

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجبلالي بونعامة خميس البانة
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Matière



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en Physique
Spécialité: physique du globe

Thème :

*Etude Comparative Entre Les Dispositif
Parallèle et Orthogonal En Sismique 3D*

Devant le jury composé de :

- | | |
|----------------------|--------------|
| - Dr Bentradi Salah | Président |
| - Dr Sid-Ali Ouadfeu | Encadreur |
| - Mlle Ait Adjedjou | Examinatrice |

Présenté par :
M .Nedjari Sid-Ali

Année universitaire : 2016 /2017

Dédicace

Avant tout je remercie Allah qui m'a donné la volonté pour accomplir ce travail.

Je dédie modeste travail :

A mes parents, en sachant qu'aucun ne serait témoin de mon profond Amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoués par lesquels ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

*A mon promoteur **D. Ouadfeul** qui m'a beaucoup aidé pour ses aides précieuses et son soutien moral.*

Je le dédie aussi :

A mes frères et à toute ma famille, pour leur soutien moral.

A tous mes amis, et à tous ceux que j'aime et toutes les personnes qui m'ont prodigué des encouragements et se sont donnés la peine de me soutenir durant ma formation.

A mes chers enseignants sans aucune exception.

A tous les membres de la direction du département de physique du globe.

A tout le personnel de l'Université de KHEMIS MILIANA, qui m'ont bien aidé à atteindre mon objectif.

A tous les étudiants de l'Université de KHEMIS MILIANA.

Et à vous chers lecteurs.

***M** N.SID Ali*

Remerciements

*Au terme de ce mémoire nous tenons à remercier tout naturellement en premier lieu dieu le puissant qui nous a donné la force, le courage et la patience a pour mener à bien ce travail. Ce travail a été réalisé sous l'encadrement de **D.Ouadfeul** enseignant-chercheur à l'université de Khemis Miliana, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour sa patience, ses encouragements et ses précieux conseils durant le déroulement de ce travail. Nous la remercions pour nous avoir fait confiance et nous lui disons que cela a été un véritable plaisir de travailler avec vous au cours de cette année. Nos vifs remerciements vont aussi à messieurs le président et à chaque membre du jury pour avoir accepté d'être examinateurs de ce mémoire. Un hommage particulier à tous les enseignants du département de physique du globe de l'université de Khemis Miliana. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour leurs compétences.*

Enfin nous tenons également à remercier toutes les personnes qui, de loin ou de près, nous ont apporté leur soutien sans oublier nos familles et nos amis.

Résumé :

Dans la plupart des compagnies géophysiques, les acquisitions sismiques 3-D ont augmenté de façon exponentielle entre 1990 et 1996 pour couvrir la majorité de leurs champs. Aujourd'hui, la sismique 3-D est de plus en plus utilisée aussi en terrestre. Des outils spécifiques de pré-planning ont été développés pour déterminer les principales caractéristiques de la future acquisition 3-D tels que le degré de couverture, les distributions d'offsets et d'azimutes, les effets des obstacles de surface, ainsi que les dispositifs en géométrie 3d etc. Les études de pré planning ont pour but de définir les paramètres géophysiques associés aux objectifs géologiques ainsi que les dispositifs 3-D à mettre en œuvre et les coûts. La présente thèse introduit l'un des deux dispositifs utilisées dans la technologie 3-D et passe les principaux paramètres de cette technologie. Cette partie offre aux géophysiciens d'étude les outils qui permettent d'évaluer rapidement les paramètres géophysiques d'une acquisition 3-D, l'évaluation basée sur les principes fondamentaux d'utilisation et de comparaison des deux dispositifs couramment utilisées en sismique 3D. De plus, elle donne des vecteurs pratiques, souvent présentées sous forme des images en trois dimensions.

Mots clés :

Surveillance Sismiques 3D, dispositifs géométriques, Orthogonal, parallèle Shutting.

Abstract:

In most of the geophysical companies, 3-D seismic acquisitions have increased exponentially between 1990 and 1996 to cover most of their fields. Today, 3 - D seismic is increasingly used also in land. Shortly specific tools have been developed to determine the main characteristics of the future 3-D acquisition such as the degree of coverage, the distributions of offsets and azimuth, the effects of surface obstacles, as well as devices in geometry 3d etc. Pre planning studies to define the geophysical parameters associated with geological objectives as well as the 3-D to implement features and costs. The present thesis introduces one of the two devices used in the 3-D technology and going on the main parameters of this technology. This part offers the Geophysicists to study the tools allowing to quickly assess the geophysical parameters of 3-D acquisition, evaluation based on the fundamental principles of use and comparison of the two devices commonly used in seismic 3D. In addition, it gives vectors practices, often presented in the form of three-dimensional images.

Keywords:

3D Seismic Surveillance, Geometric Devices, Orthogonal, Parallel Shutting.

ملخص

تضاعف استعمال المسح الزلزالي في معظم الشركات الجيوفيزيائية بين 1990 و1996 لاكتشاف معظم حقولهم حاليا أصبح هو أكثر استعمالا على سطح الأرض، الأدوات الخاصة المستعملة قبل التخطيط فطورت لتحديد أهم المميزات الأساسية لمستقبل المسح الزلزالي، مثل درجة التغطية المعلم الاوفست والسمت. اثار الحواجز السطحية وكذلك مختلف المعالم الأساسية ل 3D. هدف الدراسات لما قبل التخطيط هو تعريف القياسات الجيوفيزيائية التي تشترك مع الأهداف الجيولوجية وحسب ميزانيتها. هذه الاطروحة تدرس المقارنة بين علمين اساسيين كثيرا الاستعمال في تكنولوجيا 3D ودراسة الوسائل التي تسمح بتقييم بسرعة القياسات الجيوفيزيائية في علم ثلاثي الابعاد وتطويره وزيادة على ذلك تعطينا اشارات تطبيقية على شكل صورة ثلاثية الابعاد.

المسح الزلزالي 3D، السمت،

Table de Matière

Introduction

Chapitre I : Acquisition et traitement des données sismiques

I.1 Introduction	03
I.2 Historique de l'exploration dans la zone d'étude.....	03
I.3 La sismique réflexion.....	04
I.3.1 L'acquisition des données.....	05
I.3.2 Paramètres d'acquisition dans la région.....	08
I.3.2.1 Nappe d'émission.....	09
I.3.2.2 Nappe de réception.....	09
I.3.2.3 Paramètres d'enregistrement.....	10
I.3.3 Traitement des données sismiques.....	11

Chapitre II : Terminologie utilisée en sismique 3D

II .1 Introduction.....	22
II.2 .Terminologie utilisée en sismique 3D.....	22
II.3.1 La ligne des points d'émissions.....	23
II.3.2 La ligne des Points de réceptions.....	23
II.3.3Azimut	24
II.3.4 Box	24
II.3.5 Directions	25
II.3.6 Bin	25
II.3.7Couverture multiple	26
II.3.8 Move-Ups	27
II.3.9 Offsets	27
II.3.10 Patch	28
II.3.11 Template	28
II.3.12 Roll-Along	29
II.3.13 Salvo	29
II.3.14 Segment	29

II.3.15 Swath	29
II.3.16 La Redondance d'offset	30
II.4. Limites d'un design 3D	30
II.5. Rapport d'aspect (aspect ratio)	31

Chapitre III. Types De Dispositifs Utilises En Sismique 3D

III.1 introduction	32
III.2 .1 Dispositif en géométrie parallèle (inline Profiling technic)	32
III.2 .2Dispositif en géométrie Orthogonale (Swath Shooting)	33
III.2 .3Dispositif en géométrie Sparse (Sparse grid geometry)	34
III.2 .4Dispositif en géométrie Brick-wall	34
III.2 .5Dispositif en géométrie Slant	35
III.2 .6Dispositif en géométrie Zigzag	36
III.2 .7Dispositif en géométrie Button Patch	37
III.2.8 Ce tableau donnée quelques informations utiles sur dispositifs :.....	38
III.3 Paramètres et critères du design	40
III.4 Séquence de design	41
III.5 Détermination de la couverture	43
III.7 Détermination du pas d'échantillonnage temporel.....	44
III.7 Choix de l'orientation de l'étude.....	44
III.8 Détermination du temps d'enregistrements optimale.....	45
III.9 Détermination des plages d'offsets.....	45
III.10 Influence des paramètres d'acquisitions sur l'exploitation de l'étude 3D.....	46
III.11 Importance de l'azimut pour les analyses de vitesses	48
III.12 Calcul des statiques réfractions.....	49

Chapitre IV. Le Design Parallèle Vs Orthogonal

IV.1 Introduction	50
IV.2 Application du profilage parallèle à notre étude.....	51
IV.2.1 Paramètres de l'étude.....	52
IV.3 Mise en œuvre du design parallèle	53
IV.3.1 Géométrie parallèle :	53

IV.3.2	Elaboration d'un design parallèle sur le logiciel « Mesa »	53
IV.3.3	Paramètres du réceiver :	55
IV.3.4	Paramètres de la source :	56
IV.3.5	Extraction des attributs.....	58
IV.4	Analyse des attributs et comparaison entre les designs parallèle et orthogonal.....	59
IV.4.2	Design parallèle shooting.....	61
IV.4.2.1	Attribues.....	61
IV.4.2.2	Couverture totale	61
IV.4.2.3	Distribution des offsets.....	62
IV.4.2.4	Distribution des azimuts.....	63
IV.4.2.4	Rose diagramme	64
IV.5	Comparaison entre les résultats du parallèle shooting et ceux de l'orthogonal wide azimut.....	65
	Conclusion	67
	Conclusion générale	69

Liste des figures

Chapitre I : Acquisition et traitement des données sismiques

Figure I.1 : Schéma montrant une acquisition d'une campagne sismique.....	5
Figure I.2 : Type de dispositifs d'émission.....	6
Figure I.3 : Types de configurations des récepteurs sur terrains.....	7
Figure I.4 : Schéma illustrant la couverture multiple.....	8
Figure I.5 : Schéma descriptif montrant les nappes de tirs et de réception.....	10
Figure I.6 : Section sismique avant et après la correction de l'absorption.....	12
Figure I.7 : Section sismique avant et après la correction de la divergence sphérique.....	13
Figure I. 8 : correction de la zone altérée.....	14
Figure I.9 : Correction d'altimétrie des traces et des sources.....	15
Figure I.10 : Principe des corrections statiques (CS). Trajectoire de l'onde sismique.....	15
Figure I.11 : Image des données sismique avec et sans corrections statiques.....	16
Figure I.12 : Principe des corrections dynamiques.....	18
Figure I.13 : Effets des corrections dynamiques.....	19
Figure I.14 : Diagramme montrant les séquences de traitement.....	21

Chapitre II : Terminologie utilisée en sismique 3D

Figure II.1 : Termes utilisés en sismique 3D.....	23
Figure II.2 : La ligne des Points(émissions ; réceptions).....	24
Figure II.3 : box.....	24
Figure II.4 directions.....	25
Figure II.5: dimension du bin et notion du super bin.....	26
Figure II.6: Couverture multiple.....	27
Figure II.7: Move-Ups.....	27
Figure II.8: Template.....	28
Figure II.9: Roll-Along (In-line ; Cross-line).....	29
Figure II.10: Swath.....	30
Figure II.11: La Redondance d'offset	30
Figure II.12 : distinguées 3D trois zones essentielles	31

Chapitre III : Types De Dispositifs Utilises En Sismique 3D

Figure III.1: Exemple du dispositif parallel shooting.....	33
Figure III.2: Exemple du dispositif Swath shooting.....	33
Figure III.3: Exemple du dispositif Brick-wall shooting.....	35
Figure III.4: Exemple du dispositif Slant shooting.....	36
Figure III.5: Exemple du dispositif Zig Zag shooting.....	37
Figure III.6: Exemple du dispositif Button Patch shooting.....	38

Liste Des Tableaux

CHAPITRE III : Types De Dispositifs Utilises En Sismique 3D

Tableau 2.9. donnée quelques informations utiles sur les différents	39
---	----

CHAPITRE IV : Le Design Parallèle Vs Orthogonal

Tableau. IV.1: Statistiques des sources, receivers et Bins.....	60
---	----

Tableau. IV.1: Statistiques de la couverture et d'offset	60
--	----

Abréviations utilisées en 3D

Ci-dessous une liste des abréviations utilisées dans ce mémoire, néanmoins d'autres abréviations peuvent être données selon la nécessité (nous avons préféré garder les notations adaptés par les auteurs reconnues pour leur apport en matière de design a noté **Mike Galbraith, Andreas Cordsen & John W. Peirce** (auteurs de : **Planning Land 3-D Seismic Surveys**) :

Notation Récepteurs (Receivers) :

- RLI** : Interligne de réception (Receiver Line Interval)
- RI** : Inter-trace (Receiver Interval)
- RL** : Longueur de la ligne de réception (Receiver line length)
- NR** : Nombre de canaux par ligne de réception (Number of receivers per line)
- NRL** : Nombre des lignes de réceptions (Number of ReceiverLines)
- NC** : Nombre des canaux utilisé pour l'enregistrement dans le Template

Notation Point d'émission (Shot or source) :

- SLI** : Interligne d'émissions (source line interval)
- SI** : Inter-tir (source interval)
- NS** : Nombre de points d'émissions par Template (ou ligne)
- NSL** : Nombre des lignes d'émissions (Number of Source Lines)
- SL** : Longueur de la ligne d'émission (Source line length).
- SD** : Densité des points d'émissions par Kilomètre carré (Source density).

Notation d'offset :

- X** : Offset (distance source-récepteur)
- X_{min}** : Le plus grand offset Minimum (diagonale dans un box)
- X_{max}** : Maximum Offset Enregistré dans le template

Notation de couverture (Fold) :

- C_{IFold}** : Couverture dans la direction Inline
- C_{xFold}** : Couverture dans la direction Crossline

Notation de Bin :

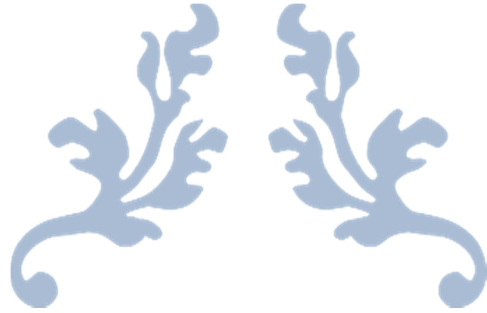
- B** : La dimension du bin
- NB** : Nombre de bin

Notation de Template :

- RL** : Longueur du Template
- SL** : Largeur du Template

Notation d'échantillonnage:

$\Delta\mathbf{x}(\mathbf{r},\mathbf{s})$:	pas d'échantillonnage spatiale pour source et récepteur.
$\Delta\mathbf{x}_m$:	pas d'échantillonnage spatiale pour CDP.
$\Delta\mathbf{x}_o$:	pas d'échantillonnage spatiale pour offset.
Δt :	pas d'échantillonnage temporel.
F_{dom} :	La fréquence dominante au niveau de l'objectif
F_{max} :	La fréquence maximale
MA :	La marge de migration (Migration Aperture)
t :	Temps double a l'objectif
V_{int} :	Vitesse d'intervalle en dessus de l'objectif
V_{avg} :	Vitesse moyenne des couches de la surface a l'objectif
Z :	La profondeur de l'objectif
λ :	Longueur d'onde
θ :	Le pendage dominant des couches géologique



INTRODUCTION GENERALE



INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les études sismiques tridimensionnelles (3D) constituent un outil majeur dans l'exploration et l'exploitation d'hydrocarbures, Les premières études sismiques (3D) ont été acquises à la fin des années 1970. La sub-surface était cartographiée en utilisant des dispositifs sismiques bidimensionnels (2D).

Théories sur la meilleure façon d'échantillonner les sismiques (2-D) les lignes n'ont été publiées qu'à la fin des années 1980, notamment par Anstey, Ongkiehong et Askin, et Vermeer. Ces toutes ont été basées sur la perspicacité qui compense les formes troisième dimension, pour laquelle des régies d'échantillonnage doivent être données. La conception des premières enquêtes (3-D) a été sévèrement limitée.

Quelle technologique pourrait offrir. Peu à peu, le nombre des canaux qui pourraient être utilisés augmentait, conduisant à discussions sur ce qui constitue une bonne acquisition (3-D) géométries. La philosophie générale était d'élargir les leçons apprises de l'acquisition (3-D).

Cette approche a conduit à l'accent mis sur les propriétés de la collecte de CMP (ou BIN), car un bon échantillonnage des décalages dans un CMP rassemblé était le principal critère en design (2-D) des programmes de signalisation ont été développés qui se concentrent principalement sur l'analyse des attributs BIN et, en particulier, sur l'échantillonnage d'offset régularité, pli effectif, distribution d'azimut, etc.

Cette approche conventionnelle de la conception d'un sondage (3-D) est limitée par une compréhension incomplète de la différence propriétés des nombreuses géométries qui peut être utilisées dans enquêtes sismiques en (3-D). La plupart des géométries d'acquisition utilisées en pratique génèrent des données pouvant être considérées comme une collection d'échantillons ensemble de données minimales.

Par conséquent, il faut étudier les ensembles de données mal pour une meilleure compréhension des dispositifs d'acquisition dans leur ensemble.

INTRODUCTION GENERALE

Ceci permet un choix optimal de du dispositif d'acquisition s'il existe un choix, souvent le type de géométrie et dicte par le cout, délais et les contraintes environnementales et des paramètres de la géométrie



CHAPITRE I
ACQUISITION ET TRAITEMENT
DES DONNEE SISMIQUE



I.1 Introduction

Dans les méthodes d'exploration sismique, un ébranlement est provoqué près de la surface. Cet ébranlement crée un système d'ondes élastiques qui se propagent dans le sol. Celles-ci se réfléchissent, se réfractent ou se diffractent sur les discontinuités de vitesse ou d'impédance qu'elles rencontrent dans le sous-sol. Des capteurs placés en surface recueillent la réponse du terrain et de cette réponse le géophysicien déduit une image de la structure de la sub-surface. Bien souvent, les géophysiciens ne considèrent que le système acoustique qui correspond aux seules ondes de compression (ondes P) ; c'est le principe de la sismique réflexion. Les ondes transmises peuvent se propager horizontalement sur une certaine distance et remonter ensuite vers la surface, c'est le principe de la sismique réfraction. Les interfaces géologiques repérées en sismique-réflexion sont les surfaces de séparation des milieux d'impédance acoustique différente (réflecteur), celle-là étant par définition le produit de la masse volumique de la roche par la vitesse de propagation de l'onde sismique. Les interfaces susceptibles d'être suivies en sismique-réfraction sont celles où la vitesse de propagation dans le milieu sous-jacent est plus grande que dans le recouvrement. La sismique est un outil d'investigation du sous-sol extrêmement puissant. La profondeur de pénétration de la sismique réflexion peut atteindre une dizaine de kilomètres, et le pouvoir de résolution est largement supérieur à celui des autres méthodes géophysiques. Donc il y a deux techniques dans la prospection sismique :

- **La sismique réflexion** (on s'intéresse qu'à cette méthode lors de l'exploration sismique car elle a une importante profondeur de pénétration).
- **La sismique réfraction.**

I.2 Historique de l'exploration dans la zone d'étude

La plate-forme saharienne algérienne et en particulier la cuvette de Sbaâ ont fait l'objet de nombreuses études. Dans cette partie, nous exposons brièvement l'historique des travaux géophysiques réalisés au niveau de la cuvette de Sbaâ, on distingue les périodes suivantes :

❖ **Entre 1950-1970**

A partir des années 1950, le Sahara algérien nord occidental a été le siège des travaux de nombreuses compagnies et sociétés d'exploration minière et pétrolière. L'activité d'exploration dans la cuvette de Sbaâ remonte aux 1954-1955, avec une étude

Gravimétrie qui a été faite par plusieurs compagnies telles que CGG, CPA et CREPS.

Lors de cette période plusieurs puits ont été forés.

❖ **Entre 1970-1990**

Cette période correspond à l'exploration pétrolière dans la plate-forme saharienne. Cette

Période a connu la réalisation de plusieurs campagnes sismiques régionales, telles que :

1970 1971-1974-1978 sismiques réflexions par CREPS, 1976 sismiques réflexions par DTP

701 ; 708 et ENAGEO EGS 10 (semi détail sur la cuvette de Sbaâ), 1982 ; 1988 et 1990

Sismique réflexion par EGS 10 (détail sur la cuvette de Sbaâ). Ainsi plusieurs forages ont

été réalisés tel que le forage du puits SBAA-1 en 1980, qui mis en évidence une

accumulation de d'huile dans le Toumaisien.

❖ **Les travaux récents**

La cuvette de Sbaâ est trop riche en activité d'exploration, ce qui traduit par la présence

d'autres campagnes sismiques 2D et surtout 3D, comme la société française CGG qui fait

une étude sismique 3D (très récentes). [Document Sonatrach].

En résumant comme suit : pour la sismique environ de 20000 km de profils sismiques 2D,

Couvrant une superficie d'environ 40000 km. Pour le forage il y a plus de 60 puits.

I.3 La sismique réflexion

A. Principe : La sismique réflexion est une méthode d'exploration qui consiste à engendrer

des ébranlements ou des vibrations dans le sol et à observer en surface les ondes

réfléchies sur les interfaces géologiques du sous-sol. Il sera donc possible de cartographier les

structures en profondeur, en mesurant les instants des événements réfléchis et définir

certaines variations stratigraphiques en analysant le caractère des signaux réfléchis. La

méthode sismique est composée de trois étapes majeures et essentielles : l'acquisition des

données, le traitement de l'information sismique et finalement l'interprétation géologique

des données sismiques.

B. Avantages : _ Une très bonne résolution latérale.

_ Une précision suffisante garantie par la couverture multiple.

_ Attributs divers pour l'analyse AVO.

C. Inconvénients : La sismique de surface ne tient pas compte que la résolution verticale ne dépasse guère quelques milliers de mètres, et malgré le fait que son volume D'information soit important, son traitement n'aboutit pas toujours à un bon rendement, Ce qui est causé par les différents bruits (organisés ou aléatoires).

I.3.1 L'acquisition des données

➤ **La campagne sismique :** Une campagne sismique, comme toute campagne de Prospection géophysique, comprend généralement trois étapes : l'acquisition des Données, le traitement de l'information et l'interprétation.

L'acquisition des données est obtenue par la mise en œuvre sur le terrain des systèmes D'émission, de réception et d'enregistrement appropriés. Elle utilise les techniques les Plus modernes de l'électronique, permettant l'enregistrement numérique de l'information Avec une rapidité et une précision considérables.

➤ **Les paramètres d'acquisition :** Les systèmes d'acquisition comprennent Essentially un dispositif d'émission (source), un dispositif de réception (géophone) et Un appareillage d'enregistrement numériques (câble, labo) (Figure I-1).

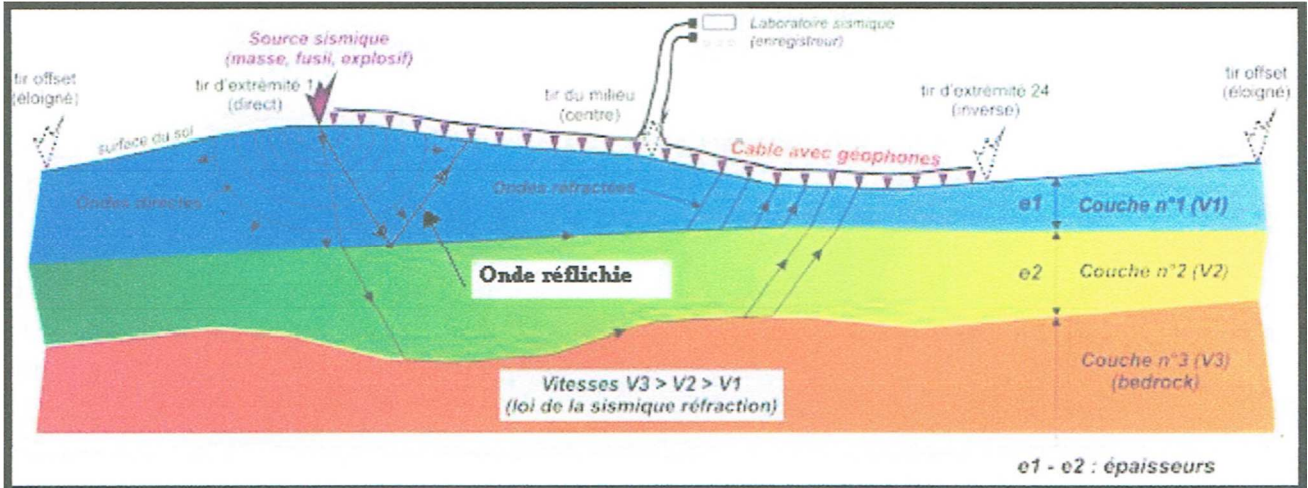


Figure I-1 : Schéma montrant une acquisition d'une campagne sismique.

❖ **Dispositif d'émission:** IL y a plusieurs dispositifs d'émission lors d'une Acquisition sismique. On les illustre dans la Figure I-2.

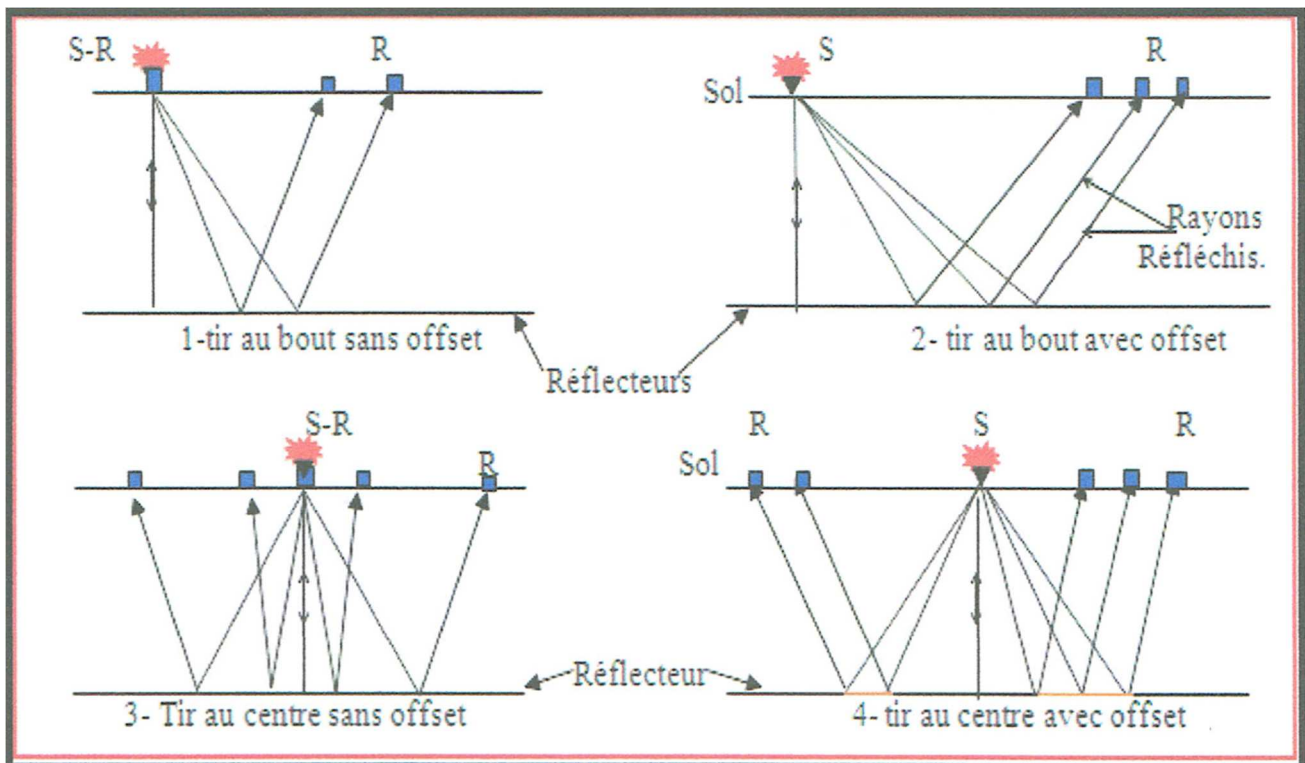


Figure I.2 : Type de dispositifs d'émission

❖ **Géométrie de réception:** IL existe plusieurs configurations des récepteurs (Géophones) voir le type de bruit régnant dans le milieu, dans le but de faire Un filtrage spatial, une panoplie de géométries sont admises comme l'indique La Figure II-3 ci-dessous.

