1 | 17 | 551857438 | 16515 | 16515 | 80911 | 104 | 1 |
| 1 | 18 | 551257418 | 16166 | 16166 | 80923 | 106 | 1 |
| 1 | 19 | 550857402 | 15806 | 15806 | 80947 | 101 | 1 |
| 1 | 20 | 550457386 | 16257 | 16257 | 80959 | 109 | 1 |
| 1 | 21 | 551857436 | 16515 | 16515 | 81011 | 104 | 1 |
| 1 | 22 | 551257416 | 16166 | 16166 | 81023 | 106 | 1 |
| 1 | 23 | 550857400 | 16606 | 16606 | 81035 | 101 | 1 |
| 1 | 24 | 550457384 | 16257 | 16257 | 81100 | 109 | 1 |
| 1 | 25 | 551857434 | 16515 | 16515 | 81112 | 104 | 1 |
| 1 | 26 | 551257414 | 16166 | 16166 | 81124 | 106 | 1 |
| 1 | 27 | 551857432 | 16515 | 16515 | 81202 | 104 | 1 |
| 1 | 28 | 551257412 | 16166 | 16166 | 81214 | 106 | 1 |
| 1 | 29 | 550857398 | 16606 | 16606 | 81241 | 101 | 1 |
| 1 | 30 | 551857430 | 16515 | 16515 | 81253 | 104 | 1 |
| 1 | 31 | 551257410 | 16166 | 16166 | 81305 | 106 | 1 |
| 1 | 32 | 550857396 | 16606 | 16606 | 81330 | 101 | 1 |
| 1 | 33 | 551857428 | 16515 | 16515 | 81342 | 104 | 1 |
| 1 | 34 | 551257408 | 16166 | 16166 | 81354 | 106 | 1 |
| 1 | 35 | 550457382 | 16257 | 16257 | 81406 | 109 | 1 |
| 1 | 36 | 550857394 | 16606 | 16606 | 81424 | 101 | 1 |
| 1 | 37 | 551857426 | 16515 | 16515 | 81437 | 104 | 1 |
| 1 | 38 | 551257406 | 16166 | 16166 | 81449 | 106 | 1 |
| 1 | 39 | 550457380 | 16257 | 16257 | 81514 | 109 | 1 |
| 1 | 40 | 550857392 | 16606 | 16606 | 81527 | 101 | 1 |
| 1 | 41 | 551857424 | 16515 | 16515 | 81539 | 104 | 1 |
| 1 | 42 | 551257404 | 16166 | 16166 | 81551 | 106 | 1 |
| 1 | 43 | 550857390 | 16606 | 16606 | 81616 | 101 | 1 |
| 1 | 44 | 551857422 | 16515 | 16515 | 81628 | 104 | 1 |

FIGURE IV 3 REPRESENTATION DE JOB_OUTPUT (LECTURE DES DONNEES)
[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Figure IV3 : Représentation de job_Output (Lecture des données)

SRF_old = SRF_sloc : Numéro de la station de réception sur terrain

SOU_old= SOU_sloc : Numéro de la station de tir sur terrain

$$SRF_sloc = R_line * 10000 + SRF_sloc$$

$$SOU_sloc = S_line * 10000 + SOU_sloc$$

IV.1.2.1 Distinction des offsets par un signe

En premier lieu on doit faire une rotation de 90 degré, Int (SRF_OLD – SOU_OLD + 0.5) en suite calculé SIGN_OFF. Voir équation (1)

$$SIGN_OFF = \frac{Int(SRF_OLD - SOU_OLD + 0.5)}{Abs(SRF_OLD - SOU_OLD + 0.5)} = \pm 1 \dots\dots\dots(1)$$

Où :

- ✓ Int : désigne la partie entière
- ✓ Abs : désigne la valeur absolue

Cette équation permet d'attribuer à l'offset de chaque trace un signe positif ou négatif. L'entité 0.5 a été rajoutée afin d'éviter le cas d'indétermination qui peut se produire lors d'égalité des attributs SRF_old et Sou_old.

a. Calcul des offsets négatif et positif

$$NEW_OFF = OFFSET * Real (SIGN_OFF) \dots\dots\dots (2)$$

Sur les bandes du terrain, il n'y a pas de trace dont l'entité OFFSET est négative. L'utilité du Header Word New off est de séparer le Template en deux plages d'offsets Distinctes suivant le signe de l'offset.

b. Calcul de l'amplitude quadratique moyenne (RMS) du bruit

Le calcul de l'amplitude quadratique moyenne a été fait sur une fenêtre qu'on a choisie à la fin de la trace (entre 4500-5000 ms). On considère que dans cette partie il n'y a pas du signal utile, il n'y a que du bruit. Toutes les étapes citées se résument dans

- ✓ **RMS_Lvl-N** : Amplitude quadratique moyenne sur la fenêtre N*
- ✓ **AVG_Lvl-N** : Amplitude moyenne absolue sur la fenêtre N.

N= représente le nombre de fenêtres utilisées, dans notre cas nous avons utilisé une seule fenêtre de calcul, donc N=1.

Compensation de l'énergie RMS_LVL1 de l'effet de l'offset

Après le calcul de l'amplitude quadratique moyenne du bruit (RMS_LVL1), on a fait une compensation de cette énergie selon l'offset par la relation suivante :

$$RMS_{LVL2} = RMS_{LVL1} * 0.3 * exp\left(\frac{A_{offset}}{1000}\right) \dots\dots\dots (3)$$

IV.2 Contrôle par RMS_QC

Contrôle qualité RMS_QC

Le RMS_QC (Root Mean Square Quality Control) est un contrôle de qualité quotidien utilisé pour détecter les traces bruitées et mortes dans les données sismiques. Il fonctionne en calculant l'amplitude quadratique moyenne (RMS) de toutes les traces d'un tir dans une fenêtre temporelle définie.

Principe de fonctionnement

Calcul du RMS: Un facteur de compensation d'offset est appliqué aux valeurs RMS pour normaliser les niveaux des traces proches et lointaines. La fenêtre RMS est ensuite utilisée pour mesurer le bruit de fond, c'est-à-dire la zone où il n'y a pas de signal sismique.

Détection des traces mortes et bruitées:

Traces mortes: Des valeurs RMS nulles indiquent des traces mortes. Cela signifie que le capteur n'a pas enregistré de données pour cette trace.

Traces bruitées: Des valeurs RMS élevées peuvent indiquer des traces bruitées. Le bruit peut provenir de diverses sources, telles que des interférences électromagnétiques ou des problèmes de câblage.

Avantages du RMS_QC

Détection efficace des mauvais points de tir: Le RMS_QC est efficace pour identifier les tirs bruits ou ceux ayant des problèmes télémétriques.

Représentation visuelle claire: Le contrôle est appliqué à chaque trace individuellement, ce qui permet de visualiser facilement les anomalies sous forme de zones blanches (traces mortes) et de couloirs noirs (traces bruitées).

Détection des problèmes sur plusieurs tirs: Les tirs sont regroupés par modèle, ce qui facilite la comparaison et la détection des problèmes récurrents sur plusieurs tirs.

Interprétation des résultats

Traces mortes: Se caractérisent par des valeurs RMS très faibles (<0,45 dB). Apparaissent comme des zones blanches horizontales se déplaçant verticalement d'un tir à l'autre.

Traces bruitées: Se caractérisent par des valeurs RMS élevées (>10 dB). Apparaissent comme des couloirs noirs verticaux traversant toutes les lignes de réception.

Exemple d'interprétation

La figure IV montre des exemples de traces bruitées et mortes détectées par le RMS_QC:

Couloirs noirs: Indiquent la présence de traces bruitées.

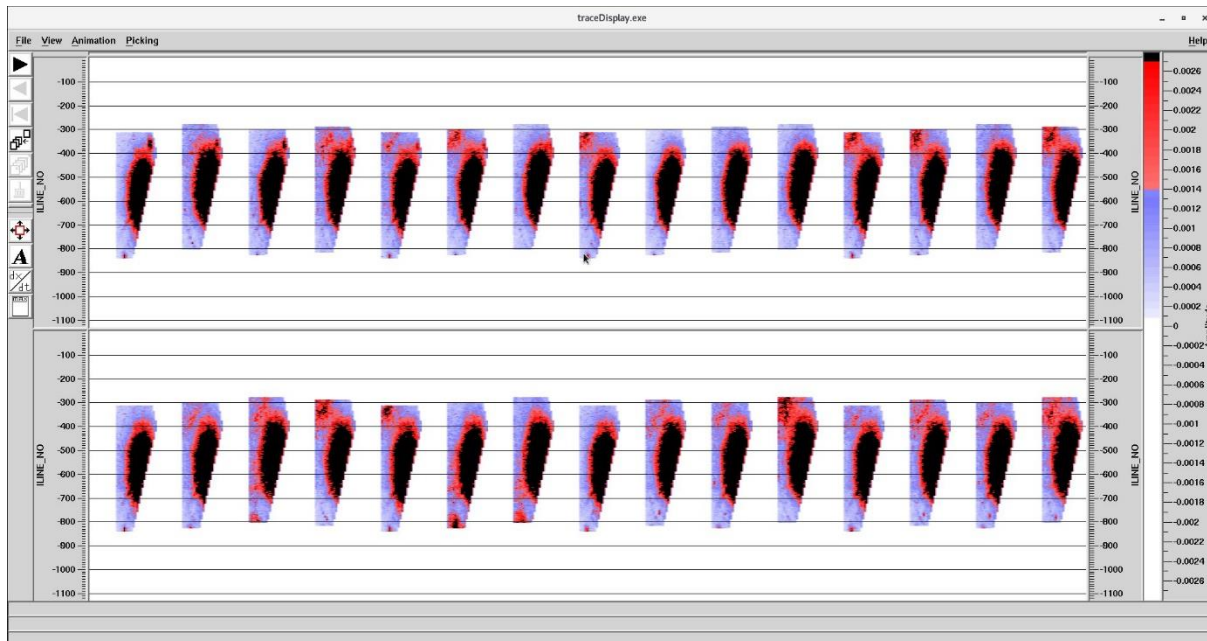


FIGURE IV 4 RMS QC [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

IV.2.1 Les principales étapes du process qui permet d'effectuer ce contrôle sont les suivantes

