



République Algérienne Démocratique et
Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي التعليم

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

جامعة الجليلي بونعامة خميس مليانة

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Matière

Physique de Globe

Thèmes

Etude de rippabilité et classification sismique d'un site par la sismique réfraction

Présenté par :

- MAAMAR KOADRI Abdelhak.

Devant le jury composé de :

- Président : BENTRIDIS
- Examineur : FARHI.W
- Examineur : BENHADJ TAHAR.Y
- Encadreur : SID Mohamed.

Année universitaire : 2022 /2023

Sommaire

I.	CHAPITRE 1 : Les Méthodes sismiques :.....	7
1.	Introduction :	7
2.	Propagation des ondes :.....	8
3.	Types d'ondes :.....	8
2.1	Ondes des compressions :	9
2.2	Ondes des cisaillements :	9
2.3	Onde de surface :	9
4.	Sismique réfraction :	10
5.	Sismique réflexion :	10
6.	Sismique des puits :	12
II.	CHAPITRE 2 : Etude de la région :	14
1.	Localisation géographique :	14
2.	Cadre géologiques régionale :	15
2.1	LES FORMATIONS NEOGENES ET QUATERNAIRES	15
2.2	LES ROCHES ERUPTIVES.....	16
3.	Tectonique :	17
4.	Hydrogéologie :	19
III.	CHAPITRE 3: Etude de la rippabilité	21
1.	Introduction :	21
2.	Classification de rippabilité :.....	21
3.	Classification sismique :	24
IV.	CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction :	28
1.	La campagne géotechnique :	28
2.	Sondage carotté :.....	28
2.3	Pénétrromètre dynamique lourd :.....	30
2.4	Levé piézométrie :	32
3.	Résultats de la sismique réfraction :	32
3.1	Acquisition des donnes :	32
3.2	Interprétation :	33
4.	Classification de la rippabilité :	38
5.	Classification sismique :	38
V.	Conclusion :.....	42

Liste des figures :

Figure 1: type d'ondes sismique (cisaillement, compression et surface).....	9
Figure 2: Trajet des ondes en sismique de Réfraction.....	10
Figure 3 : Trajet des ondes en sismique de réflexion	11
Figure 4: Trajet des ondes en sismique de puits.	12
Figure 5 : Carte géologique de la région de La Marsa pour l'Algérie.	14
Figure 6 : Les Communes limitrophes d'El Marsa.	14
Figure 7 : Action du ripper.....	23
Figure 8 : Tableau de Caterpillar.....	23
Figure 9 : Carte de zonage sismique du territoire national.	24
Figure 10 : implantation des essais géotechniques.....	28
Figure 11 : photographie de la sondeuse sur le site.....	29
Figure 12: Photographie d'une caisse de carotte.....	30
Figure 13 : pénétrogrammes des PDL1 à PDL6.	31
Figure 14 : Photographie d'implantation des géophones sur site	33
Figure 15: Dromohronique du profil sismique PS1 Vp.....	34
Figure 16 : Profile géosismique PS1 (onde P)	35
Figure 17: Dromohronique du profil sismique PS2 Vp.....	36
Figure 18 : Profile géosismique PS2 (onde P)	37
Figure 19:Dromohronique du profil sismique PS1 Vs	39
Figure 20 : épaisseur des couches	40
Figure 21 : enregistrement vp PS1 tir direct	43
Figure 22 : enregistrement vp PS1 tir enter G3 et G4.	43
Figure 23 : enregistrement vp PS1 tir centré	43
Figure 24: enregistrement vp PS1 tir enter G9 et G10	43
Figure 25 : enregistrement vp PS1 tir inverse.....	43
Figure 26 : enregistrement vp PS2 tir direct	43
Figure 27 : enregistrement vp PS2 tir enter G3 et G4.	43
Figure 28: enregistrement vp PS2 tir centré	43
Figure 29: enregistrement vp PS2 tir enter G9 et G10	43
Figure 30 : enregistrement vp PS2 tir inverse.....	43
Figure 31: enregistrement vs PS1 tir direct	43
Figure 32: enregistrement vs PS1 tir inverse.	43

Liste des tableaux :

Tableau 1 : classification sismique RPA	26
Tableau 2 : déterminer le niveau de la nappe d'eau dans le sol.....	32
Tableau 3 : les temps d'arrivé des ondes P dans le profils PS01	33
Tableau 4: les vitesses des ondes et les épaisseurs des couche PS1	34
Tableau 5: les temps d'arrivé des ondes P dans le profils PS02	36
Tableau 6:les vitesses des ondes et les épaisseurs des couche PS2	37
Tableau 7: Tableau recapulatif des vitesse des ondes de compression des terrains en place ..	38
Tableau 8 : les temps d'arrivé des ondes S dans le profils PS01Vs.....	39
Tableau 9 : Résultats d'interprétations des ondes de cisaillement	39



Introduction générale

Introduction générale

L'étude de la rippabilité et de la classification sismique d'un site par la sismique réfraction est une méthodologie utilisée pour évaluer la faisabilité d'activités d'excavation, telles que l'exploitation minière ou la construction de routes, ainsi que pour caractériser la réponse sismique d'un site donné.

La rippabilité se réfère à la facilité ou à la difficulté d'excaver ou de déplacer les matériaux présents sur un site. Elle est généralement déterminée en mesurant la résistance des roches ou des sols à l'arrachement ou à la fragmentation. La sismique réfraction est une méthode géophysique utilisée pour déterminer la structure des couches géologiques et des matériaux souterrains en mesurant les temps de transit des ondes sismiques réfléchies et réfractées.

D'autre part, la sismique permis de calculer les vitesses des ondes de cisaillement, qui permettent à leurs tours de classer un site du point de vue sismique selon le Règlement Parasismique Algérien RPA.

Pour mener une étude de rippabilité et de classification sismique d'un site par la sismique réfraction, voici les principales étapes :

Préparation du terrain : cela implique l'installation des géophones et du matériel d'enregistrement sur le site, ainsi que la mise en place d'une source d'énergie sismique, comme un marteau ou une charge explosive.

Acquisition des données : en utilisant la source d'énergie sismique, des ondes sismiques sont générées et se propagent à travers le sol. Les géophones enregistrent les ondes réfléchies et réfractées, qui fournissent des informations sur la structure géologique du site.

Traitement des données : les enregistrements sismiques sont traités et analysés pour extraire des informations significatives, telles que les temps de transit des ondes et les caractéristiques des réflexions sismiques. Cela permet de déterminer les différentes couches géologiques présentes et d'évaluer la structure du sous-sol.

Interprétation des résultats : les données sismiques sont interprétées pour évaluer la rippabilité du site, c'est-à-dire la facilité avec laquelle les matériaux peuvent être excavés. De plus, la classification sismique du site est réalisée en déterminant les propriétés géotechniques des matériaux, telles que la résistance et la densité, à partir des informations sismiques obtenues.

En résumé, l'étude de rippabilité et de classification sismique d'un site par la sismique réfraction permet d'évaluer la facilité d'excavation des matériaux sur le site et de caractériser la réponse sismique du sous-sol. Cela aide à prendre des décisions éclairées lors de la planification et de l'exécution de projets d'excavation ou de construction.



CHAPITRE 1
Les méthodes sismiques

I. CHAPITRE 1 : Les Méthodes sismiques :

1. Introduction :

Les méthodes sismiques jouent un rôle essentiel dans l'étude et la caractérisation des sous-sols et des structures géologiques. Elles fournissent des informations précieuses sur la composition, la densité, la profondeur et d'autres propriétés des matériaux souterrains. Ces méthodes sont largement utilisées dans différents domaines tels que l'exploration pétrolière, l'ingénierie géotechnique, la recherche minière et l'étude de l'environnement.

L'objectif principal des méthodes sismiques est de générer des ondes sismiques artificielles ou de détecter les ondes sismiques naturelles qui se propagent à travers les différentes couches du sous-sol. En mesurant les caractéristiques de ces ondes, les géophysiciens peuvent reconstituer la structure du sous-sol et obtenir des informations sur les propriétés physiques des matériaux qu'elles traversent.

Il existe plusieurs techniques sismiques, parmi lesquelles la sismique réflexion, la sismique réfraction, la tomographie sismique et la sismique de surface. Chacune de ces méthodes utilise des équipements spécifiques et des configurations d'acquisition adaptées aux objectifs de l'étude.

La sismique réflexion est couramment utilisée dans l'exploration pétrolière pour localiser des réservoirs d'hydrocarbures et cartographier la structure des formations géologiques. Elle implique l'envoi d'ondes sismiques depuis la surface et l'enregistrement des ondes réfléchies par des récepteurs (géophones ou capteurs) disposés le long d'une ligne.

La sismique réfraction est utilisée pour déterminer la vitesse des ondes sismiques dans les différentes couches du sol. Elle est souvent utilisée dans l'ingénierie géotechnique pour caractériser les propriétés géotechniques des sols et des roches, comme la résistance et la compacité.

La tomographie sismique est une technique qui utilise des données sismiques provenant de différentes directions pour reconstruire une image en coupe du sous-sol. Elle permet de visualiser les variations de la vitesse des ondes sismiques et de détecter les anomalies géologiques ou les corps souterrains.

Enfin, la sismique de surface consiste à mesurer les ondes sismiques qui se propagent le long de la surface du sol. Cette méthode est couramment utilisée pour étudier les effets sismiques et évaluer la réponse structurelle des bâtiments et des infrastructures aux tremblements de terre.

CHAPITRE 1 : Les méthodes sismiques

En résumé, les méthodes sismiques offrent des outils puissants pour étudier les caractéristiques du sous-sol et des structures géologiques. Elles fournissent des informations cruciales pour diverses applications, allant de l'exploration des ressources naturelles à la gestion des risques sismiques et à la planification des projets de construction.

2. Propagation des ondes :

La propagation des ondes sismiques est le déplacement des ondes à travers différents matériaux et structures géologiques. Les ondes sismiques peuvent être générées artificiellement ou naturellement par des séismes. Lors de leur propagation, ces ondes peuvent interagir avec les matériaux, notamment par réflexion, réfraction, diffraction et dispersion. La réflexion se produit lorsque les ondes rencontrent une interface entre deux matériaux avec des propriétés acoustiques différentes, où une partie de l'énergie est réfléchi et le reste se propage à travers le matériau suivant. La réfraction se produit lors du passage d'un matériau à un autre avec des propriétés acoustiques différentes, modifiant ainsi la direction des ondes. La diffraction se produit en présence d'obstacles ou d'irrégularités, entraînant une dispersion de l'énergie des ondes dans différentes directions. La dispersion fait référence à la séparation des fréquences d'ondes sismiques pendant leur propagation en raison de leurs vitesses de déplacement différentes. La propagation des ondes sismiques permet d'obtenir des informations sur la structure et les propriétés des matériaux souterrains, telles que leur composition, densité et compacité. Ces informations sont utilisées dans divers domaines, tels que l'exploration des ressources naturelles, l'ingénierie géotechnique, la sismologie et l'étude des risques sismiques.

3. Types d'ondes :

Les ondes sismiques se propagent dans le sol sous différentes formes, appelées types d'ondes sismiques. Il existe principalement trois types d'ondes sismiques :

Les ondes de compression (P), les ondes de cisaillement (S) et les ondes de surface.

Chaque type d'onde sismique a des caractéristiques et des effets spécifiques sur les matériaux et les structures qu'elles traversent. L'étude des différentes ondes sismiques permet de comprendre la propagation des séismes, de caractériser les propriétés des matériaux et de détecter les structures géologiques sous la surface de la Terre.

2.1 Ondes des compressions :

Les ondes P, également appelées ondes primaires ou ondes de compression, sont des ondes sismiques qui se propagent en comprimant et en dilatant les matériaux dans la direction de propagation. Elles se propagent à travers les solides, les liquides et les gaz. Les ondes P sont les plus rapides parmi les types d'ondes sismiques et peuvent se propager à travers tous les types de matériaux.

2.2 Ondes des cisaillements :

Les ondes S, également appelées ondes secondaires ou ondes de cisaillement, se propagent en provoquant un mouvement de cisaillement perpendiculaire à la direction de propagation. Contrairement aux ondes P, les ondes S ne se propagent pas à travers les milieux liquides ou gazeux. Elles se propagent uniquement à travers les solides, tels que les roches. Les ondes S sont plus lentes que les ondes P.

2.3 Onde de surface :

Les ondes de surface se propagent le long de la surface de séparation entre le sol et l'atmosphère. Ces ondes se déplacent plus lentement que les ondes P et S, mais elles peuvent causer des vibrations et des mouvements significatifs à la surface de la Terre. Les ondes de surface peuvent être divisées en deux types principaux : les ondes de Rayleigh et les ondes de Love. Les ondes de Rayleigh provoquent un mouvement elliptique des particules dans le plan horizontal, tandis que les ondes de Love provoquent un mouvement de cisaillement horizontal dans le plan vertical.

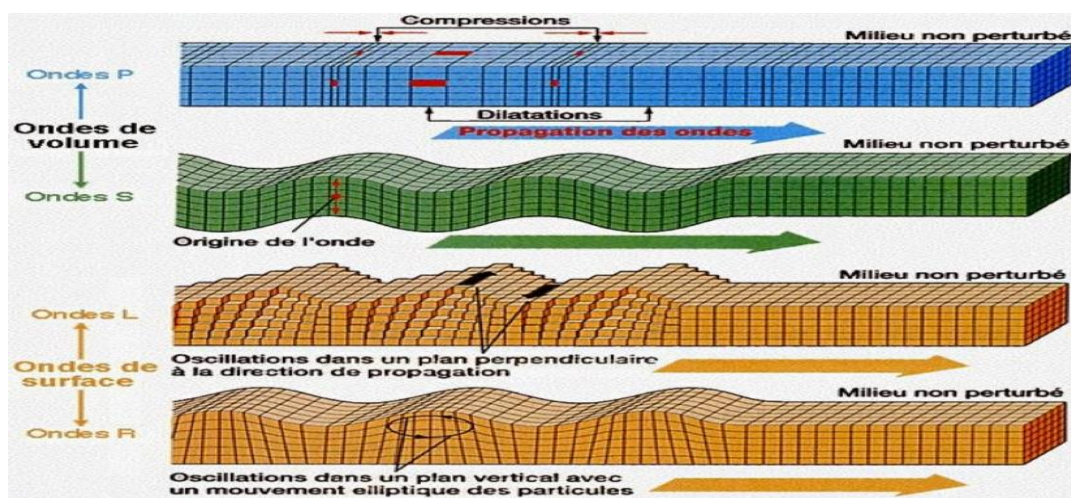


Figure 1: type d'ondes sismique (cisaillement, compression et surface).

