

République Algérien Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana

جامعة الجليلي بونعامة خميس مليانة

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Science de la Matière



MEMOIRE DE FIN DETUDE

En vue de l'Obtention du Diplôme de master en physique

Spécialité : Physique du globe.

Thème :

**Utilisation des méthodes Electrique et
Sismique réfraction pour caractériser un site**

Présentées par :

- BOUCEBBACHE Meriem.
- SOLTANI Safia.

Encadreur :

M^{me} AIT ADJEDJOU Doria.

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

*Avant tout nous remercions **Dieu**, le tout-puissant de nous avoir donné la volonté, le courage et la patience pour suivre nos études et réaliser ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer nos profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à Madame **AIT ADJEDJOU Doria**, qui nos honoré d'encadrer ce travail avec une grande disponibilité. Sa confiance ses encouragements son support et la passion de son travail ont été très stimulants.*

*Nous voudrions remercier aussi très spécialement monsieur **BEN TRIDI SALAH EDDINE** Pour tous ses efforts.*

Nous très sincèrement à remercier les membres du jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce mémoire et à cet égard je leur présente mes profonds respects, et nos grande gratitude.

*Nous adressons le grand remerciement à notre enseignant au niveau de **l'université de Khemis Miliana** qui ne nos avons jamais hésité à m'encourager.*

Enfin, nous tenons à remercier tous les amis et la famille qui m'ont soutenu dans ce travail.

À tous ... Merci beaucoup

Dédicace

Je dédie ce travail à

Au nom d'Allah

A mes chers parents qui étaient toujours à mes cotés et près de moi et de

M'avoir donne la volonté de travail et m'ont inculqué la notion du désir

Et l'amour de savoir et aussi de persévérance

A tous mes frères et sœurs

A mon binôme Meriem

A tous mes amis, chacun pour son nom et sans exception

A tous les enseignants qui m'ont éclairés la voie du savoir

Safia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

A sol de ma vie et la source de l'énergie et la force.

Ma très chère mère mon père Pour leur soutien et encouragements

Pour leur soutien moral et leurs sacrifices le long de ma Formation.

*Et à mes précieuses sœurs : **Fatima, Romane, Zahra, Tawos.***

*Et à mes frères : **Ahmed, Abasse, Salahelddin.***

*A mes neveux : **Rahaf, Abd el moemin, Safaa, Assil, Mohamed Abdeljalil.***

A tous ceux qui ma sont chers et proches et tous ma famille.

*A mon binôme **Safia***

A toutes les enseignants du département de science et technologie

Sortant mes enseignants de notre filière physique du globe plus

*Particulièrement **Mr. BENTRIDI.***

Et à tous ce qui ont enseigné moi du long de ma vie scolaire

*A Toute la promotion **2019/2020** du Physique de Globe sans exception.*

Meriem

Résumé

La région d'étude se situe sur le barrage de wilaya de khenchela qui est situé dans la région de l'oued Mellagou, Bouhamama. L'objectif principal d'un ce mémoire est d'utiliser les informations (les données) géophysiques et géologiques pour caractériser la nature de sous-sol d'abord pouvoir planter les fondations d'un barrage. Pour ce faire, nous avons utilisé La méthode électrique et la méthode sismique. Le programme géophysique consiste en de six sondages électriques verticaux et deux profils de sismique réfraction qui ont été réalisés dans la zone d'étude. Les résultats géophysique indiquent la présence d'une couche d'argile à une épaisseur 1,95m jusqu'à 5,18m.

Les Mots clés : Géophysique, Sismique réfraction, Ondes P, Sondage Electrique Vertical (SEV), Résistivité Electrique.

Abstract

The study region is located on the khenchela wilaya dam, located in the wadi Mellagou, Bouhamama region. The main objective of this dissertation is to use geophysical and geological information (data) to characterize the nature of the subsoil first to be able to plant the foundations of a dam. To do this, we used the electrical method and the seismic method. The geophysical program consists of six vertical electrical soundings and two seismic refraction profiles that were carried out in the study area. The geophysical results indicate the presence of a clay layer at a thickness of 1,95m up to 5,18m.

Key words: Geophysics, Seismic refraction, P waves, Vertical Electrical Sounding (SEV), Electrical Resistivity.

ملخص

منطقة الدراسة على سد ولاية خنشلة التي تقع في منطقة وادي ملاقو بوحمامة. الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو استعمال المعطيات الجيوفيزيائية والجيولوجية من أجل تحديد طبيعة باطن الأرض من أجل إقامة سد حيث استخدمنا الطريقة الكهربائية والطريقة الزلزالية، يتكون البرنامج الجيوفيزيائي من خمسة ملفات للتصوير الكهربائي مع اثنين من ملامح الانكسار الزلزالي. تشير النتائج الجيوفيزيائية إلى وجود طبقة من الطين يتراوح سمكها ما بين 1.9 متر و5.18 أمتار.

Sommaire

Remerciements.....	2
Introduction générale.....	1
1. Méthode électrique.....	3
1.1 Introduction.....	3
1.2. Principe de la méthode électrique.....	3
1.3. Résistivité électrique.....	4
1.4. Dispositifs électriques.....	5
1.5. Mise en œuvre.....	6
2. Méthode sismique.....	7
2.1. Introduction.....	7
2.2. Les différents types d'ondes.....	7
2.2.1. Ondes de volume :.....	7
2.2.2. Ondes de surface :.....	8
2.3. Méthode sismique réfraction.....	9
2.4. Principe de méthode réfraction.....	9
Introduction.....	14
1. Situation de la zone d'étude :.....	14
1.1. Situation géographique :.....	14
1.2. Cadre géologiques.....	15
1.2.1 . géologie régionale.....	15
1.2.2. Aspects de géologie local :.....	15
2. Localisation de site :.....	15
3. Aperçu des conditions géologique Site du barrage :.....	16
3.1.1. Site – Aval :.....	16
Chapitre 3 : Acquisition, traitement et interprétation des données.....	23
1. Acquisition des données.....	18
1.1. Méthode électrique.....	18
1.1.1Matériel utilisé.....	18
1.1.2. Les sondages électriques :.....	18
1.1.3. Mise en œuvre.....	19
1.2. Méthode sismique.....	19
1.2.1. Le matériel utilisé.....	19
1.2.2. Les profils sismiques :.....	20
2. Traitement et Interprétation des résultantes.....	21
2.1. Méthode électrique :.....	21
2.1.1. Le sondage électrique vertical 03 (SEV03).....	22

2.1.2. Le sondage électrique vertical 4 (SEV 4).....	23
2.1.3. Le sondage électrique vertical SEV05	23
2.1.4. Le sondage électrique vertical SEV06	24
2.1.5. Traitement et interprétation analytique de SEV05 par abaque :	25
2.2. Méthode sismique réfraction.....	27
2.2.1. Traitement par méthode d'intercepte :	27
2.2.1.1. Pointage des films :.....	27
2.2.1.2. Le profil sismique Ps1	27
2.2.1.3. Calcul de vitesse.....	30
2.2.1.4. Calcul des épaisseurs.....	30
2.2.2. Interprétation des données sismiques :	32
Conclusion générale	34

Liste des figures

Fig. (1.1) : le principe de la méthode électrique.....	3
Fig. (1.2) principe d'un sondage électrique.....	7
Fig. (1.3) : Schéma des les Ondes sismiques (P et S).....	8
Fig. (1.4) : Schéma des les Ondes sismiques (Love et Rayleigh).....	9
Fig. (1.5) :loi de Snell Descartes.....	10
Fig. (1.6) : Schéma présenter le principe de sismique réfraction.....	11
Fig. (1.7) :L'hodochrone d'un terrain horizontal à deux couches.....	11
Fig. (2.1) : Image de situation du projet de barrage de mellagou.....	14
Fig. (2.2) : vue d'ensemble sur site.....	16
Fig. (3.1) : Présent un résistivimètre SARIS.....	19
Fig. (3.2) : Présent Le sismographe SUMMIT XSTREAM de DMT.....	21
Fig. (3.3) : Schéma d'acquisition d'un profil sismique.....	21
Fig. (3.4) : Fenêtre du Logiciel IPI2WIN.....	22
Fig. (3.5) : Manipulation de SEV03 par le logiciel IP2WIN.....	23
Fig. (3.6) : Manipulation de SEV04 par le logiciel IP2WIN.....	23
Fig. (3.7) : Manipulation de SEV05 par le logiciel IP2WIN.....	24
Fig. (3.8) : Manipulation de SEV06 par le logiciel IP2WIN.....	25
Fig. (3.9) :Abaque CH1.....	27
Fig. (3.10) : Le pointé du film sismique du Ps1de TD.....	28
Fig. (3.11) : Le pointé du film sismique du Ps1de TF1.....	29
Fig. (3.12) : Le pointé du film sismique du Ps1de TC.....	29
Fig. (3.13) : Le pointé du film sismique du Ps1de TF2.....	30
Fig. (3.14) : Le pointé du film sismique du Ps1de TI.....	30
Fig. (3.15) : Les hodochrones du profil Ps1.....	31
Fig. (3.16) : La méthode des interceptes pour le profil Ps1.....	32
Fig. (3.17) : Modèle géo-sismique des variations des vitesses et des profondeurs (PS1).....	33

Liste de tableaux

Tableau (1.1) : Caractéristiques des différents dispositifs	6
Tableau (3.1) : Les vitesses et les épaisseurs de la couche 1 du profil Ps1 dans chaque tir.....	32

Introduction générale

L'objectif principal de ce mémoire consiste à utiliser des informations (les données) géophysiques et géologiques pour caractériser, d'abord la nature de sous-sol (la présence des couches d'argile dans la zone d'étude) et pour pouvoir planter les fondations d'un barrage. Pour cela, nous avons utilisé les méthodes géophysiques : Electrique(SEV), Sismique réfraction (Ondes de comprissions P).

La méthode électrique est basée sur l'étude de la propagation du courant électrique dans le sous-sol. La méthode électrique permet d'identifier à partir de la surface les structures qui différent de la norme par leurs résistivités et ainsi de localiser. La méthode fondée sur la mesure du paramètre « résistivité ρ ».

Les méthodes de reconnaissance sismique sont basées sur l'étude de la propagation des ondes sismiques en profondeur. L'objectif est d'obtenir une répartition de la vitesse de propagation des ondes (en mètre par seconde) en fonction de la profondeur. Ces ondes sont provoquées par un choc (ou ébranlement) appelé source.

La méthode sismique réfraction basée sur la mesure de la vitesse de l'onde de compression P et a permis une estimation réaliste de la proportion de l'argile présente dans le sol. L'obtention des vitesses sismiques nécessite une interprétation des données.

La méthodologie utilisée dans un mémoire est essentiellement basée sur l'analyse comparée des résultats des sondages électriques et de les profiles sismique réfraction.

Cette technique permet d'obtenir des informations sur le profil d'altération du milieu géologique. L'épaisseur d'altération, le nombre de couches de terrain et leur épaisseur relative, etc.

Ce travail de mémoire sur l'utilisation de la méthode électrique et sismique pour la caractérisation d'un site hétérogènes qui se situe sur l'oued Mellagou dans la Daïra de Bouhamama, au sud-ouest de la wilaya de Khenchela.

