

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université M'hamed Bougara – Boumerdes

Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
Département de Géophysique, Génie Parasismique
et Phénomènes Aléatoires



Mémoire de fin d'étude
pour l'obtention du diplôme de

MASTER

En Géophysique Pétrolière

Thème

Design et control de qualité en sismique 3D
(Application sur des données de la région
Metlili – Ghardaïa)

Présenté par: LARROUM Oussama

Devant le jury composé de:

Pr. ALLEK K

Président

Dr. AITADJEDJOU Daria

Examineur

Pr. FERAHTIA. J

Encadreur

Juillet 2023

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher père Youcef

A ma chère mère Nadia

A mes chers Frères : weal, walid et Ilyaset

*A mes chers et fidèles amis : Abdelkader,
Zidane, Hicham et Zakaria*

A toute ma promotion 2022-2023

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur le Professeur **FERAHTIA Jalal**, mon encadreur, pour son soutien et son aide tout au long de ce projet. Je le remercie également pour sa disponibilité, ses conseils judicieux qui m'ont permis d'accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de ce mémoire.

Je remercie aussi l'ensemble des enseignants du département géophysique.

En fin, j'exprime ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier le Dr. BOUHELAL Abdelhamid (MCA, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger).

TABLE DES MATIÈRES

_Toc138108442

DÉDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Contexte générale:	1
Problématique:	1
Structure du mémoire:	1
Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LA SISMIQUE 3D	3
I.1 Introduction	3
I.2 Avantages de la sismique 3D	3
I.3 Terminologie de la sismique 3D	4
Chapitre II : DESIGN D'UNE ÉTUDE SISMIQUE 3D	9
II.1 Introduction	9
II.2 Horizons objectifs	9
II.3 Détermination des paramètres d'acquisition	10
II.3.2 Couverture	12
II.3.3 Dimension du Bin	15
II.3.4 Maximum des offset minimum Xmin	18

II.4	Offset Maximum Xmax	19
II.4.1	Distribution des offsets	22
II.5	Distribution d'azimuts	24
II.6	Règle de 85%	25
II.7	Types de Design	26
II.8	Techniques d'acquisition	26
II.8.1.	In-Lineprofiling ou profilage parallèle :	26
II.9	Conclusion	31
Chapitre III : RÉALISATION D'UN DESIGN 3D		33
III.1.	Introduction	33
III.2.	Description de la zone d'étude	33
III.2.1.	Les limites du bloc 22_MTL-3D	34
III.2.2.	Les limites de l'étude 22_MTL-3D	35
III.2.2.1.	Les coordonnées du 2022-MTL-3D (en Out Line)	36
III.2.2.2.	Les coordonnées du 2022-MTL-3D (en Full Fold)	37
III.2.3.	Les coordonnées du Comp	37
III.2.4.	Description du périmètre de l'étude	38
III.2.4.1.	Nature du terrain:	39
III.2.4.2.	Infrastructures et obstacles existante	39
III.3.	Les paramètres d'acquisitions	40
III.3.1.	Géométrie du Template	40
III.3.2.	Paramètres des stations de réception	40
III.3.3.	Paramètres des sources	41
III.3.4.	Paramètres de la taille d'étude	41
III.3.5.	Paramètres de la couverture	41
III.3.6.	Paramètres du Bin	41
III.3.7.	Paramètres du sweep	41
III.3.8.	Paramètres d'enregistrement	41
III.3.9.	Géométrie de la nappe source	42
III.4.	Distribution de la couverture dans la zone d'étude :	42
III.4.1.	Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset minimum [0-2000m]	42

III.4.2. Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset moyen [2001-3200m]	43
III.4.3. Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset long [3201m-4000]	44
III.5 La distribution des offsets	45
III.6. La distribution des azimuts	46
Chapitre IV : CONTRÔLE DE QUALITÉ	48
IV.1. Introduction	48
IV.2. Contrôle des équipements d'acquisition	49
IV.2.1. Contrôle du laboratoire d'enregistrement	49
IV.2.1.1. Test du sommateur	49
IV.2.1.2. Test de corrélateur	49
IV.2.2. Contrôle des sources vibratoires	49
IV.2.2.1. Test de similarité	50
IV.2.2.2. Test de similarité par câble (WireLine)	50
IV.2.2.3. Test de similarité par radio	51
IV.2.3. Distorsion harmonique	52
IV.2.4. Test Géophone	52
IV.2.4.1. Test SMT 200	53
IV.2.4.2. Test Leakage	54
IV.2.4.3. Test Tilt	54
IV.2.4.4. Test Noise	54
IV.2.4.5. Test Tape Top	54
IV.2.5. Tests Instruments	55
IV.2.5.1. Test Géophone	55
IV.2.5.2. Test FDU (Field Digital Unit)	55
IV.2.5.3. Test LAUL (Line Acquisition Unit-Line)	56
IV.2.5.4. Test LAUX : (Line Acquisition Unit - Crossing)	57
IV.2.6. Test DGPS	57
IV.3. Contrôle de qualité des données terrains (QC Daily)	57
IV.3.1. La lecture et préparation des données	59
IV.3.2. Control de mauvais fichiers (FFID)	60
IV.3.3. Contrôle de sweep pilot	61

IV.3.4. La Géométrie Terrain et habillage des traces _____	62
IV.3.4.1. Extraction et transfert des données vers Databaseb _____	62
IV.3.4.2. 3D Feuille de calcul de la géométrie des terres _____	63
IV.3.4.3. Habillage des traces: _____	63
IV.3.5. Contrôle par LMO (LINEAR MOVE OUT) _____	63
IV.3.5.1. Contrôle par Shot LMO _____	64
IV.3.5.2. Contrôle par récepteur LMO _____	65
IV.3.6. Contrôle par RMS_QC _____	67
IV.3.7. Picking _____	69
IV.4. La représentation en sismique 3D _____	70
IV.5. Conclusion _____	71
CONCLUSION GÉNÉRALE _____	73
BIBLIOGRAPHIE _____	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées CLARK 1880 (en OutLine) (EGS 60).....	<u>36</u>
Tableau III-2: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées WGS-84 (en Out Line) (EGS 60).....	<u>37</u>
Tableau III-3: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées CLARK 1880(EGS 60).	<u>37</u>
Tableau III-4: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées WGS-84 (en Full Fold) (EGS 60).....	<u>37</u>
Tableau III-5: Les coordonnées géographiques et WGS-UTM 31 du comp.	<u>38</u>

LISTE DES FIGURES

Figure I-1: Terminologie utilisée en sismique 3D. (Gherib, 2012).	4
Figure I-2: Représentation en 3D des points miroirs d'un bin (Cordsen, 2000).	5
Figure I-3: Terminologie d'acquisition sismiques 3D. (Chaouch, 2004).	6
Figure I-4: Position d'unbox dans un dispositif Swath shooting. (Chaouch, 2004).	7
Figure II-1: Les buts de la 3D pour faire un design. (Gherib D, 2012).	10
Figure II-2: Schéma présentant un réflecteur pente XX_{max} . (Kair F, 2012).	11
Figure II-3: Couverture In-Line couverture d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).	13
Figure II-4: Couverture X-line d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).	14
Figure II-5: Couverture totale d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).	14
Figure II-6: Relation entre la dimension du bin et le rapport (S/B)B. (Benziane et Khalifi, 2012).	15
Figure II-7: Variation de la couverture en fonction de la dimension du bin. (Ghaouch et Mari, 2009).	16
Figure II-8: détection d'anomalie de sable par un bin (24*24°24). (Ghordsen et al., 2000).	16
Figure II-9: La zone de Fresnel avant et après migration en 2D et 3D. (Ghaouch et Mari, 2009).	17
Figure II-10: Xmin avec récepteur source confondue.	18
Figure II-11: (a) Diagonal X_{max} . (b): In-Line X_{max} . (Benziane et Khalifi, 2012).	19
Figure II-12: Interférence des ondes directes et réfractées avec les ondes réfléchies. (Benziane et Khalifi, 2012).	20

Figure II-13: Mute des étirements après NMO. (Benziane et Khalifi, 2012).	21
Figure II-14: Distribution d'offsets dans chaque bin (stick diagramdiagramme). (Gherib D, 2012).	22
Figure II-15: Distribution d'offsets dans chaque bin (stick diagramdiagramme). (Gherib D, 2012).	23
Figure II-16: Distribution d'offsets dans une ligne de bins. (Gherib D, 2012).	24
Figure II-17: Distribution d'azimut dans chaque bin (spiderplot). (Gherib D, 2012).	25
Figure II-18: application de la règle de 85%. (Gherib D, 2012).	25
Figure II-19: Schéma d'un dispositife In-line. (Document ENAGEO).	26
Figure II-20: Schéma d'un dispositife en Swath shooting. (Document ENAGEO).	27
Figure II-21: Schéma d'un dispositif non orthogonal. (Document ENAGEO).	28
Figure II-22: Schéma d'un dispositif en zigzag. (Document ENAGEO).	28
Figure II-23: Schéma d'un dispositif en briques. (Document ENAGEO).	29
Figure II-24: Schéma d'un dispositif circulaire. (Document ENAGEO).	30
Figure II-25: Schéma d'un Dispositif en Button Patch. (Document ENAGEO).	30
Figure III-1: Plan de position de l'étude 22_MTL-3D (EGS 60).	34
Figure III-2: Les limites du bloc 22_MTL-3D (EGS 60).	35
Figure III-3: Les limites de l'étude 22_MTL-3D en (Out Line et Full Fold) (EGS 60).	36
Figure III-4: Plan de situation étude 22_MTL-3D (EGS 60).	38
Figure III-5: Image altimétrique des Reliefs en 3D (EGS 60).	40
Figure III-6: Dispositif de la nappe source.	42
Figure III-7: La distribution de la couverture pour une plage d'offset minimum (0- 2000m) (EGS 60).	43
Figure III-8: La distribution de la couverture pour la plage d'offset moyen (2001-3200m) (EGS 60).	44
Figure III-9: La distribution de la couverture pour une plage d'offset long (3201-4000m) (EGS 60).	45
Figure III-10: Distribution des offsets dans chaque bin (EGS 60).	45
Figure III-11: Distribution des azimuts (EGS 60).	46
Figure IV-1: Vibrateur.	50
Figure IV-2: La réponse du test wire line du vibros.	51
Figure IV-3: Test de similarité par radio (Document ENAGEO).	52
Figure IV-4: Le Géophone (Document ENAGEO).	53
Figure IV-5: Test SMT 200 (Document ENAGEO).	54

Figure IV-6: Description du dispositif d'acquisition (Document ENAGEO).	<u>55</u>
Figure IV-7: Boitier FDU (Document ENAGEO).	<u>56</u>
Figure IV-8: Boîtier LAUL.	<u>56</u>
Figure IV-9: Boitier LAUX.	<u>57</u>
Figure IV-10: Organigramme des contrôle journaliers.	<u>58</u>
Figure IV-11: Séquence contrôle qualité journalière.	<u>59</u>
Figure IV-12: Résultat du Contrôle du sweep pilote.	<u>62</u>
Figure IV-13: Contrôle de la géométrie.	<u>63</u>
Figure IV-14: Contrôle par Shot LMO.	<u>65</u>
Figure IV-15: Contrôle par récepteur LMO.	<u>66</u>
Figure IV-16: Contrôle par RMS QC.	<u>69</u>
Figure IV-17: Pointé des traces mortes.	<u>69</u>
Figure IV-18: Pointé des traces bruitées.	<u>70</u>
Figure IV-19: Représenter le Cube final 3D (Document ENAGEO).	<u>71</u>

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Contexte générale:

Les hydrocarbures jouent un rôle économique crucial dans le monde contemporain, ce qui rend nécessaire l'utilisation de différentes méthodes pour détecter les zones où ils s'accumulent. Parmi ces méthodes, la sismique s'est révélée particulièrement efficace. En utilisant la sismique, on peut obtenir une représentation en deux ou trois dimensions (2D ou 3D) du sous-sol.

Bien que plusieurs techniques utilisées en sismique 3D ressemblent à celles utilisées en sismique 2D, elles offrent de nouvelles façons de présenter les données traitées, ce qui permet d'obtenir une image plus claire de la sous-surface et de mieux identifier les réflecteurs. L'ajout d'une troisième dimension aux données nous permet d'obtenir des informations supplémentaires.

La qualité de l'image du sous-sol dépend principalement de la qualité des données collectées sur le terrain lors de l'acquisition. Des données de bonne qualité facilitent le travail des spécialistes en matière de traitement et d'interprétation. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel de concevoir un plan adéquat et de mettre en place un contrôle rigoureux.

La phase de conception consiste à déterminer les paramètres d'acquisition tels que les dispositifs d'émission et de réception, ainsi que le type de source utilisé. Ces paramètres permettent de trouver une géométrie optimale pour l'acquisition des données. Le contrôle de qualité englobe toutes les opérations de vérification effectuées, que ce soit sur le matériel d'acquisition et d'enregistrements ou sur les données enregistrées.

Problématique:

Les hydrocarbures jouent un rôle économique crucial, nécessitant l'utilisation de méthodes de détection appropriées. La sismique 3D s'est avérée efficace pour obtenir une représentation en deux ou trois dimensions du sous-sol. Cependant, la qualité des données

collectées lors de l'acquisition sismique 3D joue un rôle essentiel dans la précision de la détection des hydrocarbures. La conception d'un plan d'acquisition optimal et la mise en place d'un contrôle de qualité rigoureux sont nécessaires pour améliorer la fiabilité des résultats obtenus. Cette étude vise à optimiser la qualité des données sismiques 3D afin de mieux identifier les zones d'accumulation d'hydrocarbures et d'améliorer l'exploration du sous-sol. En se concentrant sur ces aspects, une meilleure évaluation des réserves potentielles d'hydrocarbures pourra être réalisée, contribuant ainsi à une meilleure utilisation de cette ressource économiquement cruciale.

Structure du mémoire:

Le mémoire est structuré en quatre chapitres, répartis comme suit.

Le Chapitre 01 présente les généralités sur la sismique 3D, en expliquant les principes fondamentaux de cette technique et son importance dans l'industrie pétrolière. Une revue des avancées récentes dans le domaine de la sismique 3D sera également effectuée afin de mettre en évidence les défis et les opportunités associés à cette technologie.

Le Chapitre 02 se concentre sur le design d'une étude sismique 3D. Il examine les différentes étapes impliquées dans le processus de design, de la planification à la sélection des paramètres d'acquisition. Des méthodes avancées de conception seront discutées, en mettant l'accent sur les approches permettant d'optimiser la résolution spatiale et temporelle des images sismiques.

Le Chapitre 03 se concentre sur la réalisation d'un design 3D dans la région de Mielili à Ghardaïa. Des données réelles seront utilisées pour mettre en pratique les méthodes de design et de contrôle de qualité présentées dans les chapitres précédents. Les résultats obtenus seront analysés et discutés, mettant en évidence les améliorations possibles et les recommandations pour les futures études sismiques 3D dans la région.

Enfin, le Chapitre 04 aborde le contrôle de qualité des données sismiques 3D. Il explore les différentes sources d'erreurs et de bruits pouvant affecter la qualité des données et propose des techniques de contrôle et de correction pour minimiser ces problèmes. L'utilisation de critères de qualité spécifiques sera également discutée afin d'évaluer la fiabilité des résultats obtenus.



Chapitre **I**

GÉNÉRALITÉS SUR LA SISMIQUE 3D



Chapitre I : **GÉNÉRALITÉS SUR LA SISMIQUE 3D**

I.1 Introduction

La sismique à deux dimensions (2D) ne peut donner de résultats strictement corrects que lorsque les structures du sous-sol sont à deux dimensions. Ceci est dû au recours au fait que la sismique 2D se base sur des théories simplificatrices telles que la supposition que le sous-sol est constitué d'axes tectoniques horizontaux parallèles, ou perpendiculaire, au plan de la section sismique. Il est évident que lorsque l'on désire obtenir des informations détaillées sur des structures qui n'admettent pas de plan de symétrie, il faut procéder à une mise en œuvre à 3 dimensions.

Depuis son apparition vers la fin des années 70, la sismique tridimensionnelle (3D) n'a cessé de gagner du terrain face à la sismique 2D. Elle consiste à recueillir des mesures à intervalles réguliers sur toute la surface d'un prospect permettant ainsi le recouvrement précis et total de tous les objectifs du milieu prospecté. Elle a été introduite par les grandes compagnies pétrolières dans les phases "Evaluation et développement" des gisements d'hydrocarbures parce qu'elle permettait une restitution claire.

La sismique 3D, engendrant des coûts d'acquisition très élevés, a été bien peu utilisée dans le passé, mais avec la mise au point des programmes très performants d'interpolation des traces, elle a tendance à se généraliser même dans la phase de reconnaissance, d'autant plus que les problèmes d'exploration ne cessent de devenir, de nos jours, de plus en plus complexes. (**Bachita, 2003**).

I.2 Avantages de la sismique 3D

La sismique 3D n'est en réalité qu'une extension de la notion de profil latéral à échantillonnage complet de surfaces réfléchissantes à des points miroirs répartis régulièrement dans l'espace. Elle offre ainsi plus d'avantage que la sismique 2D dite classique. La sismique 3D répond aux problèmes causés, en cas d'une étude 2D, par les structures géologiques complexes. Ces problèmes peuvent être résumés comme suit:

- En présence de géologie complexe, l'information recueillie ne provient plus uniquement d'un plan vertical passant par le profil, mais des arrivées latérales qui viennent s'incruster. Ces dernières sont considérées comme des bruits masquant le signal utile.
- L'image d'une structure pentée restituée est fortement liée à l'orientation du profil. Le pendage apparent sur les sections sismiques est souvent inférieur au pendage réel, ce qui se répercute négativement sur les vitesses utilisées lors du NMO et de la migration.
- La migration qui a pour finalité de replacer les événements à leurs positions spatiales réelles. Cet objectif est difficilement atteint en 2D si la projection de l'élément de l'espace n'est pas sur le plan de la section. . Afin de surmonter ce problème, une translation transversale s'impose, ce qui ne peut se faire qu'en sismique 3D.
- La sismique 2D est limitée par le manque d'information (conséquence de l'espacement des profils), ce qui la rend sensible aux structures géologiques complexes.

I.3 Terminologie de la sismique 3D

Afin de faciliter la compréhension de la sismique 3D, il est utile de préciser quelques termes utilisés lors du design d'une campagne sismique 3D. La Fig 1.1 et Fig 1.3 représentent le type d'acquisition "Swath Shooting" et illustre au mieux cette terminologie. Il existe évidemment plusieurs types de géométries d'acquisition que nous verrons plus loin.

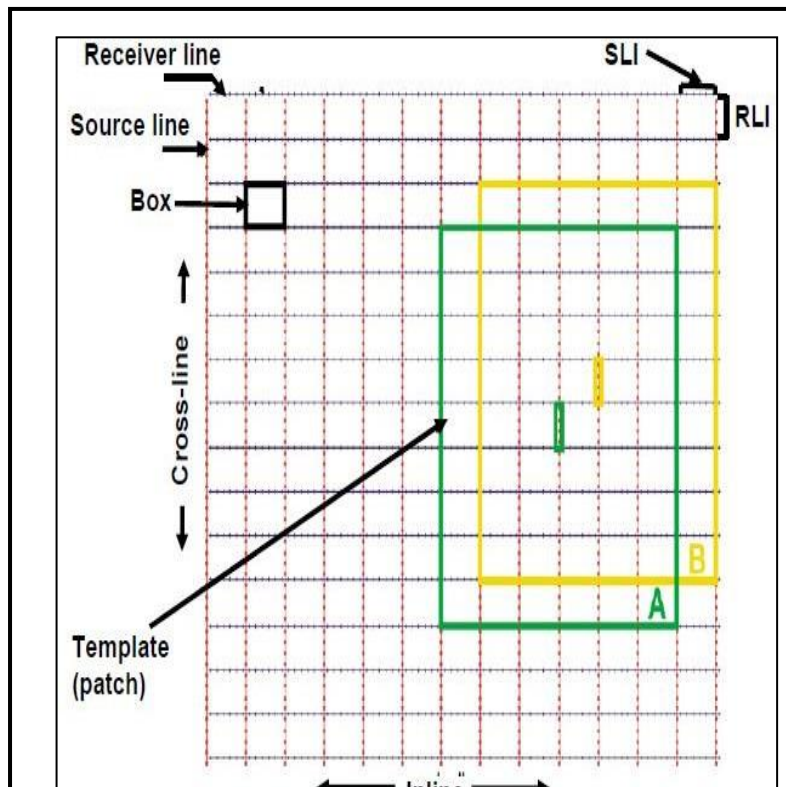


Figure I-1: Terminologie utilisée en sismique 3D. (Gherib, 2012).

- **Box:** appelé aussi boîte. C'est une maille élémentaire d'une grille 3D résultant du croisement des In-lines et des cross-lines (Fig 1.3 et Fig1.4).
- **Bin:** l'équivalent du CDP en 2D. C'est un petit rectangle de dimension $(SI: 2) \times (RI: 2)$ où SI est et RI est Il correspond à l'élément contenant l'information élémentaire du sous-sol pour une position de surface donnée (Fig 1.2).

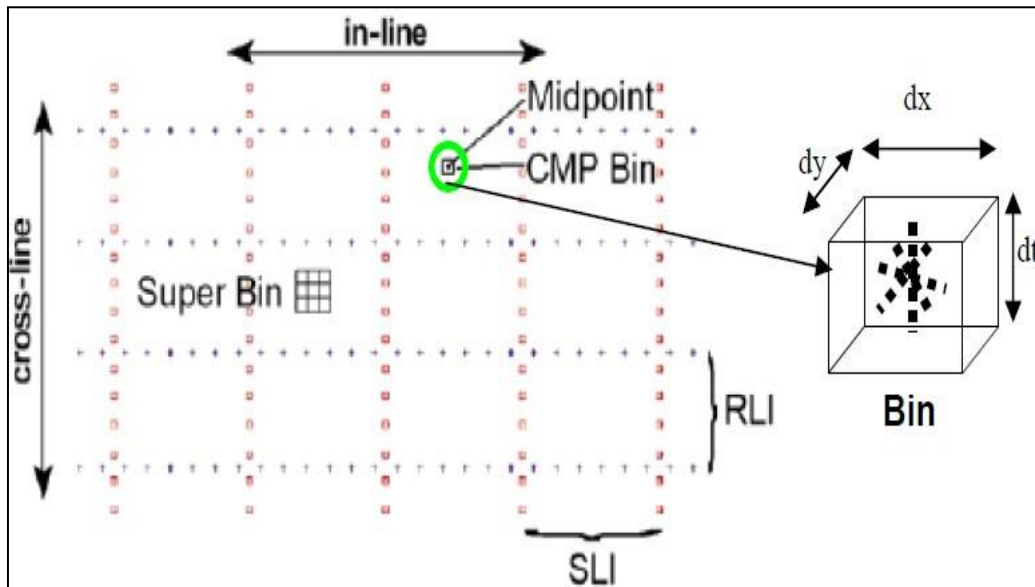


Figure I-2: Représentation en 3D des points miroirs d'un bin (Cordsen, 2000).

- **Couverture ou "Fold":** c'est le nombre de points miroirs sommés dans un même CMP Bin.
- **Marge de Couverture "Fold Taper":** c'est la zone d'extension nécessaire à la construction de la couverture optimale sur la zone objectif (Fig 1.3).
- **Migration aperture:** appelée aussi ouverture de migration. C'est une frange spatiale à ajouter afin de permettre l'application de la migration pour n'importe quel événement penté (Fig 1.3).
- **Patch:** c'est la nappe de réception active pour un point de tir.
- **Receiver line:** c'est une série de récepteurs posés à intervalles réguliers noté (RI) égaux à deux fois la dimension du bin dans la direction In-line.
- **Source line:** c'est une ligne dans laquelle les sources (dynamite ou ensemble de vibrateurs) sont disposées d'une manière régulière. La distance entre deux points sources adjacents (SI) est égale à deux fois la dimension du bin suivant la direction X-line.
- **Superbin:** Ce nom est appliqué à un groupe de CMP-BIN voisins regroupés en un bin. Ces derniers sont utilisés pour la détermination des vitesses et l'atténuation de bruits et des multiples.
- **Swath:** il est utilisé avec différentes significations dans l'industrie. Le Swath est défini comme étant la combinaison des lignes de réception et de sources avec le déplacement de celle-ci suivant l'In-line direction.

- **Template:** C'est la surface élémentaire d'enregistrement. Il est constitué de plusieurs lignes de réceptions et d'un ensemble de points de tirs associés appelé Salvo.

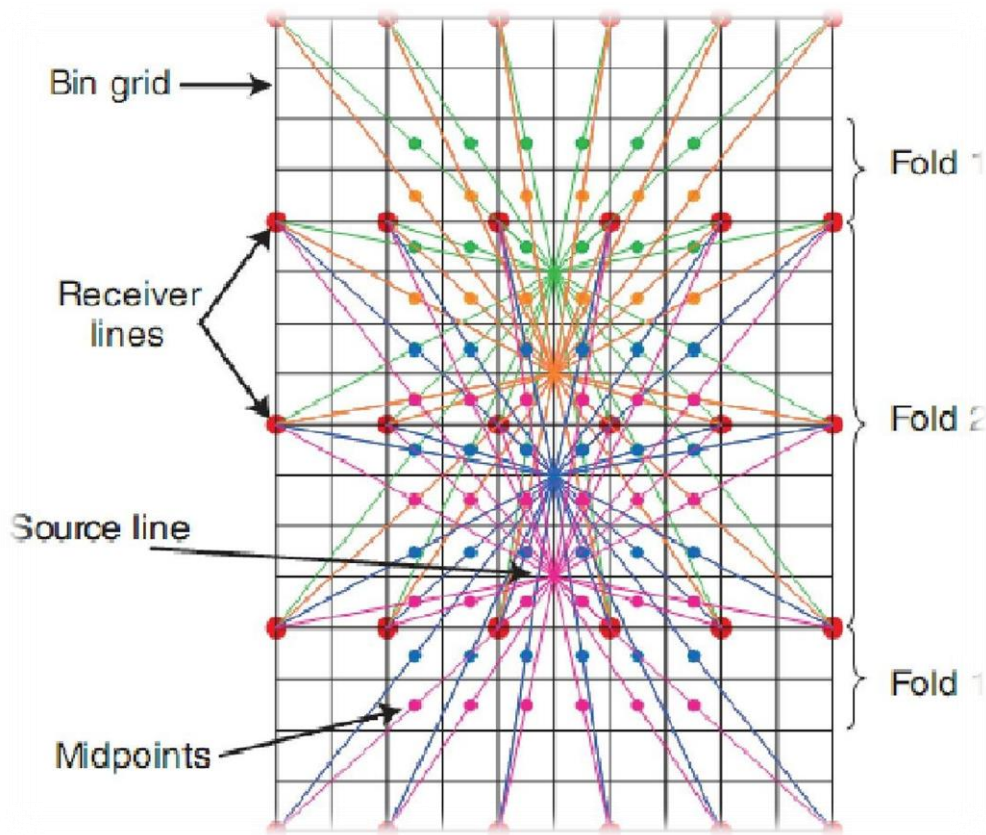


Figure I-3: Terminologie d'acquisition sismiques 3D. (Chaouch, 2004).

- **Salvo:** Ensemble des points de tir d'un même Template.
- **Offset maximum X_{max} :** il représente la moitié d'une distance diagonale d'un patch et dépend de la profondeur de l'objectif le plus profond.
- **Bin size:** c'est l'unité de surface qui compose notre grille en profondeur dont la dimension n'est autre que la moitié de l'inter-trace ($RI/2$) par la moitié de l'inter source ($SI/2$).
- **CMP Bin:** c'est un volume défini par le produit du pas d'échantillonnage en temps et une surface carrée ou rectangle qui contient tous les points milieu Mid Points du même CMP. Les traces se trouvant dans le même bin sont sommées, leur nombre correspond à la couverture de ce bin.
- **Offset minimum X_{min} :** il est égal à la diagonale du Box. Il dépend de la profondeur de l'objectif superficiel (Fig.1.4).
- **Densité des points de réception (R_d):** elle représente le nombre des points de réception par unité de surface, en général par km^2 .
- **Densité des points sources (SD):** elle représente le nombre des points sources par unité de surface, en général par km^2 .
- **In-line:** la direction parallèle aux lignes de réception.
- **Cross-line:** la direction orthogonale (X-line) à la ligne de réception.