4. Sismique réfraction :

La sismique réfraction est une méthode géophysique utilisée pour étudier les couches géologiques souterraines en mesurant le temps de transit des ondes sismiques réfractées. Elle permet de déterminer la structure des couches géologiques près de la surface en mesurant les différences de vitesse de propagation des ondes à travers ces couches. Les ondes sismiques réfractées sont enregistrées par des capteurs placés le long d'une ligne de récepteurs, et les données sont analysées pour déterminer l'épaisseur, la profondeur et la vitesse des couches géologiques. La sismique réfraction est utilisée dans les études géotechniques, la planification de projets de construction, la recherche de ressources en eau souterraine et l'exploration des ressources minérales. Elle fournit des informations importantes pour évaluer la stabilité des sols, les fondations et les risques géologiques.

Ces techniques sont utilisées principalement pour :

- ✓ La détermination de l'épaisseur des couches de dépôts meubles.
- ✓ Le calcul du module d'élasticité des différentes couches.
- ✓ La détermination de la profondeur de la nappe phréatique.
- ✓ L'identification des contacts géologiques sub-verticaux.
- ✓ Le profilage du roc et la localisation des failles et des zones de fracturation.
- ✓ Des levés de sismique réfraction peuvent être réalisés sur l'eau.

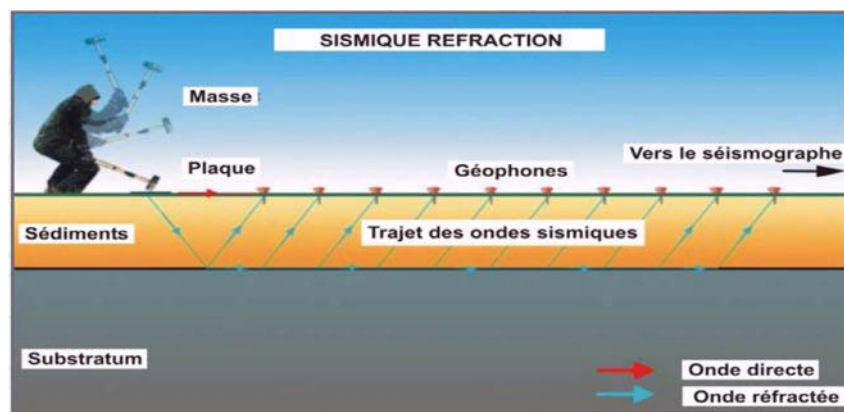


Figure 2: Trajet des ondes en sismique de Réfraction.

5. Sismique réflexion :

La sismique réflexion est une méthode géophysique utilisée pour étudier les structures géologiques en profondeur en mesurant les ondes sismiques réfléchies par les interfaces entre différentes couches géologiques. Cette méthode est principalement utilisée pour l'exploration pétrolière et gazière, ainsi que pour la cartographie des bassins sédimentaires. Le principe de la

CHAPITRE 1 : Les méthodes sismiques

La sismique réflexion repose sur la génération d'ondes sismiques à la surface du sol à l'aide d'une source d'énergie sismique, telle qu'une vibrose ou un explosif contrôlé. Les ondes sismiques se propagent dans le sol et sont réfléchies à chaque interface entre deux couches géologiques avec des propriétés acoustiques différentes.

Les ondes réfléchies sont enregistrées par des récepteurs sensibles appelés géophones ou hydrophones, qui sont disposés le long d'un réseau de capteurs appelé réseau sismique. Les signaux enregistrés sont ensuite traités et analysés pour créer des images en coupe de la subsurface.

En interprétant les données de la sismique réflexion, il est possible de déterminer la profondeur, l'épaisseur, l'orientation et la nature des couches géologiques, ainsi que la présence de structures telles que des failles, des plis et des réservoirs d'hydrocarbures. Cette méthode permet également de cartographier les caractéristiques géologiques et de planifier les forages d'exploration.

La sismique réflexion est une technique largement utilisée dans l'industrie pétrolière et gazière pour localiser et caractériser les gisements d'hydrocarbures. Elle est également utilisée dans d'autres domaines tels que l'ingénierie géotechnique, la géologie de l'environnement et l'étude des risques naturels.

Les applications de la sismique réflexion comprennent :

- ✓ Exploration gazière et pétrolière.
- ✓ Cartographie géologique.
- ✓ Exploration minérale.
- ✓ Études de sites en génie civil.

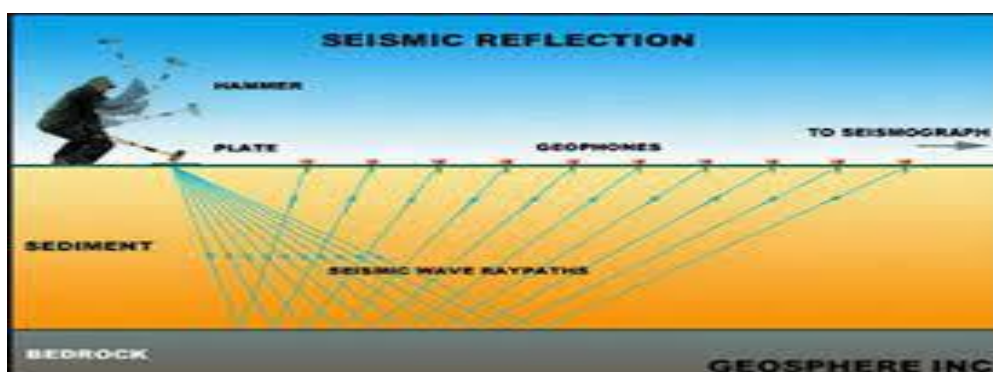


Figure 3 : Trajet des ondes en sismique de réflexion

6. Sismique des puits :

Mesures sismiques le long d'un trou de forage (sismique en forage)

La sismique en forage consiste à prendre des mesures sismiques le long d'un trou de forage en émettant des ondes sismiques en surface (méthode « down-hole ») ou dans un autre forage (méthode « cross-hole »). À l'aide de géophones à 3 composantes, il est possible d'obtenir des profils des vitesses des ondes en compression (P) et des ondes de cisaillement (S). Ces vitesses sont utiles pour déterminer la qualité du roc et des ouvrages en béton, car elles permettent d'en calculer les coefficients dynamiques.

Les techniques de géophysique terrestre telles que la sismique en forage comprennent les profils sismiques verticaux (down-hole), les diagraphies puits-à-puits (cross-hole) et les méthodes de tomographie sismique.

Les applications des techniques de géophysique terrestre telles que la sismique en forage comprennent :

- ✓ Le calcul des modules élastiques et des propriétés dynamiques du roc et du sol.
- ✓ Le calcul du Vs30 pour la catégorisation d'emplacements (Code national du bâtiment).
- ✓ Le contrôle de qualité pour des réfections de structures.
- ✓ La détection des failles, des zones de cisaillement et des vides.
- ✓ Les études pré et post injection ou cimentation.
- ✓ L'évaluation quantitative des matériaux par l'analyse des vitesses sismiques (par exemple : utilisation de la vitesse des ondes P pour estimer la rippabilité ou le MRQD
- ✓ La localisation de zones problématiques par panneaux de **2D** ou **3D**.
- ✓ Les sondages des vitesses de propagation des ondes de compression et de cisaillement.

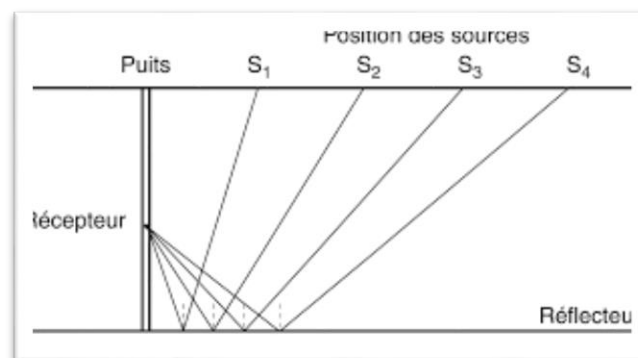


Figure 4: Trajet des ondes en sismique de puits.



CHAPITRE 2
Etude de la région

II. CHAPITRE 2 : Etude de la région :

1. Localisation géographique :

El Marsa est située à environ 25 km à l'est du centre-ville d'Alger.

Coordonnées:

36° 48' 17" N 3° 14' 22" E / 36.804715, 3.239508



Figure 5 : Carte géologique de la région de La Marsa pour l'Algérie.



Figure 6 : Les Communes limitrophes d'El Marsa.

2. Cadre géologiques régionale :

La carte géologique "Alger" feuille n° 21, échelle 1/50 000, publiée en 1952 par le service de la carte géologique d'Alger a été consultée. Dans la région de Tamentefoust (La Pérouse), les principales formations géologiques qui affleurent sont, de haut en bas :

- Les sables rouges plus ou moins argileux (as) du Villafranchien – Calabrien aux temps actuels ;
- Un niveau d'argiles et de marnes altérées (p) ;
- Les faciès marno-calcaire et gréseux du Vindobonien (Miocène moyen) ;
- Des rhyolites du Vindobonien cartographiées (ρ) : roches d'origine ignée (éruptive) et qui s'étendent en un long et large épanchement volcanique, interstratifiées dans les roches sédimentaires ; dont on observe des affleurements à l'est de la ville d'Ain Taya. Ces dernières ayant subi un métamorphisme de contact se sont transformées parfois en tufs volcaniques. Les sables plus ou moins argileux rougeâtres sont très répandus dans tout l'Algérois. Peu épais (jusqu'à 4 mètres en moyenne), ils reposent en discordance et indifféremment sur les autres formations essentiellement sablo-carbonatées ou marneuses.

2.1 LES FORMATIONS NEOGENES ET QUATERNAIRES

- Le Néogène : il s'étend de l'Ouest à l'est de la carte d'Alger et de Thénia couvrant ainsi une grande surface ; il est représenté par des dépôts d'âge Miocène et Pliocène
 - ✓ Miocène : il est représenté par des formations post-nappe et comprend : des dépôts burdigaliens et helvétiques
 - ✓ Pliocène : dans cette région, les terrains pliocènes sont représentés par des faciès d'âge Plaisancien (marnes argileuses bleues et argiles carbonatées) et Astien (marnes gréseuses gris bleutées avec des intercalations de grès calcaires jaunâtres)
- Le Quaternaire: il se développe sur de grandes étendues il est représenté par les trois faciès suivants
 - ✓ Faciès marin : sables, graviers, galets
 - ✓ Faciès alluvial : terrasses alluviales de l'Oued Réghaia : poudingues grossiers et rares bancs de grès
 - ✓ Faciès éolien : sables éoliens.

2.2 LES ROCHES ERUPTIVES

Ces roches constituent des petits pointements dans le socle cristallophyllien à la limite socle-Miocène et dans le Miocène ; on les retrouve également jalonnant le littoral (de Bordj El Bahri à Cap Djinet). En fonction de leur âge, de leur particularité pétrographique et de leur mode de mise en place, on différencie trois séries :

- **Séries intrusives précambriennes** : constituées de granites leucocrates dykes d'amphibolites et de granites pegmatoides et de corps de granites pegmatoides.
- **Séries intrusives du paléogène tardif**: cette série regroupe le massif granodioritique et les dykes de diorites et gabbros diorites. En surface ces roches sont souvent très décomposées et donnent une arène sableuse qui couvre le sol (J.Thiebaut 1949) ; Des accidents orientés généralement Est-Ouest et Nord-Est, Sud-Ouest jalonnent le massif granodioritique, le mettant ainsi en contact avec les assises précambriennes (socle) et les formations miocènes.
 - **Contact socle granodiorite** : Ce contact a été décrit par J-Thiebaut (1949), il est visible au Nord-Est de Oulad Abbès au marabout de Boumerdès ;
 - **Contact Miocène-granodiorite** : il s'observe au Nord-Est de Thénia où il est marqué par une grande faille longue de 7 Km de direction SE-NO, il n'est pas marqué par une brèche ceci étant dû à la plasticité des marnes de l'Helvétien moyen (P-MURAOUR 1959) ; ce même auteur signale par contre qu'à l'Est de Thénia, le contact granodiorite et Burdigalien se fait par l'intermédiaire d'une brèche monogène constituée de galets de granodiorite.
- **Séries volcanique helvétiques** : d'après E-Ficheur (1884), Glangeaud (1932) Vesnine (1971) Degiovanni (1978) : ces roches seraient liées au volcanisme hélvétique lequel est marqué par deux phases distinctes :
 - Laves rhyolitiques du début de l'Helvétien : Ces laves forment des amas rocheux plus ou moins puissants et recoupent le socle, le massif granodioritique et les formations sédimentaires.
 - Laves andésitiques et andésito-basaltiques : Elles affleurent essentiellement au Nord et au Nord-Est de Thénia. En bordure de la côte, on les rencontre depuis Boumerdès à Cap Djinet.

3. Tectonique :

Il y a lieu de distinguer d'abord un synclinal vindobonien dont la limite Nord est la ligne Tamentefoust - La Marsa ; sa limite Sud-Est, une ligne d'affleurements métamorphiques de schistes anciens (à séricite cartographiés : ξ), observables entre la localité de Bordj EL Bahri et la banlieue Sud-Ouest d'Ain Taya.

Cette ligne est orientée WSW-ENE ; tout ce qui est au Sud de cette ligne jusqu'à la Mitidja est attribué au Pliocène inférieur, très souvent caché en surface par des terrasses.

Au-delà de l'oued Reghaia, la ride du Sahel se poursuit ; on observe du Nord au Sud : du granite et rhyolite et de la marne bleue en affleurement sur les berges de l'oued ; du côté Est principalement.

Notons pour terminer que le contact Sahel-Mitidja paraît assez brusque et laisse penser que la faille de Thenia a fait sentir ses effets jusqu'aux abords du village de Bordj-El Bahri en rejoignant à une époque récente.

