

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE JIJEL
جامعة جيجل

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES
SCIENCES DE LA TERRE



Gps. 10/07

1/1



كلية العلوم
دائرة علوم الأرض

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Géologie
OPTION
Géologie de l'Ingénieur

THEME

**Etude Géotechnique d'un site de
l'université de TASSOUST
(Jijel)**

Membres du Jury :

Président : Tekouk Moustapha
Examinatrice : Bencheikh Massouada
Encadreur : Mme. Zeroual. F

Réalisé Par :

Salek saluh Mohamed cheikh

Promotion 2007



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A ma très chère mère

A mon très cher père

A toute mon famille

*A tous mes collègues de la promotion 2007
et à mes amis.*

*A tous ceux qui m'aiment et que j'aime
aussi.*

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la volonté pendant toutes ces années pour terminer mes études.

Je remercie ensuite mon encadreur Mme : Zeroual Fatima, pour son aide précieuse sa patience et les orientation, sans oublier les membres de jury qui ont accepté d'examiner mon travail.

Je remercie également mes enseignants du département la géologie sciences de la terre .

Je remercie mes amis ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réalisation de ce travail.

Je remercie aussi les techniciens du labo de genie-civil pour leur aide.

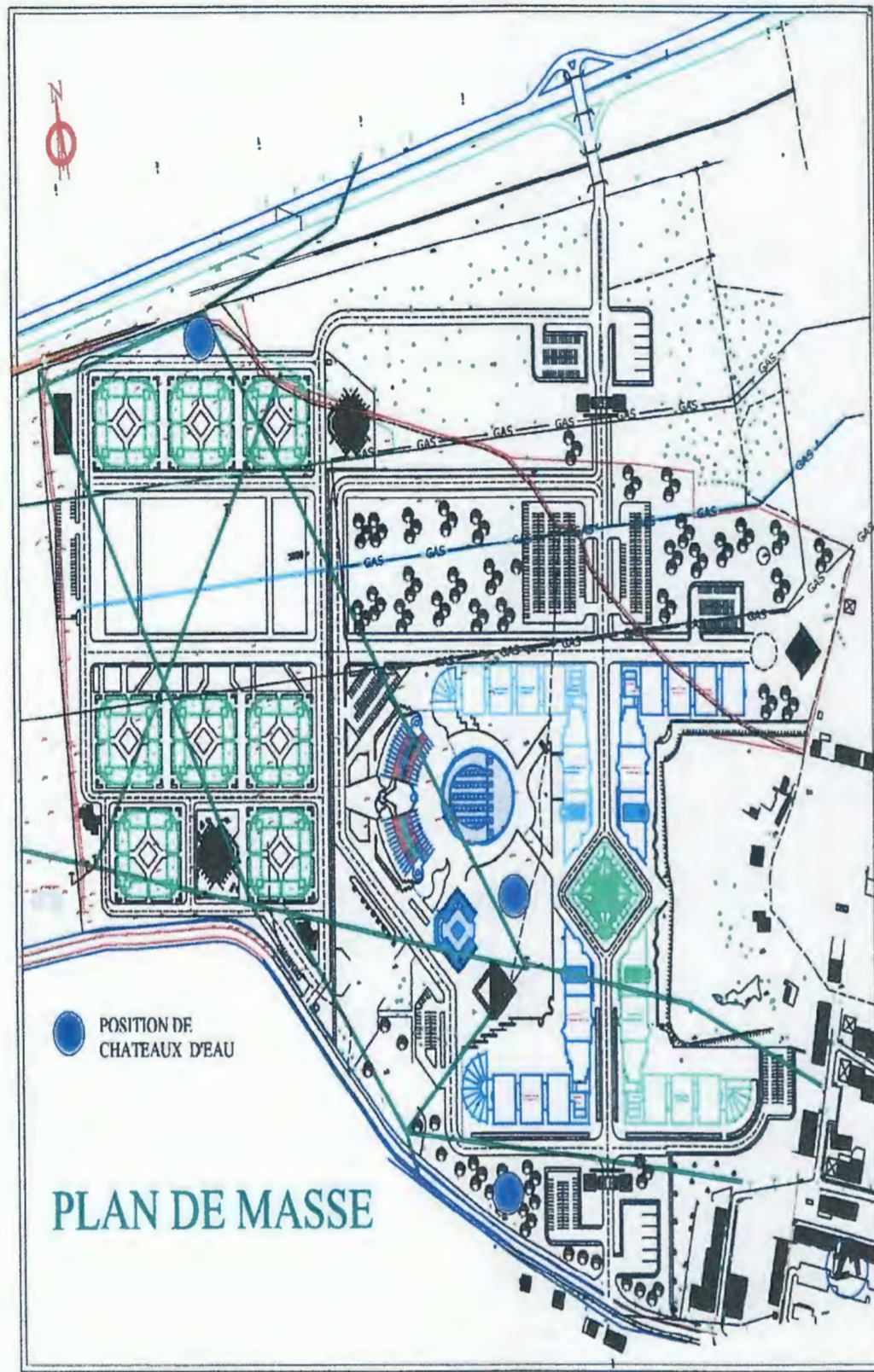
En fin un grand merci à tout le peuple algérien et à l'Algérie tout entière.

Résumé :

Le travail réalisé a consisté en une étude géotechnique d'une partie du site de TASSOUST ou se fait l'extension de l'université de Jijel. Une visite a été faite au site suivie d'un prélèvement d'échantillons d'un endroit destiné à recevoir un bloc de 500 lits. Des essais d'identification physiques et mécaniques ont été réalisés, le type de sol déterminé « Sable propre mal gradué », de densité humide de $1.6t/m^3$, l'équivalent de sable variant de 23% à 26.5% ce qui donne un sable peu plastique, l'optimum Proctor est de $(7\%.2.67g/cm^3)$, un $CBR > 20$ ce qui donne selon la classification adoptée un bon à un très bon sol et enfin la limite de liquidité variant de 19% à 21% ce qui donne un sable légèrement argileux.

Pour cela les limites de plasticité étaient impossibles à déterminer.

L'exploitation des essais pénétrométriques et de cisaillement récupérés des rapports géotechniques de FONDASOL nous a permis de déterminer la profondeur d'ancrage des semelles filantes (-4m), la capacité portante du sol variable de 3 bars par la méthode pénétrométrique et 0,66 bar par la méthode de laboratoire et les dimensions des fondations superficielles filantes de largeur 2m et de longueur égale à 5m. Les tassements n'ont pas été calculé par manque de données.



L1-Situation géographique :

Le secteur, objet de notre étude, fait partie de la localité de TASSOUST, le site de l'université de Tassoust fait partie du Nord – Ouest de Tassoust et se trouve à environ d'une dizaine de kilomètre de la ville Jijel .

Le site étudié est limité

- Au Nord par la ligne de chemin fer et la route national 43.
- Au sud par l'ancienne route 43.
- A l'Est par lotissement d'habitation de l'agglomération.
- A l'Ouest par des habitations individuelles et des terrains agricoles.

L2- Topographie de la zone :

Notre site présente une surface inclinée constituée des aplatissements locaux variés de 0 à 5%.

L3-Morphologie de la zone :

Morphologiquement, la région de Jijel est représentée par une dépression entourée des massifs montagneux.

- La dépression est comblée par des dépôts Néogènes et les massifs montagneux sont composés pour l'essentiel de formations cristallophylliennes du socle kabyle.
- Les différentes formations géologiques de la région de Jijel peuvent être représentées comme suit. (Durand Delga M (1955)).

I.3.1-Les formations Quaternaires :**a- Les dunes de sables :**

Elles forment le cordon littoral et comportent :

- Des dunes actuelles : constituée de sable fin parfois consolidés.
- Des dunes anciennes constituées également de sable fin limoneux, parfois consolidés.

b- Les alluvions :

- Elles sont représentées par des alluvions actuelles et des alluvions récentes.

-Les alluvions actuelles sont composées d'éboulis et des brèches non consolidés, la taille des éléments est variable.

I.3.2- Les formations tertiaires :

- le Néogène : Se prolonge légèrement vers le Nord. (Durand Delga M, (1955)).

Elles sont représentées de haut en bas par :

- Le Miocène marin terminal (Sahélien).
- Le Miocène supérieur (Pontien).

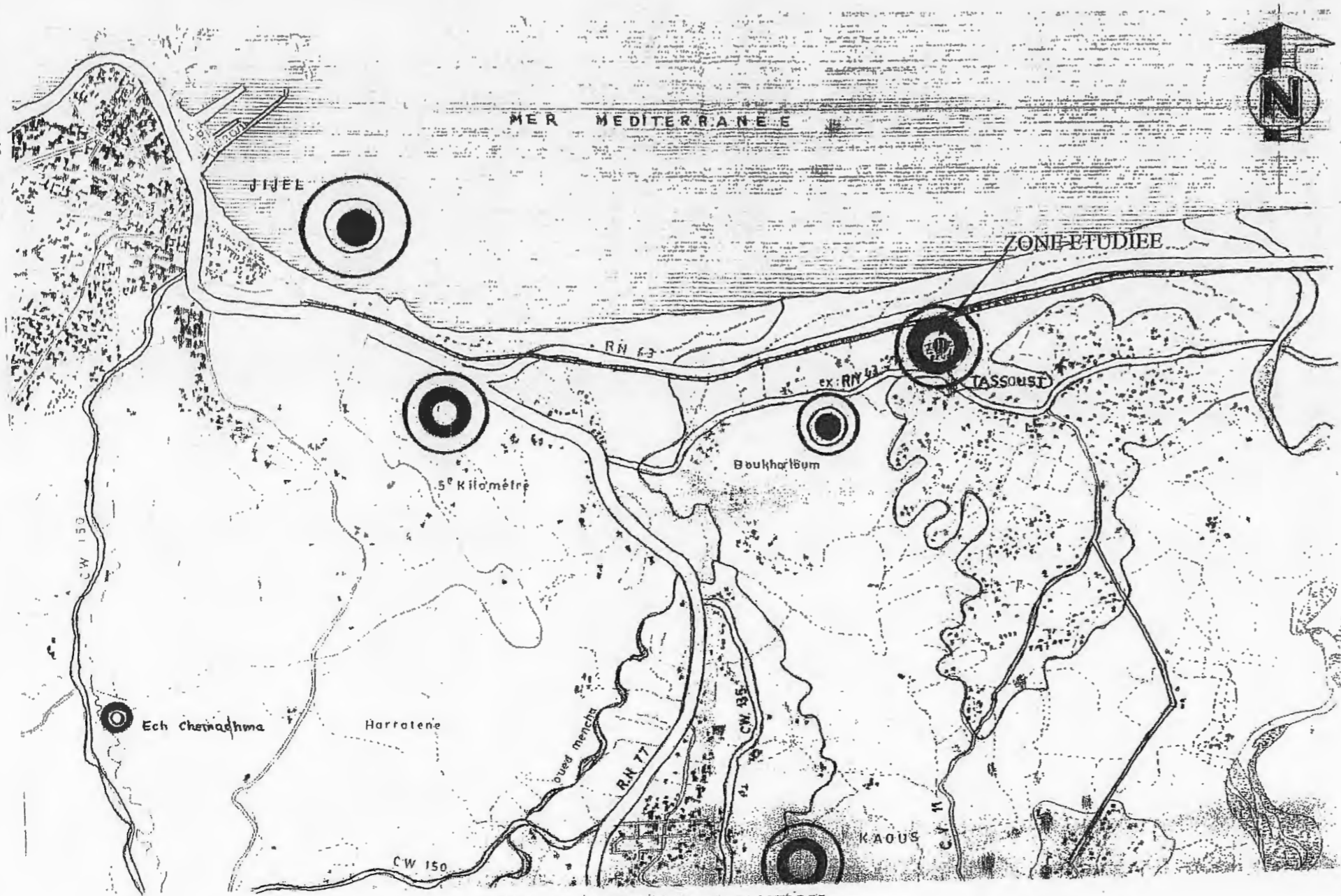


Fig. I-1 : CARTE DE SITUATION

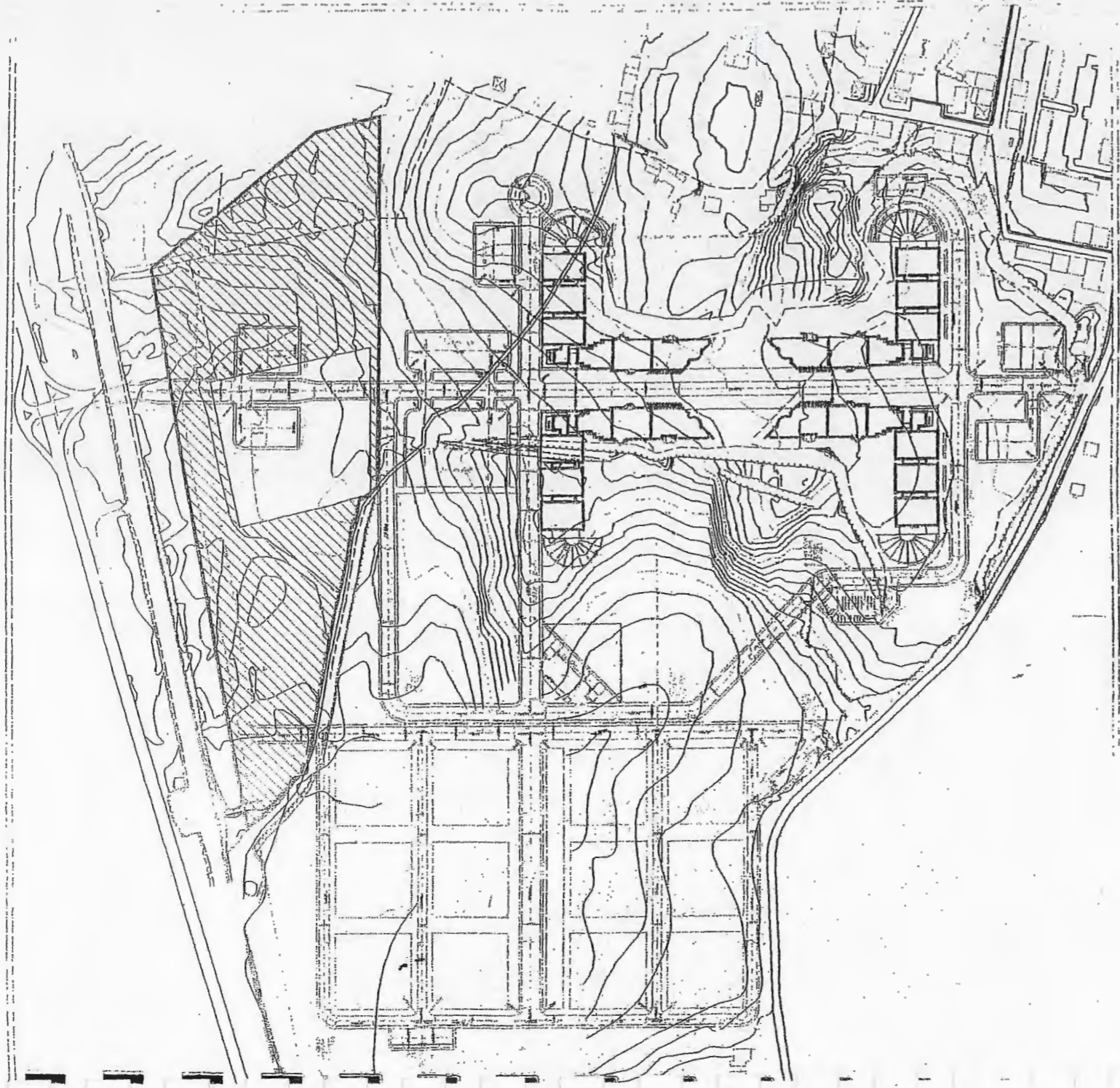


Fig. I-2 : Topographie du site

- Le miocène inférieur (burdigalien)

-Le Numidien :

Il comprend de bas en haut :

- Des argiles colorées dites argiles sous Numidiennes.
- Des grés à grains hétérométriques.
- Des silixites dont la partie supérieure atteint le Burdigalien basal. (Bouillin J.P, (1977). Lahonderé AL, (1979)).

I.3.3-Les formations de l'oligo-Miocène- Kabyle et les olistostromes.

L'oligo-miocène Kabyle, constitue la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle kabyle, il est formé de grés micacés admettant des conglomérats à leur base et des silixites au sommet d'âge oligocène supérieur à aquitanien , à cet oligo-miocène kabyle succèdent des olistostromes (J.F Raoult, 1974-1975 ; Bouillin, 1977).

Les olistostromes : Ce sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs intercalés dans des passées grés-micacés, l'âge de ces formations est supposé aquitanien à burdigalien inférieur probable (Bouillin et Raoult, 1971 ; Bouillin et AL, 1973 et Bouillin, 1977)

I.3.4- Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle.

Donc l'aspect orographique du site de l'université de Tassoult et de type glacis, surface faiblement inclinée et assez homogène pour constituer des aplatissements locaux, la nature sableuse et limoneuse des terrains réagit différemment à l'action de l'érosion, l'infiltration et lessivage.

I.4 : Caractéristiques Climatologiques:

L'étude hydro climatologique est prédominante dans toute étude géologique, hydrologique, et même géotechnique, puisque elle permet l'estimation quantitative des ressources en eau disponibles et donne des informations sur le régime hydrologique.

Cela fait par le traitement et l'analyse des éléments climatiques, principalement la précipitation, la température, et l'humidité... etc.

Le but à travers cette étude est d'aboutir à un bilan hydrique ainsi qu'à la reconnaissance du régime caractéristique du fonctionnement de tout le système hydrologique, hydrogéologique qui influe directement sur le comportement du sol du secteur étudié.