Chapitre 1 :

Partie Théorique

1. Méthode électrique

1.1 Introduction

La prospection électrique est l'une des méthodes physiques la plus utilisée dans l'étude du sous-sol celle qui fait référence à la difficulté qu'un volume déterminé de terrain offre au passage du courant électrique. C'est – à – dire, l'étude des variations spatiales de la résistivité électrique « ρ ». [1]

1.2. Principe de la méthode électrique

Cette méthode est basée sur l'injection d'un courant électrique continu à la surface du sol entre deux électrodes (A et B) et la mesure de la différence de potentiel entre deux autres électrodes (M et N). Dans un milieu homogène ou isotrope, les lignes de courant pénètrent le milieu de façon régulière. L'écartement croissant entre électrodes permet d'augmenter la profondeur d'investigation. [2]

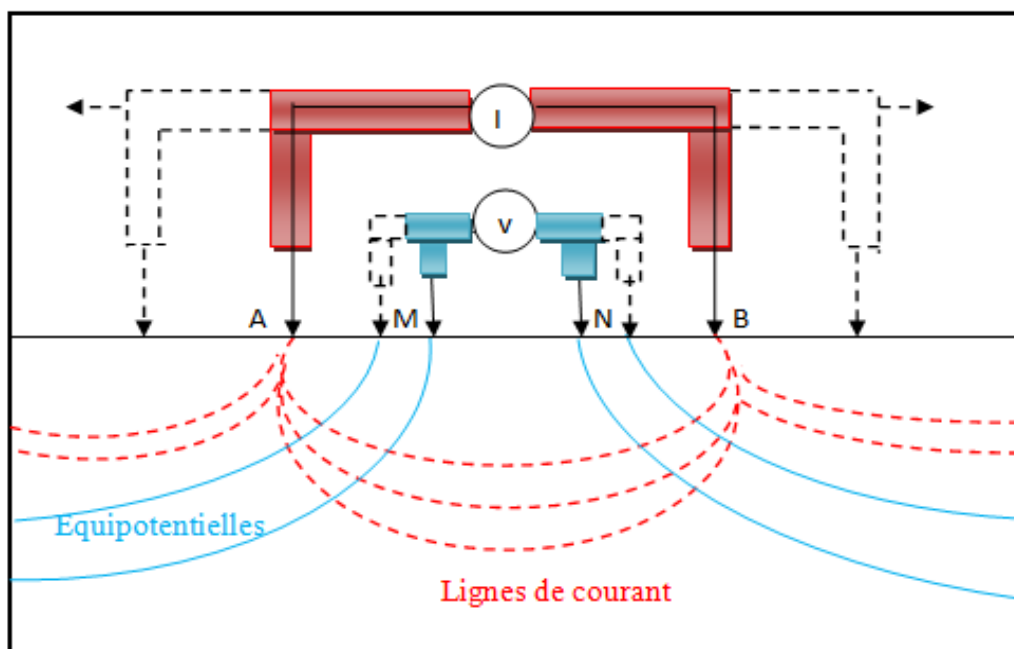


Figure (1.1) : le principe de la méthode électrique

1.3. Résistivité électrique

La Résistivité électrique est une propriété physique symbolisée par ρ et s'exprime en (Ohm.m).

Notons que la loi d'Ohm sous la forme de l'équation :

$$\Delta V = R \cdot I \quad (1.1)$$

Où ΔV : est la différence de potentiel (en Volts).

R : est la Résistance électrique, son unité est le Ω .

I : C'est l'intensité de courant électrique (en Ampères).

L'équation (1.1) Est une forme simplifiée de la loi d'ohm, qui s'écrit sous sa forme générale :

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (1.2)$$

Où \vec{J} est la densité du courant (Ampère/m²) et \vec{E} : C'est le champ électrique (Volt/m) Avec la conductivité électrique s'exprime par :

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (1.3)$$

En (Ω / m et Siemens/m sont tous les deux les unités de la conductivité électrique), l'unité de la résistivité est Ohm.m

Il en découle que pour un terrain homogène avec une électrode placée en surface du Sol, la propagation du courant est réalisée sur une demi-sphère et la distribution des potentiels électriques est exprimée par la solution analytique suivante : [3]

$$v(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (1.4)$$

r : est la distance en mètre entre le point de la source de courant et le point de mesure et I l'intensité du courant électrique en Ampère.

Donc le cas : pour un quadripôle AB-MN, la différence de potentiel sera sur la forme de :

$$\Delta v = \frac{\rho_{AB}}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BM}} + \frac{1}{r_{BN}} \right) \quad (1.5)$$

En condition d'application réelle sur le terrain, présentant généralement une distribution hétérogène et anisotrope des résistivités, on définit alors la résistivité apparente ρ_a comme la résistivité équivalente à un milieu homogène et

Isotrope, par l'expression suivante : [3]

$$\rho_a = k \frac{\Delta V_{MN}}{I_{AB}} \quad (1.6)$$

$$\text{Où } k = \left(\frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} - \frac{1}{NA} + \frac{1}{NB}} \right) \quad (1.7)$$

Le facteur géométrique K dépend uniquement de la configuration du quadripôle.

Elle est la variable mesurée sur le terrain en prospection électrique, que ce soit en sondage, en trainé ou en tomographie électrique est résistance électrique (R).

1.4. Dispositifs électriques

Les quadripôles (4 électrodes alignées) sont les dispositifs les plus utilisés en prospection électrique. Il existe cependant plusieurs types de dispositifs quadripôles (Wenner, Schlumberger ou double dipôles) et chaque quadripôle possède son propre pouvoir de résolution et de profondeur d'investigation :

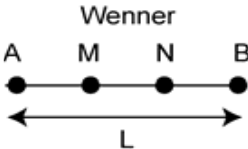
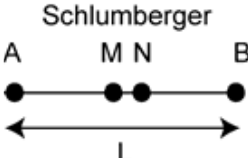
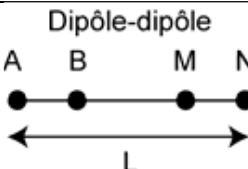
Dispositif	Prof d'investigation		Pouvoir de résolution	K
	Roy (1971)	Barker (1989)		
<p>Wenner</p> 	0.11L	0.17L	1 / 2.25	$2 \pi a$
<p>Schlumberger</p> 	0.125L	0.19L	1 / 2.45	$\pi n(n + 1)a$
<p>Dipôle-dipôle</p> 	0.195L	0.25L	1 / 3.45	$\pi n(n + 1)(n + 2)$

Tableau (1.1) : Caractéristiques des différents dispositifs [4]

1.5. Mise en œuvre

En sondage VES les mesures des résistivités apparentes sont toujours réalisées à l'aide d'un dispositif quadripôle ABMN. Pour la même prospection, l'agencement du dipôle de mesure AB par rapport au dipôle d'injection MN est fixe, seuls les écartements inter-électrodes changent tout en maintenant les mêmes proportions dans la géométrie du dispositif [5]

A. Sondage électrique :

Le quadripôle est successivement agrandi autour l'écartement croissant entre électrodes permettant d'augmenter la profondeur d'investigation et ainsi de réaliser un profil vertical de résistivités apparentes. Une interprétation correcte des mesures VES implique la tabularité du terrain (c'est-à-dire son organisation en couches horizontales infinies) ; dans le cas contraire l'interprétation est biaisée. [5]

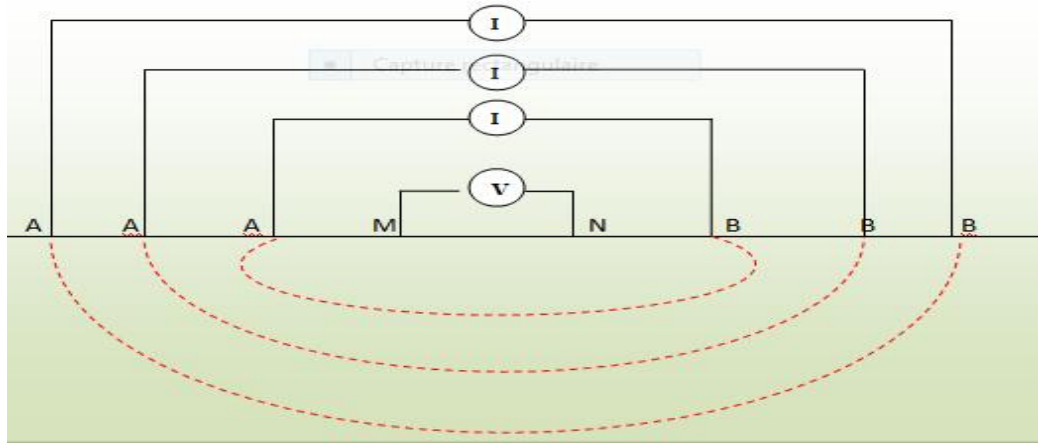


Figure (1.2) : principe d'un sondage électrique.

2. Méthode sismique

2.1. Introduction

La Méthode de prospection sismique réfraction consiste à provoquer des ébranlements dans le sous-sol et à observer en surface les ondes réfléchies sur les couches géologiques ou réfractées la longe de certaines interfaces. [6]

Il existe deux méthodes sismiques réflexion et réfraction dans ce mémoire, nous utilisons la méthode réfraction.

2.2. Les différents types d'ondes

2.2.1. Ondes de volume :

Qui se propagent dans tout le milieu à des vitesses qui dépendent de la densité du milieu et des coefficients de Lamé. [7]

a) Les ondes P : (ou ondes longitudinales ou de compression) ont un mouvement particulière dans la direction de propagation de l'onde.

b) Les ondes S : (ou ondes de cisaillement ou transversales) engendrent un mouvement perpendiculaire à la propagation. On distingue généralement les ondes SV dont le mouvement est dans le plan vertical contenant la direction de propagation des ondes SH, dont le mouvement est dans le plan horizontal.

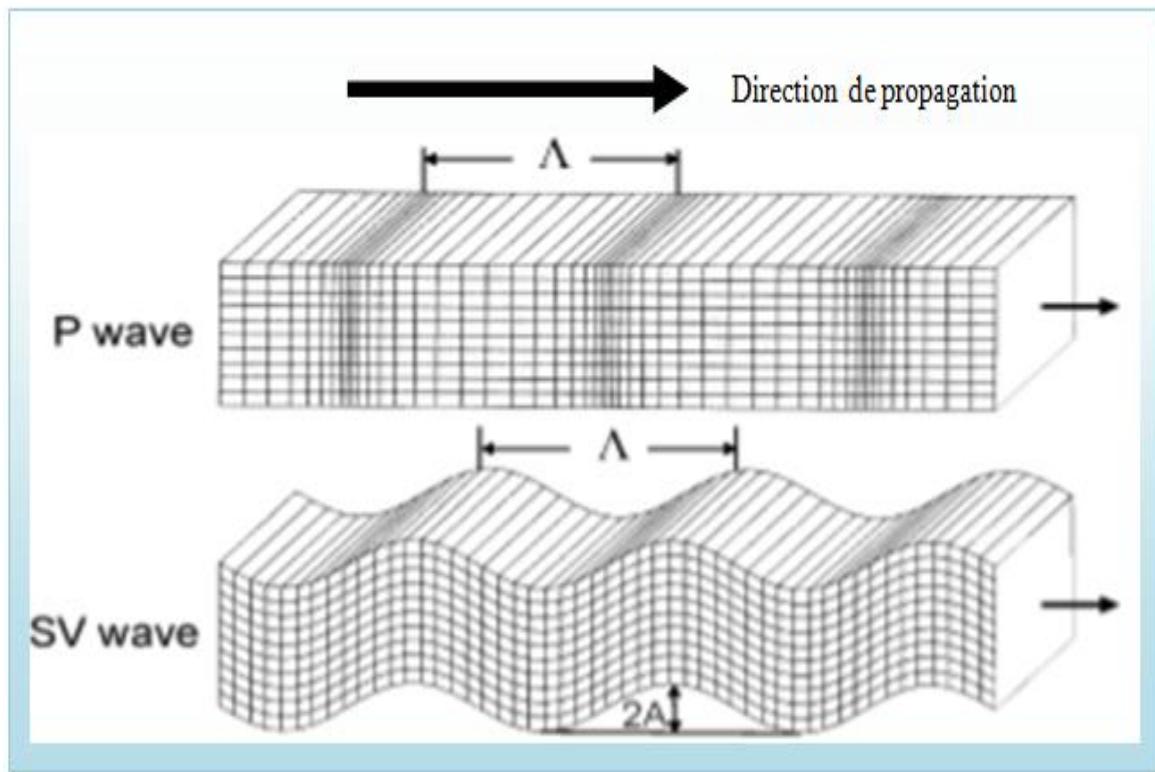


Figure (1.3) : Schéma de les Ondes sismiques de volume (P et S). [13]