CHAPITRE 2 : Etude de la région

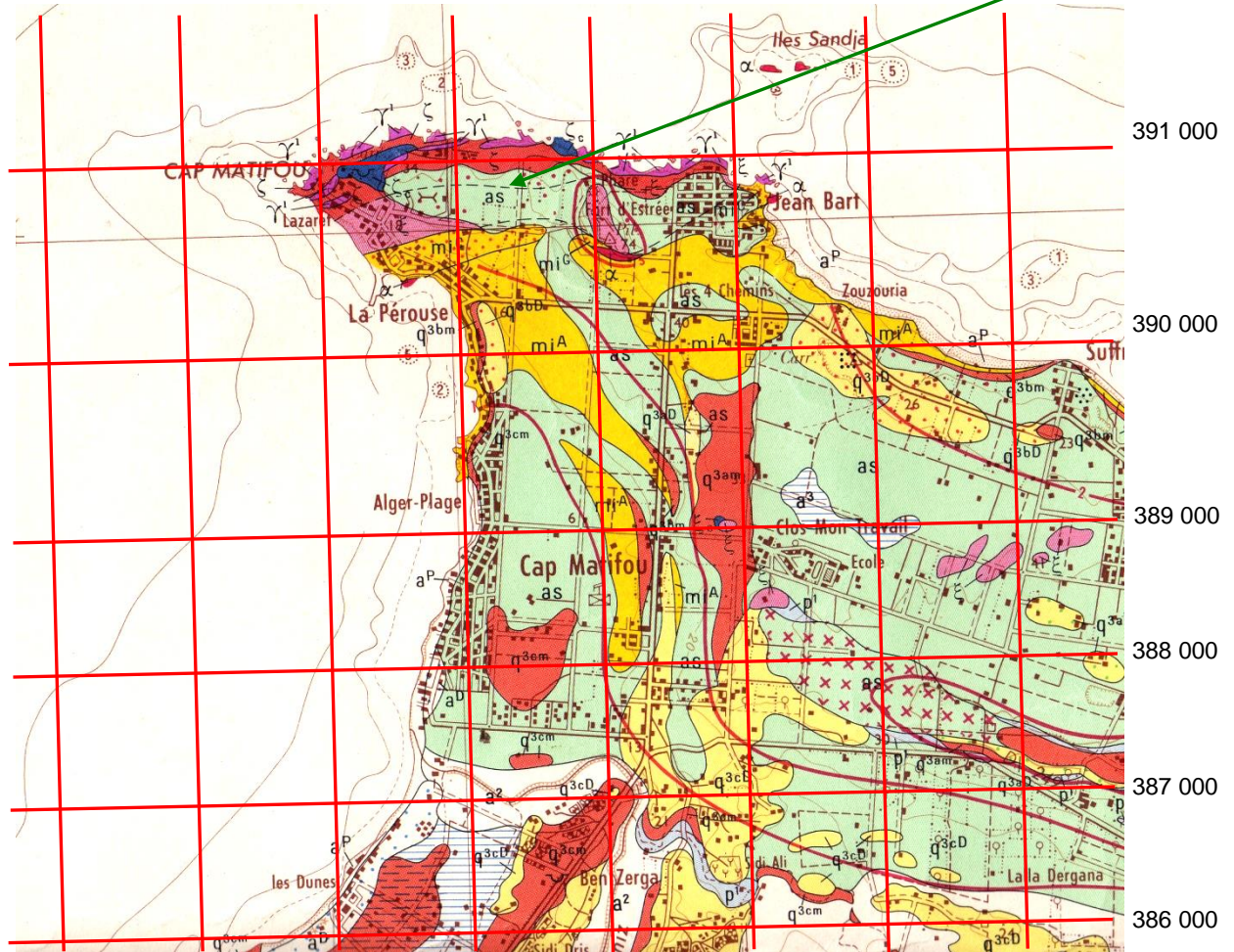
EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'ALGER FEUILLE N°21

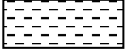

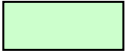






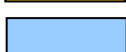
(SERVICE DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'ALGERIE 1952)

Coordonnées LAMBERT NORD ALGERIE

545 000 546 000 547 000 548 000 549 000 550 000 551 000 552 000

SITE DU PROJET



	a ² : alluvions récentes		m ³ : Miocène calc-gréseux
	as : sables rubéfiés		q . : marnes de Maison carrée
	q ^{2bm} : poudingues et grès marins		q ^{1m} : calcaires grossiers
	q ^{3bm} : lumachelles à peptoncles poudingues et grès marins consolidées		p ^{2L} : calcaires à lithothamniées
	q ^{3cd} : dunes consolidées		P1 : marnes plaisanciennes

4. Hydrogéologie :

En liaison avec :

- La pluviométrie assez importante de l'Algérois ;
- La constitution sableuse du recouvrement ;
- L'existence d'un niveau marneux imperméable ;

Il s'est créé une petite nappe superficielle qui s'écoule à l'est du site vers l'oued Réghaia, cette nappe superficielle reste très limitée tant au point de vue extension que capacités hydrogéologiques.

A titre purement indicatif, nous rappelons le forage n°15 "Cap Matifou" (cf. Carte hydrogéologique, DEMRH 1973) de caractéristiques suivantes :

- Coordonnées Lambert : X=548,900 km, Y=384,220 km ; Altitude Z=12 m ;
- Profondeur 82 m ;
- Niveau statique de la nappe : 5.10 m
- Date de réalisation : 1951 ;
- Terrain traversé : Astien mollassique et Plaisancien marneux ;
- Équipement : forage crépiné entre 15 m et 42 m ;
- Pour un débit mesuré de 8 l/s ; ce qui dénote de grandes potentialités.
- Son log géologique se résume à la série suivante :
 - ✓ De 0 à 2.50 m : sables dunaires ;
 - ✓ De 2.50 à 15 m : grès et galets ;
 - ✓ De 15.0 à 42.0 m : grès sable et poudingues ; (crépine)
 - ✓ De 42.0 à 58.0 m : marnes sableuses grises ;
 - ✓ De 58.0 à 77.0 m : marnes à glauconie ;
 - ✓ De 77.0 à 82.0 m : marnes grises



CHAPITRE 3
Etude de rippabilité et la
classification sismique du
site

III. CHAPITRE 3: Etude de la rippabilité

1. Introduction :

L'étude de la rippabilité se réfère à l'évaluation de la capacité d'un matériau ou d'une formation géologique à être excavé ou enlevé à l'aide d'une pelle mécanique ou d'une excavatrice à câble, également appelée ripper. Cette étude est particulièrement pertinente dans les projets de construction, d'exploitation minière et de génie civil qui impliquent l'excavation de sols ou de roches.

L'objectif de l'étude de rippabilité est de déterminer si le matériau est suffisamment résistant et cohérent pour être enlevé efficacement à l'aide d'un ripper. Elle vise également à évaluer la facilité avec laquelle le matériau peut être fragmenté et excavé sans causer de dommages excessifs à l'équipement ou prolonger les délais du projet.

Plusieurs facteurs sont pris en compte lors de l'étude de rippabilité, tels que la résistance du matériau, la fracturation, la présence de discontinuités ou de zones de faiblesse, la composition géologique, la compacité et la dureté. Des techniques d'échantillonnage et d'analyse géotechniques sont utilisées pour collecter des données sur le matériau, notamment des essais de laboratoire et des observations sur le terrain.

Les résultats de l'étude de rippabilité aident les ingénieurs et les planificateurs de projet à prendre des décisions éclairées sur les méthodes d'excavation appropriées, les équipements nécessaires, les coûts estimés, les calendriers et les mesures de sécurité. Une évaluation précise de la rippabilité permet d'optimiser les opérations d'excavation, d'améliorer l'efficacité du projet et de minimiser les risques potentiels.

Il convient de noter que l'étude de rippabilité est spécifique à chaque projet et dépend des caractéristiques géologiques et géotechniques du site. Elle nécessite une expertise en géotechnique et en génie civil pour effectuer une évaluation approfondie et fournir des recommandations appropriées.

2. Classification de rippabilité :

La classification de rippabilité se réfère à la catégorisation des matériaux ou des formations géologiques en fonction de leur aptitude à être excavés ou enlevés à l'aide d'un ripper ou d'une pelle mécanique. Cette classification est utilisée pour évaluer la facilité ou la difficulté de l'excavation et pour prendre des décisions appropriées concernant les méthodes d'excavation et les équipements nécessaires.

CHAPITRE 3 : Etude de la rippabilité

La classification de rippabilité peut varier en fonction des critères spécifiques utilisés, mais certains des facteurs couramment pris en compte comprennent :

Résistance du matériau : Il s'agit de la capacité du matériau à résister à l'excavation. Les matériaux plus résistants peuvent nécessiter des équipements plus puissants ou des méthodes d'excavation spéciales.

Dureté : Cela fait référence à la solidité ou à la résistance à l'abrasion du matériau. Les matériaux plus durs peuvent être plus difficiles à excaver.

Compacité : Cela se rapporte à la densité et à la cohésion du matériau. Les matériaux plus compacts peuvent nécessiter des efforts supplémentaires pour être excavés.

Fracturation : La présence de fractures ou de discontinuités dans le matériau peut influencer sa rippabilité. Les matériaux fortement fracturés peuvent se fragmenter plus facilement lors de l'excavation.

Granulométrie : La taille et la distribution des particules dans le matériau peuvent affecter sa rippabilité. Les matériaux plus grossiers peuvent être plus faciles à excaver que les matériaux fins.

La classification de rippabilité peut utiliser des critères qualitatifs ou quantitatifs, tels que des échelles de notation ou des indices de rippabilité. Elle peut être réalisée à partir d'observations sur le terrain, d'essais de laboratoire ou de données géotechniques.

En utilisant une classification de rippabilité, les professionnels de l'excavation et de la construction peuvent évaluer les défis potentiels liés à l'excavation, planifier les méthodes d'excavation appropriées, sélectionner les équipements adéquats et estimer les coûts et les délais du projet.

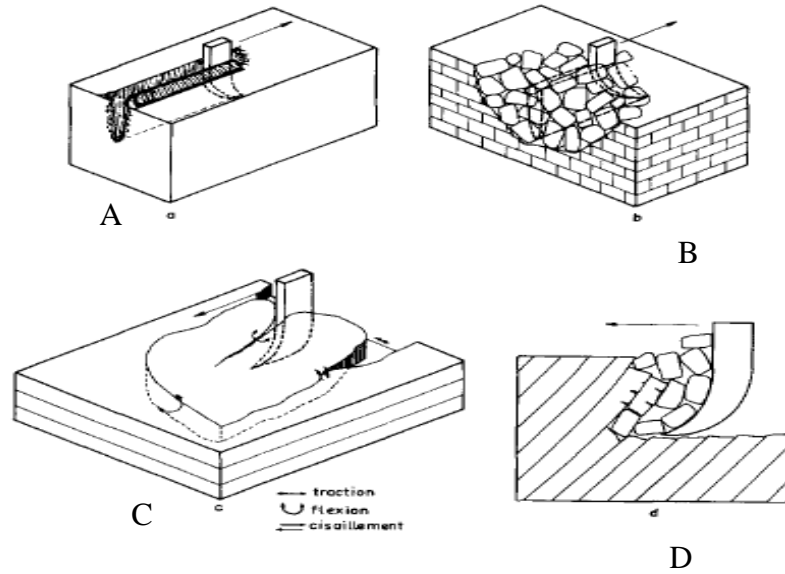


Figure 7 : Action du ripper

- A. Dans les marnes
- B. Dans une roche à fissuration dense
- C. Dans une roche stratifiée horizontalement en bancs continus
- D. Dans une roche à stratification inclinée le ripper travaillant dans le sens du pendage

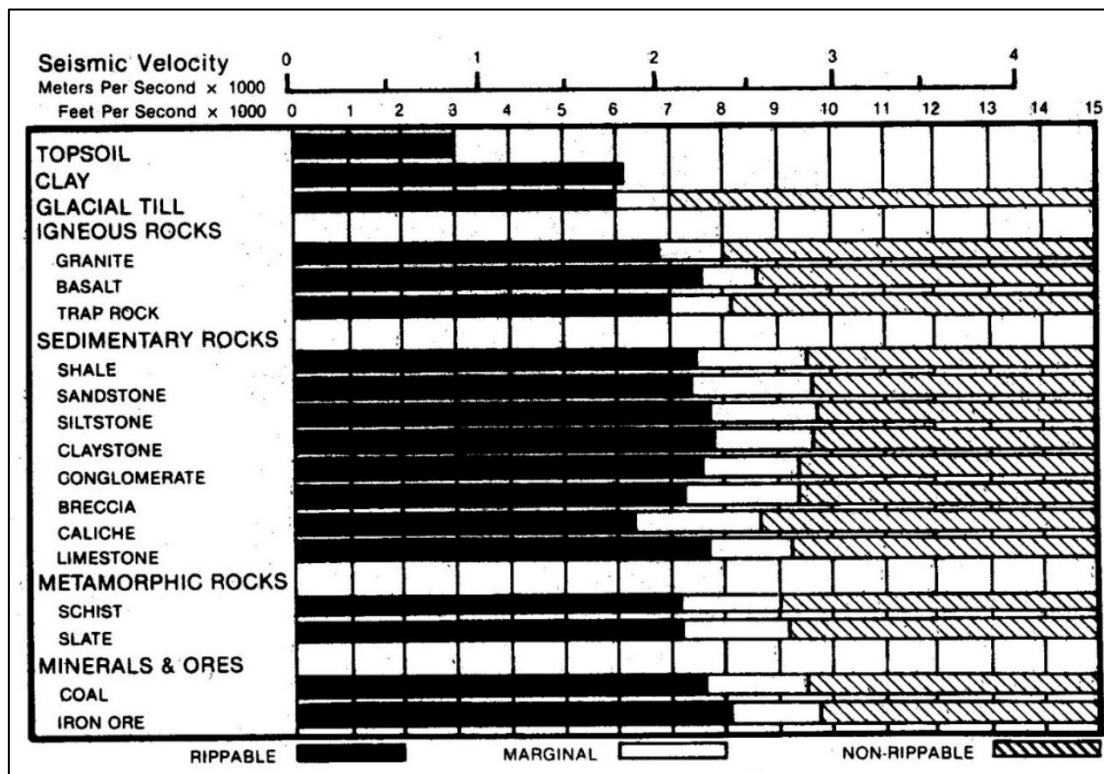


Figure 8 : Tableau de Caterpillar

CHAPITRE 3 : Etude de la rippabilité

Le tableau de Caterpillar ci-dessus permis de classer la rippabilité selon les vitesses des ondes de compression ; en trois fourchettes et selon la nature de la lithologie des terrains en place.

3. Classification sismique :

D'après le document technique réglementaire DTR BC 2-48 des règles parasismiques Algériennes RPA 99 version 2003. La région de Tamentefous a été reclassée en zone III : Forte séismicité. Le coefficient d'accélération de zone est de 0.25 g pour le type d'ouvrage projeté.