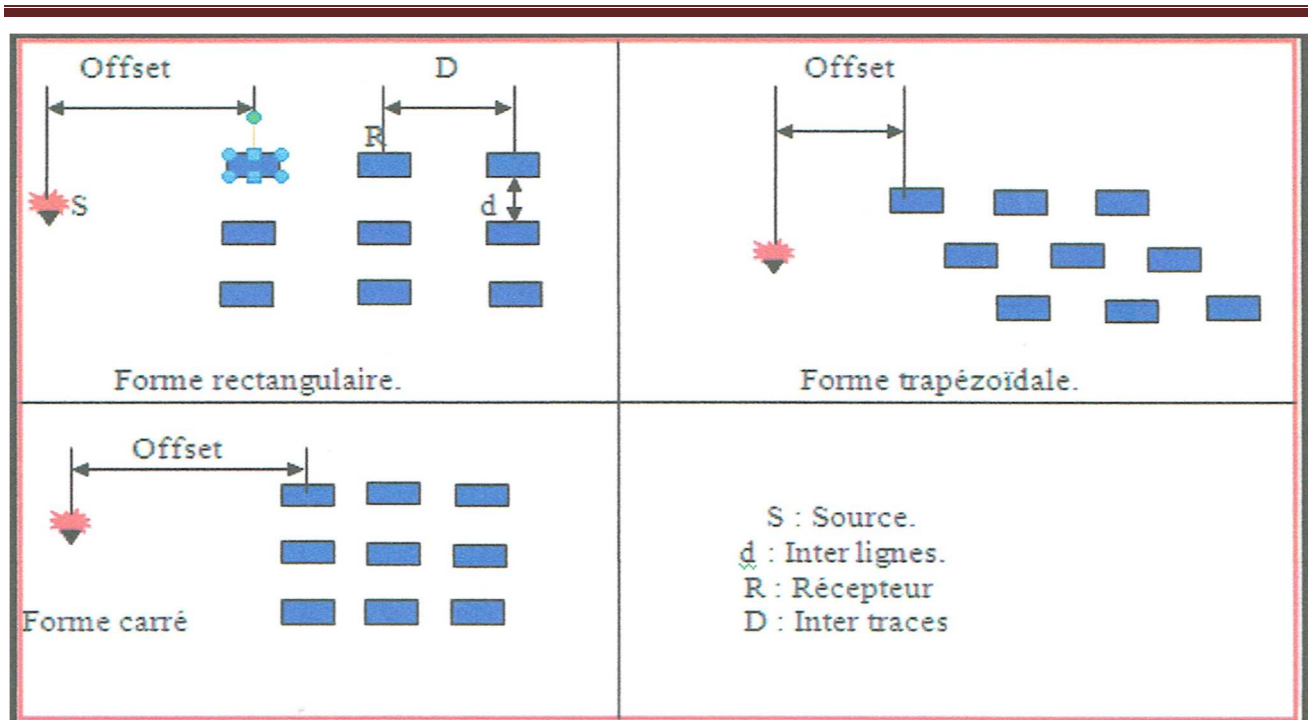


Figure I-3 : Types de configurations des récepteurs sur terrain.

➤ **Les sources (émission) :**

a. Source explosive (dynamite) : Elle était autrefois traditionnellement utilisée pour l'émission sismique terrestre. Aujourd'hui encore, la source explosive est employée dans les régions où son utilisation est possible. L'explosif présente l'avantage d'être une source énergétique émettant une large bande de fréquences sismiques. Ses inconvénients majeurs sont du point de vue écologique.

b. Source vibratoire (Camion Vibrateur) : Elle consiste à émettre dans le sol des trains d'ondes d'une douzaine de secondes de durée et de fréquences variables : entre 10 hertz et 70 hertz par exemple. On utilise le plus souvent des camions vibrateurs, comportant une plaque puissante actionnée par un système hydraulique électriquement commandé. La fonction pilote utilisée est appelée « SWEEP ».

c. Les autres sources terrestres : Ce sont des sources à percussion simple ou codée frappant le sol suivant une séquence contrôlée. Elles sont souvent utilisées pour les investigations sismiques fines, à haut pouvoir de résolution et à moyenne pénétration.

➤ **La couverture multiple** : Il s'agit de déplacer le dispositif d'un pas C de manière à observer un même point miroir M fois. Elle est définie en pourcentage selon la formule

Suivante : $M = A / 2C$. Où :

M : représente l'ordre de la couverture

A : le nombre de traces enregistrés par point de tir

C : le pas de déplacement du dispositif (intervalle en fonction du nombre d'intertrace).

La Figure II-4 présente une couverture multiple.

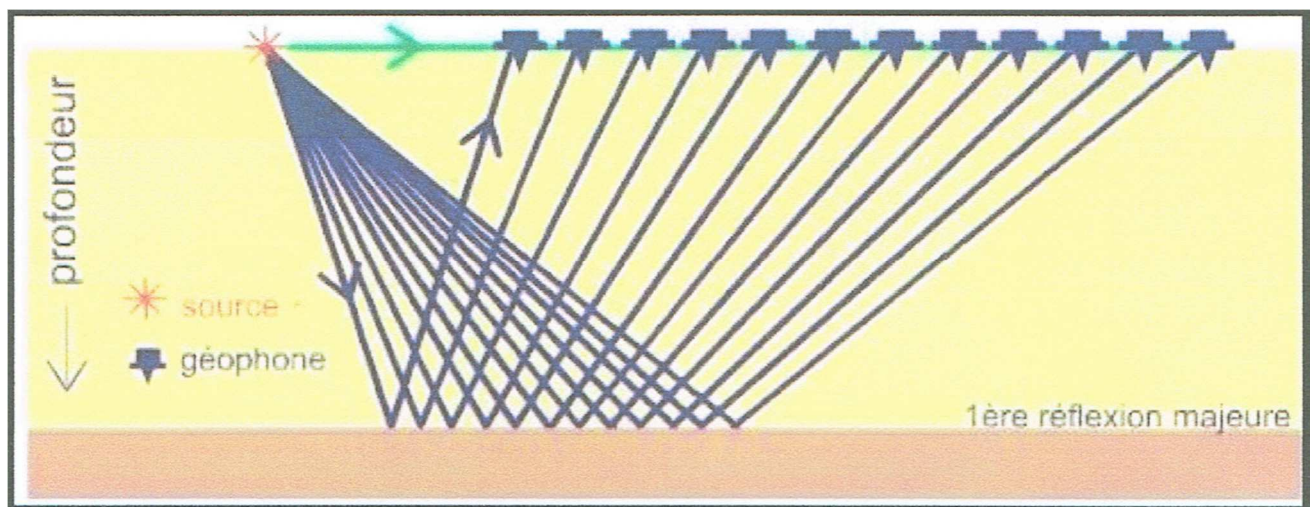


Figure I-4 : Schéma illustrant la couverture multiple.

I.3.2 Paramètres d'acquisition dans la région

Comme il y a plusieurs campagnes sismiques dans la région d'étude, on s'est concentré de représenter les paramètres d'acquisition d'une seule de ces études. Il s'agit de la campagne SBAA-1990. Elle comporte cinquante-deux (52) profils (sismique 2D) exploités en couverture 2400%. Le nombre total de points vibrés (Shots) est de 11965 VP's, couvrant une distance de 704 km et 2100 tirs de petite réfraction (pour estimer la vitesse de la zone altérée [la WZ] pour appliquer les corrections statiques).

La géométrie du dispositif d'émission et de réception est choisie de telle manière à avoir une section avec un data sismique riche en contenu fréquentiel et une énergie pour atteindre les formations profondes.

Les paramètres d'acquisitions utilisés lors de cette campagne sont comme suit :

1.3.2.1 Nappe d'émission

La source d'émission utilisée est la charge explosive (dynamite N-18). Elle est représentée par un seul point de tir qu'on affecte au centre de l'assemblage. (Figure II-5).

Les caractéristiques de la nappe d'émission sont :

- Inter charges : 8m
- Inter linges de charge : 10m
- Charge totale : 14KGS
- Charge par SP : IKG

1.3.2.2 Nappe de réception

Les nappes de réception sont les dispositifs de détection, composées par des grappes de géophones, qui sont disposées en forme parallélogramme. (Figure I-5).

Les caractéristiques du dispositif de réception sont :

- nombre de géophone : 48
- Inter trace : 50/75m
- Interlignes : 5m
- offset Latéral ; 75m
- nombre de ligne : 4

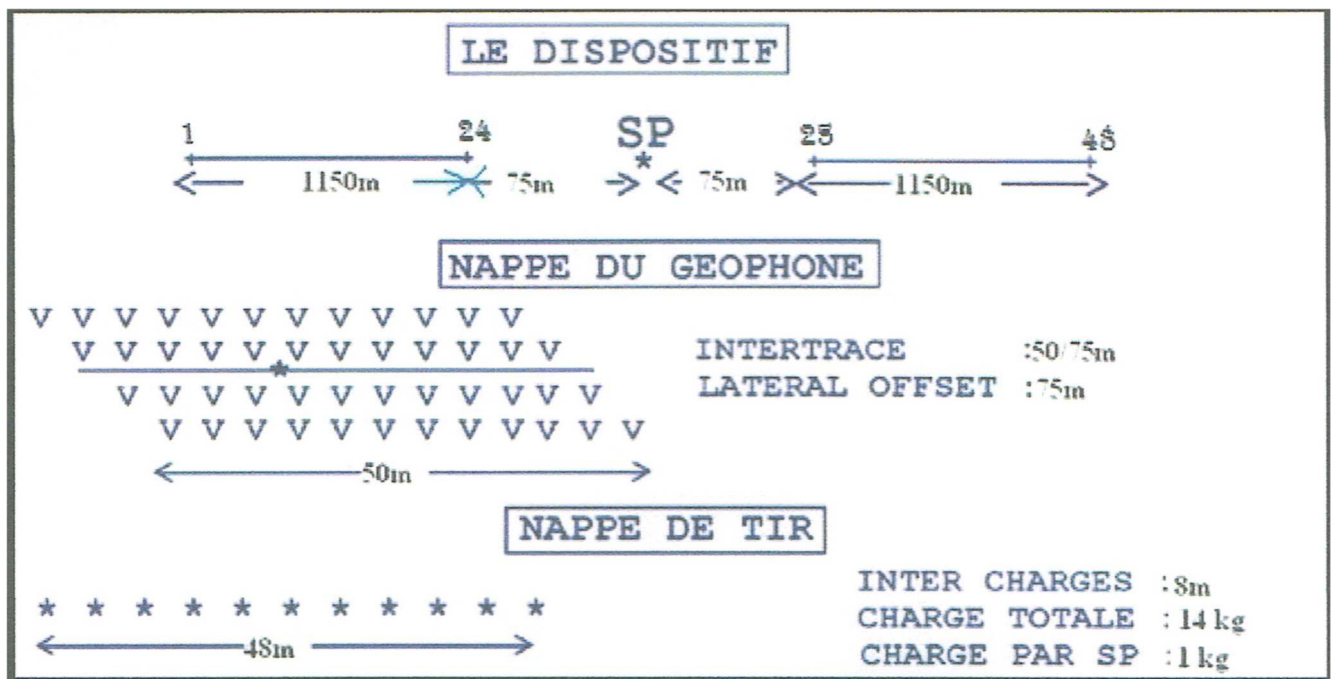


Figure I-5 : Schéma descriptif montrant les nappes de tirs et de réception. [Rapport d'acquisition ENAGEO].

I.3.2.3 Paramètres d'enregistrement

Pour l'enregistrement réflexion, l'équipe dispose d'un laboratoire DFS IV 48 traces, l'enregistrement a été effectué par des géophones GSC 20 D 10 HZ et à l'aide des câbles à prise « terracon », les paramètres d'enregistrement sont :

- Laboratoire : DFS IV 48
- Longueur de l'enregistrement : 3 secondes
- Inter trace : 50/75m
- Pas d'échantillonnage : 2 ms
- Filtres : LC: out HC - 124 HZ
- Gain final : IF

I.3.3 Traitement des données sismiques

Le traitement a pour objet la remise en forme de l'information sismique enregistrée sur le Terrain, de manière à mettre en évidence les caractères géologiques du sous-sol, parce que les Informations enregistrées sur le terrain sont fortement bruitées, ce qui nécessite d'appliquer un Ensemble d'opérations sur les données brutes pour améliorer le rapport signal sur bruit.

Les données sismiques sont stockées sur des bandes magnétiques afin qu'elles soient traitées au Niveau du centre de traitement, et mises en forme sous un format compatible avec l'ordinateur Utilisé. Le traitement sismique est la seconde étape après l'acquisition, il consiste au passage des Données sismiques acquises sur le terrain (bandes magnétiques), à une image du sous-sol (section Sismique).

Les sections sismiques utilisées pour la réalisation de cette présente étude ont été obtenues par un Enchaînement de traitements classiques qui comporte les étapes suivantes :

- **Démultiplexage** : c'est le premier traitement appliqué aux bandes magnétiques. Cette Première étape consiste à réarranger les échantillons de la bande magnétique terrain de Manière à avoir pour chaque trace les échantillons sous forme ordonnée et séquentielle, Cette étape se fait trace par trace.

- **Récupération des amplitudes** : Elle a pour but de transformer la trace qui est en Amplitude codée en amplitude vraie, c'est-à-dire de tenir compte du gain respectif affecté à chaque échantillon lors de l'enregistrement terrain. Ce gain est faible au début et élevé à la fin de l'enregistrement (car les signaux enregistrés sont d'autant plus faibles que les Miroirs sont plus profonds). D'autre façon elle élimine l'effet de l'absorption et la Divergence sphérique sur les amplitudes. Cette opération se réalise en même temps que le Démultiplexage.

- **Correction d'absorption** : l'atténuation due à l'absorption de l'amplitude de l'onde sismique à partir de la source peut être formulée comme suit :

$A_x = A_0 \cdot e^{-bt}$, il suffit de compenser cet effet par une loi de type : e^{+bt} .

- * **Correction due à la divergence sphérique** : Pour retrouver les amplitudes réelles du signal sismique affectées par l'effet de la divergen

sphérique, il faut multiplier les amplitudes de chaque trace sismique par la formule $a.t^n$

$T_c(t) = T(t).a.t^n$: d'où

T_c : trace sismique corrigée

$T(t)$: trace sismique avant correction

a : constante

t : temps de parcours de l'onde

n ; exposant compris entre 1 et 2

b , a et n sont des constantes pour une région, déterminées par des essais.

Donc la récupération des amplitudes vraies s'écrit comme suit :

$$\text{Correction totale} = a.t^n.e^{+bt}$$

On prend la Figure I-6 comme un exemple sur l'effet de l'absorption sur les sections sismiques.

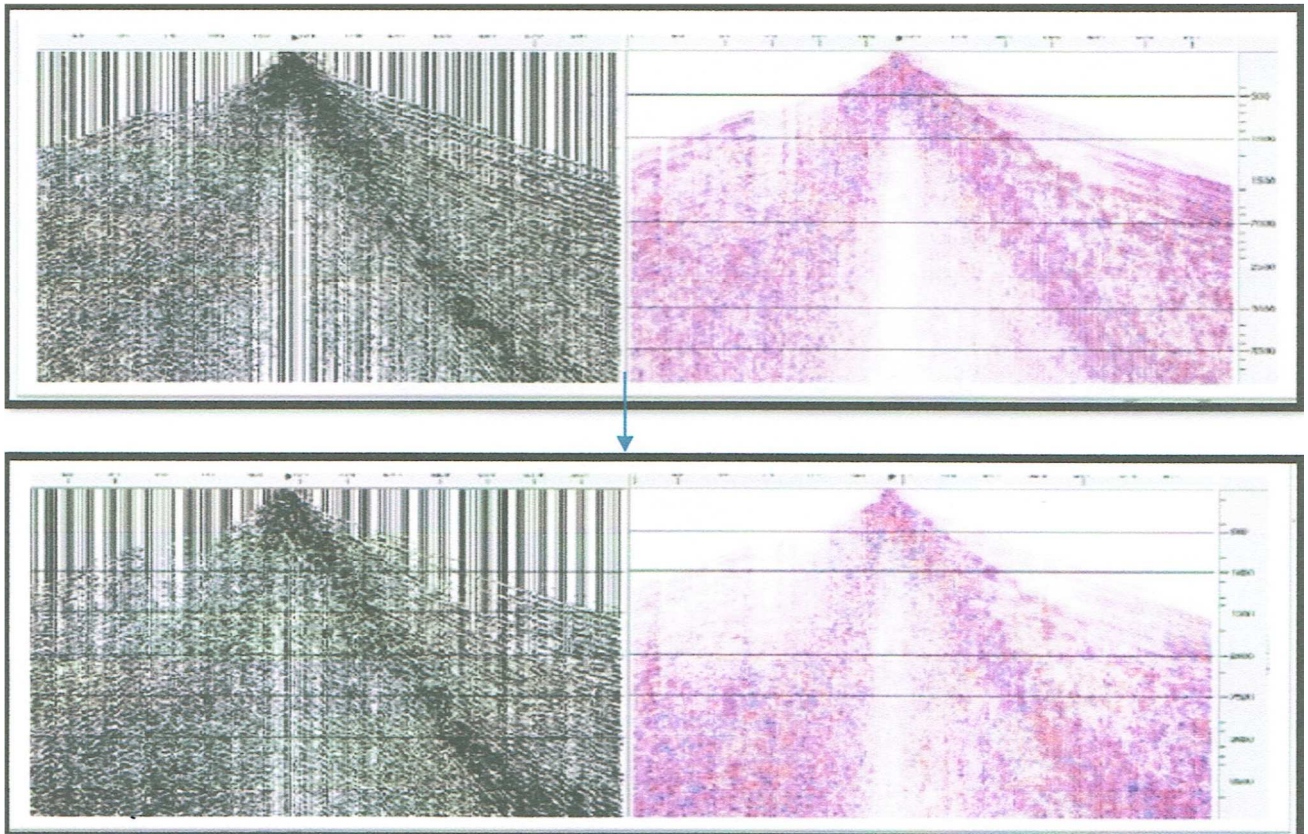


Figure I-6 : Section sismique avant et après la correction de l'absorption.

La Figure I-7 représente un exemple sur la divergence sphérique.

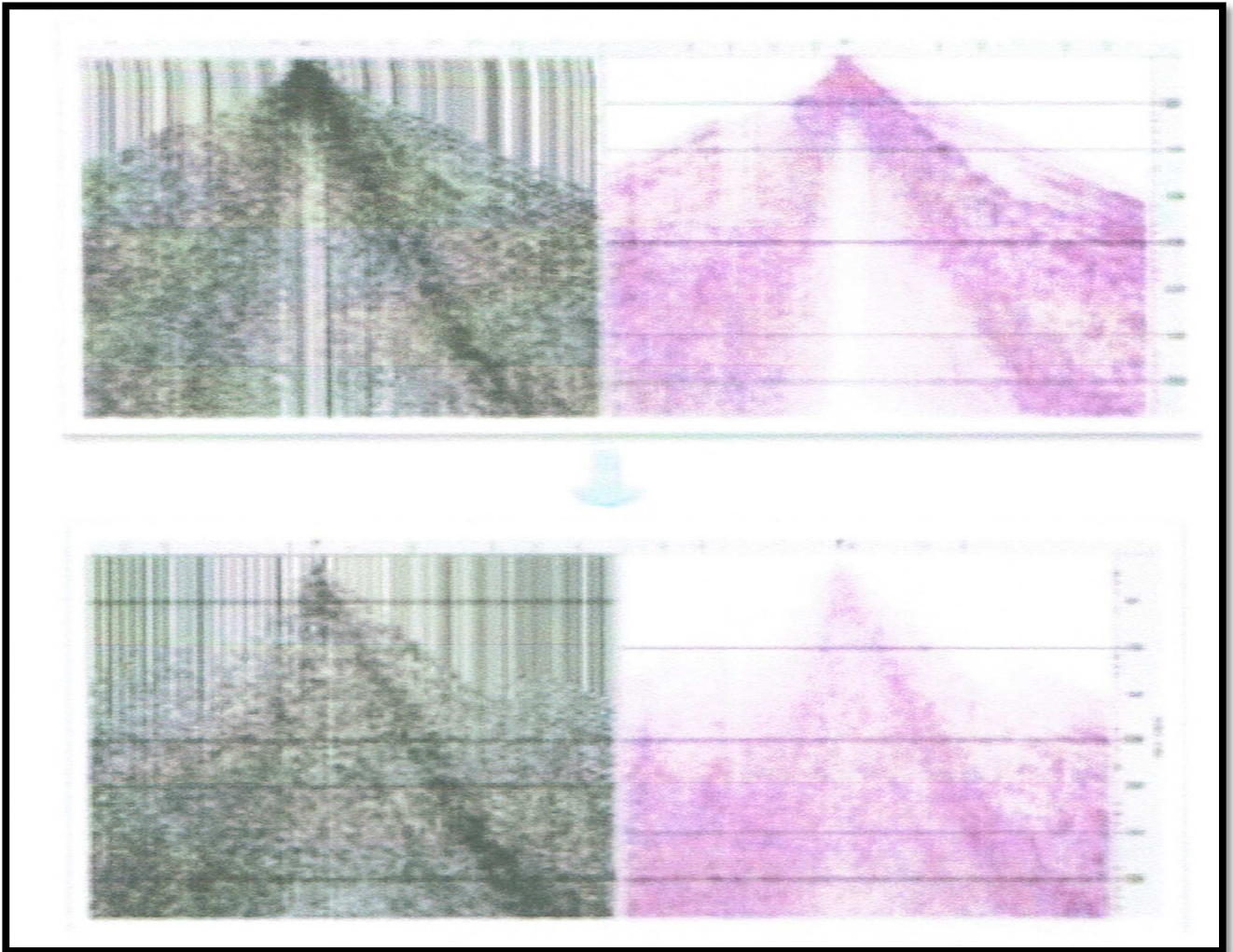


Figure I-7 : Section sismique avant et après la correction de la divergence sphérique.

➤ **Egalisation dynamique** : Après l'opération de démultiplexage et la récupération des amplitudes réelles, l'énergie des signaux est très variable en fonction du temps et de la distance émetteur-récepteur. Pour cela, on fait une égalisation dynamique ou AGC (Automatic Gain Control) qui sert à compenser principalement les pertes d'énergie dues à la divergence sphérique, l'absorption et les pertes par transmission. Cette étape de traitement est utilisée dans le cas d'une interprétation structurale où on ne s'intéresse qu'à la forme des réflecteurs.

- **Corrections statiques** : les différences d'altimétrie et les variations de vitesse dans la
- couche superficielle appelée WZ (weathered zone) introduisent sur les enregistrements en
- sismique terrestre, des retards sur les temps de différentes arrivées réfléchies. Afin de

aux problèmes causés par cette couche, une première correction géométrique s'impose : c'est la correction statique qui est une étape très importante dans la séquence de traitement des données sismiques qui a pour but de translater en bloc la trace sismique par rapport à un plan de référence (DP). Les trajets des rayons sismiques sont alors à corriger du point de vue altimétrique au niveau de la source d'émission (rayon descendant), au niveau des traces sismiques (rayon ascendant) mais également il faut annuler l'effet de la zone altérée (la WZ). [M.Djeddi, 2015]. Cette correction se décompose en deux termes :

❖ **Correction de la WZ** : Elle a pour but de ramener les temps des traces successives et par conséquent la forme des indicatrices à ce qu'ils auraient été, si la couche altérée n'avait pas existée (figure I.8)

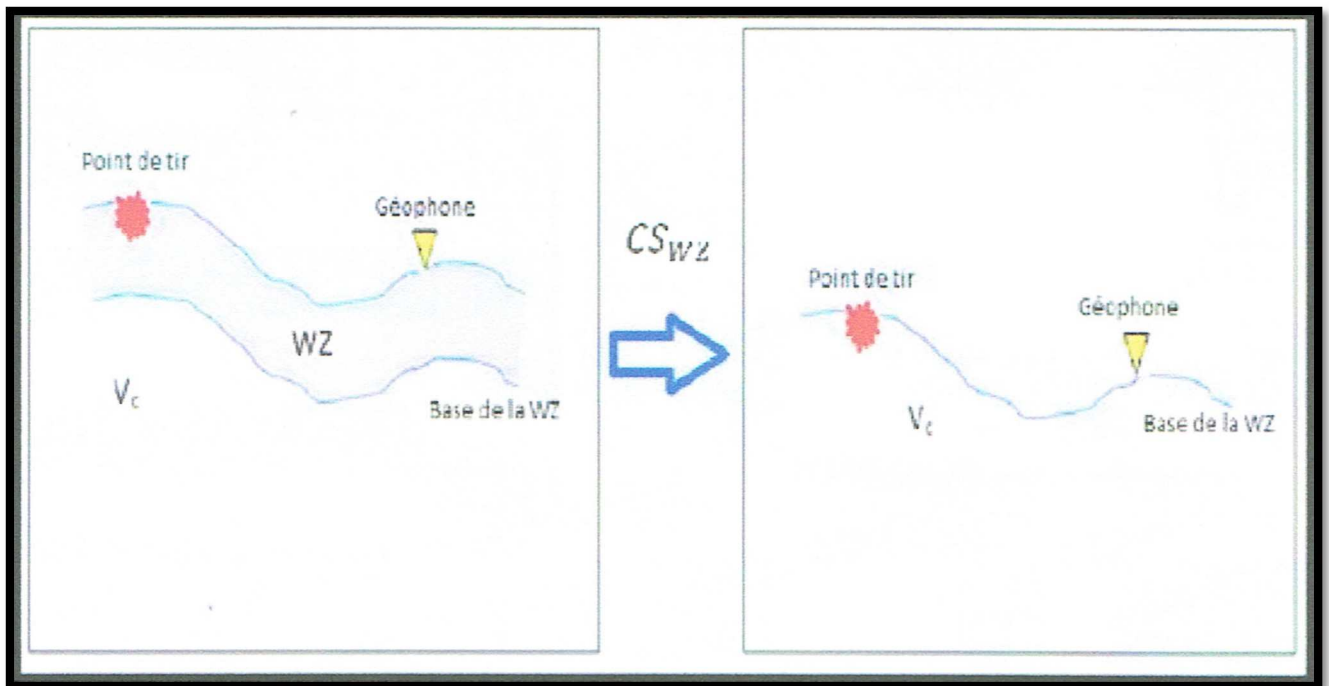


Figure I. 8 : correction de la zone altérée

Correction d'altimétrie : Elle a pour but de ramener les temps des traces successives et par conséquent la forme des indicatrices à ce qu'ils auraient été, si le point d'émission et les différentes traces avaient été placés sur un même plan horizontal appelé DP (Datum Plane) (Figure II-9). Les résidus de ces corrections

sont par la suite atténués par des corrections dites corrections statiques résiduelles

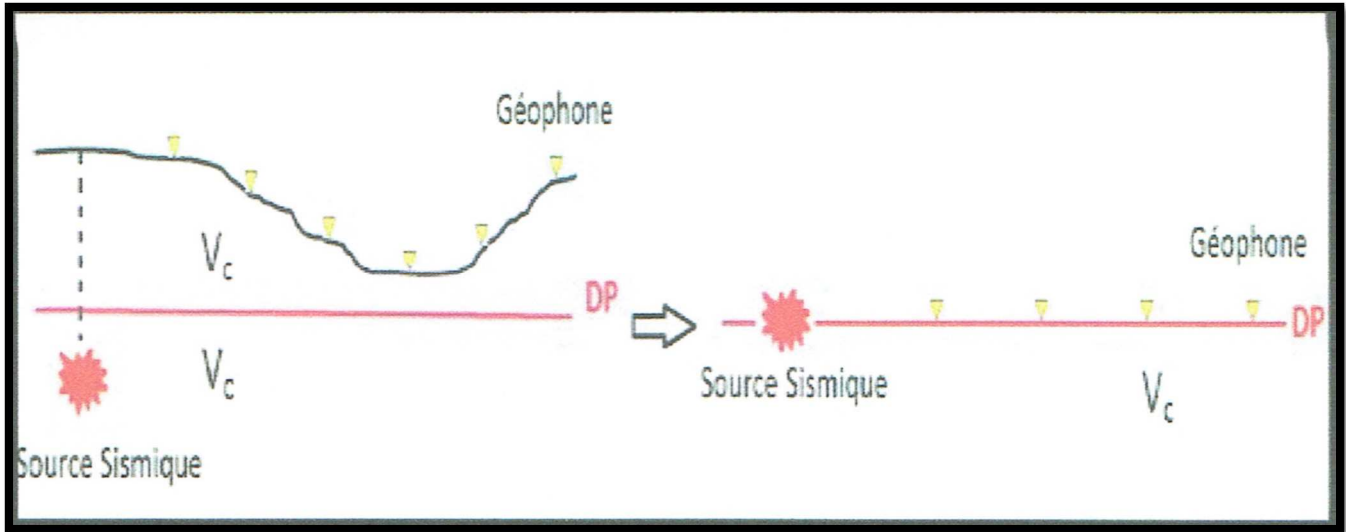


Figure I-9 : Correction d'altimétrie des traces et des sources.