- Lecture des données habillées suivant les numéros de piquet terrain Sou_sloc. Cel la permettra de considérer comme ensemble les points de tirs individuels ou chaque ensemble (Sou_sloc, FFID, SIN, SRF...) sera composé du nombre de lignes de réception.
- Convertir les données de SEG-D en JAVA
La phase de conversion des données de SEG-D à JAVA est une étape critique du processus de contrôle RMS_QC. L'objectif de cette étape est de convertir les données du format d'origine (SEG-D) en un format compatible avec le système RMS_QC (JAVA).
- Redéfinir en utilisant le programme « Ensemble Re_define » comme étant ensemble principal le numéro de ligne de réception. Ceci revient à décomposer chaque tir en 8 ensembles distincts. Le nombre d'ensembles résultant serait alors 8 fois le nombre de tirs existants.
- Attribuer aux canaux de chaque R_Line une séquence de nombres séquentiels s'échelonnant de 1 à 180 au maximum en utilisant le programme Trace Header Math sous le mode Sequence Number Mode.
- Réduire l'enregistrement à la fenêtre de temps 0-720ms
- Rendre égale à Zéro les amplitudes de toutes les traces sur toute la fenêtre 0-720ms par le programme Trace Math.
- Rendre égale à l'unité ces amplitudes par le programme Trace Math..
- Pondérer chaque trace par sa valeur statistique RMS_LVL2 qui tien compte de l'offset, de l'azimut, et de la valeur RMS_LVL1.
- Fixer les headers words TIME_S et TIME_E désignant respectivement le temps initial et final des échantillons vivants à une valeurs égale à Quatre fois le numéro du canal puis appliquer le programme Trace Muting avec le mode Re_mute pour ne garder qu'un seul échantillon vivant tout le long de la trace. Chaque trace sera ainsi réduite a un seul échantillon positionné au temps $t = \text{chan} * 4$ (4 étant le pas d'échantillonnage) avec une amplitude égale a la valeur RMS_LVL2. Le résultat obtenu à ce niveau sera une RMS d'un tir avant stack. Sommer les traces de chaque ensemble R_LINE provenant d'un tir donné par le biais d'un programme CDP/Ensemble stack.
- Le résultat obtenu sera une RMS stack de tous les tirs d'une ligne donnée.

IV.2.2 Étapes pour Convertir les données de SEGD en JAVA

- a. La phase de conversion des données de **SEGD** en **JAVA** est une étape cruciale dans le processus de contrôle qualité **RMS_QC**. Cette étape vise à convertir les données de leur format d'origine (**SEGD**) en un format compatible avec le système **RMS_QC (JAVA)**.

La figure numéro (5 et 6 et 7) représente les premières étapes du processus de conversion des données du format SAGD au format JAVA.

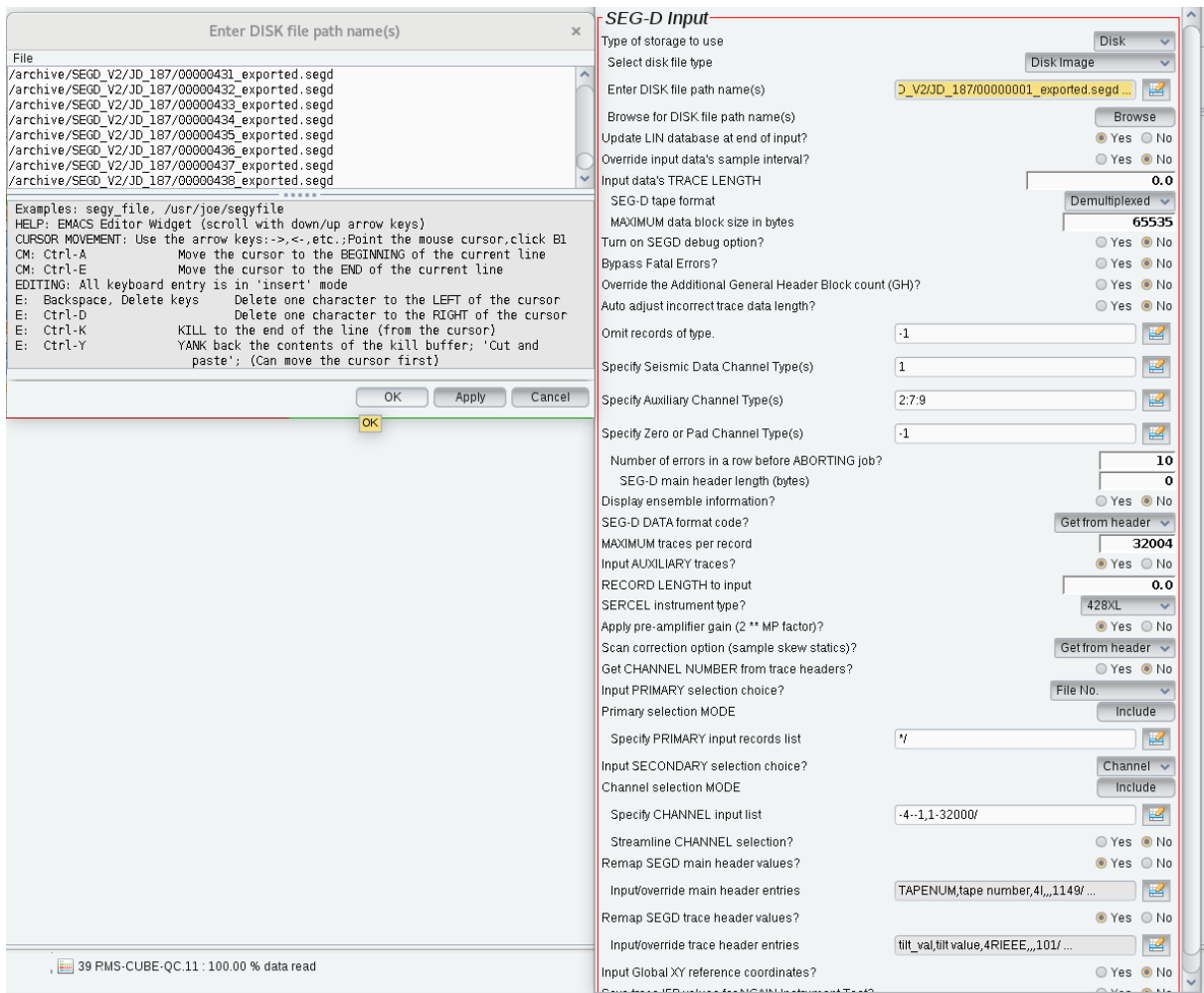


FIGURE IV 5 INPUT DATA SEGD PARTE 1 [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

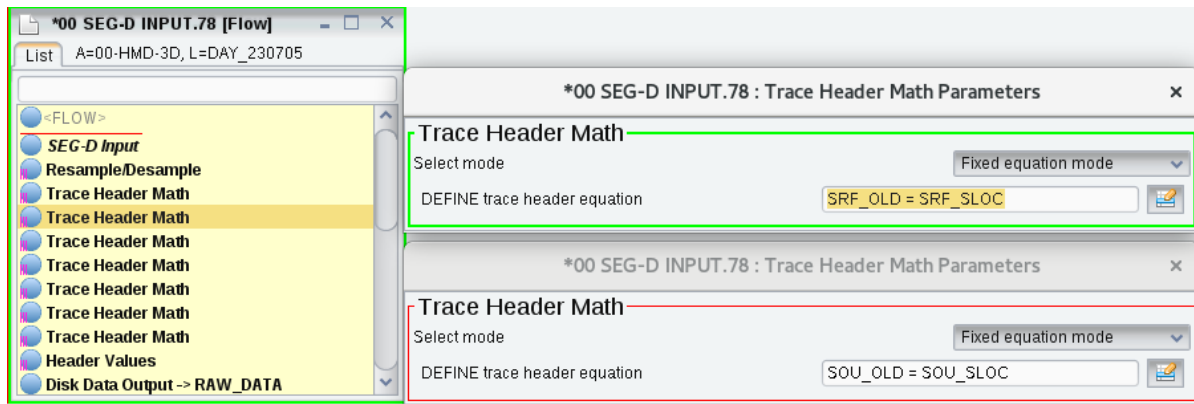


FIGURE IV 6 INPUT DATA SEG-D PARTE 2[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