NB- Pour parer au risque sismique et compte tenu de l'importance de ce projet, le BET devra prendre en considération l'application stricte des recommandations parasismiques établies par le Centre du Génie Parasismique (CGS) dans les « Règles Parasismiques Algériennes 1999 » et la réglementation provisoire éditée après le séisme de Zemmouri du 21 mai 2003, particulièrement celle concernant l'accélération sismique

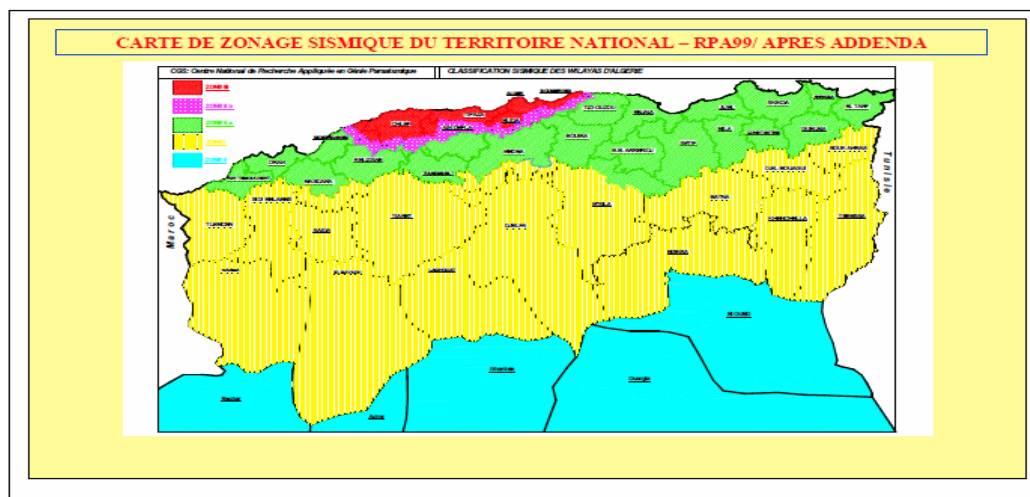


Figure 9 : Carte de zonage sismique du territoire national.

Les valeurs du coefficient d'accélération de zone "A" sont révisées comme suit :

Groupe	ZONE			
	I	IIa	IIb	III
1 A	0.15	0.25	0.30	0.40
1 B	0.12	0.20	0.25	0.30
2	0.10	0.15	0.20	0.25
3	0.07	0.10	0.14	0.18

CHAPITRE 3 : Etude de la rippabilité

Les sites sont classés en quatre (04) catégories en fonction des propriétés mécaniques des couches de sols qui les constituent.

- **Catégorie S1 : (site rocheux)**

Rocher sain ou autre formation géologique caractérisée par une vitesse d'onde de cisaillement $V_s \geq 800\text{m/s}$

- **Catégorie S2 : (site ferme)**

Dépôts de sables et graviers denses à très denses, marnes ou argiles raides très surconsolidées sur 10 à 20m d'épaisseur avec $V_s \geq 400\text{m/s}$ à partir de 10m de profondeur.

- **Catégorie S3 : (site meuble)**

Dépôts épais de sables et graviers moyennement denses ou d'argile moyennement raide avec $V_s \geq 200\text{m/s}$ à partir de 20m de profondeur.

- **Catégorie S4 : (site très meuble)**

Dépôts de sables lâches avec ou sans présence de couches d'argile molle pour $V_s < 200\text{m/s}$ dans les 20 premiers mètres. Dépôts d'argile molle à moyennement raide avec $V_s < 200\text{m/s}$ dans les 20 premiers mètres. Par ailleurs, les valeurs moyennes harmoniques des caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais réalisés sur site ou en laboratoire sur les différentes couches de sol constituant la colonne de sol sur une profondeur de 30m peut être utilisées pour classer le site.

Sous l'effet d'un choc, plusieurs déformations des milieux peuvent se produire (Cf théorie d'élasticité), dont les principales sont :

→ Les déformations de compression ou de dilatation du milieu se propageant à la vitesse "**V_p**" correspondant aux ondes longitudinales.

→ Les déformations de cisaillement et de torsion qui se propagent à la vitesse "**V_s**" correspondant aux ondes transversales.

Si les vitesses "**V_p**" permettent de mesurer les épaisseurs des couches et d'apprécier leur nature, les vitesses "**V_s**", plus sensibles à l'état d'altération et de fissuration des milieux permettent de quantifier les paramètres dynamiques.

CHAPITRE 3 : Etude de la rippabilité

Catégorie	Description	q_c (MPa) (c)	N (d)	p_l (MPa) (e)	E_p (MPa) (e)	q_u (MPa) (f)	V_s (m/s) (g)
S₁	Rocheux (a)	-	-	>5	>100-	>10	≥800
S₂	Ferme	>15	>50	>2	>20	>0.4	≥400<800
S₃	Meuble	1.5 ~ 15	10~50	1 ~ 2	5 ~ 20	0.1~ 0.4	≥200<400
S₄	Très meuble ou présence de 3m au moins d'argile molle (b)	<1.5	<10	<1	<5	<0.1	≥100<200

Tableau 1 : classification sismique RPA

$$\overline{V}_s = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_{si}} \right)_i}$$

CHAPITRE 4
Acquisition et interprétation
des données de sismique
réfraction

IV. CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction :

1. La campagne géotechnique :

Dans le cadre d'un projet de construction d'un ouvrage d'usages publique, une campagne géotechnique été faite pour l'étude des conditions géologique et géotechnique, ou nous somme intéresser par l'étude de rippabilité et la classification sismique de la zone.

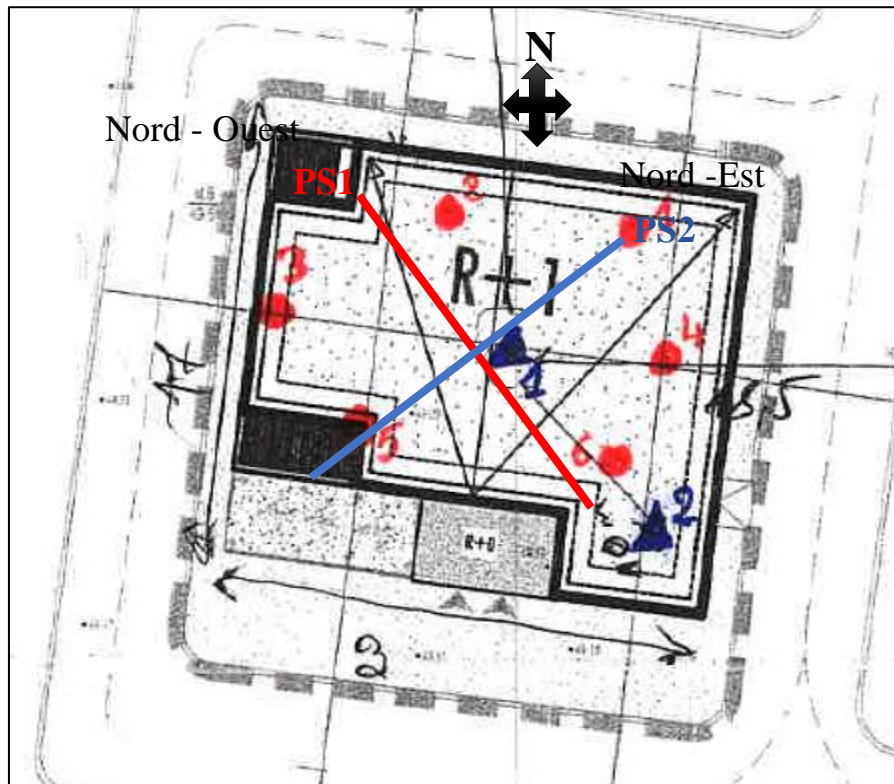


Figure 10 : implantation des essais géotechniques

2. Sondage carotté :

Les sondages carottés fournissent la meilleure qualité d'échantillon permettant de caractériser à la fois la nature et l'état des sols. Ils sont indispensables pour la recherche des gisements de minerais, d'eau, d'hydrocarbures mais aussi l'étude et une meilleure connaissance du socle rocheux en général. Les sondages carottés permettent de visualiser les terrains traversés, de préciser avec certitude leur disposition géométrique, d'effectuer un certain nombre d'essais de laboratoire et in situ Principe :

En règle générale pour effectuer un sondage, on va réaliser un forage par fonçage ou battage (carottier poinçonneur) ou par rotation (carottier rotatif)

Il s'agit de découper un cylindre de terrain le plus intact possible afin de réaliser des observations et des essais représentatifs des formations en place.

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réflexion

Par conséquent, en fonction de l'objectif fixé et de l'endroit où l'on veut prélever l'échantillon, les forages sera :

- ✓ Carottés en totalité (faible à moyenne couverture)
- ✓ Partiellement carottés (forte couverture).



Figure 11 : photographie de la sondeuse sur le site.

Les Sondages carottés permettent d'effectuer un certain nombre d'essais.

Les échantillons prélevés sont utilisés pour :

- ✓ Déterminer la nature de la roche ou du sol, pour analyser le degré de fissuration et la pente des fissures
- ✓ Diaclases et stratification dans le cas d'une roche et pour y pratiquer des essais de laboratoire (mécanique des roches ou des sols, analyses minéralogiques ou chimiques).
- ✓ Mesurer in situ de la perméabilité (essais Lefranc et Lugeon).
- ✓ De façon générale, les carottes de sondages sont conservés dans des caisses adaptées à cet effet. Il est conseillé de les photographier en couleur afin de disposer d'un document de travail et d'archive utile.

Résultats des sondages carottés :

La lecture des coupes des sondages carottés réalisés dans le cadre de la présente étude permet de faire la synthèse géologique suivante :

Sondage SC01 :

- **0,00m - 0,60m** : Remblai ;
- **0,60m – 2,00m** : Argile marron, ferme ;
- **2,00m – 4,00** : Argile schisteuse, ferme, brunâtre
- **4,00m – 12,00m** : Schiste micacé argileux, friable, avec présence de quartz.

Sondage SC02 :

- 0,00m - 0,80m : Remblai ;
- 0,80m – 1,50m : Argile marron, ferme ;
- 1,50m – 5,40 : Argile schisteuse, ferme, brunâtre
- 5,40m – 12,00m : Schiste micacé argileux, friable, avec présence de quartz.



Figure 12: Photographie d'une caisse de carotte

2.3 Pénétrromètre dynamique lourd :

L'essai consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage, un train de tiges lisses de diamètre compris entre 30 et 70 mm, à l'aide d'une masse frappante (mouton) tombant d'une hauteur constante. On enregistre le nombre de coups de mouton correspondant à un enfoncement donné (généralement 20 cm). Par analogie avec les pieux réels battus, on peut appliquer à ces essais la formule de battage dite des Hollandais, pour calculer la résistance de pointe R_d en fonction de la profondeur.

Ces essais permettent :

- 1- une reconnaissance relativement rapide et ponctuelle dans la zone critique ;
- 2- d'estimer les caractéristiques mécaniques et la résistance du sol ;
- 3- de détecter des anomalies souterraines ;
- 4- d'avoir une excellente idée du degré d'homogénéité du sol ;
- 5- de définir des plages d'égale résistance.

Les résultats des essais de pénétration dynamique sont illustrés par des pénétrogrammes qui donnent la variation de la résistance dynamique de pointe R_p (en bars) en fonction de la profondeur (en mètres).

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction

La lecture des différents pénétrogrammes obtenus montre ce qui suit :

- ✓ Les pénétrogrammes ont met en évidence trois (03) horizons bien distincts, le premier entre 0,0m et 1,0m, le deuxième entre 1,0m et 3,0m et le dernier se poursuit au-delà de 3,0m.
- ✓ Le 1er horizon est caractérisé par des résistances en pointe dont la moyenne est de 60 bars. Le 2em horizon ou les valeurs de résistance sont de 120bar en moyenne. Le 3em horizon dont les résistances augmentent à 180 bar en moyenne, et augmente jusqu'à atteindre le refus qui est enregistré entre 3m et 4m.

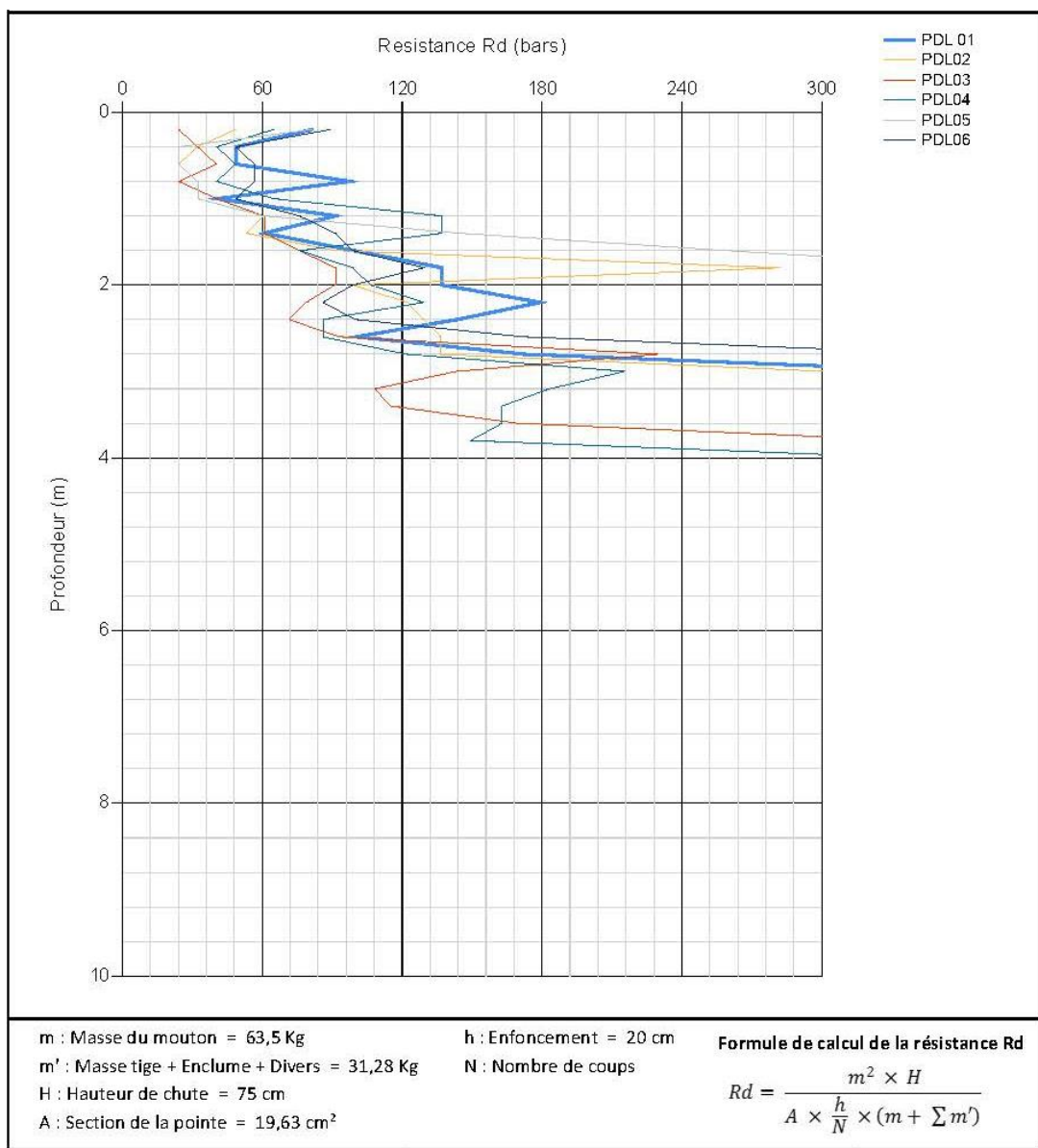


Figure 13 : pénétrogrammes des PDL1 à PDL6.