I.4.1 : Climatologie :

Les conditions climatiques plus que d'autres facteurs jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau.

L'hydro-climatologie définit les caractéristiques des eaux de la surface. La pluviométrie demeure à cet effet l'élément le plus important.

La région de Jijel, située sur le littoral méditerranéen est caractérisée par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs.

Deux types de renseignements sont disponibles concernant les données climatiques.

I.4.2 : Les précipitations :

Les données sur lesquelles se base notre étude ont été recueillies à la station de port de DJENDJEN.

Deux séries de données pluviométriques mensuelles ont été prises en considération. La première série ancienne s'étale de 1929 à 1938 et la série récente s'étale de 1984 à 1996. (Tableau N°01)

a : précipitations moyennes mensuelles :

Le tableau N°01 ci dessous donne la répartition mensuelle des deux séries de précipitation (1929-1938 et 1984-1996) au niveau de la station Jijel et station de port DJENDJEN :

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	moy
Période ancienne 29-38	24,5	20,5	19,5	13,8	11,14	11,9	14,6	15,8	18,3	22,5	25	25,8	18,4
Période récente 84-96	23,8	20,6	16,7	13,8	11,8	12,5	13,4	14,9	18	21,5	22,7	25,9	17,9

Tableau 01 : Précipitations moyennes mensuelles des deux séries.

b :Précipitations moyennes annuelles :

La carte pluviométrique établie par l'A.N.R.H (1993), (figure 02) montre globalement une répartition géographique des précipitations croissantes en altitude du Nord vers le Sud et en longitude d'Ouest en Est. Aussi la pluviométrie varie entre 900 et 2000mm, en effet pour le secteur étudié les précipitation varient entre 1000mm/an au bordure méditerranéenne et 2000mm/an au niveau des reliefs environnants . La précipitation moyenne annuelle, permet de connaître les intensités averses et de faire certaines estimations sur le ruissellement et l'infiltration.

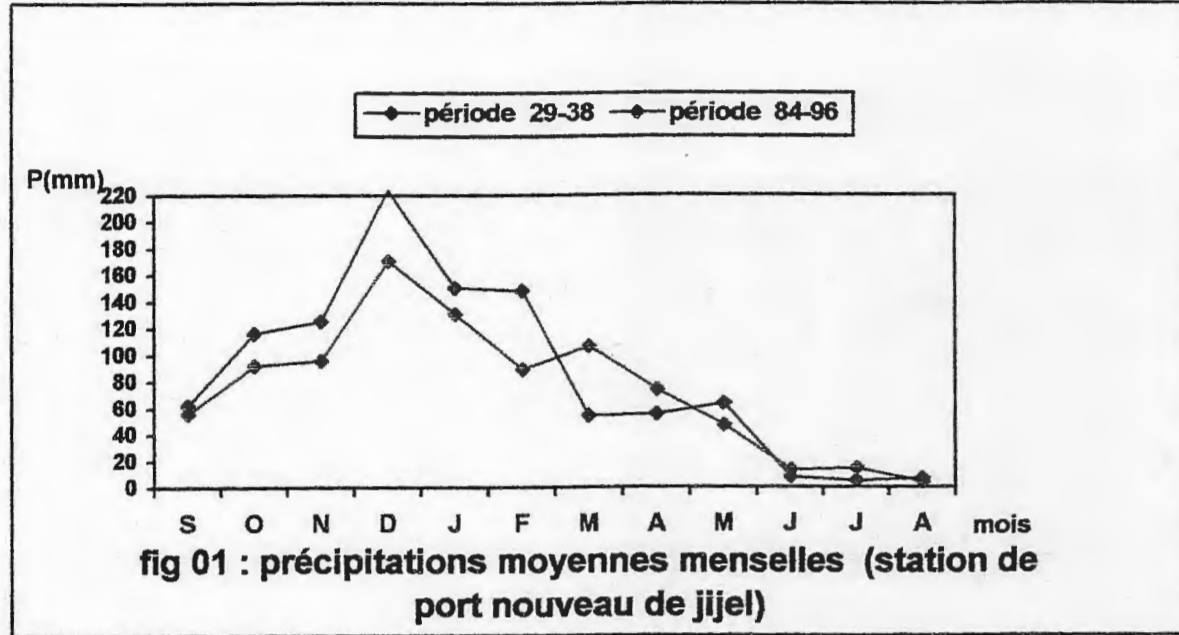
Le tableau N°02 ci-dessous montre les données pluviométriques des deux périodes anciennes (1929 – 1938) et récente (1984 – 1996) enregistrées à la station de JIJEL et station de port DJENDJEN :

Station	Précipitations moyennes annuelles	
	Période ancienne	Période récente
Jijel	1014,4mm	895,2mm

Tableau 02 : précipitations moyennes annuelles

NB :

A titre comparatif les précipitations de la période ancienne sont plus élevées par rapport à la période récente. Cela peut être dû à la dégradation locale de l'écosystème forestier,



Commentaire Graphiques de la fig.01 :

-Période ancienne : le maximum des précipitations mensuelles est observé au mois de décembre (223.9mm) et le minimum au mois de juillet avec une valeur de 4.7mm.

-Période récente : le maximum est observé au mois de décembre 171mm et le minimum au mois d'août avec une moyenne 3.8 mm.

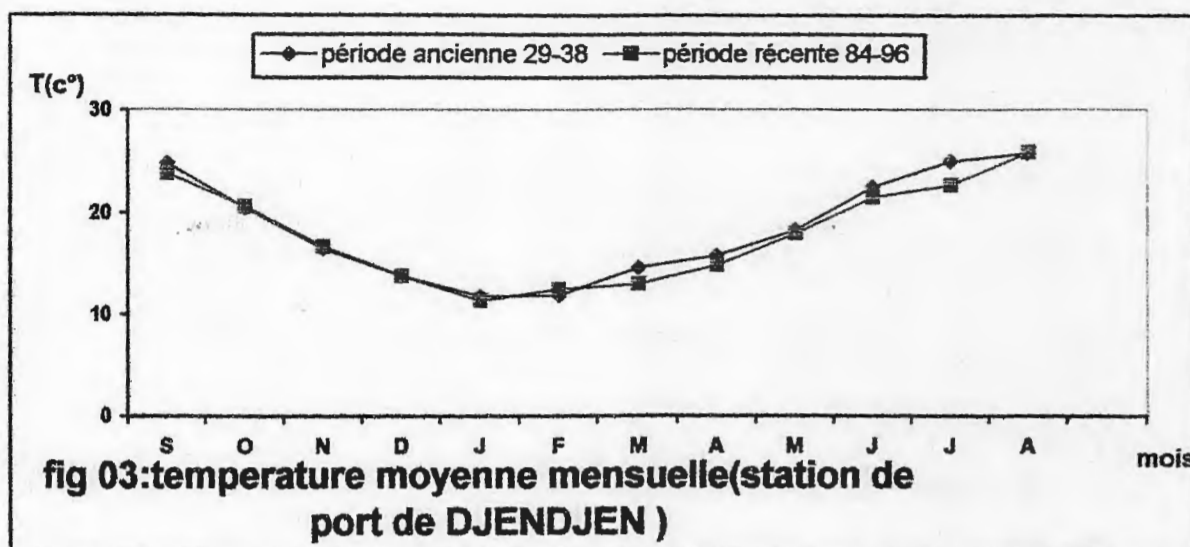
I.4.3 : Température :

La température est un facteur ayant une grande influence sur le bilan hydrologique du fait qu'il conditionne le déficit d'écoulement.

Le tableau № 02 donne la répartition mensuelle des températures pour les deux périodes :

Commentaire graphique de la fig.02 :

- Période ancienne : le maximum est observé au mois d'août (25,8°C) et le minimum au mois de janvier 11,8°C, la saison froide correspond à l'hiver avec une moyenne de température 12,3°C et la saison chaude à l'été avec une valeur moyenne de température de l'ordre 24,5°C.
- Période récente : le maximum observé au mois d'août 25,9°C et le minimum au mois de janvier 11,4°C, la saison froide correspond à l'hiver avec une valeur



moyenne de 12,5°C et la saison chaude à l'été avec une moyenne de 23,3°C.

I.4.4: Autres paramètres :

A : Le vent :

Le vent est un autre agent climatique qui influe directement sur le climat. Ainsi la région jijelienne est traversée par des vents de direction NNW-SSE.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annuelle
Vent s m/s	2,1	2,2	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,2	2,1	2	2,2	2	27.6

Tableau 4 : valeurs moyennes mensuelles des vents balayant la région de Jijel

Le maximum est enregistré au mois de février 2.7m/s, et minimum au mois de juin et août 2.0m/s.

B : l'humidité relative :

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité %	72,8	72,7	72,3	72,5	72,5	72,3	74,2	73,3	75,7	76	68,3	73,2

Tableau 5 : moyenne mensuelle de l'humidité relative

Le maximum est enregistré au mois de juin (76%) et le minimum au mois de juillet (68.3%).

C : L'évaporation :

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
E (mm)	89,1	87	80	71	72,7	73,7	72,2	74,6	74,8	84,9	90,9	101,5

Tableau 6 : évaporation moyenne mensuelle

Le maximum est enregistré au mois d'août (101.4mm) et le minimum au mois de décembre (71.8 mm).

I.4.5: La période de sécheresse :

Les relevés des précipitations moyennes relatives à la région de Jijel, ainsi que celles des températures moyennes de la période (1984-1996) permettent situer la période de sécheresse. (Lehtihet a laminé en 1983 donc 1984-1996 c'est bien après ce mémoire de lehtihet)

L'analyse de ces deux paramètres climatiques (précipitations et températures), permet de tracer le graphe de la figure03.

Ce graphe est dressé selon le rapport des précipitations sur les températures (p/t) appelle également « Indice de Gaussen » qui permet de mettre en évidence que la période de sécheresse débute dès le mois de mai et se termine vers la fin du mois d'août.

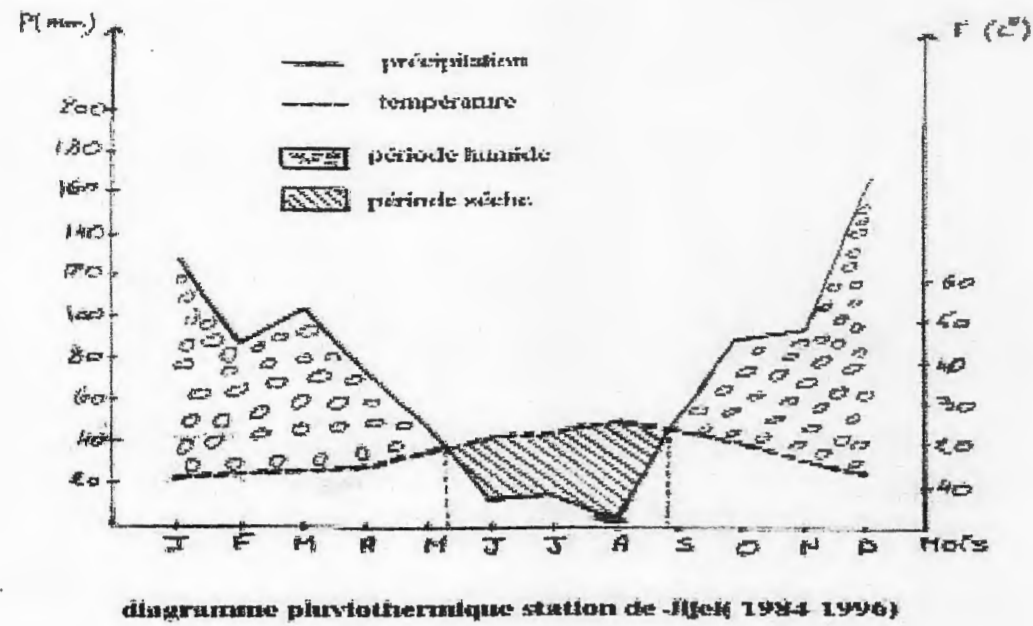


fig. 04: graphique ombrométrique représentant la période de sécheresse dans la région de Jijel (1984-1996).

I.5 : Réseau hydrographique du site étudié :

Le réseau hydrographique du site étudié est pratiquement inexistant, du fait que les formations superficielles sont représentées par des formations perméables

I.6 : La sismicité de la région de Jijel :

La région de Jijel est classée dans la zone II de moyenne sismicité selon la règle parasismique Algérienne RPA 99 version 20

II. La partie Géologique :**Introduction :**

Le site étudié fait partie des plaines littorales du massif de la Petite Kabylie. Ce dernier appartient à la branche Sud de la chaîne alpine, appelé généralement « Maghrébides ».

La chaîne des Maghrébides constituée de plusieurs nappes, s'étend le long du littoral d'Afrique du nord de Gibraltar à la Calabre sur plus de 2000 Km.

1: Géologie régionale**II.1.1 : Les domaines paléogéographiques principaux :**

Classiquement les Maghrébides sont subdivisées du nord au sud en trois domaines paléogéographiques principales :

- domaine Kabyle.
- domaine des flyschs.
- domaine Tellien

II.1.1.1: domaine Kabylie :

Il comporte un socle ancien (socle kabyle) .forme essentiellement de terrain métamorphique antétriasique et des séries de plate-forme carbonatées (ou dorsale kabyle) d'âge mésozoïque.

II .1.1.1.1.le socle kabyle :

Il apparaît en Algérie du nord .sous forme de trois pointements amygdalaires ces pointements sont au centre et le massif de petite Kabylie à l'est. (Selon durant (1955) et bouillin (1977)).

Le socle kabyle comporte deux grands ensembles

A : Un ensemble inférieur :

Cet ensemble est essentiellement gneissique il est constitué de paragneiss, d'ortho-gneiss et de gneiss fin ou œillet.

Il admet par endroit de puissantes intercalations de marbre et d'amphibolites.

B : Un ensemble supérieur :

Cet ensemble supérieur essentiellement schisteux, comporte des schistes satinés, des phyllades et des micaschistes et par endroit des grès et des porphyroïdes ocellés, les phyllades montrent à leur extrême base des passées carbonatées.

Les formations du socle kabyle sont par endroit charriées sur les terrains mésozoïques et cénozoïques ce charriage est visible au niveau des fenêtres du dj safia et du massif des beni toufout (durant delga (1955) ; lemoy et perrain (1960) ; raoult (1974) et buillin (1977)),

Par ailleurs, le charriage du socle kabyle sur les formations sédimentaires est bien illustré par le percement des formations du socle kabyle par le trias au dj arbala. (Durant delga (1955) ; lemoy et perrain (1960) ; raoult (1974) et bouillin (1977))

II.1.1.1.2 : Les formations de L'OMK :

L'oligo-miocène kabyle constitue la couverture sédimentaire, transgressive est constituée de trois principaux termes lithologiques. (Durant delga (1969))

Un terme de base :

Comportant des conglomérats reposant en discordance sur le socle kabyle

Un terme médian :

Formé de grès lithique, micacé à débris provenant du socle kabyle associés des petites micacées.

Un terme supérieur

Pélagique et siliceux à radiolaires.

II.1.1.1.3 : Dorsale kabyle :

Elle est respectivement nommée (chaîne liasique) ficheur 1909, (chaîne calcaire) glangeaud 1932 et enfin (dorsale kabyle) 1969

La dorsale kabyle marque la limite entre le socle kabyle au nord, les zones telliennes plus externes au sud.

Elle occupe les extrémités méridionales du socle kabyle, elle montre des termes allant du permotrias, discordant sur le socle à l'oligocène.

Les séries qu'elles présentent permettent de la subdiviser du nord au sud en trois sous domaines.

II.1.1.1.3.1 : La dorsale interne :

Elle montre une série complète, allant du permotrias au néoconien. Cette série est surmontée discordance par des calcaires biogènes à caractères littoraux de l'éocène inférieur à moyen.

II.1.1.1.3.2 : Dorsale médiane :

Caractérisée par une sédimentation marno-calcaire à microfaunes pélagiques du turonien au lutétien inférieur la dorsale médiane un arrêt de sédimentation au barrennien.

II.1.1.1.3.3 : La dorsale externe :

Elle est caractérisée par séries détritiques et lacuneuses, elle comporte des calcaires silicifiés, surmontés par des conglomérats de la compagnie qui les recouvrent en discordance, ces derniers soulignent une intense érosion sénonienne

Les dépôts de la dorsale externe s'étendent jusqu'au lutétien, elle repose en contact anormal sur les flyschs.

II.1.1.2 : Domaine des flyschs :

En L'Algérie les flyschs allochtones sont classiquement subdivisés en deux types :

II.1.1.2.1 : Les flyschs mauritaniens :

Cette appellation a été proposée pour la première fois par Gelard(1969).le flysch mauritanien présente des séries assez variées allant du néoconien au lutétien il comporte de bas en haut :

- des calcaires de tithonique-Néoconien constitué d'une alternance de marnes grises et de turbidités calcaire.
- Un ensemble gréseux attribué a l'Albo-Aptien.
- Des phtanites rouges et bancs du cénonanien supérieur.
- Un sénonien micro-brichique à ciment sphatique pouvant être remplacé des par micro-conglomérats.
- Au sommet, des conglomérats puis des grés micacés tertiaire (Eocène à Oligocène)

II.1.1.2.2 : Les flyschs massyliens :

Les flyschs massyliens comportent également des séries allant du Néoconien au lutétien, regroupent trois ensembles. (Raoult (1974)).