- Plan de référence** : Le plan de référence (Datum Plane ou DP) est un plan de référence fictif qui suivant le cas peut être choisi sous ou dans la zone altérée. Habituellement, il est choisi au - dessous de la base de la WZ, le plus proche possible du mur de celle-ci afin de diminuer le chemin de parcours de l'onde sismique entre le mur et le DP (Figure 1-10).

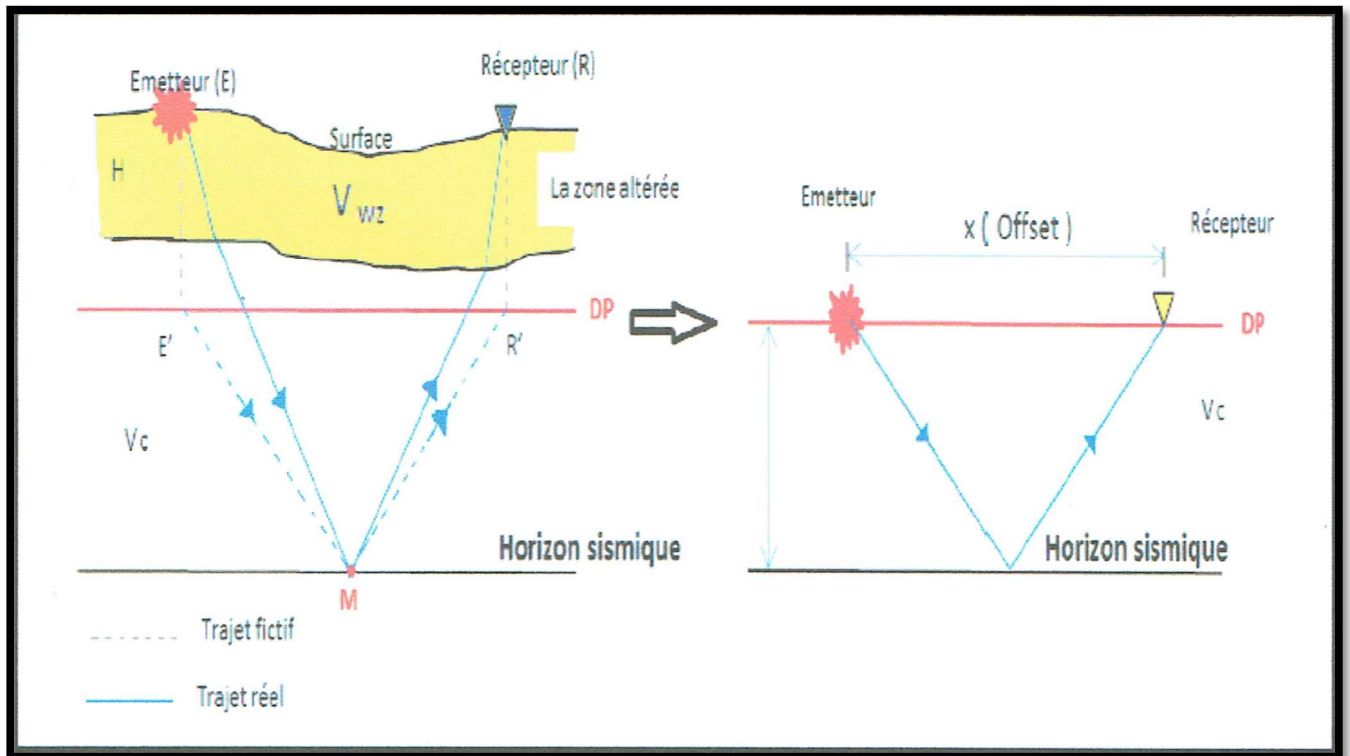


Figure 1-10 : Principe des corrections statiques (CS). Trajectoire de l'onde sismique

Dans notre cas, les temps ont été ramenés à un plan de référence DP (+300m) et la vitesse de comblement égale à 2200 m/s.

Donc cette correction s'écrit comme suit :

$$CSt = CSdp + CSwz$$

CSt : correction statique totale.

CSop : correction d'altimétrie.

CSwz : correction de la WZ.

On prend la Figure 1-11 comme un exemple qui illustre l'effet de la correction statique.

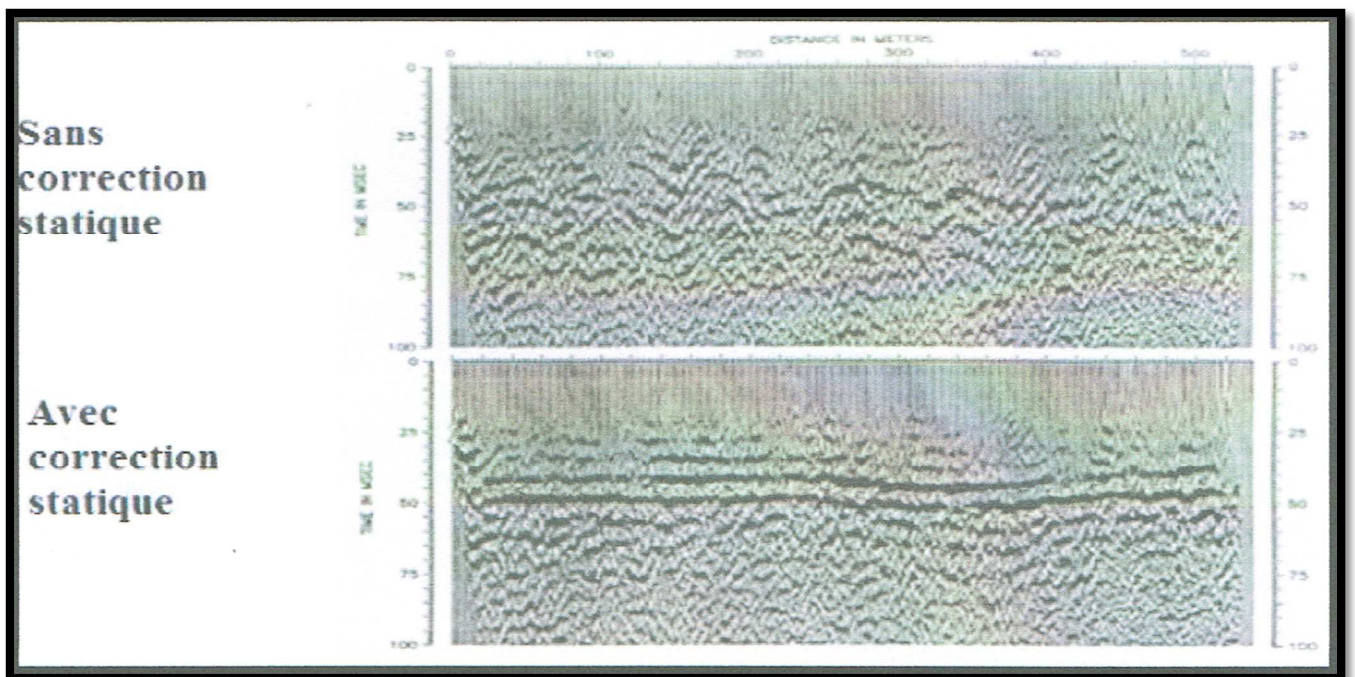


Figure 1-11 : Image des données sismique avec et sans corrections statiques. [Yilmaz 1987].

➤ **La mise en CDP** : Pour réaliser l'addition en couverture multiple, il est nécessaire de réarranger les enregistrements démultiplés en famille de traces appartenant au même point miroir.

➤ **Déconvolution** : C'est une opération classique et fondamentale en traitement sismique.

Le but de la déconvolution dépend de son type, il existe deux types fondamentaux ;

- ❖ **Déconvolution Spike** : permet de contracter l'ondelette émise pour la ramener à une impulsion brève qui permet d'augmenter la résolution verticale.
- ❖ **Déconvolution prédictive** : permet d'atténuer les multiples longs et les réverbérations.
 - **Filtrage en fréquence** : le but de filtrage en fréquence est de supprimer les fréquences ayant un mauvais rapport signal sur bruit (S/B) autrement dit, au lieu de supprimer une partie de la trace dans le domaine temporel, on va la supprimer dans le domaine fréquentiel.
 - **Analyses de vitesses** : les programmes de l'analyse de vitesse consistent à déterminer les lois de vitesse en fonction du temps double et de l'abscisse en différents positions du profil, puis de procéder à une interpolation spatiale entre les différents points pour obtenir une carte de vitesses. Ces vitesses vont être utilisées lors des corrections dynamiques, le DM0, la migration et surtout lors de la conversion temps profondeurs en interprétation sismique.
 - **Correction dynamique** : Elle sert à ramener le temps des différentes réflexions ayant un même point miroir, au temps de trajets fictifs (verticaux) pour lesquels le point de tir et récepteur seraient confondus. Ceci revient à horizontaliser l'hyperbole de réflexion et donc éliminer l'écart de la courbure normale dû à l'obliquité du trajet des ondes sismiques réfléchies (Figure 11-12). Cette opération est nécessaire avant de faire l'addition en couverture multiple. Cette correction est basée sur l'équation de l'indicatrice suivante :

$$\Delta T(x) = \frac{x^2}{2T_0 \cdot V_m^2}$$

$\Delta T(x)$: la correction dynamique NMO

x : l'offset

T_0 : le temps vertical double

V_m : la vitesse moyenne de l'onde réfléchi.

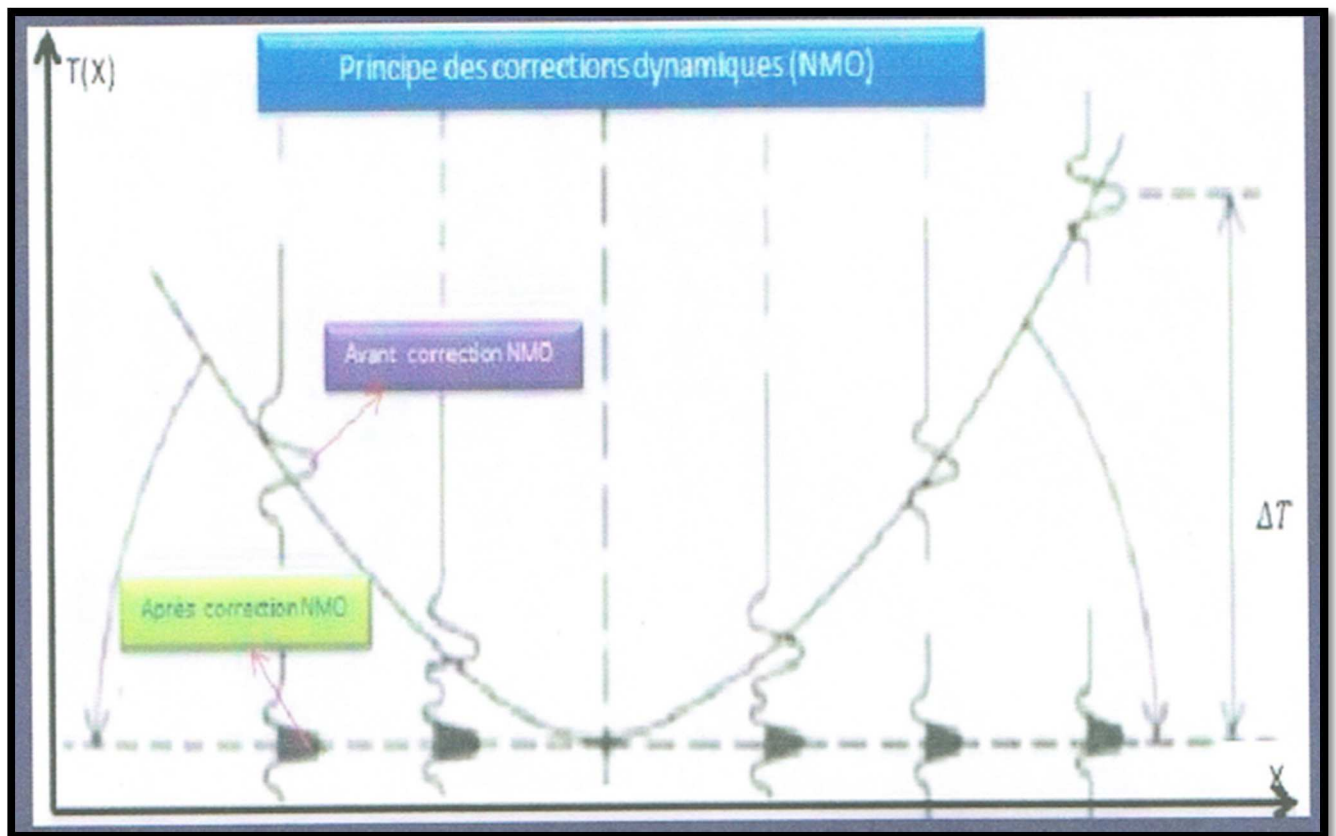


Figure 1-12 : Principe des corrections dynamiques.

On prend le schéma (Figure 1-13) suivant comme un exemple qui nous illustre l'effet de le NMO.

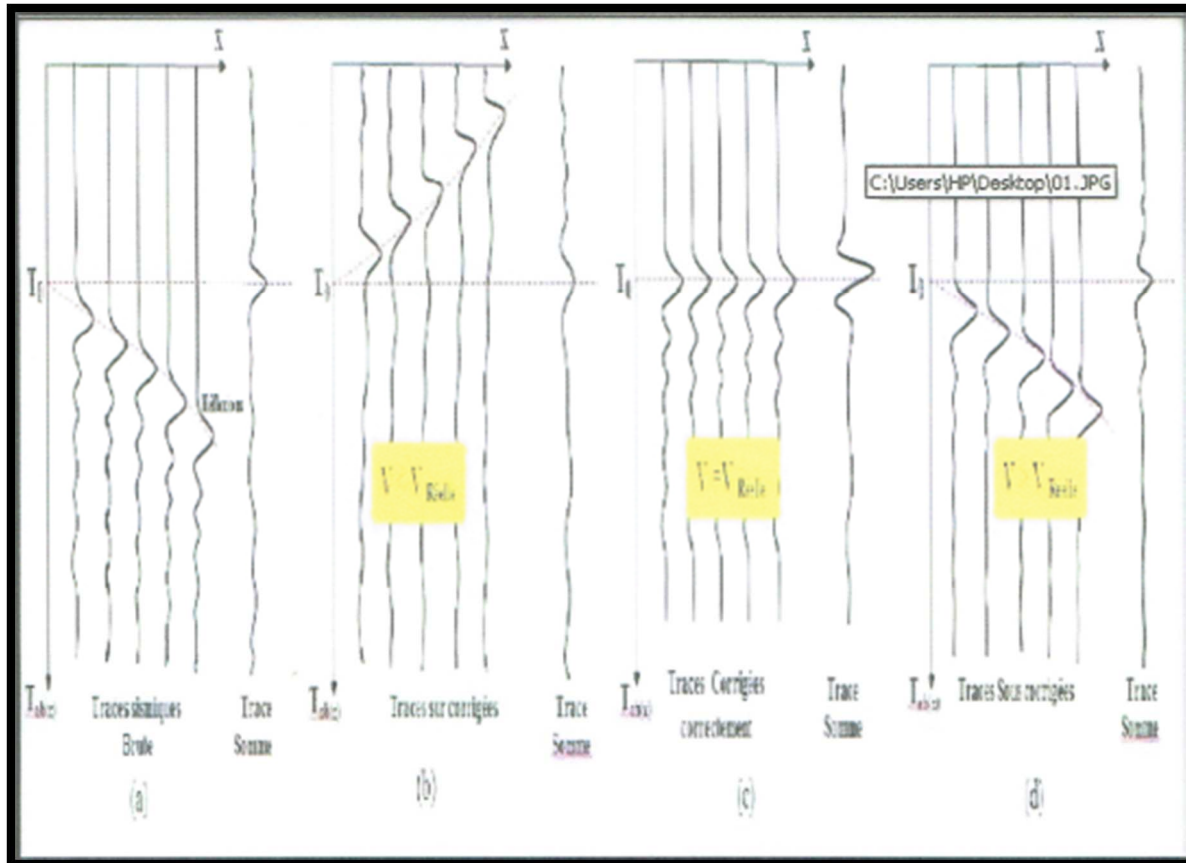


Figure 1-13 : Effets des corrections dynamiques.

On remarque trois cas présentés sur la figure, dont :

- a : Si la vitesse utilisée est trop faible par rapport à la vitesse moyenne du milieu ($V_m < V_{réelle}$), les indicatrices ne sont pas rectilignes mais courbées vers le haut (on a trop corrigé).
- b: Si la vitesse NMO utilisée est égale à la vitesse réelle $V_{réelle}$ du milieu, les ondes réfléchies seront théoriquement en phase et peuvent être sommées (stackées) .La trace somme sera reproduite sur la section sismique à la verticalité du point miroir.
- c: montre que l'application des corrections dynamiques a fait horizontaliser l'indicatrice .Cela correspondrait à la coïncidence virtuelle du couple émetteur -récepteur.
- d: Si la vitesse utilisée est trop forte par rapport à la vitesse moyenne du milieu ($V_m > V_{réelle}$) les indicatrices sont incurvées vers le bas (on n'a pas suffisamment corrigé).

➤ **Le DMO** : (Dip moveout) est un traitement qui est appelé aussi la correction de l'effet du pendage. Il est appliqué dans le but d'enlever l'effet du pendage sur le réflecteur, ce qui permet au réflecteur penté d'être stacké de façon optimale.

➤ **Le mute** : Il consiste en la suppression des parties bruitées du signal avant de l'additionner et ceci par la mise à zéro des échantillons parasites très énergétiques. Les zones d'application de ce traitement sont principalement : les premières arrivées réfractées, le cône de l'onde aérienne, le ground-roll très puissant et enfin les traces bruitées au sens large (étirements causés par la correction dynamique).

➤ **Addition horizontale (stack)** : elle consiste à additionner (sommer) l'ensemble des traces appartenant à un même point miroir.

➤ **Migration** : La migration permet de remédier aux problèmes rencontrés dans les zones à fort pendage ou faillées puisque les réflecteurs sont déportés de leurs positions réelles. Elle repositionne les points miroirs à leurs vraies positions géologiques et d'enlever les hyperboles de diffraction, on distingue deux types de migration :

❖ **Migration temps** : elle est utilisée dans le cas où les contrastes de vitesse latéraux sont faibles.

❖ **Migration profondeur** : elle est utilisée dans le cas où les contrastes de vitesses latéraux sont élevés.

En résumant, les séquences de traitements sont présentées sous le diagramme (Figure 1-14) suivant :

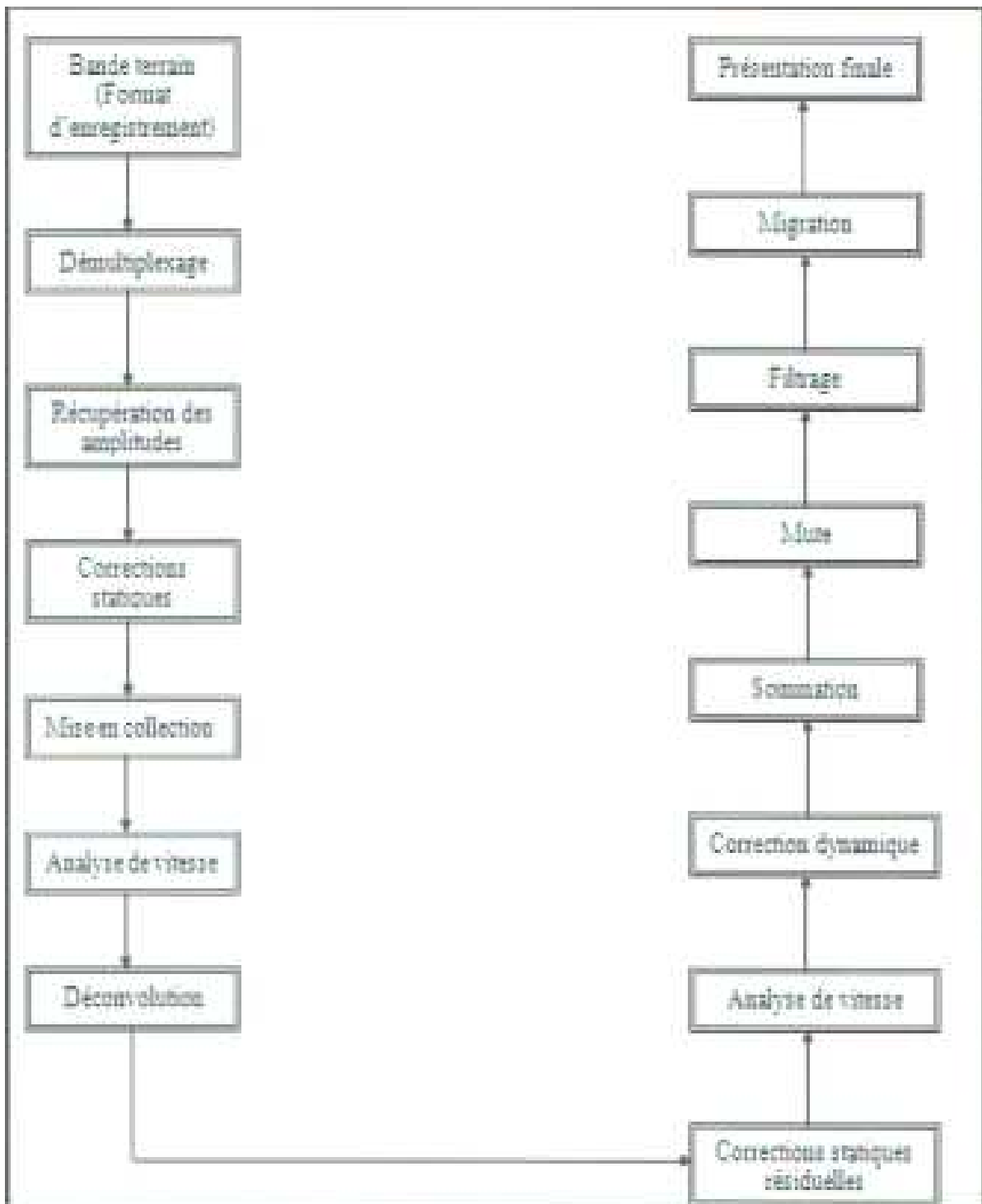
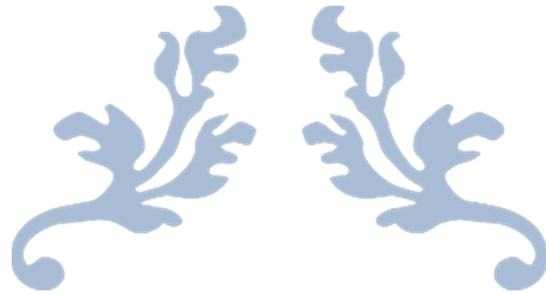
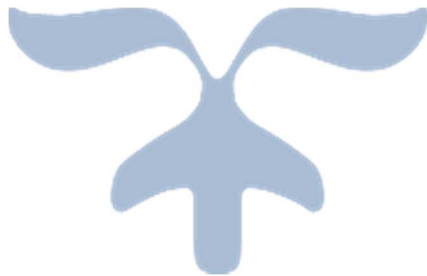


Figure 1-14 : Diagramme montrant les séquences de traitement.



CHAPITRE II
TERMINOLOGIE UTILISEE
EN SISMIQUE 3D



Chapitre II Terminologie utilisée en sismique 3D

II.1 Introduction

Depuis deux décennies, la sismique (3D) a progressé de façon significative. Dans de nombreuses grandes sociétés pétrolières, les relevés (3D) ont augmenté de façon exponentielle de 1990 à 1996 pour couvrir la majorité de leurs champs offshore. De nos jours, l'acquisition de terres (3D) sismique est également en développement très rapidement. La sismique (3D) a réduit les incertitudes dans l'exploration et la production de pétrole et de gaz. La technologie (3D) sismique bénéficie du développement d'autres techniques telles que les ordinateurs, Le positionnement (3D), l'augmentation du nombre de canaux dans l'enregistrement des instruments, l'amélioration des logiciels de traitement, etc.... Les données (3D) sont de plus en plus utilisées pour le développement et la production sur le terrain et pas seulement comme un outil d'exploration.

La pré-planification des enquêtes (3D) est alors devenue une étape fondamentale pour s'assurer que la qualité (3D) des données répondra à la structure ; Stratigraphie et lithologie. La pré-planification comprend l'évaluation des paramètres géophysiques et non géophysiques tels que les considérations environnementales ; Les exigences en matière de santé et de sécurité, etc. Des outils spécifiques de pré-planification (Cordsen et al. 2000) ont été développés pour estimer toutes les caractéristiques de l'acquisition future telles que les distributions offset, pli et azimuth, les effets des obstacles de surface, les plans de maquillage, etc. Les cibles géologiques de la (3D) avec les paramètres géophysiques associés, la conception et les coûts. L'évaluation des problèmes de traitement prévus fait aussi partie de la pré-planification.