2.4 Levé piézométrie :

Les sondages SC01 et SC02 ont été équipés de tubes afin de déterminer le niveau de la nappe d'eau dans le sol. Les différentes lectures effectuées sont données dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Cote niveau d'eau	
	18/01/2022	03/02/2022
SC01	7.4 m	7.9 m
SC02	7.7 m	8.3 m

Tableau 2 : déterminer le niveau de la nappe d'eau dans le sol

3. Résultats de la sismique réfraction :

3.1 Acquisition des données :

La reconnaissance géophysique par sismique réfraction a été réalisée sur le site, le 17 janvier 2022, dans des conditions environnementales ambiantes favorables au déroulement de l'acquisition et monitoring des signaux.

Deux (02) profils sismiques ont été réalisés, la base est constituée par l'arrangement de 12 géophones.

Les dispositifs sismiques codifiés PS-01 et PS-02, avec des longueurs de ligne de 52.0 mètres, et un pas régulier de 4.0 mètres entre géophones, avec cinq points de tirs par profil, à savoir :

- ✓ Un tir normal du premier géophone G1
- ✓ Un tir interne entre les géophones G3-G4
- ✓ Un tir au centre entre les géophones G6-G7
- ✓ Un tir interne entre les géophones G9-G10
- ✓ Un tir reverse du dernier géophone G12

Le sismographe-tomographe PASI modèle 16SG24N utilisé permet d'additionner (stacker) les signaux reçus. Ce qui permet d'effectuer, en un seul point de tir, plusieurs frappes au marteau (ou à la chute de poids) afin d'améliorer le rapport signal sur bruit. En général, on additionne (stack) 5 signaux ; si un signal est mauvais, il est éliminé directement

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction

- **SOMMATION :**

Durant l'acquisition des données sismiques, une sommation d'enregistrement est nécessaire pour améliorer le rapport signal/ bruit.

- **AGC (Automatic Gain Control) :**

Cette fonction de gain est aussi appliquée lors de l'acquisition (elle peut être modifiée lors de traitement), c'est un filtre à fenêtre glissante pour corriger l'effet de la divergence sphérique sur l'amplitude du signal ;

- **FILTRAGE FREQUENTIEL :**

Pour éliminer les bruits à haute fréquence, un filtre coupe-haut a été utilisé.



Figure 14 : Photographie d'implantation des géophones sur site

3.2 Interprétation :

Profil PS01 :

La première étape de traitement consiste à afficher les enregistrements tirés à partir du sismographe dans un programme appelé Pick-win, qui n'est qu'un module du logiciel SisImager qui permet de lire les temps d'arrivée dans chaque trace (chaque géophone)

distant (m)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
td	15,7	21	23	28,3	30,3	32,4	34,5	36,2	39	41	41,3	42,3
t3-4	22,7	17	7	5,8	16	20	23,5	26,5	30	31,5	32,8	34
t9-10	37,2	34,2	32,7	31,3	28,4	24,4	20,6	16,2	8,7	10,7	15,8	20
tc	29,6	26,2	22,5	21,3	15	6,5	4	13,2	19,3	23	25,8	28,6
tr	41,5	40,7	38,6	37,9	36	32,4	30,2	26,7	23,8	20,2	14,7	10,9

Tableau 3 : les temps d'arrivée des ondes P dans le profil PS01

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réflexion

a. Dormochonnes :

Les temps d'arrivés permettent par la suite de tracer les dromochrones qui ne sont que la représentation des temps d'arrivés de l'onde de compression (de cisaillement) au niveau chaque géophone en fonction de la position de ce dernier.

Du moment qu'on a effectué plusieurs tirs au niveau de chaque profils, on aura une dromochronique pour chaque tirs.

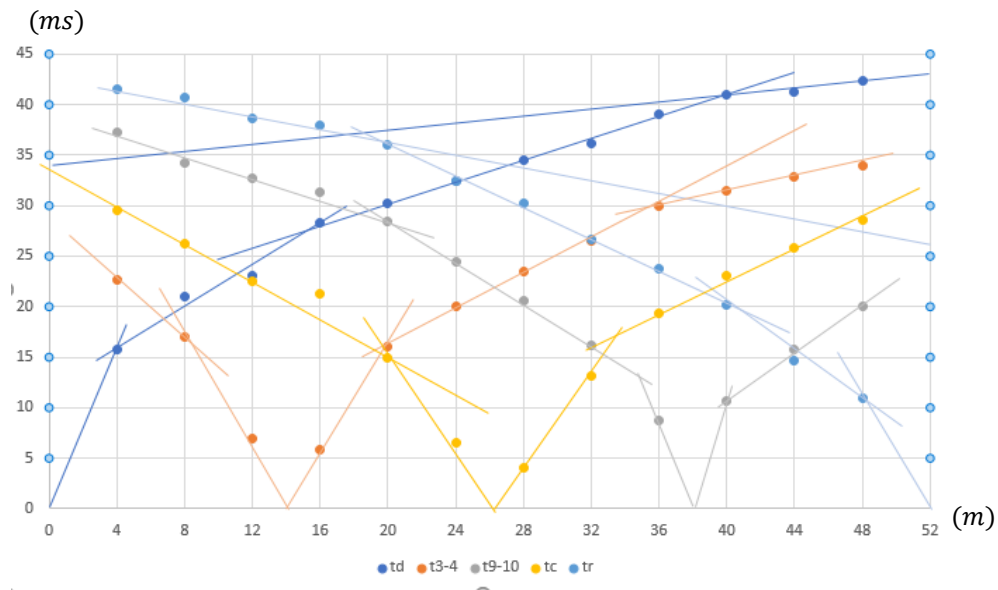


Figure 15: Dromochronique du profil sismique PSI Vp

b. Calcule des vitesses et les épaisseurs :

Les dromochrones permettent a leurs tours calculer les vitesses et les épaisseur a partir de chaque tirs.

- ✓ La vitesse c'est les pentes des droites.
- ✓ Les épaisseurs à partir des points de briseur et intercept.

	$V_{p1}(m/s)$	$V_{p2}(m/s)$	$V_{p3}(m/s)$	$V_{p4}(m/s)$	$H_1(m)$	$H_2(m)$	$H_3(m)$
Td	255	923	2061	6153	1,5	5,12	12,54
T (3 -4)	353	701	/	/	1,7	/	/
	375	1143	3000	/	2,1	7,6	/
TC (6-7)	400	1071,5	/	/	2	/	/
	454,5	1230,7	/	/	2	/	/
T (9 -10)	229,9	983,5	1860,5	/	0,8	3,71	/
	187	860,2	/	/	0,9	/	/
Tr	367	860	1290	3077	1,2	2,88	9,3

Tableau 4: les vitesses des ondes et les épaisseurs des couche PSI

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction

Les calculs des vitesses et des épaisseurs nous ont permis de tracer des coupes géosismiques et liant les couches de même gamme de vitesses.

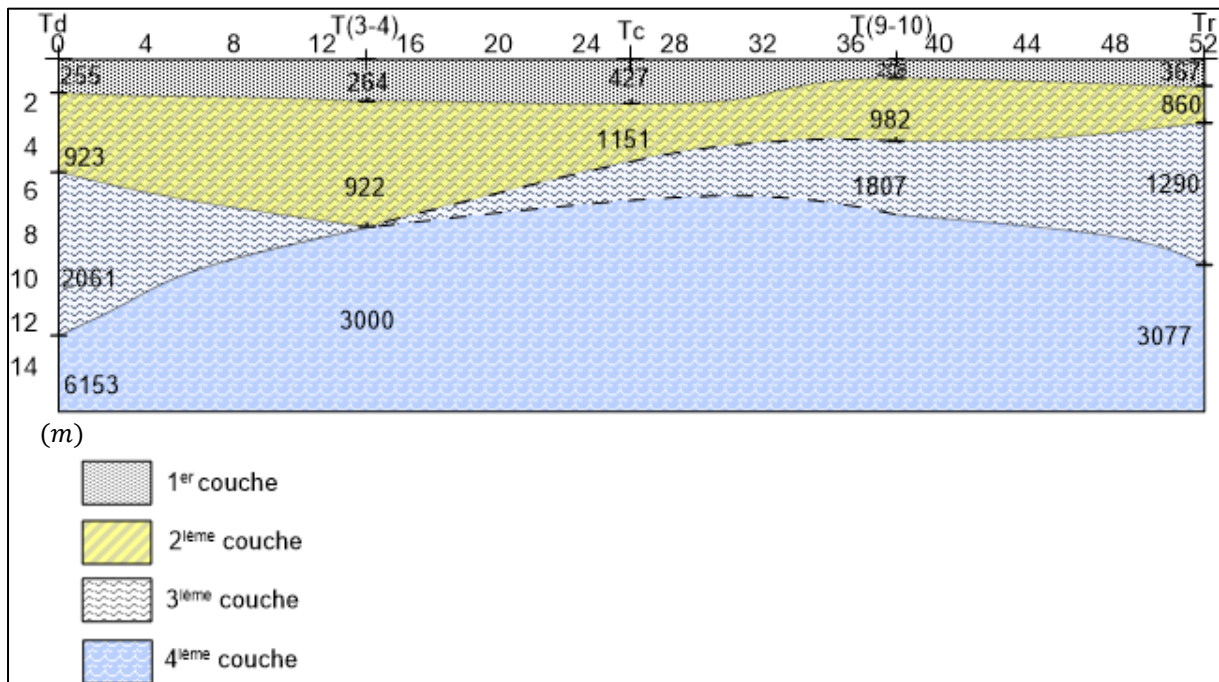


Figure 16 : Profile géosismique PSI (onde P)

Le profil sismique PS01 nous permis de mettre en évidence les couches suivantes :

- ✓ Une couche de surface de faible vitesse comprise entre 200m/s et 400m/s sur une épaisseur variant de 0.8m et 2m.
- ✓ Une couche intermédiaire de vitesse comprise entre 860m/s et 1100m/s. cette couche est plus épaisse du côté Nord allant a 3m d'épaisseur et moins épaisse du côté du tir inverse (côté Sud) d'environ 1.6m.
- ✓ Une troisième couche de vitesse variant entre 1200m/s et 2000m/s allant a une profondeur comprise entre 9.3m et 12.m, nous supposons que cette couche est plus mince du côté du tire effectuée entre le 3^{ème} et le 4^{ème} géophone car elle n'a pas été capté par ce tir.
- ✓ Une dernière couche a grande vitesse (3077m/s et 6153m/s) a été mise en évidence par les tirs en bout et le tir effectué entre le le 3^{ème} et le 4^{ème} géophone.

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réflexion

Profil PS02 :

De même façon, nous avons lu les temps d'arrivées dans picKwine de chaque dans le profil PS02

distant (m)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
td	13,7	22	24,4	25,7	27	30,3	33	33,7	37	39	40	41
t3-4	25,1	19,6	13,8	14,5	20	25,1	26,2	28,2	31,1	32,2	34,2	37,3
t9-10	37	34,5	33	31,2	27,9	25,7	21,1	14,7	7,4	5,8	14,1	18
tc	34	30	26,3	22	17	11,1	10	20	22,7	27	30,3	32,7
tr	42,8	41,4	39,5	37,5	36	34,6	31	27,7	24	20	15	8

Tableau 5: les temps d'arrivées des ondes P dans le profils PS02

c. Dormochonnes :

Nous avons tracé les dromochrone du profil PS02.

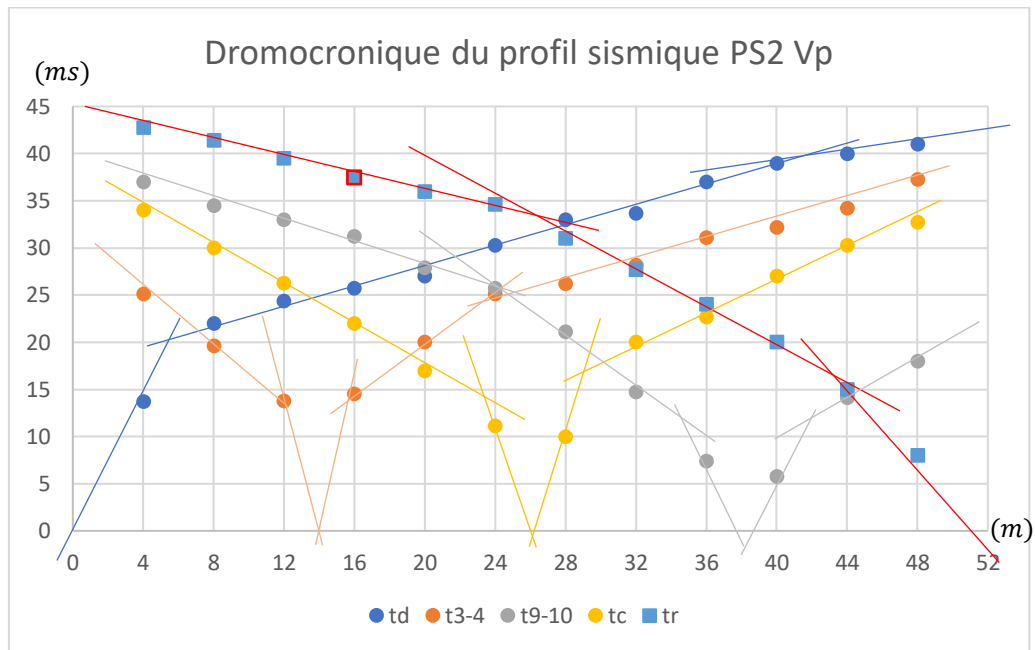


Figure 17: Dromochronique du profil sismique PS2 Vp

d. Calcule des vitesses et les épaisseurs :

Les dromochrones permettent à leur tour de calculer les vitesses et les épaisseurs à partir de chaque tire.

- ✓ La vitesse c'est les pentes des droites.
- ✓ Les épaisseurs à partir des points de brisure et intercept.

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réflexion

	V _{p1} (m/s)	V _{p2} (m/s)	V _{p3} (m/s)	V _{p4} (m/s)	H ₁ (m)	H ₂ (m)	H ₃ (m)
Td	292	1882,35	4000		2,99	11,7	
T (3 -4)	145	708			0,81		
	138	755	2000		0,83	3,3	
TC (6-7)	180,1	941			1,03		
	200	1260			1,49		
T (9 -10)	270	727,3	1770		1,19	4,31	
	344,8	1025,6			1,4		
Tr	571,5	1091	2439		2,52	8	

Tableau 6: les vitesses des ondes et les épaisseurs des couche PS2

Les calculs des vitesses et des épaisseurs nous ont permis de tracer des coupes géo-sismiques et liant les couches de même gamme de vitesses.