- **Stripe:** c'est une zone de la surface permettant l'enregistrement d'un swath.
- **Maximum in-Line offset:** c'est la distance représentant la demi-longueur du template dans la direction in-line.
- **Maximum cross-Line offset:** c'est la distance représentant presque la demi-longueur du template dans la direction cross-line.

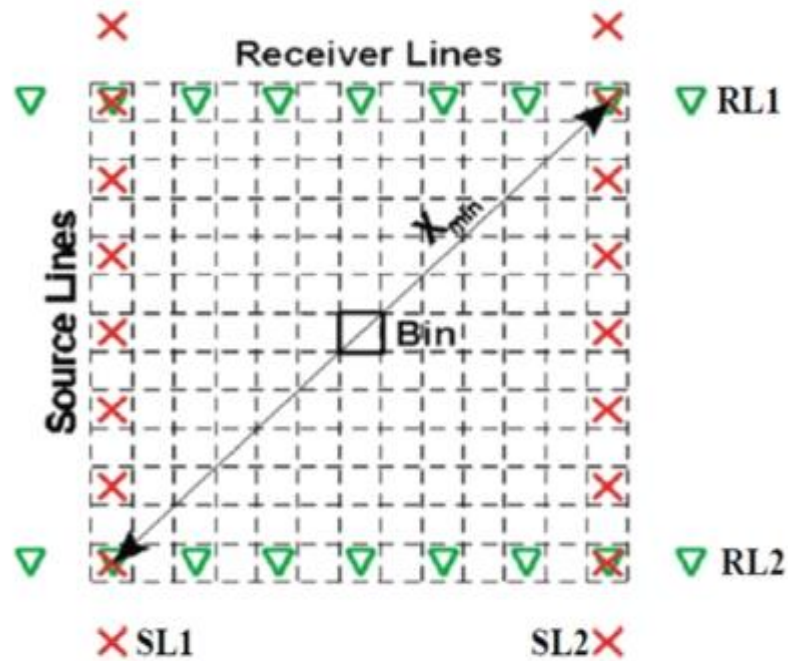


Figure I-4: Position d'unbox dans un dispositif Swath shooting. (Chaouch, 2004).



Chapitre **II**

***DESIGN D'UNE ÉTUDE
SISMIQUE 3D***



Chapitre II : **DESIGN D'UNE ÉTUDE SISMIQUE 3D**

II.1 Introduction

Au cours des dernières décennies, on a observé une progression significative de la sismique 3D. Les données 3D sont désormais largement employées dans le développement et la production des champs, allant au-delà de leur simple utilisation en prospection. Ainsi, la planification préalable d'une étude 3D est devenue essentielle pour garantir la qualité des données, en prenant en compte à la fois les paramètres géophysiques et non géophysiques tels que l'environnement et la sécurité. Des méthodes spécifiques de pré-planification ont été développées afin d'estimer les caractéristiques d'une acquisition future. L'objectif de cette planification est de définir les objectifs géologiques, le design ainsi que les coûts associés.

Pour évaluer une étude 3D, il est nécessaire de développer des designs acceptables et de sélectionner celui qui est le plus opérationnel. Différents designs peuvent être associés aux paramètres géophysiques précédemment définis, parmi lesquels certains sont considérés comme standards, tels que l'orthogonal, en briques, zigzag, étoile et circulaire. Ces définitions ont été utilisées lors d'un atelier sur la conception sismique.

II.2 Horizons objectifs

D'avance, une compagnie a besoin d'établir le pourquoi d'une étude 3D (quelques raisons sont listées sur la Fig. II.1. (Ghordsen et al., 2000).

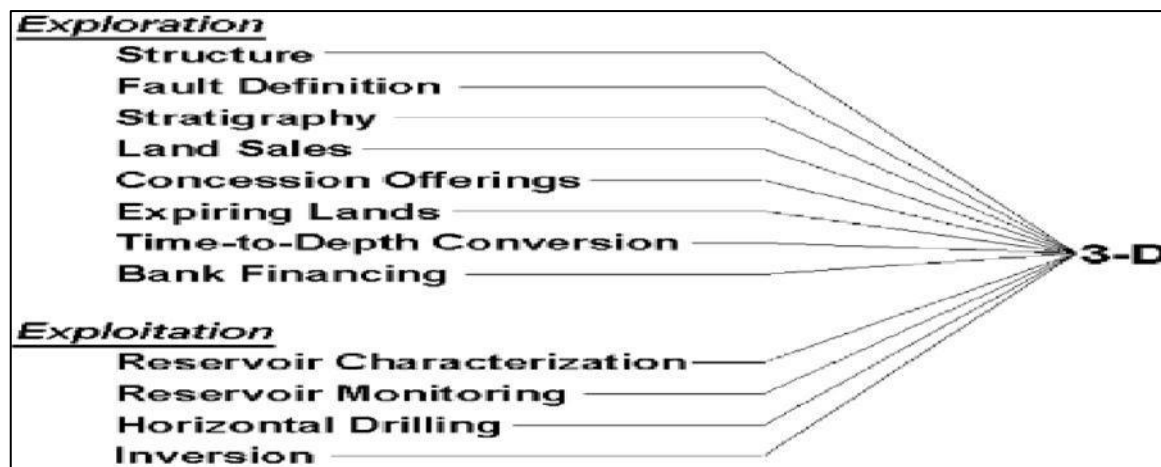


Figure II-1: Les buts de la 3D pour faire un design. (Gherib D, 2012).

II.3 Détermination des paramètres d'acquisition

Lors de l'étape du design, le planificateur doit prendre en considération les cinq paramètres suivants :

- La taille de l'étude.
- La couverture.
- La dimension du Bin.
- L'offset minimum.
- L'offset maximum.

II.3.1 La taille de l'étude

Elle est déterminée à partir de la taille de l'objectif, en anticipant sur les problèmes susceptibles d'être rencontrés.

- **Migration aperture :**

Cette zone supplémentaire a été ajoutée dans le but de remédier aux problèmes de dispersion des rayons réfléchis à la surface des structures convexes. Lorsqu'une structure est concave, elle concentre les rayons réfléchis, ce qui permet de réduire la superficie de la grille tout en conservant l'intégralité des données, facilitant ainsi la reconstitution de l'image du sous-sol sans nécessiter de zone supplémentaire. (Ghordsen et al., 2000).

En revanche, lorsque la structure est convexe, les rayons réfléchis se dispersent, ce qui nécessite une augmentation de la superficie prévue pour la grille. Par conséquent, l'ajout d'une zone supplémentaire d'acquisition est nécessaire afin d'obtenir une reconstitution complète de l'image du sous-sol. (Ghaouch et Mari, 2009).

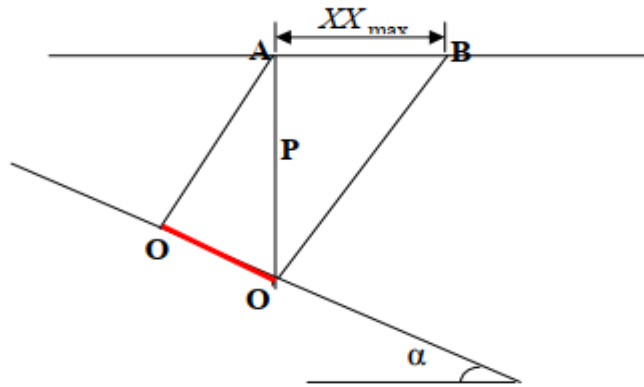


Figure II-2: Schéma présentant un réflecteur pente XX_{max} . (Kair F, 2012).

XX_{max} c' est la frange de la migration apearature ; P : c'est la profondeur à l'aplomb du point A, et α : c'est le pendage.

L'enregistrement complet du réflecteur OO' nécessite l'extension du dispositif jusqu'au point B. alors que si le dispositif se limitait au point A. on ne pourra pas enregistrer le réflecteur OO . (Benziane et Khalifi, 2012).

La distance de l'extension est appelée ouverture maximale.

$$XX_{max} = 1/2 VT \cdot \sin \alpha \dots (II.1)$$

Avec :

T : le temps du trajet BO'

V : la vitesse

À partir de cette formule, il est possible de conclure que l'ouverture de l'ouverture de migration peut varier selon deux directions : celle des points d'émission et celle des points de réception. Cette variation est due à la différence entre les angles d'inclinaison. Si ces angles sont inférieurs à 20° , la formule peut être appliquée. Cependant, si les angles d'inclinaison dépassent cette valeur, la diffraction devient prédominante par rapport à la réflexion. (Benziane et Khalifi, 2012).

- **Marge de couverture (Fold Taper) :**

Définie comme la zone rajoutée pour maintenir un certain niveau de couverture, elle dépend de la surface caractérisée par une couverture totale. Il existe deux approches de la superficie de cette zone, la 1ère égale à 20% de X_{max} , la 2ème comprise entre $2 X_{min}$ et X_{max} .

L'extension de cette zone peut être différente suivant les directions In-line et X-line, aussi la couverture croit dans la direction longitudinale moins rapidement que dans la direction transversale.

La superficie de la zone représente 30% de la surface totale lors d'une étude à grande échelle, mais ce pourcentage augmente considérablement lors d'une étude à plus petite échelle. (Ghordsen et al., 2000).

Cette augmentation s'explique par le fait que, pour une géométrie d'acquisition identique, la couverture maximale est atteinte après un quart de la longueur du modèle, indépendamment de la superficie de l'étude. L'extension de la couverture marginale selon les directions In-Line et Cross-Line peut être exprimée par les relations suivantes :

- **Marge de couverture dans la direction In- In-line :**

$$\text{In- In-line Taper couverture} = (\text{CL}/2 - 0.5) \times \text{SLI} \dots (\text{II.2})$$

- **Marge de couverture dans la direction Cross-line :**

$$\text{Cross-Line Taper Couverture} = (\text{C1}/2 - 0.5) \times \text{RLI} \dots (\text{II.3})$$

II.3.2 Couverture

La couverture d'une étude sismique 3D est définie comme le nombre de traces situées à l'intérieur d'un bin et qui seront combinées. La dimension minimale d'un bin correspond à la moitié de l'intervalle de la source et à la moitié de l'intervalle du récepteur. Chaque trace est générée au milieu d'une paire source-récepteur.

Quand on somme toutes ces traces qui ont le même signal, il sera amélioré car il est considéré en phase, mais elles ont des bruits aléatoires différents et déphasés. Le traitement de sommation diminue le niveau du bruit, donc la couverture contribue beaucoup dans l'amélioration du rapport signal sur bruit (S/B). (Ghaouch et Mari, 2009).

$$\text{C3D} = 1/3 \text{ C2D} \dots (\text{II.4})$$

Dans le cas d'un mauvais rapport signal/bruit CORDSAN et PIERE ont montré que :

$$\text{C3D} = 2/3 \text{ C2D} \dots (\text{II.5})$$

La relation générale qui permet de calculer la couverture en sismique 3D est la suivante :

$$\text{CTotale} = \text{CL} \times \text{CT} \dots (\text{II.6})$$

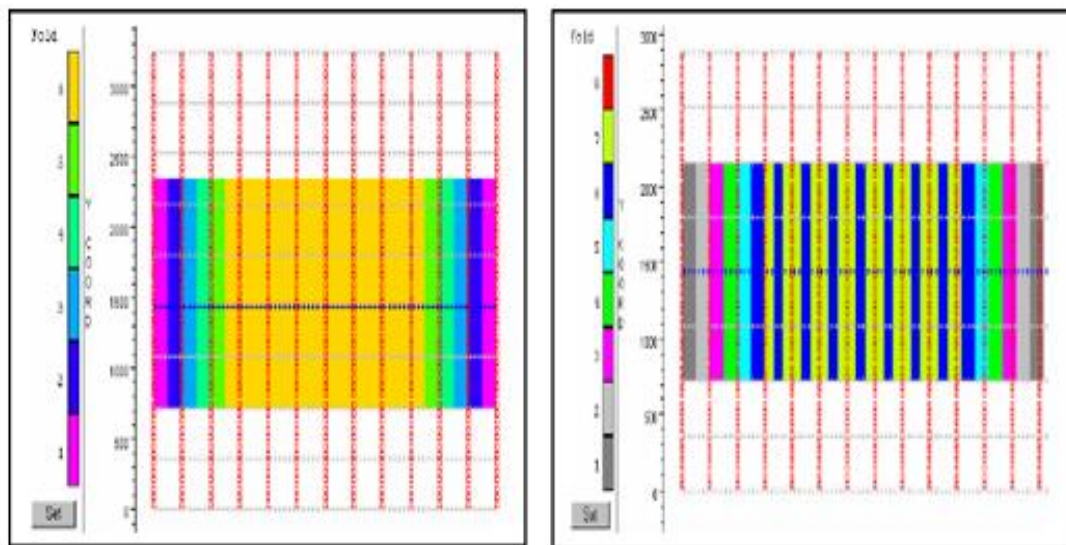
La couverture 3-D totale est le produit des deux couvertures longitudinales et transversale.

- **Couverture longitudinale (In-Line couverture) :**

C'est la couverture utilisée dans la direction des lignes de réception, l'expression générale du calcul de la couverture dans le sens longitudinale est donnée par la relation suivante :

$$\text{In - line fold} = \frac{\text{receiver line length}}{2 \times \text{source line length}} \dots (\text{II.7})$$

La figure (II.3) montre un exemple de la distribution de la couverture d'un patch de dimension (10-72) et (9-80).



a) *Couverture In-line (patch:10-72)* b) *Couverture In-line (patch:9-80)*

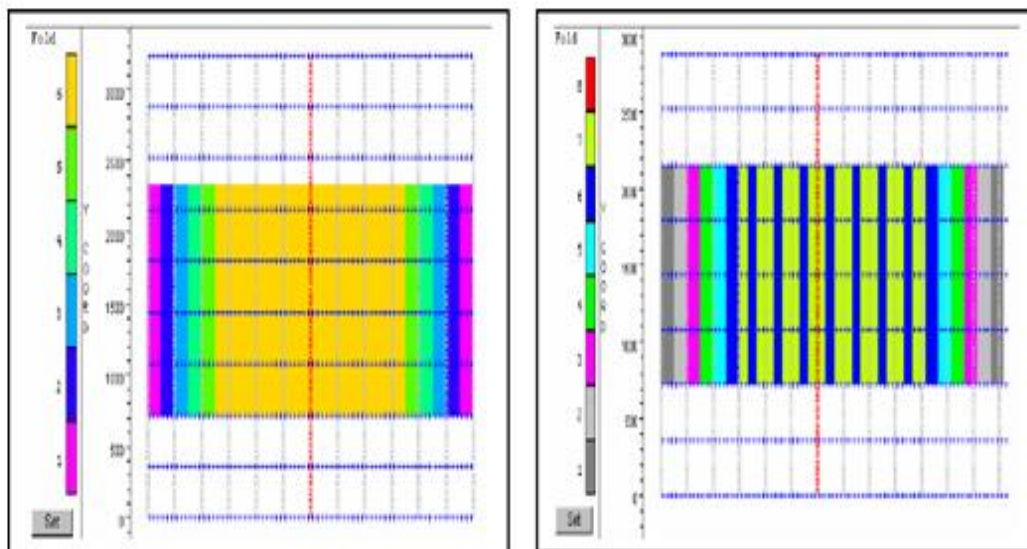
Figure II-3: Couverture In-Line couverture d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).

- **Couverture transversale (Cross-Line couverture) :**

C'est la couverture réalisée suivant la direction verticale à la ligne de réception, Cette couverture se calcule par l'expression suivante :

$$X - \text{line fold} = \frac{\text{nombre of receiver lines}}{2 \times \text{nombre of source line}} \dots \text{(II.8)}$$

La figure (II.4) suivante montre la distribution de la couverture d'un patch de dimension (10-72) et (9-80).



a) Couverture X-line (Patch : 10-72) b) Couverture X-line (Patch : 9-80)

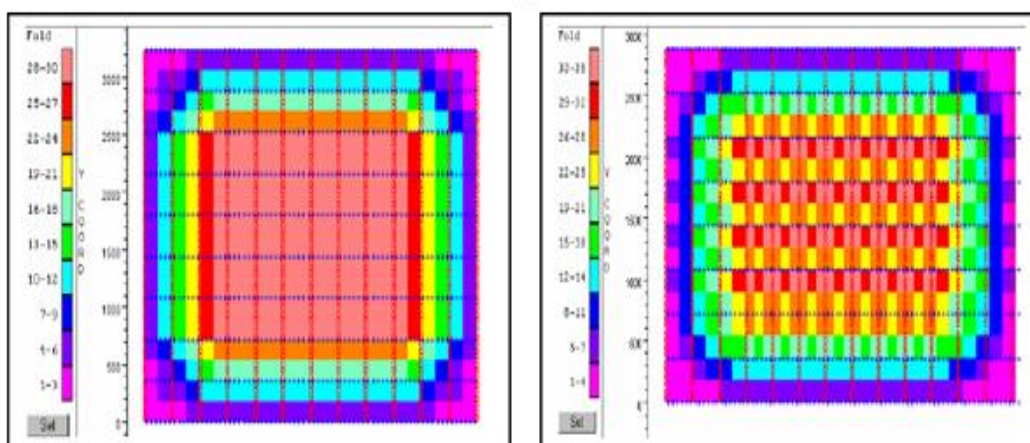
Figure II-4: Couverture X-line d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).

- Couverture totale :

C'est une simple multiplication entre les deux couvertures précédentes :

$$C_{\text{totale}} = C_L \times C_T$$

La figure (II.5) montre la distribution de la couverture totale du même patch (10-72) et (9-80).



a) Couverture totale (patch : 10 -72) b) Couverture totale (patch : 9-80)

Figure II-5: Couverture totale d'un patch (10-72) et (9-80). (Bouterai et Mezahdia, 2005).

II.3.3 Dimension du Bin

Le bin est défini comme la surface sur laquelle les traces sismiques sont sommées. La dimension du bin est déterminée en tenant compte de plusieurs considérations, parmi lesquelles les plus importantes sont :

- Le rapport signal sur bruit (S/B)
- La couverture
- Dimension de la plus petite anomalie
- La résolution
- L'aliasing spatial
- Le rapport signal sur bruit est directement proportionnel à la longueur du bin (voir Fig. II.6).

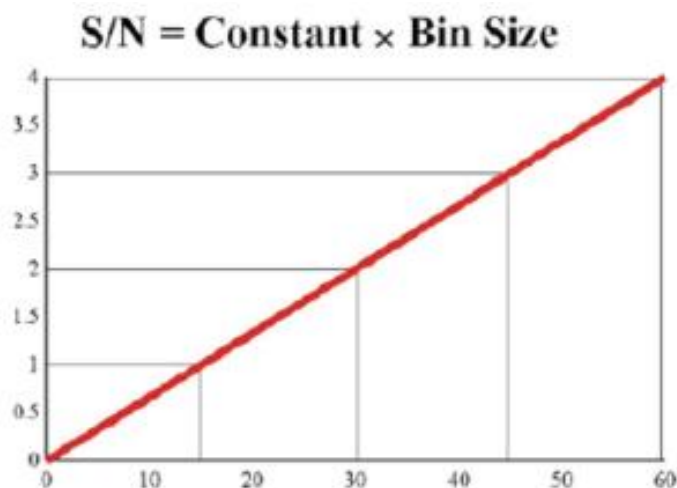


Figure II-6: Relation entre la dimension du bin et le rapport (S/B)B. (Benziane et Khalifi, 2012).

Comme le Bin est le lien vers où peuvent converger des rayons sismiques distribués selon des azimuts et des plages d'offset variées, et du fait que, lors du traitement, ces rayons sont regroupés en CMP Gather, il est par conséquent aisé de conclure que les dimensions du Bin sont intimement liées à l'ordre de couverture (Ghaouch et Mari, 2009).

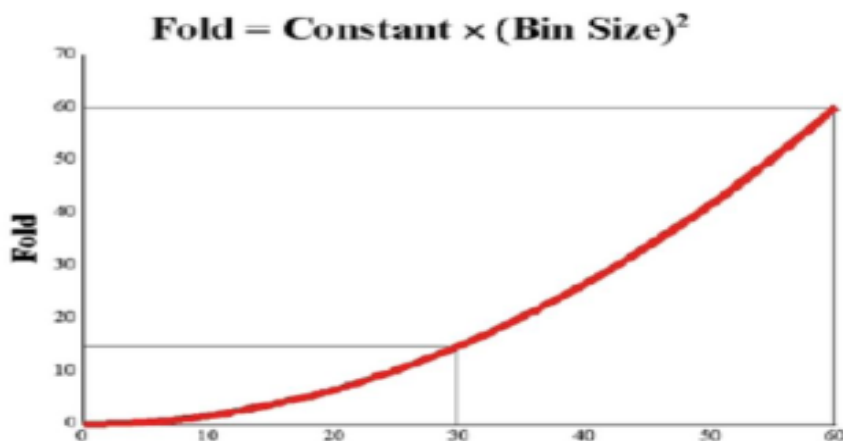


Figure II-7: Variation de la couverture en fonction de la dimension du bin. (Ghaouch et Mari, 2009).

L'équation de base qui relie la couverture à la dimension du bin est la suivante :

$$C = SD \times NC \times B^2 \dots \dots (II.9)$$

Avec :

- SD : Nombre de source par unité de surface
- NC : Nombre de Canaux
- B : Longueur du bin.

Afin de détecter la plus petite anomalie présente sur l'horizon cible, il est nécessaire qu'au moins deux ou trois traces sismiques traversent cette anomalie.

D'après Cordsen (1995) la dimension du bin est voisine du tiers la longueur de l'anomalie.

$$\text{Dimension du bin} \leq \frac{\text{longueur de l'anomalie}}{3}$$

La Figure II.8 illustre de manière exemplaire la sélection de la dimension du bin pour la détection d'une anomalie de sable. Cette étude a été réalisée sur un large canal de 300 mètres renfermant une étroite anomalie de sable sur une distance de 100 mètres, entourée de schistes. L'utilisation d'un bin de dimension 24*24 mètres, correspondant à seulement 4 traces, a permis de détecter cette anomalie. Si la taille du bin avait été choisie plus grande, il aurait été impossible de détecter l'anomalie de sable. (Ghordsen et al., 2000).

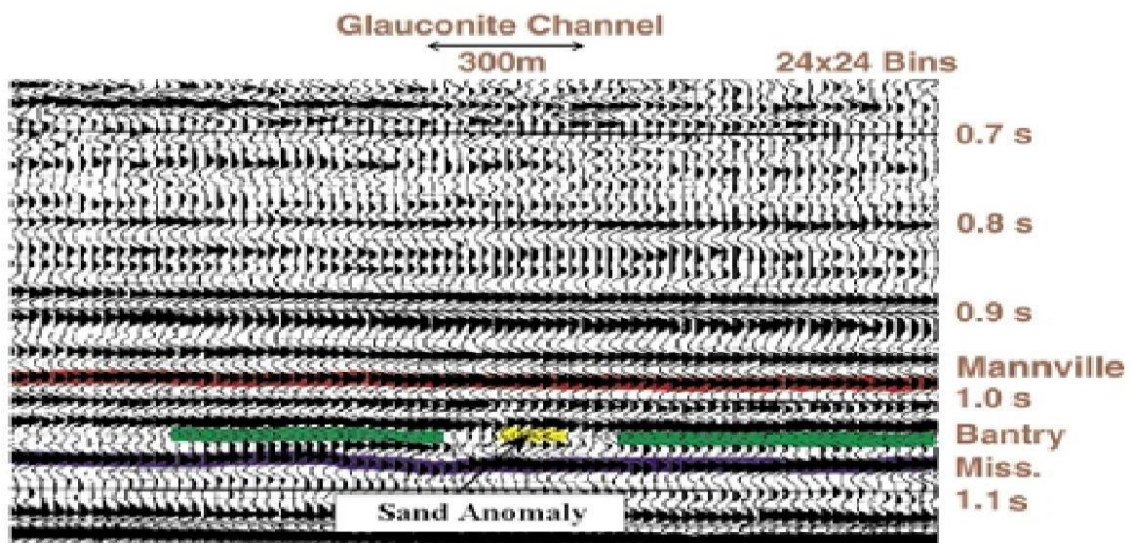


Figure II-8: détection d'anomalie de sable par un bin (24*24°24). (Ghordsen et al., 2000).

Le pouvoir de résolution latérale fait référence à la capacité de distinguer les structures subsurfaces de manière latérale. Il est associé à la première zone de Fresnel. Avant la migration, deux diffractions ne pourront pas être distinguées si elles sont plus étroites que le premier diamètre de la zone de Fresnel. Généralement, ce diamètre est de grande valeur (500 mètres ou plus), ce qui implique que lors de l'empilement CMP, les petites anomalies peuvent facilement passer inaperçues. . (Gherib D, 2012).

Actuellement la résolution latérale est comprise entre un quart (1/4) et un demi (1/2) de la longueur d'onde dominante. La fréquence dominante peut être mesurée directement sur la section sismique. La dimension du Bin est donnée par la relation suivante :

$$B = \frac{V_{int}}{N * F_{dom}} \dots \dots (II.10)$$

Avec : N varie de 2 à 4.

Une longueur de Bin inférieure à (1/4) de la longueur d'onde dominante minimise l'information additionnelle, et une longueur de Bin supérieure à (1/2) de longueur d'onde dominante provoque un aliasing spatial et perte d'information. (Ghaouch et Mari, 2009).

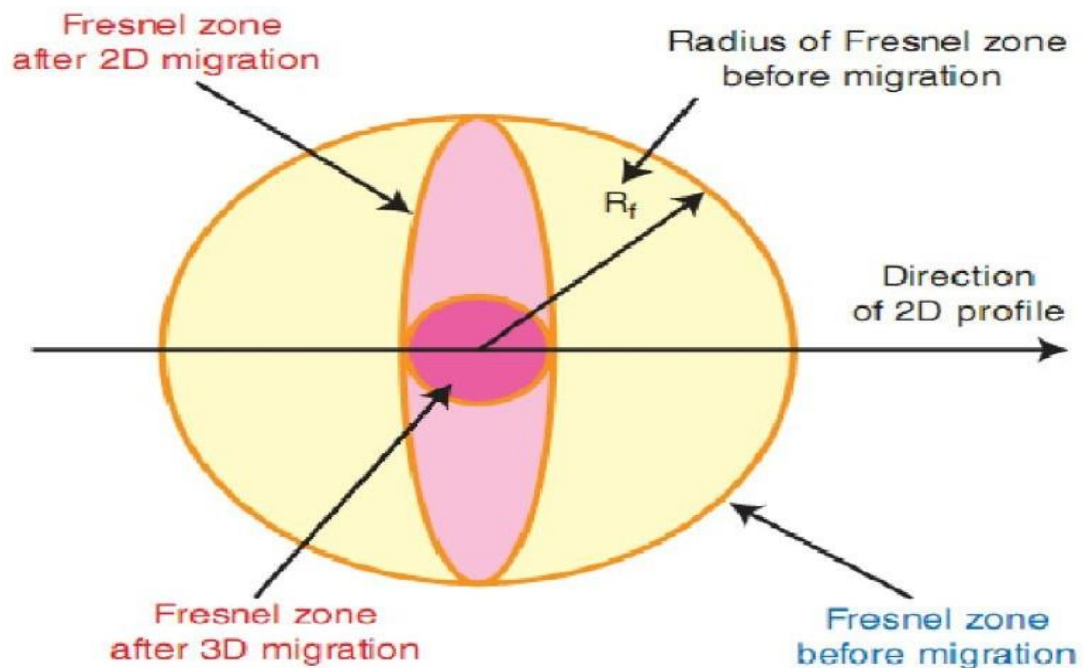


Figure II-9: La zone de Fresnel avant et après migration en 2D et 3D. (Ghaouch et Mari, 2009).