Qui sont de bas en haut :

- Un flysch Albo-Aptien, composé d'argile et de grés quartzitique du crétacé inférieur.
- Un ensemble comprenant des marnes et des calcaires fins, jaunâtre du Vraconien et des phtanites noires du cénonanien supérieur intercalée du vraconien et des phtanites noires et des calcaires fins, jaunâtre intercalé dans des micro-breches du sénonien.
- Des argiles rouges alternant avec des micro-braches non cimentées du crétacé supérieur.

II.1.1.3. Domaine tellien :

Le domaine tellien, situé à l'avant des zones internes qui le chevauchent et lui-même largement charrié sur un para-autochtone saharien le domaine tellien est représenté par un empilement de trois grandes nappes, qui sont du Nord vers le sud comme suit :

II.1.1.3.1 : La nappe Epi-Tellienne :

Elle est constituée de terrain marneux allant de l'albien au lutétien supérieur.

II.1.1.3.2 : La nappe Meso-Tellienne :

Elle comporte un dispositif de cinq écailles, formées de sédiments allant de sénonien au Miocène. (Mattaneur (1958)).

II.1.1.3.3 : La nappe Infra-Tellienne :

Elle forme l'unité la plus basse structurellement, elle est caractérisée par une structure chaotique comportant le trias gypsifère, le jurassique, le crétacé et le nummulitique.

II.1.1.4 : Les flyschs Numidien :

Le flyschs numidien constitué structurellement la nappe la plus haute de l'édifice alpin attribué en partie à l'Aquitano-Burdigalien. Le flysch numidien comporte de bas en haut :

- Des argiles sous numidiennes.
- Une assise gréseuse.
- Des argilites et des silicites.

II.1.1.5 : Les formations Post-nappe :

Ces formations comportent deux cycles sédimentaires. (Boullin (1977))

- Un premier cycle, constitué de marnes de couleurs grise ou blanc transgressive sur les terrains précédents.
- Un deuxième cycle d'épaisseur réduite ne dépasse guère les 50m, formé essentiellement de grès provenant de la destruction du flysch numidien.

Ces formations occupent une grande partie du bassin de Collo et de Jijel dans la partie Nord de la petite Kabylie.

II.2:Géologie Locale

La structuration géologique du massif de la Petite Kabylie ou niveau de la partie occidentale de la Petite Kabylie (la région de Jijel) est le résultat de plusieurs phases tectoniques :

II.2.1 : Tectonique Anté-Oligocène

La tectonique Anté-Oligocène est particulièrement caractérisée par de grand accident cassant d'ampleur régionale, et de direction variée : Nord-Sud, Est-Ouest, Nord Est- Sud Ouest et Nord Ouest -Sud Est.

Cette tectonique cassante semble être à l'origine de la structuration du massif de la Petite Kabylie en horsts et grabens.

Les grands accidents tectoniques cassants (accidents du socle) semblent avoir guidé la mise en place des roches magmatiques.

II.2.2 : Tectonique Tertiaire :

La tectonique Tertiaire semble être responsable de la structuration géologique actuelle du massif de Petite Kabylie.

Cette phase tectonique s'est manifestée par des plissements, des charriages et une reprise des mouvements des failles qui ont surtout rejoué en failles décrochantes , ces jeux

des failles semblent avoir joué un rôle important dans la mise en place des roches magmatiques Miocènes et dans la remontée du Trias.

Par ailleurs, les données géologiques et géomorphologiques mettent en évidence des réjeux récents d'accidents tectoniques qui ont introduit d'importantes perturbations dans les réseaux hydrographiques (d'après le laboratoire FONDASOIL).

II.3 : Synthèse géologique de la région de Jijel :

Morphologiquement, la région de Jijel est représentée par une dépression entourée par des massifs montagneux.

La dépression est comblée par des dépôts Néogènes et les massifs montagneux sont composés pour l'essentiel de formations cristalloylliennes du socle Kabyle.

Les différentes formations géologiques de la région de Jijel peuvent être résumés comme suit (Durand Delga, 1955) :

II.3.1: Les formations Quaternaires :

Elles sont bien représentées dans le bassin néogène de Jijel, elles comportent les formations suivantes :

II .3.1.1 : les dunes de sable :

Elles forment le cordon littoral et comportent :

- Des dunes actuelles : constituées de sables fins parfois consolidés.
- Des dunes anciens : constituées également de sables fins limoneux parfois consolidés.

II .3.1.2 : les Alluvions :

Elles sont représentées par des alluvions actuelles et des alluvions récentes.

- Les alluvions actuelles sont composées d'éboulis et des brèches non consolidées. La taille des éléments peut aller jusqu'à 50 mm de diamètre.

II.3.2: Les formations Tertiaires :

II.3.2.1 : Le Néogène :

Toutes les formations Néogènes accusent un léger plongement vers le Nord. (Durand Delga, 1955).

Elle sont représentées de haut en bas par :

II .3.2.1.1-Le miocène marin terminal (sahélien) :

L'affleurement du sahélien est local. Il est connu à l'Est de Jijel (région de chekfa, au Sud du POS de Faza), constitué essentiellement de marnes de couleur bleues.

II .3.2.1.2-Le miocène supérieur (Pontien) :

Epais de 30 à 50 m, il est composé de dépôts détritiques cailloutis, galets, poudingues et argiles d'origine continentale.

II .3.2.1.3-Le miocène inférieur (Burdigalien) :

Epais de 200 à 300 m, il est caractérisé par des dépôts marins de grandes profondeurs.

Le Burdigalien est constitué de marnes grises, parfois sableuses, de faciès très constant avec des intercalations de niveaux détritiques.

III.2.2 : Le numédien :

Il comprend de bas en haut :

-Des argiles colorées dites : argiles sous numédiennes, de teinte verte, rouge ou violacée à Tubotomaculum.

-Des grés à grains hétérométriques et à deagées de quartz.

-Le sommet se termine par des silexites dont la partie supérieure atteint le Burdigalien basal. (Bouillin, 1977 ; Lahondere, 1979).

III.3.2.3 : Les flyschs maurétaniens :

Dans la région de Jijel, le flysch mauritanien est représenté par l'unité de Guerrouch.

Cette unité comporte des séries variées : pélites calcaires, microbrèches calcaires, conglomérats et argiles du Néocomien au Lutétien.

L'unité de Guerrouch affleure sur une grande étendue, entre El Aouana et Texenna.

II .3.2.4 : Les flyschs massyliens :

Ils sont représentés par une alternance schist-quartzitique. Ces flyschs affleurent largement au Sud de la région de Taxana.

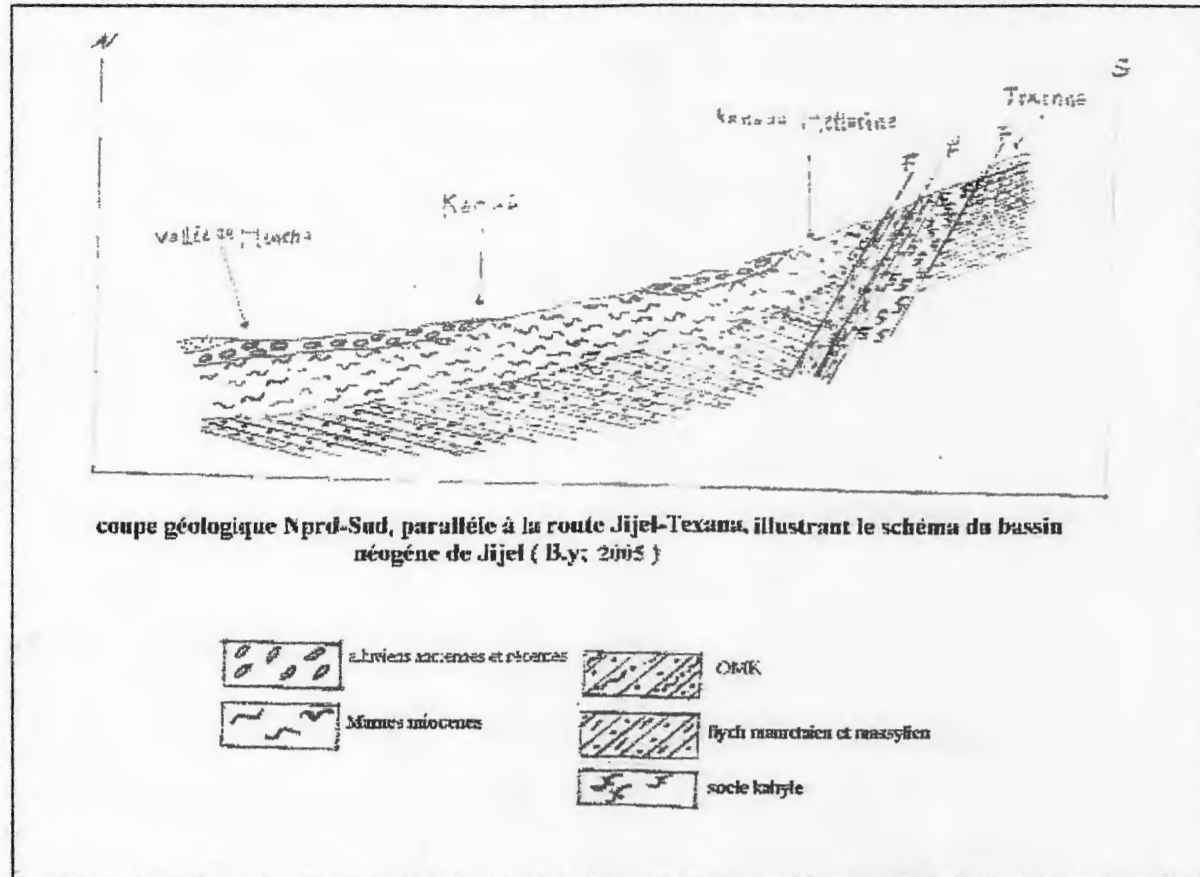


Fig :05

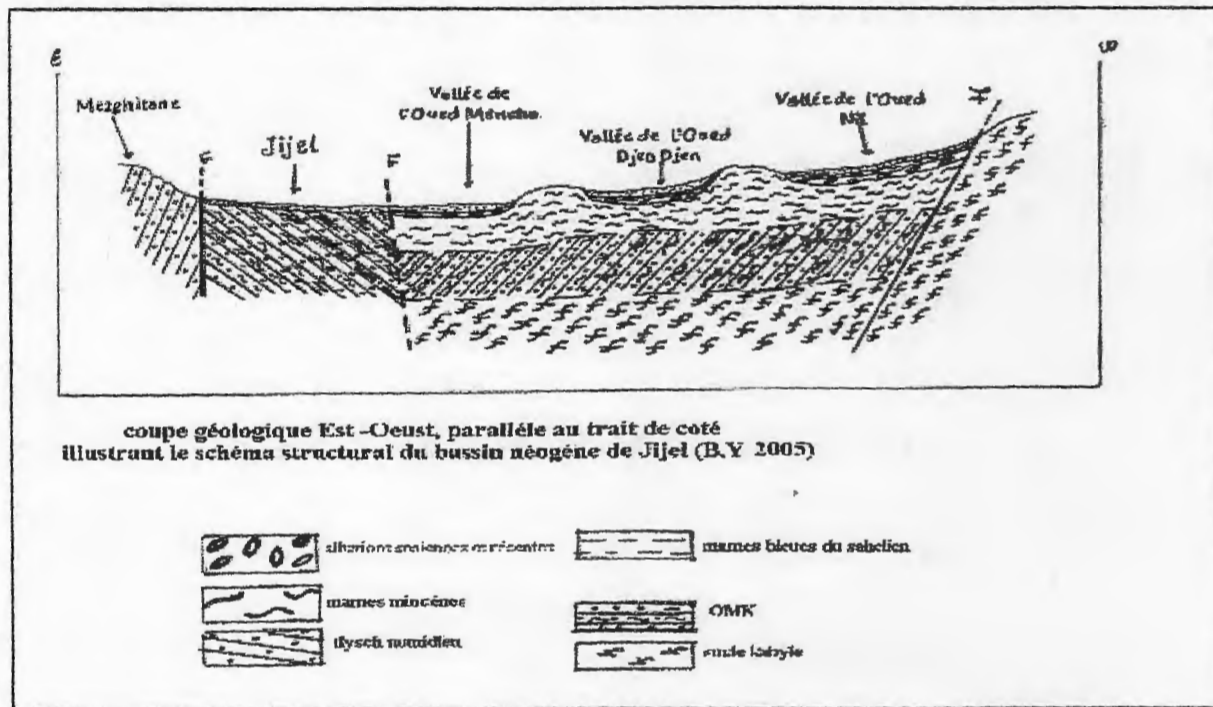


Fig :06

II.3.3 : L'Oligo-Miocène Kabyle et les Olistostromes :

II.3.3.1:L'Oligo-Miocène Kabyle : constitue la couverture sédimentaire, transgressive et discordante du socle Kabyle. Il occupe une grande partie de la région de la ville de Jijel.

Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle débutant à l'Oligocène supérieure, sont constituées de trois principaux termes lithologiques. (Raoult, 1974-1975 ; Bouillin, 1979)

- Un terme de base :

Comportant des conglomérats reposant en discordance sur le socle Kabyle.

- Un terme médian :

Formé de grès lithique, micacé à débris provenant du socle Kabyle associés à des petites micacées.

-Un terme supérieur :

Pélitique et siliceux à radiolaires et diatomées.

II.3.3.2:Les Olistostromes :

Sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs maurétanien et massylien reposant sur les formations de l'Oligo-Miocène kabyle.

Ces formations ont été décrites pour la première fois par : Durand Delga (1955), puis par Raoult et Bouillin en Petite kabyle.

L'âge de ces formations est supposé Aquitainien à Burdigalien inférieur probable.

Les formations Olistostromiques s'observent au Nord de Taxana au niveau d'El Ghariana.

II.3.4: Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle :

Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle bordant le bassin néogène de Jijel sont représentées par deux grands ensembles :

Un ensemble supérieur peu métamorphique.

Un ensemble inférieur métamorphique.

II.3.4.1:L'ensemble peu métamorphique :

Il comporte deux séries :

Une série pélitique, gréseuse, carbonatée et grés-conglomératique, la formation grés-conglomératique a été datée par des Acritarches (Bandelot 1981) et a été attribuée à l'Ordovicien inférieur (Trémadoc).

Une série siluro-dévonienne (Hermann, 1982 et Durand Delgal 1955), constituée de schiste à graptolite, de psammite Tentaculites et de calcaire à Orthocères, algues et Ainoïdes.

Le contact de base de cet ensemble sur les séries sous-jacentes de l'ensemble métamorphique est interprété comme étant une discordance stratigraphique. (Durand - Delga 1955 ; Boudelot et Al 1981 ; Bouillin et Al 1984).

Il est également interprété comme étant une faille de détachement hercynienne, mettant en contact l'ensemble peu métamorphique sur l'ensemble métamorphique on dôme gneissique (Mahdjoub1991).

II.3.4.2 :L'ensemble métamorphique :

Il est représenté par un complexe de gneiss admettant des intercalations de marbre, d'amphibolite et de Leptynites de marbre et d'amphibolite par des micaschistes et des schistes à intercalation de marbre et d'amphibolites.

II.2 : Géologie de site :

II.2.1:Caractéristiques lithologiques du site étudié (site de université de tassoust):

Les formations lithologiques formant le site étudié sont peu variés. Ils se résument à des formations dunaires représentée par :

- **Les dunes de sables** : sont constituées de sable fin parfois consolidé d'épaisseur variable.

- **Les alluvions** : montrent un horizon de sable limoneux et un autre horizon sableux et graveleux vers la base cette formation d'alluvions repose vers le bas sur les marnes du Miocène (Burdigalien).

Dans le but d'un étude géologique et géotechnique plus approfondie, on à utilisé des données de sondages de notre site réalisée par le bureau d'étude de construction (FONDASOIL) :

Sondage N° :1 : 0 – 0,3m : sable.

0,2 – 1,5m : limon argileux

1,5 -3,5m : limon sableux

3,5 – 14m : sable argileux.

Sondage N° : 2 : 0 -0,3 m : sable argileux.

0,3 -1,5m : sable limon argileux.

1,5 – 2m : limon.

2 – 4m : limon argileux.

4 - 5,2m : limon argileux sableux.

5,2 – 7,5m : sable argileux.

7,5 – 10m : sable argileux graveleux.

Sondage N° :3 : 0 – 1,5m : limon sableux.

1,5 – 4m : sable limoneux.

4 – 7,5m : sable.

7,5 – 15m : sable limoneux argileux.