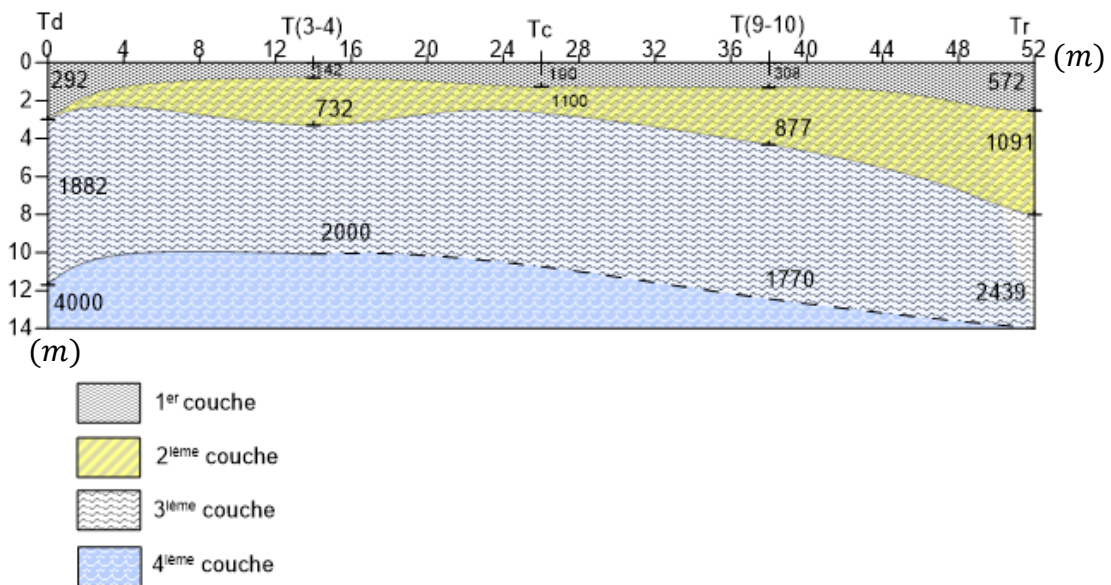


Figure 18 : Profil géosismique PS2 (onde P)

Le profil sismique PS02 nous permis de mettre en évidence les couches suivantes :

- ✓ Première couche de surface de faible vitesse comprise entre 142m/s et 572m/s sur une épaisseur variant de 0.8m et 3m.
- ✓ Deuxième couche intermédiaire de vitesse comprise entre 732m/s et 1100m/s. cette couche est plus épaisse du côté sud allant a 5.5m d'épaisseur et moins épaisse du côté du tir inverse (côté nord) d'environ 0.5m.
- ✓ Une troisième couche dont la vitesse varie entre 1770m/s et 2439m/s et sa profondeur varie entre 11,7m Elle se termine au début de la quatrième couche côté sud, et nous

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction

supposons que cette couche est plus fine du côté du cadre et s'effectue entre les troisième et quatrième géophone car elle n'est pas captée par ce cliché.

- ✓ Une dernière couche a grande vitesse (4000m/s) a été mise en évidence par les tirs en bout et le tir effectué entre le 3^{ème} et le 4^{ème} géophone.

4. Classification de la rippabilité :

Les résultats de la sismique réfraction nous ont permis de classer les sols en place par leurs vitesses de compression comme montre le tableau ci-après :

Couche	Profondeurs (m)	Nature Géologique	VP(m/s)
1^{er}	0 - 2.5	Argile ferme	297.6
2^{ème}	2.5 - 8	Argiles schisteuse	952
3^{ème}	2.9 - 11.7	Schistes micacé	2026.8
4^{ème}	7.6 - !!	Schistes micacé (sain)	3538.5

Tableau 7: Tableau recapulatif des vitesse des ondes de compression des terrains en place .

En se référant au tableau de Caterpillar, nous pouvons classer la rippabilité de chaque couche de la façon suivante :

- Couche n°01 formé par des argiles ferme est rippable
- Couche n°02 formé par des argiles schisteuses est rippable
- Couche n°03 formé par des schistes micacés est marginalement rippable
- Couche n°04 formé par des schistes micacés plus saines n'est pas rippable.

5. Classification sismique :

L'enregistrement des vitesses de cisaillement nous a permis de calculer les vitesses de ces derniers au niveau de chaque couche. Vu que l'enregistrement de ces vitesses d'amplitude plus élevé que ceux des ondes de compression est difficile a cause des bruits notamment celui des ondes de compression et de surface. Alors ces enregistrements sont considérés de qualité inférieur à celle des ondes P, ce qui nous a conduit de tirer uniquement les vitesses, ces vitesses sont attribuées au couches mis en évidence par la sismique des ondes P.

CHAPITRE 4 : Acquisition et interprétation des données de sismique réfraction

Profil Ps01Vs :

De même façon, nous avons lu les temps d'arrivées dans picKwine de chaque dans le profils PS01Vs

distant (m)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
td	13,7	22	26,7	29,8	32,6	34,9	37	38,5	39,9	42,4	43,8	45,5
tr			53,1	50,2	47,5	43,9	40	35,3	30,3	26,3	20	15

Tableau 8 : les temps d'arrivé des ondes S dans le profils PS01Vs

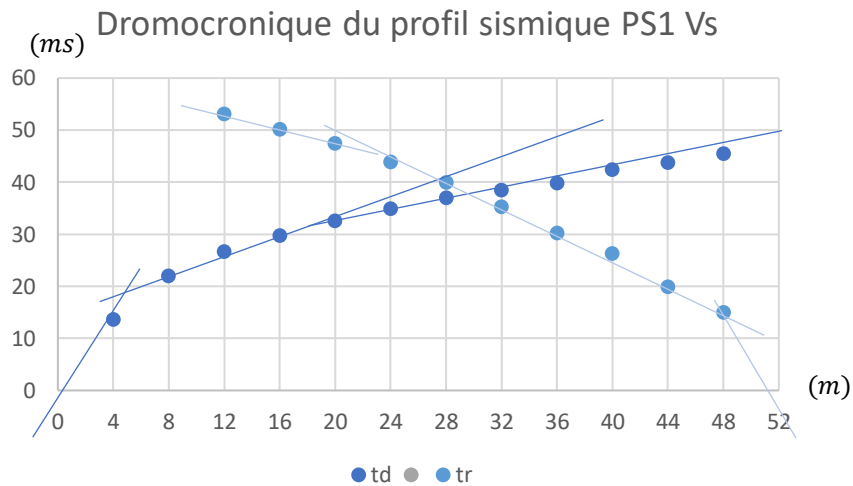


Figure 19: Dromocronique du profil sismique PS1 Vs

	Couche 1			Couche 2			Couche 3		
	H ₁	V _{p1}	V _{s1}	H ₂	V _{p2}	V _{s2}	H ₃	V _{p3}	V _{s3}
Td	2.99	292	146	11.7	1880	1356	-	4000	2264
Tr	2.52	571	266.6	8	1090	1237	-	2439	1481.5

Tableau 9 : Résultats d'interprétations des ondes de cisaillement

[H] = m ; [V_p] , [V_s] = m/s.

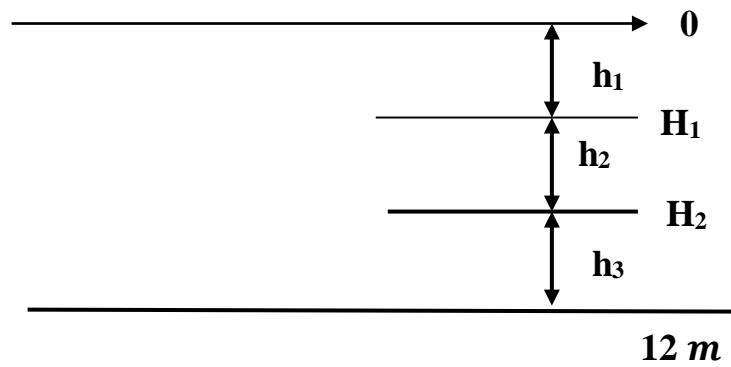


Figure 20 : épaisseur des couches

$$\overline{V_s} = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_{si}}\right)} = \frac{h_1+h_2+h_3}{\frac{h_1}{V_1}+\frac{h_2}{V_2}+\frac{h_3}{V_3}} = \frac{2.7+7.2+2.1}{\frac{2.7}{205}+\frac{7.2}{1305}+\frac{2.1}{1872}} = \frac{12}{0.0203} = 591 \text{ m/s}$$

$V_s = 591 \text{ m/s}$ permis de classer notre site dans la catégorie S12 d'après le Règlement Parasismique Algérien 2003.



Conclusion

CONCLUSION

V. Conclusion :

Notre étude basée sur l'interprétation de deux profils de sismique réfraction en ondes de compression P et ondes de cisaillement S, a permis en combinaison avec les résultats des essais géotechniques de conclure que :

- 1- Notre site est composé de couches géologiques de vitesses d'ondes de compression V_p inférieure à 2000m/s composé essentiellement par des argiles marrons et des argiles schisteuses fermes considéré comme rippable d'après le tableau de Caterpillar. Les schistes micacés apparaissent avec des vitesses supérieures a 2000m/s sont considérés comme des couches non rippables.
- 2- Le résultat de calcul de la moyenne de vitesse des ondes de cisaillement des couches jusqu'à 12m de profondeur a permis de classer le site dans la catégorie S2 site ferme d'après le règlement parasismique Algérien.
- 3- La comparaison entre les résultats des essais géotechniques et la géophysique a permis de déterminer l'allure du toit du substratum formé par des schistes micacé dures avec des vitesses des ondes de compression $> 2000\text{m/s}$ ainsi par des refus sur les résultats du pénétromètre dynamique lourd.

En résumé, la sismique réfraction peut être considéré comme un outil très utile et très fiable pour son aspect non destructif et sa facilité de mise en œuvre, ainsi que la qualité de résultat fournis en termes de spatialisaton et le paramètre fourni, d'ailleurs la sismique reste le moyen le plus adapté pour les études de rippabilité et la classification sismique.

Chaque tir en PickWin PS 01V_p

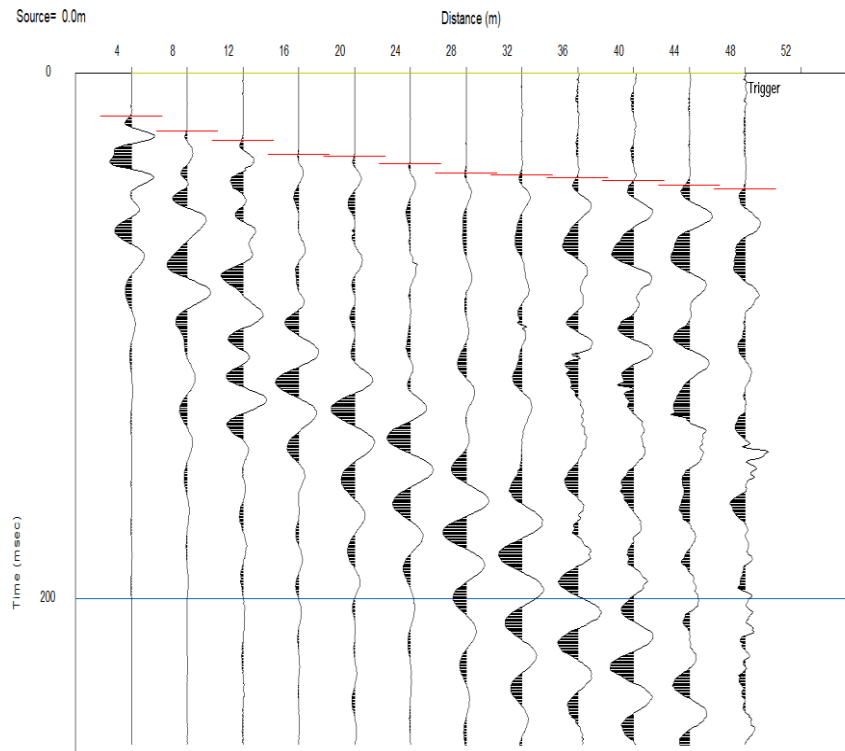


Figure 21 : enregistrement vp PSI tir direct

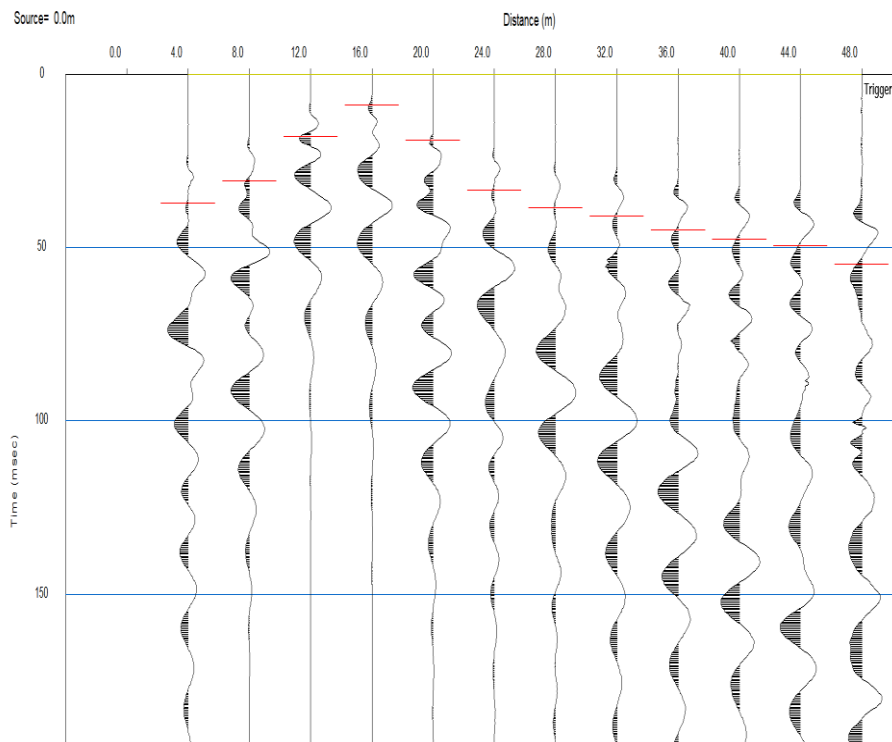


Figure 22 : enregistrement vp PSI tir enter G3 et G4.