Afin d'obtenir une résolution optimale et d'éviter le phénomène d'aliasing spatial, il est recommandé de choisir un bin carré avec une dimension de 25 sur 25. La dimension du bin peut être déterminée en prenant en compte l'aliasing spatial, et elle est donnée par la formule suivante :

$$b < \frac{V_{(int)}}{4 * F_{max} * \sin \theta} \dots \dots (\text{II.11})$$

II.3.4 Maximum des offset minimum Xmin

Dans le cas d'une géométrie "Swath Shooting" (Fig.II.10), cet offset n'est que la diagonale du box. Le Bin central de la surface du box aura toujours la valeur du plus grand offset minimum.

Les intervalles entre les lignes de réception (RLI) et les lignes de sources (SLI) sont déterminés par la valeur requise de Xmin. (Ghordsen et al., 2000).

Elles sont liées par la relation suivante (Cordsen et Piere, 1995) :

$$X_{min} = (RLI^2 + SLI^2)^{1/2} \dots \dots (\text{II.12})$$

Dans le cas où les lignes de réception et d'émission sont décalées de moitié par rapport à la dimension d'un bin (Figure II.10), les quatre bins situés au centre de cette boîte ont le même offset Xmin, qui peut être exprimé par la relation suivante (Cordsen et Piere, 1995) :

$$X_{min} = [(RLI - SI/2)^2 + (SLI - RI/2)^2]^{1/2} \dots \dots (\text{II.13})$$

La valeur de Xmin doit être suffisamment petite pour identifier les marqueurs superficiels.

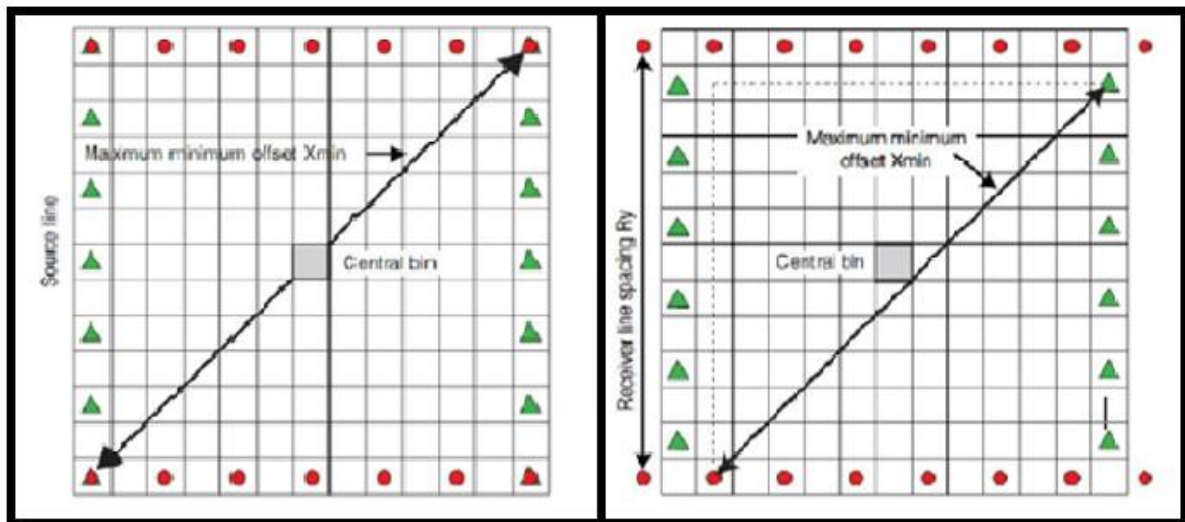


Figure II-10: Xmin avec récepteur source confondue.

II.4 Offset Maximum Xmax

L'offset maximum dépend de la profondeur de l'objectif le plus profond, mais les premiers besoins qu'on doit prendre en considération sont les corrections dynamiques (NMO) et le pendage géologique de l'objectif. Le traitement Mute des offsets lointains à un grand impact sur la sélection des offsets maximum enregistrée (Cordsen 1995). Si l'offset Xmax est choisi dans la direction In-line du patch (Fig. II.12) et les traces des récepteurs lointains sont mutées alors la couverture diminue considérablement. [3]

$$C = \frac{(SD*NC*B^2)\pi R^2}{\text{Dimension du patch}} \dots\dots(\text{II.14})$$

$$C = (SD*NC*B^2) \dots\dots(\text{II.15})$$

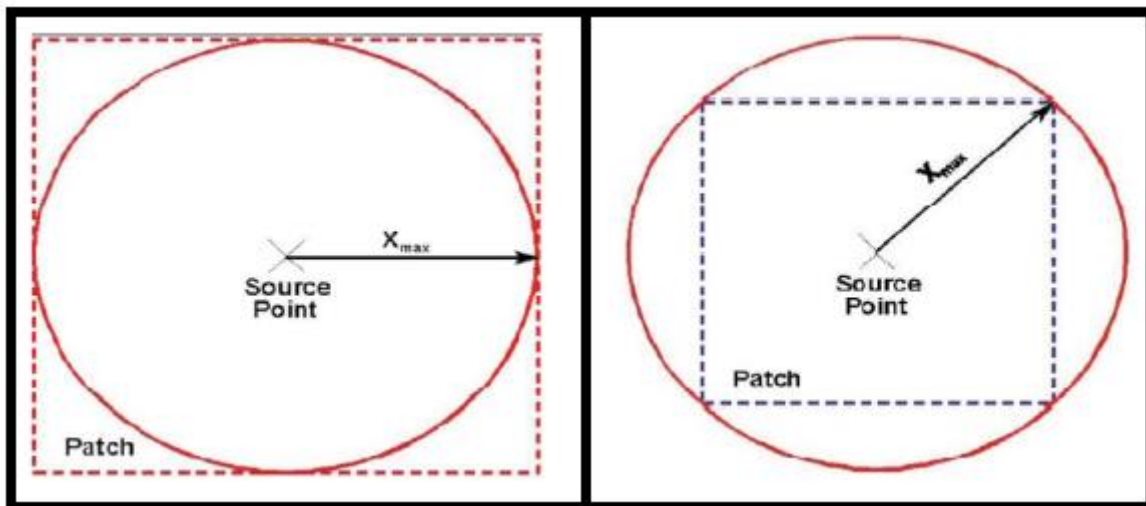


Figure II-11: (a) Diagonal Xmax. (b): In-Line Xmax. (Benziane et Khalifi, 2012).

Toutefois, si Xmax est mesuré le long de la diagonale du patch (Fig. II.13), aucune trace ne sera mutée car l'offset maximum Xmax sera considérablement réduit. . (Benziane et Khalifi, 2012).

Parmi les paramètres utilisés pour la détermination de Xmax : Profondeur de l'objectif : généralement la valeur de l'offset maximum est prise égale à la profondeur de l'objectif. Interférence des ondes directes : pour éviter que les ondes directes ne viennent masquer ou s'infiltrer avec les premières arrivées réfléchies, on choisit Xmax inférieur à la distance de propagation des ondes directes Xdirect (Fig. II.13). (Ghaouch et Mari, 2009).

$$X_{\text{direct}} = V_{\text{vl}} * (T_{\text{NMO}} + T_{\text{Mute}}) \dots\dots(\text{II.16})$$

$$T_{NMO} = (T_0 + \frac{X_{direct}^2}{v^2})^{1/2} \dots\dots(II.17)$$

V_{vl} : Vitesse du sol entre l'émetteur et récepteur

V : Vitesse moyenne quadratique.

T_{Mute} : Temps rajouté pour prendre en charge les temps enlevés lors de l'opération mute, il est de l'ordre de 200m.

T_{NMO} : Temps double d'une réflexion.

Interférences des ondes réfractées : afin d'éviter une interférence entre les ondes réfléchies et les ondes réfractées, on doit prendre X_{max} inférieur à la distance X réfléchi (Fig. II.14).

$$X_{max} < X_{ref} = V_{ref} [(t^2 + \frac{X^2}{v^2})^{1/2} + T_{mute}] \dots\dots(II.18)$$

Avec : est la vitesse des plus proches réflecteurs.

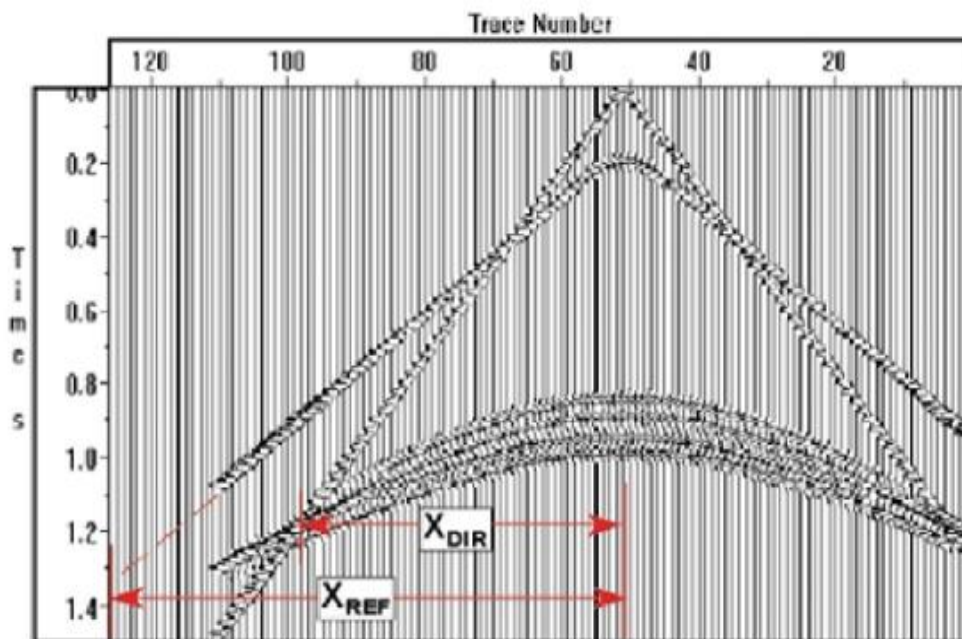


Figure II-12: Interférence des ondes directes et réfractées avec les ondes réfléchis. (Benziane et Khalifi, 2012).

L'offset requis pour détecter les horizons profonds dépend de chaque couche du sous-sol. Chaque trace avec un offset supérieur à la distance critique de chaque couche ne contient que de l'énergie réfractée. Par conséquent, il est nécessaire de choisir une valeur de X_{max} inférieure à cet offset limite afin de pouvoir échantillonner l'horizon profond de manière adéquate. (Ghaouch et Mari, 2009).

L'effet de l'offset maximum sur le NMO : Les étirements NMO sont définis comme une distorsion de la fréquence due à la correction dynamique (NMO). Le design du patch doit

contenir uniquement les offsets pour lesquels l'étirement NMO est toléré (jusqu'à 20% ou 30 d'étirement du temps double) (voir Fig. II.13). (Berdoui A, 2012).

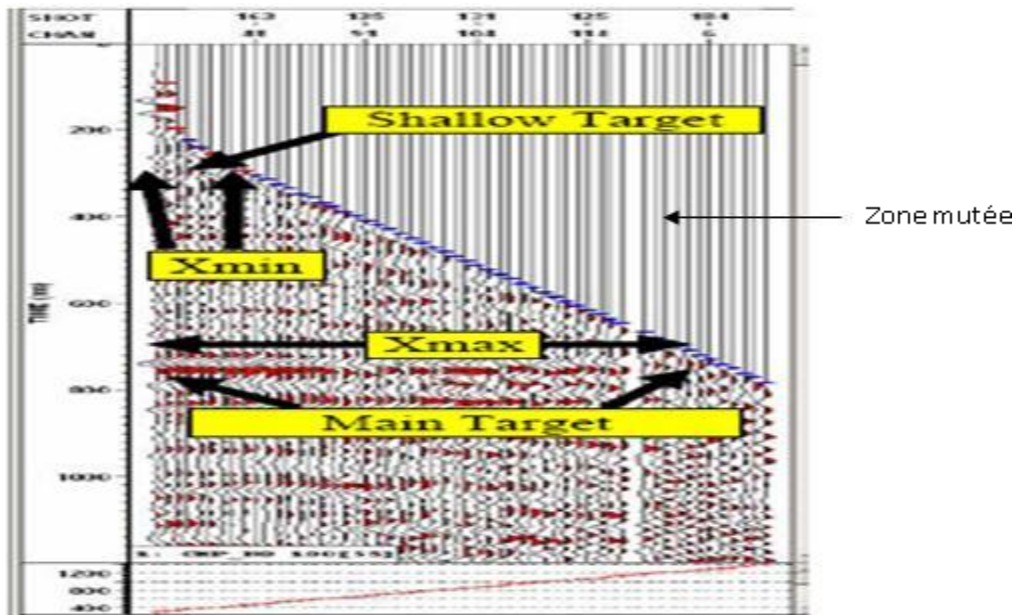


Figure II-13: Mute des étirements après NMO. (Benziane et Khalifi, 2012).

L'offset maximum et l'atténuation des multiples :

La couverture multiple est l'une des méthodes couramment utilisées pour atténuer les multiples. Lors d'une correction dynamique, les multiples sont réduits en les sommant lorsque les vitesses de correction correspondent à celles des réflexions primaires. Cette approche permet de supprimer ou de minimiser l'impact des multiples et d'améliorer la qualité des données sismiques en mettant l'accent sur les réflexions primaires. (Berdoui A, 2012).

Si Δt est la pseudo période du multiple (période dominante), l'offset maximum permettant la meilleure suppression des multiples est calculée par la relation suivante :

$$\Delta t = \frac{x^2}{2 \times T_0 \times V_m^2} - \frac{x^2}{2 \times T_0 \times V_0^2} \dots \dots (II.19)$$

Avec :

X : L'offset

T0 : Le temps double

V : La vitesse des multiples

At : Pseudo période des multiples

Vp : La vitesse

II.4.1 Distribution des offsets

Une plage d'offsets est demandée pour que les angles des réflexions à partir de l'objectif soient suffisants pour montrer l'effet attendu de l'AVO (Amplitude Variation with Offset, due à une présence du gaz ou liquide).

La Figure II.14 illustre la relation entre les offsets (distances source-récepteur) et les azimuts (angles entre la direction source-récepteur et le nord de la grille). Chaque trace contribuant à un bin possède à la fois un offset et un azimut. En 3D, il est essentiel de prendre en compte ces deux paramètres. La distribution des offsets est fortement influencée par la couverture. Une couverture insuffisante entraîne une mauvaise répartition des offsets, tandis qu'une augmentation de la couverture améliore cette distribution.

Premièrement, il faut essayer d'avoir une distribution régulière des offsets pour faciliter le calcul des vitesses pour NMO et obtenir une meilleure sommation.

Un mauvais mélange des offsets peut causer l'aliasing des signaux pentes, des bruits de source, et même des réflexions primaires. (Ghaouch et Mari, 2009).

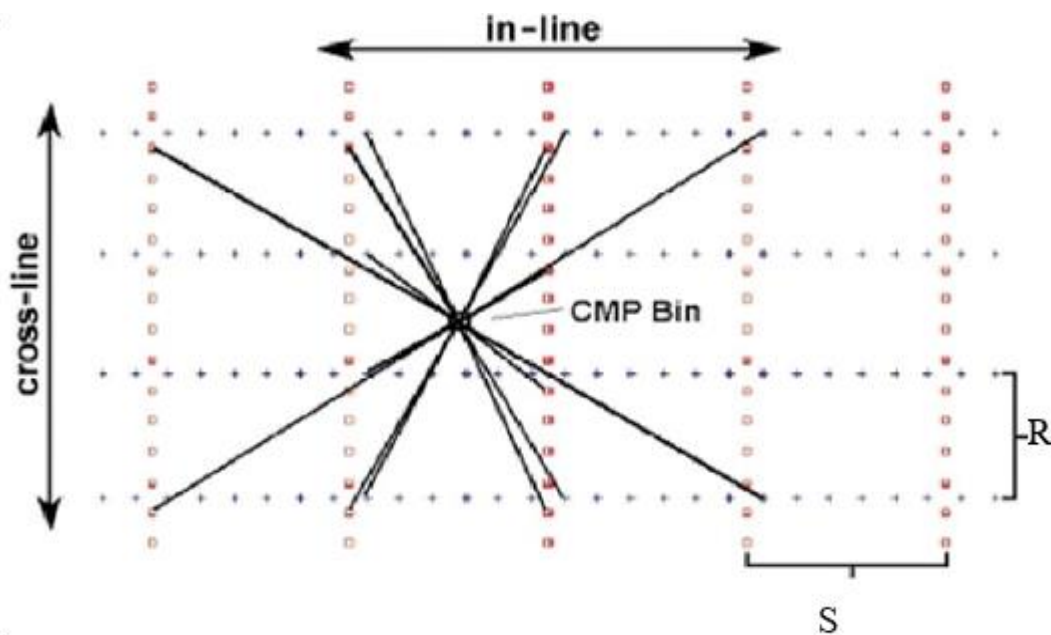


Figure II-14: Distribution d'offsets dans chaque bin (stick diagram). (Gherib D, 2012).

Le designer n'est pas concerné uniquement par la distribution des offsets dans un bin singulier mais dans plusieurs bins voisins car la migration et le DMO bougent les traces autour du bin. Une bonne règle de pouce est que la dimension de ces bins soit égale à la zone de Fresnel.

Une autre méthode pour représenter la distribution d'offsets est donnée par la (Fig. II.16) qui donne une seule ligne de bins, l'échelle horizontale représente les bins, tandis que l'échelle verticale représente les offsets.

La distribution la plus uniforme est donnée par la couleur de redondance des offsets et la présence de tous les offsets possibles. (Ghordsen et al., 2000)

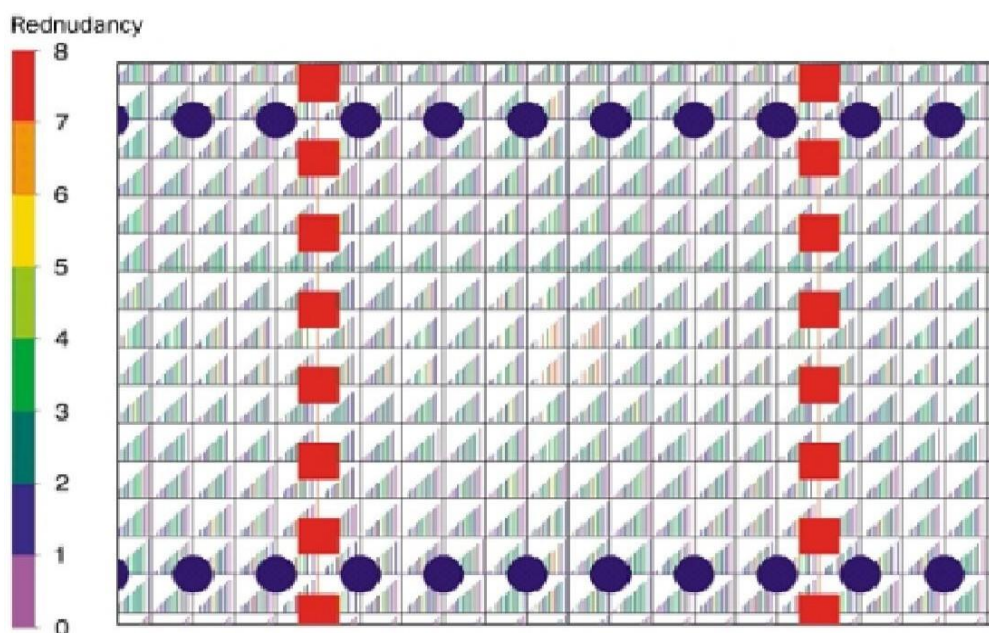


Figure II-15: Distribution d'offsets dans chaque bin (stick diagramdiagramme). (Gherib D, 2012).

Le designer n'est pas concerné uniquement par la distribution des offsets dans un bin singulier mais dans plusieurs bins voisins car la migration et le DMO bougent les traces autour du bin. Une bonne règle de pouce est que la dimension de ces bins soit égale à la zone de Fresnel.

Une autre méthode pour représenter la distribution d'offsets est donnée par la (Fig. II.16) qui donne une seule ligne de bins, l'échelle horizontale représente les bins, tandis que l'échelle verticale représente les offsets.

La distribution la plus uniforme est donnée par la couleur de redondance des offsets et la présence de tous les offsets possibles. (Ghordsen et al., 2000).

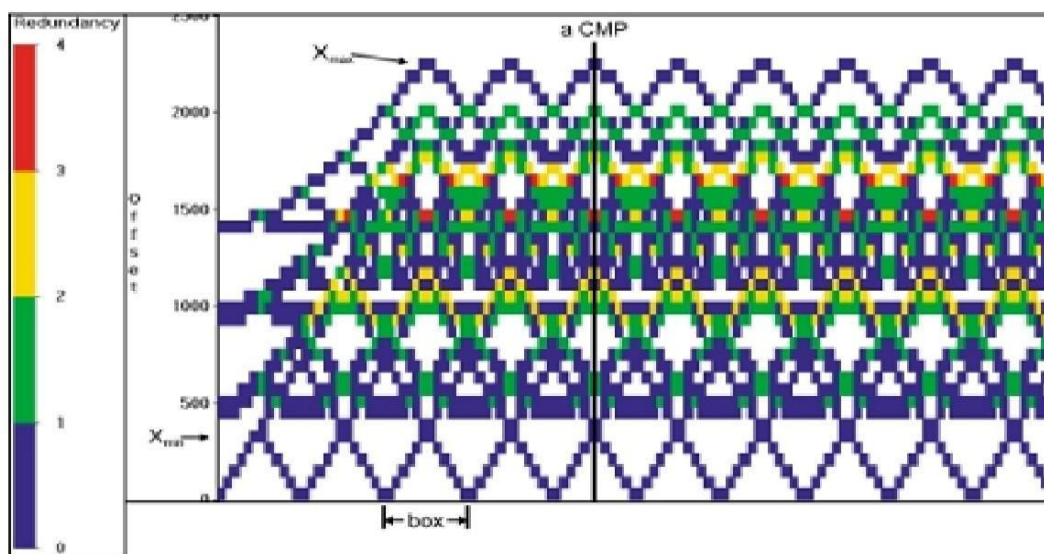


Figure II-16: Distribution d'offsets dans une ligne de bins. (Gherib D, 2012).

II.5 Distribution d'azimuts

La distribution des azimuts est également fortement influencée par la couverture. Si le rapport d'aspects du patch est inférieur à 0,5, on peut s'attendre à une distribution des azimuts médiocre. Une mauvaise répartition des azimuts peut entraîner des problèmes lors du couplage des corrections statiques et rendre difficile la détection des variations d'azimuts dues aux pendages et aux anisotropies. Il est donc important de veiller à une couverture adéquate afin d'obtenir une distribution appropriée des azimuts, permettant ainsi une meilleure interprétation des données sismiques. (Gherib D, 2012)

Une bonne distribution assure que l'information de tous les angles autour du bin est incluse dans la sommation.

La (Figure II.17) montre une méthode (spider plot) pour voir les azimuts dans chaque trace bin. La longueur et la couleur de chaque bâton montrent le montant et la direction des offsets. Ce bâton commence toujours du milieu du bin et pas nécessairement du midpoint, donc elle ne montre pas l'éparpillage de ces midpoints. (Gherib D, 2012)

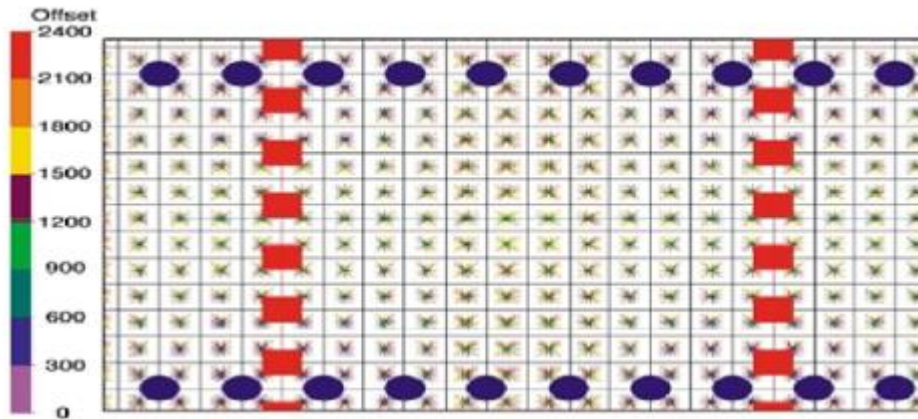


Figure II-17: Distribution d'azimut dans chaque bin (spiderplot). (Gherib D, 2012).

II.6 Règle de 85%

La règle de 85% sert à déterminer le rapport d'aspect relatif à un X_{mute} (X_{max}) nécessaire à l'optimisation de la surface d'enregistrement. Les dimensions du patch (X_r , X_s) (Gherib D, 2012), (voir Fig. II.20) à enregistrer sont déterminées de la manière suivante :

- Choisir l'offset selon la direction In-line : $X_r = 0.85 X_{max}$.
- Déterminer X_{max}
- Choisir l'offset selon la direction X-line : $X_s = 0.85 * X_r = 0.72 * X_{max}$.
- Obtenir le rapport d'aspect du patch : $X_s / X_r = 0.85 = 85\%$

$$X_s = 0.85 * X_r = 0.72 * X_{mute} \dots \dots (II.20)$$

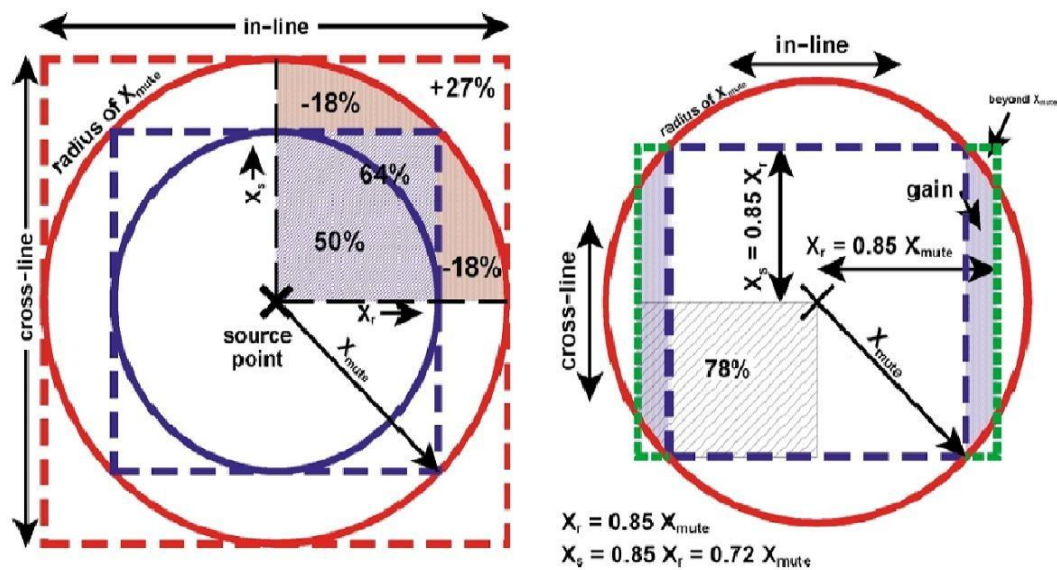


Figure II-18: application de la règle de 85%. (Gherib D, 2012).

II.7 Types de Design

En sismique 3D, il existe plusieurs méthodes d'acquisition dont chacune présente ses :

- Propres caractéristiques.
- Difficultés dérivées de l'œuvre.
- Avantages et inconvénients.

II.8 Techniques d'acquisition

Ces techniques d'acquisition, sont des variantes de deux classes principales portant les noms :

- Profilage parallèle ou In-profiling.
- Profilage croisé ou cross-profiling.