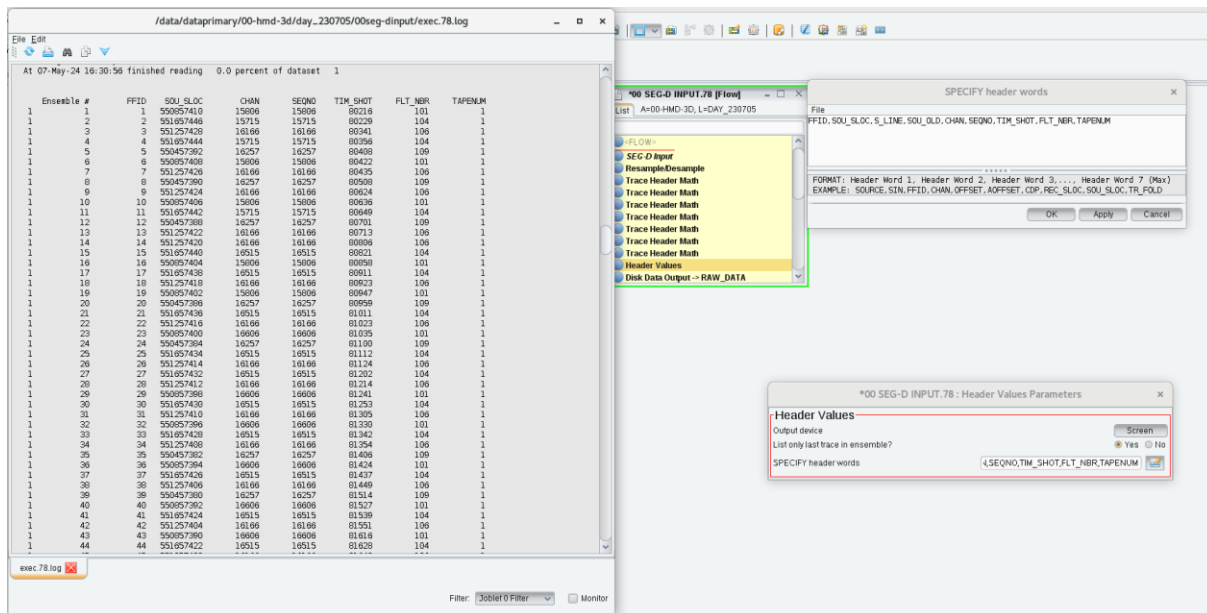


FIGURE IV 7 INPUT DATA SEG-D PARTE 3[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

b. data context editor

Le contexte de données se compose des éléments suivants:

- **Définitions de données:** Elles sont utilisées pour décrire la structure des données converties, y compris les types de données, leurs tailles et leurs relations.
- **Règles de conversion:** Elles sont utilisées pour convertir les données du format SEG-D au format Java.
- **Processus de données:** Ils sont utilisés pour traiter les données converties, telles que le filtrage, la normalisation et le formatage.

Les figures 8 montrent le processus de chargement et de conversion des données.

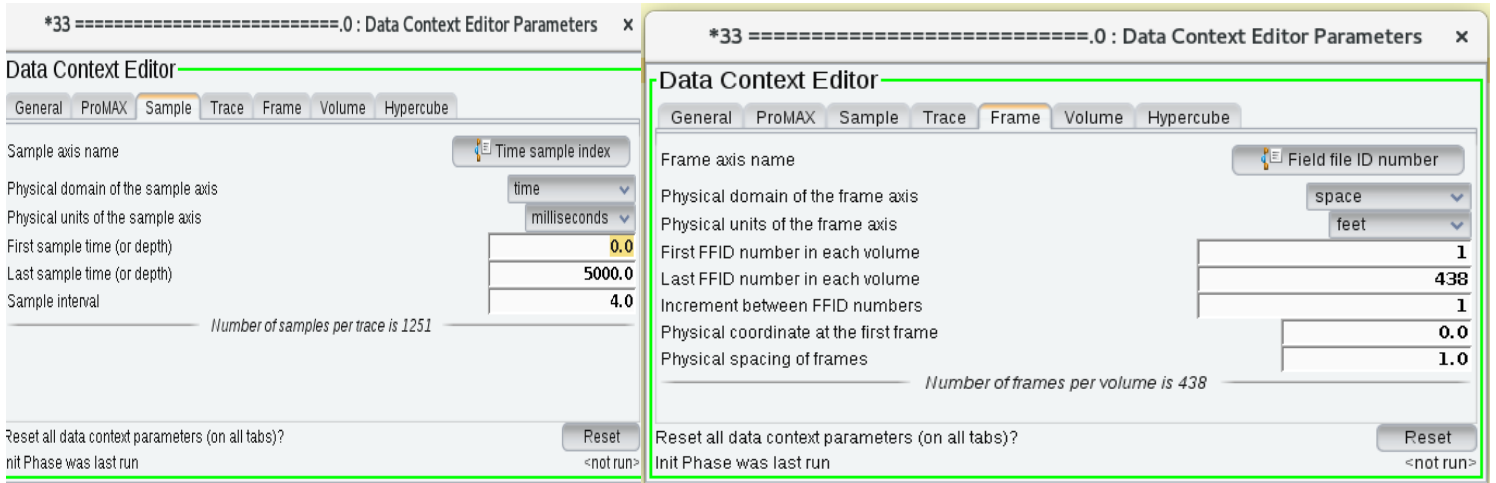


FIGURE IV 8 DATA CONTEXT EDITOR[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

c. Une fois que la conversion est terminée et que toutes les données sont au format JAVA, la technologie RMS QC peut désormais être utilisée.

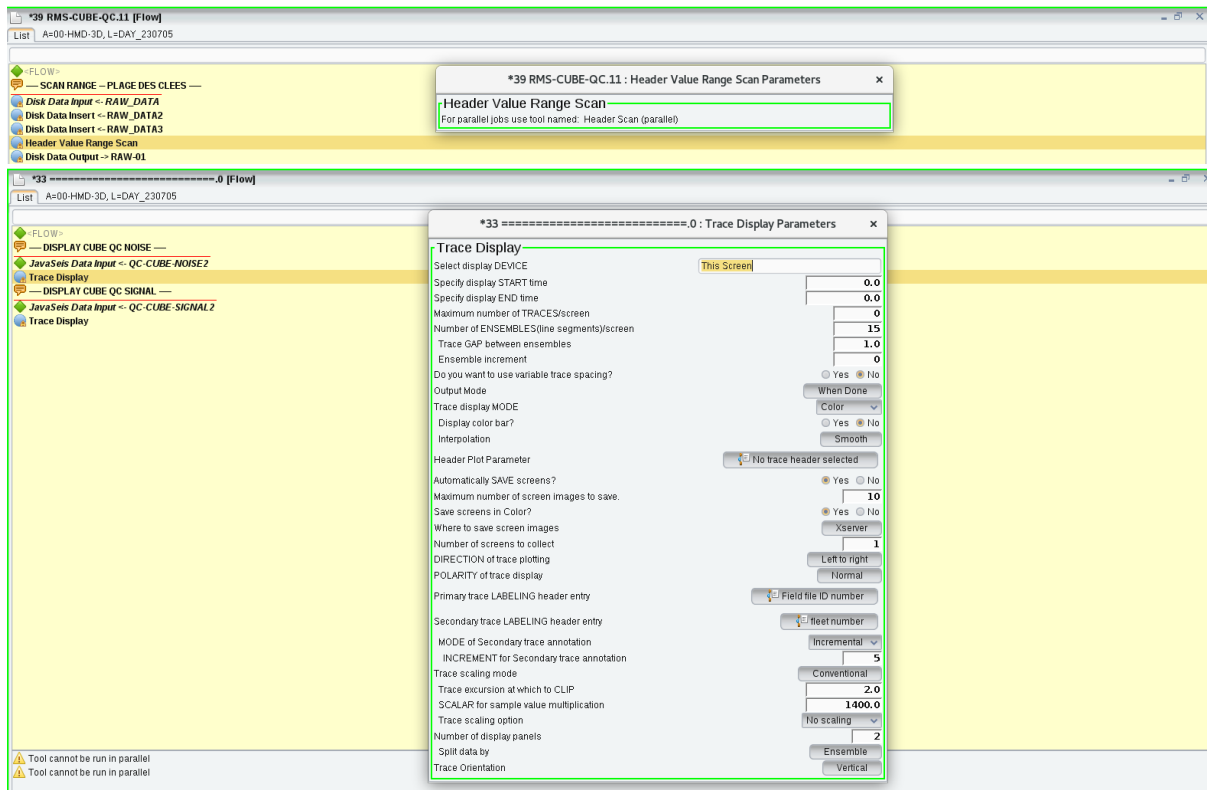


FIGURE IV 9 LES DONNEES SONT AU FORMAT JAVA[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

- Le document représente le résultat final de la conversion du format SAGD au format JAVA.



FIGURE IV 10 LE RESULTAT FINAL DE LA CONVERSION DU FORMAT SAGD AU FORMAT JAVA[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

IV.2.3 la donnée pure RMS QC

Notez que les données représentées dans la figure 11 sont subdivisées en 30 parties afin d'économiser du temps et d'accélérer le traitement des données, ainsi que pour identifier Zone de bruit. Ces sont là les principaux avantages de l'utilisation de RMS QC.