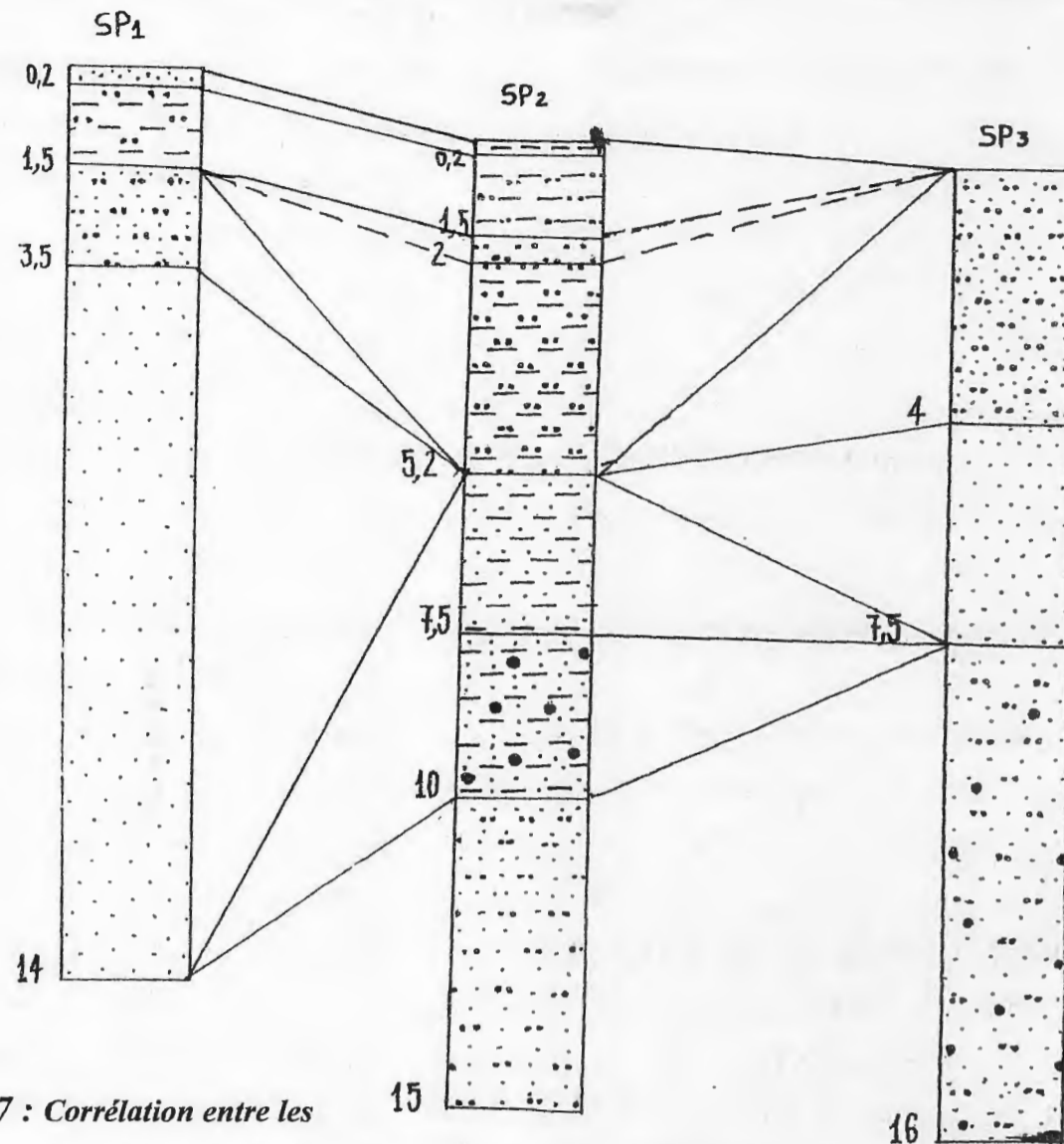
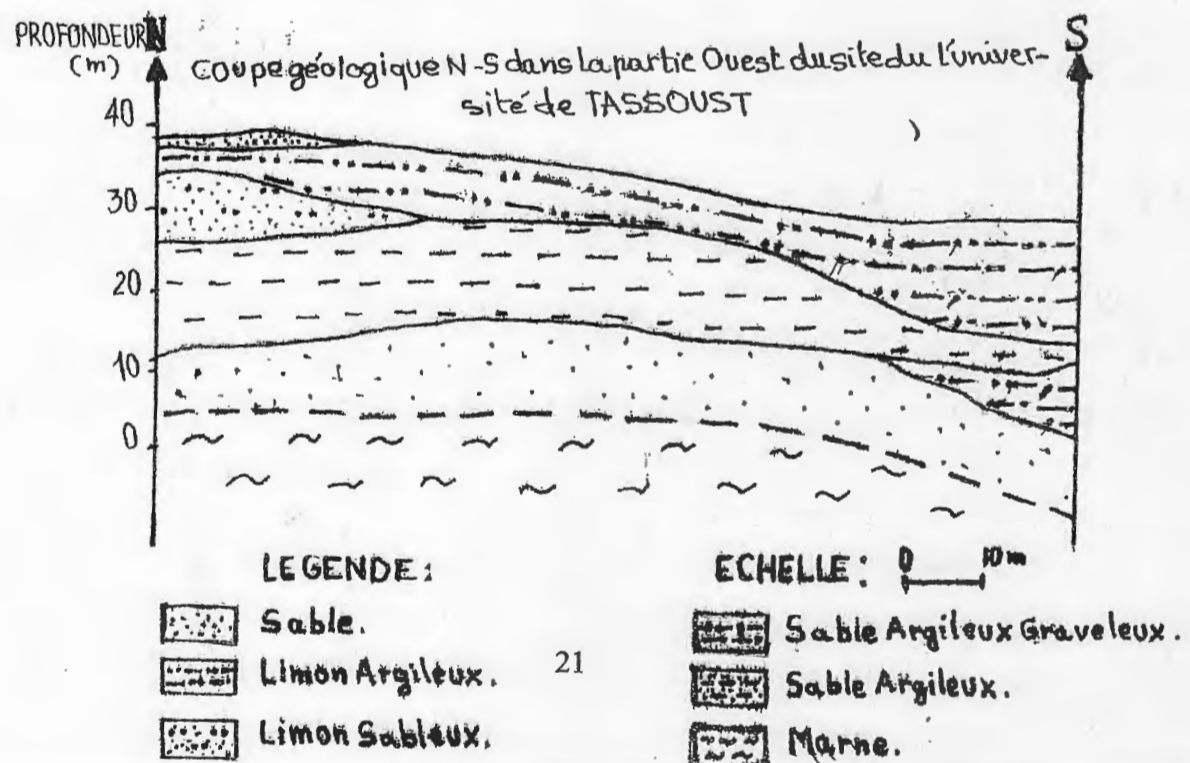


Fig.07 : Corrélation entre les Sondages au niveau des 500 lits université de tassost. (Étude géotechnique et calculs de la fondation au niveau des sites de université du tassoust)



Introduction :

Après une campagne de reconnaissance préliminaire, il peut s'avérer nécessaire, suivant l'importance de la construction et les conditions de sol rencontrées de réaliser une reconnaissance ou étude complémentaire. Une telle étude a pour objectifs la détermination des caractéristiques mécaniques et physiques de sol.

III.1 : Moyens de reconnaissance géotechnique.**1.1 : reconnaissance générale du site**

La mise en œuvre d'une méthode rationnelle de l'étude géotechnique demande que l'on dispose de multiples moyens. Ces moyens sont liés à certaines disciplines des sciences de la terre, dont la géotechnique utilise le tout ou une partie des acquisitions.

-Le premier groupe de moyens est celui des moyens classiques de la géologie appliquée, (documentation, télédétection, levé de terrain.....), elles concernent ce que l'on suit et ce que l'on voit du site et de ses environs. (Martin 1977)

III.1.1.1 : La documentation :

Les sources de renseignements géotechniques sont nombreuses, variées, dispersées et de valeurs très inégales ; elles vont de la bibliographie à l'entretien avec les personnes informées, en passant par la consultation d'archives et des banques de données.

Les cartes topographiques et géologiques, les plans de géométries sont des documents de base.

Le travail de documentation doit donc être préparé et organisé. (Martin 1997.)

III.1.1.2 : Les observations sur terrain :

Il pourrait pour un géotechnicien, venir et même y revenir pour observer les ouvrages voisins, voir comment ils ont été construits et comment ils se comportent.

-Le deuxième groupe de moyens, la géophysique appliquée qui est un ensemble de moyens d'étude du sous-sol dont l'usage est systématique en prospection hydrogéologie et pétrolière.

Certains moyens de la géophysique appliquée sont bien adaptés à l'étude géotechnique.

A cet effet, la prospection électrique (géophysique de sub-surface) est un moyen très adapté pour la reconnaissance des sols. (Martin 1997).

III.1.2 : La sismique :

Les moyens de la sismique sont fondés sur l'observation de la propagation d'un ébranlement du sous-sol, soit naturel, soit provoqué par un choc ou une explosion.

III.1.3 : Les sondages mécaniques :

Le sondage mécanique est le mieux connu et le plus précis de tous les moyens de la géotechnique.

La réalisation de sondage mécanique va permettre :

- L'identification des matériaux du site et la reconnaissance lithologique et hydrogéologique des formations de surface.
- La réalisation des essais in situ par la mise en place dans le sous-sol des dispositifs de mesures de paramètres variables dans le temps.
- Les trous de forage permettent des investigations hydrogéologiques.
- Les différents types des sondages sont :

III.1.3.1 : Les sondages carottes :

Un sondage carotté, sert en principe à extraire des échantillons de sol sans en modifier ni l'état ni la structure.

Les échantillons de sol ainsi obtenus, sont immédiatement recouverts par une couche de paraffine pour éviter toute perte de teneur en eau et mis dans un contenant qui est envoyé au laboratoire (Schlosser, 1980).

La profondeur des sondages doit être telle que toutes les couches qui peuvent être influencées par la mise en charge des terrains soient atteintes.

III.1.3.2 : Les sondages destructifs :

Ils ont pour but, la réalisation rapide d'un trou permettant l'exécution d'essais divers à l'intérieur de la cavité cylindrique et récupérer des échantillons remaniés.

Les diverses couches traversées peuvent être identifiées sommairement grâce à l'examen des particules broyées, récupérées en surface ou sur les outils de forage. (Schlosser, 1980).

III.1.3.3 : pénétromètre dynamique :**Avantage et limites des pénétromètres dynamiques :**

Les pénétromètres dynamiques ont été conçus pour apprécier la compacité de sol sans cohésion ou à faible cohésion dans lesquels il est souvent difficile, sinon impossible de prélever des échantillons intacts. Ces essais ne nécessitent pas d'eau. L'appareillage utilisé est généralement léger et peu encombrant. (fig 11). (Gy. Sanglerat, 1975)

Les résultats obtenus peuvent être faussés par certains facteurs.

- Le sol peut refluer autour de la pointe et se décompresser au-dessus d'elle.

- La rapidité du fonçage fait que dans les sols peu perméables immergés, une part notable de l'énergie de battage peut se transmettre à l'eau interstitielle en augmentant instantanément la résistance.

- une proportion variable et inconnue du frottement latéral s'ajoute à la résistance à la pointe. Il n'est pratiquement pas possible de mesurer séparément l'effort de pointe et le frottement latéral.

Il existe trois types principaux de pénétromètres dynamiques :

- Les pénétromètres dans lesquels la tige et la pointe ont le même diamètre.
- Les pénétromètres comportant une tige centrale, de diamètre sensiblement inférieur à celui de la pointe.

Les pénétromètres comportant également une tige centrale, de diamètre inférieur à la pointe, mais équipée d'un tube creux de diamètre identique à celui de la pointe.

Les deux premiers types d'appareil de s'affranchir des effets du frottement latéral, même dans le cas de sable pur à texture lâche, il peut arriver que le matériau se resserre autour du tige et exerce ainsi un léger frottement latéral.

Dans chacun des trois types de pénétromètre dynamique décrits ci-dessus, il existe deux catégories :

- les pénétromètres légers.
- Les pénétromètres lourds.

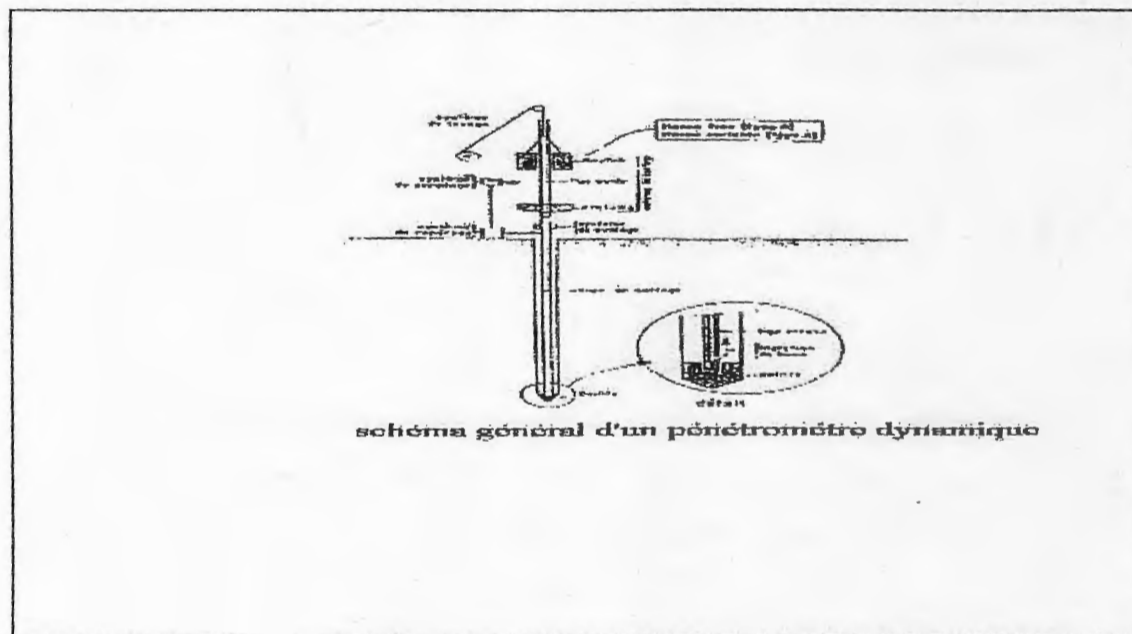


Fig.07-

Cette distinction est en rapport avec le diamètre des tiges utilisées, surtout avec le poids du mouton et sa hauteur de la chute.

L'expérience montre que le pénétromètre dynamique léger est rapidement bloqué dans les milieux graveleux ou sableux serrés.

En Algérie, l'essai DPT est largement utilisé relativement aux autres essais in situ à cause de sa facilité de réalisation et aussi de sa capacité de couvrir une large gamme de sol étudié.

Appareillage :

L'appareil utilisé par le laboratoire FONDASOIL est le type BORRO (fig11). Il est caractérisé par :

- Masse de mouton = 63,5Kg.
- Hauteur de chute = 50cm.
- Enfouissement de référence = 20cm.
- Diamètre des tiges = 45/32mm.
- Diamètre du cône = 45 mm.

Présentation des résultats :

Les résultats d'un essai de pénétration dynamique sont représentés graphiquement avec en ordonnée la profondeur de la pointe et la résistance dynamique conventionnelle de pointe «Rd» déduite d'une formule de battage (formule des HOLLANDAIS ou de CRANDALL), (diagrammes pénétrométriques, voir Annexe).

III.2 : Les reconnaissances des sols :

Les reconnaissances des sols et les travaux géotechniques complètent celle réalisées par la géologie et l'hydrogéologie.

Elles doivent localiser les différentes couches de terrain et préciser la configuration générale de la zone à étudier. Elles doivent ensuite, donner des informations sur les caractéristiques mécaniques de chaque couche. (MARTIN 1977).

III.2.1 : classifications des sols :

La classification de sols est basée sur l'analyse granulométrique et les limites d'atterberg. Elle permet de fournir une définition rapide d'un terrain, mais ne donne qu'une globale idée de son comportement mécanique.

En Algérie comme en France ; on utilise la classification des ponts et chaussées,

La coupure granulométrique à 80 μ permet de séparer les sols grenus des sols fins :

- Un sol grenu est constitué de plus de 50% de grains ayant un diamètre supérieur à 80 μ .

- Un sol fin est constitué de plus de 50% de grains ayant un diamètre inférieur à 80 μ .

On définit un sol par deux symboles, le premier symbole tient compte de la nature des éléments constituant le sol :

- G : pour grave, quand la grave constitue la fraction principale du sol ;
- S : pour sable, quand le sable constitue la fraction principale du sol ;
- L : pour limon, quand le limon constitue la fraction principale du sol ;
- A : pour argile, quand l'argile constitue la fraction principale du sol ;
- T : pour tourbe, quand la tourbe constitue la fraction principale du sol ;
- O : pour organique, quand l'échantillon contient des éléments organiques, même en

faible quantité.

Le deuxième symbole tient compte de la granulométrie :

- b : bien graduée, c'est-à-dire granulométrie bien étalée, sans prédominance d'une fraction particulière ;

- m : pour mal graduée, c'est à dire pour une granulométrie discontinue avec prédominance d'une fraction particulière. (Eléments de Géotechnique – Septembre 2003)

III.2.2 : Caractéristique physique de sol :

Pour déterminer les caractéristiques physiques du sol. La réalisation des essais suivant est nécessaire :

CLASSIFICATION L.C.P.C DES SOLS GRENUS (plus de 50 % des éléments > 0.08 mm) [14]					
Définitions		Symboles	Conditions	Appellations	
GRAVES	Plus de 50 % des éléments > 0.08 mm Ont un diamètre > 2 mm	Moins de 5% d'éléments < 0.08 mm	Gb (Gw)	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ Et $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ compris entre 1 et 3	Grave propre bien graduée
			Gm (Gp)	Une des conditions de Gb non satisfaite	Grave propre mal gradué
		Plus de 12 % des éléments < 0.08 mm	GL (GM)	Limite d'Atterberg au-dessous de la ligne A	Grave limoneux
			GA (GC)	Limite d'Atterberg au-dessus de la ligne A	Grave argileux
SABLES	Plus de 50 % des éléments > 0.08 mm Ont un diamètre < 2 mm	Moins de 5% d'éléments < 0.08 mm	Sb (Sw)	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ Et $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ compris entre 1 et 3	Sable propre bien gradué
			Sm (Sp)	Une des conditions de Sb non satisfaite	Sable propre mal gradué

III.2.2.1 : La teneur en eau :

La teneur en eau d'un matériau est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau W contenu par unité de poids de matériau sec.

$$W = W_w / W_s \cdot 100$$

W : teneur en eau (exprimé en %)

W_w : Poids du matériau humide.