II.8.1. In-Line profiling ou profilage parallèle :

Ce type d'acquisition implique l'enregistrement d'informations provenant de la subsurface à l'aide d'une série de profils classiques 2D qui sont très proches les uns des autres, de manière à couvrir l'intégralité du prospect avec un degré de couverture prédéterminé. Cette méthode d'acquisition présente un arrangement azimutal très limité, ce qui signifie que les profils sont généralement enregistrés dans une seule direction ou avec un nombre restreint d'angles. De plus, on observe la présence d'offsets répétitifs. (Gherib D, 2012)

Le profilage parallèle est largement utilisé en marine vu la rigidité de la géométrie d'acquisition imposée par les sources et les récepteurs.

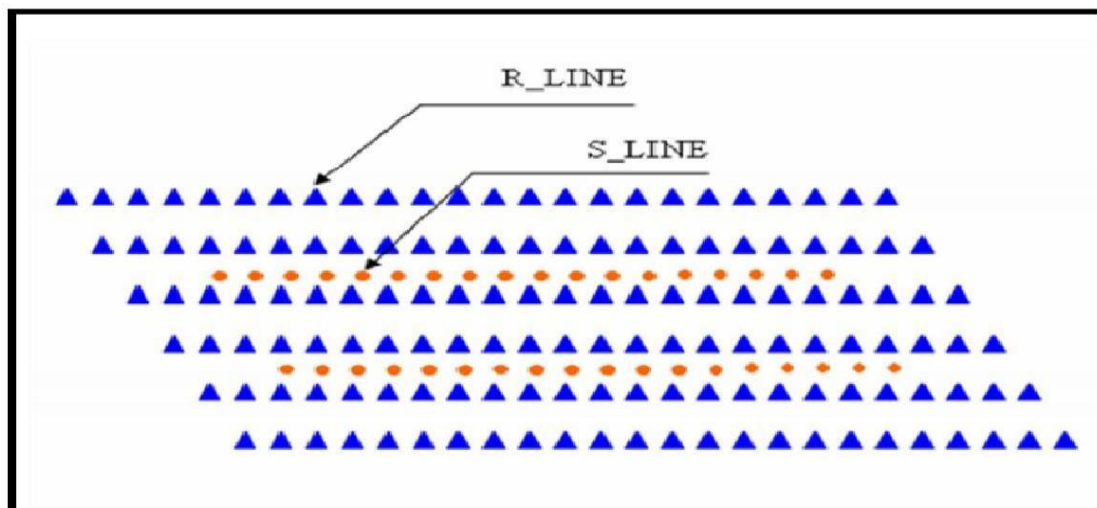


Figure II-19: Schéma d'un dispositif In-line. (Document ENAGEO).

II.8.2. Cross-Line profiling ou profilage croisé :

Le profilage croisé est très souple car il permet un recouvrement d'une même zone en accentuant l'effort sur les récepteurs ou les sources (dépendant des contraintes de terrain et de matériaux). (Gherib D, 2012)

Parmi tous les dispositifs de profilage croisé on peut citer :

- **Dispositif Orthogonal :**

Les lignes de réception forment avec les lignes de tir un angle inférieur à 90° . C'est généralement l'angle de 45° qui est choisi (Fig. II.20). Ce dispositif est très opérationnel à cause de la disposition directe des lignes de sources et de réceptions. La distribution d'offsets est bonne ainsi que celle des azimutes. (Gherib D, 2012)

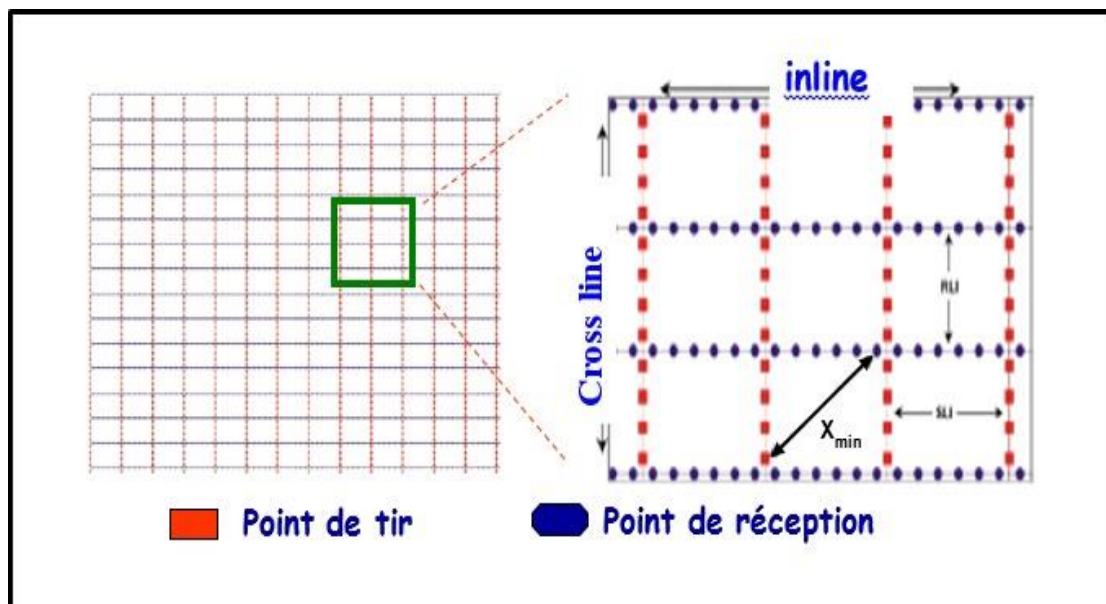


Figure II-20: Schéma d'un dispositif en Swath shooting. (Document ENAGEO).

- **Dispositif non Orthogonal ou "Slanted" :**

Ce type de dispositif donne une bonne distribution des offsets.

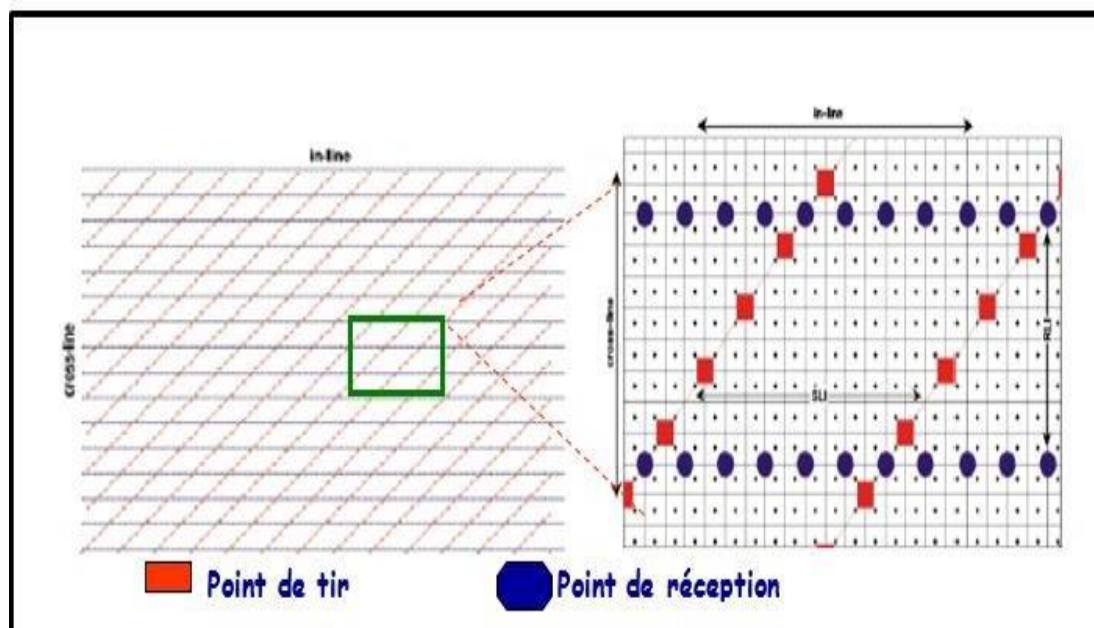


Figure II-21: Schéma d'un dispositif non orthogonal. (Document ENAGEO).

- Dispositif en zigzag :

La configuration en zigzag est très utilisée en zone désertique. Des lignes de source sont positionnées entre des paires adjacentes de lignes de réception. Il est important de mesurer le positionnement des points source de sorte qu'il crée des points milieux centrés dans chacune des cellules (voir Fig. II.22). (Gherib D, 2012).

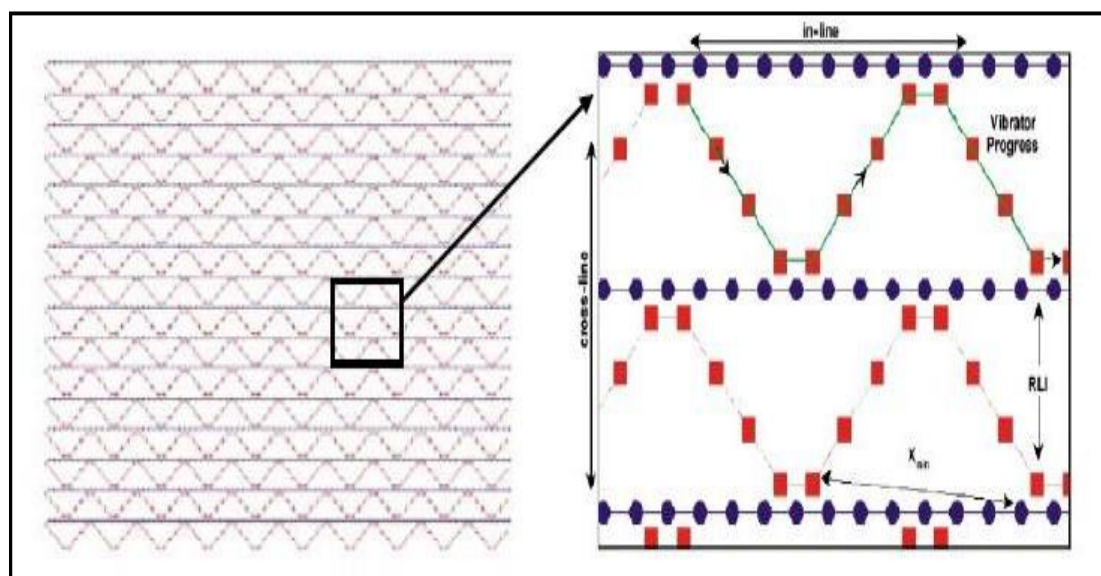


Figure II-22: Schéma d'un dispositif en zigzag. (Document ENAGEO).

- Dispositif en briques

Le dispositif en briques est développé afin d'améliorer la distribution d'offsets des dispositifs orthogonal. Ils offrent des offsets X plus courts et donnent ainsi 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 (voir Fig. II.23). (**Gherib D, 2012**).

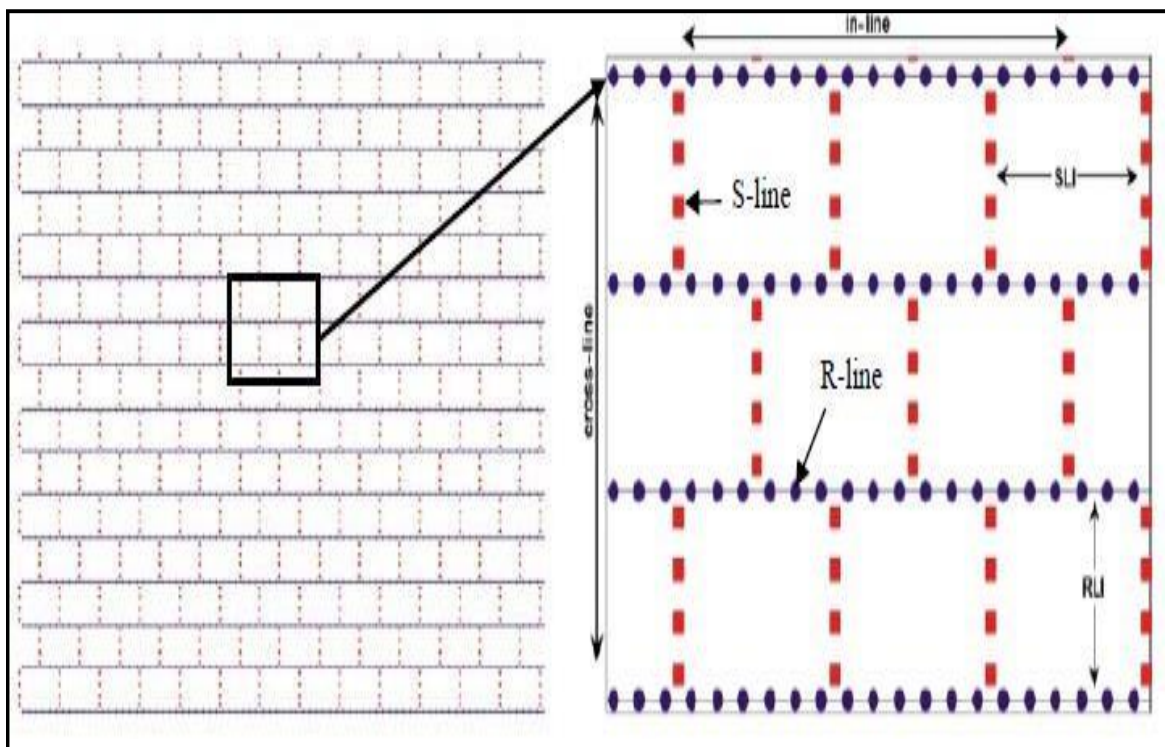


Figure II-23: Schéma d'un dispositif en briques. (**Document ENAGEO**).

- **Dispositif circulaire**

Le dispositif circulaire est utilisé lorsque l'espacement entre les lignes de réception est irrégulier ; il offre l'avantage de disposer d'une bonne distribution des azimuts et une multitude d'offsets maximums. Sa mise en œuvre sur terrain est difficile. Cette géométrie est bien adaptée à l'étude des dômes de sel (voir Fig. II.24). (**Gherib D, 2012**).

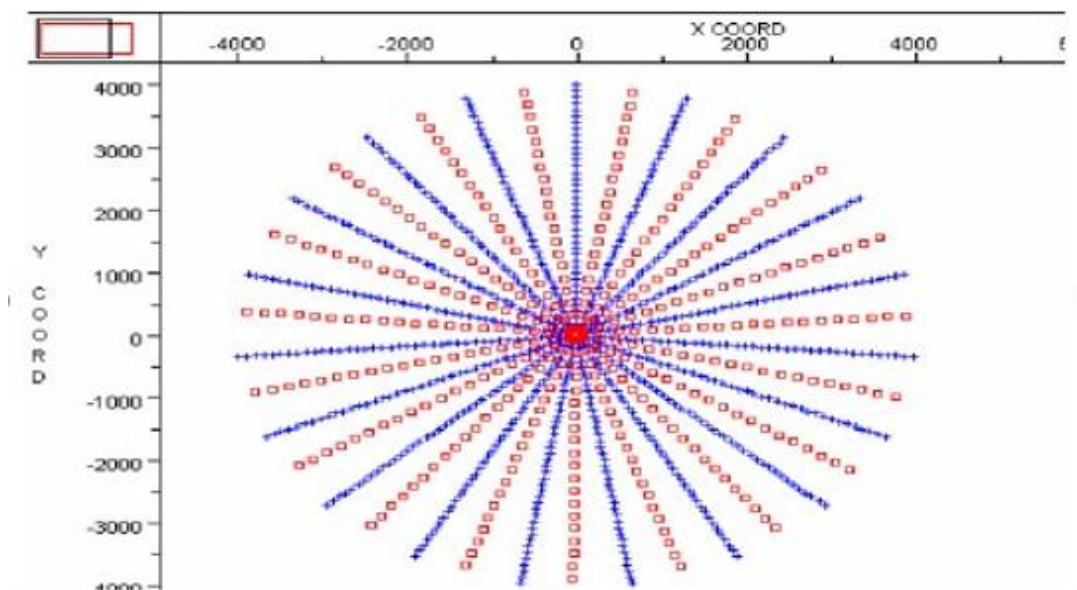


Figure II-24: Schéma d'un dispositif circulaire. (Document ENAGEO).

- Dispositif en Button Patch

Ce dispositif donne l'avantage d'une mise en œuvre rapide et donne une bonne distribution des offsets longs et des azimuts, mais une mauvaise distribution pour les offsets courts, Le coût d'acquisition est minimisé (voir Fig. II.25). (Gherib D, 2012)

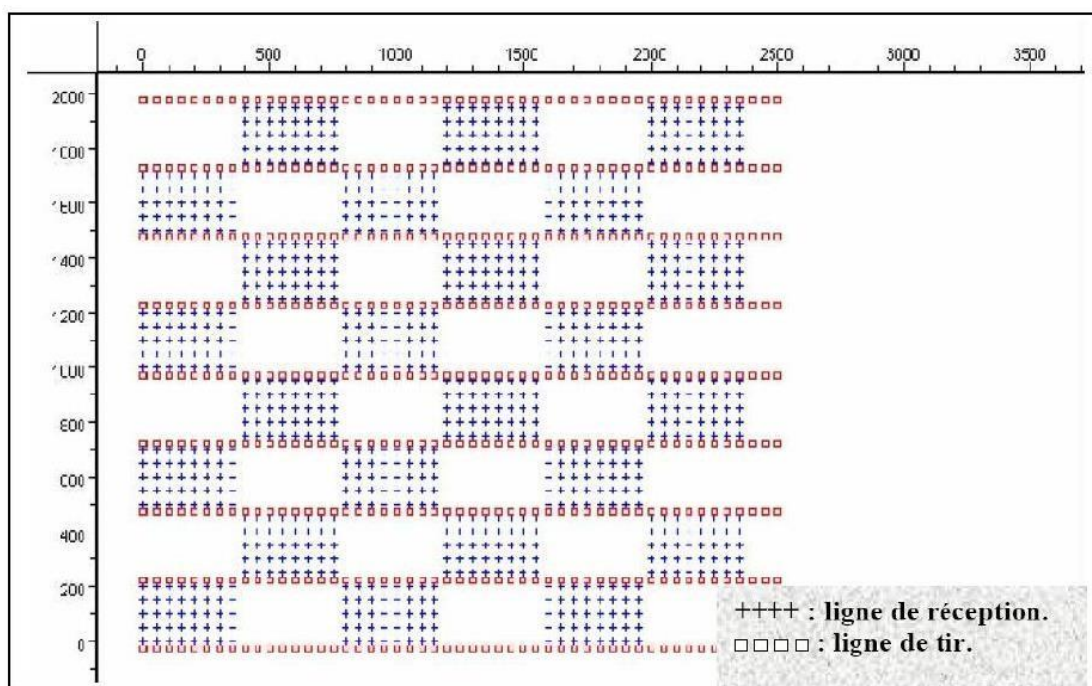


Figure II-25: Schéma d'un Dispositif en Button Patch. (Document ENAGEO).

II.9 Conclusion

La méthodologie décrite ici offre aux planificateurs 3D une approche rapide et fiable pour sélectionner les paramètres géophysiques. Cependant, il est important de noter que certains des inputs nécessaires dans la formule peuvent être difficiles à obtenir à partir des données disponibles. De plus, de nombreuses règles pratiques sont similaires aux règles de pouce.

Malgré ces considérations, cette méthodologie constitue une approche efficace pour fournir rapidement un budget fiable dans un délai limité. Elle peut être réalisée dans les deux semaines suivant la collecte des données disponibles. Toutefois, il est important de compléter cette méthodologie par un ajustement des paramètres géophysiques, ce qui implique généralement une diminution des coûts. Cet ajustement peut être réalisé à l'aide d'une modélisation sismique, qui peut prendre de deux à trois mois après la collecte des données disponibles.



Chapitre **III**

RÉALISATION D'UN DESIGN 3D



Chapitre III : **RÉALISATION D'UN DESIGN 3D**

III.1. Introduction

Ce chapitre porte sur la géologie de la région d'étude, les paramètres utilisés pour effectuer la conception 3D, ainsi que la vérification de l'efficacité de ces paramètres d'acquisition. Pour cela, nous analysons la répartition de la couverture dans les différentes gammes de distances, la distribution des distances et d'azimutes.

III.2. Description de la zone d'étude

L'étude en cours concerne le permis 22_MTL-3D, qui est situé dans le Bloc (420, 436, 419, 318). Ce permis comprend un programme sismique appelé 22-MTL-3, couvrant une superficie d'acquisition de 1472,79 km². La parcelle sismique 22-MTL-3D se trouve à une distance de 55 km au sud-ouest de Ghardaïa et à 300 km de Hassi Messaoud.



Figure III-1: Plan de position de l'étude 22_MTL-3D (EGS 60).

III.2.1. Les limites du bloc 22_MTL-3D

L'étude 22_MTL-3D est localisée dans les blocs 420, 436, 419 et 318 du découpage cartographique (voir Figure III.2).

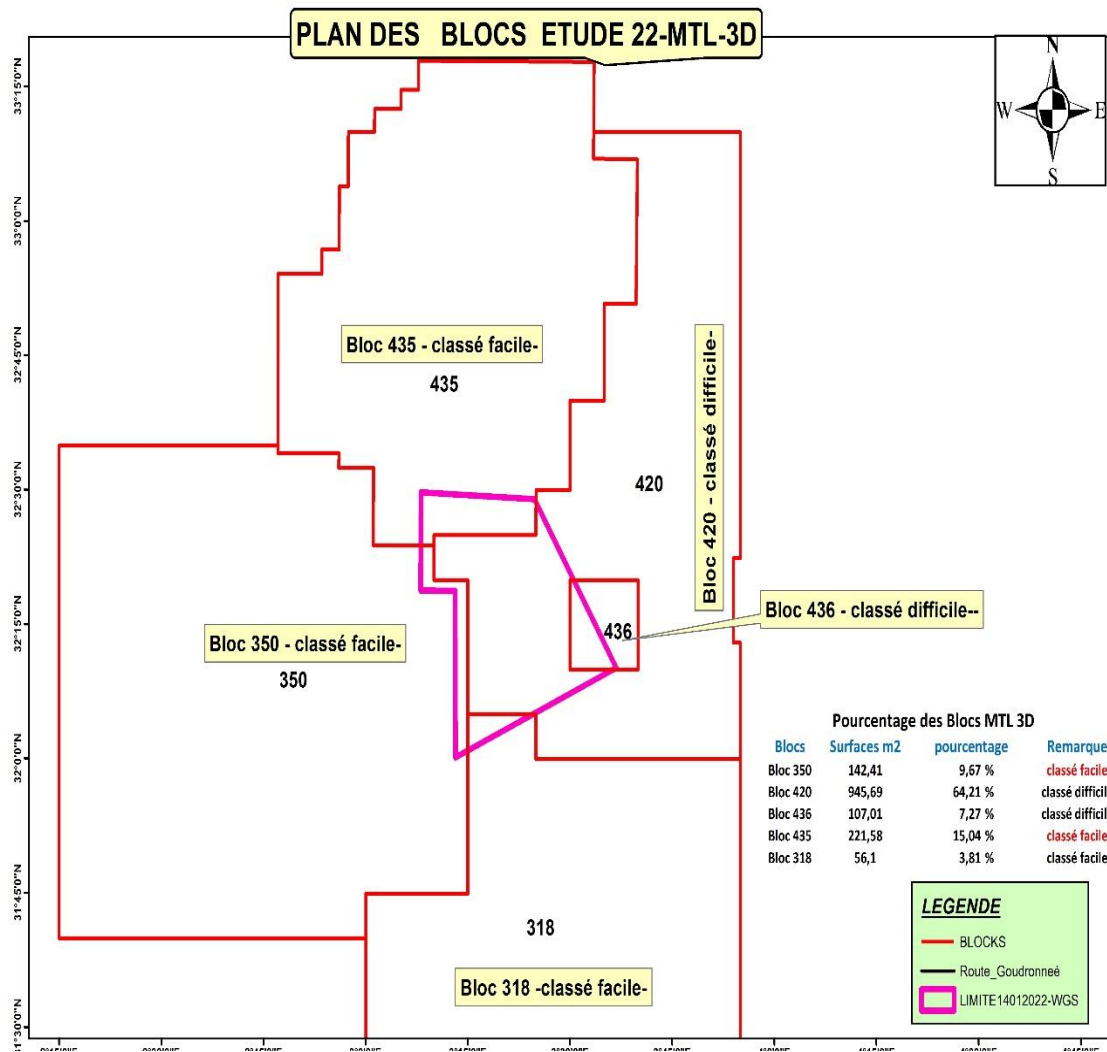


Figure III-2: Les limites du bloc 22_MTL-3D (EGS 60).

III.2.2. Les limites de l'étude 22_MTL-3D

Le (figure III.3) montre la différence entre coordonnées en Out Line et Full Fold :

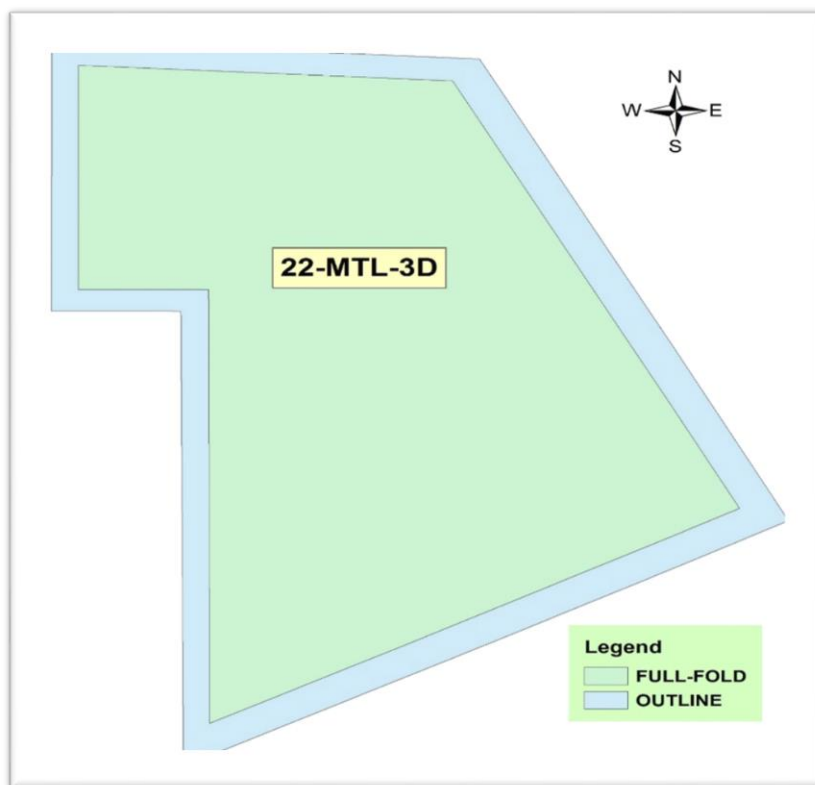


Figure III-3: Les limites de l'étude 22_MTL-3D en (Out Line et Full Fold) (EGS 60).

III.2.2.1. Les coordonnées du 2022-MTL-3D (en Out Line)

La surface délimitée par ces points correspond à une superficie de 1472,79 km² en Outline. Les coordonnées de la zone étudiée sont les suivantes :

Tableau III-1: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées CLARK 1880 (en OutLine) (EGS 60).

Sommet	X (m)	Y (m)
O-Line 01	512792.755	3595032.17
O-Line 02	538871.791	3593680.29
O-Line 03	557847.451	3558998.6
O-Line 04	520798.530	3540407.23
O-Line 05	520642.100	3574716.48
O-Line 06	512742.055	3574745.47
O-Line 07	512792.755	3595032.17

Tableau III-2: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées WGS-84 (en Out Line)
(EGS 60).

Sommet	X (m)	Y (m)
O-Line 01	512728.199	3595335.52
O-Line 02	538807.086	3593983.64
O-Line 03	557782.639	3559302.15
O-Line 04	520733.929	3540710.89
O-Line 05	520577.499	3575019.94
O-Line 06	512677.499	3575048.93
O-Line 07	512728.199	3595335.52

III.2.2.2. Les coordonnées du 2022-MTL-3D (en Full Fold)

La surface limitée par ces sommets est de 1199.60 km² en full fold. Les coordonnées de la zone étudiée sont les suivantes :

Tableau III-3: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées CLARK 1880(EGS 60).