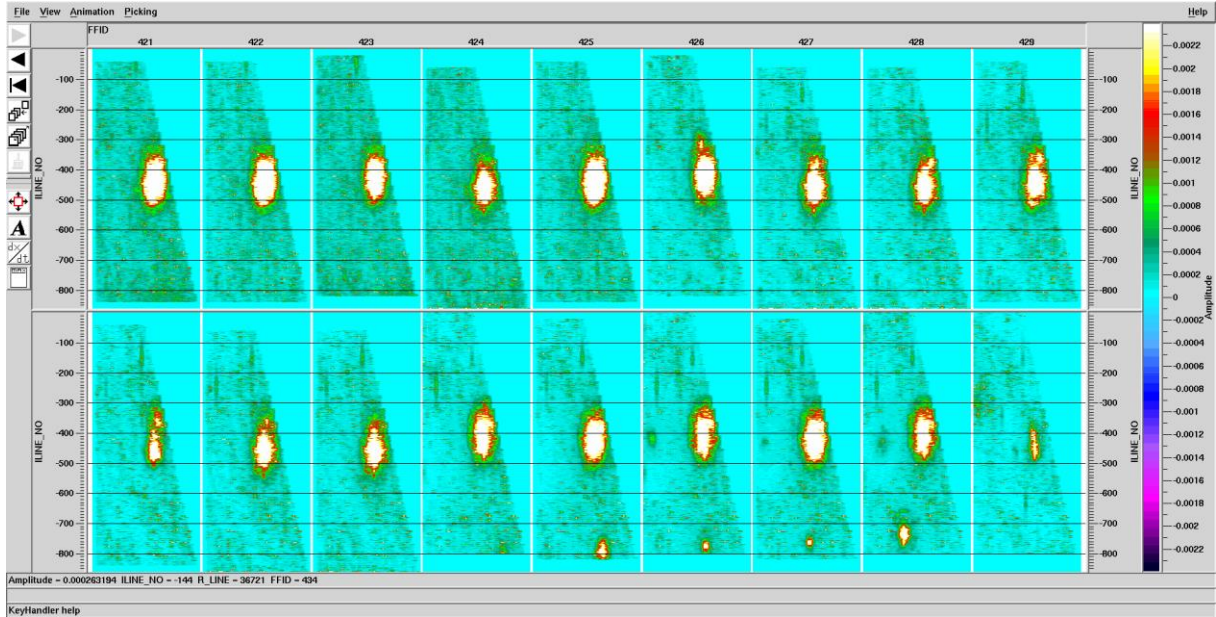


FIGURE IV 11 RMS QC DISPLAY NOISE[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

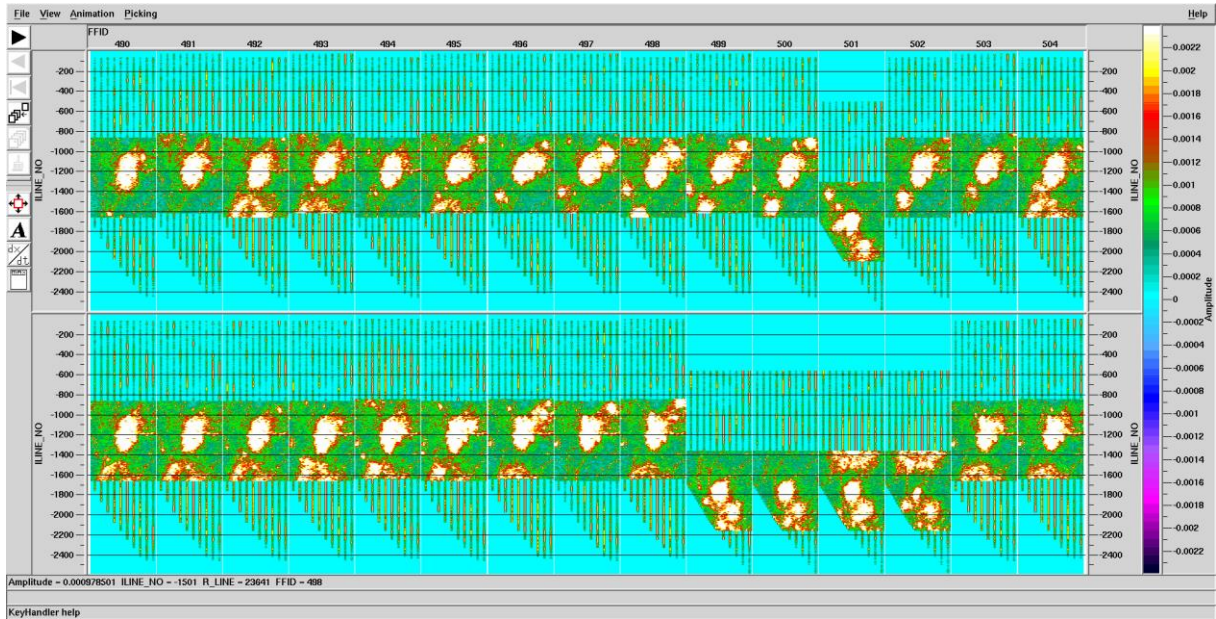


FIGURE IV 12 DISPALY SIGNAL VP 48000 TRACE[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

IV.2.4 Présentation de la méthode utilisée dans la production :

Actuellement et dans toutes les missions sismiques à ENAGEO, réalisent les projets avec les méthodes de haute productivité, ces méthodes nous donnent la faveur de réaliser ces projets dans les meilleurs délais avec une cadence très élevée. Et parmi ces techniques **HD & HP** (High Density & High Productivity).

Ces méthodes utilisent des lois bien déterminées, fixés par les ingénieurs et avec des tests. Ces lois dépendent essentiellement de la distance entre vibrateurs et le slip-time

. La loi utilisée dans ce projet est représentée dans le tableau et la figure ci-dessous.

(Voir **figure IV.13**)

| distance | Slip-time |
|----------|-----------|
| 0 | 10 |
| 4.5 | 7 |
| 7 | 4 |
| 10 | 4 |
| 10 | 0 |

TABLE 4 LOI UTILISEE DANS LA PRODUCTION

Cette loi nous oblige de :

- Travailler avec un slip time de 10 s pour les vibrateurs qui ont une distance de 0 à 4.5 Km.
- Travailler avec un slip time de 7 s pour les vibrateurs qui ont une distance de 4.5 à 7 Km.
- Travailler avec un slip time de 4 s pour les vibrateurs qui ont une distance de 7 à 10 Km.
- Travailler avec un slip time de 0s en simultané pour les vibrateurs qui ont une distance plus de 10 Km.

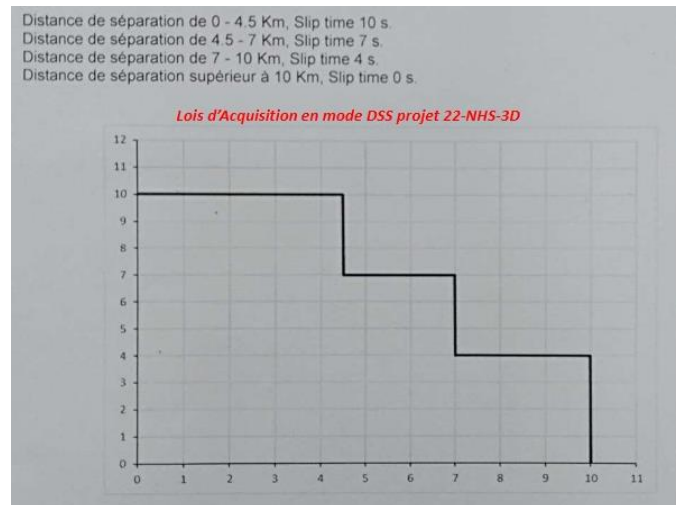


FIGURE IV 13 LOI DE PRODUCTION DES DONNEES SISMIQUE HAUTE PRODUCTIVITE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

L'application de cette loi sur terrain et pas l'équipe Labo (Observers) dans un jour de production est montrée sur la figure suivante :

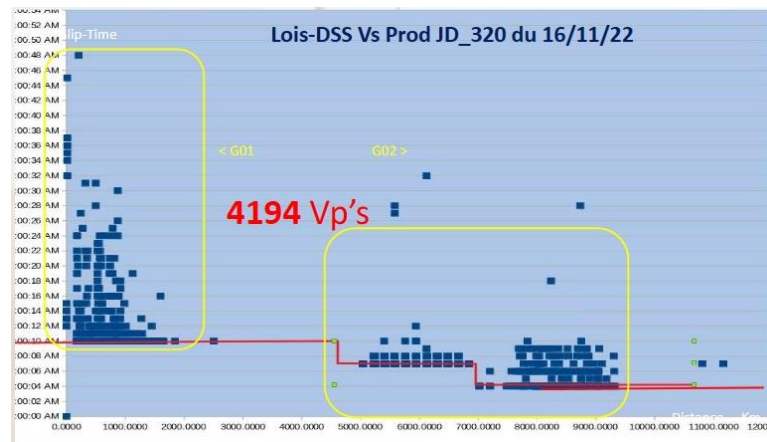


FIGURE IV 14 LOI DE PRODUCTION DES DONNEES SISMIQUE HAUTE PRODUCTIVITE APPLIQUEE POUR UN JOUR DE PRODUCTION [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

La figure ci-dessus montre la bonne applicabilité de la loi de haute productivité, ce display représente le premier contrôle de qualité des données sismique, le tir qui ne suit pas cette loi est un tir rejeté. Les points bleus sur la figure sont les points de tirs, la courbe en rouge est la loi, les points de tirs doivent être en dessus de la courbe en rouge. Dans le cas où on trouve un point en dessous de la courbe on le déclare comme un VP void (Vp rejeté).

La production d'une journée est d'environ 3000 à 4194 Vp (point de tir) /Jours, ce nombre énorme élevé et important de point de tir difficulté l'opération de contrôle de qualité en terme de temps machine des différents programmes et comment identifier les différentes anomalies.

Le contrôle visuel de chaque point de tir (**Figure IV15**) est presque impossible, ça nécessite le display shots c'est un job qui prend du temps pour l'exécution et même dans le display.