W_s : Poids matériau sec.

III.2.2.2 : La densité :

La densité est un rapport de poids volumique qui est lui-même un rapport un volume.

III.2.2.3 : Les limites d'atterberg :

Les limites d'atterberg caractérisent les différents états de consistance d'un sol fin

Principe de l'essai :

L'essai s'effectue en deux phases (Corday, 1994) :

- 1-Recherche de la limite de liquidité à l'aide de l'appareil de Casagrande.
- 2-Recherche de la limite de plasticité par déformation de rouleaux de 3 mm de diamètre.
- 3-Recherche de la limite de retrait.

Appareillage :**A/ Appareil de Casagrande .Il est constitué par :**

- Un socle en bois monté sur quatre pieds en caoutchouc.
- Un support métallique portant la coupelle en laiton chromé et la manivelle actionnant la came qui soulève de 1 mm la coupelle au dessus du socle.

B/ Outil à rainurer :

Cet outil doit réaliser sur le fond de la coupelle une rainure de 0.05 ± 2 mm de large et 1cm de longueur d'après Casagrande.

C : Matériel :

- Une balance de précision (précision recommandée : 1mg).
- Un tamis de 0.04mm (module 27).
- Une étuve.
- Des spatules, truelles et un marbre pour le malaxage et la confection de rouleaux.
- Une plaque en bois ou en plexiglas pour confectionner les rouleaux.

Préparation de l'échantillon :

L'essai se fait sur la fraction de sol appelé mortier, qui passe au tamis de .04 mm (module 27).

Une quantité suffisante de matériau devant être tamisée pour obtenir 150 à 200 mg de mortier.

Avant tamisage, le mortier doit être imbibé pendant au moins 12 heures.

Après décantation de l'eau de lavage, on siphonne avec précaution pour ne pas entraîner les éléments inférieurs à 0.04mm, puis on évapore l'eau excédentaire à une température ne dépassant pas 60 °C.

Exécution des essais :

III.2.2.3.1: Limite de liquidité W_L :

L'échantillon de sol est mis en place dans la coupelle, avec la spatule en plusieurs couches. L'épaisseur du matériau au centre de la coupelle doit être de l'ordre de 15 à 20mm. à l'aide de l'outil à rainurer, tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle, la partie biseautée de l'outil vers l'avant, on partage la pâte en deux.

La coupelle fixée sur l'appareil de Casagrande est ensuite soumise à l'aide de la manivelle à une série de chocs réguliers.

La limite de liquidité est la teneur en eau du matériau qui correspond à une fermeture sur 1 cm des lèvres de la rainure après 25 chocs.

Sol	W_L
Sable argileux	15-40
Vase	30-100
Limon	50-100
Marne	40-90
Argile sableuse	50-150
Argile	80-180
Tourbe	120-150
Colloïdes	250-600

Tableau 07 : de classification de sol

III.2.2.3.2: Limite de plasticité W_p :

On a souvent un échantillon trop humide qu'on dessèche en le malaxant.

On forme une boulette de l'échantillon et à l'aide d'une plaque ou à la main, on roule l'échantillon sur le marbre de façon à former un rouleau qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'il ait atteint 3 mm de diamètre, doit avoir 10 à 15 cm de longueur et ne doit pas être creux.

La limite de plasticité est atteinte lorsqu'en soulevant de 1 à 2 cm le rouleau en son milieu, il se fissure.

La limite de plasticité est la teneur en eau exprimée en % du poids de matériau sec qui se bisse au moment où son diamètre atteint 3 mm.

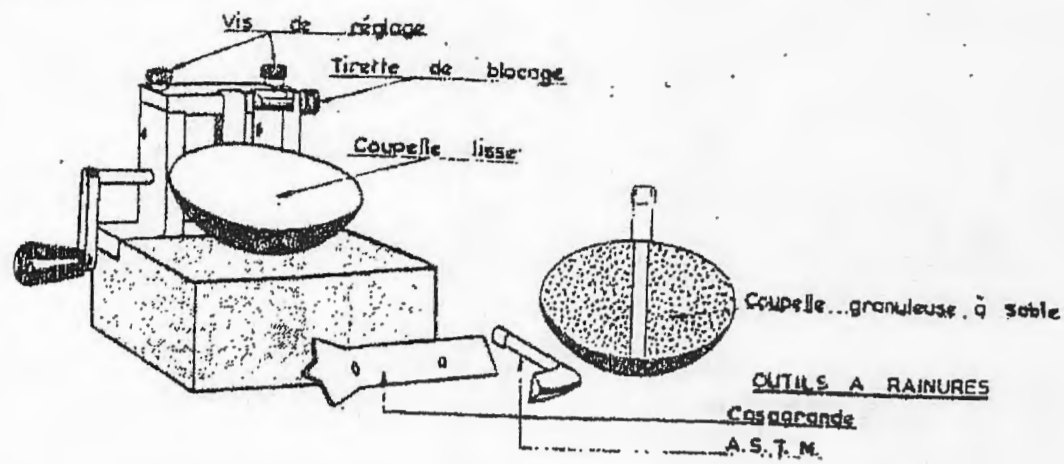


Fig.07: Appareil de casa grande



Fig.08 :L'parrallage pour la détermination de la limite de plasticité

III.2.3.3.3: Indice de plasticité :

L'indice de plasticité "IP" est la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité.

$$I_p = W_L - W_P$$

III.2.3.3.4: limite de retrait :

La limite de retrait « WR » est la teneur en eau au dessus de laquelle un sol, en se séchant ne diminue plus de volume. Elle correspond donc à la quantité d'eau juste suffisante pour remplir les pores du sol tel qu'il est à l'état sec.

- Une éprouvette cylindrique, transparente ayant :
 - Un diamètre extérieur constant à 0.5mm.
 - Un diamètre inférieur de 32 ± 0.5 mm.
 - Une hauteur de 430 ± 0.5 mm.
- L'éprouvette porte des traits de repères graves à :
 - 100mm \pm 0.25mm.
 - 380 \pm 0.25mm.
- Un bouchon de caoutchouc permet de fermer l'éprouvette.
- Un tube laveur, constitué par un tube rigide de :
 - 6mm \pm 0.5mm de diamètre extérieur.
 - 3mm \pm 0.2mm de diamètre intérieur.Muni à la partie supérieure d'un robinet, à la partie inférieure, d'un embout filtré en métal inoxydable formant dièdre.
 - Un flacon, transparent en verre d'environ 5 litres, muni d'un système de siphon.
 - Un piston taré en métallique, inoxydable.
 - Une machine d'agitation, manuelle ou électrique.Appareillage d'usage :
 - Un tamis de 5mm d'ouverture, avec fond.
- Une spatule et une cuillère.
- Un entonnoir pour traverser l'échantillon des l'éprouvette
Cylindrique.
 - Un récipient d'environ 200 cm³.
 - Une balance précise au gramme.
 - Une chronomètre.
 - Un thermomètre.
 - Une règle.
 - Un goupillon à poils doux pour le nettoyage des éprouvettes.
 - Bacs pour tamisage.

	Nature et qualité du sable
$ES < 60$	"Sable argileux" risque de retrait ou de gonflement, à rejeter pour des bétons de qualité
$60 \leq ES < 70$	"Sable légèrement argileux" de propreté admissible pour béton de qualité quand on ne craint pas particulièrement de retrait.
$70 \leq ES < 80$	"Sable propre" à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
$ES \geq 80$	"Sable très propre" l'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

Tableau 08: Valeurs préconisées pour l'équivalent de *sable* par Dreux

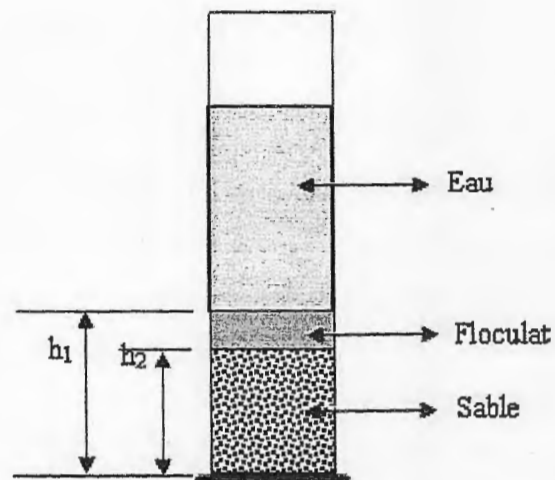
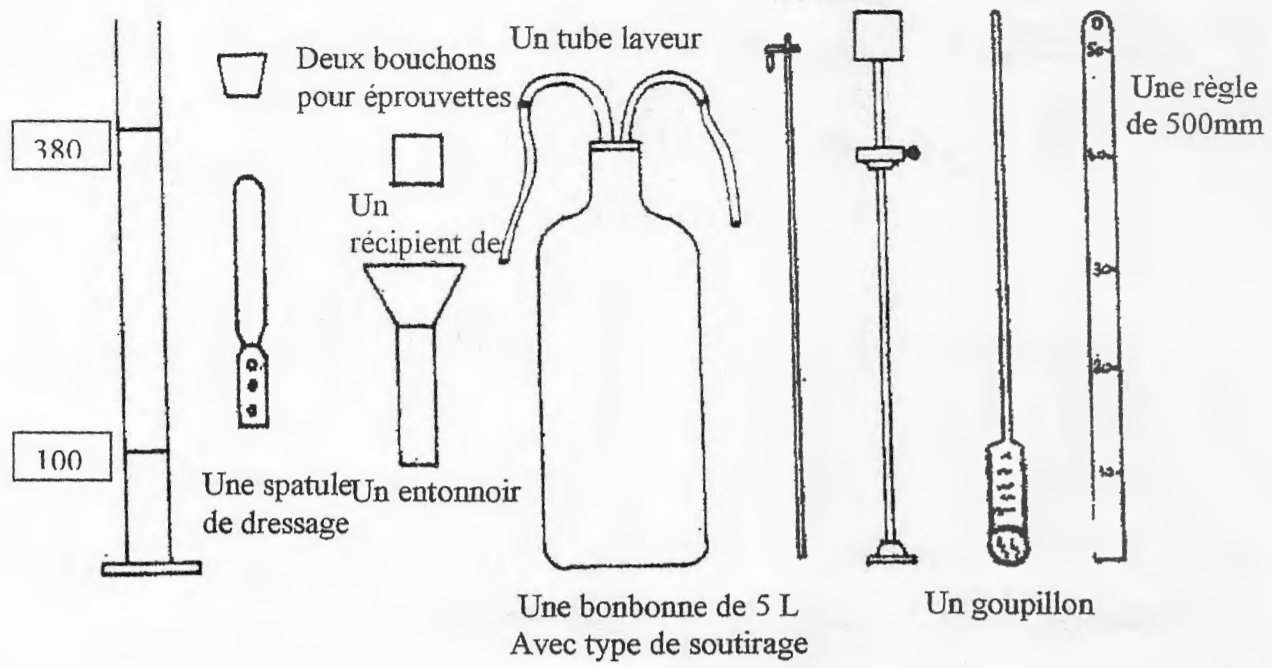


Fig11 Définition de l'équivalent de sable

Pour l'équivalent de sable ES on prend la moyenne de ES visuelle noté ESv et ES piston noté ESP



Équivalent de sable visuel ESV

Équivalent de sable du piston ESP

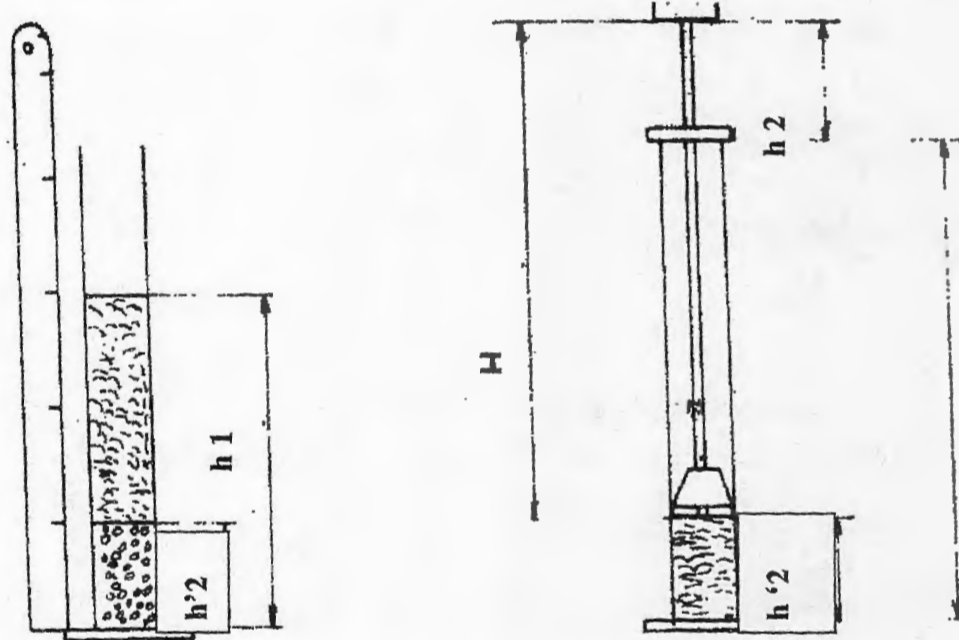


Fig 12: Equivalent de sable

III.2.2.5: Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique permet de déterminer la répartition des grains constituant un sol donné selon leur taille.

Elle s'effectuée à l'aide d'un tamisage mécanique pour les grains dont la taille est supérieur à 0.08 mm (D.T.R.B.C.2.32).

III.2.2.5.1 : Principe de l'essai :

Echantillonnage :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis .Les dimensions des mailles et le nombre des tamis est choisi en fonction de la nature de l'échantillon.

Appareillage :

-Une série de tamis.

Une balance dont la portée limite est compatible avec la masse totale de l'échantillon.

-Brosses, pinceaux.



Photo 01 : Tamiseuse électrique

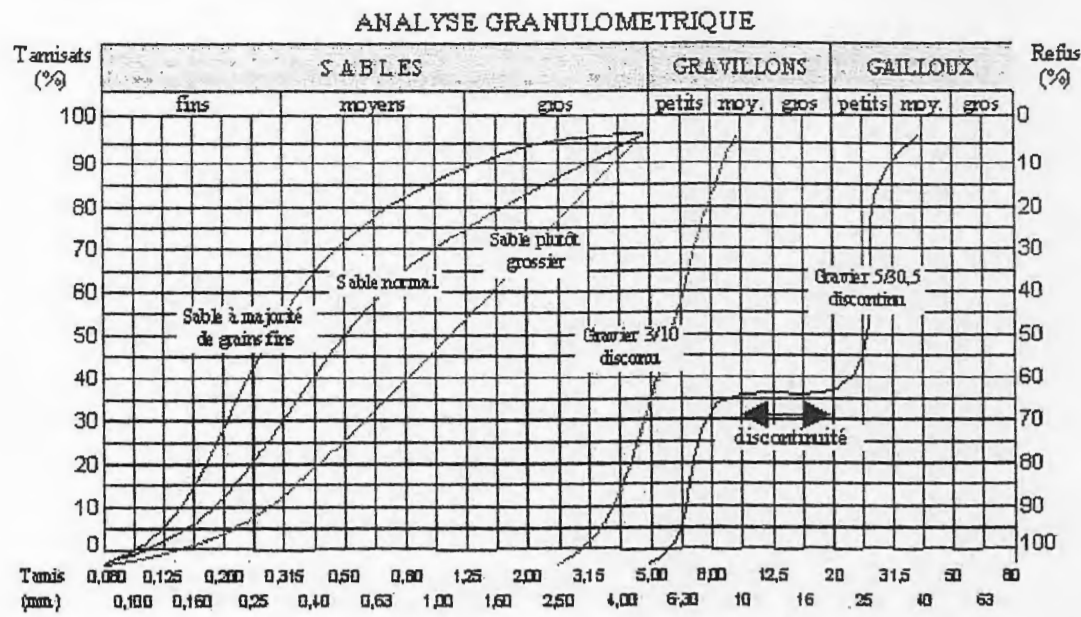
III.2.2.5.2 : Exécution de l'essai :

Essai comporte les étapes suivants (Margron, Pinte : 1988) :

-Verser le matériau dans la colonne de tamis, en classant de haut en bas dans l'ordre de maille décroissante.

-Agiter manuellement ou mécaniquement cette colonne, puis reprendre un à un les tamis en commençant par celui qui à la plus grande ouverture en adaptant un fond et un couvercle. On agite chaque tamis en donnant à la main des coups réguliers sur la monture, d'une manière générale. On peut considérer qu'un tamisage est terminé lorsque le refus ne se modifie pas de plus de 1% en 1 minute de tamisage.

-Peser le refus du tamis ayant la plus grande maille.



Courbes granulométriques dans différents cas

Fig : 13

La même opération avec tous les tamis de la colonne pour obtenir les masses des différents refus cumulés.

Présentation des résultats :

Les résultats des différentes pesées cumulés, et les pourcentages des tamis cumulés ou ceux des refus sont présentés sous forme d'une courbe granulométrique ayant en ordonnées les tamisats cumulés et en abscisses les diamètres équivalents (voir Annexe).

A partir de la courbe granulométrique, on définit un certain nombre de paramètres telles que C_u et C_c . $C_u = D_{60}/D_{10}$.

D_{60} : est l'ouverture du tamis à travers duquel passe 60 % (en poids) des grains.

D_{10} : est l'ouverture du tamis à travers duquel passe 10 % (en poids) des grains.

III.2.3 : Caractéristiques mécanique de sol :

III.2.3 .1 : Essai proctor:

But De L'essai :

L'essai Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale et la densité séchée maximale, pour un sol de donner et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximale.