Sommet	X (m)	Y (m)
O-Line 01	514388.549	3593347.302
O-Line 02	537896.905	3592128.679
O-Line 03	555635.239	3559708.443
O-Line 04	522438.243	3543706.725
O-Line 05	522232.05	3576310.655
O-Line 06	514346.044	3576339.595
O-Line 07	514388.549	3593347.302

Tableau III-4: Les limites de permis 22_MTL-3D en coordonnées WGS-84 (en Full Fold)
(EGS 60).

Sommet	X (m)	Y (m)
O-Line 01	514323.984	3593650.655
O-Line 02	537832.205	3592432.039
O-Line 03	555570.439	3560011.99
O-Line 04	522373.633	3544010.362
O-Line 05	522167.44	3576614.106
O-Line 06	514281.479	3576643.046
O-Line 07	514323.984	3593650.655

III.2.3. Les coordonnées du Comp

La réalisation du permis a été fait à partir d'une seul comp principal qui a la coordonnées géographiques et WGS-UTM 31 suivantes :

Tableau III-5: Les coordonnées géographiques et WGS-UTM 31 du comp.

N°	WGS-UTM 31		Géographiques	
	X(m)	Y(m)	Latitude	Longitude
COMP EGS 60	542759	3573415	32°17'48.15332"N	3°27 '48.96401"E

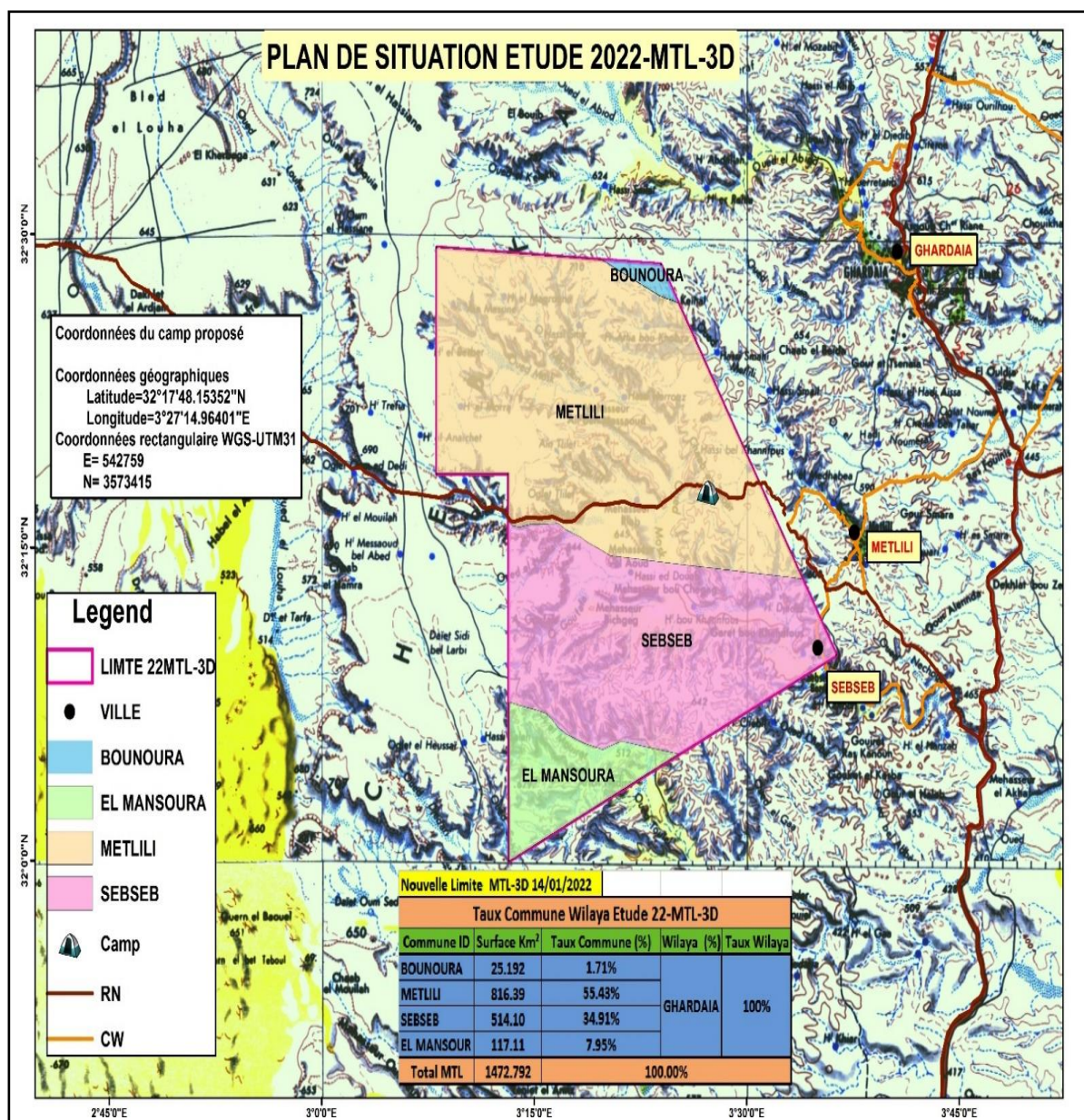


Figure III-4: Plan de situation étude 22_MTL-3D (EGS 60).

III.2.4. Description du périmètre de l'étude

III.2.4.1. Nature du terrain:

Le programme sismique se situe dans une zone caractérisée par une topographie assez chahutée avec des terrains rocailloux éventré par plusieurs lits d'oued.

Le relief de l'étude MTL-3D est très variable, constitué de terrain REG rocailloux dans sa partie Nord-Ouest et un grand Oued qui travers l'étude du sud au nord divisé en périmètre agricole exploité (palmeraies et autre culture maréchal) et non exploité (présences de bédouin et de cheptel de moutons) avec présence de GARAS dans les Oueds dans sa partie Est et des sones dunaires au niveau des oueds. Et de nature REG rocailloux sous forme de plateforme et de grandes montagnes rocheuses et de grand ravins traversés par des grands oueds profond et étroits par endroits. Présence de la ville de SEBSEB et pipe gaz de ville avec des routes goudronnées ainsi il est a noté la présence des lignes de moyenne tension électrique dans sa partie Sud (voir Fig. III.5).

III.2.4.2. Infrastructures et obstacles existante

Dans l'ensemble, les reliefs du terrain rocailloux de cette région sont plus dominants que les infrastructures existantes Répartis entre les deux Zipper MTL-3D :

- ✓ Des anciennes sondes (forage Gaz/pétrole/eau).
- ✓ Des Terrains d'agricultures.
- ✓ Des anciens puits d'eau traductionnel.
- ✓ Des anciens et nouveaux Forages d'eau.
- ✓ Des conduites d'eau.
- ✓ Des Bassin de stockage d'eau.
- ✓ Des châteaux d'eau.
- ✓ La ville de SEBSEB
- ✓ Des jobs pour stockage d'eau au milieu des oueds.
- ✓ Des vieux immeubles.
- ✓ Des pistes en Tuf.
- ✓ Des Routes goudronnées.
- ✓ Des lignes électriques (M/T).
- ✓ Des ancien Cimetières et Tombeaux.
- ✓ Des Lignes de Fibre Optique.
- ✓ Des fosses naturelles.
- ✓ Des larges Oueds.
- ✓ Des zones Pastorales (Khaymas).
- ✓ Des Zones d'éboulement rocheux.
- ✓ Des pipelines de Gaz/Pétrole.

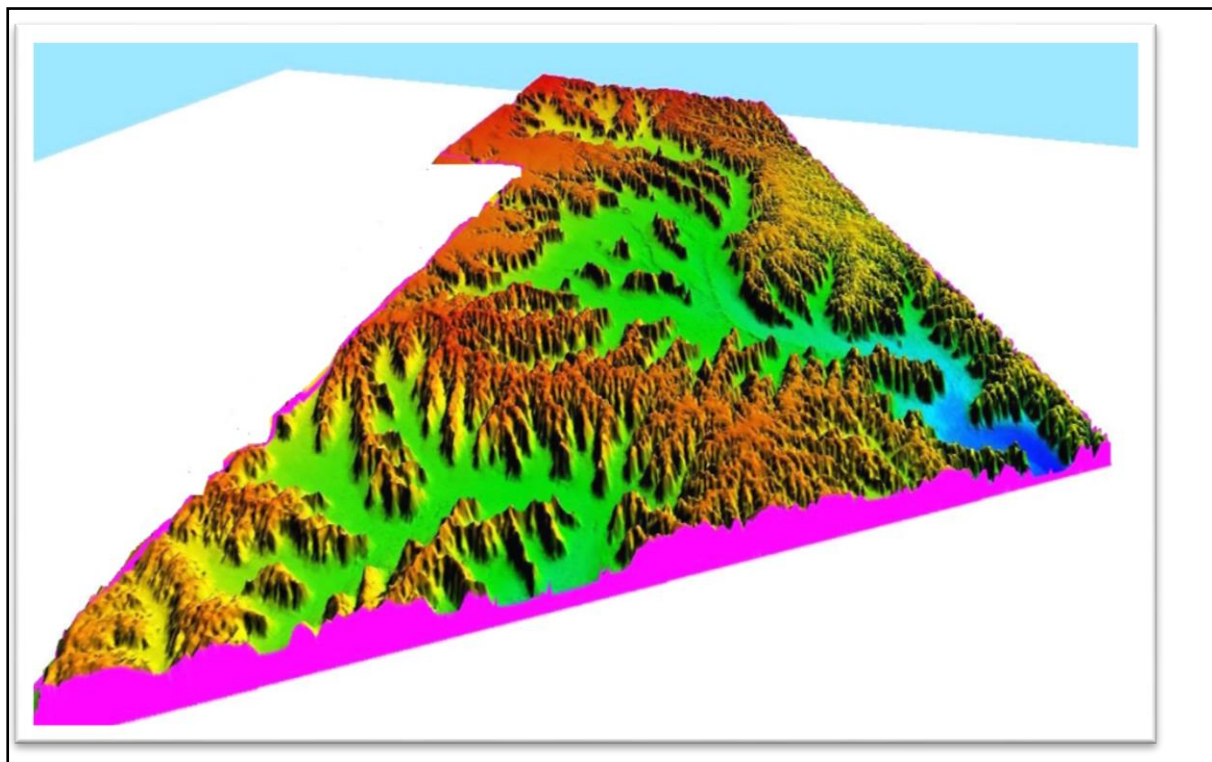


Figure III-5: Image altimétrique des Reliefs en 3D (EGS 60).

III.3. Les paramètres d'acquisitions

Dans cette région d'étude, l'acquisition sismique réflexion est réalisée à l'aide d'un dispositif de type orthogonal, connu sous le nom de "Straight Line". Le bloc élémentaire d'observation, également appelé (Patch ou Template), est constitué de 34 lignes de réception, comportant chacune 340 traces. Pour chaque point d'émission (point de tir), un total de 11 560 traces est enregistré avec 1Vp (point de tir) par salve. Deux swaths sont enregistrés simultanément par deux groupes de vibrateurs.

III.3.1. Géométrie du Template

- ✓ Nombre des lignes de réception : **34.**
- ✓ Nombre de traces par ligne : **340.**
- ✓ Nombre de traces par Template : **11560.**
- ✓ Nombre de tirs par Template : **10.**
- ✓ Distance entre lignes sources (m) : **200.**
- ✓ Distance entre deux lignes de réception (m) : **200.**

III.3.2. Paramètres des stations de réception

- ✓ Nombre total des lignes de réception : **274.**
- ✓ Inter-trace (m) : **20.**
- ✓ Distance entre deux lignes de réception (m) : **200.**
- ✓ Live stations : **368237.**
- ✓ Orientation des lignes de réception : **90°.**

- ✓ Densité des stations de réception (St/ Km²) : **250.**
- ✓ Total length (Longueur) (Km) : **7353.2.**

III.3.3. Paramètres des sources

- ✓ Nombre total des lignes source : **226.**
- ✓ Distance entre lignes source (m) : **200.**
- ✓ Distance entre sources (m) : **20**
- ✓ Orientation des lignes sources : **0°.**
- ✓ Densité des sources (Source/Km²) : **250.**
- ✓ Nombre de sweeps par point de tir : **1.**
- ✓ Nombre de Vibroseis par point de tir : **2.**
- ✓ Sources active : **367866.**
- ✓ Longueur totale (Km) : **7352.8.**

III.3.4. Paramètres de la taille d'étude

- ✓ Extension maximum des X (m) : **45079.9.**
- ✓ Extension maximum des Y (m) : **54520.**
- ✓ Surface de la couverture totale (km²) : **1161.5.**

III.3.5. Paramètres de la couverture

- ✓ Couverture In-line : 17
- ✓ Couverture cross-line : 17
- ✓ Couverture nominale : 289

III.3.6. Paramètres du Bin

- ✓ Taille du Bin (m) : **10*10.**
- ✓ Offset maximum (m) : **4794.**
- ✓ Minimum des offsets maximums (m) : **3390.**
- ✓ Maximum des offsets minimums (m) : **269.**
- ✓ Offset minimum (m) : **14.**

III.3.7. Paramètres du sweep

- ✓ Longueur du sweep (sec) : **20.**
- ✓ Fréquence du sweep (Hz) : **6-72Hz.**
- ✓ Type de sweep : **Linéaire.**
- ✓ Taper (ms) : **400.**
- ✓ Peak force : **72 % Fondamental.**

III.3.8. Paramètres d'enregistrement

- ✓ Longueur d'enregistrement (sec) : **5.**
- ✓ Pas d'échantillonnage (msec) : **2.**

III.3.9. Géométrie de la nappe source

- ✓ Nombre de vibreur par groupe : **2**.
- ✓ Nombre de sweep/vp : **1**
- ✓ Slip time (sec) : **9**.
- ✓ Distance entre vibreurs (m) : **17.5**.
- ✓ Distance entre point de tir (m) : **20**.
- ✓ Méthode d'exploration : **Slip Swap**.

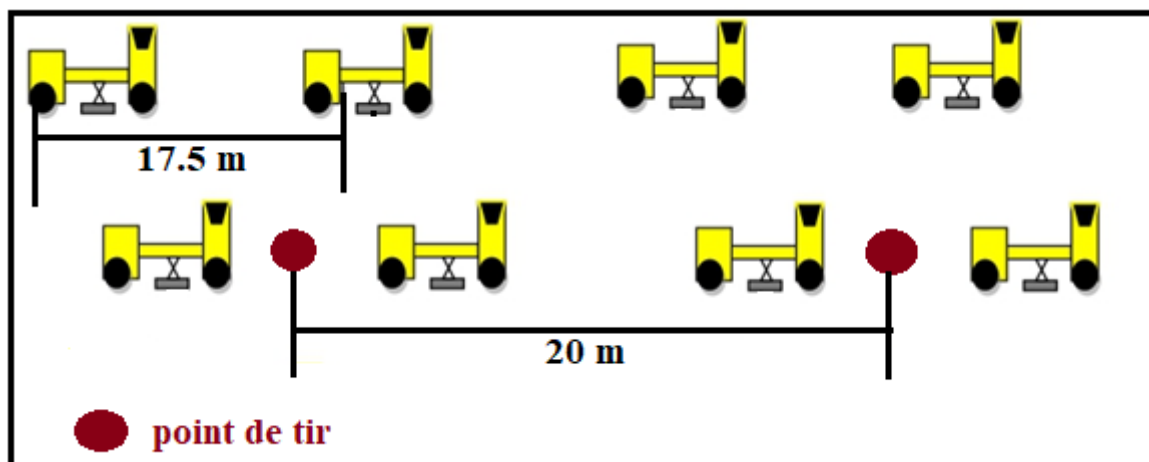


Figure III-6: Dispositif de la nappe source.

III.4. Distribution de la couverture dans la zone d'étude :

La couverture est définie comme le nombre des traces dans le bin. Généralement elle est liée directement au nombre des trajets sismique générés par les différents offsets.

III.4.1. Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset minimum [0-2000m]

En observant la Figure IV.7, nous pouvons constater que la couverture varie entre 76 et 84, avec une diminution progressive aux frontières de la zone d'étude. Cette couverture est relativement faible par rapport à la couverture théorique totale qui est de 289. Cette situation s'explique par la contribution très limitée des offsets minimums. La couverture atteint sa valeur maximale au centre de l'étude, représentée par la couleur rouge, et diminue progressivement vers les extrémités le couleur vert.

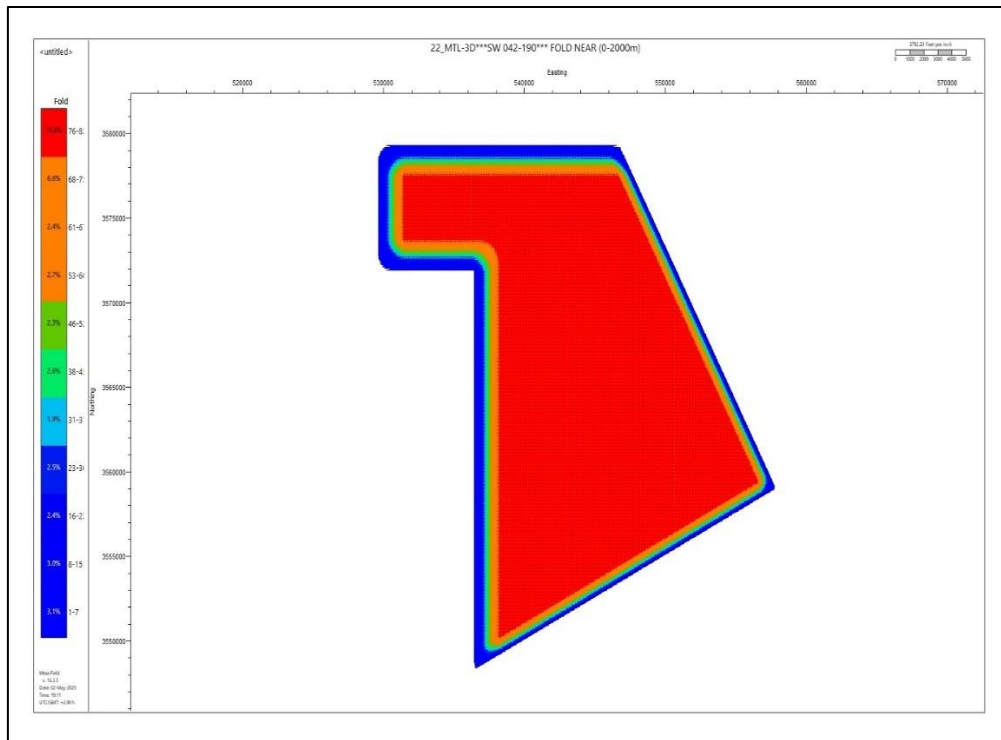


Figure III-7: La distribution de la couverture pour une plage d'offset minimum (0- 2000m) (EGS 60).

III.4.2. Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset moyen [2001-3200m]

En examinant la Figure IV.8 pour la plage d'offsets [2001-3200m], nous pouvons observer que la valeur maximale de la couverture varie entre 113 et 124. Elle est plus élevée que celle de la plage d'offsets courts [0-2000m]. Cela s'explique par la contribution plus importante des offsets moyens, qui sont plus représentatifs dans cette plage. La couverture atteint son maximum au centre de l'étude, représentée par la couleur rouge, et diminue progressivement vers les extrémités la couleur verte.

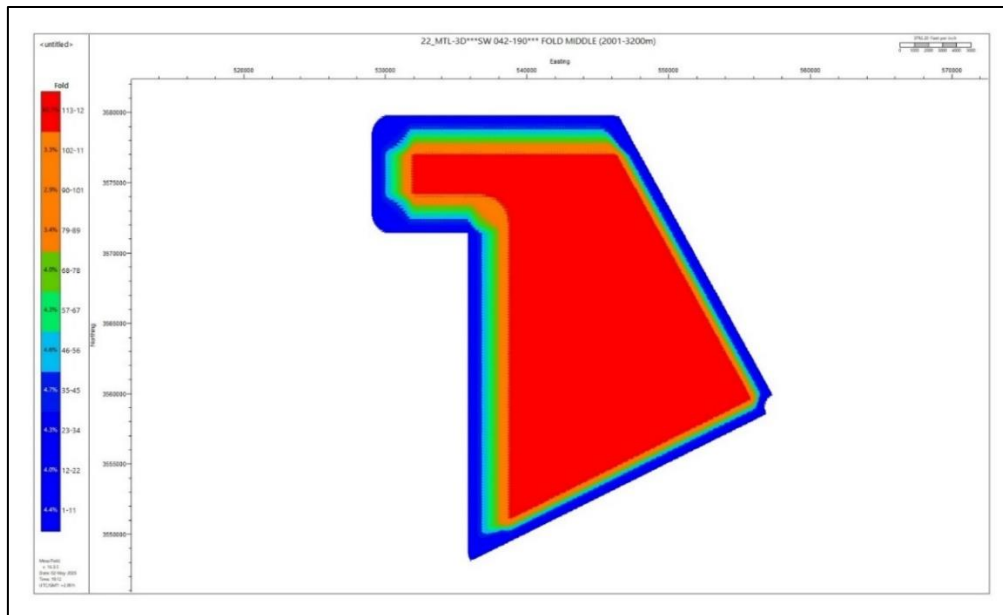


Figure III-8: La distribution de la couverture pour la plage d'offset moyen (2001-3200m) (EGS 60).

III.4.3. Variation de la couverture en fonction de la plage d'offset long [3201m-4000]

En observant la Figure III.9 pour la plage d'offsets [3201-4000m], nous constatons que la valeur maximale de la couverture varie entre 80 et 87, ce qui est inférieur à la plage d'offsets moyens [2001-3200m]. Cette différence s'explique par la contribution très limitée des offsets longs dans cette plage. La couverture atteint sa valeur maximale au centre de l'étude, présentant une distribution irrégulière. Elle diminue progressivement vers les bordures de la zone d'étude.

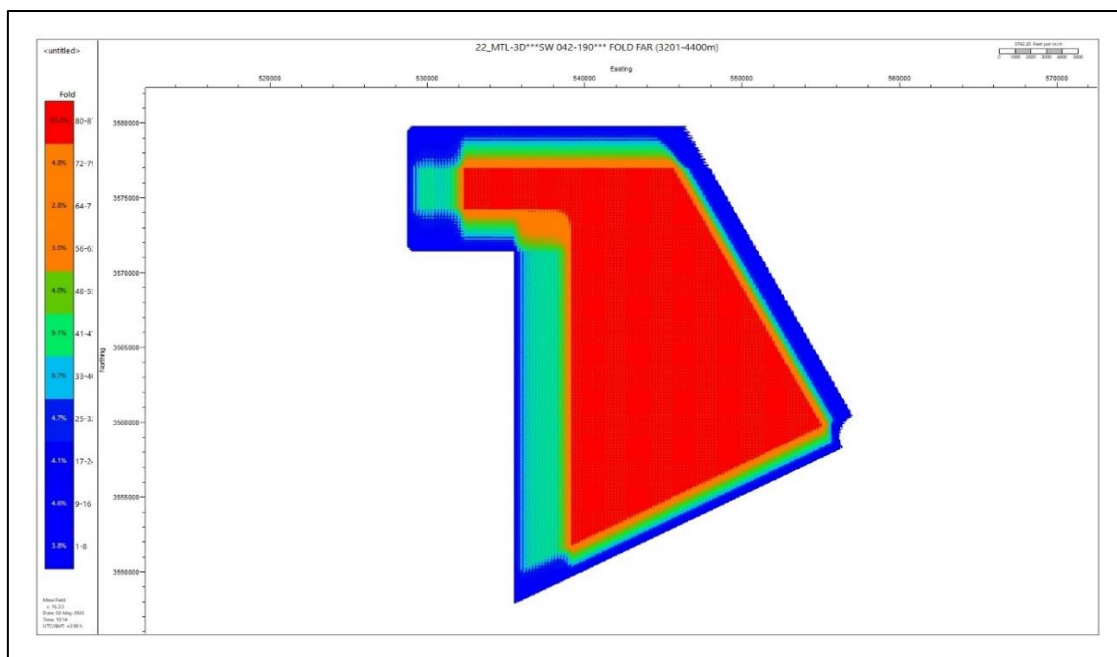


Figure III-9: La distribution de la couverture pour une plage d'offset long (3201-4000m) (EGS 60).

III.5 La distribution des offsets

La Figure IV.10 représente la distribution des offsets dans chaque bin. Cette figure met en évidence la régularité de la répartition des offsets lointains, intermédiaires et proches dans ce type de dispositif. La longueur de chaque barre représente la valeur de l'offset. On observe également une distribution bien équilibrée des offsets, illustrée par la forme d'un triangle

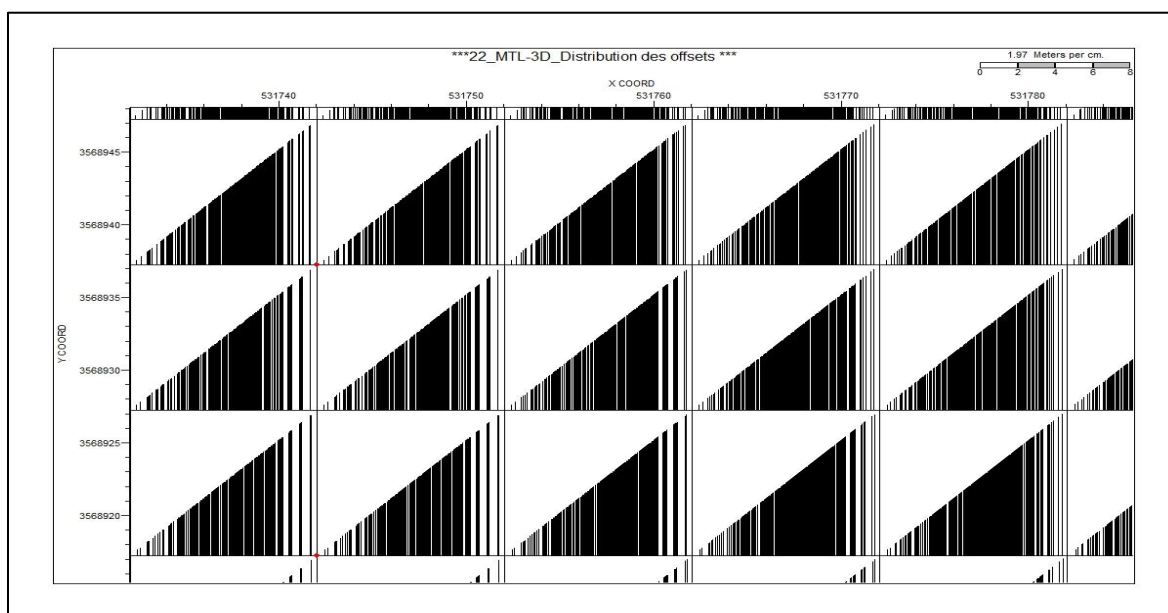


Figure III-10: Distribution des offsets dans chaque bin (EGS 60).

parfait.

III.6. La distribution des azimuts

La Figure III.11 présente la distribution des azimuts dans chaque bin. On observe une répartition uniforme des azimuts, ce qui indique que les informations sont fournies dans toutes les directions de manière équilibrée.