II.2. Terminologie utilisée en sismique 3D

La terminologie sismique utilisée en acquisition 3D diffère de celle utilisée en acquisition 2D ; pour expliquer ces principaux termes nous allons prendre comme exemple le dispositif Orthogonale (figure II.1) vue la simplicité de reconnaître ces termes dans ce type de design (l'ensemble des termes est en littérature anglaise).

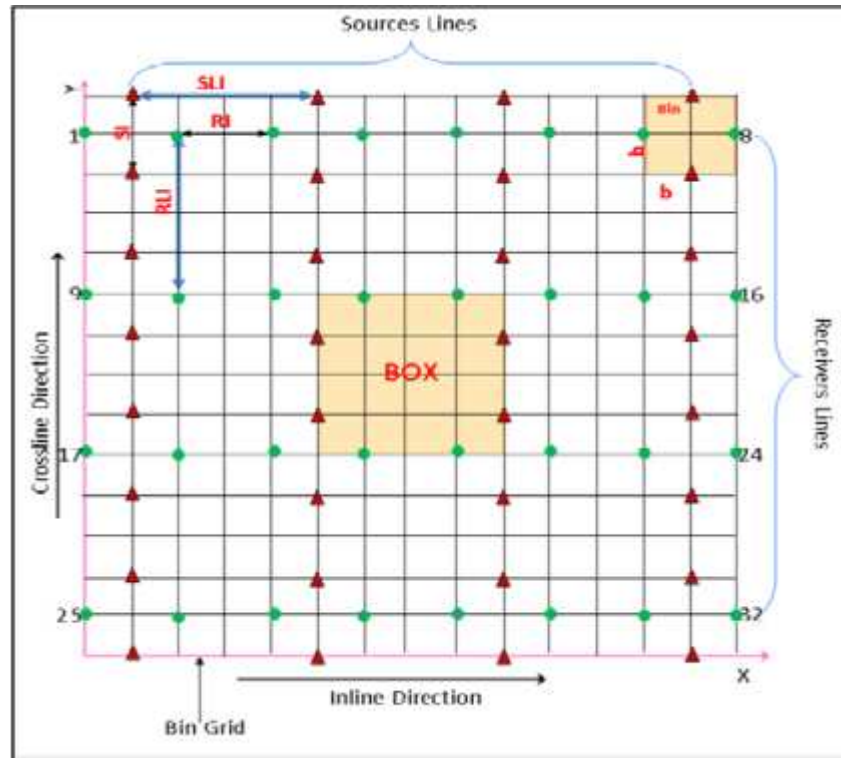


Figure II.1 : Termes utilisés en sismique 3D

II.3.1 La ligne des points d'émissions

C'est une ligne, le long de laquelle sont disposés les points de tirs (shoot point (SP) en acquisition dynamite, ou vibrant point (VP) en acquisition avec vibreur) répartis avec un espacement régulier, la distance entre deux points de tir successive dans une même ligne s'appelle inter tir (SI), la distance entre deux lignes d'émission successive s'appelle interligne d'émission

(SLI). Ensemble SI et SLI définissent la densité des points de tirs par kilomètre carré.

II.3.2. La ligne des Points de réceptions

C'est une ligne, le long de laquelle sont disposés les points de réceptions (traces sismique) répartis avec un espacement régulier, la distance entre deux points de réception successive dans une même ligne s'appelle inter trace (RI), la distance entre deux lignes de réception successive s'appelle interligne de réception (RLI)

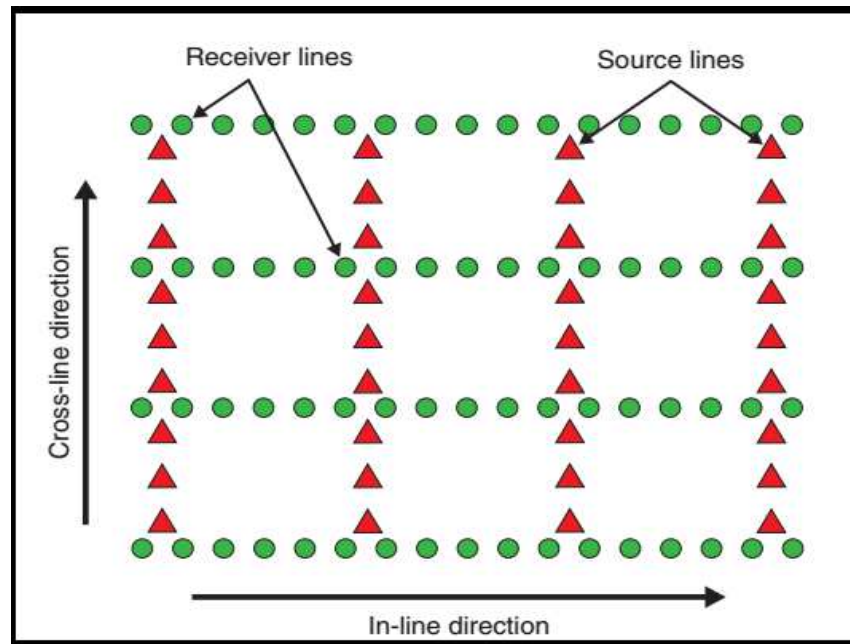


Figure II.2. La ligne des Points (émissions ; réceptions)

II.3.3. Azimut :

C'est l'angle formé par la ligne du pendage (ligne de la plus grande pente) et la ligne Passante par l'émetteur et le récepteur, dans les logiciels comme le MESA ou OMNI,

L'azimut est calculé par rapport au nord géographique.

II.3.4. Box :

Il est défini comme étant la superficie délimitée par deux lignes consécutives de réception (espacé de RLI) et deux lignes consécutives d'émission (espacé de SLI).

La superficie du Box est donnée par (figureII.3) :

$$S_{\text{Box}} = \text{RLI} * \text{SLI}$$

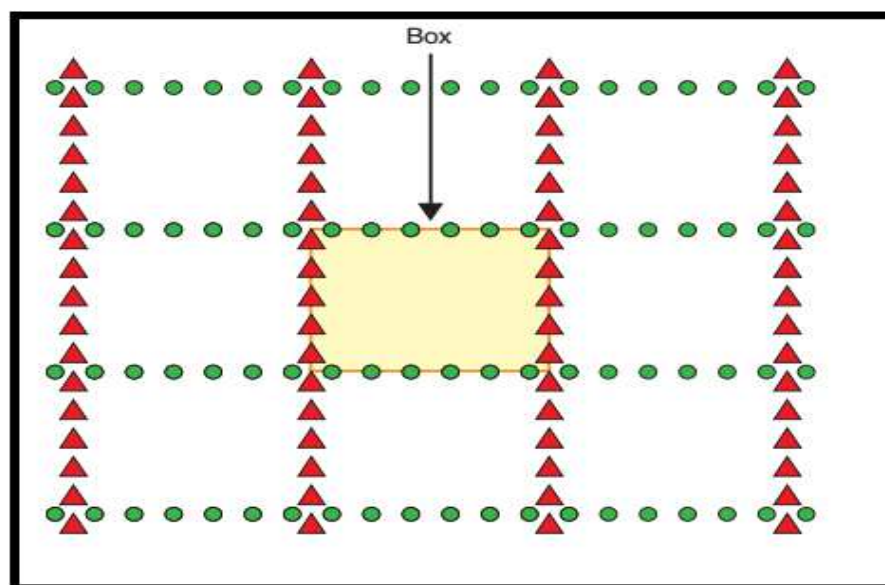


Figure II.3. : Box

II.3.5. Directions :

Contrairement à la 2D en 3D les données sont définies dans deux directions :

Direction Inline : Elle est parallèle à la direction des lignes de réceptions.

L'échantillonnage spatial ainsi que la couverture sont satisfaisants dans cette direction.

Direction Crossline (ou Xline) : Elle est perpendiculaire à la direction des lignes de réceptions. L'échantillonnage spatial dans cette direction est généralement faible

Est doit être choisi judicieusement.

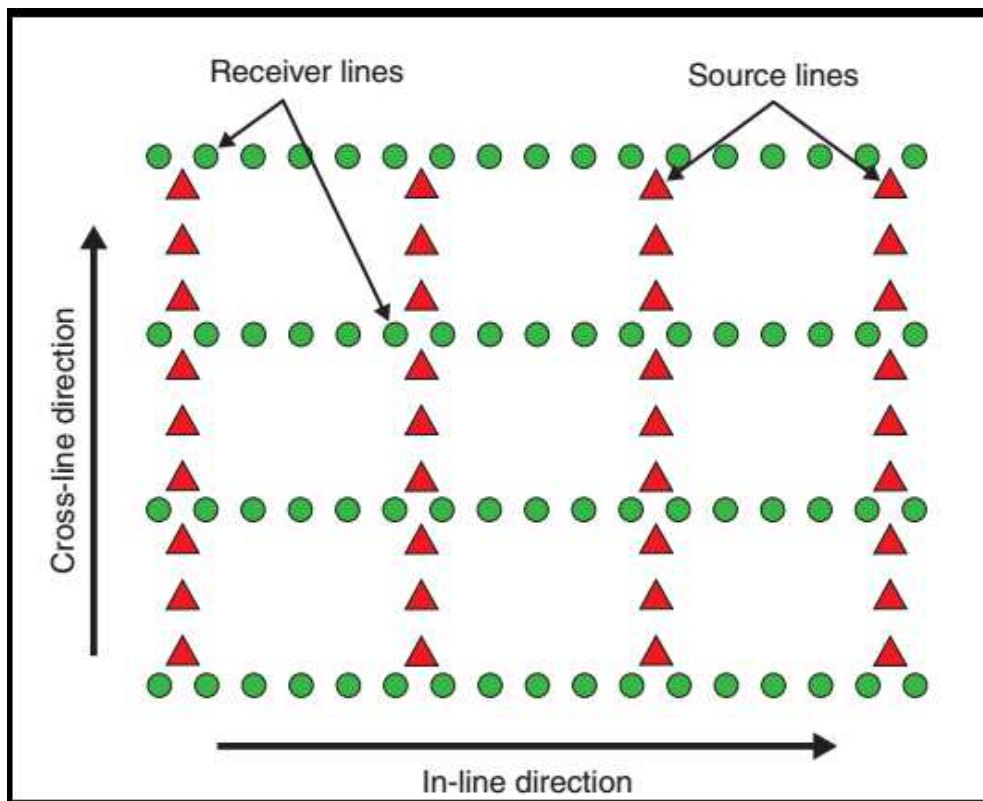


Figure II.4 : Directions.

II.3.6. Bin :

En sismique 2D l'image obtenue est un plan (une coupe) perpendiculaire à la surface du Sol échantillonné en points appelé CDP.

En Sismique 3D l'image obtenue est un volume de données, par conséquent pour

Mieux comprendre, manipuler et interpréter ces données nous sommes dans l'obligation De définir un autre paramètre important c'est la grille (GRID) qui est une surface Planimétrique qui va être utilisé pour convertir l'arrangement irrégulier

Des données en un arrangement régulier constitué de cellules élémentaires appelées bin.

Chaque bin est de forme rectangulaire il est définit par $(RI/2, SI/2, \Delta t)$ (figure II.5),

Au centre du bin on définit le centre du bin (Bin Center) qui est l'équivalent du CDP

En sismique 2D, dans ce point tous les couples émetteurs-récepteurs qui ont un CMP

Localisé dans le bin vont être sommés pour former le CMP Bin.

Dans certains cas (et parfois même en traitement) on est obligé de passer à ce qu'on appelle

le Super Bin (Maxi Bin ou Macro Bin (figure II.5) qui est formé de plusieurs

Bin adjacents, il est utilisé dans certains cas pour les analyses de vitesse,

Déterminations de corrections statiques résiduelles, atténuations des multiples

Et dans certains algorithmes d'atténuations de bruits car la dimension du

bin influe directement sur la couverture, le rapport S/B et la résolution.

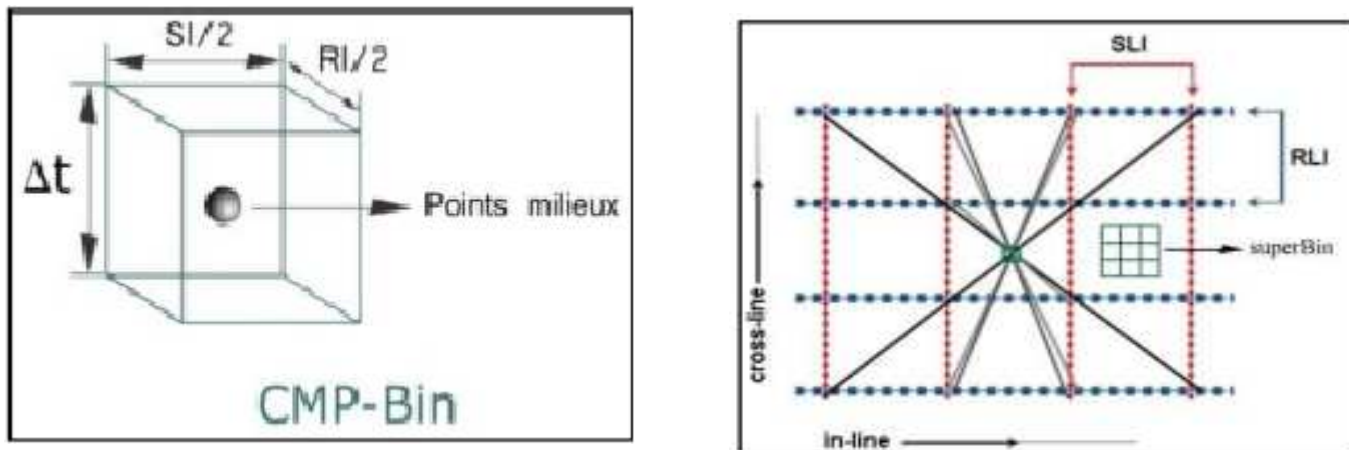


Figure II.5 : dimension du bin et notion du super bin

II.3.7 : Couverture multiple :

La couverture en 3D est le nombre des points milieu contenu dans le même bin (ou exactement c'est le nombre de fois que le bin est touché par des rayons sismiques de différents trajets), qui doivent après être sommés pour former le CMP Bin. Dans une étude 3D, la majorité des bin ont une couverture maximale (nominal fold, optimal fold ou full fold), mais aux bordures de l'étude la couverture chute, par ce fait on introduit une autre notion la marge de couverture (taper fold ou **Halo Zone**) qui est une zone de transition additionnelle dans laquelle la couverture augmentera progressivement jusqu'à atteindre la couverture maximale, elle va augmenter la surface d'acquisition

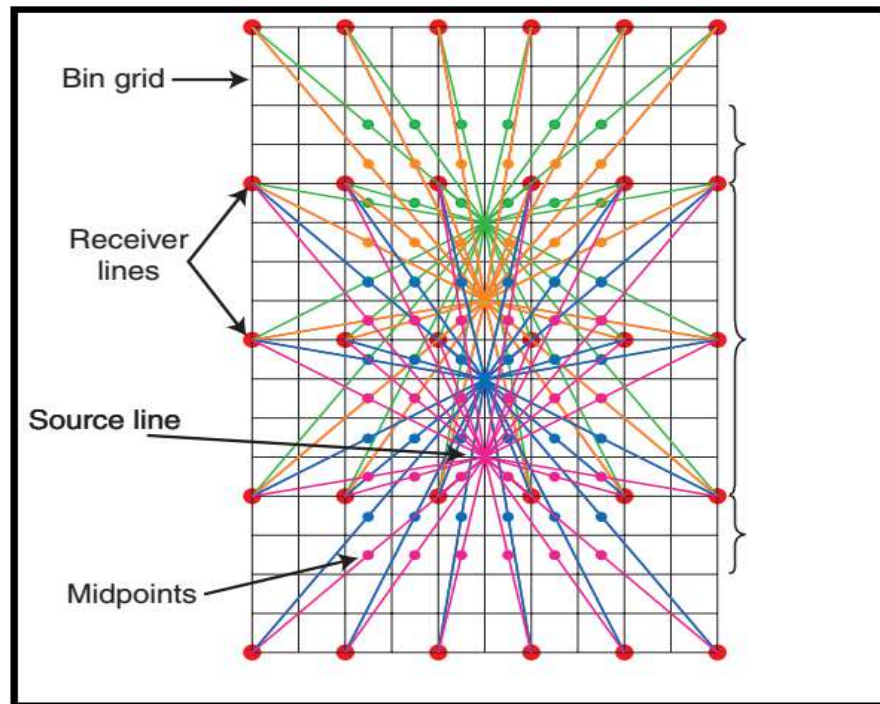


Figure II.6: Couverture multiple

II.3.8. Move-Ups :

Ce sont deux directions de déplacement du Template (figure II.7) :

- In-line move-up: déplacement du Template dans la direction Inline, après avoir complété les tirs d'un salvo.
- Cross-line move-up: déplacement du Template dans la direction Cross line, après que le Template est arrivé à la bordure de l'étude.

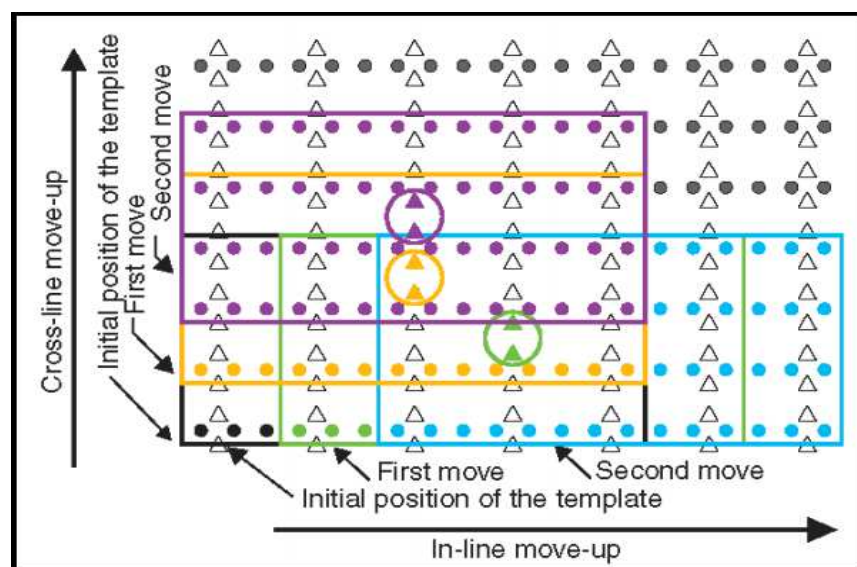


Figure II.7 : Move-Ups

II.3.9. Offsets :

C'est la distance directe qui lie le point de tir au récepteur, le choix des gammes d'offsets ainsi que leur distributions est très primordiale dans une acquisition 3D.

Plusieurs offsets peuvent être énoncés :

-In-line offset: il représente la moitié de la longueur du Template dans la direction Inline.

-Cross-line offset: il représente la moitié de la longueur du Template dans la direction Cross line.

-Maximum offset (Xmax): il représente la moitié de la diagonale du Template.

-Maximum Minimum offset (Xmin) : il représente la diagonale d'un box.

-Offset de mute (Xmute) : c'est la distance à partir de laquelle est définie l'ensemble des traces sommées pour un réflecteur donné (loi de mute prévisionnelle, elle prend en charge l'effet de stretch après correction de la courbure normale, elle est définie des réflecteurs superficiels jusqu'au réflecteurs profonds ou à la base de socle).

II.3.10. Patch :

C'est l'unité d'acquisition élémentaire en 3D équivalent au dispositif maximum trace en 2D(ou en d'autres termes : c'est l'ensemble des traces actives des lignes réceptrices correspondant à un point de tir, elle peut être rectangulaire ou non)

II.3.11. Template :

C'est un bloc élémentaire qui est constitué de plusieurs lignes de réceptions et d'un ensemble de points de tir associés (Salvo figure II.8).

En d'autres termes : Template = le patch + les points de tirs lui correspondants.

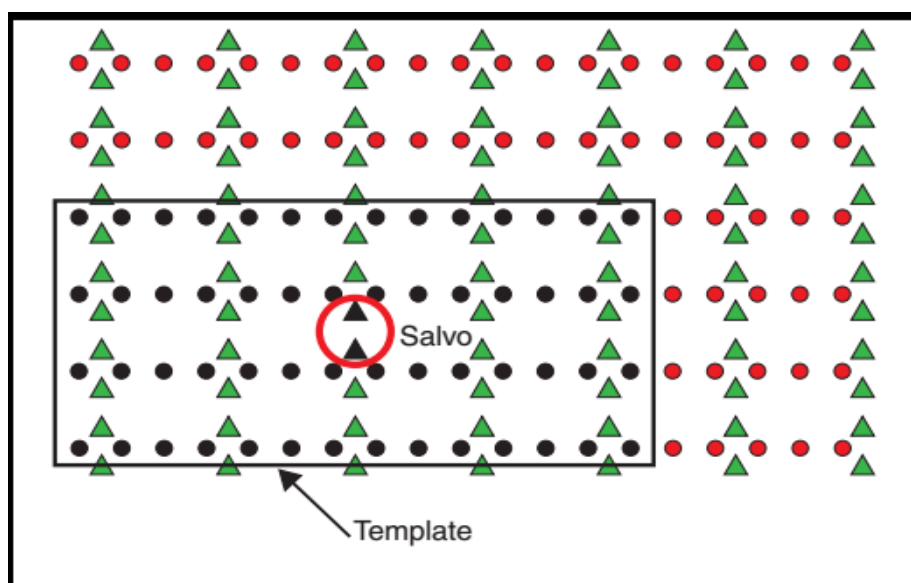


Figure II.8: Template

II.3.12. Roll-Along :

C'est un nombre (contrairement au move up) qui représente la distance entre deux positions consécutives du Template (figure II.9), deux directions sont à noter :

-**In-line roll-along**: représente la distance entre deux positions consécutives du Template dans la direction Inline (déplacement en colonnes de récepteurs).

-**Cross-line roll-along**: représente la distance entre deux positions consécutives du Template dans la direction Cross line (déplacement en lignes de réception).

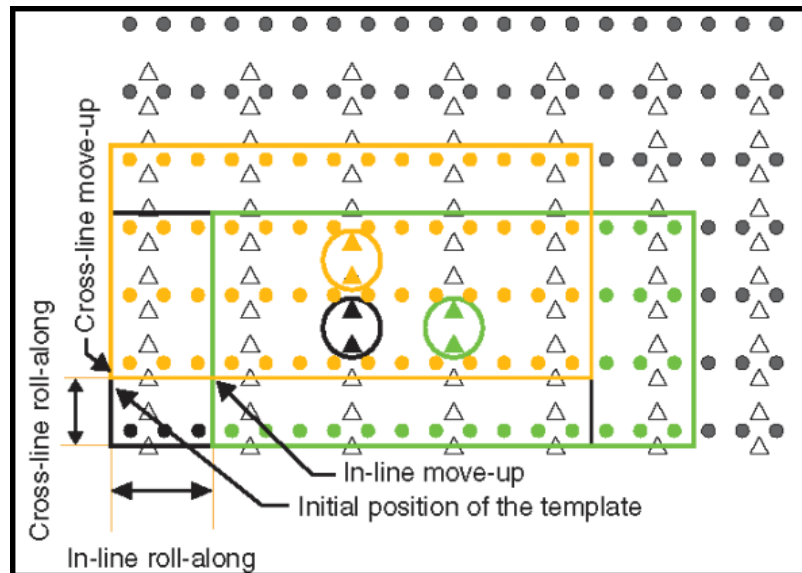


Figure II.9 : Roll-Along (In-line ; Cross-line)

II.3.13. Salvo :

C'est un ensemble de points sources considérés sur la même ligne pendant l'acquisition (en d'autres termes : C'est la séquence de tir pour laquelle le dispositif d'enregistrement reste à la même position).

II.3.14. Segment :

C'est l'ensemble des points de tir appartenant dans le même salvo contenu entre deux lignes réceptrices.

II.3.15. Swath :

Il représente un ensemble de lignes de réception et de tir nécessaires pour couvrir une surface (surface de CDP) par un déplacement dans le sens longitudinal (figure II.10).

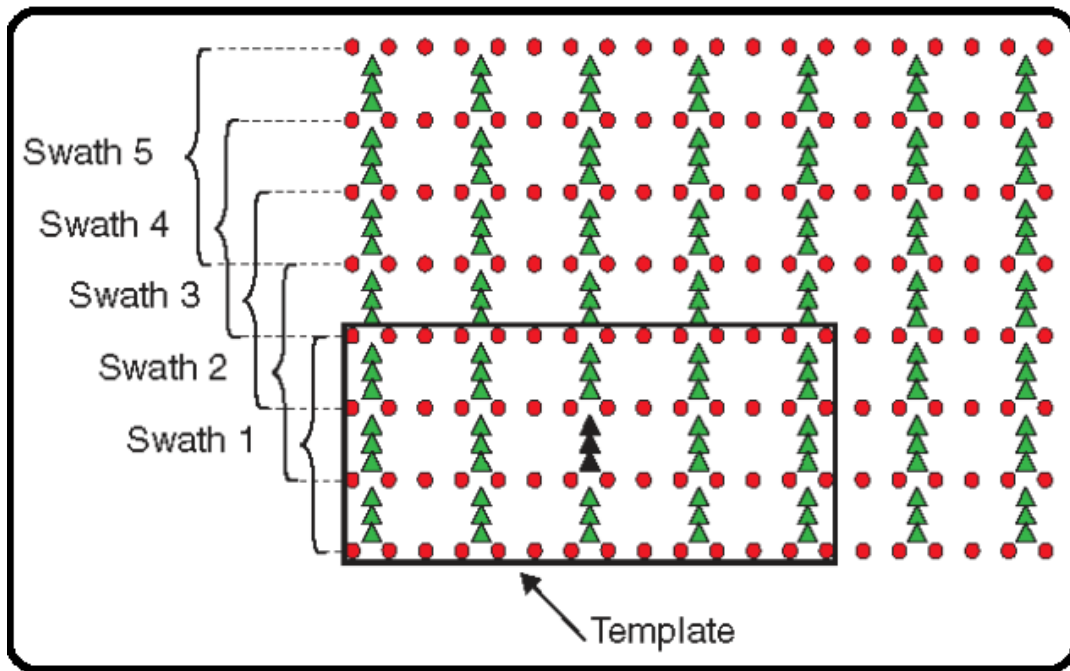


Figure II.10 : Swath

II.3.16. La Redondance d'offset :

La redondance d'offset est la répétition dans un même Bin du même offset (ou d'une plage d'offset) suivant différents azimuts (figure II.11). Elle est liée à la densité des points de tir ainsi que de la régularité de la géométrie en 3D. Elle n'est pas d'une grande utilité en cas de Stratification horizontale, par contre dans le cas de structures complexes (pendage fort, failles, anticlinaux et synclinaux, etc.), la redondance d'offset peut nous être utile dans la mesure où elle pourra donner une idée sur l'orientation ainsi que l'allure des pendages.