Définitions :

- Poids volumique d'un sol sec (notation γ_d) :

$$\gamma_d = (W_s + W_a) / (V_s + V_w + V_a) = W_s / V$$

- Poids volumique (ou spécifique) des grains solides (notation γ_s) : $\gamma_s = W_s / V_s$
- Teneur en eau (notation ω) s'exprime en % : $w = 100 \cdot W_w / W_s$
- Energie de compactage : $N \text{ (J/m}^3\text{)} = (\text{nombre de coups par couche}) \cdot (\text{Nombre de couches}) \cdot (\text{Masse de la dame}) \cdot (g) \cdot (\text{Hauteur de chute de la dame}) / (\text{Volume utile du moule})$.
- L'optimum Proctor : est la teneur en eau w pour laquelle le sol atteint, pour une énergie de compactage donné, un γ_d maximal.

- Diagramme PROCTOR simple :

C'est un diagramme qui, comporte une courbe Proctor unique donnant, pour une énergie de compactage donnée,

w_{opt} et $\gamma_d \text{ max}$.

- Diagramme PROCTOR complet : En faisant varier le nombre de coups par couche, on peut déterminer plusieurs courbes Proctor simple, correspondantes à diverses énergies de compactage.

Les courbes trouvées sont toutes tangentes asymptotiquement à une hyperbole équilatère, qui correspond à un sol ne contenant plus d'air du tout

($\Rightarrow S_r = 1$), dont l'équation est : $\gamma_d = (S \cdot \gamma_s) / (S + w \cdot \gamma_s / \gamma_w)$.

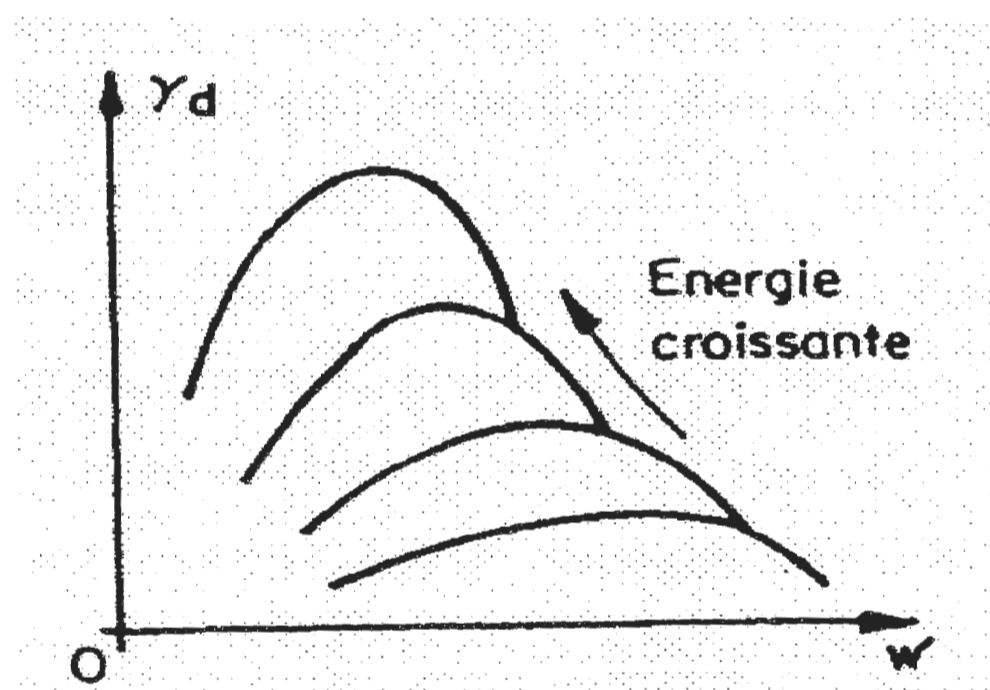


Fig.14 : Diagramme proctor complet

Principe De La Méthode :

L'essai consiste à compacter dans un moule normalisé, à l'aide d'une dame normalisée, selon un processus bien défini, l'échantillon de sol à étudier et à mesurer sa teneur en eau et son poids spécifique sec après compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à différentes teneurs en eau. On définit ainsi plusieurs points d'une courbe ($\gamma_d; w$) ; on trace cette courbe qui représente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau optimale et l'ordonnée la densité sèche optimale.

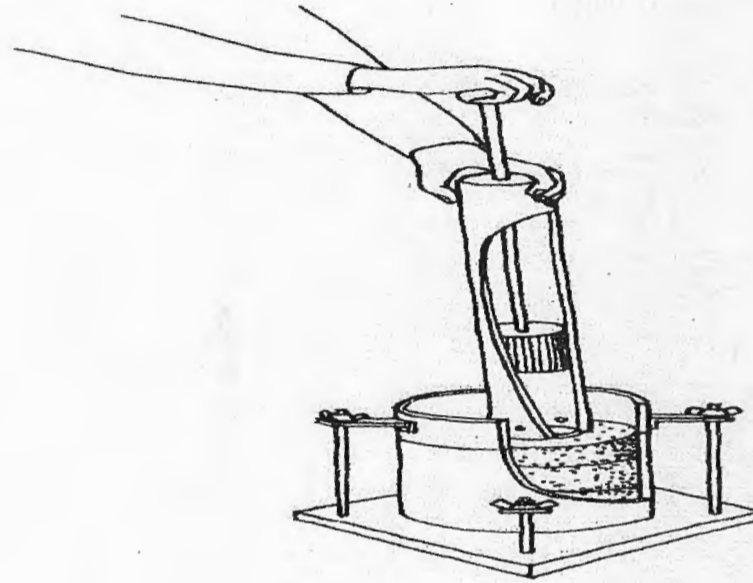


Fig.15:Opération de compactage

Pour ces essais on peut utiliser, selon la finesse des grains du sol, deux types de moules :

- Le moule Proctor $\varnothing_{\text{mouleintérieur}} = 101,6 \text{ mm} / H = 117 \text{ mm}$ (sans rehausse) \Rightarrow
 $V_{\text{moule proctor}} = 948 \text{ cm}^3$
- Le moule CBR $\varnothing_{\text{moule}} = 152 \text{ mm} / H = 152 \text{ mm}$ (sans rehausse) dont disque
 d'espacement de 25,4 mm d'épaisseur, soit:

une hauteur Hutile = 126,6 mm $\Rightarrow V_{\text{moule CBR}} = 2\,296 \text{ cm}^3$

Avec chacun de ces moules, on peut effectuer deux types d'essai (choix par rapport à l'énergie de compactage) :

-L'essai PROCTOR NORMAL,

une hauteur Hutile = 126,6 mm => Vmoule CBR = 2 296 cm³

Avec chacun de ces moules, on peut effectuer deux types d'essai (choix par rapport à l'énergie de compactage) :

- L'essai PROCTOR NORMAL,
- L'essai PROCTOR MODIFIE.

Le choix de l'intensité de compactage est fait en fonction de la surcharge que va subir l'ouvrage au cours de sa durée de vie :

Essai Proctor normal : Résistance souhaitée relativement faible, du type remblai non ou peu chargé,

- Essai Proctor modifié : Forte résistance souhaitée, du type chaussée autoroutière.

Le tableau ci-dessous résume les conditions de chaque essai selon le moule retenu (norme NF P 94-093) :

	Masse de la dame (Kg)	Hauteur de chute (cm)	Nombre de coups par couche	Nombre de couches	Energie de compactage Kj/m ³
Essai Proctor	Normal 2,490	30,50	25 (moule Proctor)	3	587
			55 (moule CBR)	3	533
	Modifié 4,540	45,70	25 (moule Proctor)	5	2 680
			55 (moule CBR)	5	2 435

Matériel Nécessaire :

- Moule CBR (éventuellement Proctor),
- Dame Proctor normal ou modifié,
- Règle à araser,
- Disque d'espacement,
- Bacs d'homogénéisation pour préparation du matériau,
- Tamis 5 et 20 mm (contrôle et écrêtage le cas échéant de l'échantillon),
- Truelle, spatule, pinceau, etc....
- Eprouvette graduée 150 ml environ,
- Petits récipients (mesures des teneurs en eau),
- Balance portée 20 kg, précision ± 5 g,
- Balance de précision 200 g, précision ± 0,1 g,
- Etuve 105°C ± 5° C,
- Burette à huile.

Mode Operatoire**a/ Préparation des échantillons pour essais :**

Quantités de matériau à prélever :

La réalisation de la courbe nécessitera au moins 5 essais (1 point (w; γ_d) par essai).

6 essais sont préférables. Pour 6 points de mesure, on prélèvera :

Moule PROCTOR : 15 kg,

Moule C.B.R. : 33 kg.

Contrôle de l'échantillon pour la faisabilité de l'essai :

Si $D \geq 20$ mm, il faut tamiser à 20 mm le sol et peser le refus :

Si le refus est $\leq 25\%$, l'essai doit être réalisé dans le moule CBR, mais sans intégrer le refus (échantillon écrêté à 20 mm),

Si le refus est $> 25\%$, l'essai PROCTOR ne doit pas être réalisé (compactage hasardeux).

Préparation de l'échantillon :

Ecraser les mottes à la main ou au malaxeur, mais pas les éléments pierreux, et homogénéiser soigneusement le matériau (sa teneur en eau doit être homogène).

Sécher le matériau à l'air ou à l'étuve (3 à 5 heures à 60°C), pour faciliter le tamisage et pour débiter l'essai avec une teneur en eau inférieure à la teneur en eau optimale Proctor (l'essai est fait à teneur en eau croissante).

Ecrêter à 20 mm l'échantillon (le cas échéant).

Détermination de la teneur en eau de départ :

L'expérience montre qu'il est bien d'avoir 2% de différence de teneur en eau environ entre chaque point (courbe harmonieuse). 4% est un maximum.

Il est souhaitable de commencer les essais à une teneur en eau w qui se situe environ à 4 ou 5% au-dessous de w_{opt} . (en générale entre 10 et 14 %), ou des points qui situent et d'autre de la teneur en eau naturelle du sol.

b/ Préparation du matériel

Choix du moule :

Il dépend de la grosseur D des gros grains du sol :

Si $D \leq 5$ mm (et seulement dans ce cas), le moule Proctor est autorisé, mais le moule CBR est conseillé,

Si $5 < D \leq 20$ mm, utiliser le moule CBR (sol conserver intact avec tous ses constituants),

Si $D > 20$ mm, mais refus $\leq 25\%$, l'essai se fait dans le moule C.B.R., (sol écrêté à 20 mm),

Rappel : $D > 20$ mm, mais refus $> 25\%$, l'essai Proctor ne peut être fait !

Pour l'essai PROCTOR MODIFIE, le remplissage est fait en 5 couches.

L'ensemble de la surface doit être compactée pour chaque couche comme suit :

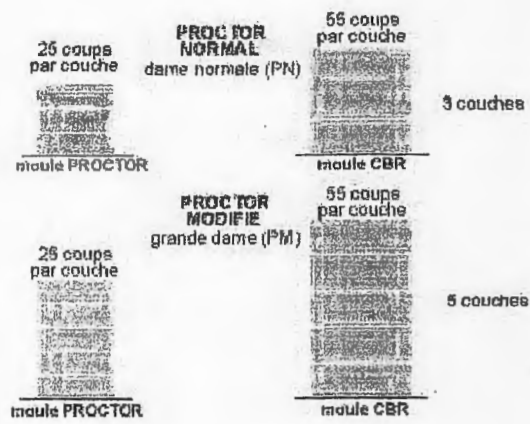


Fig.16 : Modalité de compactage selon le type et les moules

Exécution de l'essai:

1. Assembler moule + embase + disque d'espacement (si moule C.B.R.) + disque de papier au fond du moule (facilite le démoulage) ; puis :

Peser l'ensemble : soit P1,

Adapter la rehausse.

2. Introduire la 1ère couche et la compacter. Placer le moule sur un socle en béton d'au moins 100 kg, ou sur un plancher en béton de 25 cm d'épaisseur, pour que l'ensemble de l'énergie appliquée le soit à l'échantillon. Astuces : faire des rayures sur la surface compactée (améliore la liaison avec la couche suivante),

3. Recommencer l'opération pour chaque couche (3 pour énergie de compactage Normal ; 5 pour Modifiés). La quantité de matériau à utiliser, pour chaque couche, est approximativement :

MOULE	ESSAI PROCTOR NORMAL	ESSAI PROCTOR MODIFIE
PROCTOR	400 g	650 g
C.B.R.	1 050 g	1 700 g

4. Après compactage de la dernière couche, enlever la rehausse. Le sol compacté doit dépasser du moule de 1 cm environ. Sinon, recommencer l'essai,

4. Après compactage de la dernière couche, enlever la rehausse. Le sol compacté doit dépasser du moule de 1 cm environ. Sinon, recommencer l'essai,
5. Araser soigneusement à partir du centre ; on veillera, au cours de l'arasement à ne pas créer de trous sur la surface arasé,
6. Peser l'ensemble juste arasé : soit P2,
7. Oter l'embase (et disque d'espacement si nécessaire) et prélever 2 prises sur l'échantillon, l'une en haut et l'autre en bas ; en déterminer la teneur en eau w ; on prendra la moyenne des deux valeurs obtenues,
8. Augmenter de 2% la teneur en eau w de votre échantillon de départ et recommencer 5 à 6 fois l'essai, après avoir à chaque fois bien nettoyer votre moule.

* A noter que pour le moule :

- Moule PROCTOR : 2% => environ 50 g d'eau pour 2 500 g de sol,
- Moule C.B.R. : 2% => environ 110 g d'eau pour 5 500 g de sol.

Expression et exploitation des résultats :

Tracer la courbe $\gamma_d = f(w)$, avec pour points de la courbe les coordonnées suivantes pour chaque point :

En abscisse : w, teneur en eau,

En ordonnée γ_d qui s'exprime :

$$\gamma_d = (P2 - P1) / [V_{\text{moule}} \cdot (1 + w)]$$

En cas d'écrêtage à 20 cm, faire les corrections suivantes :

* déterminer $g = (\text{Poids des gros éléments (D > 20 mm)}) / (\text{Poids total (éléments fins et gros)})$,

* w corrigée = w mesurée * (1 - g)

* γ_d corrigée = γ_d mesurée * 1 / K avec $K = 1 - g * (\gamma_s - \gamma_d \text{ mesurée}) / \gamma_d \text{ mesurée}$.

Les coordonnées de l'optimum Proctor se déduisent de la courbe. ; Elles s'expriment :

Pour $g_{d \text{ opt}}$ en KN/m³ avec 1 décimale,

Pour w_{opt} en % avec 1 décimale.

On portera le résultat sur le modèle : GC-GEOT_F

III. 2.3.2: L'essai CBR (Californian Bering rota...)

1: Définition de l'essai: l'indice portant californien ; c a d la capacité portante du sol est la capacité de supporter les charges dues aux véhicules sans se déformer.

2: but de l'essai : il a pour bute la calcul de l'indice CBR .l'indice CBR est indispensable pour le dimensionnement (détermination de l'épaisseur) d'un corps de chaussée (de route)

pour une piste d'aérodrome ou pour une voie de chemin de fer donc d'une façon générale de tout terrain destiné à resservir des charges mobiles.

3: Principe de l'essai :

Il consiste à poinçonner un échantillon préalablement compacté avec l'optimum Proctor déjà déterminé de l'essai (Proctor) .et à mesurer la charge nécessaire pour un enfoncement du piston de 0,625mm .1,25mm .2mm 2,5mm. 10. 12,5. Et 15mm.

Un anneau dynamométrique nous donne la valeur de la pression exercée pour chaque enfoncement (qu'un abaque nous permet de traduire en kgf. (Cet abaque est donné pour chaque appareil).

4: préparation de l'échantillon :

L'échantillon à poinçonner est mis dans le moule CBR et est compacté à l'optimum Proctor. Le moule est laissé dans l'eau pendant 4 jours (saturation) pour le mettre dans les plus mauvaises conditions.

On le retire de l'eau après avoir mesuré son gonflement et on le retourne pour le mettre sur le plateau de la presse CBR pour le poinçonner.

5: déroulement de l'essai et exploitation des résultats :

Sur un imprimé de labo, on note pour chaque enfoncement (pénétration) la valeur de la pression lue sur un dynamomètre.

Ces valeurs sont transformées en kgf par l'abaque formé par les constructions. On les transforme en bars (contrainte) en divisant ces valeurs par $19,34\text{cm}^2$ =section du piston de l'appareil CBR .donc à chaque enfoncement correspond une contrainte .les couples des points correspond une permettre .de tracer la combe CBR.

6: calcul de l'indice CBR :

Pour le calcul on relève sur l'imprimé les valeurs de contraintes correspondants à un enfoncement de 2,5mm et de 5mm pour le matériau de référence : pierre concassée très dure parfaitement compactée poinçonnée au labo californien (USA) les valeurs des contraintes correspondants à :

2,5mm	—————→	70 bars.
5mm	—————→	105 bars.

Pour référence (par comparaison) à ce matériau parfait, l'indice CBR de notre échantillon sera :

$$\text{L'indice CBR} = P. (2,5\text{mm})/0,7$$

$$\text{L'indice CBR} = P. (5\text{mm})/1,05$$

On réétudiera pour notre échantillon la plus forte des deux valeurs calculées.

7:Exploitation des résultats :

CBR>20 => très bon sol.

10< CBR => bon sol.

CBR< 10 => mauvais sol.

CBR< 3 => très mauvais sol.