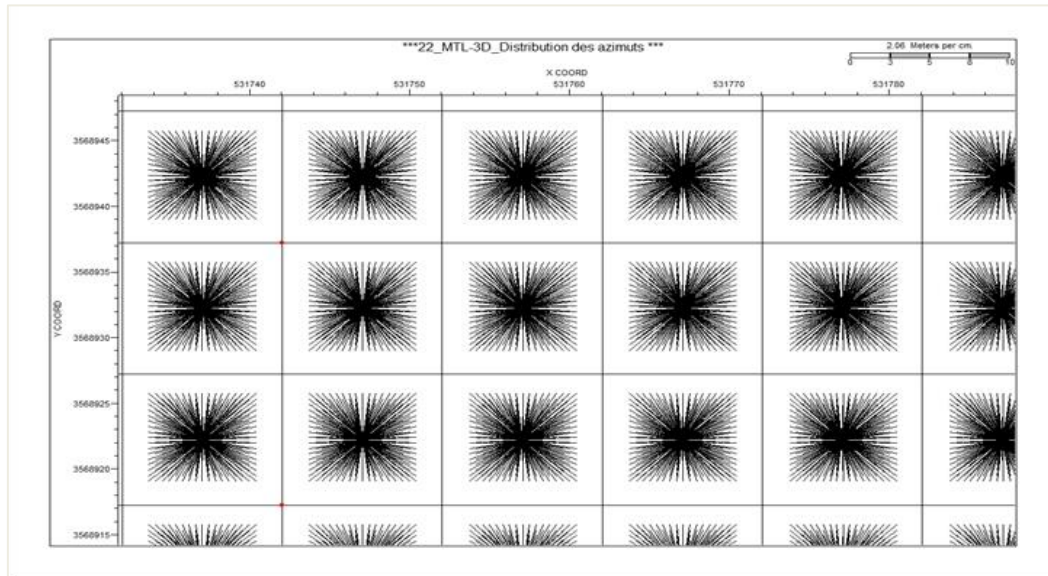


Figure III-11: Distribution des azimuts (EGS 60).



Chapitre **IV**

CONTRÔLE DE QUALITÉ



Chapitre IV : **CONTRÔLE DE QUALITÉ**

IV.1. Introduction

Après avoir sélectionné soigneusement les paramètres d'acquisition, il est crucial d'effectuer une surveillance rigoureuse et constante de la qualité des données afin de détecter rapidement les erreurs et les éventuelles données erronées. Certains de ces contrôles sont effectués par le laboratoire d'enregistrement lors de la collecte des données sismiques, tandis que d'autres sont réalisés après chaque journée d'acquisition grâce à l'utilisation du logiciel SEISPACE.

Ces contrôles sont principalement axés sur la vérification des éléments suivants:

- ✓ L'état du matériel utilisé, notamment le laboratoire d'enregistrement et les vibrateurs.
- ✓ La qualité des données, en mettant l'accent sur le niveau de bruit et la bande fréquentielle des échos restitués.
- ✓ Le respect des paramètres définis en accord avec le maître de l'œuvre, tels que le niveau d'énergie et la bande fréquentielle pour chaque source.
- ✓ La répartition de la couverture et la distribution des azimuts et des offsets en 3D.
- ✓ Le contrôle de la géométrie de l'acquisition.
- ✓ Les informations relatives à la zone d'étude, telles que l'absorption et les effets de la zone de transition (WZ).
- ✓ La détection des tirs manqués, ignorés ou répétés.
- ✓ L'identification des traces inversées, mortes ou fortement bruitées.
- ✓ La détection d'éventuelles erreurs d'élévation sur les stations de tir ou de réception.

- ✓ La répartition de l'énergie pour chaque point de tir en fonction de l'offset et de l'azimut.

IV.2. Contrôle des équipements d'acquisition

Le processus de contrôle englobe tous les éléments impliqués dans l'enregistrement et l'émission, depuis le vibreur qui génère le signal jusqu'au géophone qui capte le signal sismique, ainsi que le laboratoire chargé d'enregistrer ces données sur bande magnétique. Il est important de souligner que le laboratoire dispose des moyens nécessaires pour contrôler les équipements tels que les capteurs, les batteries, les boîtiers MRX et ALX, etc. Bien que ces équipements soient généralement testés manuellement au camp avant d'être utilisés sur le terrain. Pour les vibrateurs, un test de similarité est effectué pour évaluer leur état et la qualité des signaux émis. En ce qui concerne le laboratoire, les contrôles se concentrent principalement sur les modules corrélateur et sommateur.

IV.2.1. Contrôle du laboratoire d'enregistrement

Le contrôle le plus fréquemment réalisé au laboratoire concerne le sommateur.

IV.2.1.1. Test du sommateur

Ce test consiste à vérifier la sortie du module de sommation en injectant deux (02) signaux de polarité inverse en tant qu'entrée. Si le module fonctionne correctement, le résultat de ce test devrait se rapprocher de zéro.

IV.2.1.2. Test de corrélateur

Ce test implique de comparer les résultats de l'autocorrélation du sweep de référence, réalisée par le corrélateur au laboratoire, avec ceux obtenus par l'équipe de contrôle qualité à l'aide du logiciel SEISPACE. Lorsque le corrélateur fonctionne correctement, la comparaison des résultats devrait être identique ou présenter des différences négligeables.

IV.2.2. Contrôle des sources vibratoires

L'émergence du vibreur sismique est le résultat du développement de techniques permettant un traitement économiquement rentable des signaux longs. Il présente plusieurs avantages, notamment sa flexibilité dans la mise en œuvre (facilité de multiplication) et la possibilité de choisir des signaux appropriés qui ne transmettent au sous-sol que les fréquences utiles à la sismique.

Il offre également la possibilité de réaliser des prospections dans des zones protégées où les opérations de fracturation sont limitées. De plus, il permet d'obtenir une bonne qualité de caractérisation des réflexions dans des conditions favorables (voir Fig. IV.1).

Cependant, par rapport à la sismique conventionnelle par explosif, il présente certains inconvénients qu'il ne faut pas sous-estimer, tels que le bruit de surface généré par les vibrateurs, qui est souvent plus intense que celui généré par des tirs enterrés.



Figure IV-1: Vibrateur.

IV.2.2.1. Test de similarité

Le test de similarité est l'un des tests spécifiques effectués sur les vibreurs sismiques. Son objectif est de résoudre les problèmes de continuité spatiale et de synchronisation des groupes de vibreurs. Ce test peut être réalisé de deux manières différentes. La première méthode consiste à effectuer le test à l'aide d'un câble, généralement au début de l'étude ou lors de l'acquisition par tranches (swaths). Dans ce cas, les résultats du test sont enregistrés sur bande magnétique pour un traitement ultérieur. La deuxième méthode consiste à effectuer le test en temps réel, où les résultats sont transmis par radio.

IV.2.2.2. Test de similarité par câble (WireLine)

Ce test implique de comparer le sweep de référence avec les signaux produits par l'accéléromètre de chaque vibreur. Les signaux des vibreurs sont obtenus en connectant les sorties de leurs accéléromètres à une boîte de jonction commune, qui transmet les informations au laboratoire d'enregistrement sous la forme d'une trace sismique via un câble de liaison. Ce test est réalisé en activant tous les vibreurs simultanément pour émettre leurs signaux (voir Fig. IV.2).

Le test de similarité par câble permet de :

- ✓ Vérifier la synchronisation entre les Vibreurs.
- ✓ Estimer la différence de phase entre le Sweep de référence et la réponse du vibreur.
- ✓ Evaluer le déphasage entre l'auto-corrélation du Sweep de référence et la réponse des Vibreurs.
- ✓ Comparer le spectre d'amplitude du Sweep de référence avec celui du Vibreur.

- ✓ Evaluer le pourcentage de distorsion harmonique. Les données de test Wire Line se résument en deux types de Sweeps :
 - ✓ Sweep de référence que le VCE(Vibrator Control Electronics) génère après avoir décodé le signal de référence envoyé par le Labo d'enregistrement.
 - ✓ Sweep délivré par le Vibreur GF (Ground Force).
 - ✓ Ces Sweeps sont enregistrés sur un support magnétique avec un numéro de FFID.
- Le processus qui permet de réaliser ce test est ;(VibroisTest).

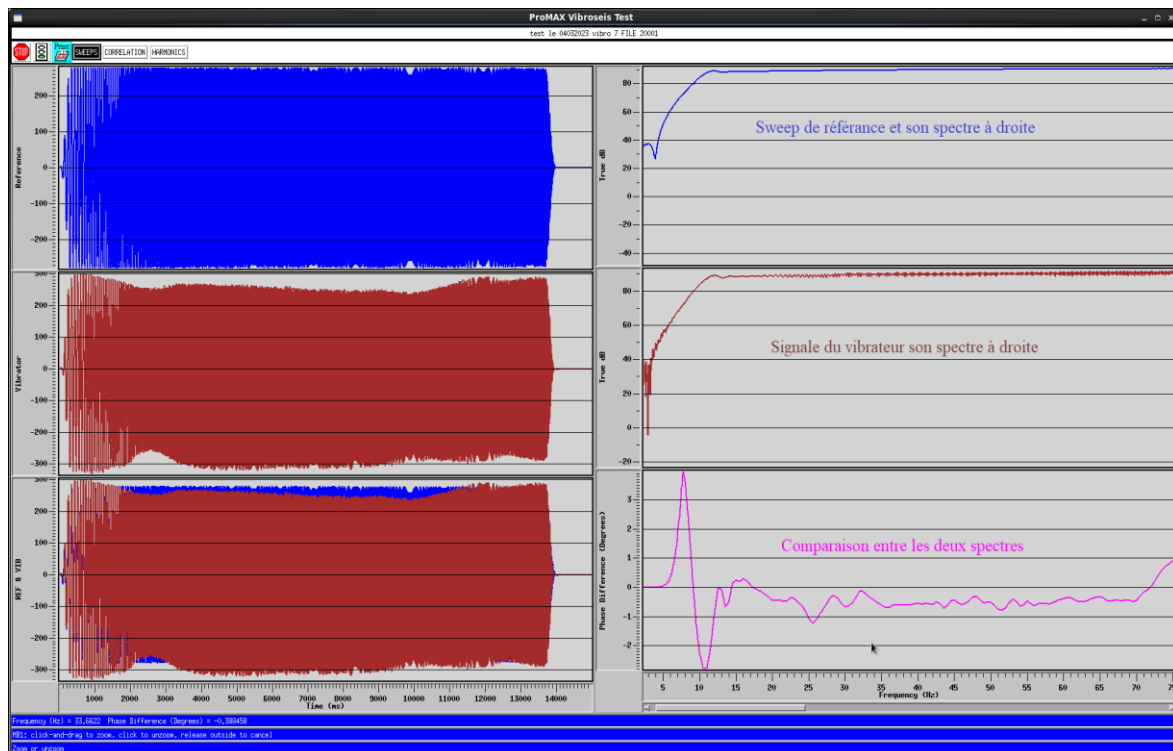


Figure IV-2: La réponse du test wire line du vibros.

IV.2.2.3. Test de similarité par radio

Il s'agit d'une technique très récente développée dans le but de permettre un contrôle en temps réel de l'état des vibreurs. À la fin de chaque émission de sweep, les vibreurs émettent des données numériques fournissant des informations sur le signal émis, qui portent essentiellement sur:

- ✓ Le déphasage entre le signal Ground Force et le sweep de référence.
- ✓ Le pourcentage de Peak Force appliqué durant l'émission du sweep.
- ✓ Sweep de référence.
- ✓ Réponse du vibreur.
- ✓ Déphasage entre le sweep de référence et la réponse du vibreur (la tolérance est de l'ordre de 5 degrés).

- ✓ L'autocorrélation du sweep de référence et sa crosscorrélacion avec la réponse du vibrateur.
- ✓ Valeur du Ground Force appliquée.
- ✓ Pourcentage des distorsions harmoniques.

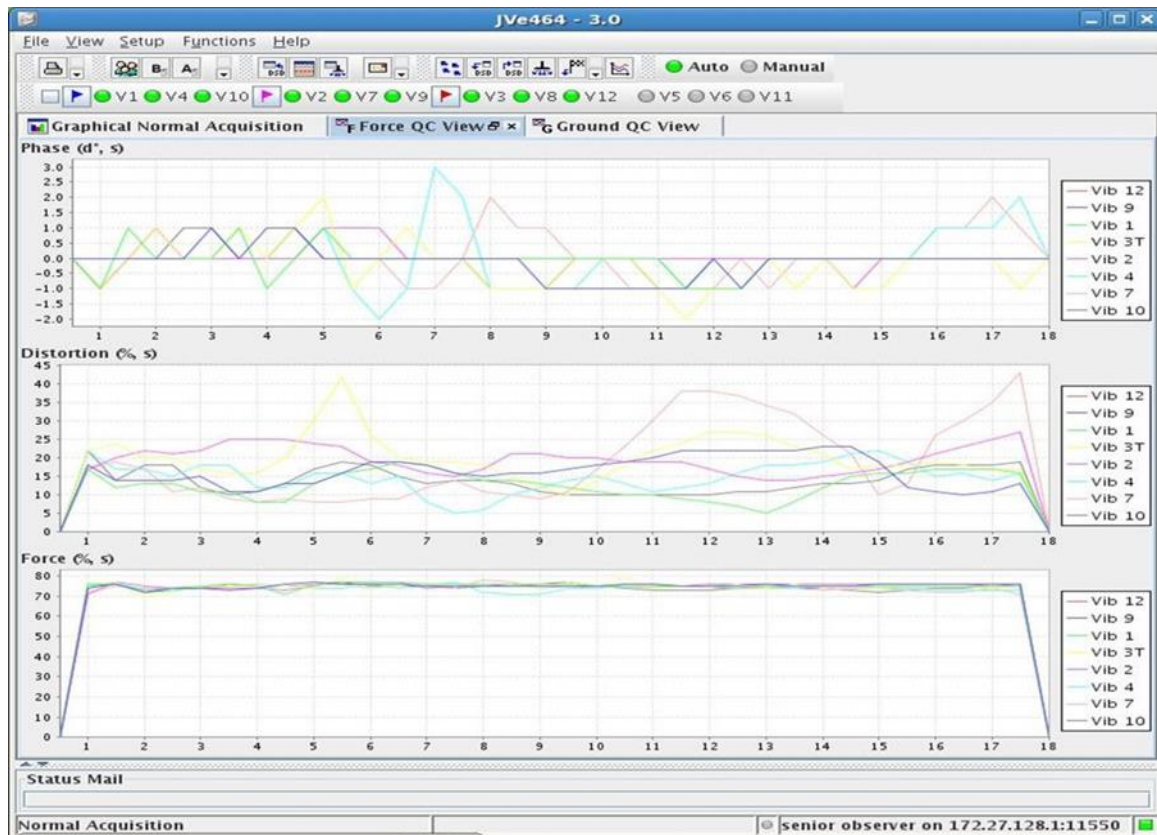


Figure IV-3: Test de similarité par radio (Document ENAGEO).

IV.2.3. Distorsion harmonique

Les distorsions harmoniques sont des perturbations indésirables qui se présentent sous forme de multiples de fréquences par rapport au signal fondamental. Elles sont causées par deux effets principaux :

- Le mauvais couplage de la base plate avec le sol.
- La non-linéarité du système hydraulique du vibrateur.

L'effet de cet harmonique réside dans l'addition de longues oscillations avant et après (selon le sens de balayage de la bande fréquentielle du signal émis) les pics de la fonction d'auto-corrélation du signal émis. Leur présence peut être visualisée sur un diagramme d'analyse (temps- fréquence) et leur taux peut être estimé par analyse des tests de similarité. L'effet des distorsions harmoniques sur l'enregistrement corrélé dépendra de la nature de mécanisme de distorsion (amplitude, phase, fréquence instantanée, etc....).

IV.2.4. Test Géophone

Le géophone est un capteur extrêmement sensible qui se compose d'une bobine suspendue à un ressort mobile par rapport à un aimant fixe. Il convertit les vibrations du sol générées par les vibreurs en un signal électrique proportionnel avec une grande précision (voir Fig. IV.4).

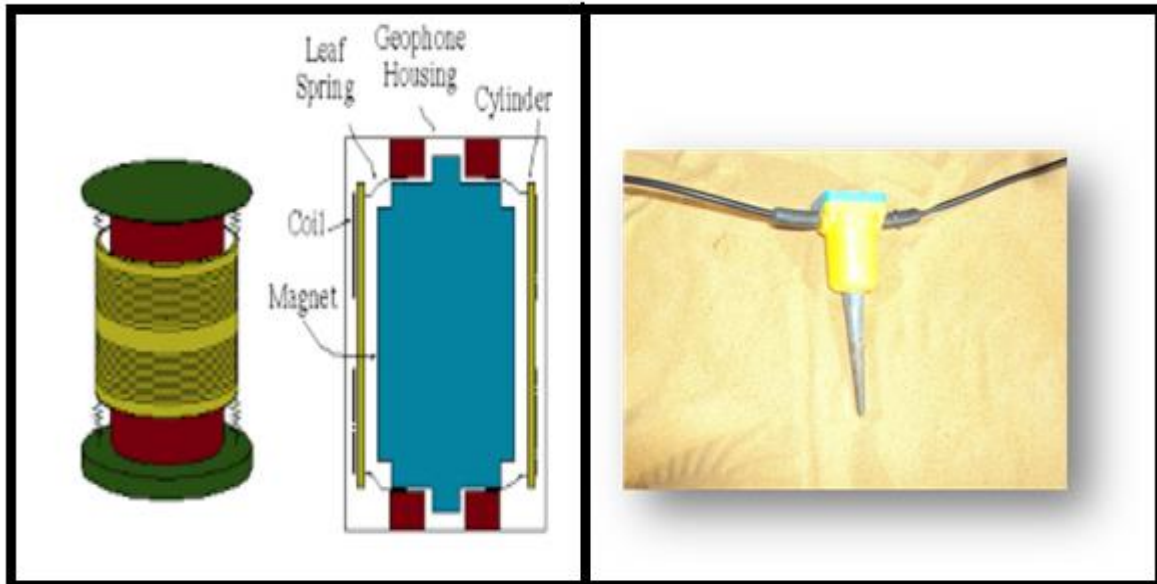


Figure IV-4: Le Géophone (Document ENAGEO).

Le géophone subit plusieurs tests, et cela au niveau de la base, le camp et aussi au niveau du laboratoire.

IV.2.4.1. Test SMT 200

Ce test est effectué sur toutes les grappes du parc géophone d'une mission sismique avant leur déploiement sur le terrain, dans le but d'évaluer la fiabilité des douze géophones qui composent chaque grappe. On contrôle leurs paramètres tels que la résistance, l'impédance, etc., à l'aide d'un appareil appelé SMT200 (voir Fig. IV.5)

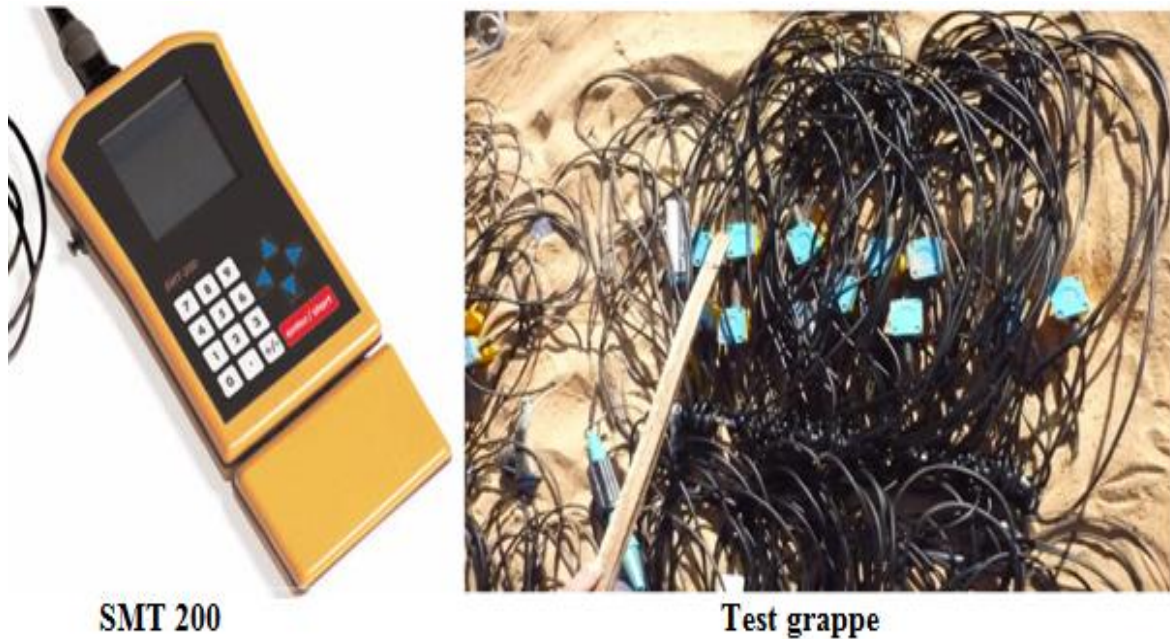


Figure IV-5: Test SMT 200 (Document ENAGEO).

IV.2.4.2. Test Leakage

Ce test est spécifique au câble de la grappe et permet de détecter toute coupure ou déchirure de la gaine du câble. Pour ce faire, on utilise l'appareil appelé MIGGER. Étant donné que l'information sismique transportée par les câbles est de l'ordre du microvolt, c'est-à-dire très faible, une rayure sur le câble pourrait entraîner une fuite de courant.

IV.2.4.3. Test Tilt

Ce test se concentre sur la position et la verticalité des géophones par rapport à la surface du sol, dans le but d'améliorer l'enregistrement des composantes verticales des signaux. La tolérance acceptée pour ce test est fixée à 5% au niveau du laboratoire, ce qui signifie qu'au maximum un géophone par grappe peut dépasser cette limite.

IV.2.4.4. Test Noise

C'est une vérification du pourcentage de traces bruitées parmi l'ensemble des traces actives dans la zone spécifique du terrain en cours d'exploitation. Ce bruit provient de l'environnement ambiant, tel que le vent et la circulation des véhicules à proximité du profil (swath) en cours d'exploitation. Si le pourcentage de traces non bruitées dépasse 75%, cela indique que le dispositif de réception fonctionne correctement. Dans le cas contraire, il est nécessaire de suspendre la production jusqu'à ce que le bruit soit réduit.

IV.2.4.5. Test Tape Top

Ce test vise à vérifier la polarité des géophones et leur réponse lors d'une vibration. Pour effectuer ce test, une nappe de géophones est connectée au laboratoire d'enregistrement, mais cette fois-ci seul un géophone est enfoncé dans le sol, choisi de manière aléatoire, tandis que les autres géophones restent étendus.

Ensuite, on frappe le géophone planté pour générer une vibration, qui est enregistrée. Cette réponse est ensuite analysée par l'équipe de contrôle qualité et l'équipe du laboratoire afin de vérifier la polarité des géophones.

IV.2.5. Tests Instruments

C'est un ensemble de vérifications journalières des paramètres internes fixés par les constructeurs des différents instruments utilisés dans la chaîne d'enregistrement (GÉOPHONE, FDU, LAUL, LAUX), elles s'effectuent au niveau du laboratoire d'enregistrement et les résultats sont sur des fichiers instrumentaux destinés au maître d'ouvrage (voir Fig. IV.6).

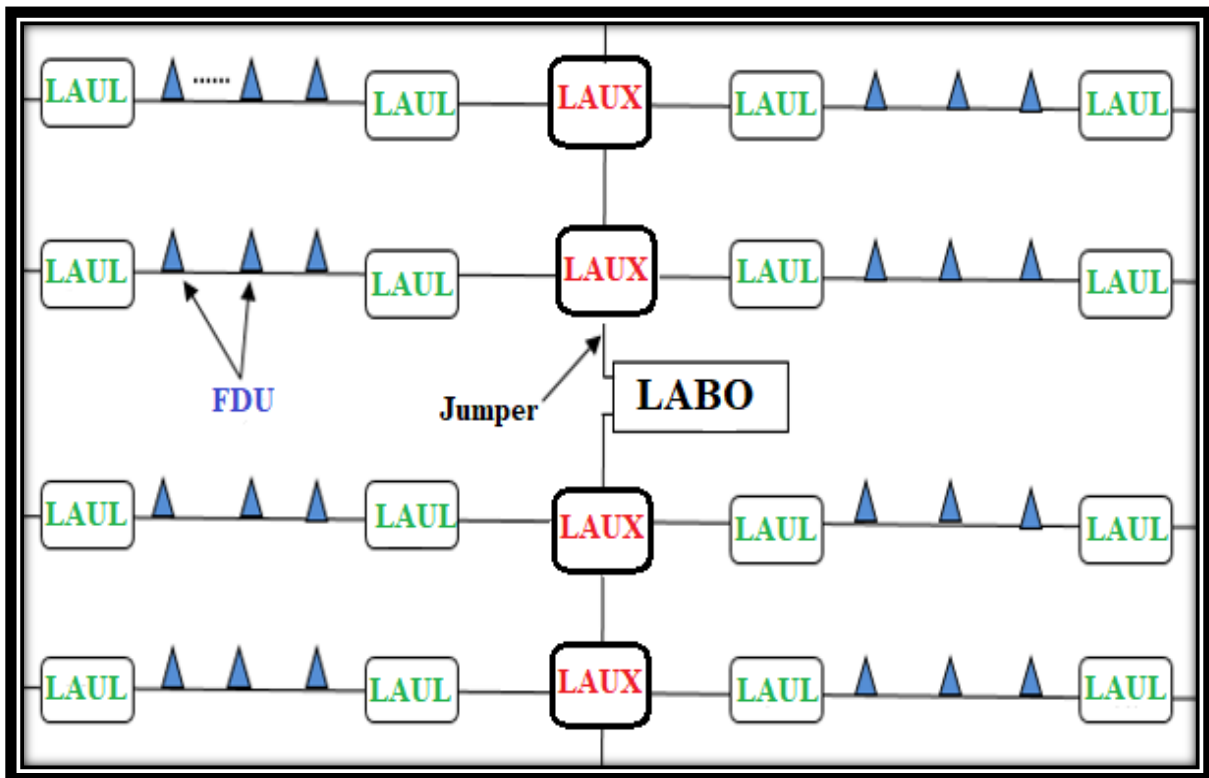


Figure IV-6: Description du dispositif d'acquisition (Document ENAGEO).

IV.2.5.1. Test Géophone

Ce test permet de contrôler chaque géophone d'une grappe, et parmi les paramètres de ce test, on peut identifier :

- ✓ Distorsion (-103 db).
- ✓ CMRR (cummun mode rejection ratio) c'est le rapport du gain d'entrée sur le gain de sortie, il est de l'ordre de (100db).
- ✓ Bruit électrique (1uv).

IV.2.5.2. Test FDU (Field Digital Unit)

C'est une unité de jonction reliant directement une ou deux grappes (voir Fig. IV.7).

Les FDU ont plusieurs fonctionnalités durant l'acquisition qui se résument en :

- La réception et la transmission des données.
- La numérisation des signaux sismiques.

Les tests effectués sur les FDU sont journaliers.



Figure IV-7: Boîtier FDU (Document ENAGEO).

IV.2.5.3. Test LAUL (Line Acquisition Unit-Line)

Ce sont des boîtiers électriques répartis le long du profil, où chaque boîtier gère 6 canaux FDU (Front-End Units). Il est important que le nombre de traces soit égal pour tous les boîtiers (voir Fig. IV.8).

Parmi les fonctions du LAUL :

- ✓ Faire le multiplexage.
- ✓ Relier les lignes sismiques.
- ✓ Synchroniser entre l'ordre de tir et le début d'enregistrement.
- ✓ Alimenter et contrôler la ligne sismique en énergie électrique qui est de 10.5 à 15 volts.
- ✓ Le test du LAUL est journalier.