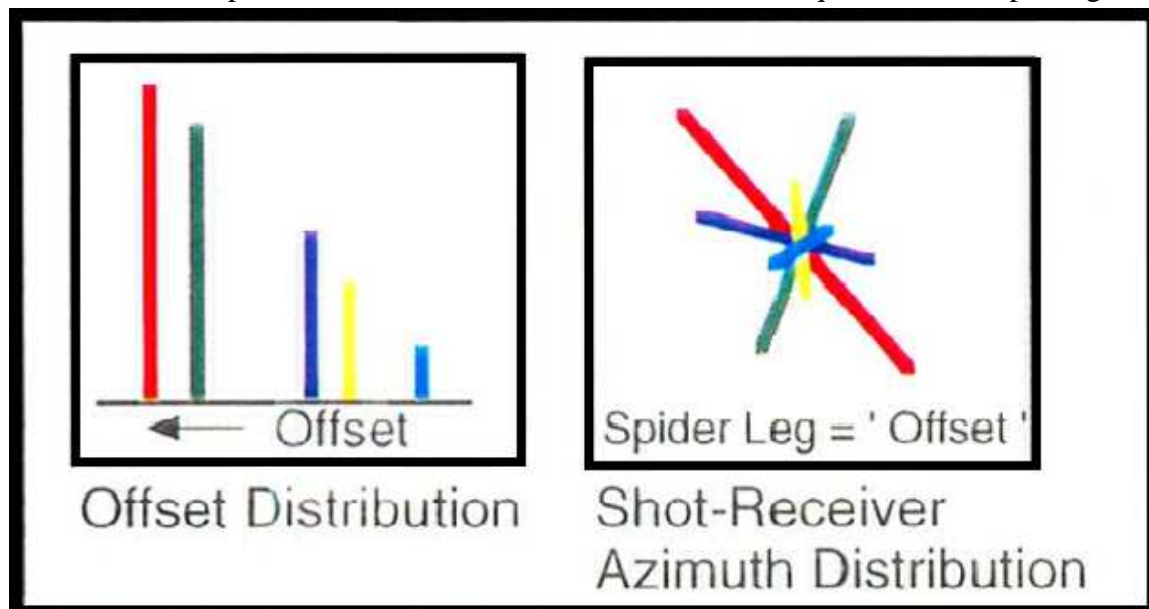


Figure II.11: La Redondance d'offset

II.4.Limites d'un design 3D :

En 3D trois zones essentielles peuvent être distinguées (figure II.12):

- **Zone d'interprétation** : C'est la partie intéressante de l'étude pour interprétation.

- **Marge de couverture (Fold Taper):** C'est une zone d'extension nécessaire à la construction de la couverture multiple exigée.
- **Marge de Migration (Migration Aperture ou Migration Apron):** C'est une zone d'extension qui prend en charge les effets de bord naissant après migration.

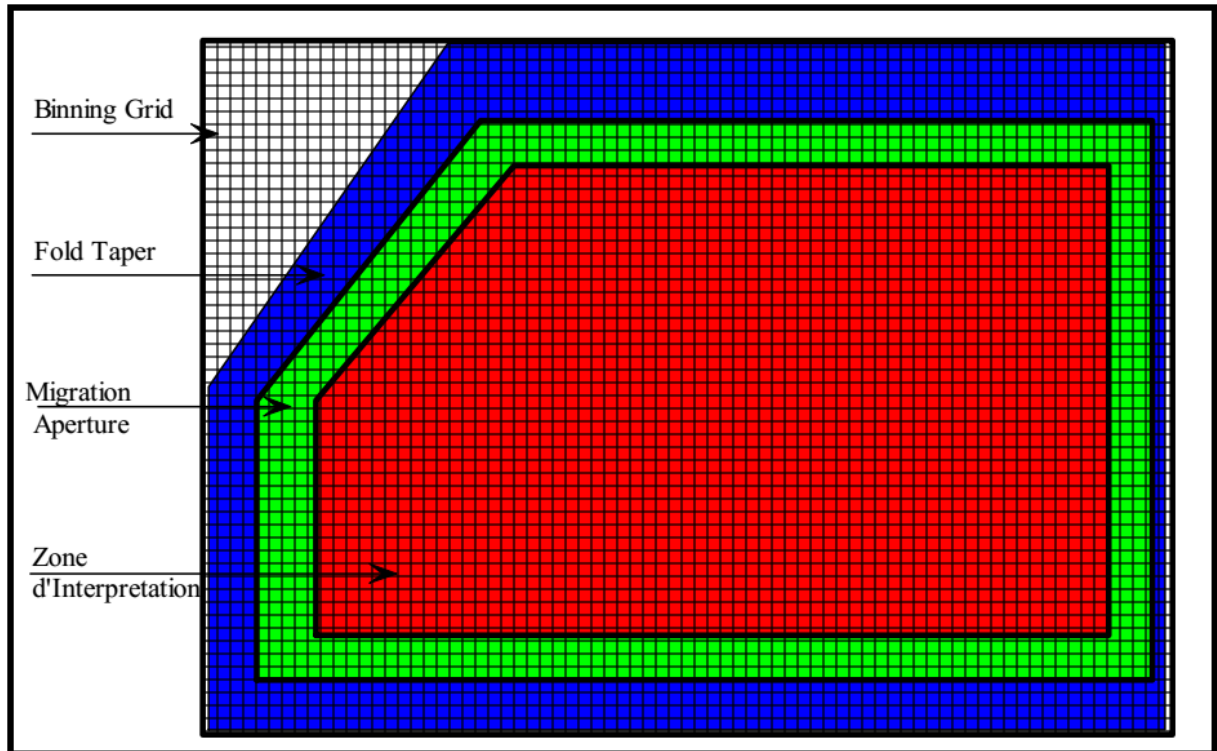


Figure II.12: distinguées 3D trois zones essentielles

II.5. Rapport d'aspect (aspect ratio) :

Le rapport d'aspect est défini comme étant le rapport entre la dimension du patch dans la direction crossline divisé par la dimension du patch dans la direction inline.

Ce rapport classe les designs en deux catégories :

-**Narrow Azimuth design** : les designs dont le rapport d'aspect est inférieur à 0.5, avec une distribution d'azimut étroite, et une distribution régulière d'offset, ils sont très utiles pour les études AVO, DMO et dans le cas où on a des variations latérales de vitesse.

-**Wide Azimuth design** : les designs dont le rapport d'aspect est supérieur à 0.5 avec une distribution d'azimut plus large et une distribution non linéaire des offsets (privilégiant les offsets lointaines), bons pour les analyses de vitesses, atténuation des multiples



CHAPITER III : TYPES DE DISPOSITIFS UTILISES EN SISMIQUE 3D



Chapitre III : Types De Dispositifs Utilises En Sismique 3D

III.1. Introduction

Dans les années 80 (les premières campagnes 3D), on a remarqué que les enregistrements contenait des niveaux de bruit plus élevé que le signal (ou en moins plus que celui présent dans les sections 2D), un nouveau sujet de recherche a été abordé : comment éliminer (ou atténuer) ce bruit?

La géométrie d'acquisition était le chemin le plus court à la réponse à travers l'ensemble des couples émetteurs-récepteurs qui seront sommés dans le CMP bin, l'offset et à degrés moins l'azimut sont les facteurs influant dans cette sommations, en d'autres termes chaque plages d'offset contenue dans chaque CMP bin contient un niveau de bruit et la sommation va atténuer ce bruit, le nouveau axe de réflexion est devenue : la configuration géométrique (sources-récepteurs) optimale qui fournit une bonne distribution des offsets.

Les géophysiciens ont inventés plusieurs configurations dont les Plus utilisés sont :

- Dispositif en géométrie parallèle.
- Dispositif en géométrie Orthogonale.
- Dispositif en géométrie Slant.
- Dispositif en géométrie Sparse.

III.2.1 Dispositif en géométrie parallèle (inline Profiling technic) :

Dans cette technique les lignes sources sont disposées dans la direction parallèle à la direction des lignes réceptrices (figure III.1, dans certains cas ils coïncident comme si c'était des lignes 2D), elle est très répandue en acquisition sismique marine vue la rigidité de sa mise en œuvre.

Cette technique présente des inconvénients majeurs comme la distribution azimutale très restreinte ainsi qu'une redondance d'offset dans le même bin.

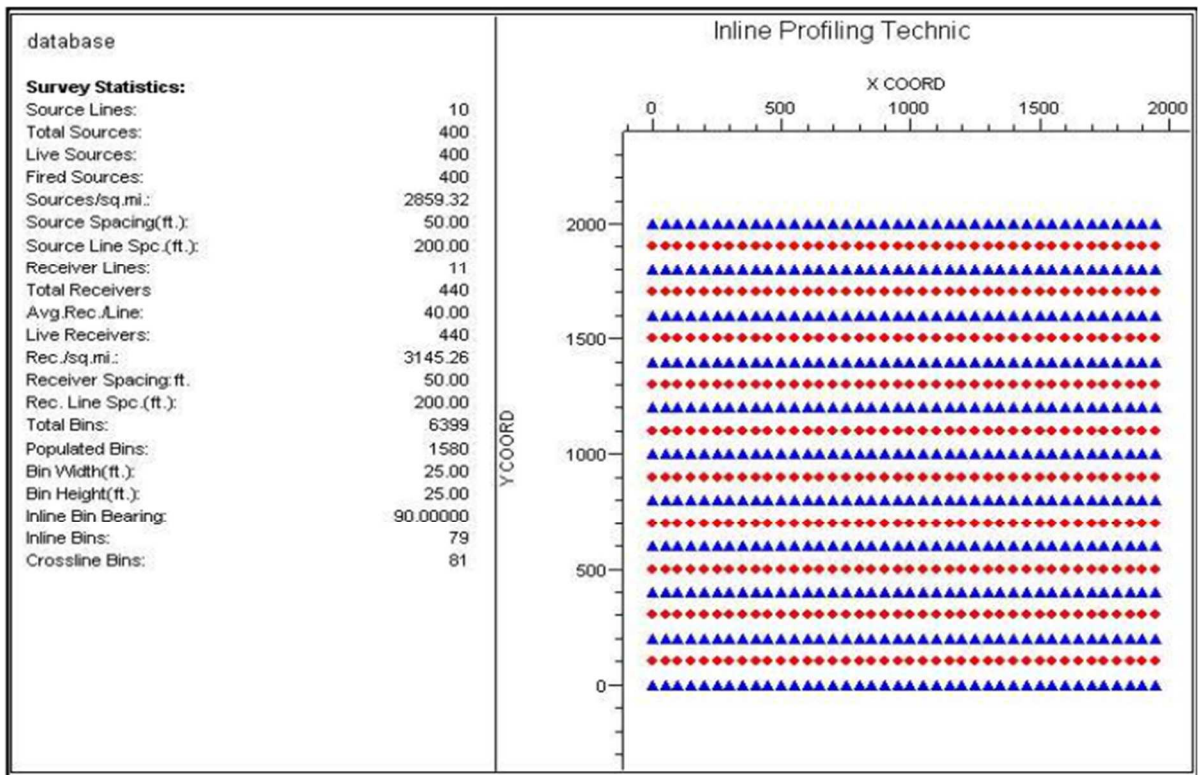


Figure III.1 : Exemple du dispositif parallel shooting

III .2.2 Dispositif en géométrie Orthogonale (Swath Shooting) :

C'est la technique la plus utilisée parmi les dispositifs existant en 3D, dans cette technique les lignes sources sont disposées orthogonalement aux lignes réceptrices (figure III.2).

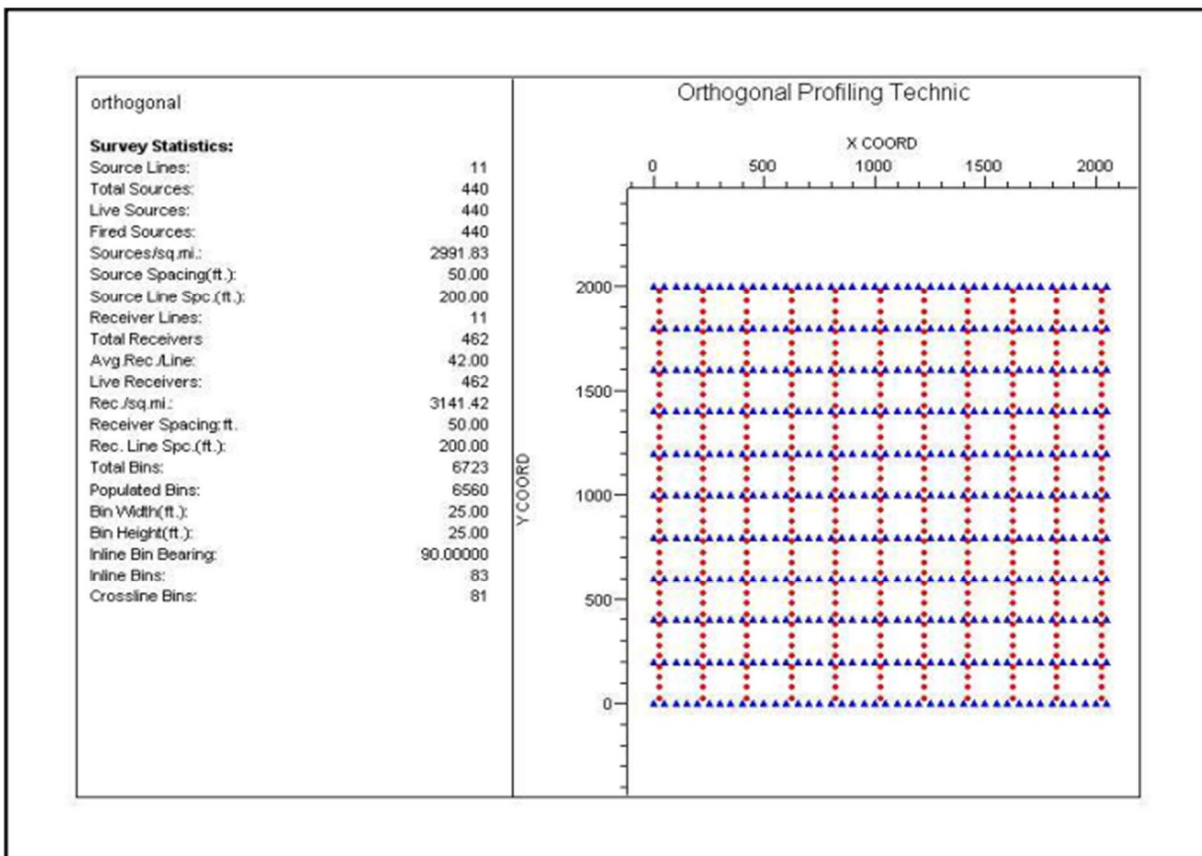


Figure III.2 : Exemple du dispositif Swath shooting

III.2.3 Dispositif en géométrie Sparse (Sparse grid geometry) :

C'est une nouvelle technique d'acquisition, chez certains auteurs on l'appelle «**composite geometry**», dans les premières acquisitions on a utilisé un grand espacement entre les lignes sources et les lignes réceptrices, cela se traduit par une faible densité des points sources et récepteurs par Km².

Elle est caractérisé par :

- Une faible couverture, cela conduit par des difficultés dans les analyses de vitesses.
- Dominance des larges offsets, pour cela on trouve une bonne imagerie des horizons profonds.
- La perte d'information dans les objectifs superficiels cela se traduit par perte d'information sur leurs vitesses, cet effet est très néfaste sur le calcul des corrections statiques (les statiques de grandes longueurs d'ondes) ainsi que sur les conversions en profondeurs.
- Rapidité dans l'acquisition et la mise en œuvre.

Dans les dernières années cette technique a été développée pour devenir une hybridation de la 2D avec la 3D.

III.2.4 Dispositif en géométrie Brick-wall :

Ce modèle a été mis au point à partir du dispositif orthogonal dans le but d'améliorer la distribution des offsets.

Les lignes sources et réceptrices sont disposées de façon à avoir l'image d'un mur en briques (figure III.3). Ces dispositions offrent des offsets minimales plus courtes par rapport aux dispositions en orthogonal, offrant par cette option la possibilité d'augmenter la distance entre les lignes de réception. La distribution des offsets et des azimuts est raisonnable, le mouvement des équipements est parfois difficile.

En pratique, on remarque que le choix d'un template carré, permet d'avoir la même distribution des offsets pour les deux configurations (orthogonal et brick-wall). Il faut augmenter les interlignes de source et de réception en brick-wall pour avoir le même offset minimal mesuré en orthogonal.

Le dispositif en brique offre également une bonne distribution des offsets et des azimuts, mais le mouvement des équipements est parfois difficile.

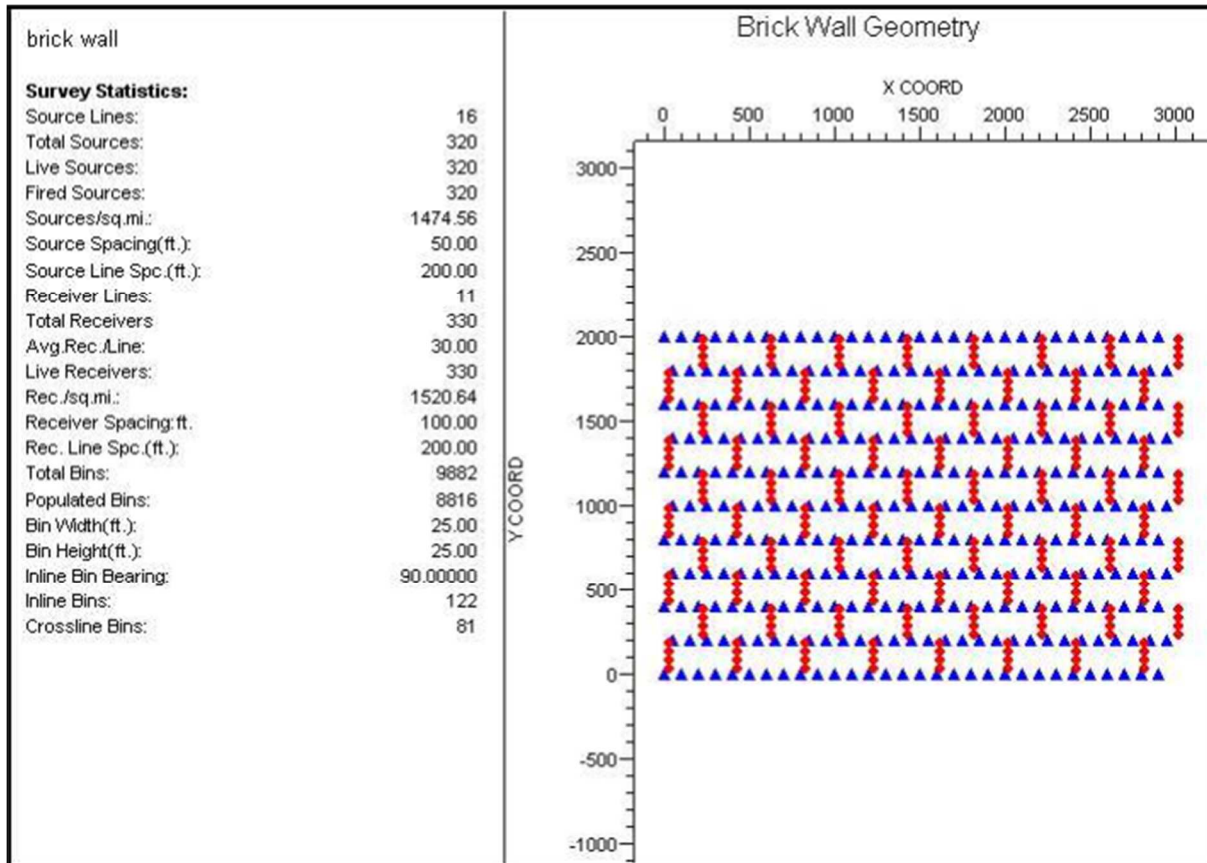


Figure III.3 : Exemple du dispositif Brick-wall shooting

III.2.5 Dispositif en géométrie Slant :

Dans cette technique les lignes sources sont disposées de façon à avoir un angle compris entre 0° et 90° avec la direction cross-line des lignes réceptrices (les dispositifs les plus utilisées sont le slant 45° , 26.565° et récemment le 18.435° figure 9: *Mike Galbraith, 3D Seismic Surveys – Past, Present and Future*). Il offre une bonne distribution des offsets, mais une distribution d'azimuts étroite

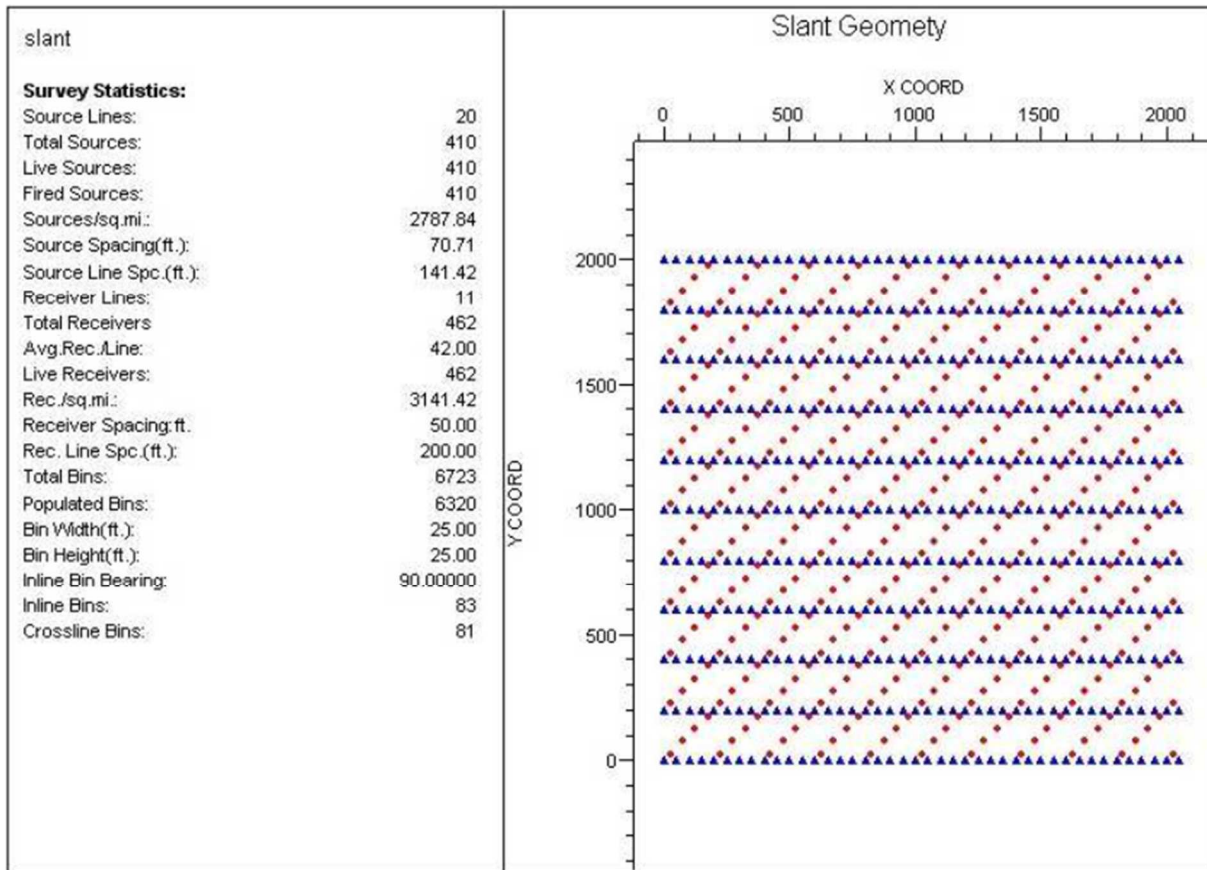


figure III.4 :Exemple du dispositif Slant shooting

III.2.6 Dispositif en géométrie Zigzag :

Ce type de configuration est intéressant pour des études avec une distribution azimutale étroite exigeant une bonne distribution des offsets. Le mouvement des équipements est relativement aisé, mais une atténuation faible de bruit, par la suite il a été amélioré par le double et le triple ZigZag (figure III.5). Il est appliqué dans les régions désertiques, où on a un bon accès entre les lignes réceptrices.

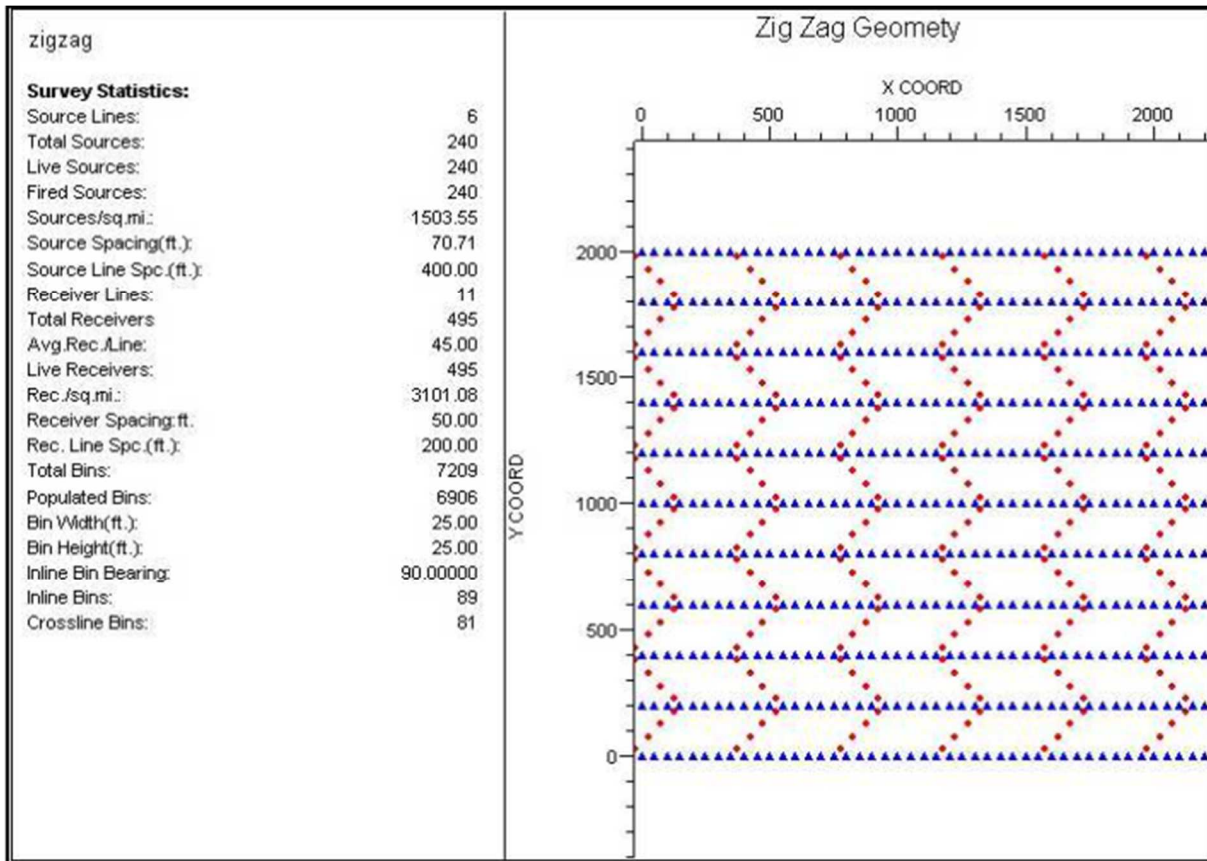


Figure III .5 : Exemple du dispositif Zig Zag shooting

III.2.7 Dispositif en géométrie Button Patch :

Cette technique est inventée et utilisée seulement (breveté) par ARCO depuis 1991 (*Mike Galbraith, 3D Seismic Surveys – Past, Present and Future*). Dans ce dispositif, la séquence de tir n'est pas construite d'une ligne source, mais plutôt un rectangle ou un carré (figure III.6). Ceci améliore énormément la résolution. Elle présente aussi une bonne distribution d'offsets et d'azimuts.