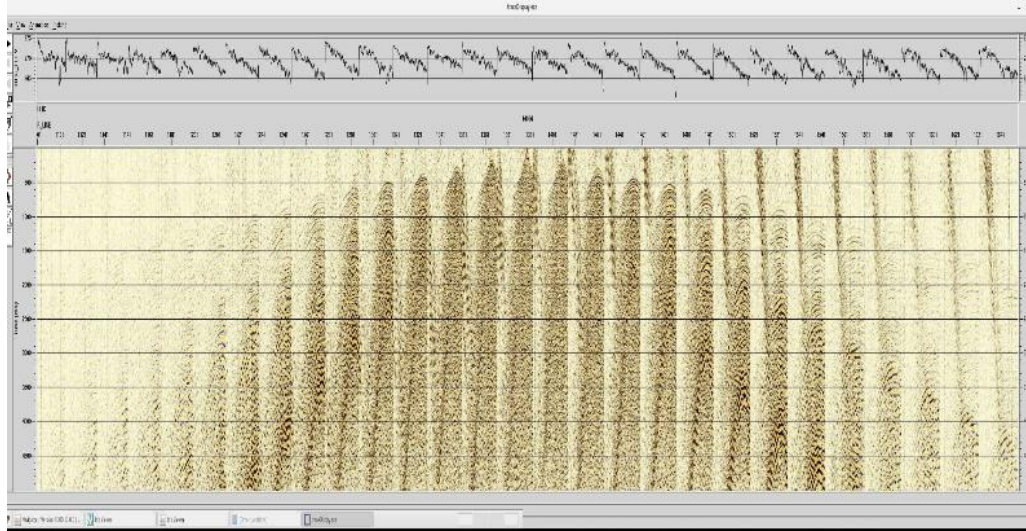


FIGURE IV 15 POINT DE TIR 3D, VP VIBROSEIS POINT (3D-SHOT) [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Les figures suivantes montrent les différentes anomalies dans les points de tirs, au niveau de domaine shots.

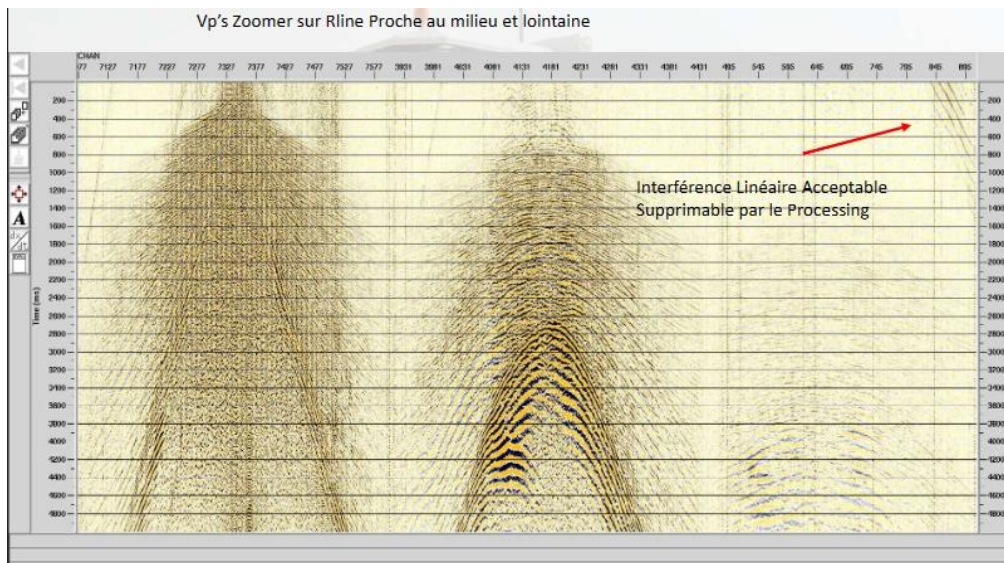


FIGURE IV 16 LE BRUIT CAUSE PAR LA METHODE, UN BRUIT ACCEPTABLE ON PEUT LE SUPPRIMER DANS LE PROCESSING [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

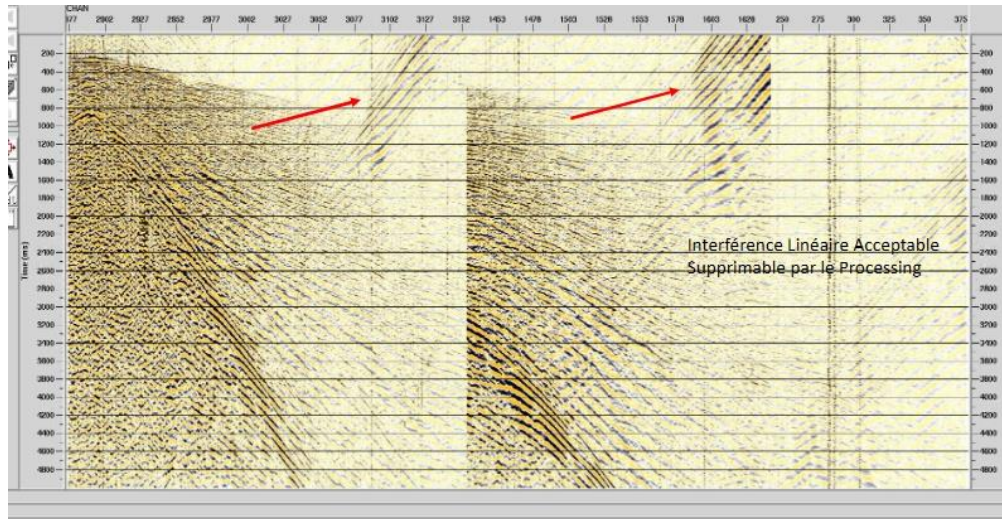


FIGURE IV 17 LE BRUIT CAUSE PAR LA METHODE, UN BRUIT ACCEPTABLE ON PEUT LE SUPPRIMER DANS LE PROCESSING [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Vu le volume important du Data à Vérifier chaque jour avec les Technique de High-Productivity, une nouvelle technique à états élaborée pour ne pas visualiser Tous les shots appelée (RMS_Shot) cette procédure de contrôle de qualité (QC BIG-DATA WITH RMS),

IV2.5 Méthodologie de calcul de RMS_Shot

Avant d'aborder les étapes pour le calcul de RMS_QC, nous montrons l'intérêt de faire tous ces calculs.

L'objectif principal est d'avoir un spectre d'énergie qui représente l'énergie RMS dans chaque ligne de réception (R_line) active lors d'un tir. Chaque amplitude de ce spectre d'énergie est associée à la valeur RMS de chaque canal, la position de chaque amplitude RMS dépend du numéro de son canal associé.

Dans notre cas, le Template possède 30 lignes, et chaque ligne possède 300 canaux. Donc pour un point de tir, on aura 9000 spectres d'énergie RMS.

Les étapes qui conduisent à cette représentation sont les suivantes :

- Sélectionner une fenêtre de 400 ms (au niveau de l'objectif pétrolier), la longueur de cette fenêtre est déterminée en fonction du nombre de canaux maximaux existant dans une ligne de réception dans un Template. Elle est déterminée en multipliant le nombre de canaux par le pas d'échantillonnage.
- Calculer l'énergie RMS dans cette intervalle pour chaque trace de point de tir (Shot), donc on va avoir un spectre global qui représente chaque point de tir. (Figure IV18).

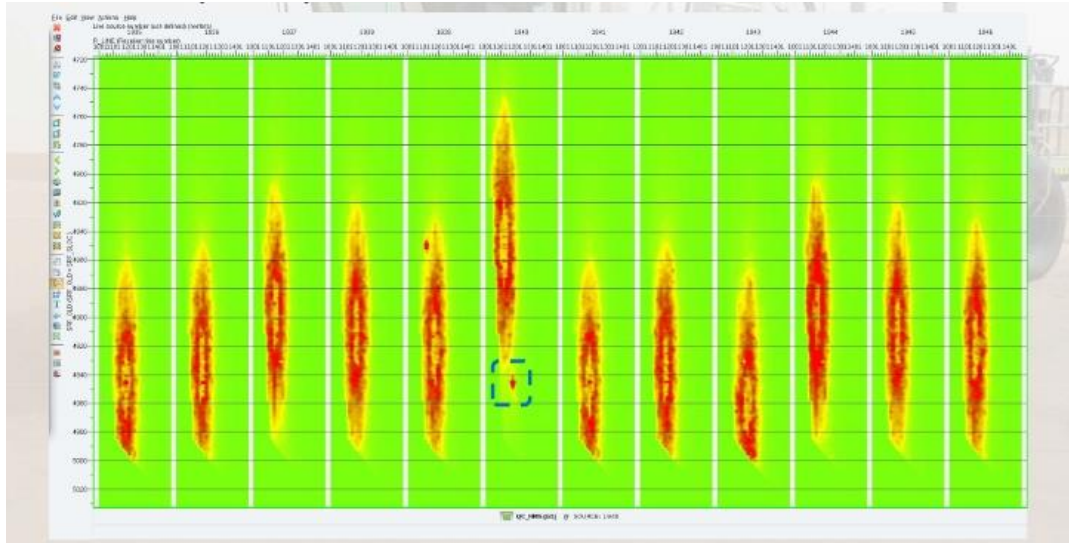


FIGURE IV 18 ENERGIE RMS CORRESPONDANT A L'OBJECTIF PETROLIER[DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

IV 2.6 Interprétation de RMS_Shots

Cette représentation a été faite dans le but de faire une projection de terrain de notre swath. On représente les 22 spectres d'énergie suivant les R_line verticalement. Chaque ensemble de spectre d'énergie est organisé horizontalement par ordre de point de tir (FFID) (**figure IV19**).

Ce job (Program) dont on a exécuté pour avoir ce contrôle, est le résultat d'un travail énorme de la part des superviseurs géophysicien de l'entreprise nationale de géophysique, ils ont réalisé des tests sur plusieurs données de haute productivité pour finaliser les paramètres de ce programme.

Dans ce job, ils ont amélioré le display et développer un contrôle rapide et efficace des shots (repérage efficace des anomalies).

Ce job a remplacé le contrôle visuel et conventionnel de SHOT_LMO, RCV_LMO et RMS_QC. La durée est réduite à 15 à 30 minutes de contrôle aux lieux de 2 à 3 heures.