2.2.2. Ondes de surface :

Dans le cas d'un milieu stratifié horizontalement (ou milieu tabulaire), on distingue les ondes de Rayleigh et les ondes de Love.

a) **Les ondes de Rayleigh** : résultent d'interférences entre les ondes P et les ondes SV réfléchies sur la surface libre et aux interfaces. Elles sont polarisées dans le plan vertical incluant la direction de propagation.

b) **Les ondes de Love** : résultent d'interférences entre les ondes SH, et sont polarisées transversalement dans le plan horizon. [7]

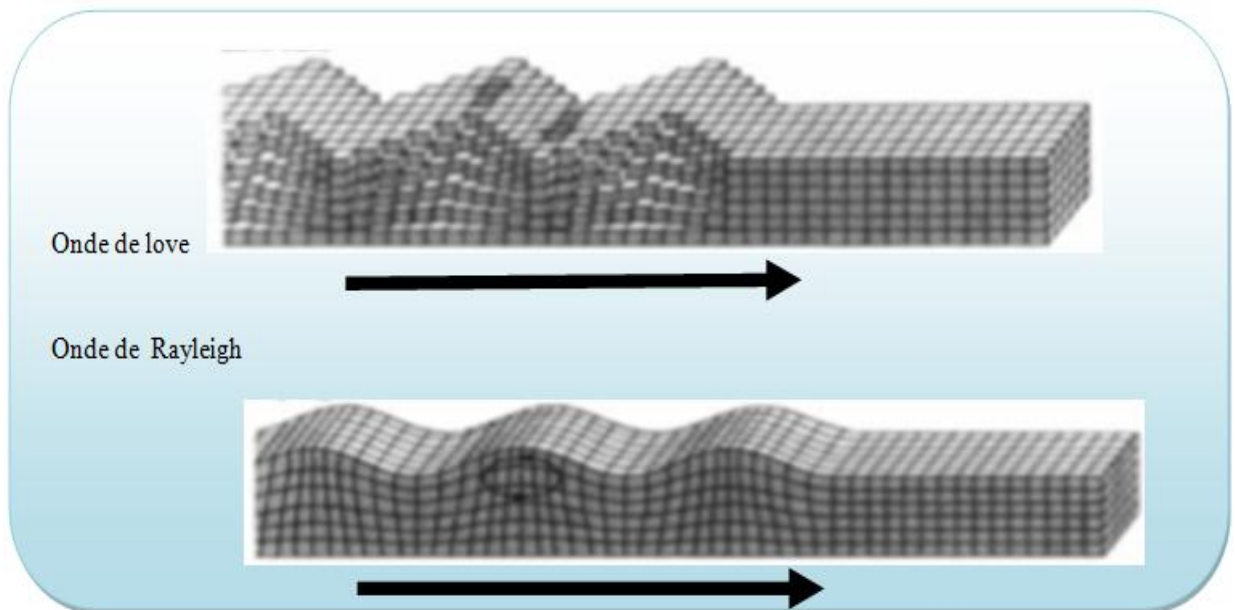


Figure (1.4) : Schéma des Ondes sismiques de surface (Love et Rayleigh). [7]

2.3. Méthode sismique réfraction

La Méthode réfraction est une méthode d'exploration du sous-sol qui consiste à observer en surface les ondes réfractées le long de certaines interfaces, les marqueurs pour en déduire vitesses de propagation et de profondeur [8]

2.4. Principe de méthode réfraction

Cette méthode est basée sur le fait qu'un terrain rapide en profondeur accélère la propagation de l'onde et la réémet vers la surface on note les temps d'arrivée des ondes à chaque géophone. On peut alors tracer la dromochronique c'est à dire le temps d'arrivés en fonction de la distance entre le géophone et la source on en déduit la vitesse des ondes dans les différents milieux ainsi que la structure de ceux-ci. Cette méthode est utilisée pour déterminer des structures peu profondes (fond rocheux sous un glissement de terrain, épaisseur de la couche filtrante sur un aquifère ,etc.) [9]

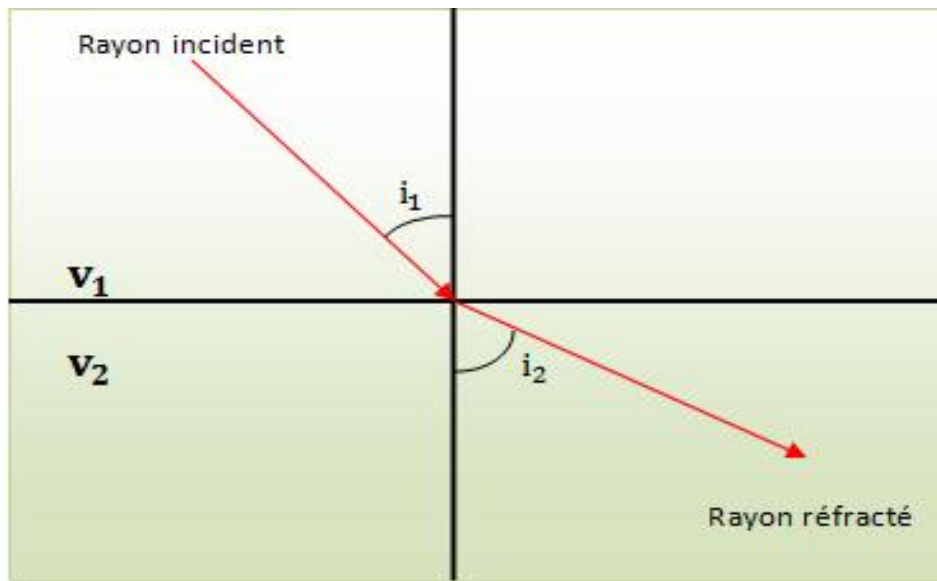


Figure (1.5) loi de Snell Descartes. [10]

Loi de réfraction (loi de Snell-Descartes)

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (2.1)$$

Ou : V_1 et V_2 sont les vitesses de premier et deuxième milieu respectivement [m/s]

i_1 : L'angle d'incidence et i_2 : L'angle de la réfraction

Si la vitesse de la deuxième couche « V_2 » est supérieure à la vitesse de la première couche « V_1 », et pour $i_2 = \frac{\pi}{2}$, Il y'a pour l'angle d'incidence i une limite égale : [10]

$$i_c = \arcsin \frac{v_1}{v_2} \quad (2.2)$$

A i_c : ce l'angle critique.

L'onde réfractée se propagera alors horizontalement au toit la couche la plus rapide (milieu 2 dans ce cas)

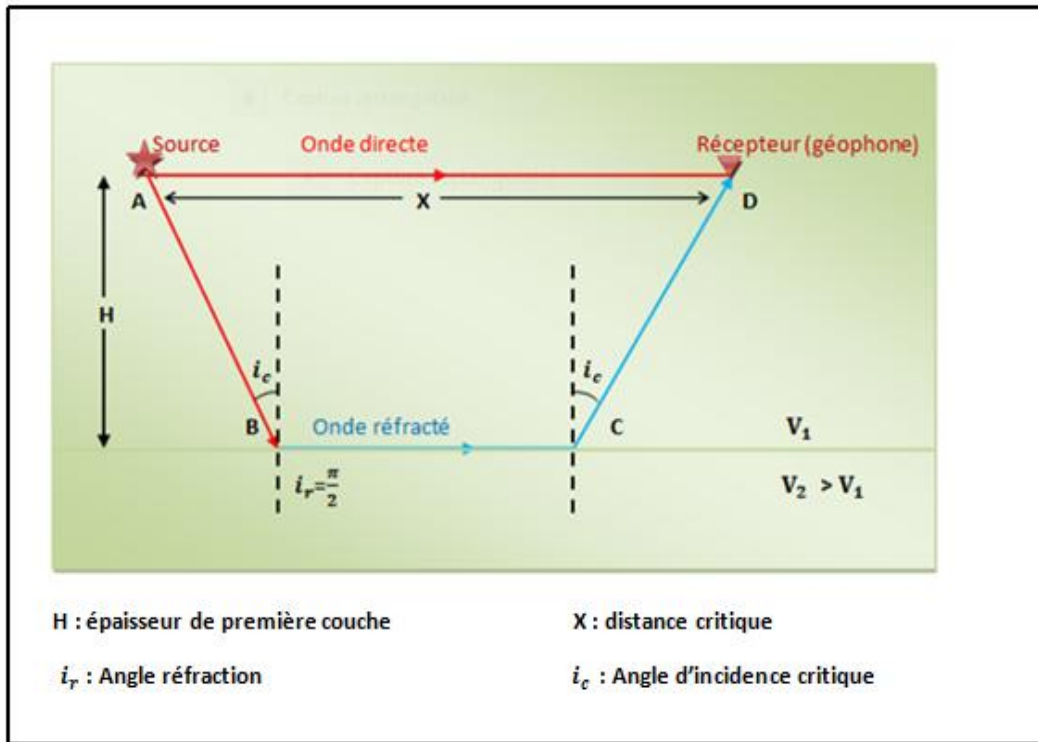


Figure (1.6) Schéma présenter le principe de sismique réflexion. [10]

Le graphe ci-dessous montre les droites hodochrones tracés des ondes directe et réfractée d'un milieu a deux couches parallèles (V_1 et V_2).

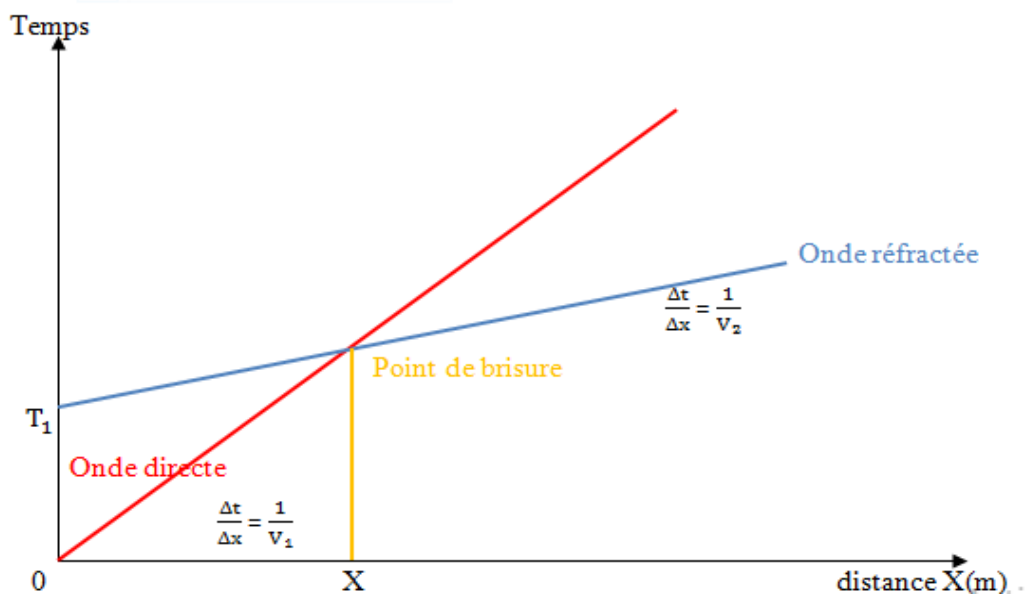


Figure (1.7) L'hodochrone d'un terrain horizontal à deux couches [10].

Le temps de propagation de l'onde directe (t_d) est donné par :

$$t_d = \frac{X}{v_1} \quad (2.3)$$

Le temps de propagation de l'onde réfractée (t_r) sur le trajet ABCD (figure 1.7) :

$$t_r = \frac{AB+CD}{v_1} + \frac{BC}{v_2} \quad (2.4)$$

$$AB = CD = \frac{H}{\cos i_c} \quad (2.5)$$

$$BC = X - 2H \tan i_c \quad (2.6)$$

$$t_r = \frac{X}{v_2} + \frac{2H}{v_1} \cos i_c \quad (2.7)$$

H : Si l'épaisseur de 1^{er} couches.