Dans ce dispositif on utilise efficacement les systèmes à grand nombre de traces. Cette technique d'acquisition est parmi les plus intéressantes, parce qu'elle est rapide dans sa mise en œuvre sur le terrain. Le coût est également faible comparé à ceux des autres techniques (par exemple l'orthogonal est 10 fois plus cher).

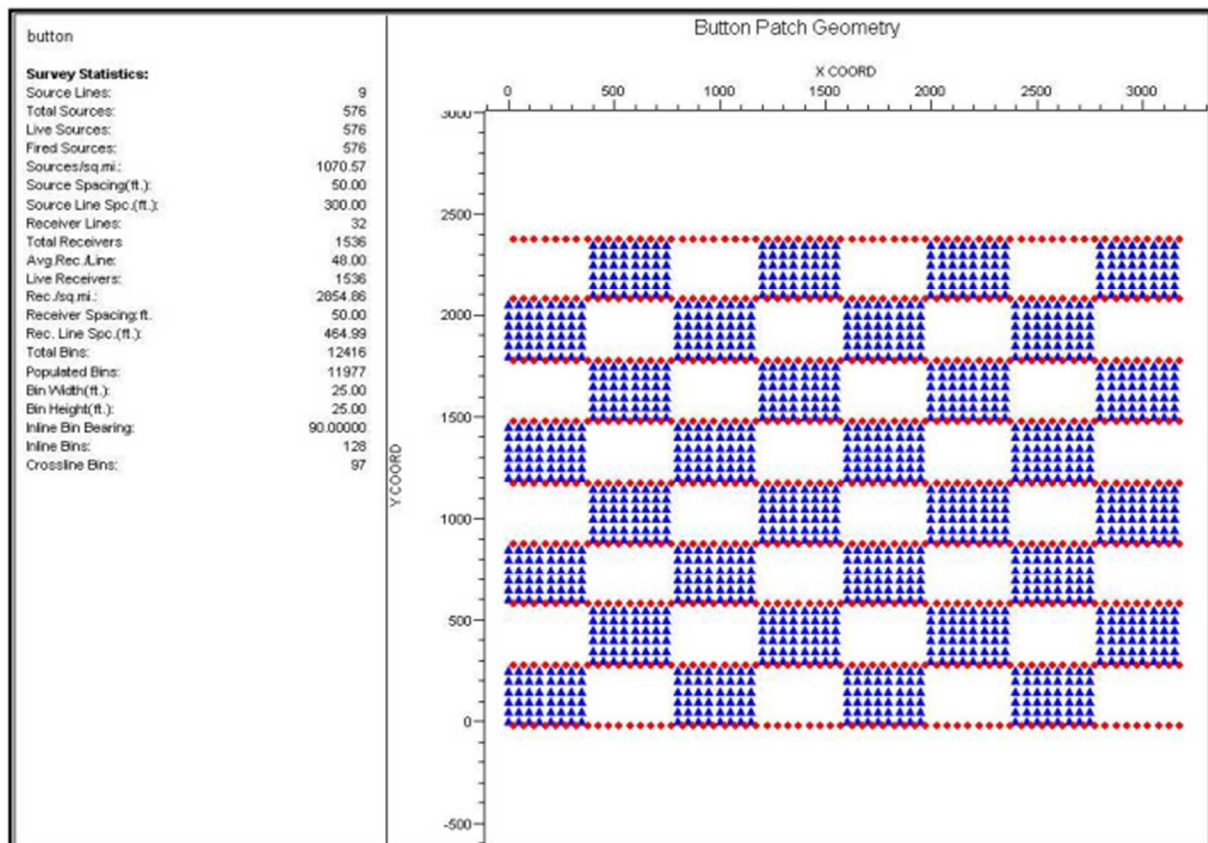


Figure III.6 : Exemple du dispositif Button Patch shooting

III .2.8 Ce tableau donnée quelques informations utiles sur la différente désignation dispositifs :

Configuration	Avantages	Inconvénients
Parallel Geometry	<ul style="list-style-type: none"> - Les données qui ont un azimuth étroit peuvent être traitées comme des lignes 2D (pas de nécessité d’algorithme spécifique à la 3D) - Géométrie simple a réalisé 	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvais calcul des statiques dans la direction crossline - Une grande densité des points sources et réceptrices - Très sensible aux obstacles (skip et shift) - Azimuts restreints et forte couverture parfois inutile
Orthogonal	<ul style="list-style-type: none"> - La plus utilisée dans l’industrie -Technique a Offset Large (Wide azimuth) - Optimal pour les algorithmes 3D DMO - Elimine le problème des statiques crossline 	<ul style="list-style-type: none"> - Dans le traitement on doit utiliser des algorithmes spécifiques à la3D
Brick Wall	<ul style="list-style-type: none"> - Analogue à l’orthogonal - Permet une bonne distribution d’offset et d’azimuts 	<ul style="list-style-type: none"> - La discontinuité des lignes de sources est difficile à mettre en œuvre dans certain terrain. - Offset minimale réduit par rapport à l’orthogonale
Slant	<ul style="list-style-type: none"> - Une bonne distribution d’offsets - Idéale pour l’analyse AVO - Réduction du phénomène footprint et la redondance d’offset 	<ul style="list-style-type: none"> - L’implantation et layonnage en lignes sources est plus long cela due a l’orientation diagonal des ces lignes sources
Button Patch	<ul style="list-style-type: none"> - Permet l’implantation des points sources éparpillées. - Utilisation efficace des systèmes à larges canaux avec un nombre réduit de points de tirs 	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation très complexe
ZigZag	<ul style="list-style-type: none"> - Idéale dans les régions désertiques - Coût minime 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite de bonne condition d’accès du matériel
Sparse	<ul style="list-style-type: none"> -Permet de couvrir une grande région en un laps de temps minime - Très rentable - Une bonne imagerie des objectifs profonds - Economique 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible couverture - Rapport S/N faible - Difficulté dans l’interprétation -Difficulté dans le traitement. - Absence du cube sismique.

Tableau III.1 : tableau donnée quelques Avantages ET Inconvénients

III.3. Paramètres et critères du design :

Lors de la proposition d'un design d'une campagne 3D plusieurs paramètres entrent en jeu. Le géophysicien doit les prendre en considération lors de son design car le changement des paramètres d'acquisitions en 3D (pendant l'acquisition) est plus difficile que le changement en sismique 2D. On peut citer :

III .3.1. Paramètres Géophysiques et Géologiques :

- Géologie de la région (complexe ou simple), nature de l'objectif et orientation des structures.
- Effet de pendage (Migration aperture).
- Le degré de couverture optimale.
- Résolution.
- Le contraste de propriétés physiques.
- La profondeur de l'objectif.
- Lithologie de l'objectif et la lithologie des terrains constituant le recouvrement.
- Les plages d'offset adéquats.
- Fréquence dominante dans l'objectif principale.

III.3.2.effet des obstacles :

- Problèmes d'accès dans la région.
- Limitation de design imposé par la topographie difficile.
- Limitations imposés par d'autres paramètres (climat, rivière, marécage et faune, sécurité du personnel et de l'équipement, ...etc).

III.3.3.Considerations de traitement :

- Atténuation des bruits et multiples.
- Bonne détermination des corrections statiques.
- Design favorable pour les Analyse de vitesse.
 - Bonne application des algorithmes de DMO,post-stack migration,pre-stack time migration (PSTM) ou pre-stack depth migration (PSDM).

III.3.4. Considérations d'interprétation :

- Le type d'interprétation est très important dans le design, il' est aberrant de tenir la même rigueur pour un data qui va servir a une interprétation structurale qu'a celui qui va servir a une interprétation stratigraphique (analyse AVO/AVA, attribut sismique, inversion sismique etc.).

III.3.5. Considérations financières :

- Optimisation des paramètres d'acquisition de telle sorte ne pas dépasser le budget consacré à l'étude.
- Utilisation efficace des moyens matériels mis à la disposition du planificateur.

Deux critères fondamentaux régissent le planning :

- La préservation des pendages.
- La résolution désirée.

Les paramètres principaux a déterminé lors du design sont :

- La taille de l'étude.
- Le degré de couverture désiré.
- La dimension du bin.
- L'espacement entre les lignes d'émissions et réceptions (SLI et RLI).
- L'inter trace et l'inter tir (SI et RI).
- La dimension du patch.
- Le temps d'enregistrement.
- L'orientation de l'étude.
- Xmin, Xmax et Xmute.

III.4 . Séquence de design

Avant de procéder à l'opération de design une analyse des données existantes dans la région d'étude doit être faite, les données les plus utiles peuvent être citées comme suit:

Données sismiques 2D(ou3D précédente) : carte isochrone ou isobathes, stacks d'anciennes campagnes, rapport de démarrage, rapport de fin de campagne.

Données sismiques du puits (check shots, VSP, sonique...).

Données géologiques (lithologie, stratigraphie, axe principale des structures).

III.4.1 . Préservation des pendages

L'information géologique présente sur les sections sismiques, avant migration, est une information réfléchie supposé être à incidence normale, cela est vrai dans le cas des stratifications horizontales ou celle qui présente un faible pendage ($<10^\circ$ a la limite).

Pour des réflecteurs inclinés (monoclinaux) ou dans le cas des structures complexes (concave : synclinaux, ou convexe : anticlinaux), l'information provenant du sous-sol n'est jamais à l'aplomb des stations d'observation de surface (CDP), elle doit donc subir des transformations, pour la ramener là d'où elle est censée être issue.

La convexité des anomalies, en dispersant l'énergie vers la surface, nous conditionne à

procéder à des enregistrements sur une surface beaucoup plus étendue.

Ainsi les données présentant des aberrations dans la bordure après migration, peuvent être ignorées; mais l'information à l'intérieur du volume utile de données 3D est conservée. La taille de la bordure est primordiale parce qu'elle peut multiplier les coûts d'acquisition

Une bordure ou demi-ouverture est donc impérative pour garantir l'efficacité de l'opération de migration, même en présence de pendages faibles.

Il est intéressant de constater que la demi ouverture ou bordure exigée pour la migration est équivalente au rayon de la zone de Fresnel de l'horizon ciblé pour la fréquence la plus basse du spectre du signal (la fréquence la plus basse du spectre du signal donnera l'ouverture la plus large exigée par la migration).

III.4.2. La résolution verticale :

Au fur et à mesure que la profondeur augmente, la distinction des couches de faibles épaisseurs s'altère; cette diminution s'explique par:

l'atténuation des hautes fréquences du spectre avec la profondeur qui est due aux phénomènes d'absorption et de dispersion.

L'accroissement des vitesses avec la profondeur.

La résolution verticale peut être définie comme la limite de séparation le long de la verticale de deux strates (ou toit et mur d'une couche) très proches; elle a pour unité de mesurer la longueur d'onde dominante du signal sismique.

La résolution verticale est caractérisée par :

- elle est souvent de l'ordre de la demi-longueur d'onde du signal (10 mètres par seconde de temps d'après **Widess 1986**).
- elle diminue avec les profondeurs croissantes.
- Elle peut être améliorée en traitement.

III.4.3. La résolution latérale :

La résolution latérale est la capacité de séparation de deux contacts horizontalement, elle est définie par la première zone de Fresnel, cette zone est circulaire et son rayon varie en fonction de la profondeur et de la longueur d'onde du signal à cette profondeur.

Le choix du pas d'échantillonnage spatial repose sur l'extension de la première zone de Fresnel et sur les limites ou des problèmes de distorsion spectrale ("Aliasing") peuvent survenir à l'acquisition ou au traitement.

surface

Le rayon de la zone se calcule à partir de la relation :

$$Fr^2 = (Z + \lambda/4)^2 - Z^2 = Z \cdot \lambda/2$$

Avec Z : la profondeur de l'interface

λ : longueur d'onde

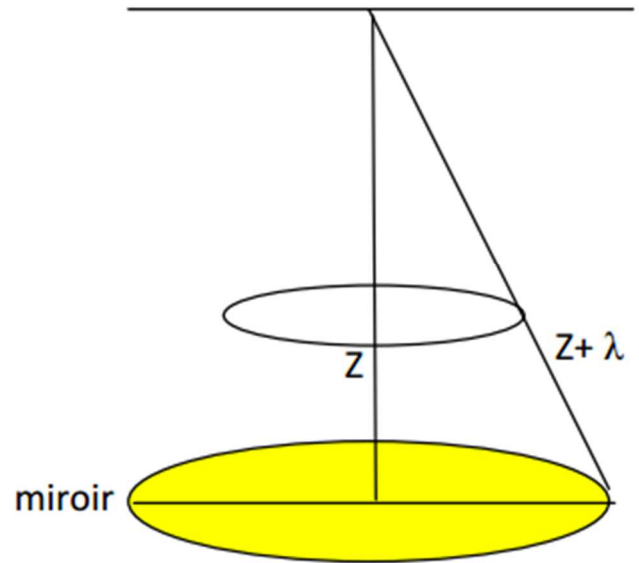


Figure III.7 : Zone de Fresnel

Le rayon de cette zone, pour une longueur d'onde négligeable par rapport à la profondeur, est évalué d'après les travaux de Thatam (1981) à :

$$Fr = a \cdot (V_m \cdot V_i \cdot t / (4 \cdot f))^{1/2}$$

Où : Fr rayon de la zone de fresnel.

V_m est la vitesse moyenne à l'interface.

V_i est la vitesse de la strate sus-jacente à l'interface.

t est le temps réfléchi (double) sur l'interface à incidence normale.

f est la variable fréquentielle de la bande passante.

a est un facteur correctif tenant compte de la trajectoire des rayons (compris entre 0.5 et 0.7).

III.5. Détermination de la couverture :

La couverture 3D est prise égale à : la couverture 2D (si le rapport S/B est bon) et dans certain cas égale à la couverture 2D (si le rapport S/B est faible).

La formule du calcul de la couverture est :

$$Fold = SD \times NC \times B^2 \times U$$

Où :

SD : densité des points source (nombre des sources par unité de surface).

NC : Nombre des canaux.

B : dimension du Bin (dans le cas d'un bin carré).

U : facteur d'unité (pour m/km^2 il est égale à 10^{-6}).

Le fold taper est approximativement égale au quart du patch dans chaque direction (inline et crossline ce implique le fold taper n'est pas obligatoirement le même dans les deux directions).

III.6. Détermination du pas d'échantillonnage temporel

Le passage du signal discret au signal continu ne peut se faire que si :

- la fréquence d'échantillonnage soit au moins égale à deux fois la fréquence maximum du signal à enregistrer.
- En pratique, la fréquence d'échantillonnage est prise égale à quatre fois la fréquence maximum (f_{max}) susceptible d'apparaître dans le signal pour palier au problème de repliement du spectre (aliasing).
- Le pas d'échantillonnage de 0.002 secondes est le plus souvent utilisé en prospection pétrolière en acquisition, dans les centres de traitement ce pas est pris à 0.004 secondes.

$$s(t) \approx \sum_{f_{ech} > 2 * f_{max}} s(n.\Delta t) \cdot \sin c(n.\Delta t)$$

III.7. Choix de l'orientation de l'étude

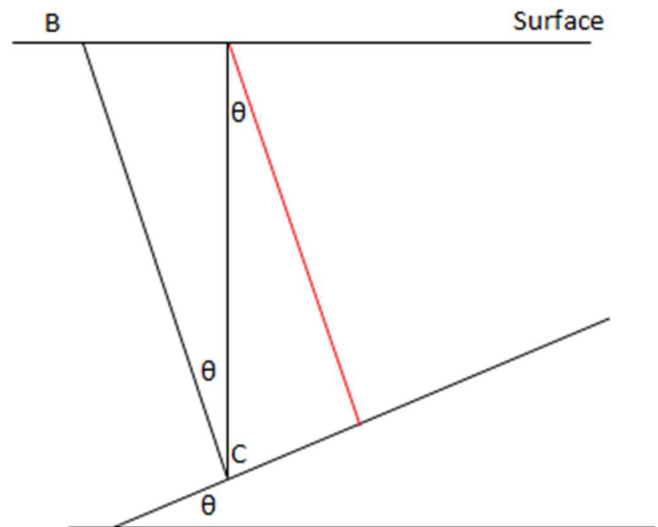
- En sismique conventionnelle il est judicieux et utile d'orienter les lignes sismiques dans le sens du pendage des couches géologiques.
- En 3D, il est par contre important de faire passer les lignes dans la direction qui offre le minimum d'obstacles en surface.
- Parfois il est utile d'orienter les lignes orthogonalement au pendage pour simplifier les procédures de traitement.

III.8. Détermination du temps d'enregistrements optimale

Le point C de profondeur z sera enregistré en B allongeant la trajectoire d'une quantité qui est une fonction du pendage :

$$t_0 = \frac{2 \cdot \overline{BC}}{V_{rms}} = \frac{2 \cdot \overline{AC}}{V_{rms} \cdot \cos(\theta)}$$

L'augmentation du temps d'enregistrement est l'inverse du $\cos(\theta)$.



III.9. Détermination des plages d'offsets

Sur le tir sismique ci contre figure (après correction NMO avec une bonneloi de vitesse et addition en offset constant), il est possible de déterminer les offsets minimum et maximum en fonction des objectifs ciblés.

-La détermination de la plage des offsets obéit à plusieurs critères dont le plus important reste l'atténuation des multiples.

-La relation de dix à deux termes sera utilisée pour évaluer l'offset minimal (X_{min}) et l'offset maximal (X_{max}) qui est autour de 0.65 fois la profondeur de l'objectif.

-Il est utile de prévoir des X_{max} allant jusqu'à 1.2 fois la profondeur de l'objectif pour d'éventuelles analyses lithologiques

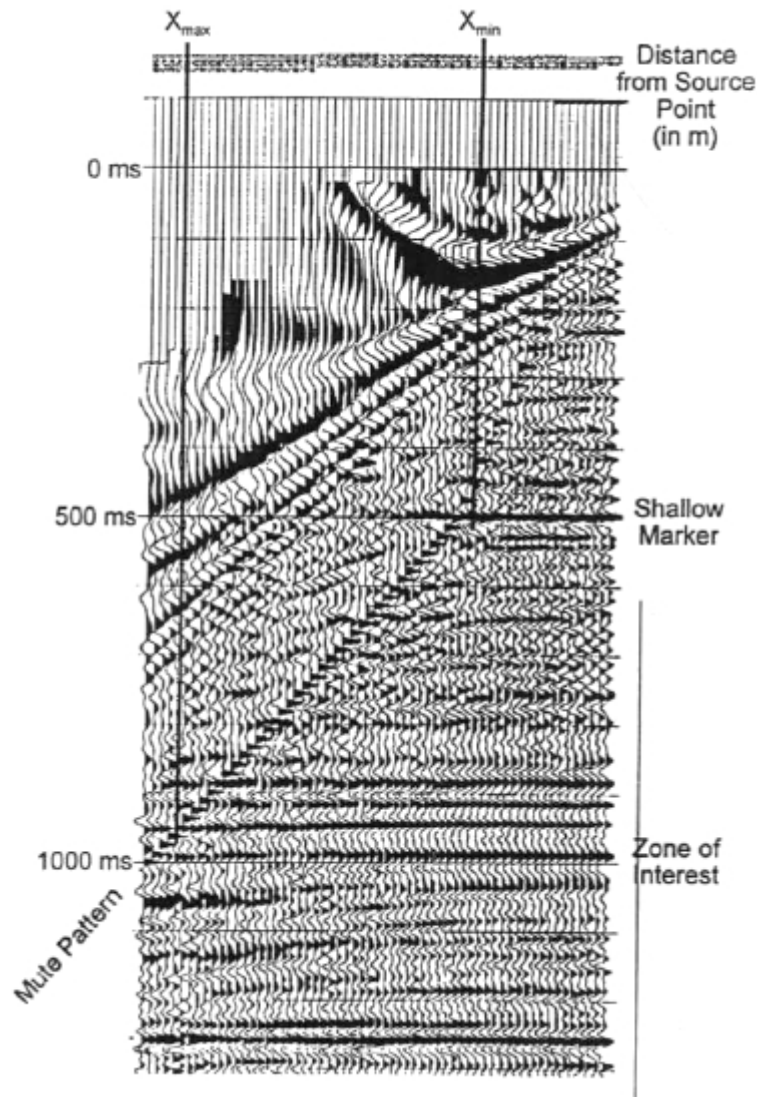


Figure III.8 : Définition des plages d'offsets

III.10. Influence des paramètres d'acquisitions sur l'exploitation de l'étude 3D

Les paramètres d'acquisitions ont une influence directe sur certaines opérations de traitements :

- **Migration**

La migration nécessite une attention spéciale lors de design. Les événements diffractés (ainsi que la dispersion des rayons sismiques) dans la subsurface imposent une extension spatiale de l'étude 3D (et parfois même temporelle), cette exigence est dans le but de prendre en charge la dispersion des rayons réfléchies renvoyés par des structures convexes, ou par les terrains ayant un fort pendage qui vont dépasser la grille 3D des récepteurs.

- **Analyse de vitesse**

La plupart des algorithmes d'analyse de vitesse en 3D utilise l'azimut et d'autres informations pour la construction de plots et la détermination des vitesses de stack, ces algorithmes

exigeant que la répartition des offsets et azimuts soit bien faite dans les bins pour que les analyses donne de bons résultats.

Les analyses de vitesses sont généralement réalisées dans des super bin, cela impose la connaissance de la variation des distributions d'offsets et d'azimuts d'un bin à l'autre, une mauvaise répartition des plages d'offsets ou l'absence des horizons superficiels dans les traces proches causent des problèmes lors de ces analyses.

Les analyses de vitesses sont performées dans la direction dite « strike direction » qui est une direction perpendiculaire à la direction des forts pendages figure III.9 (cela implique que les vitesses de stacks trouvées ne sont pas affectées par les pendages).

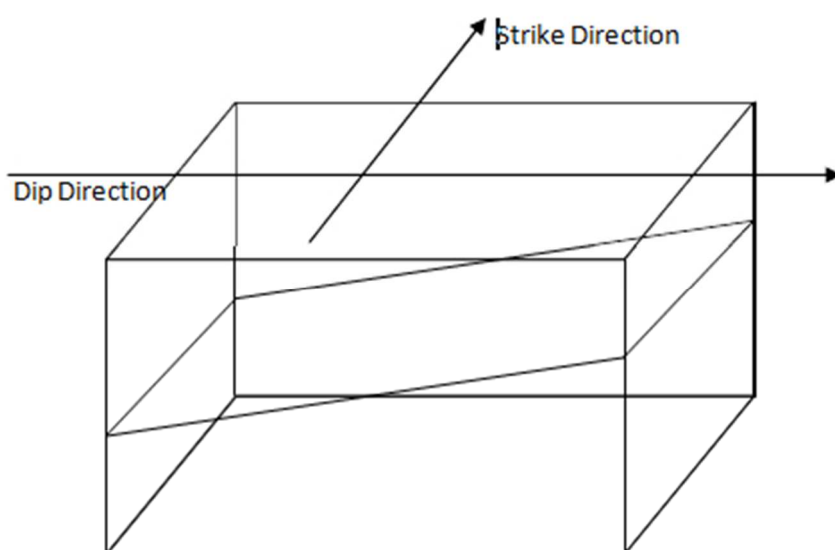


Figure III.9 : Définition des directions relatives au pendage

III.11. Importance de l'azimut pour les analyses de vitesses :

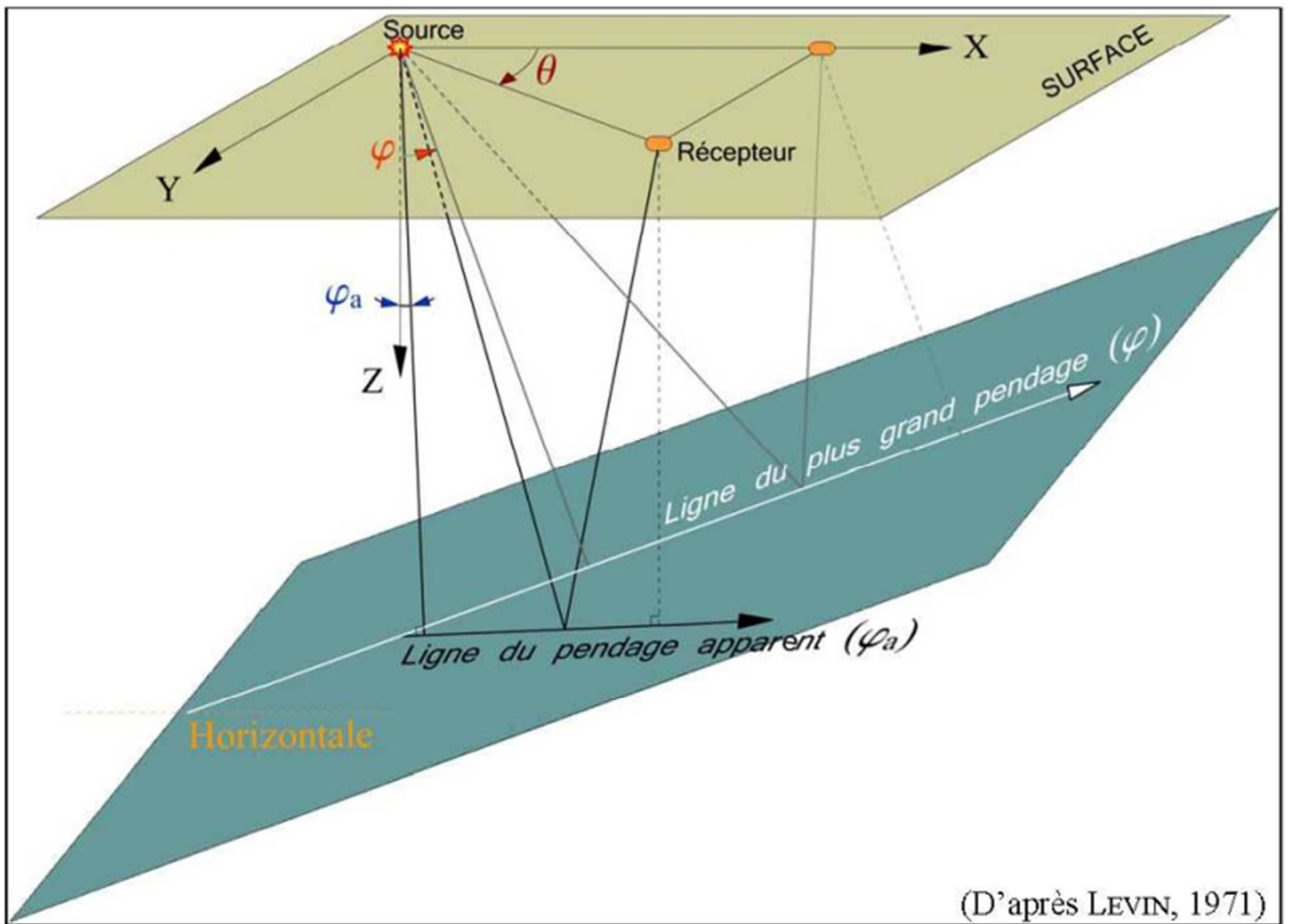


Figure III.10 : Effet de l'azimut sur la détermination de la vitesse

-La distribution azimutale des couples émetteurs récepteurs (E-R) dans une cellule de données (bin) est fonction du dispositif de réception choisi.