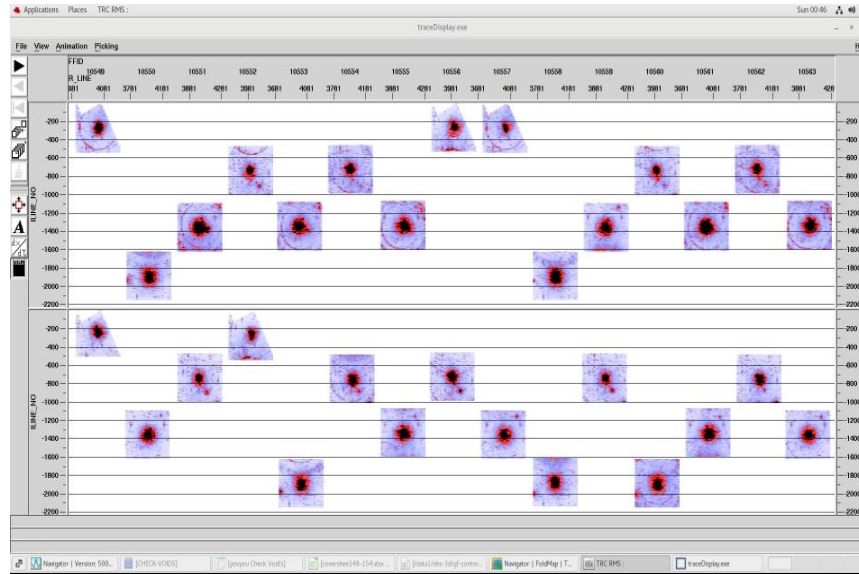


FIGURE IV 19 REPRESENTATION RMS, PROJECTION DE TERRAIN. LES SHOTS POSITIONNE ET LES FFD (FENETRE 0-500 MS [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220])

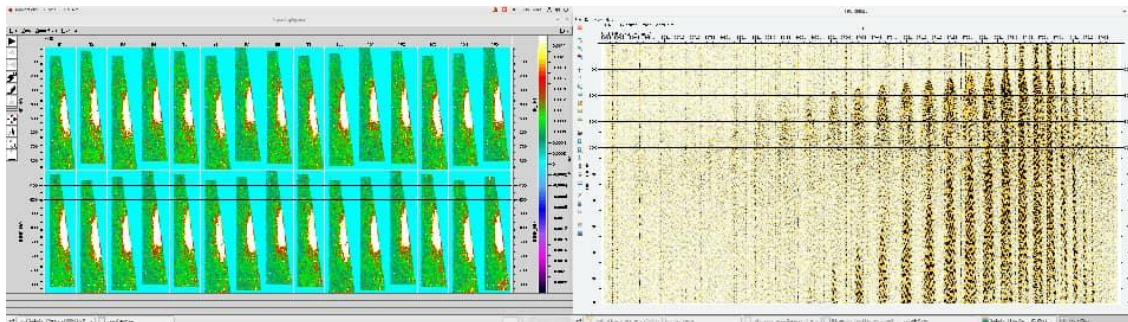


FIGURE IV 20 REPRESENTATION RMS_SHOT MONTRE UNE ANOMALIE BRUIT DE CIRCULATION DES VEHICLES [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Cette figure montre le bruit de déplacement des véhicules dans le Template en cours de production, ce bruit peut être éliminée dans l'étape du traitement, mais parfois ce bruit déforme le signal utile ce qui nécessite de refaire le point de tir.

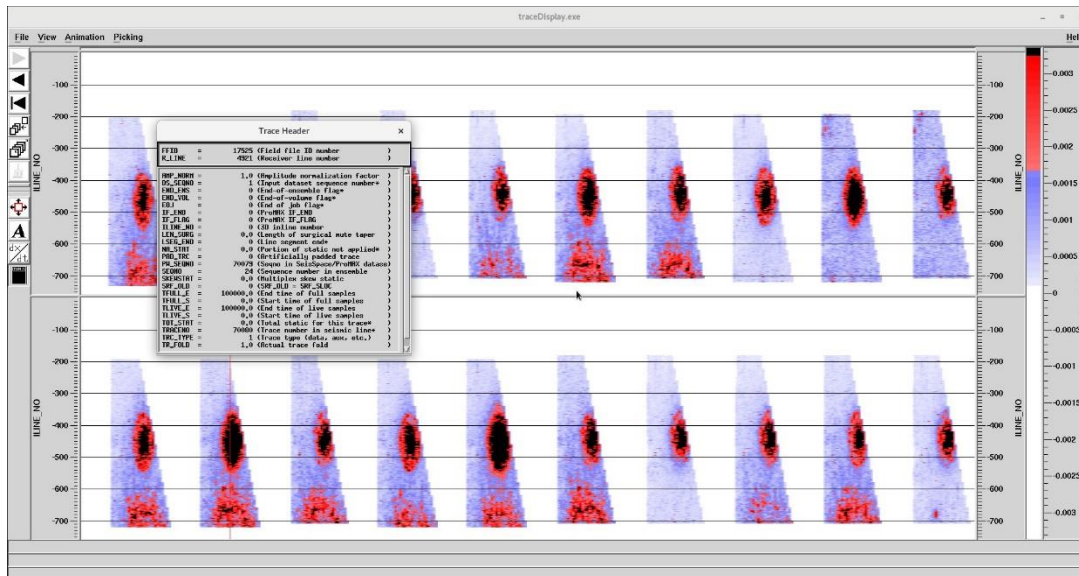


FIGURE IV 21 REPRESENTATION RMS_SHOT MONTRE UNE ANOMALIE BRUIT D'INTERFERENCES, CAUSEES PAR LA METHODE DE HAUTE PRODUCTIVITE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

Cette figure IV 21 montre l'effet de la technique utilisée dans l'augmentation de la cadence de productivité, ce bruit appelé d'interférence.

Il peut être acceptable si on arrive à le filtré, dans le cas inverse on élimine ce point de tir et le refait.

IV2.7 SEQUENCE DE TRAITEMENT :

Chaque fin de swath l'application d'une séquence de traitement et la génération des fichiers SPS sont nécessaires.

La séquence de traitement appliquée à cette étude est la suivante :

- SEG-D Input
- Geometry loading
- Editing
- Trace length : 5000 ms
- Resampling : 4 ms
- Datum statics : Elevation statics
- Replacement velocity = 3000m/s
- Datum plane elevation = 200 m
- TAR : Loi de vitesse
- Bandpass filter : 3-6-45-50 Hz
- Velocity analysis and pick
- NMO Correction : 30% stretch mute
- Mute : Top mute

- SWANA
- Stack 3D
- FK : 1.2
- Bandpass filter : 3-6-45-50 Hz
- Brute Stack.

Celle-ci a permis d'obtenir des brut-stacks de qualité ce qui laisse une bonne prévision pour le traitement final.

A la fin de l'étude un traitement complet du volume des données a été réalisé dans le but d'avoir une vue générale sur la qualité de l'acquisition.