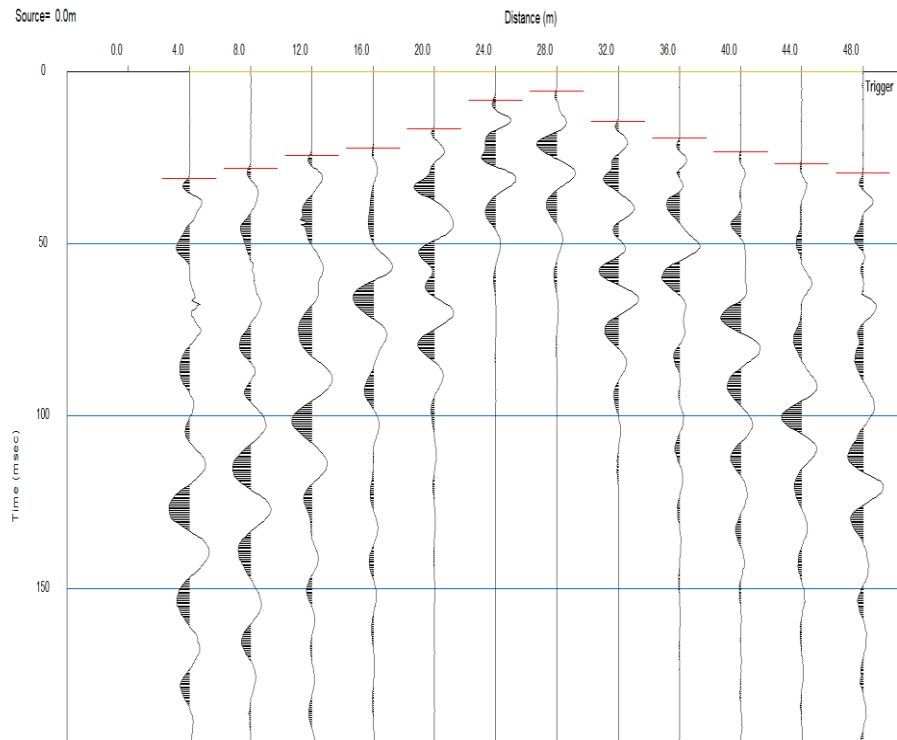


Figure 23 : enregistrement vp PSI tir centré

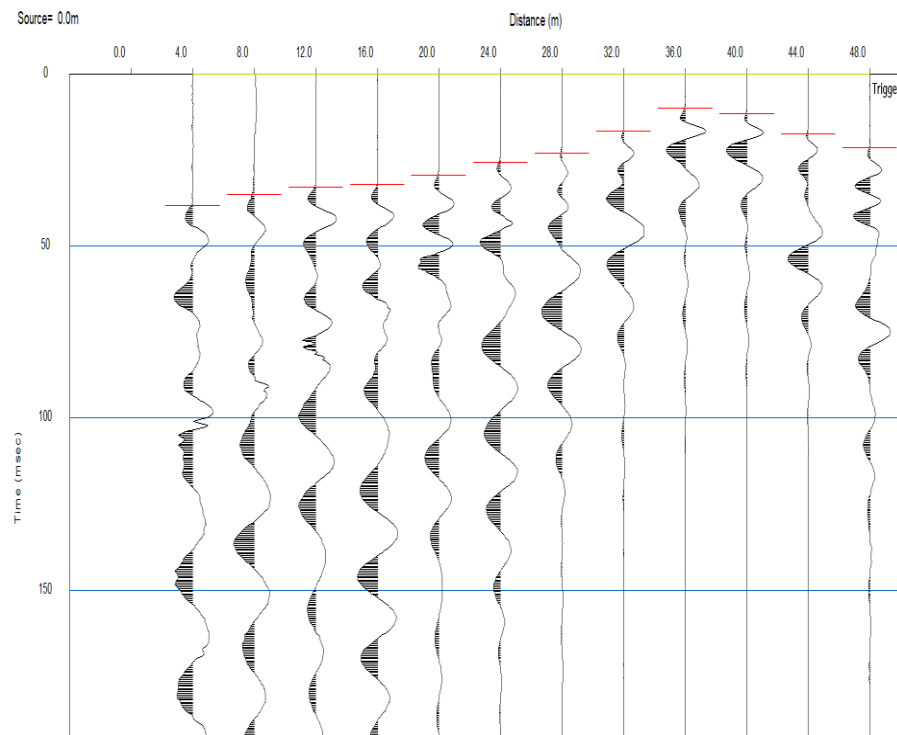


Figure 24: enregistrement vp PSI tir entre G9 et G10

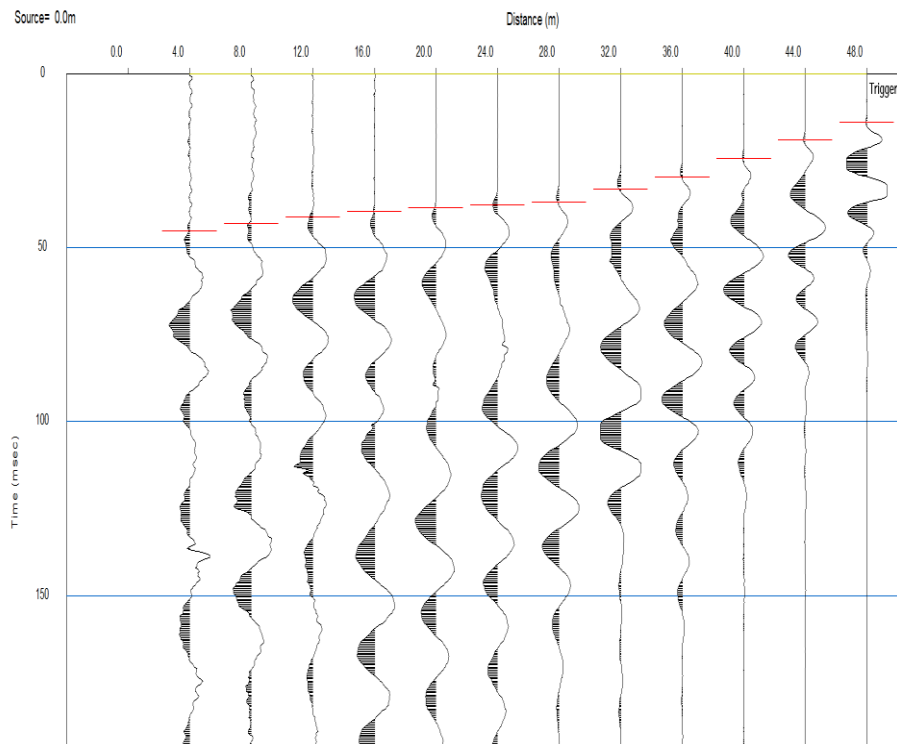


Figure 25 : enregistrement vp PS1 tir inverse

Chaque tir en PickWin PS 02V_p

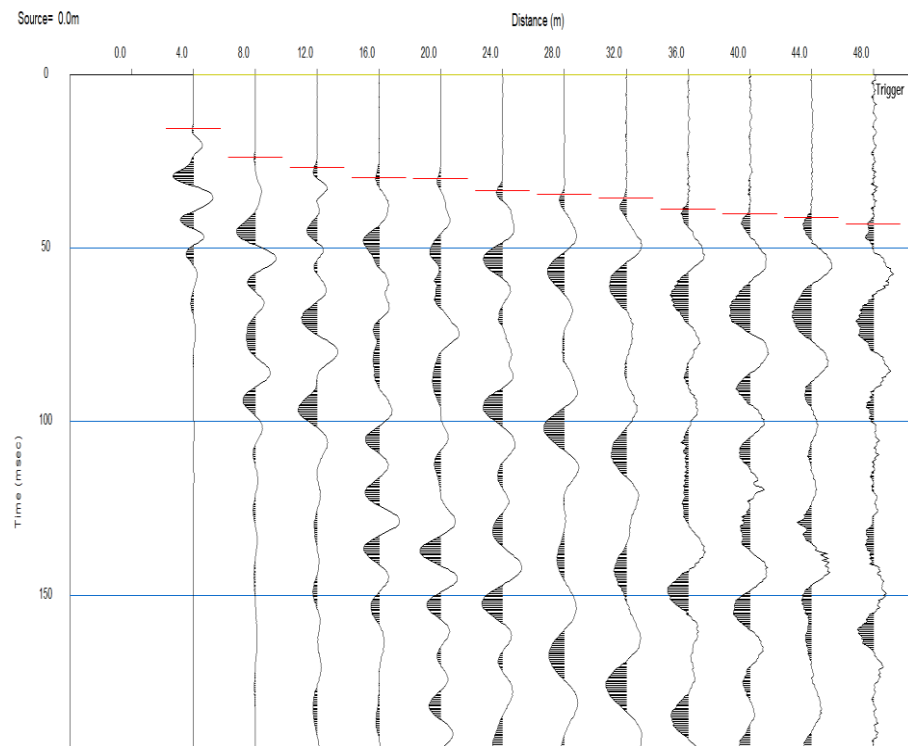


Figure 26 : enregistrement vp PS2 tir direct

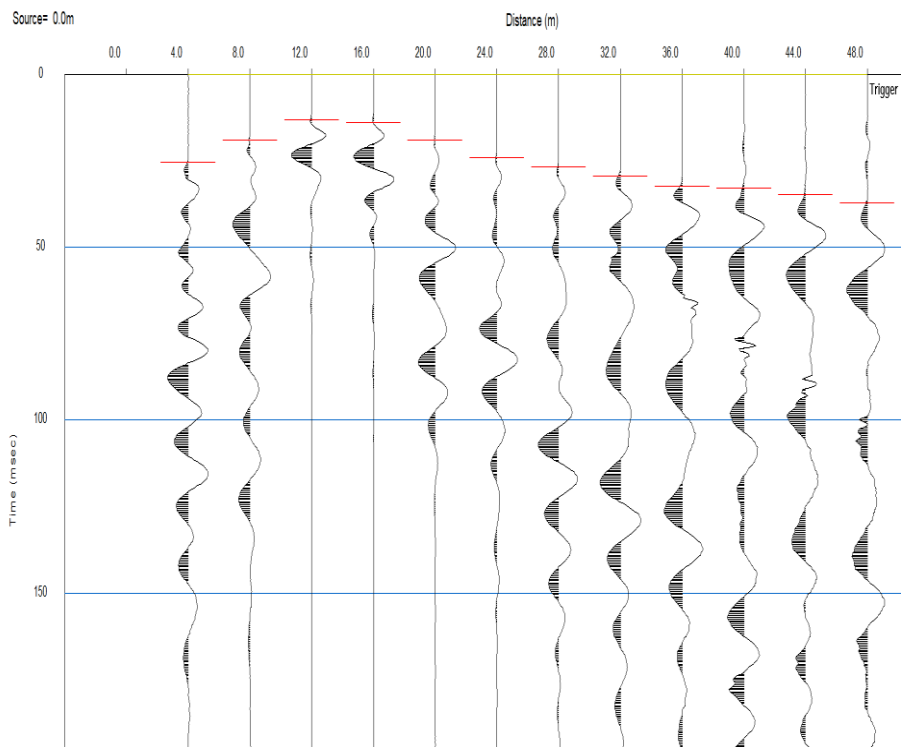


Figure 27 : enregistrement vp PS2 tir enter G3 et G4.