Si l'on fixe arbitrairement $X = 0$, on prend alors les temps sur l'axe du point de tire, il donne par l'équation suivant : [11]

$$I = \frac{2H}{v_1} \cos i_c \quad (2.8)$$

Nous pouvons généraliser l'équation (2.8) pour un modèle de plusieurs 'n' couches horizontal

$$t_n = \frac{X}{v_n} + \sum_{p=1}^{n-1} \frac{2H_p}{v_p} \cos i_{pn} \quad (2.9)$$

Où l'intercepte pour 'n' couches est :

$$I_{n-1} = \sum_{p=1}^n \frac{2H_p}{v_p} \cos i_{pn}$$

Chapitre2 :
Problématique et
contexte
géologique

Introduction

Cette étude géophysique a été réalisée au Sud-ouest de la wilaya Khenchela dans la région sur l'oued Mellagou, dans la Daïra de Bouhamama.

L'objectif principal de cette mémoire est utilisée les données géophysique, géologique et géotechniques pour caractériser la nature de sous-sol (l'identification des couches d'argile dans la zone d'étude) dans le but de pouvoire planter les fondations d'un barrage.

Pour ce faire nous avons utilisé les méthodes géophysiques : Electrique(SEV), Sismique réfraction (Ondes de comprissions P).

1. Situation de la zone d'étude :

1.1. Situation géographique :

La région étudiée se situe à 40km au Sud-ouest de la ville Khenchela dans l'oued Mellagou et à 15 km au Sud de Bouhamama. Cette wilaya est limitée au Nord par la wilaya d'Oum elbouaghi et à l'Ouest par les wilayas : Batna et de Biskra, et à l'Est par la wilaya de Tébessa.

Les coordonnées Lambert du site d'étude est : $X=878,1$ $Y= 214,6m$ $Z=912m$. [12]



Figure (2.1) : Image de situation du projet de barrage de Mellagou. [12]

1.2. Cadre géologiques

1.2.1 . géologie régionale

Les grandes structures géologiques sont alignées dans la direction NE- SW de la zone d'étude, comme la masse de gypse semble bien localisée et contrôlée par un linéament tectonique NW- SE de largeur de l'ordre de 100 m. [12]

L'échelle stratigraphique de ce terrain se répartit du Mésozoïque au Quaternaire : Il est constitué par :

- **Trias (208 – 245 M.a)** : formé par une association des calcaires et de gypse.
- **Jurassique (144 – 208 M.a)** : représenté par des marnes, calcaires marneux et des calcaires.
- **Crétacé (65- 144 M.a)** : qui comporte des argiles aux sables fins. [12]

1.2.2. Aspects de géologie local :

La séquence géologique de la région d'étude est composée :

- ❖ Des bancs calcaires, qui sont très fracturés en surface de ce terrain.
- ❖ De gypse, de marnes grises dans la direction NW-SE.
- ❖ Il s'agit d'alternances de marnes.
- ❖ Des calcaires béchiques et des marneuse.
- ❖ Présence des failles à pendages orientés vers aval.
- ❖ Des zones de charnière des grands plis anticlinaux, mais aussi à des synclinaux (inversion de relief).
- ❖ Un pendage faible d'environ 15° vers l'aval soit vers le SE. [12]

2. Localisation de site :

La zone de l'aménagement de Mellagou est située à environ 15 km au Sud-ouest de la ville de Kenchela, dans la partie orientale de l'Atlas Saharien. Sur l'oued Mellagou, le site 1 (aval) est situé à moins de 2 km. et les coordonnées site sont : [12]

X= 309 999 m , Y= 3 889 264



Figure (2.2) : vue d'ensemble sur site [12]

3. Aperçu des conditions géologique Site du barrage :

3.1.1. Site – Aval :

La géologie du site et de la cuvette est dominée par des marnes grises, intercalées par des bancs calcaires d'épaisseur décimétrique à infra-métrique, très espacés.

L'ensemble des couches est disposé dans une structure géologique régulière, caractérisée par le pendage faible, d'environ 15° , vers l'aval, soit vers le SE.

Au droit du site prévu pour implanter le barrage, l'oued Mellagou coupe à travers les couches marneuses et calcaires. La vallée de l'oued est ici perpendiculaire à la direction des couches

Le fond de l'oued, large et plat, recouvre localement le substratum marno-calcaire. par la présence de masses de gypse. La continuité d'une masse de gypse d'une longueur supérieure à 3 km et d'une largeur de l'ordre de 100 m. d'une zone de fracture, supposée sub-verticale. [12].

Chapitre 3 :
Acquisition,
traitement et
interprétation des
données.

1. Acquisition des données

1.1. Méthode électrique

1.1.1 Matériel utilisé

Ils ont utilisés les matériels suivant :

1. Un résistivimètre SARIS.
2. Des bobines avec des Câbles électriques.
3. Deux marteaux.
4. Des électrodes métalliques.
5. Un GPS.
6. Un décamètre.



Figure (3.1) : Présent un résistivimètre SARIS.

1.1.2. Les sondages électriques :

Ils ont réalisé sondages électriques verticaux (SEV), les mesures des résistivités ont été effectuées selon la configuration Schlumberger avec une longueur $AB = 200$ m :

- Le SEV03 a été réalisé à la direction : Ouest-Est et la position est $X=309910$ m ; $Y=3889354$ m.

- Le SEV04 a été réalisé à 18/06/2014 à la direction : Ouest-Est et la position est $X=309505$ m ; $Y=3889964$ m.

Le SEV05 a été réalisé à 10/06/2014 à la direction : Ouest -Est et la position est : $X= 309478$ m ; $Y=3889926$ m.

Le SEV06 a été réalisé à 18/06/2014, à la direction : Ouest-Est et la position est :

X=309448m ; Y=3889909m.

1.1.3. Mise en œuvre

Premièrement, Ils ont choisi un point (O centre de dispositif) donné de la surface du sol, en gardant le centre fixe, et en augmentant à chaque fois toutes les dimensions du dispositif (chaque fois, ils varient la distance entre les différents électrodes AB jusqu'à 200m et les électrodes de mesure MN jusqu'à 10m) et de ce fait, la profondeur d'investigation qui leur est proportionnelle. Ils explorent à cet endroit, une tranche de terrain de plus en plus épaisse et ils mettent ainsi en évidence les changements de résistivité suivant la verticale, les deux électrodes de mesure M et N sont le plus souvent, à l'intérieur de l'intervalle AB et symétrique par rapport au centre O telle que la distance MN, qui est petite par rapport à AB.

Les électrodes sont branchées au résistivimètre qui enregistre les différences de potentiel entre les électrodes de mesure MN et la résistivité électrique.

Ils ont fermé le circuit par la liaison entre les différents instruments par les câbles. Après l'installation complète ils ont injecté le courant par le bouton d'injection puis ils ont mesuré la résistance qui est obtenue par le résistivimètre ce qu'il faut faire dans notre étude pour les six sondages qu'ils ont effectués.

1.2. Méthode sismique

1.2.1. Le matériel utilisé

Le matériel utilisé pour la réalisation des profils sismiques est :

- Un câble sismique avec 24 sorties (take out) espacées de 5m,
- 24 géophones verticaux de fréquence 10Hz,
- Une batterie de 12V
- Une plaque métallique.
- Deux marteaux.
- Le sismographe SUMMIT XSTREAM de DMT



Figure (3.2) : Présent le sismographe SUMMIT XSTREAM de DMT.

1.2.2. Les profils sismiques :

Ils ont réalisé 02 profils de la sismique réfraction :

- Un profil de rive à rive le long de l'axe, soit environ 700m.
- Les profils sur les sondages et cumulant un linéaire de 1000m à 1250m.

Au fond de la vallée où la résolution doit être élevée, on utilisera trois dispositifs de 24 géophones espacés à 5m.

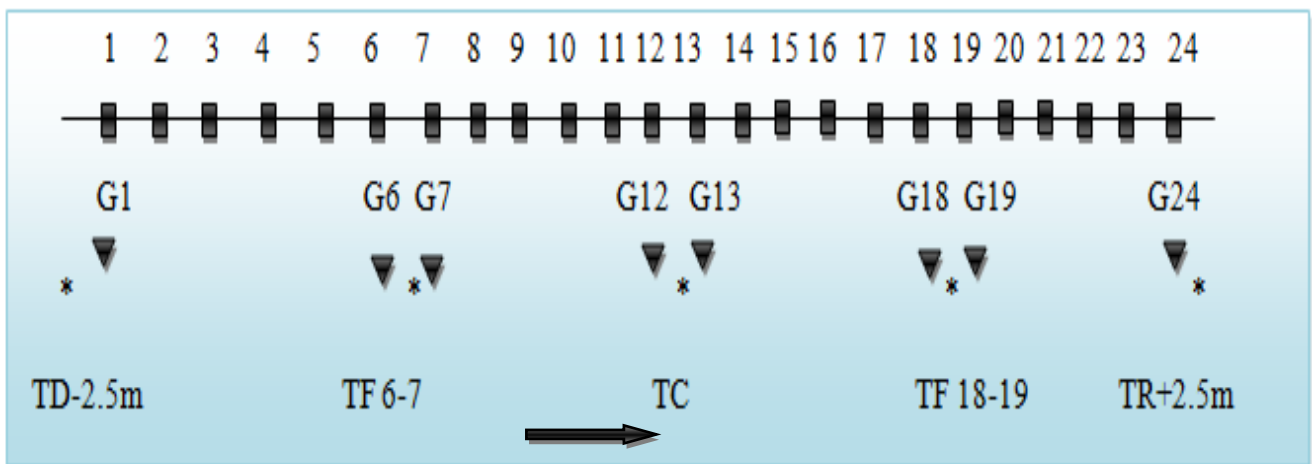


Figure (3.3) : Schéma d'acquisition d'un profil sismique.

- TD : tir directe.
- TF : tir fenêtre.
- TC : tir centre.

- TI : tir inverse.

Chaque base sismique a une longueur de 120m et 5 points de tirs.

- Tir directe a -2.5 mètre du géophones 1.
- Tir fenêtre 1 entre les géophones 6 et 7.
- Tir au centre entre les géophones 12 et 13.
- Tir fenêtre 2 entre les géophones 18 et 19.
- Tir inverse à 2.5 mètre du géophone 24.

2. Traitement et Interprétation des résultantes

2.1. Méthode électrique :

Logiciel IPI2WIN

Le logiciel ipi2win de l'université de Moscou est utilisé pour le traitement et l'analyse des données. L'interprétation des résultats des sondages obtenus

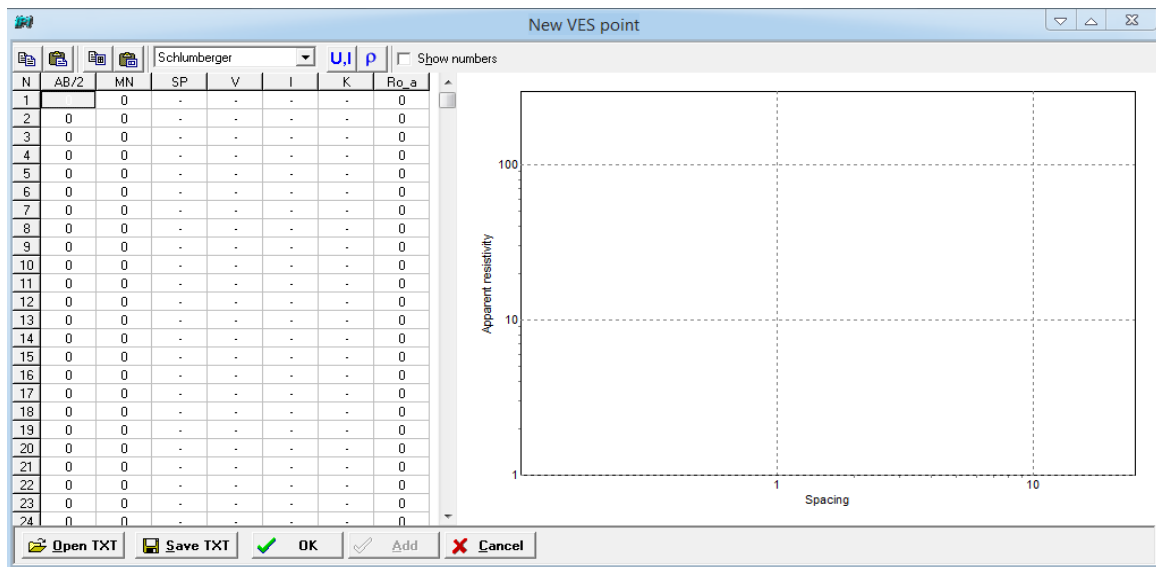


Figure (3.4) : Fenêtre du Logiciel IPI2WIN.