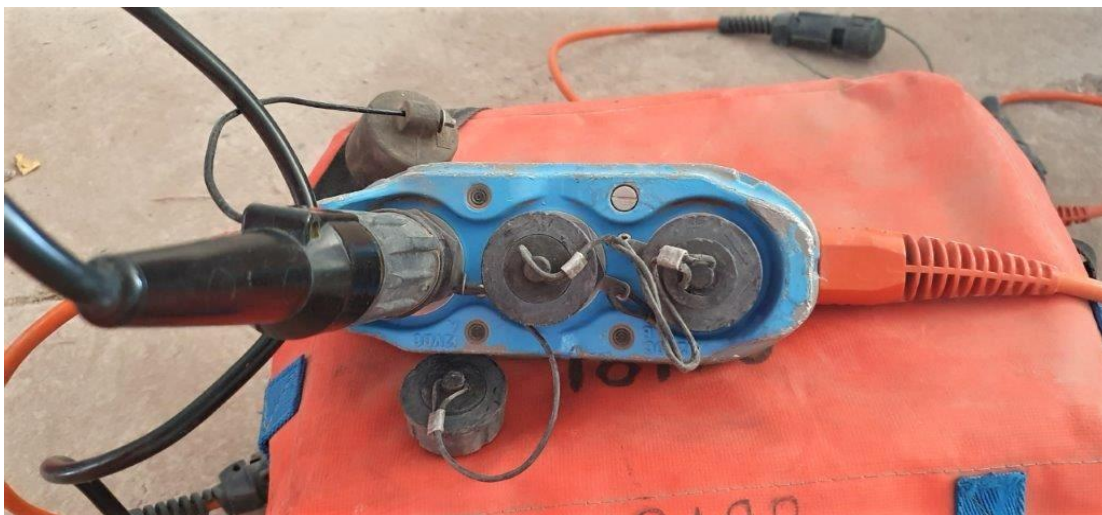


Figure IV-8: Boîtier LAUL.

vérification auxquels les données collectées sont soumises quotidiennement. Cette tâche de vérification est effectuée par l'équipe Seis-Q (Seismic Quality) à la fin de chaque journée de production. Les géophysiciens de cette équipe utilisent le logiciel SEISPACE comme outil de traitement.

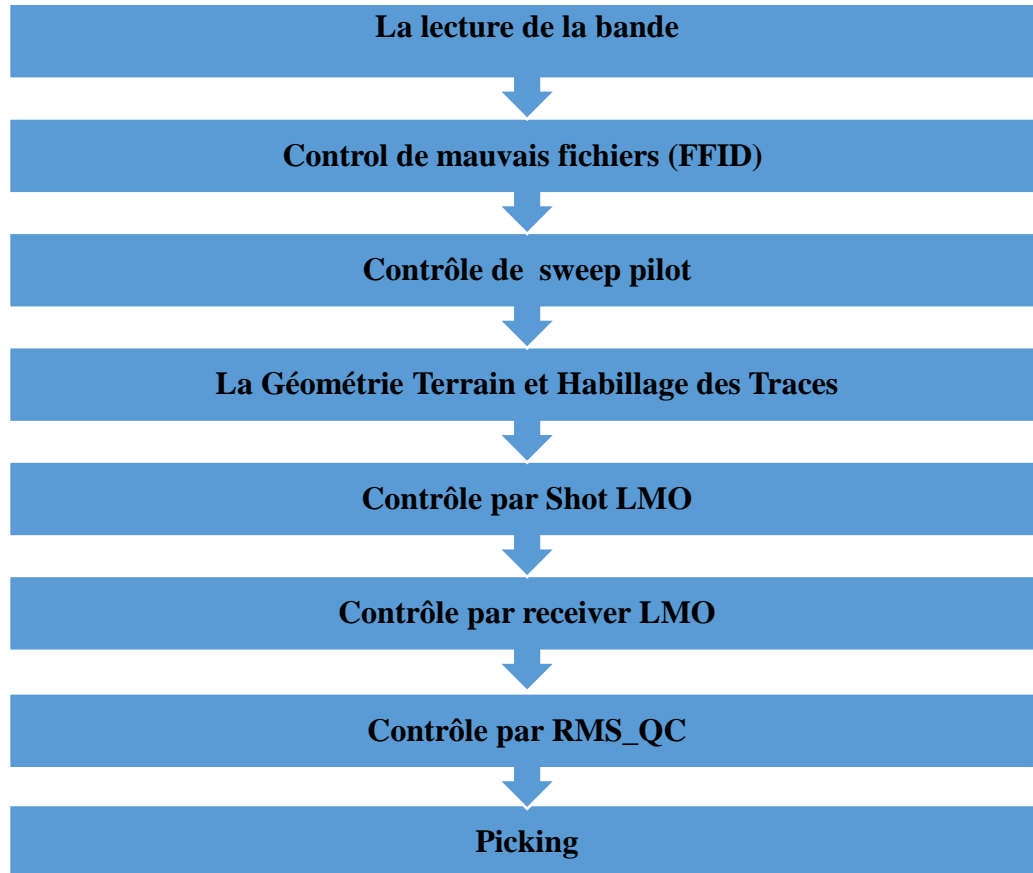


Figure IV-10: Organigramme des contrôles journaliers.

À ce stade, une première évaluation de la qualité et de la cohérence des objectifs fixés est réalisée. Il est important de souligner que la qualité des données peut être directement liée aux paramètres d'acquisition, qui sont définis lors de la conception et basés sur des tests effectués en début d'étude. Si les données sont jugées de mauvaise qualité, il peut être nécessaire de modifier les paramètres d'acquisition afin d'atteindre la qualité souhaitée.

Le logiciel SEISPACE offre toute une gamme de programmes dédiés au contrôle de qualité, organisés en séquences de tâches, permettant de vérifier les données et de les préparer autant que possible pour le traitement ultérieur. Dans le domaine industriel, seuls quelques contrôles jugés essentiels sont exigés par les clients aux sociétés de prospection. Dans le cadre de ce travail, nous avons inclus les contrôles les plus courants et les plus utilisés par les sociétés de prospection (voir Fig. IV.11).

Name	Type	Owner	Modified	Size	File
00 SEG D File	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	634M	00segd_rtl_file
01 CHECK DATA	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	01checkdata
02 CHECK FOR BAD S_STATION	Flow	prouser	05/25/2023 22:05	1.9M	02checkforbad_s_station
03 CHECK FOR BAD P_STATION	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	225K	03checkforbad_p_station
04 CHECK FOR BAD S_LINE	Flow	prouser	05/25/2023 22:05	307K	04checkforbad_s_line
05 CHECK FOR BAD P_LINE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	68K	05checkforbad_p_line
06 CHECK FOR MISSING VPS	Flow	prouser	05/25/2023 22:05	1.3M	06checkformissingvps
07 CHECK FOR DUPLICATE VPS	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	120K	07checkforduplicatevps
08 CHECK FOR PLOT & DISPLAY	Flow	prouser	11/9/2022 21:16	0	08checkforplot_and_display
09 PILOT QC	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	118K	09pilotqc
10 DISPLAY SHOT	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	10displayshot
11 GEOMETRY	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	11geometry
12 EXTRACT	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	2.8M	12extract
13 SPREADSHEET	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	13spreadsheet
14 LOAD GEOMETRY TO HEADERS	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	14loadgeometrytoheaders
15 DAILY SPS	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	15daily_sps
16 SHOT LMO STACK	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	16shot_lmo_stack
17 PCV LMO STACK	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	17pcv_lmo_stack
18 RMS QC	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	18rms_qc
19 PLOT QC	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	19plot_qc
20 PILOT SHOT LMO	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	20pilot_shot_lmo
21 PLOT PCV LMO	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	21plot_pcv_lmo
22 PLOT RMS QC	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	22plot_rms_qc
23 SP5 FILE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	23sp5_file
24 DAILY_SPS	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	24daily_sps
25 NOISE & DEAD TRACES	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	25noise_and_dead_traces
26 KILL NOISE & DEAD TRACES	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	26kill_noise_and_dead_traces
27 EDITING FILE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	27editing_file
28 DAILY_FILES	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	28daily_files
29 CONTROL CENTRAGE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	29control_centrage
30 PLINE_CMT1	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	30pline_cmt1
31 PLINE_CMT2	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	31pline_cmt2
32 FULL DATASET	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	32full_dataset
33 TRACE DEBRANCHE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	33trace_debranche
34 SHELL TRACE DEB	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	34shell_trace_deb
35 CONTROL	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	35control
36 RFS	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	36rfs
37 OF-Spectral	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	37of-spectral
38 REF-Smalls	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	38ref-smalls
39 OF-Statistics	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	39of-statistics
40 DISPALY	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	40dispalY
41 FE_CALCULATION	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	41fe_calculation
42 REF_PILOT	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	42ref_pilot
43 RFR	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	43rfr
44 CONTROL_FDU	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	44control_fdu
45 Copy of 39 RMS-CUBE-QC	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	45copy_of_39_rms_cube_qc
46 RFR_PQ	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	46rfr_pq
47 LRMK_NUMBER	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	47lrmk_number
48 WIRELINE	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	48wireline
49 SHELL	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	49shell
50 CONTROL	Flow	prouser	05/25/2023 22:04	8.0K	50control

Figure IV-11: Séquence contrôle qualité journalière.

IV.3.1. La lecture et préparation des données

Ce processus revêt une grande importance car il permet de transférer les données enregistrées sur cassette (bande magnétique) vers la station de traitement. Pour ce faire, une lecture spécifique adaptée à ce type de cassettes est effectuée.

Dans un premier temps, après avoir filtré les distorsions harmoniques, la lecture des données brutes (Raw Data) est initiée à l'aide du processus "SEG D Input". Ensuite, un rééchantillonnage de 2 ms à 4 ms est effectué à l'aide du processus "Resample/Desample", tout en appliquant un filtre anti-repliement (anti-aliasing) pour prévenir les artefacts indésirables.

Ces étapes de lecture et de prétraitement sont cruciales pour assurer la qualité et la fidélité des données lors de leur transfert vers la station de traitement ultérieure.

Process « Trace Header Math » :

Avant d'aborder les contrôles de qualité, il est impératif d'apporter quelques modifications aux Header des traces brutes. Ces changements ont été opérés, en mode équation, par le programme "trace header math". Ce programme permet de modifier et/ou créer de nouvelles traces headers, et de changer ainsi les attributs des données.

Ce programme a quatre modes d'application :

- ✓ Fixation de l'équation à appliquer pour la modification des headers de traces.
- ✓ Numérotation séquentielle (séquence renumber).
- ✓ La rotation et la translation.

- ✓ Le changement des attributs.

Les trois premiers changent et/ou créent les traces headers, la quatrième change les attributs du data. Les changements en mode équation se résument à ce qui suit :

-SRF_OLD = SRF_SLOC : Numéro de la station de réception sur terrain.

-SOU_OLD= SOU_SLOC : Numéro de la station de tir sur terrain.

-SRF_SLOC = R_line *10000+SRF_SLOC.

-SOU_SLOC= S_line *10000+SOU_SLOC.

Ces modifications consistent à assigner à chaque station de réception (ou de tir) un numéro composé de huit chiffres. Les quatre premiers chiffres identifient la ligne de réception (ou de tir) à laquelle le récepteur appartient, tandis que les quatre derniers chiffres représentent des numéros d'ordre séquentiel qui permettent d'identifier la station de réception (ou de tir) sur le terrain. Ces modifications ont été appliquées aux données brutes, ce qui constitue la nouvelle base de données utilisée pour la poursuite de notre travail.

L'organigramme ci-dessous condense toutes les modifications suscitées.

IV.3.2. Control de mauvais fichiers (FFID)

Pendant l'enregistrement, il peut y avoir des problèmes sur certains points de tir, tels que des niveaux de bruit élevés, des erreurs de transmission des données, des problèmes de télémétrie ou des erreurs dans les en-têtes des traces.

Ces fichiers doivent être signalés par l'observateur (rapport observer), qui sert de guide au géophysicien pour les éliminer par la suite.

Dans le cadre du contrôle de qualité quotidien, plusieurs procédures sont utilisées pour détecter les anomalies et confirmer les observations mentionnées dans le rapport de l'observateur. Les fichiers présentant des en-têtes de traces incorrectes (numéro de source ou de récepteur nul) sont identifiés et considérés comme des enregistrements défectueux. Il est également possible d'oublier de numéroter un fichier, ce qui doit être pris en compte lors du comptage du nombre total de tirs par jour. Les doublons de points de tir (Vp) sont également détectés, et seuls les bons fichiers (good FFID) sont pris en compte à partir du rapport de l'observateur. Les fichiers de points de tir répétés, appelés "voids", sont rejetés lors du contrôle de qualité.

Au fur et à mesure du défilement des tirs, des anomalies peuvent être observées, notamment des creux au niveau des traces qui ont été positionnées sur des dunes très élevées.

Ces anomalies doivent être notées et prises en considération lors du traitement ultérieur des données.

On doit vérifier les points de tir répétées selon les étapes suivantes :

- ✓ Disk Data Input:

-La lecture des données brutes.

-Afficher les canaux let 2 pour tous les FFID et les Shots qui existent.

-Seqno = chan.

- ✓ IF:

Si une station de tir contient plus que 3 canaux, c-d-r le Vp (point de tir) est répété.

- ✓ Header Values:

afficher les clefs suivantes :SOURCES, FFID, S_LINE, SOU_OLD, SOU_SLOUC.

✓ Endif :

À l'issue de cette étape, on obtient un résultat comprenant des ensembles de points de tir répétés, qui correspondent aux enregistrements mentionnés dans le rapport d'observation. Il est important de les exclure lors des prochaines étapes du processus., à savoir le « contrôle du sweep pilot ».

IV.3.3. Contrôle de sweep pilot

Le contrôle du sweep pilot consiste à vérifier que les vibrateurs utilisent le même pilot tout au long de la phase d'acquisition. Le pilot est généré par le DSD (Décodeur de Sweep Numérique) en utilisant les paramètres de sweep de référence transmis par le laboratoire sous forme d'onde radio. Ces paramètres sont ensuite convertis en une onde mécanique émise par la base plate du vibrateur dans le sous-sol.

Le contrôle de qualité (QC) du sweep pilot repose sur l'analyse de plusieurs caractéristiques de la courbe du pilot. On vérifie notamment l'amplitude moyenne et maximale, la phase et la bande fréquentielle du sweep pilot. Ensuite, des caractéristiques statistiques sont calculées pour l'autocorrélation du sweep pilot (canal = -2 dans notre cas) et comparées à celles du sweep pilot de référence établi au début du projet. Cela permet de contrôler et de détecter d'éventuelles déviations.

Les caractéristiques statistiques calculées incluent :

- ✓ L'énergie moyenne de la trace: TRC AMP.
- ✓ La fréquence dominante de la trace: FREQ-PEAK.
- ✓ La déviation de la fréquence: FREQ-wide.
- ✓ Le taux de décroissance de l'énergie de la trace: AMPDECAY.

Le contrôle se fait sur station SEISPACE selon les étapes suivantes:

- ✓ Disk Data Input : lere clef: FFID= 2ème clef: CHAN=-2.
- ✓ IF: Exclude. (Éliminé) FFID sont les points de tir répétées.
- ✓ Trace Statistics: Calcul d'énergie et spectre d'amplitude des traces dans une fenêtré de [0-2000] ms.
- ✓ Header Values: FFID, TRC AMP, FRQ PEAK, FRQ WIDE, AMPDENCY - DDO: Pilot Data.
- ✓ Interactive Spectral Analysis: FFID, CHAN.
- ✓ Create CGM+ Plotfile: (pour imprimer tous les graphes dans un fichier d'extension*.cgm).

Le résultat dans la figure suivant :

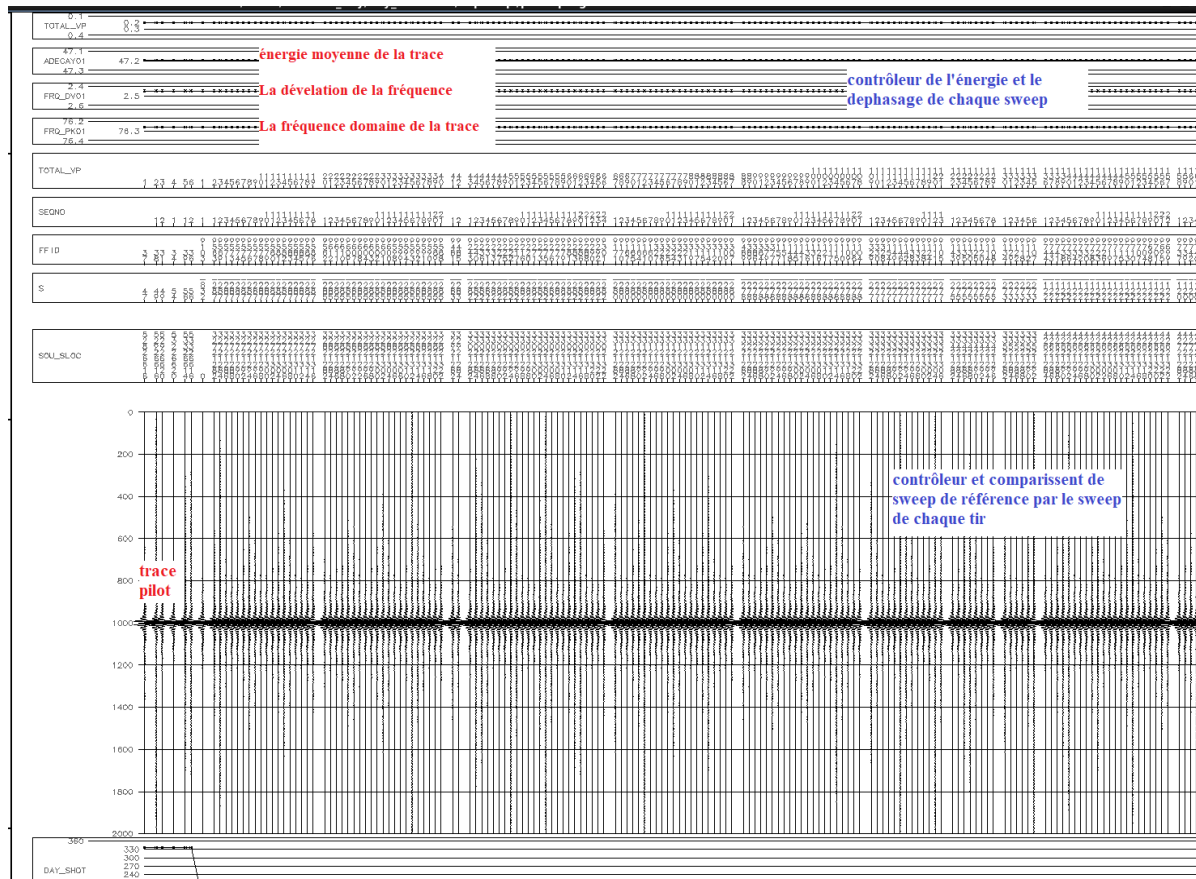


Figure IV-12: Résultat du Contrôle du sweep pilote.

Graphiquement, les traces du sweep pilote sont représentées sous forme linéaire, comme illustré dans la figure précédente. Si ces traces sont effectivement linéaires, cela indique que le sweep pilote a passé avec succès le contrôle de qualité.

IV.3.4. La Géométrie Terrain et habillage des traces

Le traitement des données sur SEISPACE nécessite que les données soient reliées à une description de la géométrie terrain utilisée lors de la collecte des données. Le processus d'habillage des traces qui a pour but d'affecter à chaque trace un shot, un receiver, un CDP, une In-Line, une Cross-Line et un offset-Bin bien déterminé est représenté par le terme « GeometryAssignment ».

La géométrie Assignment contient les trois étapes suivantes :

- ✓ Construction des OPF(ordre parameter files) data base.
- ✓ Finalisation des OPF data base par l'utilisation du process(GeometrySpreadsheet).
- ✓ Chargement des attributs des OPFS data base dans le Header des traces par l'utilisation du process(InlineGeometry Header Load).

IV.3.4.1. Extraction et transfert des données vers Databaseb

On fait l'extraction des coordonnées des points de tir d'après les fichiers DGPS dans le bureau topographic.

IV.3.4.2. 3D Feuille de calcul de la géométrie des terres

Quelque soit la méthode de « Geometry Assignment » choisie, on passera toujours par l'exécution du processus Spreadsheet » pour attribuer chaque trace à un CDPet finaliser l'OPF Data Base. Durant cette étape le reste des OPF à savoir ceux des CDP, Channel, Offsetainsi que In_line et X_line sont criés.

Le processus (3D Land Geometry Spreadsheet) se compose de quatre étapes essentielles à savoir:

- ✓ Setting Up (Setup) des spécificités géométriques.
- ✓ Introduction par édition, importation,...etc de la géométrie terrain.
- ✓ Binning du data.
- ✓ Finalisation de la Data base.

Le résultat sont représentés dans les figures suivante :

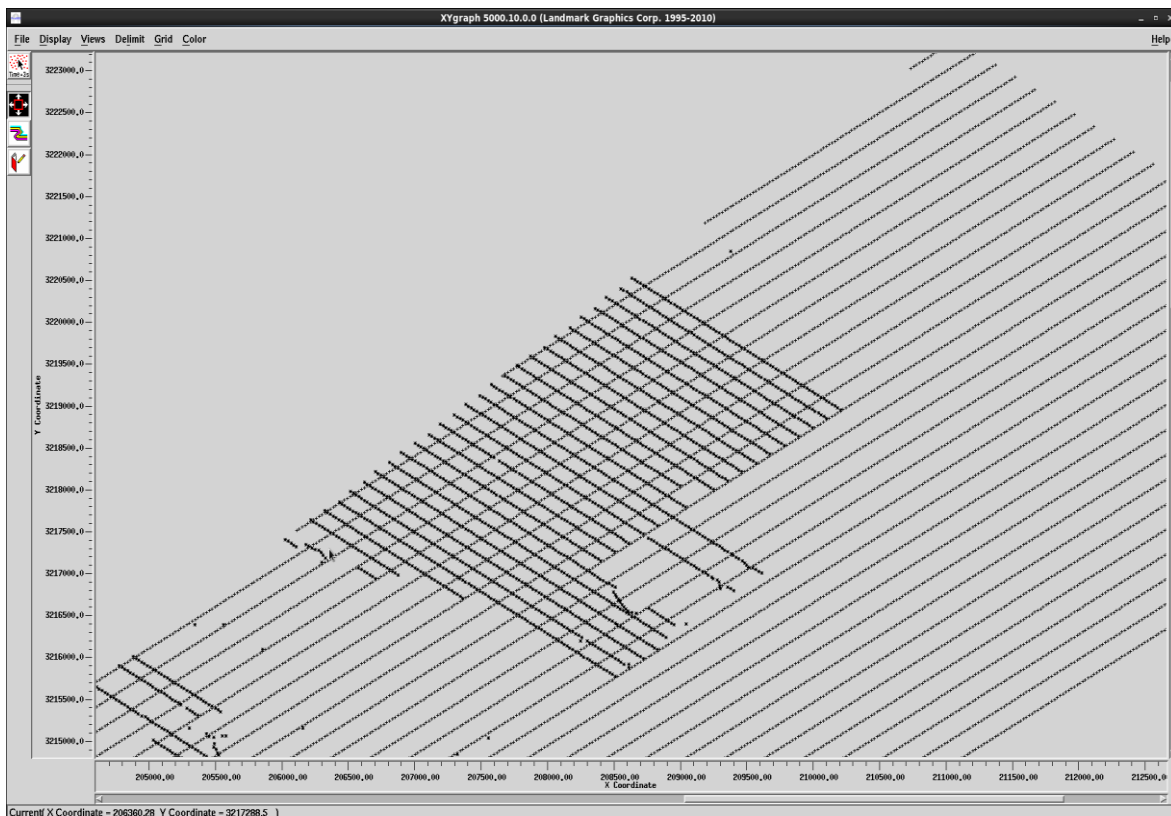


Figure IV-13: Contrôle de la géométrie.

IV.3.4.3. Habillage des traces:

C'est une étape très importante qui sert à lier les données sismiques à la géométrie dans la base de donnée à travers un flux contenant le programme « Inline Geom Header Load ».

IV.3.5. Contrôle par LMO (LINEAR MOVE OUT)

Dans ce contrôle il s'agit de détecter les erreurs faites sur les coordonnées des points de (tir et de réception) et celles faites sur les élévations grâce au programme « Linear Moveout Correction LMO » qui consiste en fait, à horizontaliser les événements linéaires (premières arrivées) en appliquant des shifts statiques calculés par la formule suivante :

On distingue deux types de contrôle LMO:

- ✓ Le contrôle SHOT_LMO (SHOT_LMO).
- ✓ Le contrôle RECEIVER LMO (RCV_LMO).

IV.3.5.1. Contrôle par Shot LMO

Après avoir attribué la géométrie aux traces, le contrôle de qualité journalier des données sismiques comprend une étape essentielle qui permet de détecter les anomalies liées à la position, à l'élévation des points de tir et aux tirs bruités. Cette étape repose sur l'application d'une correction LMO (Linear Moveout) à tous les points de tir.

Pour chaque point de tir, on sélectionne une plage d'offsets dans laquelle l'événement réfracté est le plus clairement visible. Les traces correspondantes sont alors utilisées pour calculer la vitesse de correction. Dans un premier temps, une correction statique à vitesse constante est appliquée pour compenser l'effet de l'altimétrie. Ensuite, après avoir calculé la vitesse de réfraction, une correction LMO est appliquée pour aligner tous les événements linéaires à l'horizontale.

La même opération est répétée pour tous les points de tir et on met toutes les traces somme côte à côte pour former un stack. Toute anomalie de géométrie est renvoyée à l'équipe topographique pour une révision avant de passer au swath suivant.

Les étapes de contrôle par shot LMO sont effectuées de la manière suivante :

- ✓ Sélectionner les traces au point de tir commun, sur une plage des offsets de [1800,3000m].
- ✓ Appliquer un filtrage sur une bande de [10-12-30-35] Hz.
- ✓ Appliquer une correction statique à vitesse unique en appliquant la formule suivante:

$$\text{USERSTAT} = \frac{(2 \times \text{DC} - \text{REC}_{\text{ELEV}} - \text{SOU}_{\text{ELEV}})}{(V_c)}$$

Avec :

- DP**: Le datum plane =200m.
- REC_{ELEV}**: L'élévation du point de réception.
- SOU_{ELEV}**: L'élévation du point de tir.
- V_C**: La vitesse de comblement =2300m/s.

Cette vitesse est obtenue, en traçant une droite passant par les pics des premières arrivées d'énergie réfractée.

Additionner toutes les traces à l'intérieur de chaque tir pour avoir une trace somme représentative du point de tir.

Aligner toutes les traces, côte à côte, suivant le numéro de station.

Les résultats du contrôle shot LMO pour les offsets positifs et pour les offsets négatifs sont représentés (voir Fig. III.14).

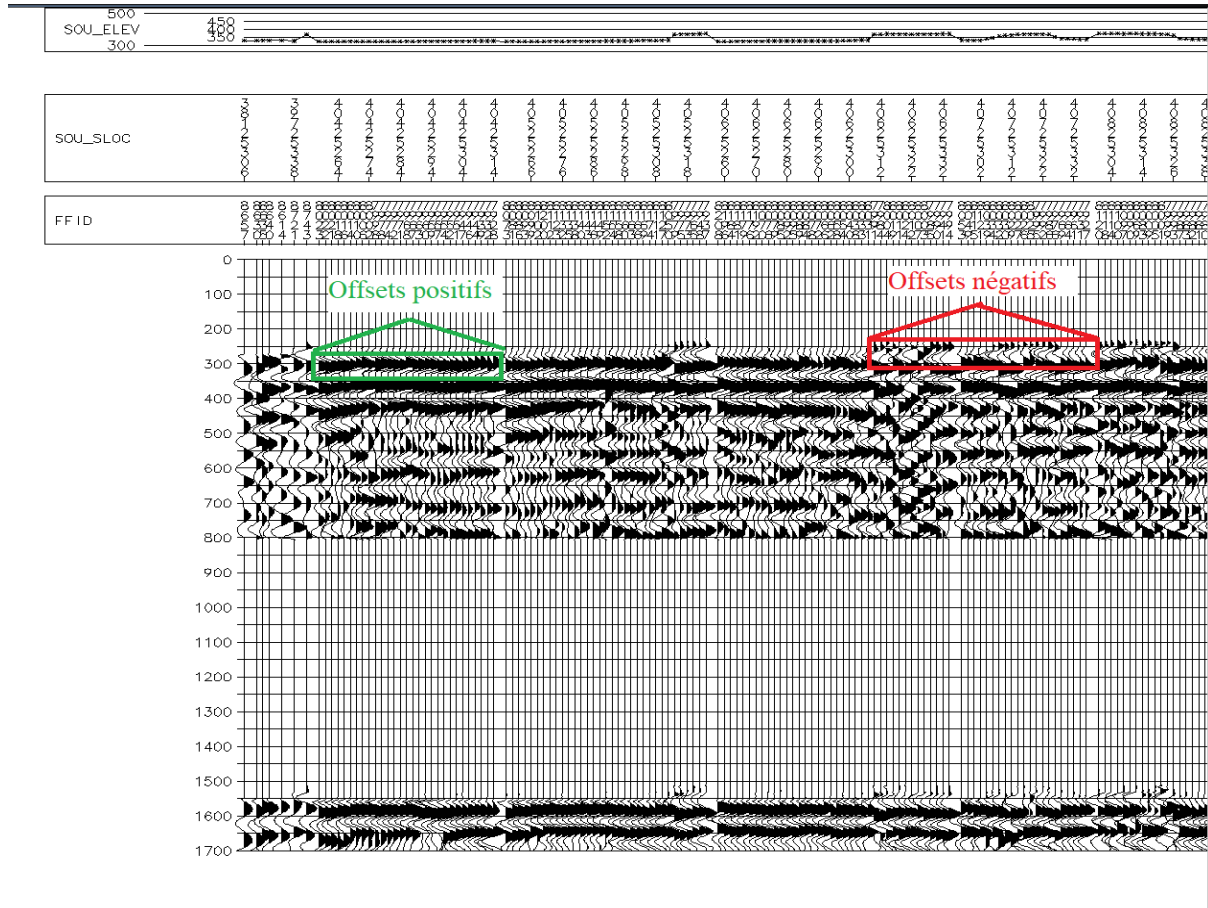


Figure IV-14: Contrôle par Shot LMO.