-Une bonne distribution azimutale est celle qui présente de bons éventails d'offsets. Des ellipses de vitesses, en présence de forts pendages (), peuvent dans ces cas être facilement calculées

avec : V_{nmo} : la vitesse de correction dynamique

V_{rms} : Vitesse quadratique moyenne au dessus du réflecteur

θ : Azimut

φ : Pendage structurale

III.12. Calcul des statiques réfractions

Dans le cas où la région d'étude présente une zone altérée importante et des problèmes de statistiques, certaines concentrations lors du design doivent être faites pour focaliser une partie de l'énergie émise pour résoudre ce problème.

-DMO (Dip Move-out)

L'application de traitement DMO est meilleure si la surface d'acquisition est échantillonnée avec tous les azimuts et selon toutes les directions.

Évidemment ce n'est pas possible. Les techniques de traitement modernes peuvent compenser ce manque, mais une bonne planification produira de meilleurs résultats.

-Analyse AVO, AVA

Si les analyses AVO (amplitude versus offset) et AVA (amplitude versus azimuth) font partie de la séquence de traitement 3D prévue pour cette campagne. Une bonne distribution d'offset et azimut est exigée dans ce cas.



CHAPITRE IV : LE DESIGN
PARALLELE VS ORTHOGONAL



Chapitre IV : Le Design Parallèle Vs Orthogonal

IV.1 Introduction

Le profilage parallèle enregistre l'information de la zone sous investigation par une série de profils classiques 2D, très proches les uns des autres jusqu'au recouvrement complet de la zone; il est largement utilisé en sismique marine en raison de la rigidité de la géométrie d'acquisition imposée par les sources et les "streamers" (gainés marines contenant les hydrophones) qui sont tractés par le bateau enregistreur.

Associées à cette technique, utilisée en sismique marine, des techniques d'acquisition plus élaborées sont actuellement mises en œuvre, apportant chacune un niveau plus ou moins consistant de réduction des coûts d'acquisition. Les principales sont:

- Enregistrement par cercles sécants ;
- Enregistrement par croisement de paires de profils (AGIP) ;
- Enregistrement par deux streamers et deux sources tractés par le bateau enregistreur ;
- Enregistrement par deux bateaux tractant chacun deux sources et deux streamers.

Le profilage parallèle est inhérent en sismique marine 3D grâce à ses aspects pratiques, en disposant les canons à air et les câbles d'hydrophones derrière un vaisseau. En sismique marine, il ya autant de lignes sources que réceptrices pour créer une couverture totale (full fold), ce qui n'est pas le cas en sismique terrestre. Le profilage parallèle est largement utilisé en marine vu la rigidité de la géométrie d'acquisition imposée par les sources et les récepteurs.

En ce qui concerne la sismique terrestre, le profilage parallèle a été largement utilisé aux débuts de l'apparition de la sismique 3-D. Alors que les points sources occupent une ligne, les récepteurs enregistrent non seulement le long de la ligne source la plus proche, mais aussi le long des lignes réceptrices parallèles qui l'avoisinent. La distribution du Xmin a des valeurs presque nulles sur les lignes sources. La distribution d'offset dans tout les bins occupés est excellente. Mais, un échantillonnage inadéquat dans la direction In-line peut changer le design complètement, car beaucoup de bins seraient vides. En utilisant le profilage parallèle, beaucoup d'avantages se présentent mais d'un autre coté on aura une pauvre distribution d'azimuts et aussi un pauvre échantillonnage In-line.

Etant donné que les lignes réceptrices enregistrent simultanément à partir d'une seule ligne source parallèle, les lignes du swath sont créés à mi-chemin entre les lignes sources et réceptrices. Ce type d'acquisition présente un arrangement azimutal très limité et induit l'existence des offsets répétitifs (redondance des offsets).

L'effort consentit actuellement sur cette classe d'acquisition porte essentiellement sur la manière de réduire les coûts d'acquisition en imaginant des géométries à moindres prix et facile à mettre en œuvre par le personnel ordinaire des compagnies de prospection.

La distribution des offsets sur les collections récepteur et source commune est excellente ; ce qui n'est pas le cas en collection CMP. La distribution azimutale est réduite.

Un échantillonnage inadéquat dans la direction cross-line rend la technique mal adaptée ainsi que la présence d'une couverture hétérogène (forte pour la direction In-line et faible pour la

direction cross-line). Pour ces raisons, certaines compagnies préfèrent des lignes de tir et de réception qui ne coïncident pas. On obtient ainsi une grille couvrant toute l'étude dont la taille est directement liée aux pendages à restituer.

IV.2. Application du profilage parallèle à notre étude

Le périmètre de Timimoun est divisé en quatre zippers (Fig.IV.1). Dans ce chapitre, nous allons appliquer le design parallèle sur un seul des quatre zippers du périmètre d'étude (le bloc nord) qui est représenté dans la figure IV.1. Nous allons par la suite le comparer avec deux designs orthogonaux, le narrow azimuth et le wide azimuth.

Le Périmètre de Timimoun, correspond aux blocs 325a et 329 qui figurent dans la figure III.1.b Il est situé dans le Sahara central Algérien à 870 km au Sud-Sud/Ouest d'Alger et à 630 km au Sud Ouest de Hassi Messaoud (Fig. IV.1). Il fait parti du bassin de Timimoun, sur le plateau de Tademaït à environ 180 km à l'Est de la localité d'Aougrou, Daïra de Timimoun, Wilaya d'Adrar. L'étude actuelle entoure l'étude 3D antérieure « Irharen » effectuée en 2005 dans le plateau de Tademaït.

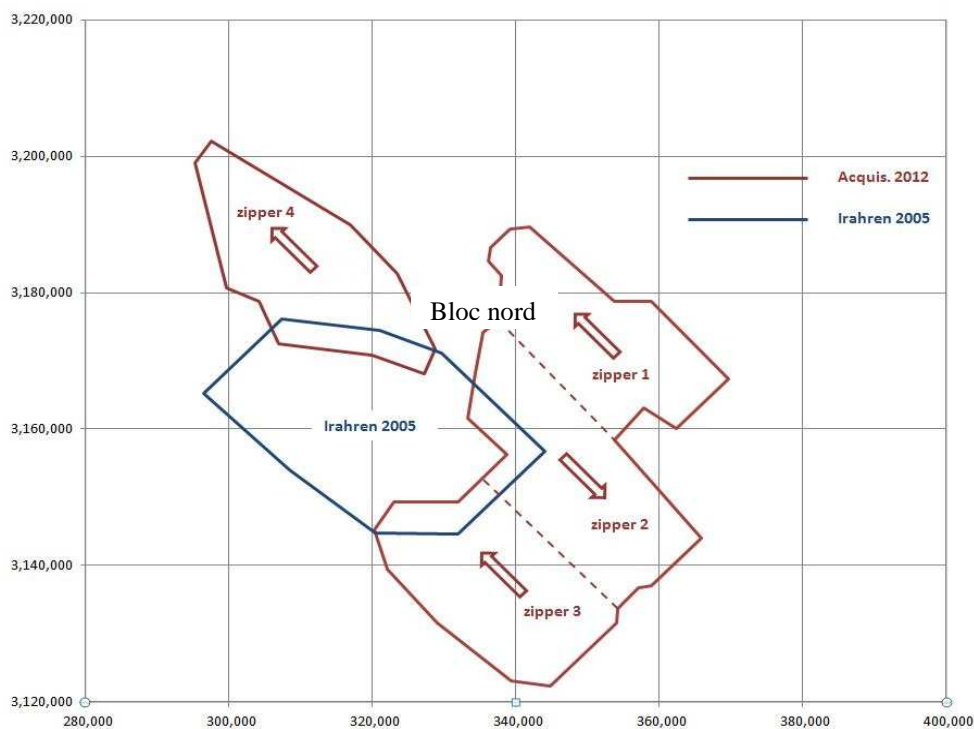


Figure IV.1 : Plan de position de l'étude actuelle et sa division en 4 zippers

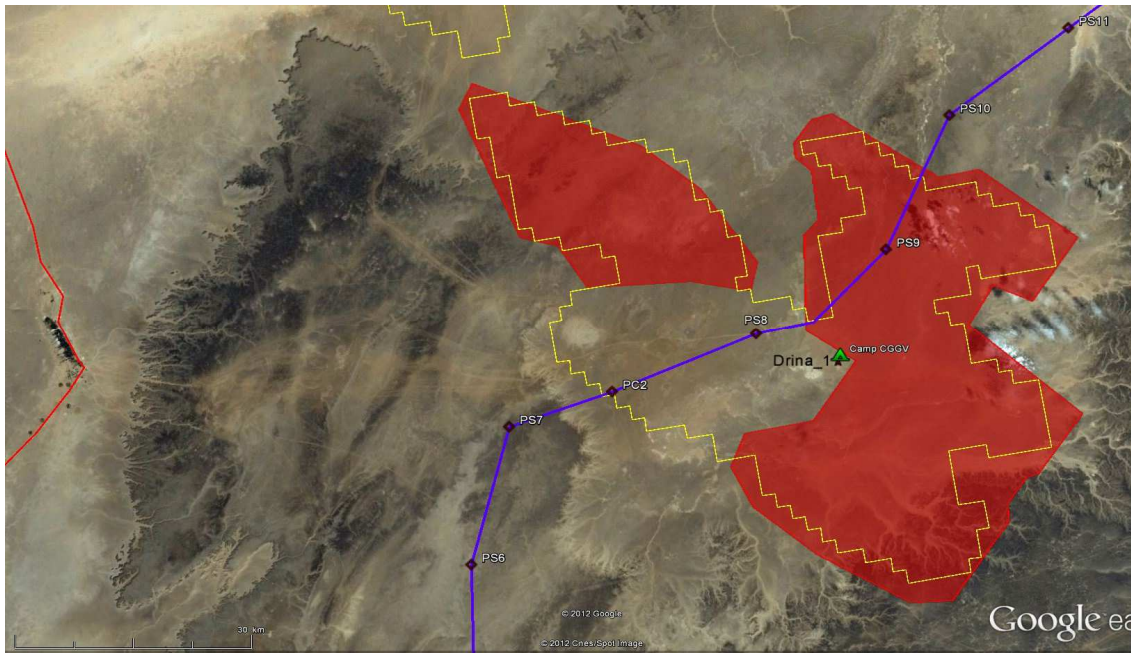


Figure IV.2 : Image satellitaire de la région de

IV.2.1 Paramètres de l'étude

Dans cette étude nous allons utiliser les paramètres suivants :

Receiver

- Nombre de géophones par station 12
- Distance inter-trace 25 mètres
- Distance inter-lignes réceptrices 250 mètres
- Azimut des lignes réceptrices 45°

Source

- Source utilisée Vibroseis
- Distance inter-tir 25 mètres
- Distance inter-lignes sources 200 mètres
- Azimut des lignes sources 315°

Bin

- Taille du Bin 12.5 m × 12.5 m

IV.3 Mise en œuvre du design parallèle

Plusieurs logiciels ont été conçus par différentes compagnies pétrolières dans le but de faciliter l'exécution de la phase de pré-planning d'une étude sismique, entre autres on cite :

- **Mesa** : de la compagnie Américaine GMG image (Green Mountain Geophysics, branche de GX Technology dont l'office est au Colorado, USA), l'un des softs les plus utilisés pour sa simplicité.
- **Omni 3D**: de la compagnie Canadienne GEDCO. Développé en 1985 sous la surveillance de Mike Galbraith et Andreas Cordsen. Les centres de recherches ainsi que les sociétés de service dans le domaine d'exploration pétrolière l'utilisent pour sa puissance et sa richesse en matière de modules.
- **Geoland** : de la compagnie Française CGG. Il est moins utilisé que le Mesa et Omni3D.
- **SPECS** : logiciel de la compagnie Western Geco.

IV.3.1 Géométrie parallèle :

Dans cette partie, nous allons aborder la mise en œuvre de la géométrie parallèle par le logiciel Mesa, en créant un template puis en tirant les attributs sismiques de ce dernier et en les analysant.

IV.3.2. Elaboration d'un design parallèle sur le logiciel « Mesa »

Nous allons élaborer le design parallèle sur le logiciel Mesa suivant les étapes suivantes :

La fenêtre d'affichage principale du Mesa est appelée fenêtre de design (Fig.IV.3). Toutes les éditions de sources et de récepteurs, le suivi des attributs et les opérations de filtrage sont effectuées dans cette fenêtre.

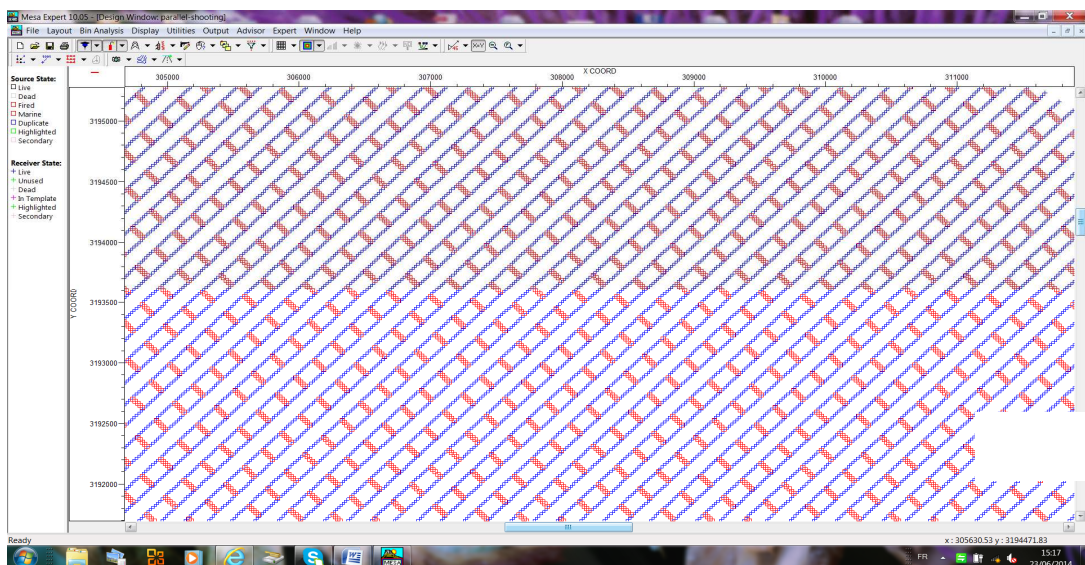


Figure. IV.3 : Fenêtre de

Pour construire un design sur le « Mesa », il faut suivre les étapes suivantes :

- Pour créer une nouvelle base de données, cliquez sur File - New Database (Fig.IV.4).

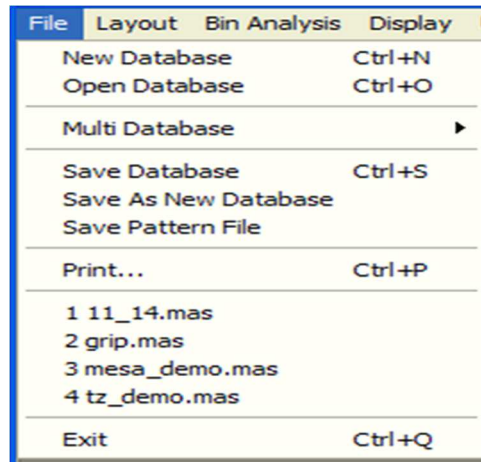



Figure IV.4 : Création d'une nouvelle base de données

- Pour créer le polygone qui délimite la région d'étude (Fig.IV.5) :
 - Cliquez sur Exclusion Display/Options-Edit exclusion.
 - Cliquez sur l'icône polygone  qui va apparaître dans le sous menu.
 - Cliquez sur Exclusion Définition et commencez à introduire les coordonnées.

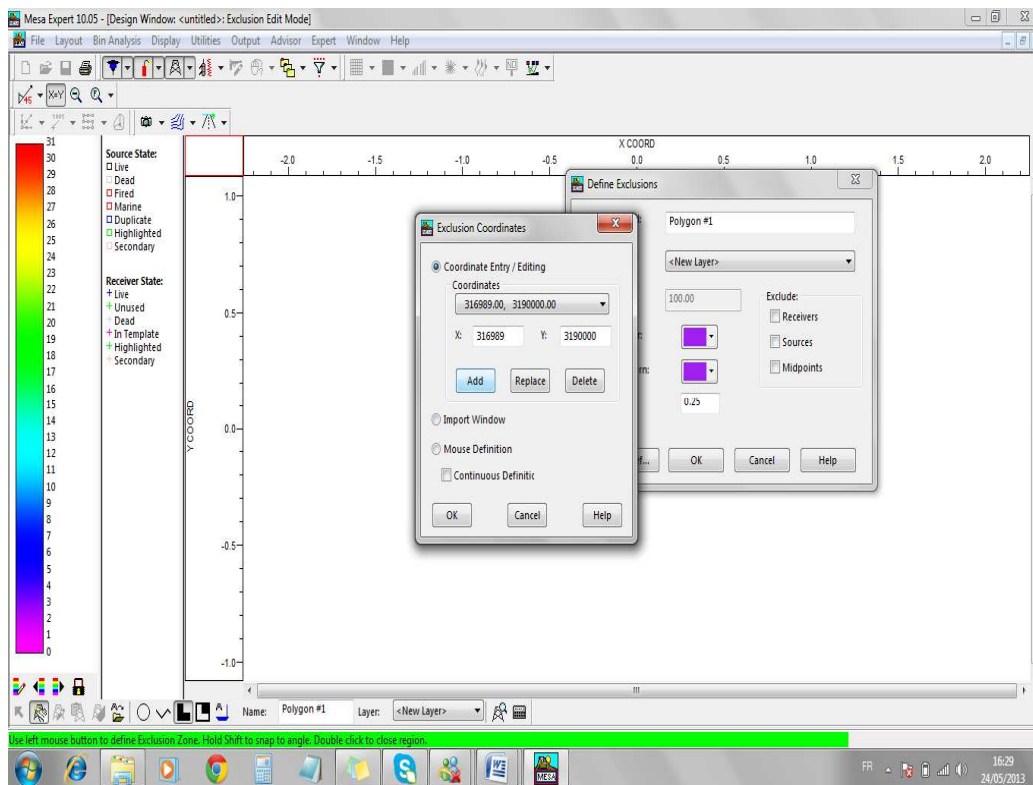


Figure IV.5: Création du polygone

Une fois que toutes les coordonnées sont introduites, un polygone s'affichera comme le montre la figure (IV.6).

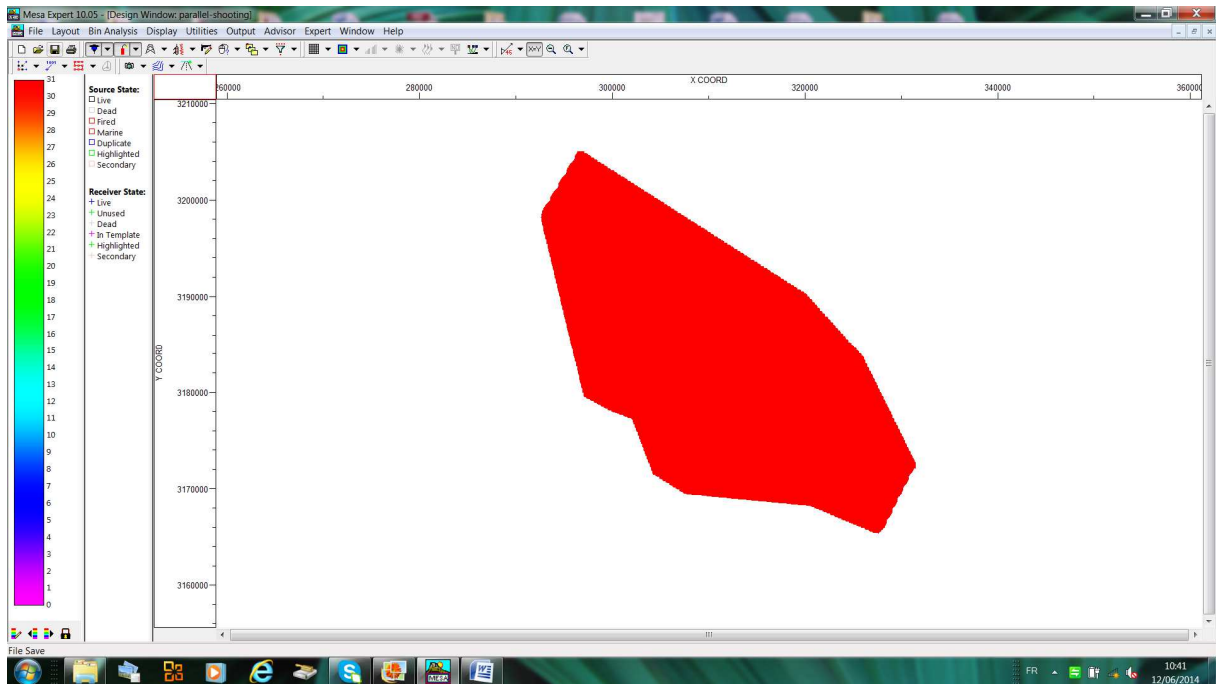


Figure IV.6 : Polygone de l'étude

IV.3.3.Paramètres du receiver :

- Pour introduire les paramètres du receiver :
 - Cliquez sur Layout- Receiver- Lines/Bricks (Fig.IV.7).

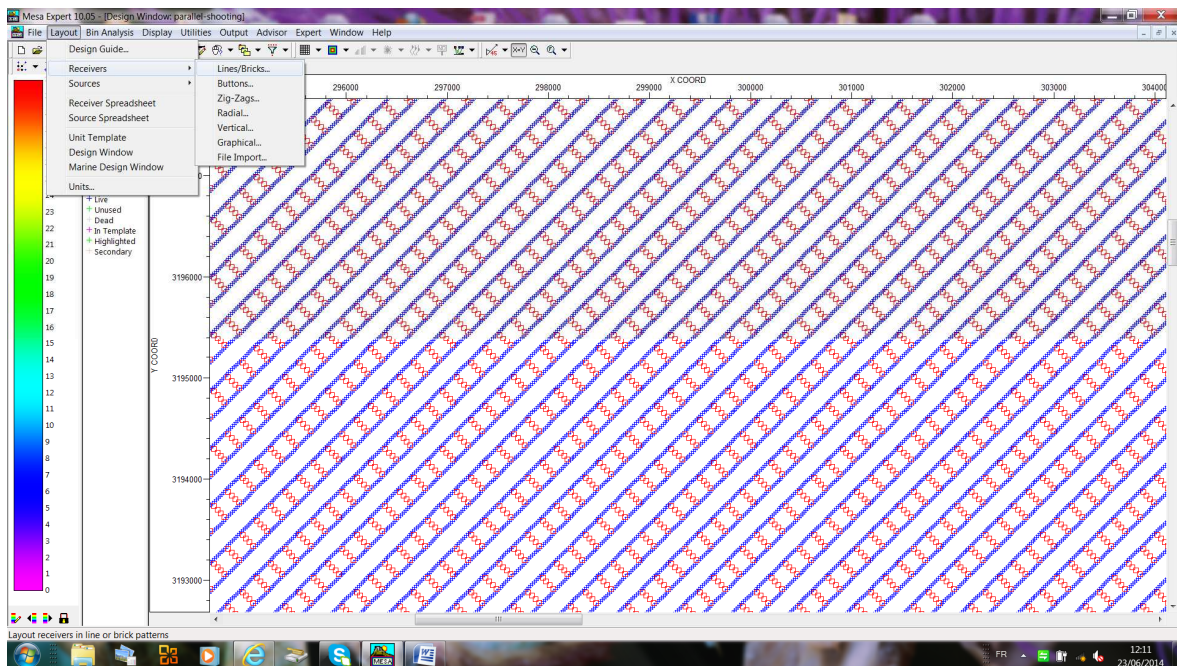


Figure IV.7 : Introduction des paramètres du receiver

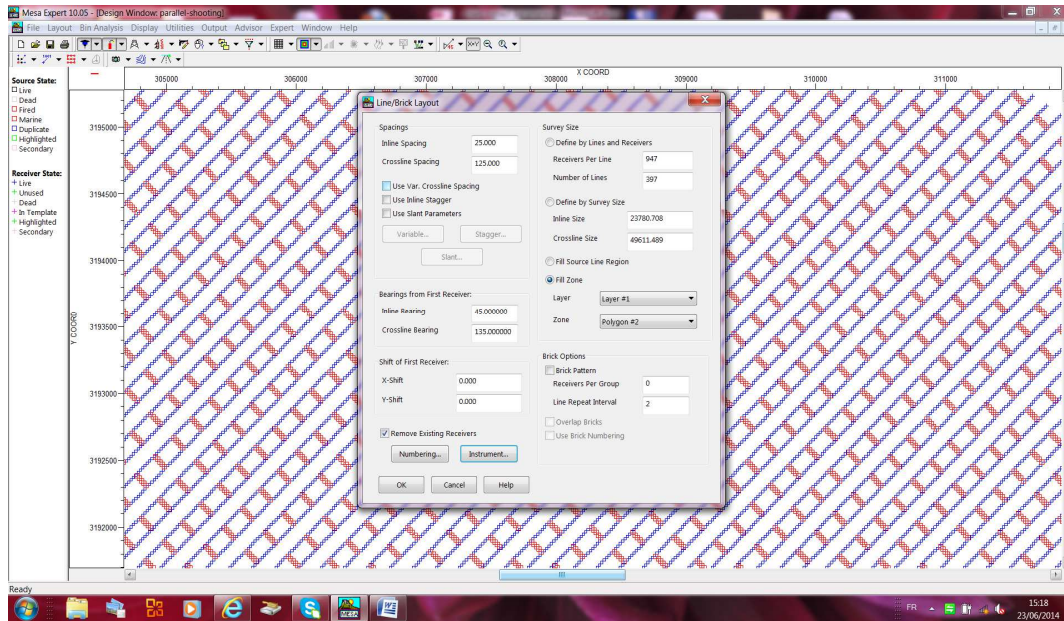


Figure IV.8 : Création du Template

Tel que:

Inline Spacing: Distance inter-récepteurs.

Crossline Spacing: Distance entre les lignes réceptrices.

IV.3.4.Paramètres de la source :

➤ Pour introduire les paramètres de la source :

- Cliquez sur Layout- Source - Lines/Bricks.

- Introduisez les paramètres suivants:

Inline Spacing: Distance inter-sources.

Crossline Spacing: Distance entre deux lignes sources.

Pour positionner les sources et les récepteurs sur la surface d'étude :

- Introduisez les valeurs des distances interlignes sources et réceptrices ainsi que la valeur de l'azimut (bearing) (Fig.IV.9).