L'utilisation d'IPI2WIN comprend certaines étapes :

La première étape dans l'utilisation d'IPI2WIN est la saisie des données (AB/2, MN/2,

Résistivité). , la deuxième étape est la correction des données et la dernière étape est la création de section transversale.

2.1.1. Le sondage électrique vertical 03 (SEV03)

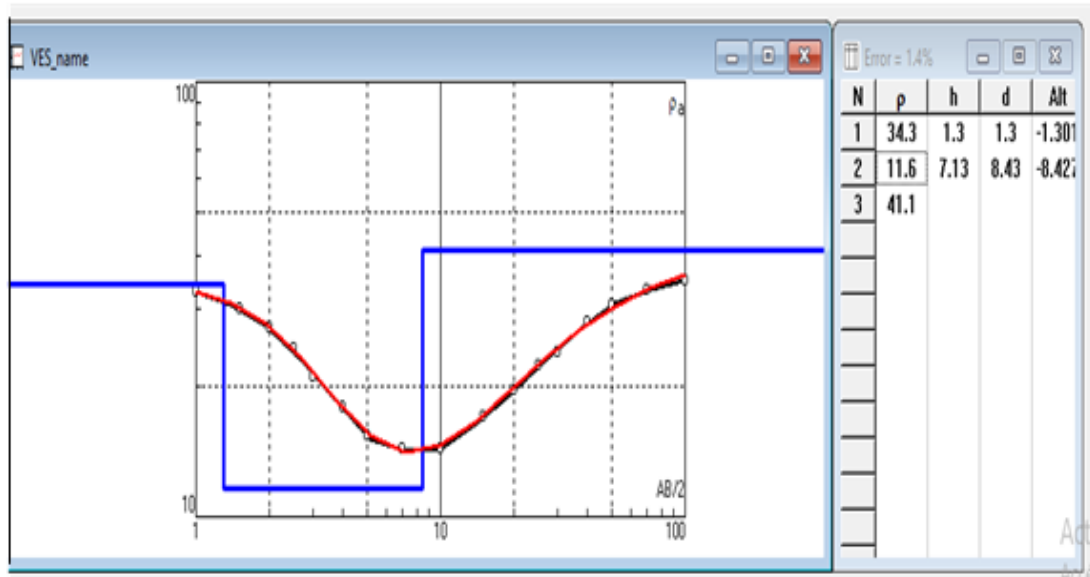


Figure (3.5) : Manipulation de SEV03 par le logiciel IP2WIN.

D'après le traitement le terrain est composé de trois couches géologique avec un d'erreur de 1.4 % :

La première couche a une résistivité moyenne $34.3\Omega.m$ et d'épaisseur de 1.3m.

La seconde couche est caractérisée par une résistivité électrique très faible de $11.6\Omega.m$ et une épaisseur 7.13m.

La troisième couche à une résistivité électrique moyenne de $41.1\Omega.m$. ce résultat correspond probablement à un épais banc d'argiles.

2.1.2. Le sondage électrique vertical 4 (SEV 4)

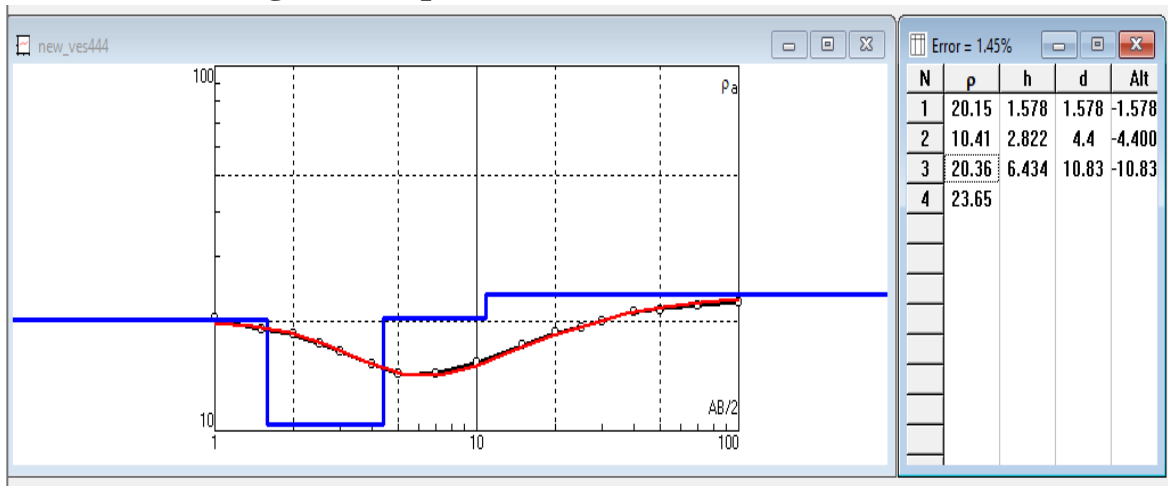


Figure (3.6) : Manipulation de SEV04 par le logiciel IP2WIN

La courbe du sondage SEV 04 permet d'identifier quatre couches :

La première couche est caractérisée par une résistivité électrique de $20.15 \Omega \cdot m$ et une épaisseur de 1.578 m.

La deuxième couche a une résistivité électrique faible de $10.41 \Omega \cdot m$ et une épaisseur de 2.82 m.

La troisième couche a une résistivité apparente moyenne $\rho = 20.36 \Omega \cdot m$ et une épaisseur de 6.43 m.

La quatrième couche a une résistivité électrique apparente faible $\rho = 23.65 \Omega \cdot m$.

Les quatre couches correspondent à une formation d'argileux.

2.1.3. Le sondage électrique vertical SEV05

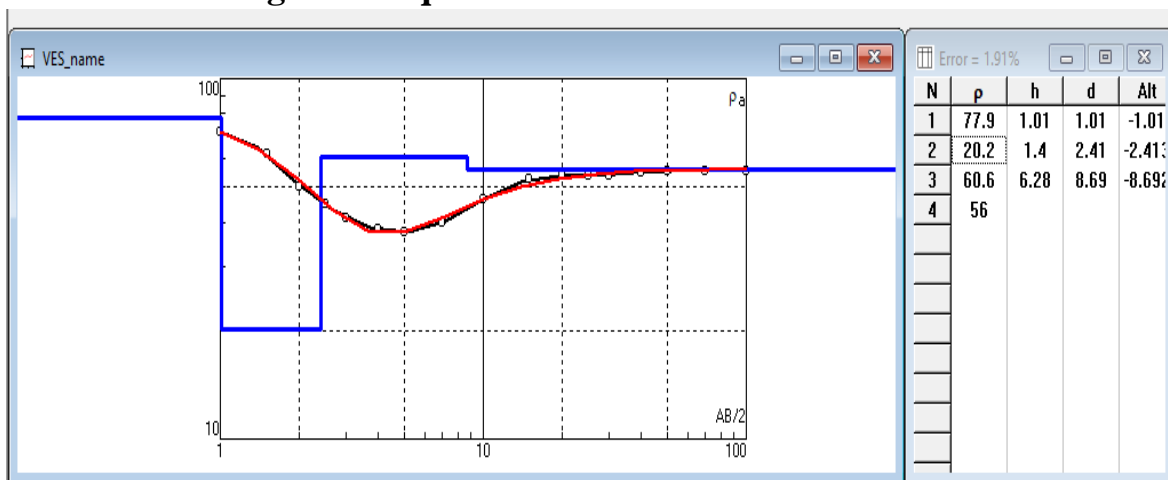


Figure (3.7) : Manipulation de SEV05 par le logiciel IP2WIN.

D'après le traitement le terrain est composé de quatre couches géologique avec un d'erreur de 2.18% :

La première couche à une résistivité électrique élevée $77.9\Omega.m$ et d'épaisseur de 1.01 m, cette couche correspond probablement à des argiles.

La seconde couche est caractérisée par une résistivité moine élevée de $20.2\Omega.m$ et d'épaisseur de 1.4m.

La troisième couche à une résistivité apparente moyenne $\rho=60.6\Omega.m$ et un épaisseur $6.28m$.

La quatrième couche à une résistivité électrique apparente faible $\rho=56\Omega.m$.

Après, cette formation correspond probablement présence une couche d'argile dans ce terrain.

2.1.4. Le sondage électrique vertical SEV06

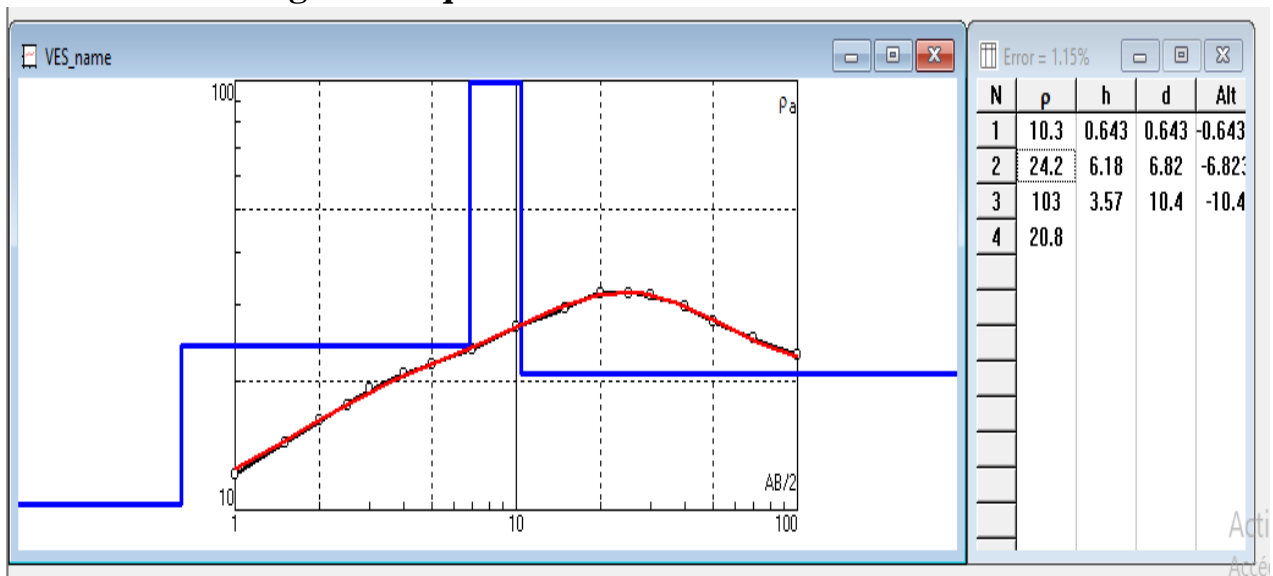


Figure (3.8) : Manipulation de SEV06 par le logiciel IP2WIN

Sur cette courbe de sondage SEV06 la présence d'une pente montre qu'il existe deux couches superposées de propriétés électriques différentes :

La première couche correspond à une résistivité très faible $\rho = 10.3\Omega.m$, avec une profondeur $h=0.643m$,

La seconde couche à une résistivité électrique apparente moins faible $\rho=24.2\Omega.m$ et une épaisseur $6.18m$.

La troisième couche à une résistivité apparente élevée $\rho=103\Omega.m$ et une épaisseur 3.57m.

La quatrième couche à une résistivité électrique apparente faible $\rho=20.8\Omega.m$.