IV.3.5.2. Contrôle par récepteur LMO

La vérification des stations de réception bénéficie grandement de l'utilisation de ce contrôle performant. En l'employant, il est possible de détecter toutes sortes d'anomalies présentes dans ces stations. Contrairement à la méthode utilisée lors du contrôle Shot LMO, on constitue ici des ensembles regroupant plusieurs tirs distincts qui partagent la même station réceptrice. Ainsi, toute anomalie présente sur une trace sera inévitablement répétée à chaque tir, impactant ainsi l'intégralité du film CRG « Commun Receiver Gather ».

Les étapes suivantes pour effectuer le contrôle par récepteur LMO sont identiques à celles du contrôle par Shot LMO. Une analyse visuelle de la représentation graphique du récepteur LMO permet de repérer les traces présentant divers types d'anomalies, comme des traces bruitées, mortes ou inversées.

Les étapes suivantes pour la réalisation de ce contrôle sont les suivantes:

- ✓ Sélectionner les traces aux stations de réception commune ayant des offsets positifs ou négatifs entre (1800-3000 m).

- ✓ Appliquer pour chaque trace une correction statique au point de tir et au point de réception (Ve-2300m/s, Dp-200m).
- ✓ Utiliser une correction LMO avec une vitesse constante.
- ✓ Répéter cette procédure pour chaque collection CRG afin d'obtenir un Stack qui regroupe l'ensemble des traces somme.
- ✓ Toute anomalie géométrique détectée est signalée au groupe topographique pour une révision avant de passer au swath suivant.
- ✓

Les résultats du contrôle récepteur LMO pour les offsets positifs et pour les offsets négatifs sont représentés sur la figure suivante:

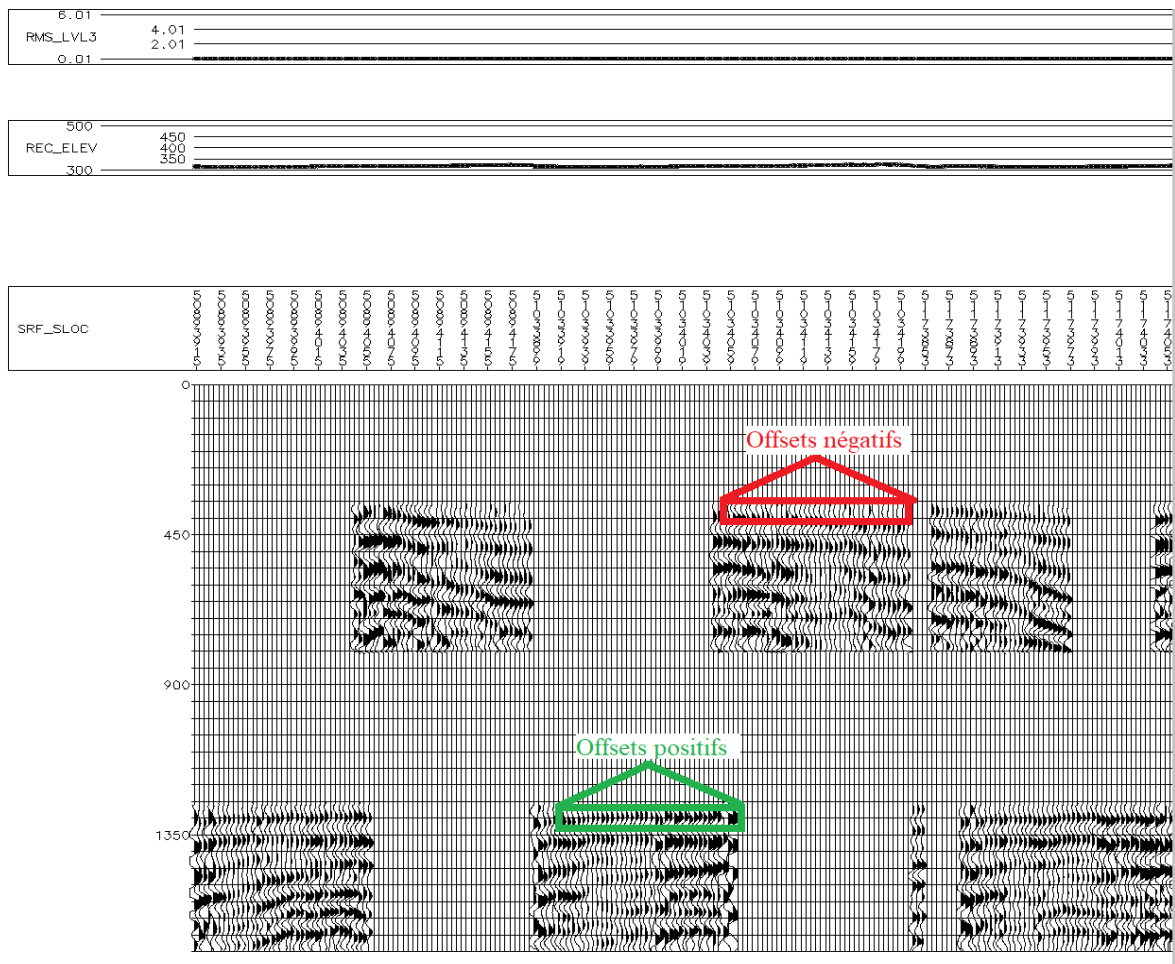


Figure IV-15: Contrôle par récepteur LMO.

L'analyse visuelle du splice obtenu pour chaque collection, permet la détection des traces présentant des anomalies (traces mortes, bruitées et inversées, une erreur dans les coordonnées de station de réception).

Les traces mortes se caractérisent par une amplitude faible ou une pente abrupte par rapport aux autres traces. Ces anomalies de signal sont généralement causées par un mauvais

branchement des géophones, des batteries déchargées ou endommagées sur le terrain pour alimenter les lignes de réception, ou un mauvais couplage entre les géophones et la surface du sol.

Les traces bruitées, se manifestent par une trace de forte énergie par rapport aux autres traces. Les traces inversées, se manifestent avec un changement de polarité, mais il faut toujours prendre en considération l'altimétrie.

IV.3.6. Contrôle par RMS_QC

Le contrôle de qualité RMS QC est spécifiquement dédié à l'analyse de l'énergie et de sa variation en fonction de l'offset et du groupe de vibreur lorsqu'ils se déplacent le long d'une ligne de production. La représentation de ces variations joue un rôle crucial dans la détection des éventuelles anomalies telles que les traces bruitées (présentant une surabondance d'énergie) et les traces mortes (sans énergie). La détection de ces traces bruitées et mortes constitue l'activité principale du RMS QC.

Pour ce faire, on calcule l'amplitude quadratique moyenne (RMS : racine carrée de la moyenne des carrés) de toutes les traces d'un point de tir dans une fenêtre de temps donnée (par exemple, de 3500 à 4000 ms). Les valeurs RMS nulles indiquent que les traces considérées sont mortes, tandis que des valeurs élevées de RMS peuvent être attribuées à des traces bruitées.

Chaque point de tir est représenté verticalement par une trace composée de plusieurs segments distincts, où chaque segment représente une ligne de réception (dans notre cas, 28 lignes). Chaque segment contient 150 échantillons, où chaque échantillon représente la valeur RMS de la trace correspondante.

La trace morte se caractérise par une valeur RMS très faible (< 0 db), tandis qu'une trace bruitée a en générale une RMS importante (> 2 db). Ces valeurs sont spécifiques à notre étude et peuvent varier selon le coefficient d'absorption, le nombre de vibreurs, le nombre de sweeps, et le couplage source-sol.

Les traces mortes se présentent sous la forme de zones blanches horizontales, et elles sont corrélées entre les tirs adjacents d'un même groupe de vibreurs qui se déplacent verticalement lors du passage d'un groupe au groupe suivant. Cette même règle s'applique aux traces bruitées, mais ces dernières se caractérisent par une zone très noircie.

Le ground roll, qui est un bruit cohérent de basse fréquence, affecte seulement quelques traces adjacentes et s'étend sur toute la fenêtre de temps (3500-4000 ms), ce qui entraîne des valeurs RMS élevées. Ce bruit apparaît comme un groupe de traces très bruitées symétrique par rapport au centre du modèle.

Après l'analyse RMS, deux fichiers distincts sont créés pour enregistrer les traces mortes et bruitées. Ces fichiers sont ensuite transférés aux en-têtes des traces et spécifiés par des codes utilisés lors de l'édition lors de la phase de traitement.

Les étapes conduisant à cette représentation sont les suivantes :

- ✓ Lire les données habillées selon le numéro de piquet terrain SOU_SLOC Cela permettra de considérer comme ensemble les points de tirs individuels ou chaque ensemble (Sou_sloc, FFID, SIN, SRF...) sera composé du nombre de lignes de réception.

- ✓ Redéfinir en utilisant le programme « Ensemble Re_define » comme étant ensemble principal le numéro de ligne de réception. Ceci revient à décomposer chaque tir en 28 ensembles distincts.
- ✓ Attribuer aux canaux de chaque R Line une séquence des nombres séquentiels s'échelonnant de L à 120 au maximum en utilisant le programme « Trace Header Math » sous le mode « Sequence Number Mode ».
- ✓ Réduire l'enregistrement à la fenêtre de temps 0-480 ms (120*4 ms).
- ✓ Rendre égale à l'unité les amplitudes de toutes les traces sur toute la fenêtre 0-480 ms par le programme "Trace Math".
- ✓ Pondérer chaque trace par sa valeur statistique RMS_LVL2 qui, rappelons-le, est fonction de RMS_LVL1, de l'offset et de l'azimut. -Fixer les "Header Word" TLIVE S et TLIVE E, désignant respectivement le début et la fin des échantillons vivants, à une valeur égale à quatre (04) fois le numéro de canal et appliquer le programme "Trace Muting" en mode "Re_mute" pour ne garder qu'un seul échantillon tout le long de la trace. Par conséquent chaque trace sera réduite à un seul échantillon positionné au temps $t = \text{CHAN} \cdot 4$ (pas d'échantillonnage) et dont l'amplitude n'est que RMS-LVL2.
- ✓ Stacker les traces de chaque R_LINE générées par un point de tir, pour obtenir 28 traces de longueur égale à 480 ms (4 fois 120).
- ✓ Réorganiser le Stack, cette fois-ci suivant les clefs: R_LINE décroissant, VIBSET (Header Word désignant les trois groupes des vibrateurs) et TIM SHOT décroissant.
- ✓ Introduire LINEORD comme Header Word et dont l'utilité serait de renuméroter les R LINE de 1 à 28.
- ✓ La représentation finale de ce contrôle de qualité est assurée par le processus "Trace Splice".

Les résultats du contrôle RMS QC sont représentés sur la figure suivante:

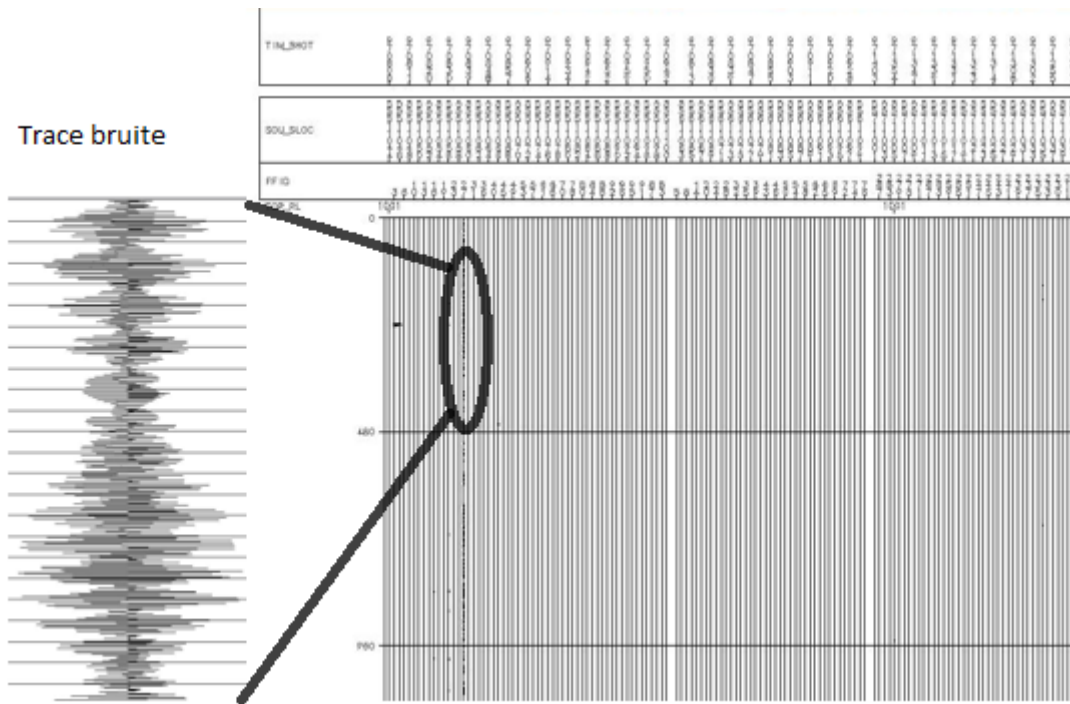


Figure IV-16: Contrôle par RMS QC.

IV.3.7. Picking

Ce contrôle est réservé à la détection des traces bruitées, mortes et inverses. Le job commence par un arrangement de toutes les traces d'un shot donné par l'énergie puis on le trie selon le type de trace à piquer, des plus grandes vers les plus petites pour les traces bruitées et l'inverse pour les traces mortes (voir les Fig. IV.17 et IV.18).

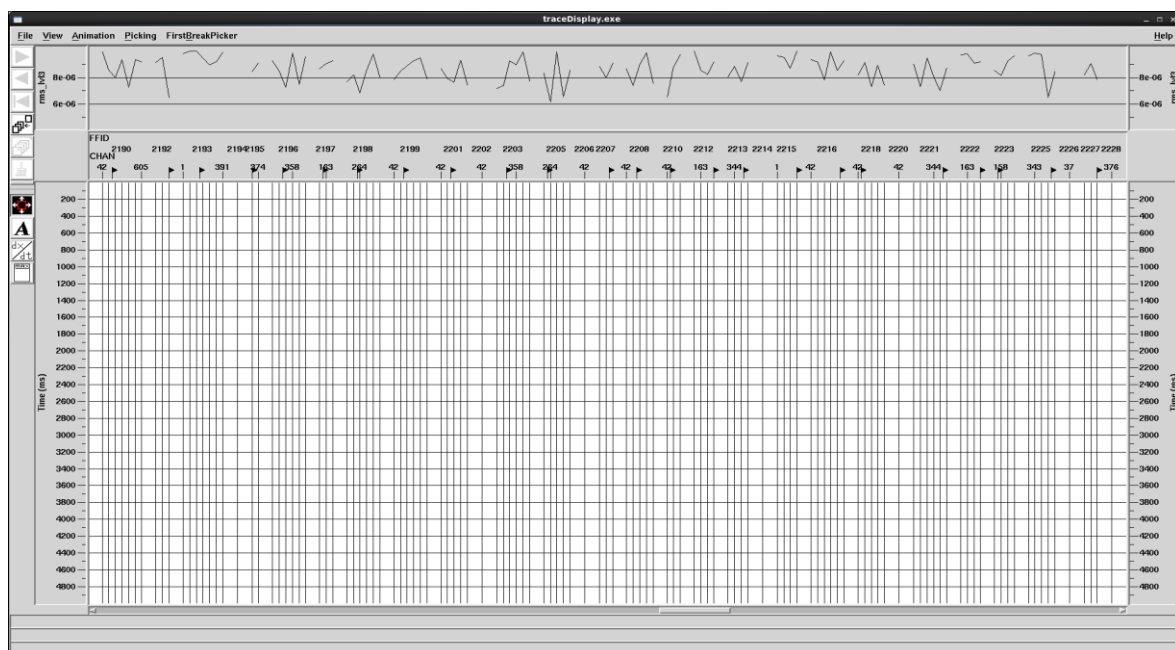


Figure IV-17: Pointé des traces mortes.

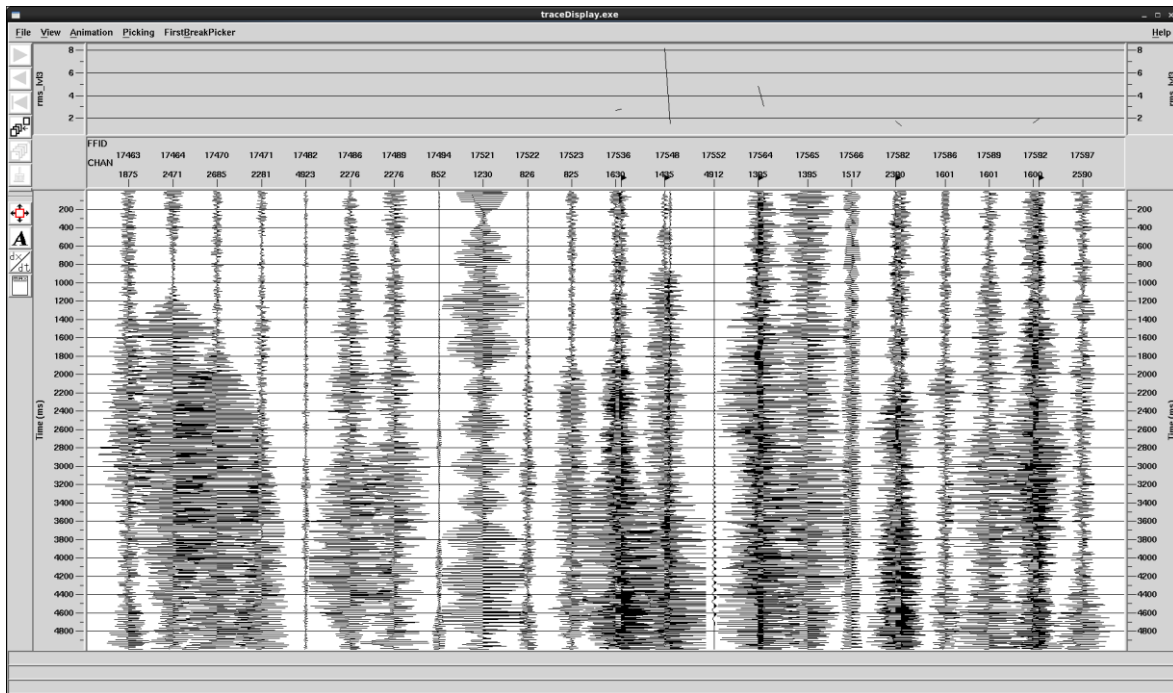


Figure IV-18: Pointé des traces bruitées.

IV.4. La représentation en sismique 3D

Le contrôle de qualité peut également être utilisé pour les représentations afin d'obtenir une vision plus complète des données collectées. Grâce à la densité d'informations de la sismique 3D, il est possible de réaliser différentes représentations, allant des coupes longitudinales et transversales simples aux combinaisons de sections verticales et horizontales. Le cube final est représenté (voir Fig. IV.19).

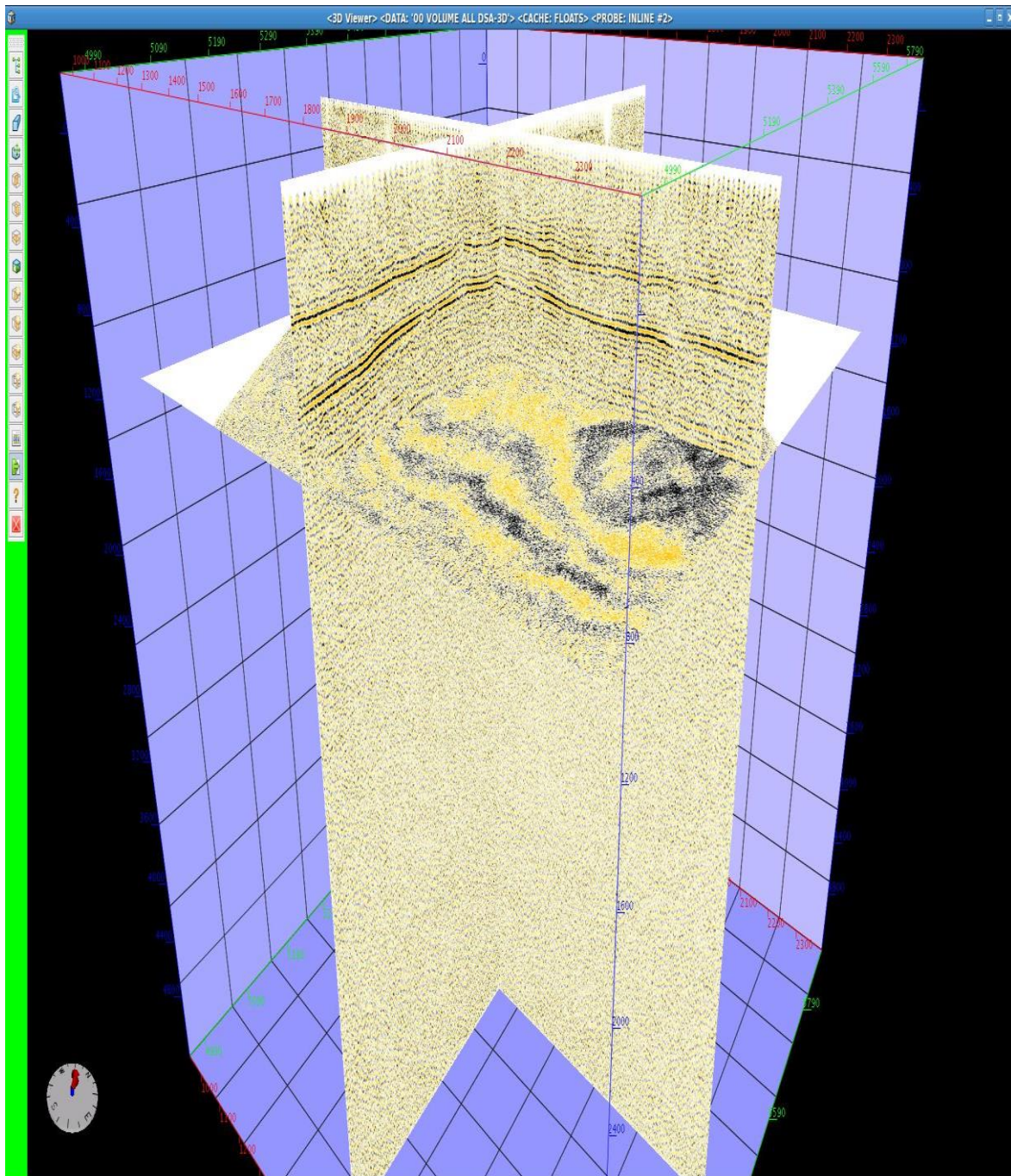


Figure IV-19: Représenter le Cube final 3D (Document ENAGEO).

IV.5. Conclusion

À la suite de cette étude, plusieurs conclusions importantes peuvent être tirées :

- L'ordre de couverture est impacté par la présence d'obstacles pour différentes plages d'offsets.
- Le contrôle de qualité est une étape essentielle pour obtenir une image précise du sous-sol.

- Dans notre région d'étude, nous avons été confrontés à un problème de tir répété dû à la présence d'obstacles.
- La sismique 3D demeure l'outil le plus efficace pour la cartographie du sous-sol et permet de pallier les limitations de la sismique 2D.

À la suite de cette étude, plusieurs conclusions importantes peuvent être tirées :

- L'ordre de couverture est impacté par la présence d'obstacles pour différentes plages d'offsets.
- Le contrôle de qualité est une étape essentielle pour obtenir une image précise du sous-sol.
- Dans notre région d'étude, nous avons été confrontés à un problème de tir répété dû à la présence d'obstacles.
- La sismique 3D demeure l'outil le plus efficace pour la cartographie du sous-sol et permet de pallier les limitations de la sismique 2D.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La qualité des résultats obtenus grâce à la sismique 3D dépend du choix approprié des paramètres, qui constituent la clé du succès d'une étude sismique.

L'objectif de cette étude était d'abord de vérifier l'efficacité du plan retenu pour une étude 3D en recalculant les paramètres géophysiques et en analysant la répartition de la couverture, des différentes plages d'offset et de azimuts, en se basant sur une ancienne étude 2D.

Ensuite, nous avons effectué un contrôle des données sismiques en vérifiant la géométrie, les sweeps-pilotes, le shot-LMO, le récepteur-LMO et le RMS-QC. Nous avons conclu que ces étapes étaient suffisantes (en tenant compte d'un contrôle continu des équipements et d'un prétraitement) pour valider la qualité des données sismiques. Cela nous a permis de contrôler les positions des points de tir et de réception, leur relation mutuelle, d'identifier les traces mortes, inverses et bruitées, ainsi que de vérifier la fidélité du sweep émis par rapport au sweep souhaité.

La sismique 3D demeure donc l'outil le plus efficace pour la cartographie du sous-sol et permet de surmonter les limites de la sismique 2D.

BIBLIOGRAPHIE

- Bouterai et M. Mezahdia, 2005. Design et control de qualité en sismique 3D sur PROMAX et GEOLAND. Mémoire d'ingénieurs spécialisés en géophysique, Institut Algérien du Petrole IAP
- Chaouch and J.L. Mari. 3-D Land Seismic Survey: Definition of geophysical parameters. Oil & Gas Science and Technology – Rev.IFP. 2006.
- Cordsen, M. Galbraith, J. Peirce. (2000) Planning land 3-D seismic survey. Geophysical Developments Serie No.9.
- A.Berdioui, 2011-2012. Information sismique et Design 3D. Ingénieurs géophysiciens, groupes SH et ENAGEO- Document interne IAP.
- BACHITA.M, document interne <<ENAGEO>>, 2003.
- F. kair, 2012. Contrôle de qualité en sismique 3D du projet ATKS 3D sud. Mémoire d'ingénieurs spécialisés en géophysique, Institut Algérien du Petrole IAP.
- GHERIB D, SAIDCHARBI KHALIL Design et control de qualité en sismique 3D Institut Algérien du Petrole IAP. (2012).
- M.Sedeki et M.Chouaki, 2002. Contrôle de qualité en sismique 3-D sur station PROMAX. Mémoire d'ingénieurs spécialisés en géophysique, Institut Algérien du Petrole IAP.
- Y. Benziane et B. Khalfi, 2012. Design et control de qualité en sismique 3D Mémoire d'ingénieurs spécialisés en géophysique, Institut Algérien du Petrole IAP.