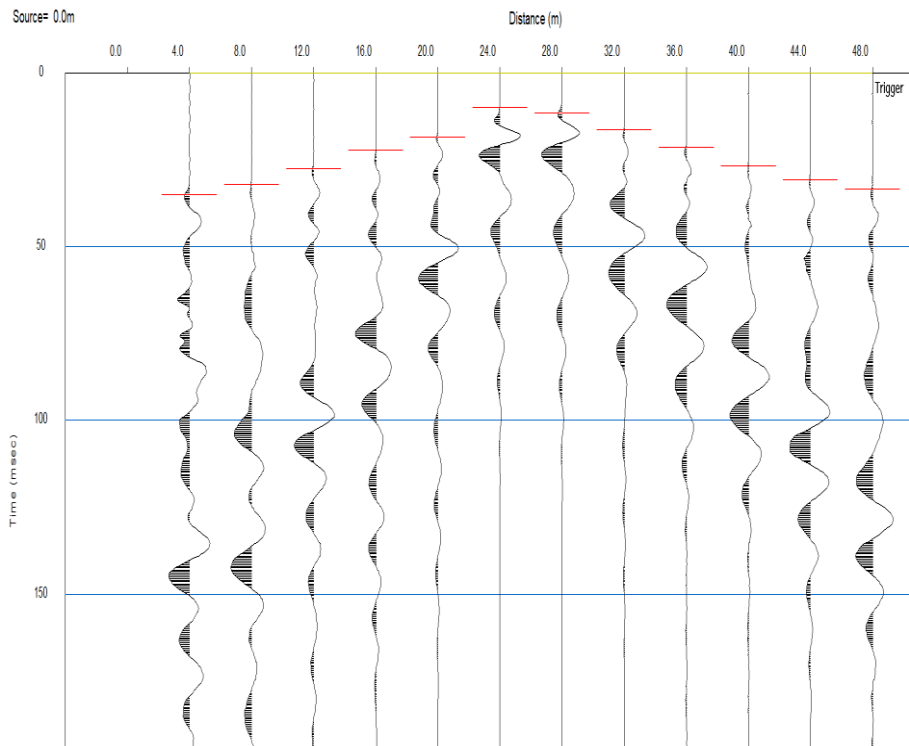


Figure 28: enregistrement vp PS2 tir centré

Annexe

Chaque tir en PickWin PS 01V_s

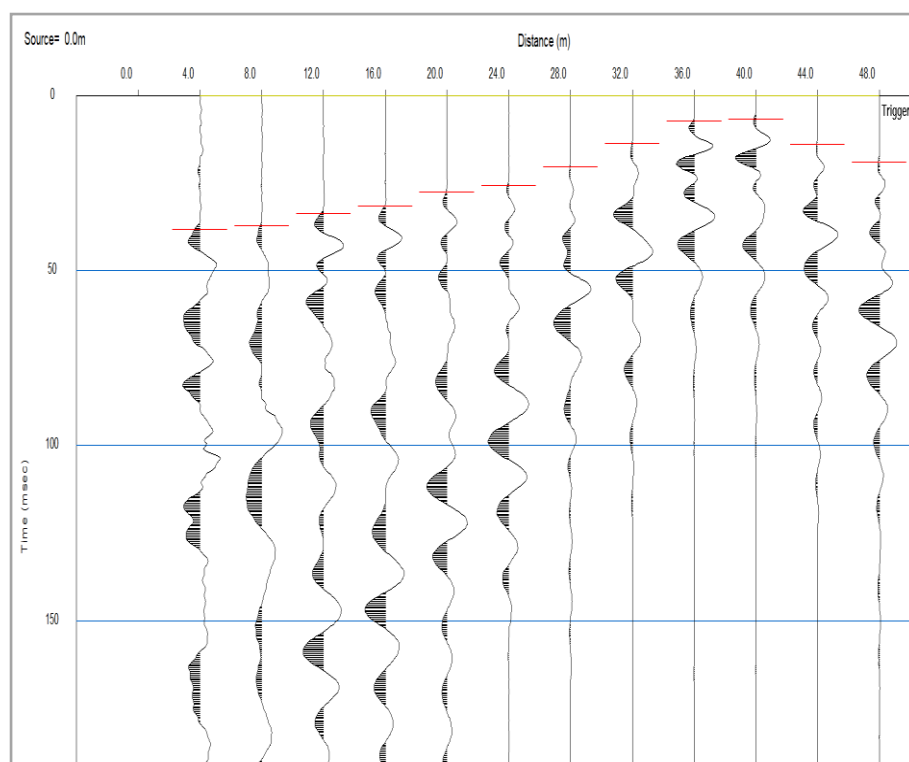


Figure 29: enregistrement vp PS2 tir enter G9 et G10

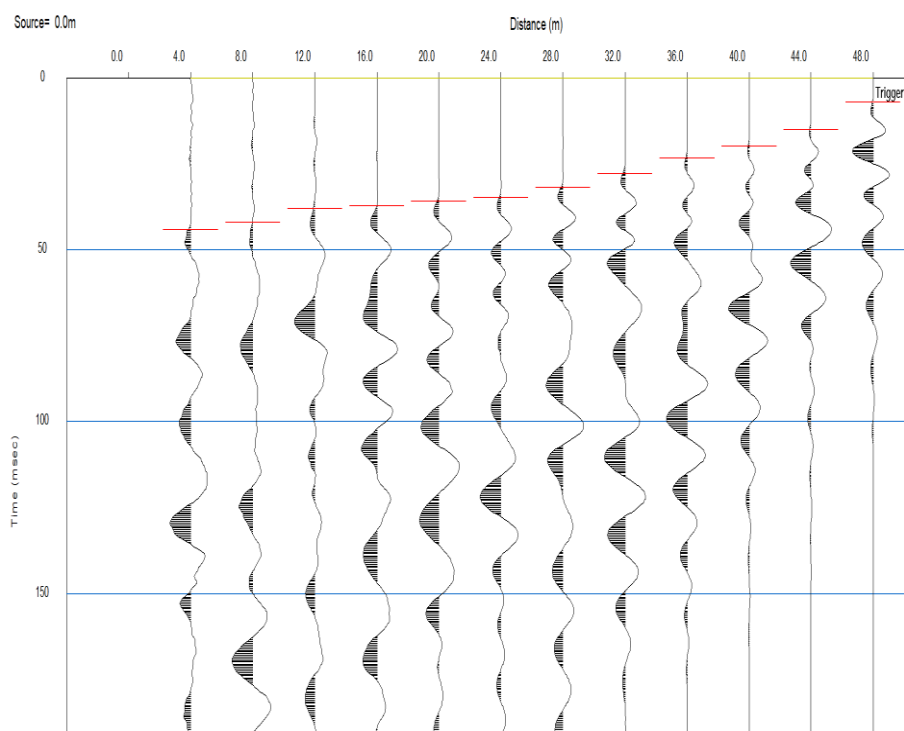


Figure 30 : enregistrement vp PS2 tir inverse.

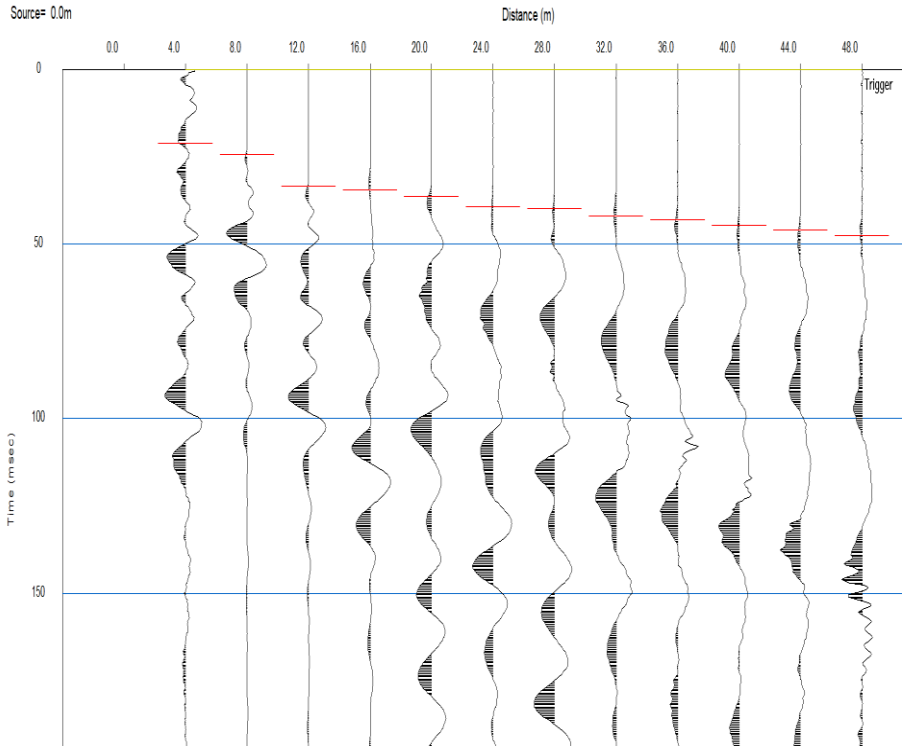


Figure 31: enregistrement vs PSI tir direct

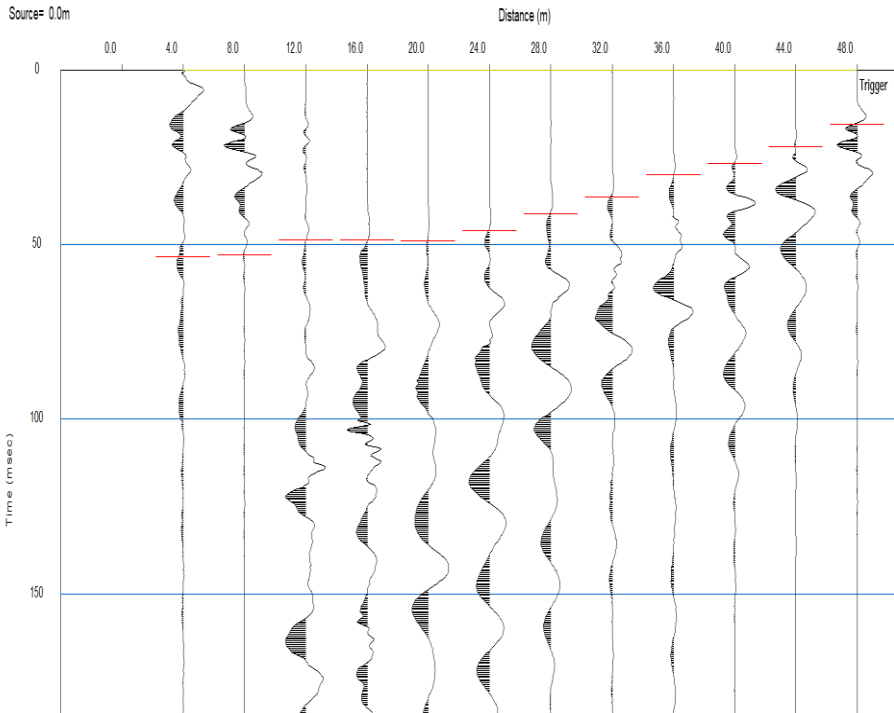
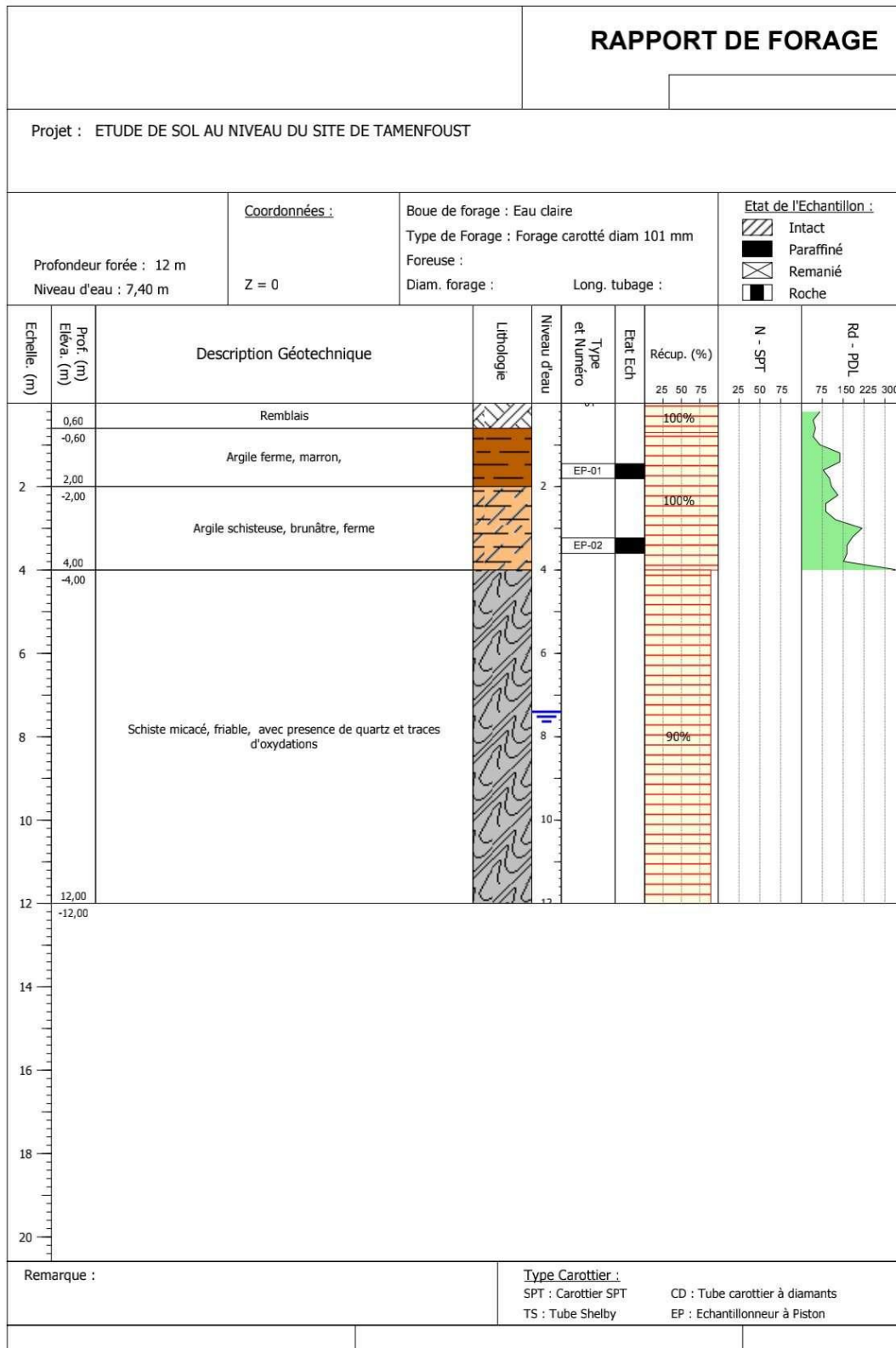


Figure 32: enregistrement vs PSI tir inverse.

Les logs de sondages





Sondage : SC01
Caisse N° : (1)
Profondeur : 0.00 -- 2.40m



Sondage : SC01
Caisse N° : (2)
Profondeur : 2.40 -- 4.80m



Sondage : SC01
Caisse N° : (3)
Profondeur : 4.80 -- 7.20m



Sondage : SC01
Caisse N° : (4)
Profondeur : 7.20 -- 10.80m



Sondage : SC01
Caisse N° : SC01 (5)
Profondeur : 10.80 -- 12.00m

		RAPPORT DE FORAGE							
Profondeur forée : 12 m Niveau d'eau : m		Coordonnées : Z = 0	Boue de forage : Eau claire Type de Forage : Forage carotté diam 101 mm Foreuse : ROLATEC Diam. forage : Long. tubage :	Etat de l'Echantillon : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> Intact <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> Paraffiné <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white; border-style: dashed; margin-right: 5px;"></div> Remanié <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: black; border-style: dashed; margin-right: 5px;"></div> Roche </div>					
Echelle: (m)	Prof. (m) Eleva. (m)	Description Géotechnique	Lithologie	Niveau d'eau	Type et Numero	Etat Ech	Récup. (%)	N - SPT	Rd - PDL
							25 50 75	25 50 75	75 150 225 300
	0,80	Remblais					100%		
	-0,80 1,50	Argile marron, ferme,			EP-01	■	100%		
2	-1,50	Argile Schisteuse, ferme, a schiste argileux, intercalé par des niveaux dur constitué par des quartz notamment entre 2,90 à 4,20m					100%		
4									
	5,40 -5,40	Schiste micacé, friable, avec presence de quartz et traces d'oxydations			EP-02	■			
6						EP-03	■		
8								90%	
10									
12	12,00 -12,00								
14									
16									
18									
20									
Remarque :			Type Carottier : SPT : Carottier SPT CD : Tube carottier à diamants TS : Tube Shelby EP : Echantillonneur à Piston						



Sondage : SC02
Caisse N° : (1)
Profondeur : 0.00 -- 2.40m



Sondage : SC02
Caisse N° : (2)
Profondeur : 2.40 -- 5.05m



Sondage : SC02
Caisse N° : (3)
Profondeur : 5.05 -- 7.50m



Sondage : SC02
Caisse N° : (4)
Profondeur : 7.50 -- 10.30m



Sondage : SC02
Caisse N° : (5)
Profondeur : 10.30 -- 12.00m

Abréviation

- Ondes P : ondes primaires
- Ondes S : ondes secondaires
- AGC : Automatico Gain Control.
- Td : tir direct primaire géophone.
- T (3-4) : tir enter géophone 3 et géophone 4.
- Tc : tir enter géophone 6 et géophone 7.
- T (9-10) : tir enter géophone 9 et géophone 10.
- Tr : tir inverse dernier géophone.
- G : géophone.
- PS : profile sismique.
- SC : sondage carotté
- RPA : Règlement Parasismique Algerian
- PDL : Pénétrromètre dynamique lourd

Bibliographiques

- [1] Cours géologie.
- [2] SERVICE DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'ALGERIE 1952.
- [3] Guide Sismique réfraction (Cahiers de l'AGAP, N° 2, Mars 2005)Olivier Magnin
(Auteur) Yves Bertrand (Auteur).
- [4] Géophysique appliquée II GLQ 3202. Note de cours école Polytechnique.
- [5] Règlement Parasismique Algerian.