Les trois couches (01, 02 et 04) correspondent probablement à une formation argileuse

2.1.5. Traitement et interprétation analytique de SEV05 par abaque :

Des abaques permettent de déterminer la profondeur h séparant deux terrains à partir de la variation de la résistivité et de la distance AB.

Pour cette méthode, Nous avons fait l'interprétation par abaque comme suit :

1. Tracer les valeurs de résistivité électrique de sondage en papier logarithmique en fonction de la distance AB/2.
2. Copier la courbe du SEV05 sur un papier transparent, en échelle logarithmique.
3. Il suffit de superposer le sondage effectué aux abaques deux couches disponibles, les axes doivent être de même dimension. Nous avons gardé toujours les axes des deux graphiques bien parallèles.
4. On déplacera la courbe sur les abaques jusqu'à ce qu'elle se superpose à une des courbes des abaques.
5. Lorsque les deux sont supposés, à l'aide de la position de l'origine de l'abaque, on peut trouver ρ_1 et h_1 et connaissant à quelle droite on est superposé, on aura ρ_2 .
6. Les coordonnées de ce point nous donnent les valeurs de ρ_2 , h_1
7. Identifier la courbe du SEV05 comme étant du type " H, Q, K, A " et choisir le diagramme correspondant.
8. Reporter la courbe du diagramme auxiliaire à la valeur : $u=\rho_2/\rho_1$

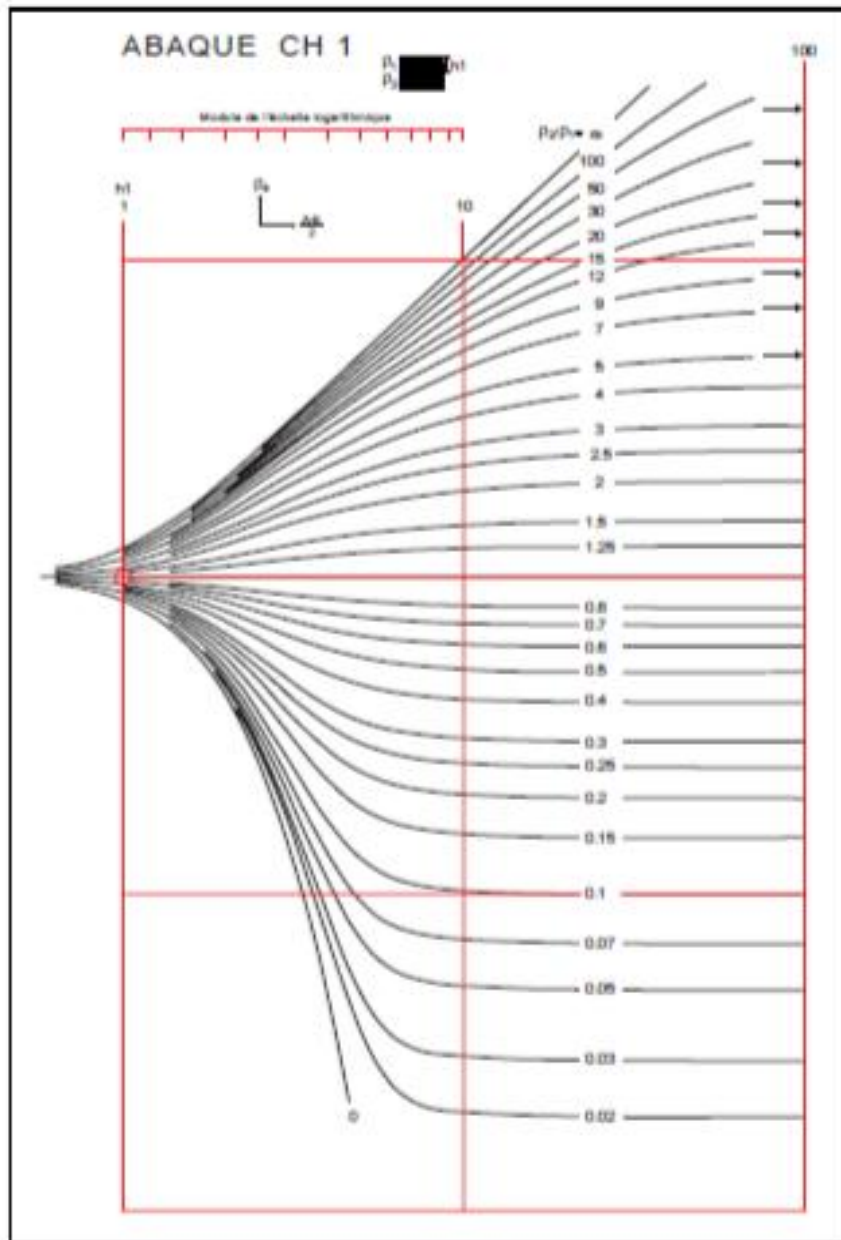


Figure (3.9) :AbaqueCH1

2.2. Méthode sismique réfraction

2.2.1. Traitement par méthode d'intercepte :

Le traitement des données sismique réfraction est passé par trois étapes principales "pointage des films, calcul des vitesses et calcul des épaisseurs".

2.2.1.1. Pointage des films :

La première étape du traitement consiste alors à pointer le temps des premières arrivées des ondes sismiques à chaque géophone et pour chaque tir, dont la géométrie a été précédemment renseignée.

2.2.1.2. Le profil sismique Ps1

Les Cinq figures (3.12) jusqu'à (3.16) représentent le pointage des temps d'arrivée des premières ondes.

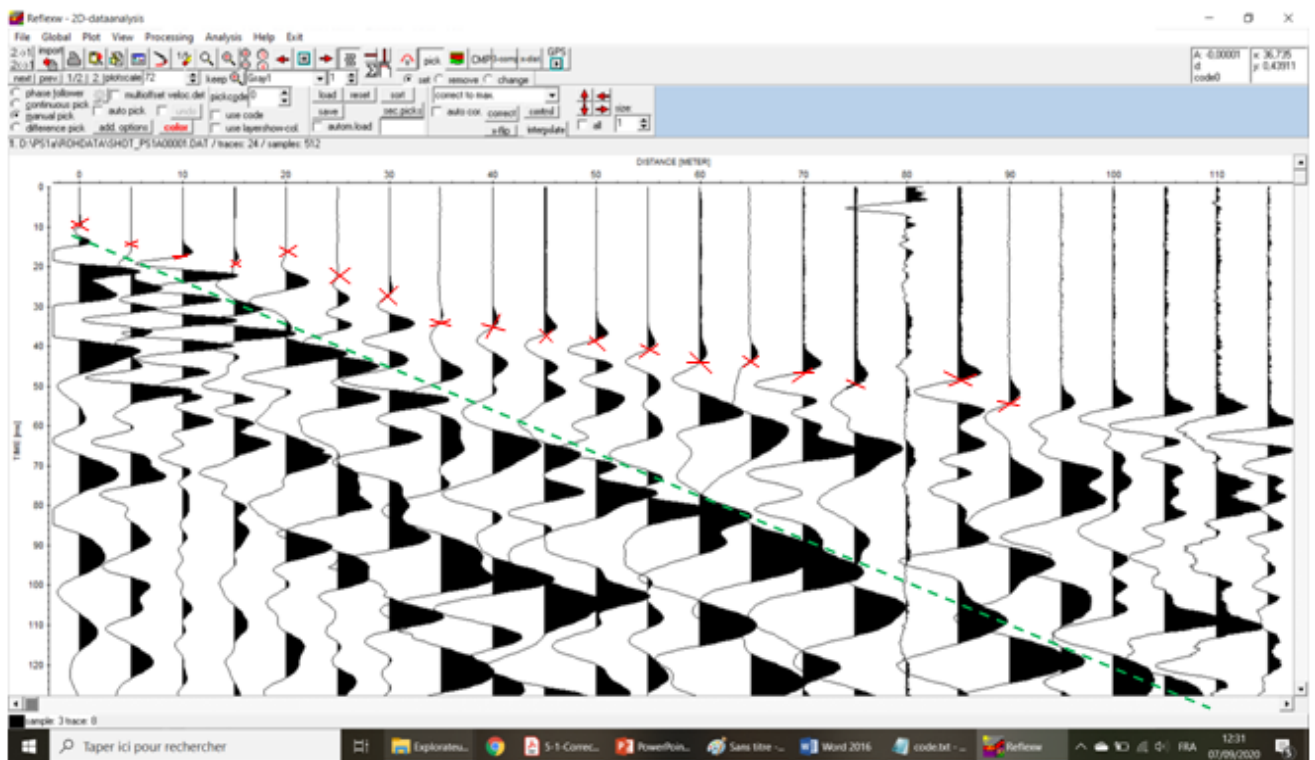


Figure (3.10) : Le pointé du film sismique du Ps1de TD.

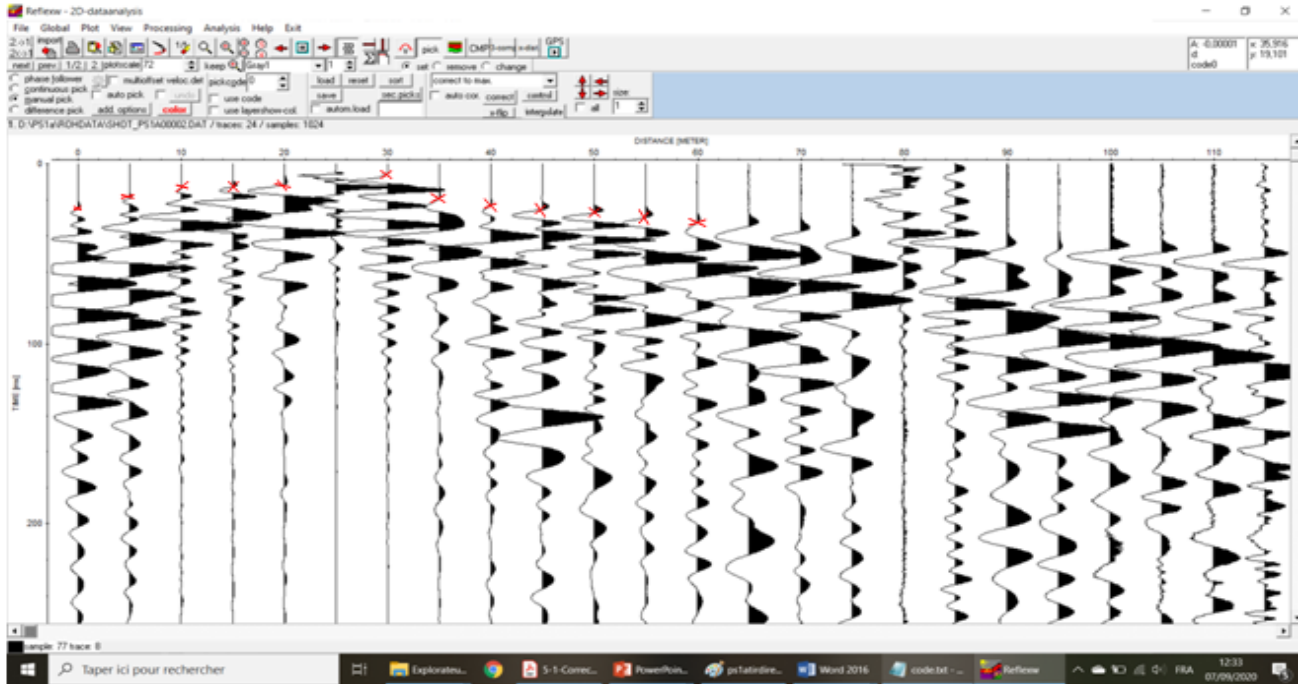


Figure (3.11) : Le pointé du film sismique du Ps1de TF1.