8: utilisation de CBR : l'indice CBR est très utilisé en géotechnique routière pour le dimensionnement des corps de chaussée (route, autoroute.....), il est également utilisé pour le dimensionnement des pistes d'aérodrome et des voies de chemin de fer.

L'abaque L.C.P.C (français).

Chapitre IV

Calcul et interprétation des résultats

IV.1.1 : présentation des résultats de les limites d'atterberg :

N° De l'échantillon : 01

Profondeur : 2,5m

Nombre de coups	N° de terre	Poids de terre(g)	Poids total humide	Poids total sec	Teneur en eau (W)	Limite de liquidité (WL)	Indice de plasticité (Ip)	Limite de plasticité (Wp)
26	50	18,01	42,65	38,67	19,26	19,26	/	/
26	106	17,87	43,46	39,28	19,52	19,52	/	/
20	K6	17,99	72,60	63,18	19,18	18,60	/	/
20	K5	17,96	51,19	46,46	19,12	18,54	/	/

N° De l'échantillon : 02

Profondeur : 5m.

Nombre de coups	N° de terre	Poids de terre(g)	Poids total humide	Poids total sec	Teneur en eau (W)	Limite de liquidité (WL)	Indice de plasticité (Ip)	Limite de plasticité (Wp)
18	65	18,07	44,86	40,01	22,10	21,21	/	/
18	AH2	17,87	46,70	41,46	22,21	21,32	/	/
21	K1	18,04	47,77	42,52	21,44	20,99	/	/
21	AT	17,70	52,01	45,93	21,53	20,88	/	/

Remarque :

Les limites de plasticité a été impossible a déterminée.

IV.1.2 : Présentation des résultats de l'essai de l'équivalent de sable :

Dans le site de l'université de TASSOUST, les essais de l'équivalent de sable ont été réalisés sur deux échantillons de deux endroits différents. Au laboratoire de Génie civil (univ de Jijel) (annex..) ; les résultats sont représentés dans les tableaux qui suivent.

Profondeur (m)	N° de l'échantillon	Equivalent de sable piston (ESP)	Equivalent de sable visuel (ESV)	ES Moyenne (%)
2,5	1	21,44	21,73	26,52
	2	29,42	33,19	
5	1	21,42	22,85	22,75
	2	22,76	24	

IV .1.3 : Représentation des résultats de l'analyse granulométrique :

N° De l'échantillon : 01

Profondeur : 2,5m.

Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Masse de refus cumule (R _i) en (g)	% de refus cumules (R _i /M _s ×100)	%tamisats cumulé (100- {(R _i ÷M _s) ×100}).
250,61g	1,25	0,50	0,19	99,81
	1	7,33	2,92	97,08
	0,8	19,62	7,82	92,18
	0,63	35,92	14,33	85,67
	0,6	42,76	17,06	82,94
	0,5	61,42	24,50	75,5
	0,425	84,77	33,82	66,18
	0,315	138,02	55,07	44,93
	0,250	205,76	82,10	17,9
	0,160	241,56	96,38	3,62
	0,125	244,23	97,45	2,55
	0,080	247,67	98,82	1,66
	0,063	248,97	99,34	0,66
	Refus	249,95	99,73	0,27

-N° de l'échantillon : 02 -profondeur : 2,5m.

Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Masse de refus cumule (R _i) en (g)	% de refus cumules (R _i /M _s ×100)	%tamisats cumulé (100- {(R _i ÷M _s) ×100}).
250g	1,25	0,50	0,2	99,26
	1	1,87	0,74	97,42
	0,8	6,45	2,58	92,96
	0,63	17,60	7,04	91,37
	0,6	21,58	8,63	84,79
	0,5	38,03	15,21	75,5
	0,425	859,49	23,79	76,21
	0,315	130,05	52	48
	0,250	188,53	75,2	24,8
	0,160	235,66	94	6
	0,125	238,9	95,56	4,44
	0,080	242,71	97,08	2,92
	0,063	246,44	98,57	1,43
	Refus	247,68	99,07	0,93

-N° de l'échantillon : 01

-profondeur : 5m

Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Masse de refus cumule (R _i) en (g)	% de refus cumules (R _i /M _s ×100)	%tamisats cumulé (100- {(R _i ÷ M _s) ×100}).
250,03g	1,25	0,66	0,49	99,51
	1	2,05	0,99	99,01
	0,8	9,11	3,64	96,36
	0,63	34,28	13,71	86,29
	0,6	40,49	16,19	83,81
	0,5	73,13	29,24	70,76
	0,425	111,11	44,43	55,57
	0,315	171,78	68,70	31,3
	0,250	123,27	89,29	16,71
	0,160	243,91	97,55	2,45
	0,125	244,65	97,84	2,16
	0,080	245,67	98,25	1,75
	0,063	245,90	98,34	1,66
	Refus	246,03	98,00	2,00

-N° de l'échantillon : 02

-profondeur : 5m

Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Masse de refus cumule (R _i) en (g)	% de refus cumules (R _i /M _s ×100)	%tamisats cumulé (100- {(R _i ÷ M _s) ×100}).
250,03g	1,25	0,24	0,096	99,90
	1	3,86	1,54	98,46
	0,8	13,28	5,31	94,69
	0,63	35,11	14,11	85,89
	0,6	43,10	17,24	82,76
	0,5	69,56	27,82	72,18
	0,425	99,89	39,93	60,07
	0,315	161,55	64,62	35,38
	0,250	215,54	86,21	13,79
	0,160	245,42	98,16	1,84
	0,125	246,75	98,7	1,3
	0,080	247,54	99,01	0,99
	0,063	247,84	99,13	0,87
	Refus	248,19	99,56	0,44

IV.1.4 : Présentation des résultats de l'essai proctor :MATERIAU

- N° De l'échantillon : 01
- Provenance : université de tassoust.
- N° De sondage : dépôt.
- Profondeur : 5m.
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- poids de sol : 5,5 kg.
- Poids de l'eau ajoutée : 30%.
- Moule : CBR
- volume de moule : 1644,11 cm³.

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_{d1} g/cm ³
77	17,91	44,33	42,51	26,42	24,6	1,82	7,39	7,51	3,02
53	17,88	41,76	40,10	23,88	22,22	1,66	7,47		
54	17,88	44,10	42,27	26,22	24,39	1,83	7,50		
76	18,18	45,08	43,16	26,9	24,98	1,92	7,68		

MATERIAU

- N° De l'échantillon : 01
- Poids de l'eau ajoutée : 40%.
- Moule : CBR
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- volume de moule : 1644,11 cm³
- poids de sol : 5,5 kg.
- Profondeur : 5m.
- Provenance : université de tassoust.

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_{d2} g/cm ³
76	18,19	48,91	46,36	30,72	28,17	2,55	9,05	9,05	2,97
90	18,15	61,40	75,81	43,25	39,66	3,59	9,05		
96	18,00	55,87	52,69	37,87	34,69	3,18	9,16		
56	17,79	65,83	61,88	48,04	44,09	3,95	8,95		

MATERIAU

- N° De l'échantillon : 01
- Provenance : université de tassoust.
- N° De sondage : dépôt.
- Profondeur : 5m.
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- poids de sol : 5,5 kg.
- Poids de l'eau ajoutée : 50%.
- Moule : CBR
- volume de moule : 1644,11 cm³

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyen	γ_d g/cm ³
81	17,82	60,83	56,51	43,01	38,69	4,32	11,16	11,11	3,01
77	17,94	64,77	60,01	46,83	42,07	4,76	11,31		
93	17,96	70,39	65,10	52,43	47,14	5,19	11,22		
K5	18,02	63,97	59,36	45,95	41,34	4,61	11,15		

MATERIAU

- N° De l'échantillon : 01
- Provenance : université de tassoust.
- N° De sondage : dépôt.
- Profondeur : 5m.
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- volume de moule : 1644,11 cm³
- Moule : CBR
- Poids de l'eau ajoutée : 60%.
- poids de sol : 5,5 kg.

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyen	γ_d g/cm ³
60	17,99	62,46	57,49	44,47	39,5	4,99	12,63	12,66	2,99
K6	17,98	77,75	70,97	59,77	52,99	6,78	12,79		
AT	17,69	67,04	61,51	49,35	43,82	5,53	12,61		
65	18,07	83,99	76,60	65,92	58,53	7,39	12,62		

MATERIAU

- № De l'échantillon : 02
- Provenance : université de tassoust.
- № De sondage : dépôt.
- Profondeur : 2,5m.
- Essai effectuée sur les éléments ≤ 5 mm.
- poids de sol : 5,5 kg.
- Poids de l'eau ajoutée : 30%.
- Moule : CBR
- volume de moule : 1644,11cm³

N ^o de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_d g/cm ³
01	18,01	45,72	43,90	27,71	25,89	1,82	7,02	7,02	2,67
60	17,99	53,55	51,20	56,35	33,21	2,35	7,07		
10	17,84	67,40	39,17	22,83	21,33	1,5	7,03		
93	17,96	39,40	38,00	21,44	20,04	1,4	6,98		

MATERIAU

- № De l'échantillon : 02
- Provenance : université de tassoust.
- № De sondage : dépôt.
- Profondeur : 2,5m.
- Essai effectuée sur les éléments ≤ 5 mm.
- volume de moule : 1644,11cm³
- Moule : CBR
- Poids de l'eau ajoutée : 40%.
- poids de sol : 5,5 kg.

N ^o de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_d g/cm ³
AH2	17,97	60,69	56,63	42,72	38,66	4,06	10,50	10,31	2,41
62	18,02	61,50	57,41	43,48	39,39	4,09	10,36		
AH3	18,08	64,35	60,04	46,27	41,96	4,31	10,27		
06	18,06	39,36	64,65	51,3	46,59	4,71	10,10		

MATERIAU

- N° De l'échantillon : 02
- Provenance : université de tassoust.
- N° De sondage : dépôt.
- Profondeur : 2,5m.
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- poids de sol : 5,5 kg.
- Poids de l'eau ajoutée : 50%.
- Moule : CBR
- volume de moule : 1644,11cm³

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_d g/cm ³
01	18,01	76,40	70,40	58,39	52,39	6	11,45	11,43	2,44
10	17,84	64,50	59,82	76,46	41,98	4,78	11,38		
53	17,87	64,60	76,46	65,3	58,59	6,71	11,45		
54	17,89	67,13	62,07	49,24	44,18	5,06	11,45		

MATERIAU

- N° De l'échantillon : 02
- Provenance : université de tassoust.
- N° De sondage : dépôt.
- Profondeur : 2,5m.
- Essai effectuée sur les éléments $\leq 5\text{mm}$.
- volume de moule : 1644,11cm³
- Moule : CBR
- Poids de l'eau ajoutée : 60%.
- poids de sol : 5,5 kg.

N° de terre	Poids de la terre	Poids total humide	Poids total sec	Poids sol humide (Ph)	Poids de sol sec (Ps)	Poids de l'eau (Pw)	Teneur en eau (W)= Poids de l'eau (Pw)/ Ps.100	W moyenne	γ_d g/cm ³
84	18,02	72,44	66,32	54,42	48,3	6,12	12,67	12,05	1,88
106	17,87	66,36	60,92	48,49	43,05	5,44	12,63		
AH ₂	17,89	79,87	72,88	61,98	54,99	6,99	12,71		
50	18,01	69,93	64,14	51,92	4,13	5,79	12,55		

IV.2.5 : présentation de l'essai CBR

-1ere échantillon de 2,5m de profondeur :

- 10 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	68	114,86	7,49
1,25	100	158,92	8,217
2	120	202,70	10,48
2,5	125	211,15	10,91
5	170	287,18	14,84
7 ;5	175	295,63	15,28
12,5	/	/	/

Calcul de l'indice portant :

- à 2,5m : $10,91/0,70 = 15,58$

- à 5m : $14,84 / 1,05 = 14,13$; donc on a le valeur de CBR est : 15,58.

- 25 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	170	278,18	14,84
1,25	240	405,52	20,96
2	280	473,16	24,46
2,5	340	576,90	29,82
5	380	644,18	33,34
7,5	/	/	/

- à 2,5m : 42,6

- à 5m : 31,75 ; => CBR= 42,6

55 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	75	126,69	14,84
1,25	130	219,59	20,96
2	270	456,25	23,59
2,5	280	473,16	24,46
5	440	746,70	38,60
7,5	/	/	/
12,5	/	/	/

Calcul de l'indice portant :

- à 2,5m : 34,94
- à 5m : 36,76 ; => **CBR = 36,76**

-2 eme Echantillon de 5m de profondeur :

10 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	90	152,03	7,86
1,25	120	202,70	10,48
2	260	439,43	22,71
2,5	280	473,16	24,46
5	370	726,83	32,46
7,5	/	/	/
12,5	/	/	/

Calcul de l'indice portant :

- à 2,5m: 34,94
- à 5m : 30,91 ; => **CBR = 34,94**

25 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	180	304,08	15,72
1,25	250	422,43	21,84
2	300	509	26,31
2,5	430	576	29,78
5	450	765,33	39,57
7,5	/	/	/
12,5	/	/	/

Calcul de l'indice portant :

- à 2,5m: 42,54
- à 5m : 37,68 ; => **CBR = 42,54**

55 coups par couche :

Enfoncement (mm)	lecture	valeur	Pression (bar)
0,625	340	576,90	29,82
1,25	490	833,45	43,09
2	630	1074,93	55,58
2,5	370	1226,03	64,42
5	830	1405,64	72,68
7,5	/	/	/
12,5	/	/	/

Calcul de l'indice portance :

- à 2,5m : 79,4
- à 5m : 69,21 ; => **CBR = 79,4**

IV.2 : Interprétation des résultats**IV.2.1.interpretation des résultats de limites d'aterberg**

Au niveau de notre site, dans les lieux les limites de plasticité et l'indice de plasticité n'ont pu être réalisées à cause de la nature pulvérulente du sol.

IV.2.2 : Interprétation des résultats de ES :

On remarque que la valeur de ES dans les deux échantillons est variée entre 22% et 26%.

Alors ces valeurs nous permettent de dire que le sable de notre site étudié est un sable peu plastique.

IV .2.3 : Interprétation des résultats des analyses granulométrique :

l'analyse granulométrique			
N° de l'échantillon	profondeur (m)	Coefficients d'uniformité (HAZEN) C_u	Coefficients de courbure C_c
1	2,5	2	1,05
2		2,78	1,14
1	5	2,1	1,07
2		2,66	1,25

D'après la classification L.C.P.C du (laboratoire central de ponts et chaussées).on a les deux échantillons est un sol propre mal gradue.

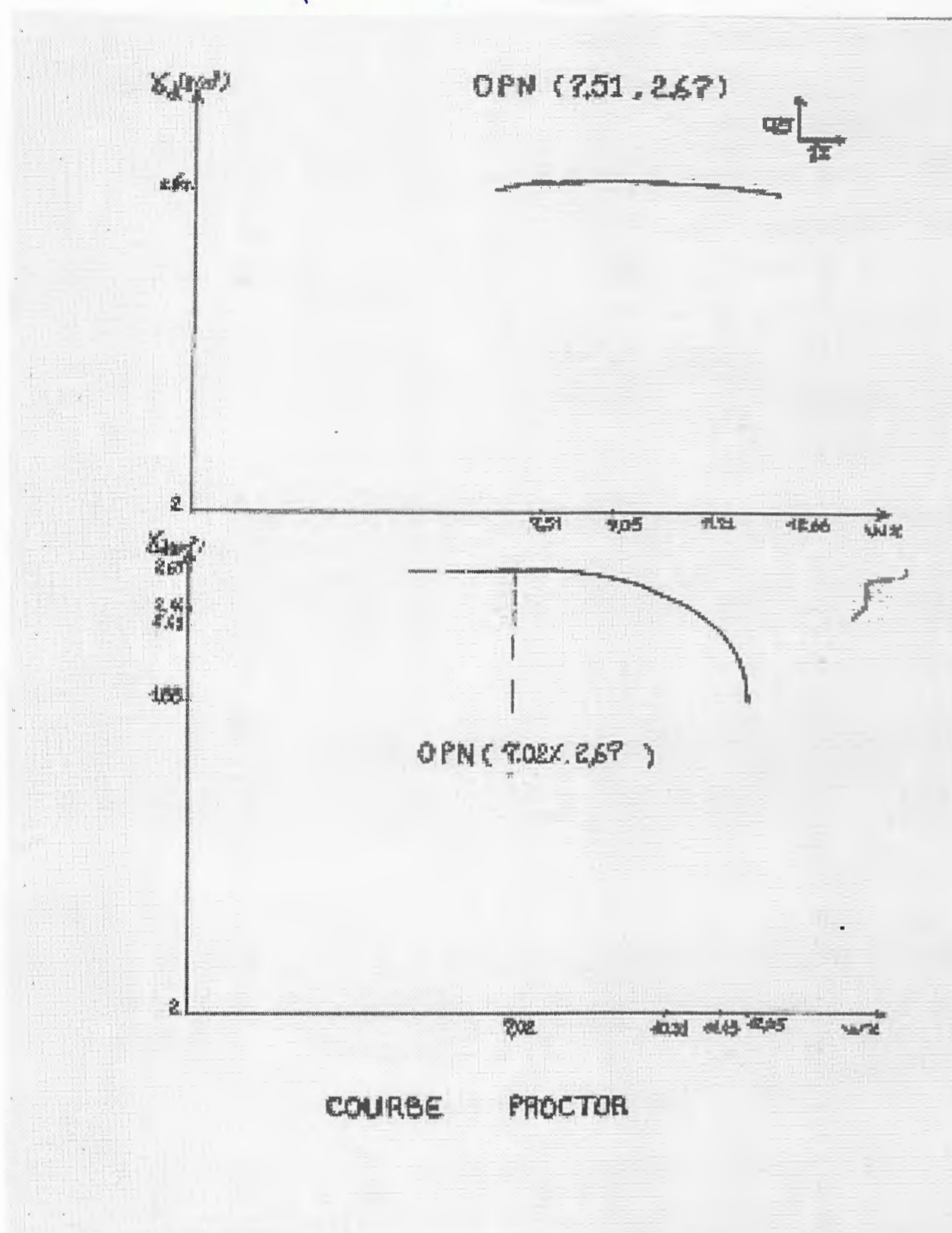
IV.2.4 : Interprétation de la courbe de compactage (diagramme de proctor) :**Calcul et tracé de la courbe de compactage de l'essai proctor :**

Après avoir noté tous les paramètres mesurés les feuilles d'essai (ANNEX) ; on calcul la teneur en eau ($W_{optimal}$) et la densité sèche ($\gamma_d \max$) après compactage.