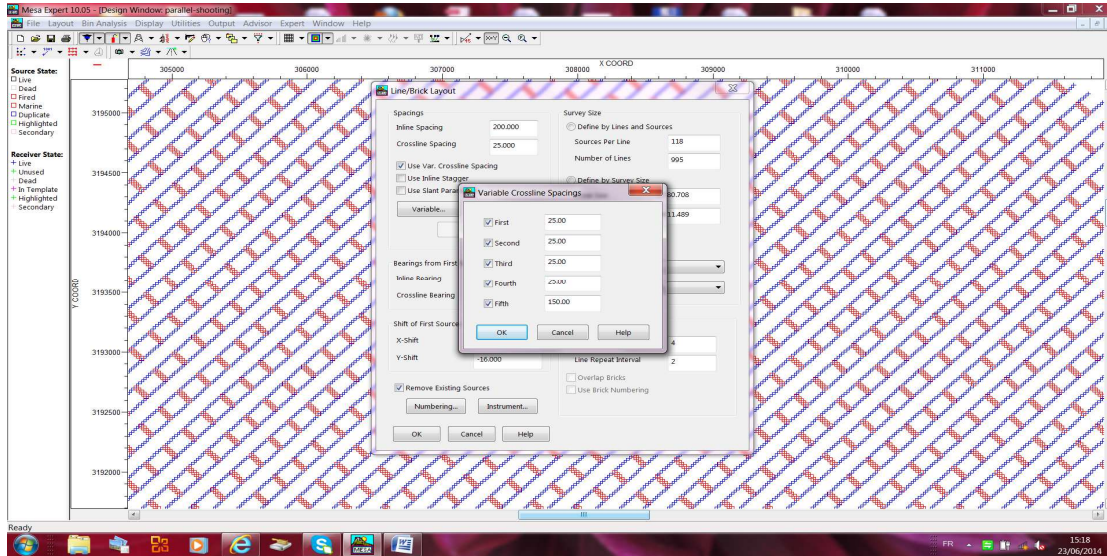



Figure IV.9 : Introduction des paramètres de la source

- Cliquez sur shoot  dans la barre d'outils pour positionner les sources et les récepteurs sur le Template préétabli.

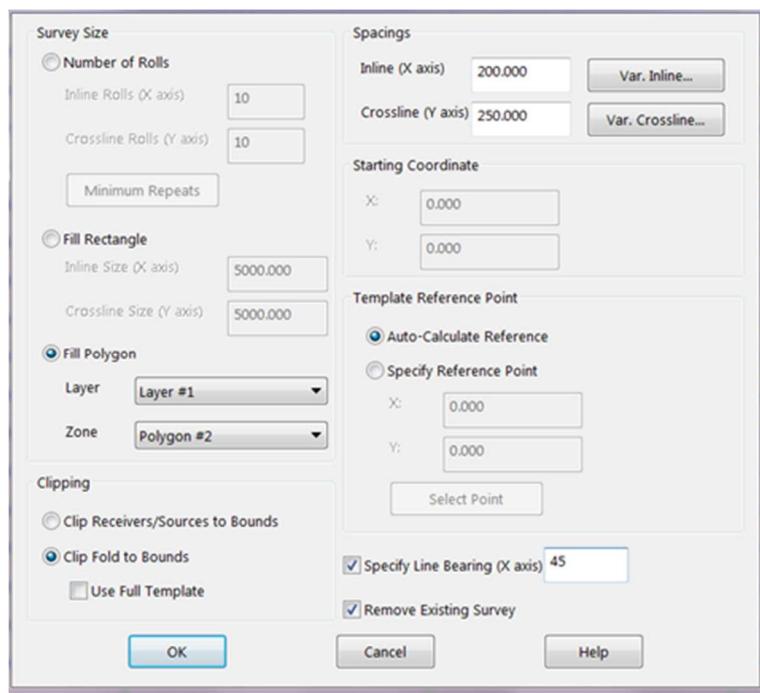


Figure IV.10 : Introduction des paramètres de shooting

IV.3.5 Extraction des attributs

Le Mesa a facilité le calcul des attributs tels que : La couverture, Les offsets, Les azimuts . . . etc.

Pour effectuer le calcul de la couverture et les offsets, on procède comme suit :

- Cliquez sur Bin Analysis-Fold Calculation (Fig.IV.11).



Figure IV.11: Calcul de la

- Sélectionnez Fold, Offsets, and Azimuth dans la fenêtre qui va apparaitre (Fig.IV.12).

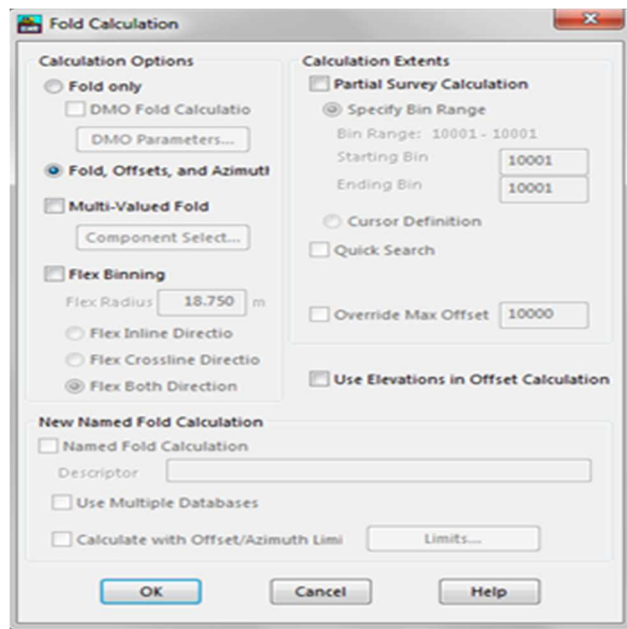


Figure IV.12: Calcul des attributs du design

- Une fois que le calcul est terminé, une barre d'outils s'affichera (Fig.IV.13).
- A partir de cette barre d'outils (Fig.IV.13), vous pouvez afficher la couverture, la distribution des offsets et celle des azimuts.



Figure IV.13: Barre d'outils des attributs du

-Pour extraire le rose diagramme ainsi que les histogrammes, on appuie sur bin analysis- bin statistics comme le montre la figure (Fig.IV.14)



Figure IV.14: Affichage des attributs

IV.4.Analyse des attributs et comparaison entre les designs parallèle et orthogonal

Introduction

Dans cette partie, nous allons analyser les attributs du design établi par le Mesa et par la suite le comparer à celui établi auparavant et choisir celui qui convient le mieux à notre étude. Les attributs mis en question sont : la couverture totale (full fold), la distribution des offsets, la distribution des azimuts, le spider diagramme et le rose diagramme.

Le design qu'on a établi est de type parallèle. Le template est constitué de 24 lignes, avec 240 récepteur/source par ligne. La taille du bin est 12.5×12.5 m. La distance inter-source est égale à celle inter-récepteur 25m, tandis que la distance inter lignes sources est de 150 m et la distance inter-lignes réceptrices est 200 m.

Nominal Fold	90
Min Fold	1
Max Fold	90
Full Fold Area	1172,98 km ²
Max Offset	3339 m
Min Offset	16 m
Max Min Offset	3148 m
Min Max Offset	3081 m

Tableau IV.1: Statistiques de la couverture et d'offset

Sources / sq Km	67.46	Receivers/ sq Km	215.92	Inline Bins	1901
Source Spacing (m)	25	Receiver Spacing (m)	25	Cross-line Bins	3949
Source Line Spacing (m)	200	Receiver Line Spacing (m)	150	Bin Size	12.5 × 12.5

Tableau. IV.2: Statistiques des sources, receivers et Bins

IV.4.1. Design parallel shooting

IV.4.2. Attributes

IV .4.2.1. Couverture totale

La figure IV.15 montre la distribution de la couverture totale sur le périmètre d'étude, zipper 4 dans notre cas.

Les tableaux (10) et (11) montrent les statistiques sur l'offset, la couverture, les sources, les récepteurs et les Bins

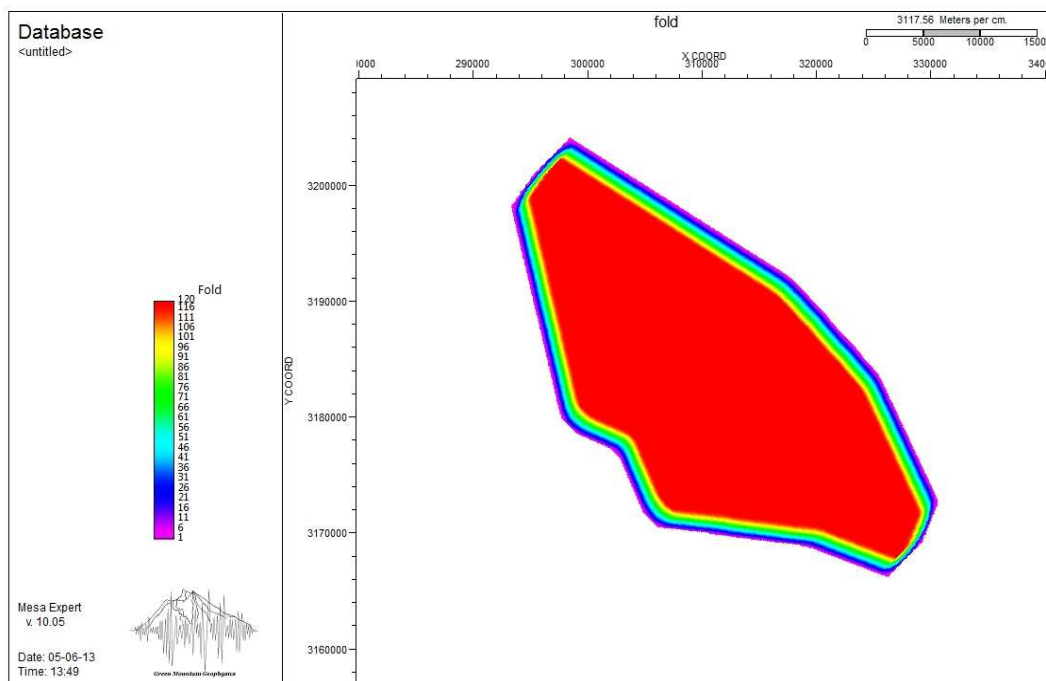


Figure IV.15: Couverture totale

Interprétation

La couverture nominale est égale à 90.

L'analyse des statistiques des tableaux (10) et (11) montre que :

- ❖ Le nombre des sources dépasse celui des récepteurs, la densité des sources est inférieure à celle des récepteurs cela montre que ce design a été conçu pour mettre l'effort sur les points sources.
- ❖ Une distribution d'offset allant de 16 m jusqu'à 3339 m.
- ❖ Une surface en couverture complète de 1172,98 Km².

IV.4.2.2 Distribution des offsets

Les figures IV.16.(a) et (b) représentent respectivement le graphe de distribution des offsets et l'histogramme des offsets.

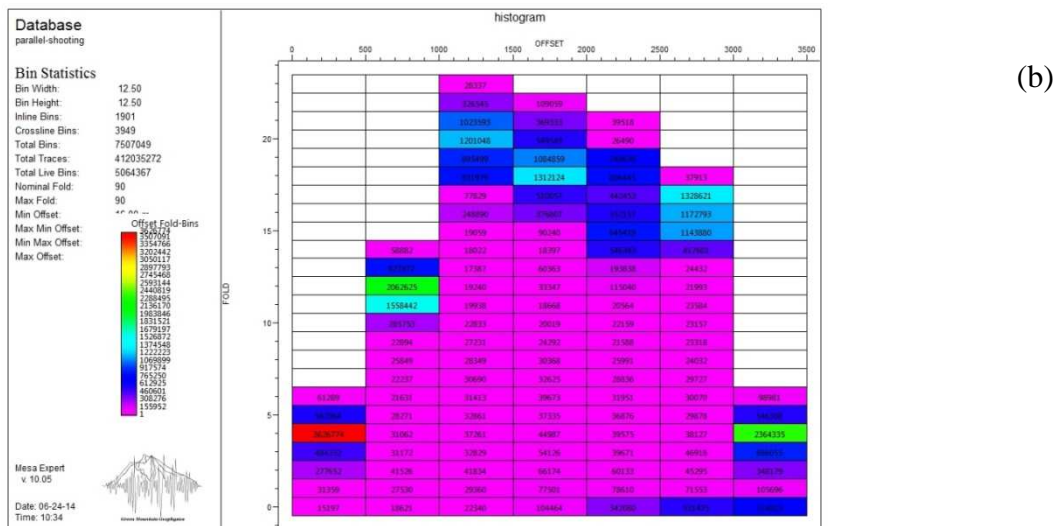
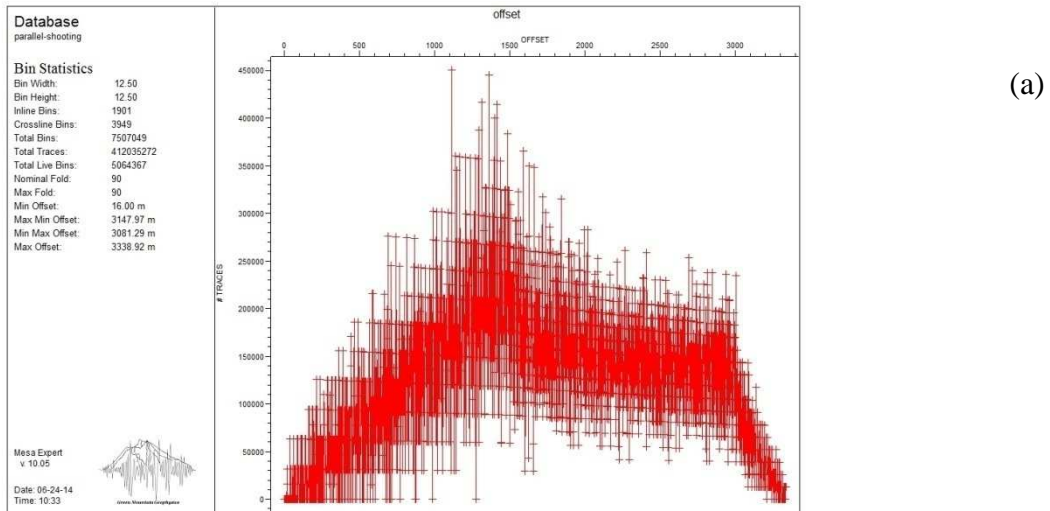


Figure IV.16 (a) : Distribution des offsets

(b) : Histogramme d'offset

Interprétation

D'après les figures IV.16.(a) et (b) on voit que :

- Les offsets [1000m-1500m] ont la couverture la plus optimale, par une moyenne de 300000 traces.
- La plage d'offset [1500m-3000m] est couverte par 150000 traces.
- La plage d'offset [500m-1000m] est couverte par 150000 traces.
- La plage d'offset [0m-500m] est couverte par 80000 traces.

Cela signifie que les couches de profondeurs allant de 1000 à 1500 m sont mieux visualisées que les autres couches qui varient entre [0m-1000m] et de [1500m-3000m] de profondeur.

IV.4.2.3. Distribution des azimuts

Les figures (IV.17). et (IV.18) représentent respectivement la distribution des azimuts par Bin (spider diagramme) et celle des azimuts.

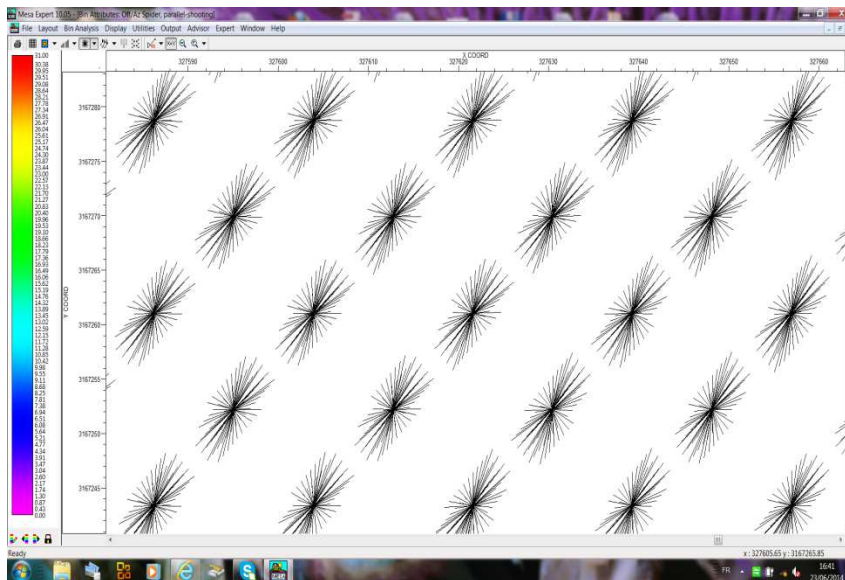


Figure IV.17. Distribution des azimuts par Bin

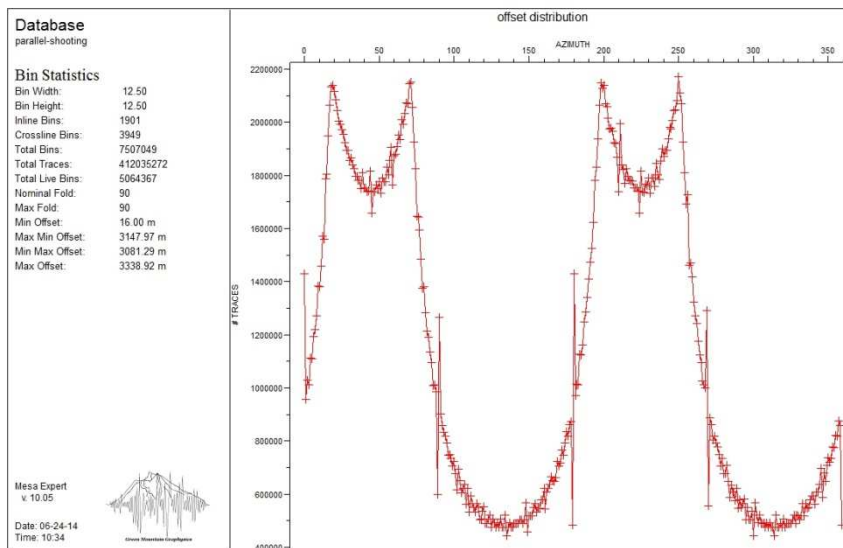


Figure IV.18. Distribution des azimuths

Interpr

D'après la figure IV.17, il est bien clair qu'on a une mauvaise distribution azimutale au niveau des Bins, par conséquent ; la superficie couverte en subsurface est très restreinte.

L'analyse de ce graphe (figure IV.17) montre :

- Une distribution étroite des azimuts : les angles nominaux sont compris entre [20-70], [200-250].
- Les autres azimuts [0-20], [70-200] et [250-360] sont très mal couverts (environ 300000 traces pour chacune).
- On remarque que la distribution des azimuts est unidirectionnelle.

IV.4.2.4. Rose diagramme

La figure IV.19 représente le rose diagramme de notre design parallèle.

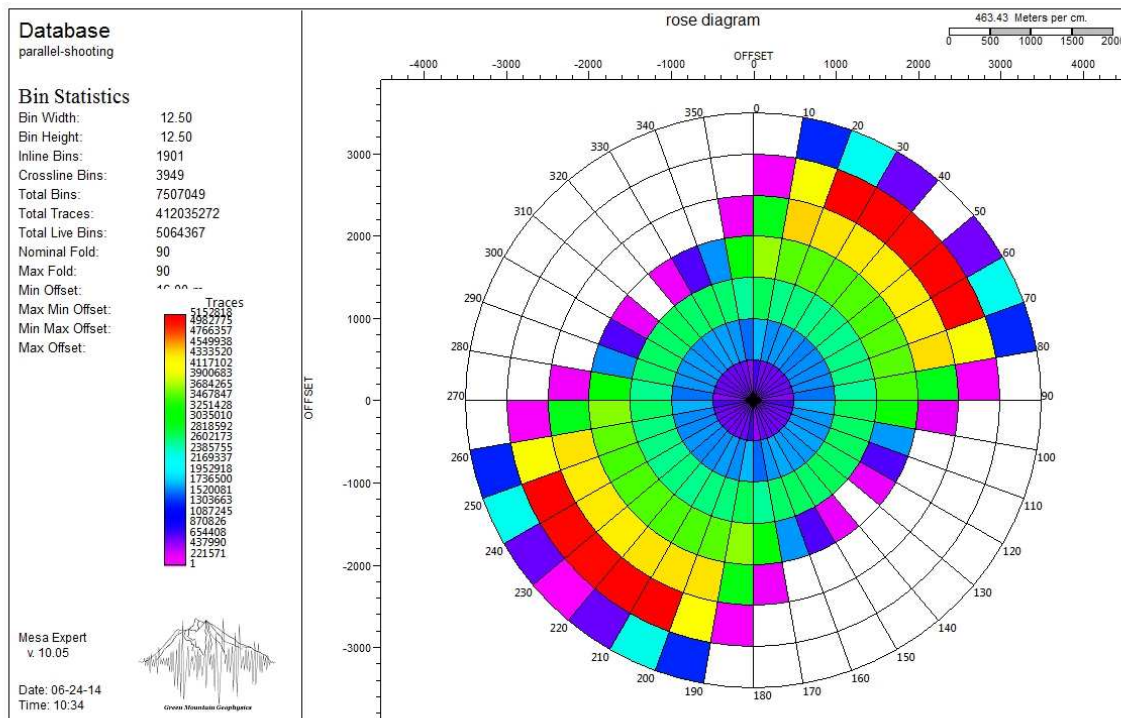


Figure IV.19: Rose diagramme

Interprétation

Le pas d'azimut est pris à un angle de 10° et le pas d'offset à 1000m. D'après le rose diagramme, on constate que :

- La plage d'offsets allant de 1100 à 2900 m a une bonne couverture azimutale, qui est entre 20 et 70°.
- Les autres directions ont une couverture d'offset nulle.
- Ce qui fait que la distribution azimutale est unidirectionnelle, ceci confirme le constat fait à partir du spider diagramme.

IV.5. Comparaison entre les résultats du parallèle shooting et ceux de l'orthogonal wide azimuth

A partir de l'analyse et la comparaison des attributs qu'on a établis, qui sont : la couverture, la distribution d'offset et d'azimut et qui sont illustrés par les différents graphes et histogrammes, ainsi que les différents paramètres nous sommes arrivés aux résultats suivants :

-La densité des sources est supérieure à celle des récepteurs dans le design orthogonal, tandis qu'elle est inférieure à celle des récepteurs dans le design parallèle.

- L'offset maximum atteint en design orthogonal pour les 3 modèles qu'on avait établis va jusqu'à 5000 m, alors qu'il est de 3000m pour le design parallèle.
- La couverture la plus optimale des offsets pour le parallèle est de 300000 traces, qui représente presque la moitié de celle du design orthogonal (environ 700000 traces).
- L'azimut couvert dans le design parallèle est dans une seule direction [20-70°]. Par contre le design orthogonal wide azimuth a une distribution uniforme des azimuts dans toutes les directions.

Conclusion

Chaque type de ces deux designs possède ses avantages et ses inconvénients. Néanmoins, il faut toujours penser à réaliser l'équilibre coût qualité.

En comparant les résultats obtenus de l'analyse de la distribution d'offsets des designs parallèle shooting et orthogonal, il est bien clair que le design orthogonal couvre en même temps les near, mid et far offsets, par contre le parallèle couvre seulement les mid offsets.

La couverture obtenue du design parallèle est de rapport 1/2 à 1/3 par rapport à celle obtenue avec le design orthogonal (selon les 3 designs qu'on avait établis).

De l'analyse des azimuts et du rose diagramme, on constate que le design orthogonal présente une meilleure distribution azimutale dans toutes les directions par rapport au design parallèle qui a une distribution unidirectionnelle. En outre, le design orthogonal présente la meilleure couverture en subsurface.



CONCLUSION GENERALE

[Sous-titre du document]



[DATE]

[NOM DE LA SOCIETE]

[Adresse de la société]

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce mémoire de fin d'études est d'établir un design de type parallèle pour l'étude sismique 3D « DZA 3262 » qui a eu lieu sur le périmètre de Timimoun. On a établi un design de type parallèle avec le logiciel Mesa dans le but d'en tirer les attributs sismiques et les analyser.

Nous sommes passés ensuite à l'analyse des attributs du design un par un, puis à la comparaison de ces derniers à ceux de l'orthogonal. Les attributs qu'on a tiré de chaque design sont :

- La couverture totale ;
- La distribution des azimuts ;
- La distribution des offsets.

Le design parallèle a une couverture médiocre pour les fars offsets, par conséquent ; il ne couvre pas notre objectif géologique qui se trouve à 4000m de profondeur. Donc, il rate certaines structures de l'objectif géologique de l'étude, ce qui n'est pas recommandé. Par contre le design orthogonal couvre les offsets fars aussi bien que les nears offsets, et avec une excellente couverture.

Le design orthogonal de type wide azimuth présente une couverture de 240, cette valeur est diminuée en 5/2^{ème} pour le design parallèle (90).

D'après l'analyse du rose diagramme, le design orthogonal présente une meilleure distribution azimutale dans toutes les directions par rapport à l'autre design. Ce dernier présente une distribution azimutale faible et unidirectionnelle.

En conclusion, entre les deux designs analysés l'orthogonal est jugé le plus optimal, car il offre une meilleure couverture azimutale ; par conséquent, on ne sera pas limité par le choix de la direction d'orientation de notre étude. De plus, il nous donne la couverture la plus élevée.

Nous recommandons fortement l'application du design orthogonal Wide azimuth sur le périmètre de Timimoun. Car il assure la bonne qualité des données sismiques et couvre totalement l'objectif géologique qui se trouve à 4000m de profondeur.

Néanmoins, le choix d'un design optimal pour une sismique 3D n'est pas le même pour toutes les études. Le choix revient à la nature de la subsurface, à l'objectif géologique, au traitement qui va se faire et au budget fixé pour la réalisation de l'acquisition sismique 3D.

Bibliographie:

- 1-Cordsen, A., Galbraith, M. and Peirce, J. (2000) Planning land 3-D seismic surveys - SEG Series n09 - Bob A. Hardage Ed. Yilmaz, O. (1987) Seismic data processing, SEG, Tulsa.
- 2-Vermeer, G.J.O. (1998) 3-D symmetric sampling, *Geophysics*, 63, 1629-1647.
- 3-Liner, C.L. and Underwood, W.D. (1999) 3-D seismic survey design for linear $v(z)$ media, *Geophysics*, 64, 486-493.
- 4-Chun, J.H. and Jacewitz, C. (1981) Fundamentals of frequency - domain migration, *Geophysics*, 46, 717-732.
- 5-Mari, J.L., Glangeaud, F. and Coppens, F. (1997) Signal processing for geologists and geophysicists, Technip Ed.
- 6-Hornman, K. and Vermeer, G.J.O. (2000) Introduction to a 3D design problem, *First break*, 18, 5, 161.
- 7-Meunier, J. and Gillot, E. (2000) 3D seismic survey design: a solution, *First break*, 18, 5, 176-179.
- 8-Lansley, M. (2000) 3D seismic survey design: a solution, *First break*, 18, 5, 162-166.
- 9-Monk, D. and Yates, M. (2000) 3D seismic survey design: a solution, *First break*, 18, 5, 180-183
- 10-Musser, J.A. (2000) 3D seismic survey design: a solution, *First break*, 18, 5, 166- 171.
- 11-Galbraith, M. (2000) 3D seismic survey design: a solution, *First break*, 18, 5, 171-176.
- 12-Vermeer, G.J.O. and Hornman, K. (2000) Introduction to a 3D design problem, *First break*, 18, 5, 184-185.