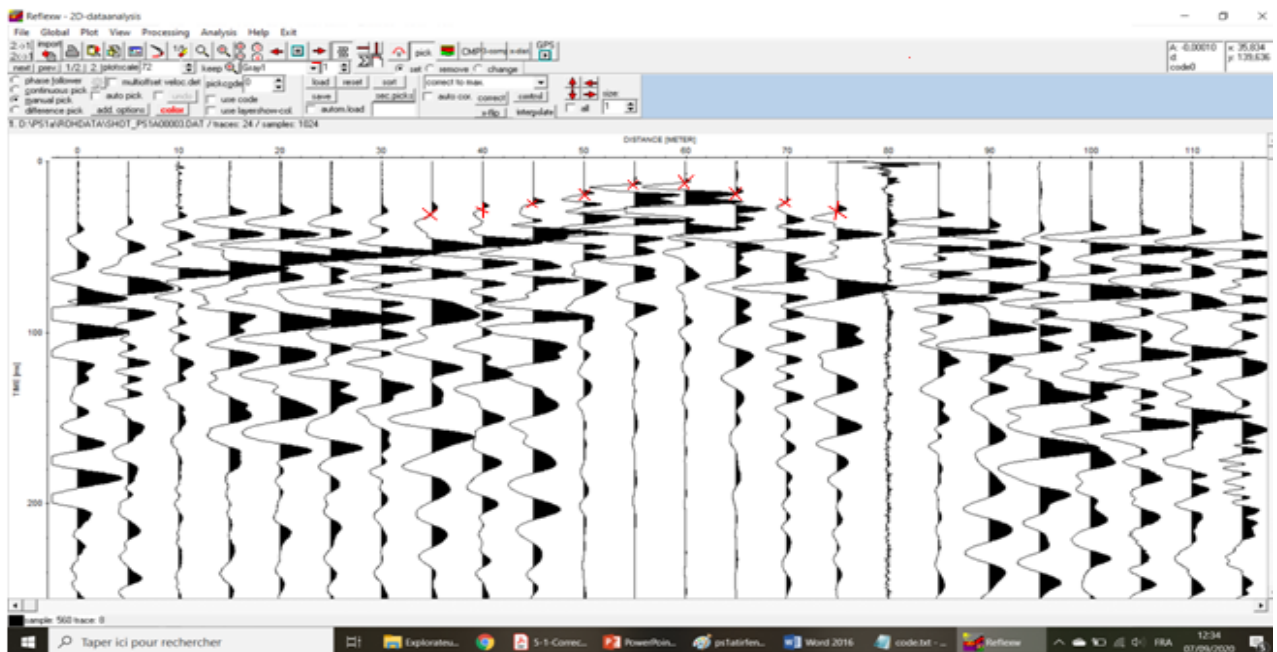


Figure (3.12) : Le pointé du film sismique du Ps1 de TC.

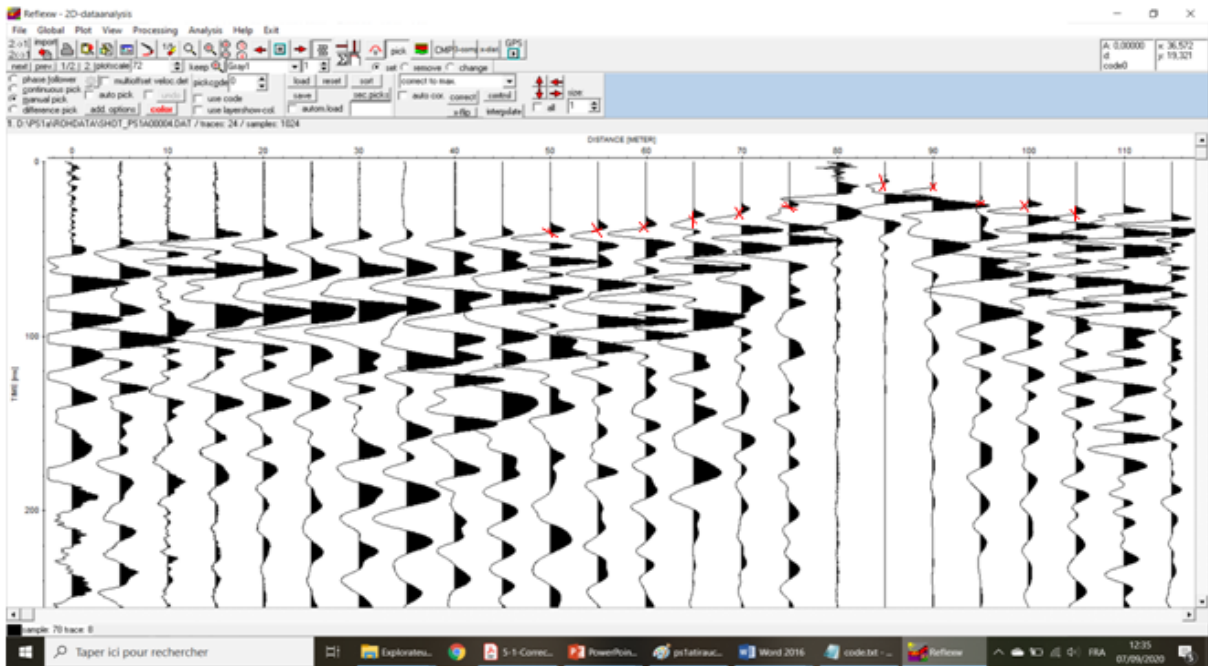


Figure (3.13) : Le pointé du film sismique du Ps1 de TF2.

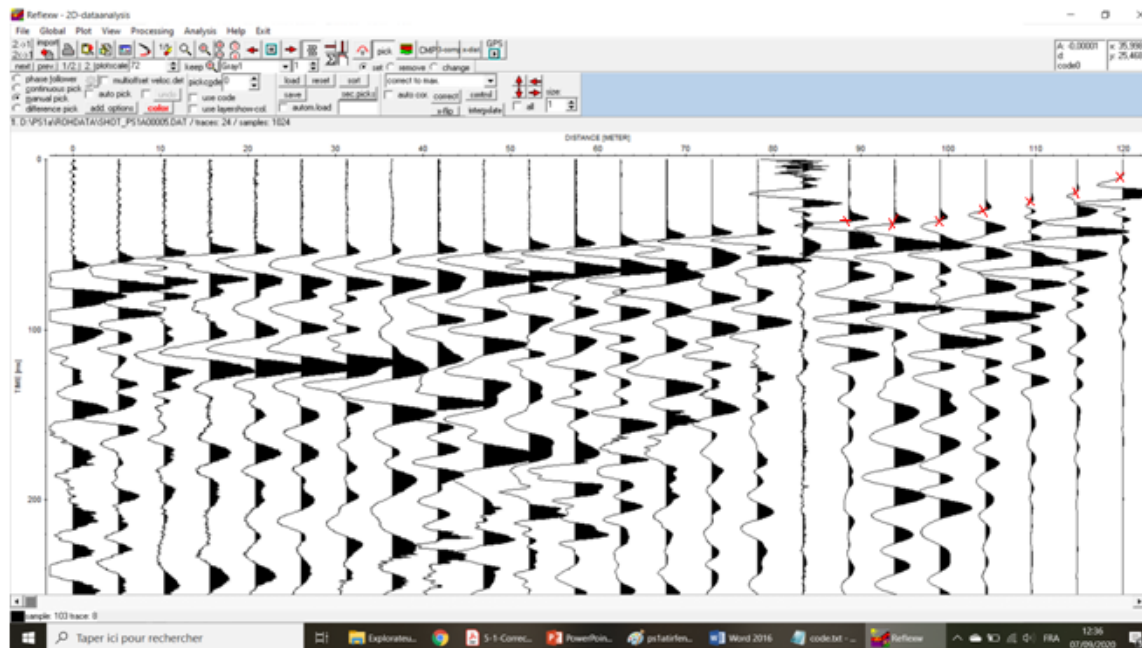


Figure (3.14) : Le pointé du film sismique du Ps1 de TI

2.2.1.3. Calcul de vitesse

La figure (3.15) représente les hodochrones obtenues du pointage des films sismiques : temps d'arrivée des ondes.

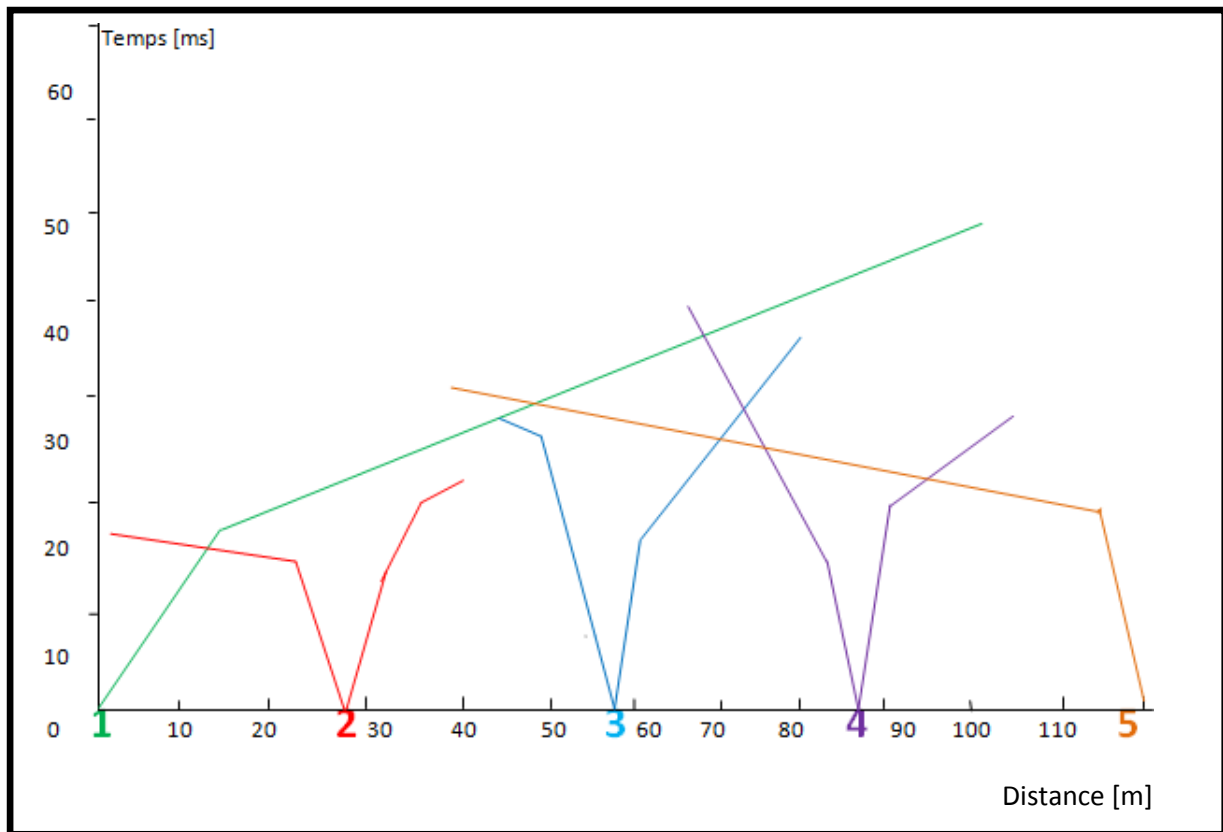


Figure (3.15) : Les hodochrones du profil Ps1.

2.2.1.4. Calcul des épaisseurs

Pour vérifier les résultats du logiciel, nous avons calculé les épaisseurs des couches en utilisant la méthode des interceptes times.