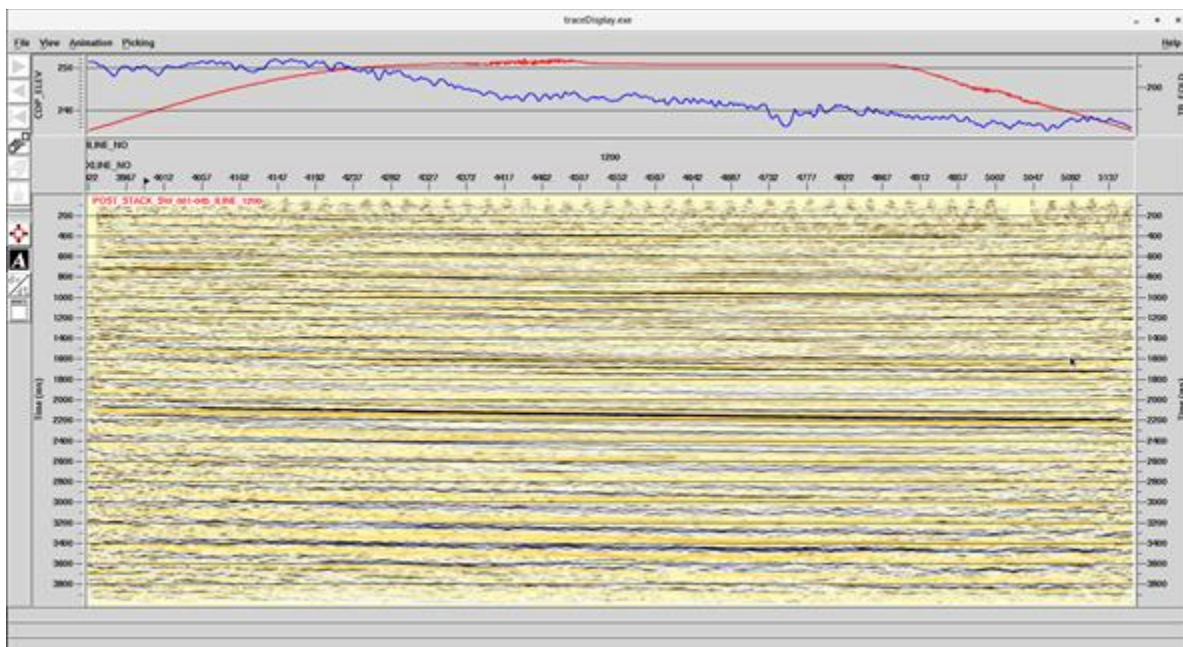


FIGURE IV 22 INLINE STACK [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

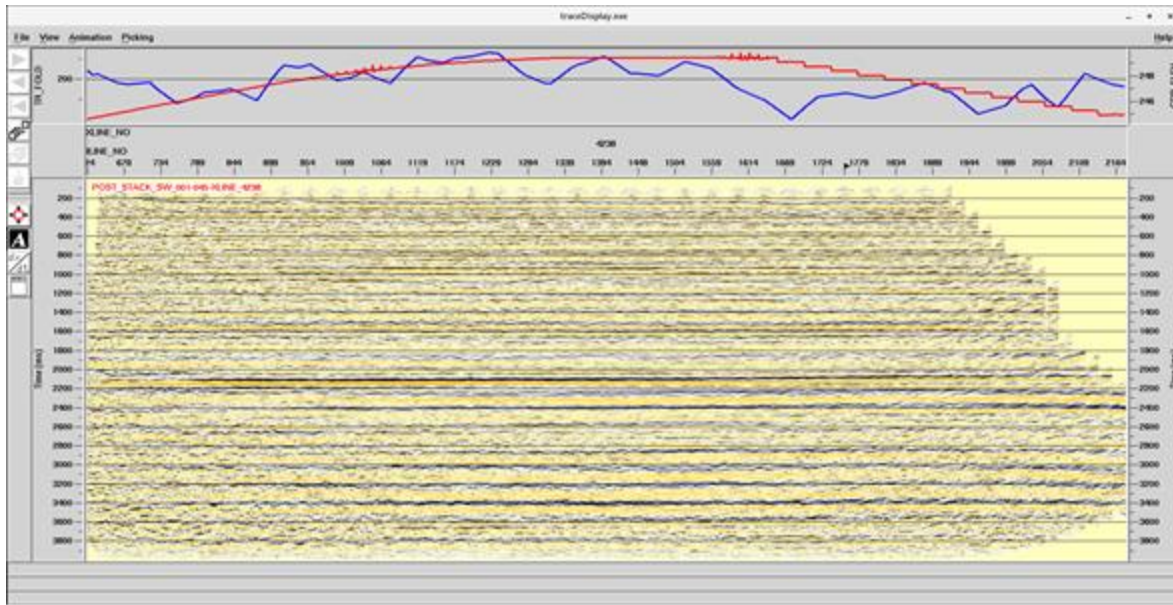


FIGURE IV 23 XLINE STACK [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

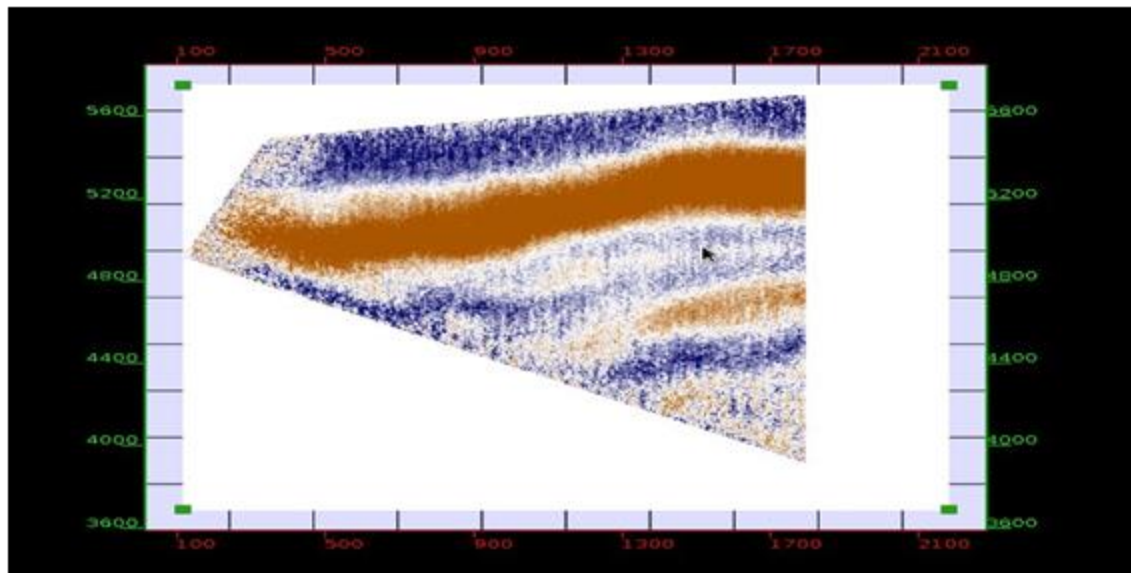


FIGURE IV 24 TIME SLICE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]

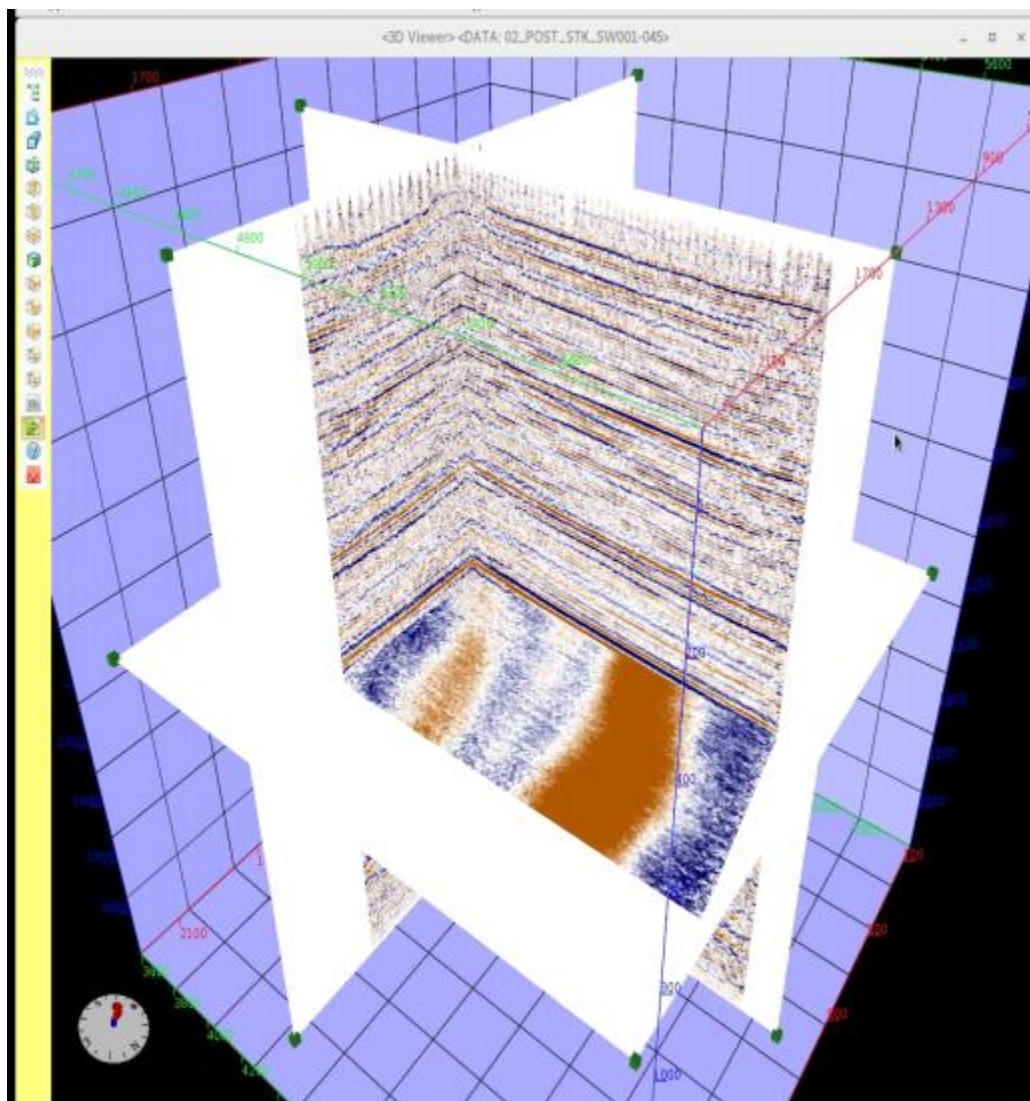


FIGURE IV 25 TIME SLICE [DONNEES PAR L ENAGEO-EGS220]



CONCLUSION GENERLE



CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce mémoire s'est inscrit dans le cadre d'obtenir le diplôme Master 2 en géologie des hydrocarbures de l'université de Ouargla. Ce mémoire avait pour but en premier lieu de planifier et de faire le contrôle de qualité des données sismiques de haute productivité d'une étude sismique 3-D.

Ce mémoire avait pour but de donner un aperçu sur une des techniques de hautes productivités qui sert à maximiser la productivité lors de l'acquisition sismique. Dans un premier temps, on a déterminé les paramètres d'acquisition en fonction des horizons objectifs en tenant compte du pouvoir de résolution et de la couverture désirée. Dans un second temps, on a fait un contrôle de données sismiques en utilisant différents techniques pour localiser l'existence des anomalies sur ces données. On a fait et contrôlé la géométrie où on n'a détecté aucune anomalie sur la couverture ou bien sur les coordonnées des sources et des récepteurs. Après, on a contrôlé les coordonnées et l'élévation des points de tir ainsi que le niveau d'énergie dans chaque tir par la technique SHOT_LMO. Aucune anomalie n'est signalée sur les coordonnées et l'élévation des sources. Concernant l'énergie, on n'a pas trouvé des tirs à faible énergie ou bruités mais on a trouvé des tirs énergétiques qui sont dans la tolérance.

Afin de contrôler les récepteurs, on a utilisé la technique RCV_LMO et localisé les traces bruitées, les traces inversées et les traces mortes.