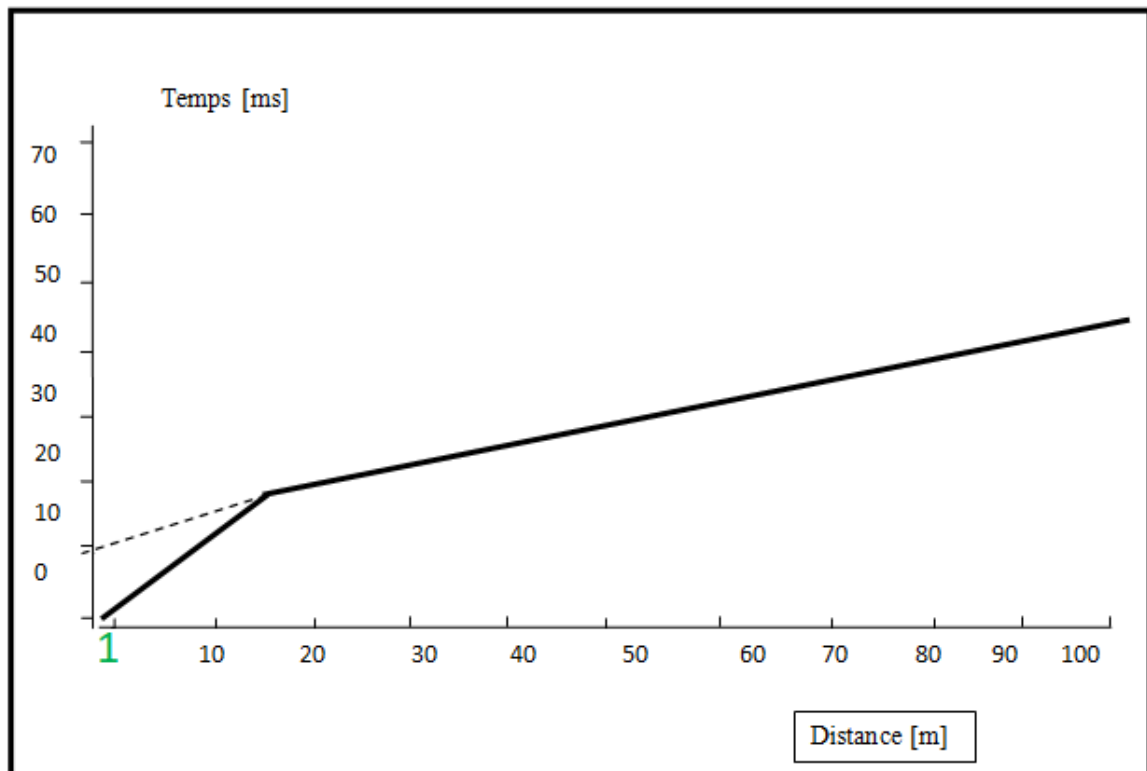


Figure (3.16) : La méthode des interceptes pour le profil Ps1.

Le tableau ci-dessous représente les valeurs des vitesses de chaque tir et l'épaisseur correspondante calculée avec la méthode des interceptes :

V (m/s) H(m)	Tir directe à - 2.5m	Tir Fenêtre1		Tir au centre		Tir Fenêtre2		Tir inverse à +2.5m
		TG	TD	TG	TD	TG	TD	
V1	1250	1388	1500	1833	1500	1416	1888	1500
V2	2015.2	2000	2142	3750	2000	4000	2166	4000
H1	3.78	3.18	3.14	4.4	2.83	5.18	1.95	5.05

Tableau (3.1) : Les vitesses et les épaisseurs de la couche 1 du profil Ps1 dans chaque tir.

- TG : Tir gauche.
- TD : Tir droite.

2.2.2. Interprétation des données sismiques :

Le profil sismique PS1 : La figure (3.19) représente le coupe géo-sismique du Ps1 à réalisées en suivants les épaisseurs calculées.

On constate l'existence de deux couches qui sont les suivantes :

La vitesse de première couche a varié entre 1250m/s –1888m/s et d'une épaisseur varie entre 1.95m et 5.18m. Cette couche représente une formation des argiles et des bancs de calcaire.

La deuxième couche est caractérisée par une gamme de vitesse très élevée qui varie entre 2105.2m/s et 4000m/s, Cette couche peut être caractérisée une formation argileuse.

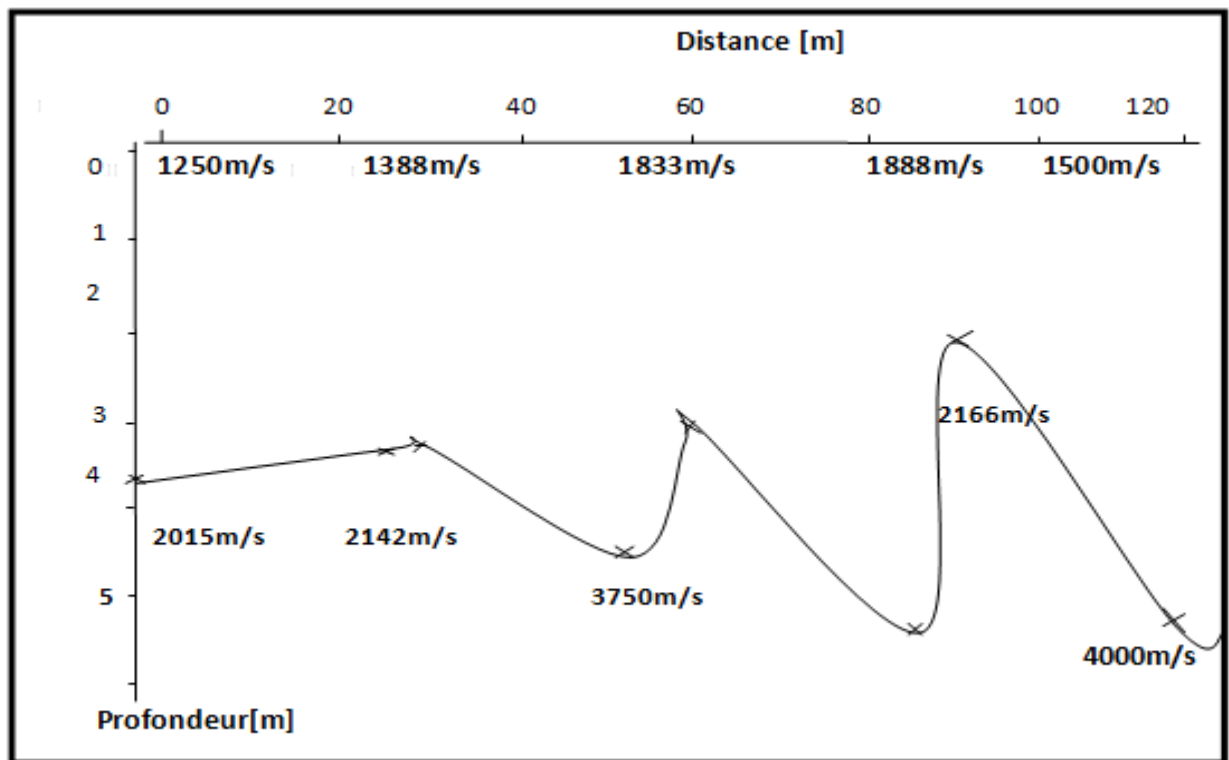


Figure (3.17) : Modèle géo-sismique des variations des vitesses et des profondeurs (PS1).

3. Comparaison des résultats

En comparant les résultats des profils sismiques avec des sondages électriques verticaux ; nous avons obtenu :

La première couche des sondages électriques verticaux est de résistivité qui varie entre 20.15 et 34.3 Ohm.m et elle est de profondeur de 1.6 mètre. En sismique cette couche est la profondeur variée entre 1.95 et 5.18 m et de vitesse variée entre 1250 m/s et 1888 m/s. Cette couche représente une formation de présence d'argile.

D'après les résultats des sondages électriques verticaux la deuxième couche est de 1 mètre de profondeur et de résistivité moyenne de 11 Ohm.m. En sismique cette couche est de vitesse qui varie entre 2105.2 et 4000 m/s.

Le troisième terrain est de résistivité variable entre 20.36 et 41.1 Ohm.m.

La quatrième couche a une résistivité électrique apparente faible $\rho = 23.65 \Omega.m$.

D'après la comparaison des résultats, des sondages électriques verticaux et les résultats du premier profil ce terrain contient quatre couches. Cette formation correspond à l'argile.

Conclusion générale

Le travail réalisé dans le cadre de ce mémoire de fin d'étude en physique du globe sur l'utilisation la méthode électrique et sismique pour caractériser un site hétérogènes se située sur l'oued Mellagou, au sud-ouest de la wilaya de Khenchela. Consiste à L'étude géophysique a permis d'améliorer la compréhension de sa structure et de donner une image approximative du sous-sol, l'existence d'une couche argileuse imperméable. Les deux méthodes géophysiques complémentaires ont été utilisées pour déterminer la concentration de l'argile présente dans sous- sol.

Dans la méthode électrique : après le traitement et l'interprétation des données dès les sondages électriques verticaux : nous avons trouvons les résultats suivants : la résistivité électrique varie avec la profondeur et le terrain montre qu'il existe des couches superposées de propriétés électriques différentes. Ce résultat montré que la présence des argiles en profond dans la région d'étude à certain mètre. La méthode électrique semble plus efficace dans la détermination de l'épaisseur d'argile.

Dans la méthode sismique réfractée : après le traitement et l'interprétation des données des profils sismique réfracté les résultats suivants : deux couches ont été mises en évidence. La couche argileuse est caractérisée par une épaisseur, varie entre 1.95 m et 5.18 m, dans ce profil PS1 : les résultats obtenus sont représentés sous forme de coupes sismiques, ou les terrains sont caractérisés par leur épaisseur et la vitesse des ondes élevée pour que la sismique réfraction, il est nécessaire que la vitesse des terrains augmente avec la profondeur. Ce résultat montré que dans ce terrain une couche d'argile.

Les deux méthodes, électrique(SEV) et sismique réfractée (vitesse d'onde compression P), ont permis d'estimer la composition de sous-sol. Le résultat de ce travail a montré que le sondage géophysique et le profile sismique réfractée sont deux techniques permettant de cartographier le sous – sol. Les résultats préliminaires obtenus sur ce dernier à partir des méthodes électrique et sismique permettent l'identification des couches d'argile dans la zone d'étude. Pour ce la, Nous avons planté les fondations d'un barrage dans ce terrain.

Bibliographie

- [1] M. Alexis Mojica Abrego, 2007, Application des méthodes géophysiques à la détection des sites précolombiens dans la région centrale de Panama et paramétrisation géo-archéologique dans le site hispanique de Panama Viejo, Doctorat de physique appliqué, l'université de Paris6, 32,33p. France.
- [2] Fanny GENELLE, 2012, Les méthodes géophysiques pour la caractérisation des couvertures d'installation de stockage de déchets, Doctorat de Géoresources, Patrimoines et ements, Université de Bordeaux, 62p.
- [3] J.Christophe., 2008, Apport de la tomographie électrique à la modélisation des écoulements densitaires dans les aquifères côtiers, Thèse de Doctorat, Université d'Avignon / Hydriad, 30,31 p.
- [4] Yousef Hacini, 2006, Application des méthodes géophysiques à l'étude de deux sites (Kappelen et Grenchen) de l'aquifère poreux complexe du Seeland.), Unil l'Université de Lausanne, 10p
- [5] J.Christophe., 2008, Apport de la tomographie électrique à la modélisation des écoulements densitaires dans les aquifères côtiers, Thèse de Doctorat, Université d'Avignon / Hydriad, 32 p.
- [6] Lavergne M., 1986. Méthodes sismiques. Editions Technip. 202p.
- [7] Florence Renalier.2010. Caractérisation sismique de sites hétérogènes à partir de méthodes actives et passives: variations latérales et temporelles. Sciences de la Terre. Université Joseph-Fourier-Grenoble I. 8 p. Français.
- [8] M.Lavergne, 1986.Méthode sismique. Edition technip.175p.
- [9] A. Parriaux, 2006, Géologie basses pour l'ingénieur, édition revue et augmentée.100p
- [10] J.L MARI, 1998, Géophysique de glissement géniecivile.édition technip, l'institut français du pétrole, 43p.
- [11] Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1998. Applied geophysics, second edition, Cambridge University Press, 770p.
- [12] Apport étude de faisabilité relative au projet de réalisation du barrage de mellagou dans la wilaya de kenchela, september2013, pages: 5, 7, 43,44.
- [13] Peter Bormann, 2002, IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP), GeoForschungsZentrum Potsdam, page9.