Finalement, avec la technique RMS_SHOT, on a fait une représentation de cette nouvelle technique de contrôle qui peut remplacer les deux techniques SHOT_LMO et RCV_LMO. La méthode qui consiste à calculer l'énergie RMS des points de tir au niveau de bruits et au niveau de l'objectif pétrolier.

Cette méthode considéré efficace, rapide et robuste nous permis d'identifier les différentes types d'anomalies de bruits et de production tels que, les traces mortes, le bruit cohérent et les interférences de la technique de haute productivité utilisée.

Donc, on peut considérer que les données obtenues en utilisant les techniques de hautes productivités ont des méthodes de contrôle efficace et les données collectées sont équivalentes aux données conventionnelles.

La qualité obtenue permet l'utilisation de la méthode haute productivités pour réduire le coût par km² avec les mêmes paramètres d'acquisition, ou d'améliorer la résolution de l'image sismique en augmentant la densité des points de tir avec le même coût pour une meilleur visualisation du sous-sol.

Finalement au cours de notre stage de fin d'étude effectué au sein de la mission sismique EGS-220 (Projet HMD - 3D), nous avons constaté plusieurs contraintes qui freinent la productivité : les moyens humains (Nombre équipes pose et ramasse...) et matériels (Nombre de jeux vibros, parc géophones ...) suffisants pour mener à terme le projet afin d'éviter les wait pose, move Vibros.

Alors avant d'opter pour la méthode haute productivités, nous recommandons :

CONCLUSION GÉNÉRALE

- D'utiliser la technique de haute productivité surtout dans les zones désertiques non dunaires, de même que dans les zones où l'objectif géologique ne se retrouve pas à une

BIBLIOGRAPHIES

Bibliographies

- Hubbard B.B., 1995 : Onde et ondelette. Pour la science, éditions Belin
 - Henry. G., 1994. Géophysique des bassins sédimentaires, Editions TECHNIP.
 - Lavergne. M., 1986. Méthode sismique, EDITION TECHNIP, 1986, 207 pages.
 - Benhama A. 2000, Traitement sismique-première partie. Document interne IAP.
- Bouterai, A., Mezahdia, M., 2005. Design et contrôle de qualité en sismique 3-D (sur Geoland et Promax. Mémoire d'ingénieur spécialisé en géophysique.
- Institut Algérien du Pétrole. 119 Pages.
 - Chaouch, A., Mari, J. L., 2006. 3-D Land Seismic Surveys: Definition of Geophysical Parameters. Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP. Vol. 61, No. 5, pp. 611-630.
 - Cordsen, A., 1995. How to find the optimum 3D fold: Ann. Mtg., Can. Society
 - Bachtta, M., 2002 : Sismique 3D, Rapport Interne ENAGEO
 - Exploration Geophysics. Expanded Abstracts 96-97.
 - Cordsen, A., Galbraith, M. and Peirce, J. (2000) Planning land 3-D seismic survey – Society of Exploration Geophysics Series n09 – Bob A. Hardage Ed.
 - Dale G. S., 1994. Designing Seismic Surveys in Two and Three Dimensions. Society Of Exploration Geophysics. References series N°5.
 - Dan E., Xiaohua L., John M., 1995. Bin spacing in land 3-D seismic surveys and Horizontal resolution in time slices. The leading EDGE.
 - Herbard. J. P., 2005. Acquisition sismique terrestre 3-D. Training course CEFOGA Institut Français du Pétrole.
 - Lansley, R. M., 1994. The question of azimuths: Pre-sented at the SEG Workshop.
 - COURS SISMIQUE REFLEXION:(Université de Liège-Département Géomac)
 - Margrave, G. F. 1997, Seismic acquisition parameter considerations for a linear Velocity medium: 67 th Ann. Internat. Mtg.; Society Exploration Geophysics, Expanded Abstracts, 47-50.
 - Promax 3-D Seismic Processing and Analysis. Manual training course. Landmark.

BIBLIOGRAPHIES

- Sediki M. R., Chouaki M. A. H., 2002. Contrôle de qualité en sismique 3-D sur station Promax. Mémoire d'ingénieur en géophysique. Institut Algérien du

Pétrole. 150 Pages.

- Vermeer, GJ. O., 1998. 3-D symmetric sampling, *Geophysics*, 63, 1629-1647.
- Yilmaz, O. Seismic data analysis: processing, inversion, and interpretation of seismic Data/ Oz Yilmaz; Stephen M. Doherty, editor. P. cm – (Investigations in

Geophysics; no. 10).

- Yilmaz, O., 1987. *Seismic data processing*, SEG, Tulsa.
- Yilmaz_2001_ch1_fundamentals
- Rozemond, H.J. [1996] Slip-sweep acquisition. SEG Annual Meeting.
- Shang Yongsheng, Wang Changhui*and Zhang Mugang, BGP, CNPC;Zhou Xuefeng, Li Zhenchun, Li Fenglei and Dong Lieqian, China University of Petroleum : A method for harmonic noise elimination in slip sweep data.

الملخص

"استخدام طاقة RMS في التحكم في جودة بيانات الزلازل"، يستكشف تطبيق طاقة RMS (الجذر التربيعي المتوسط) في التحكم بجودة بيانات الزلازل.

تتناول هذه المذكرة تقنيات التحكم في البيانات الزلزالية باستخدام RMS (Root Mean Square) وتهدف إلى دراسة وتقييم كفاءة استخدام تقنية RMS في تحسين جودة البيانات الزلزالية وتقديم طرق جديدة للتحكم في هذه البيانات، مثل تقنية الفيبروسيزر : استخدام الاهتزازات لتوليد موجات زلزالية. وتقنية Flip Flop، Slip Sweep، HFVS، وغيرها. أجري هذا البحث في EGS220 / HMD-3D ورقلة، ويؤكد على أهمية تقنيات الزلازل ثلاثية الأبعاد التي أحدثت ثورة في الاستكشاف الجيوفيزيائي من خلال تقديم صور دقيقة ومفصلة لطبقات الأرض تحت السطح

يدمج العمل طريقة RMS_QC لتحليل فعال لبيانات الزلازل، مما يسهم في تقدم الاستكشاف الجيوفيزيائي، خاصة في استكشاف الهيدروكربونات. تهدف نتائج الدراسة إلى تحسين دقة وموثوقية البيانات الزلزالية، مما يضمن تحديد واستخراج أفضل للموارد. المذكرة تسلط الضوء على التطورات الحديثة في مجال الجيوفيزياء الزلزالية وتقدم حلولاً لتحسين جودة البيانات، مما يسهم في تعزيز كفاءة وموثوقية الدراسات الجيولوجية

الكلمات الرئيسية

الحصول على البيانات الزلزالية، معالجة البيانات الزلزالية، تحليل البيانات الزلزالية، طرق مراقبة الجودة، الكشف عن الأخطاء الزلزالية، أدوات برمجيات التحكم في جودة البيانات الزلزالية.

Résumé

" *L'utilisation de l'énergie RMS pour le Contrôle de qualité des données sismiques.*", explore l'application de la puissance RMS (Root Mean Square) dans le contrôle de la qualité des données sismiques.

Cette note aborde les techniques de contrôle des données sismiques en utilisant RMS (Root Mean Square) et vise à étudier et évaluer l'efficacité de l'utilisation de la technique RMS pour améliorer la qualité des données sismiques et proposer de nouvelles méthodes de contrôle de ces données. Parmi ces méthodes figurent la technique vibrosismique : utilisation des vibrations pour générer des ondes sismiques, et les techniques Flip Flop, Slip Sweep, HFVS, etc. Cette recherche a été menée à EGS220 / HMD-3D Ouargla, et met en avant l'importance des techniques sismiques tridimensionnelles qui ont révolutionné l'exploration géophysique en fournissant des images précises et détaillées des couches souterraines.

Le travail intègre la méthode RMS_QC pour une analyse efficace des données sismiques, contribuant ainsi à l'avancement de l'exploration géophysique, notamment dans l'exploration des hydrocarbures. Les résultats de l'étude visent à améliorer la précision et la fiabilité des données sismiques, assurant ainsi une meilleure identification et extraction des ressources.

La note met en lumière les récents développements dans le domaine de la géophysique sismique et propose des solutions pour améliorer la qualité des données, contribuant ainsi à renforcer l'efficacité et la fiabilité des études géologiques.

Mots clés

Acquisition de données sismiques , Traitement des données sismiques, Analyse des données sismiques, Méthodes de contrôle qualité, Détection d'anomalies sismiques, Outils logiciels pour le contrôle qualité des données sismiques.

Abstract

" *The use of RMS energy for seismic data quality control.*" explores the application of RMS (Root Mean Square) power in controlling the quality of seismic data.

This note discusses seismic data control techniques using RMS (Root Mean Square) and aims to study and evaluate the effectiveness of using the RMS technique to improve the quality of seismic data and propose new methods for controlling this data. Methods such as vibroseis: using vibrations to generate seismic waves, and Flip Flop, Slip Sweep, HFVS, among others, are included. This research was conducted at EGS220 / HMD-3D Ouargla and emphasizes the importance of three-dimensional seismic techniques that have revolutionized geophysical exploration by providing precise and detailed images of subsurface layers.

The work incorporates the RMS_QC method for effective analysis of seismic data, contributing to the advancement of geophysical exploration, particularly in hydrocarbon exploration. The study's results aim to enhance the accuracy and reliability of seismic data, ensuring better identification and extraction of resources.

The note highlights recent developments in seismic geophysics and provides solutions to improve data quality, thereby enhancing the efficiency and reliability of geological studies

Keywords

Seismic Data Acquisition, Seismic Data Processing, Seismic Data Analysis, Quality Control Methods, Seismic Fault Detection, Seismic Data Quality Control Software Tools.