Echantillon N° : 01 ; 2,5m de profondeur				
Quantités d'eau ajoutée (%)	30	40	50	60
W (%) moyenne	7,02	10,31	11,43	12,05
γ_d moyenne (g / cm ³)	2,67	2,41	2,44	1,88

Echantillon N° : 02 ; 5m de profondeur				
Quantités d'eau ajoutée (%)	30	40	50	60
W (%) moyenne	7,51	9,05	11,21	12,66
γ_d moyenne (g / cm ³)	3,02	2,97	3,01	2,99

Repetier les deux courbes



Selon les deux courbes ; les valeurs max de la densité sèche (γ_d max) et la valeur de teneur en eau optimale ($W_{optimal}$) est :

- 1ere échantillon de 2,5m de profondeur OPN (7,02% ; 2,67).
- 2eme échantillon de 5m de profondeur OPN (7,51% ; 2,67).

IV.2.5 : Interprétation des résultats de l'essai CBR :

On a la valeur de CBR >20 alors nous sol étudié est très bonne sol pour couches de chosée des routes.

IV-2 Définitions et Calcul des Fondations :

La fondation est la composante d'un ouvrage qui transmet au sol d'assise les efforts provenant de cet ouvrage. Ces derniers ont en général une composant vertical prédominant, mais les composants horizontaux est souvent non négligeable, les efforts appliqués au sol sont donc indiens.

Si les efforts sont reportés à la surface du sol les fondations serrant dites superficielles ;

Si les efforts sont reportés en profondeur, il s'agira de fondations Profondes.

IV-2 .1 : Géométrie d'une fondation :

Une fondation est l'élément de construction qui Transmuent la charge de l'ouvrage au train de Fondation. Les éléments géométriques la Définissent sont :

-B : La largeur de la fondation.

-L : La longueur.

-D : L'encastrement qui est la profondeur de la base de la fondation.

On utilise souvent un encastrement équivalent D_e , qui tien compte des propriétés mécaniques relatives des soles traversés par la fondation.

Les fondations superficielles sont des fondations faiblement encastées qui reportent les charges au niveau des couches superficielles de terrains les fondations profondes reportent les charges dans les couches profondes, mais aussi dans les couches superficielles qu'elles transvasent. Pour différencier ces deux types de fondation on est amené à définir la notion de profondeur critique qui est la profondeur au dessous de laquelle la résistance sous la base de la fondation n'augmente plus, les fondations superficielles ont leur base au- dessous de cette profondeur critique.

Réglementairement :

-une fondation est dite superficielle si $D_e < 1.5 B$.

La fondation superficielle repose sur le sol ou faiblement encastée. Les charges qu'elle transmet ne sollicitent que les couches superficielles et peu profondes.

Une fondation superficielle est caractérisée par les valeurs des rapports suivants :

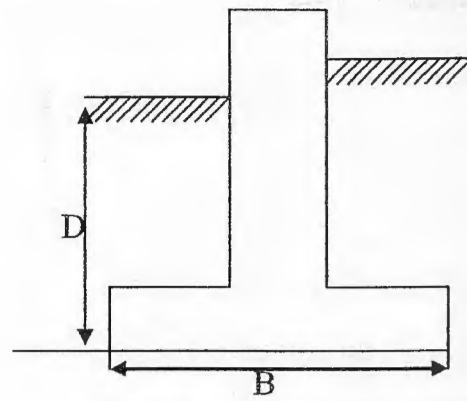


Fig 16 : Fondation superficielle.

$\frac{D}{B} < 4$ Fondations superficielles (Semelles).

-si $D_e > 5B$. La fondation est dite profonde.

-si $1.5 B < D_e < 5B$. La fondation est semi profonde.

Pour les fondations superficielles, la fondation est appelée :

- radier si la sur face totale de bâtiment est la fondation.
- semelle ; si seul une partie de la surface du bâtiment correspond à la fondation.

De plus pour une semelle si :

- $L / B > 10$ Il s'agit d'une semelle filante (le problème peut être considéré comme bidimensionnel) ;
- L et B sont de l'ordre de quelques mètres, il s'agit d'une semelle isolée.

Pour des raison de coût, ou cherche souvent à fonder un ouvrage superficiellement. Si cette solution n'est pas satisfaisante d'un point de vue technique (le sol ne peut pas supporter la charge appliquée ou les tassement sont trop importants), une solution en fondation profonde est envisagée.

Dans ce qui suit nous intéresserons successivement à ces deux types de fondations , nous rappelons que les actions qui sont prises en compte pour effectuer les calculs relatifs aux fondations et les principes qui permettent de définir les charges « admissible ».

(Eléments de Géotechnique – Septembre 2003)

Il existe deux grands modes de transmission des charges des constructions au couche de sols sous jacentes : par fondation superficielle et par fondation profonde

IV-2 .2.1- Calcul de la capacité portante à partir de la méthode Pénétrömètre dynamique :

Selon l'essai au pénétrömètre dynamique, par analogie avec la méthode pénétrométriques et préssiométriques, on peut calculer une résistance dynamique équivalent en prenant la valeur moyenne sur une épaisseur $3B/2$ sous la fondation R_{de} ; alors que, sanglerat propose une relation empirique pour l'évaluation de la contrainte admissible d'une fondation superficielle dans les sols pulvérulents ou purement cohérents à partir de la résistance à la pointe du pénétrömètre dynamique d'où

$$Q_{ad} = R_d / 20$$

Q_{ad} : contrainte admissible de la fondation superficielle (KN)

R_d : résistance dynamique de point (KN / m²).

Interprétation de L'essai de pénétromètre dynamique :

Les résultats de l'essai de pénétration dynamique DPT sont en général reportés sur un graphique arithmétique ou semi logarithmique sous forme de variation de la résistance en pointe R_d en fonction de la profondeur (voir annexe).

On constate que dans cette méthode aucune définition n'a été proposé à la résistance pénétrométriques, dynamique R_d équivalent par analogie avec des méthodes pénétrométriques et préssiométriques, on peut calculer une résistance dynamique équivalente en prenant la valeur moyenne sur une épaisseur $3B/2$ sous la fondation ou l'évaluation de la contrainte admissible d'un fondation superficielle dans les sols pulvérulents à partir de cette résistance $Q_{ad} = R_d/20$.

Vues les données disponibles et récupérés de fondation et des différentiels mémoires contenant les essais réalisés sur ce site dans le laboratoire de génie-civil de l'université de Jijel ainsi que les essais réalisés par nous même au laboratoire de génie civil de l'uni de Jijel .

- vu que la construction est en voie.
- la qualité du sol augmente en profondeur (CBR>20).
- selon notre interprétation des différentiels essais de pénétromètre dynamique N° : 1, 2, 3,4 et 5 ou la valeur moyenne de R_p (résistance dynamique de point KN/ m²) varie de 20 à 40 bar de 0.5 à 4m. à partir de 4m ; la résistance de point R_p augmente progressivement donc nous choisissons de fonder notre bloc a (- 4m) en semelle filante :

Une largeur B de 2 m, (B=2m).

Un encastrement D de 4m, (D=4m).

D/B= 2 (semelle superficielle)

$$Q_{ad} = R_d / 20.$$

Pour le choix de R_d on prend selon les penetrogrammes cités une valeur moyenne de 60 bar (la valeur de refus est à éliminer) ; **$R_d = 60$ bar.**

$$Q_{ad} = R_d / 20 = 60/20 = 3 \text{ bar.}$$

Les résultats sont représentés sous forme d'un tableau

Post	B (m)	Résistance dynamique équivalente (Rd)	Contrainte admissible (Qad)(bar)
500 lits (uni de tassoust)	2m	60	3

IV-2 .2: Calcul de la capacité portante à partir des essais de laboratoire (méthode «C- φ ») :**Semelle Filante :**

La contrainte de rupture q_L sous charge verticale centrée est donnée selon le principe de superposition de Terzaghi .

$$q_L = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q_0 N_q + C N_C$$

La contrainte admissible q_a vaut :

$$q_a = q_0 + \frac{1}{F_s} \left[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q_0 (N_q - 1) + C N_C \right]$$

γ : densité apparente du sol en place.

C : cohésion du sol en place.

q_0 : pression verticale des terres.

N_γ, N_q, N_C : sont des facteurs de capacité portante ne dépendant que de l'angle de frottement interne φ .

N_γ : terme de surface.

N_q : terme de profondeur.

N_C : terme de cohésion.

Les valeurs numériques de N_γ, N_q et N_C sont données dans le tableau ci- après :

Les caractéristiques mécaniques du sol c et φ .

Selon les valeurs qu'on a pu avoir (4m) sont :

$C = 0$; et $\varphi = 30 \Rightarrow$ sol pulvérulent \Rightarrow plus de 50% d'éléments ont un diamètre à $80\mu\text{m}$.

Tableau VII : terme de portance pour fondations superficielles en fonction de l'angle de frottement (DTU 13-12).

Degrés Sexagésimaux ϕ	N_γ	N_q	N_c	Φ Degrés	N_γ	N_q	N_c
0		1,00	5,14	30	21,8	18,4	30,1
5		1,56	6,47	31	25,5	20,6	32,7
10	1,00	2,49	8,45	32	29,8	23,2	35,5
11	1,20	2,71	8,80	33	34,8	26,1	38,7
12	1,43	2,97	9,29	34	40,9	29,4	42,2
13	1,69	3,26	9,80	35	48,0	33,3	46,1
14	1,99	3,59	10,4	36	56,6	37,8	50,6
15	2,33	3,94	11,0	37	67,0	42,9	55,7
16	2,72	4,33	11,6	38	79,5	48,0	61,4
17	3,14	4,77	12,3	39	94,7	56,0	67,9
18	3,69	5,25	13,1	40	113,0	64,2	75,4
19	4,29	5,80	13,9	41	133,0	73,9	83,9
20	4,97	6,40	14,8	42	164,0	85,4	93,7
21	5,76	7,07	15,8	43	199,0	99,0	105
22	6,68	7,83	16,9	44	244,0	115,0	118
23	7,73	8,66	18,1	45	297,0	135,0	135
24	8,97	9,60	19,3	46	366,0	159,0	152
25	10,4	10,7	20,7	47	455,0	187,0	174
26	12,0	11,8	22,2	48	570,0	223,0	199
27	13,9	13,2	24,0	49	718,0	265,0	230
28	16,1	14,7	25,8	50	914,0	319,0	267
29	18,8	16,4	27,9				

Selon la classification LCPC le sol est grenu et en continent l'application des conditions demandés des le tableau LCPC on aboutit à un sable propre mal gradué.

$$Q_{ad} = (\gamma D (N_q - 1) + C N_c + (1/2 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)) / 3 + \gamma D$$

Pour un $\gamma = 2,98 \text{ t/m}^3$

$$; \emptyset = 30$$

Avec : γ : densité humide exprimée en t/m^3 ($\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$) ; selon FONDASOL

N_q , N_γ et N_c : facteurs de portances ($N_q = 10,04$; $N_\gamma = 21,8$ et $N_c = 30,1$)

D : encastrement minimum en m. (D = 4m)

D : encastrement minimum en m. ($D = 4\text{m}$)

B : largeur de fondation en m; $B = 2\text{m}$.

C : portance exprimée en t/m^2 . Dans notre cas la cohésion des sols; $C = 0$ (représentés par des sables, est nulle)

$Q_{ad} = 6,61 \text{ t/m}^2$. (0, 66 bar).

Chapitre V

Conclusion et Recommandation

Conclusion et recommandations

Après l'accomplissement de notre travail qui consistait en l'étude géotechnique du site destiné à recevoir 500 lits à l'université de TASSOUST. Nous avons aboutie que le site présentait une lithologie assez simple et homogène sur de grandes profondeurs, c'est les dépôts sableux limoneux légèrement argileux qui dominent, la coupe géologique n'a pas été établie vu le nombre de point de prélèvement qui se limite à 1 seul point.

Ces dépôts rencontrés sur les marnes miocène (burdigalien) pressentent du point de vue géotechnique de bonnes caractéristiques mécaniques spécifiques aux sols grenus tel que $(c = 0)$, $(\varphi = 30^\circ)$ un $CBR > 20$, $\gamma_d = 1,6 \text{ t/m}^3$, $\gamma_h = 2,67 \text{ t/m}^3$ et un teneur en eau assez faible vue la nature de sol.

Pour le bonne terme des ouvrages construites en grande majorité à voiles .nous avons proposé des semelles filantes qui assurent une répartition uniforme des contraintes sur la surface du sol : $B = 2\text{m}$, $D = 4\text{m}$, $L = 5\text{m}$.

La contrainte admissible varie entre 0,66 et 3 bar, la différence est due à la surestimation des valeurs des paramètres déterminés à l'aide du pénétromètre dynamique et à la valeur de cohésion qui est nulle dans le sol.

Recommandons de protéger les fondation de l'eau car ce type de sol « sable limoneux » a tendance a avoir une faible perméabilité ce qui peut causer la stagnation des eaux et des désordres dans les constructions.

algérienne
Bibliographie

Amri. K (1996) : Cinématique des déformations ductiles et fragiles de la région des Beni Belaid-Oued Zhor (Petite Kabylie). Thèse magistère. USTHB, Alger, 144P.

Bouftouha. Y (1998) : Etude des Scarnes et des indices métallifères de l'auréole métamorphique du massif granitique des Beni Toufout (Kabylie de Collo). Thèse magistère, univ de constantine.

Bouillin. J.P et Al (1970) : Définition d'un flysch Massylien et d'un flysch Maurétanien a sein des flysch allochtones de l'Algerie. C.R.A.CAD.Sc.Paris. T270. serie D.P.2249.2252.

Bouillin. J.P (1977) : Géologie Alpine de la Petite kabylie dans la région de Collo et d'El-Milia. Thèse de doctorat. Paris.

Boudelot et Al 1981 .

Bouillin et Al 1984.

Catalogue des essais d'école nationale d'Alger (ENTPA).

Corday, 1994. : Mécanique des sols.

Corday. D (1995) : Mécanique des sols (2^{em} tirage) corrigé, Paris.

Durand. Delga. M (1955) : Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique .Thèse .science. Paris .Bubl. Serv. Carte géol. Algérie.

Durand. Delga. M (1969) : Mis en point sur la structure du Nord Est de la Berberie. Bubl.serv. Carte géol. Algerie.Ns.Alger.

Djellit. H (1987) : Evolution tectono-metamorphique du socle kabyle et polarité de mise en place de nappes de flyschs en Petite kabylie occidentale (Algérie). Thèse Doct, Univ de Paris Sud, 20CP.

DTU 13-1

Eléments de Géotechnique – Septembre 2003.

Hermann ,1982.

Geevbeau (1998) : Géotechnique, mécanique des sols.

Lahonder. J. C et Al (1979) : Datation des grés numidien d'Algérie orientale conséquences structurales. C. R. Acad. Sc. Paris, t289 (D), N° 4, PP383-386.

Mahdjoub. Y et Merle. O (1990) : Cinématique des déformations Tertiaires dans le massif de Petite Kabylie (Algérie Nord occidentale) Thèse Doct, USHB, Alger, 190P.

Y. Mehdjoub (1991) : Cinématique des déformations et évolution P-T, anté -Alpine en Petite kabylie (Algérie Nord orientale), Thèse Doct., USTHB ,Alger, 133P.

Martin. P (1997) : La géotechnique principe et pratique, Masson Paris.

Ministre de l'habitat : Méthodes de sondages et d'essais des sols. Document technique réglementaire.DT.R.B.C.2.32.

Mouroux. P Margron. P, Pinte. J. C (1988) : La construction économique sur les sols gonflants.

Mattaneur (1958).

Oubadi. A (1994) : Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérites (cap Bougaroun, Bni Toufout, Filfila).Algérie Nord orientale, Thèse Doct, USTHB, Alger, 232P.

Philiponnat. G (1979) : Fondation et ouvrage en terre-Edition Erolles, Paris.

Raoult. J. F (1974) : Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du constantinois, Algérie).Thèse. Sc. Paris. Mem. Soc. Géol. Fr. ns. LIII, Mem. № 21. Paris.

Rapport. L. FANDASOIL (2003-2005) : Etude Géotechnique du site de L'université de Tassoust.

Sanglerat. J (1975) : Cours pratiques des mécaniques de la sols-tom2.

Schlosser. F (1980) : Cours sommaire de mécaniques des sols. L.C.P.C. Paris

Lehtihet, 1983.

lemoy et perrain (1960)

Bendjama.H , Grine.L : mémoire(études géotechnique et calculs des fondations au niveau de site de l'université de tassoust,2006 Jijel).

WWW.GRAC.COM: site de l'iternet.

**PLAN D'IMPLANTATION
DES TRAVAUX IN-SITU**

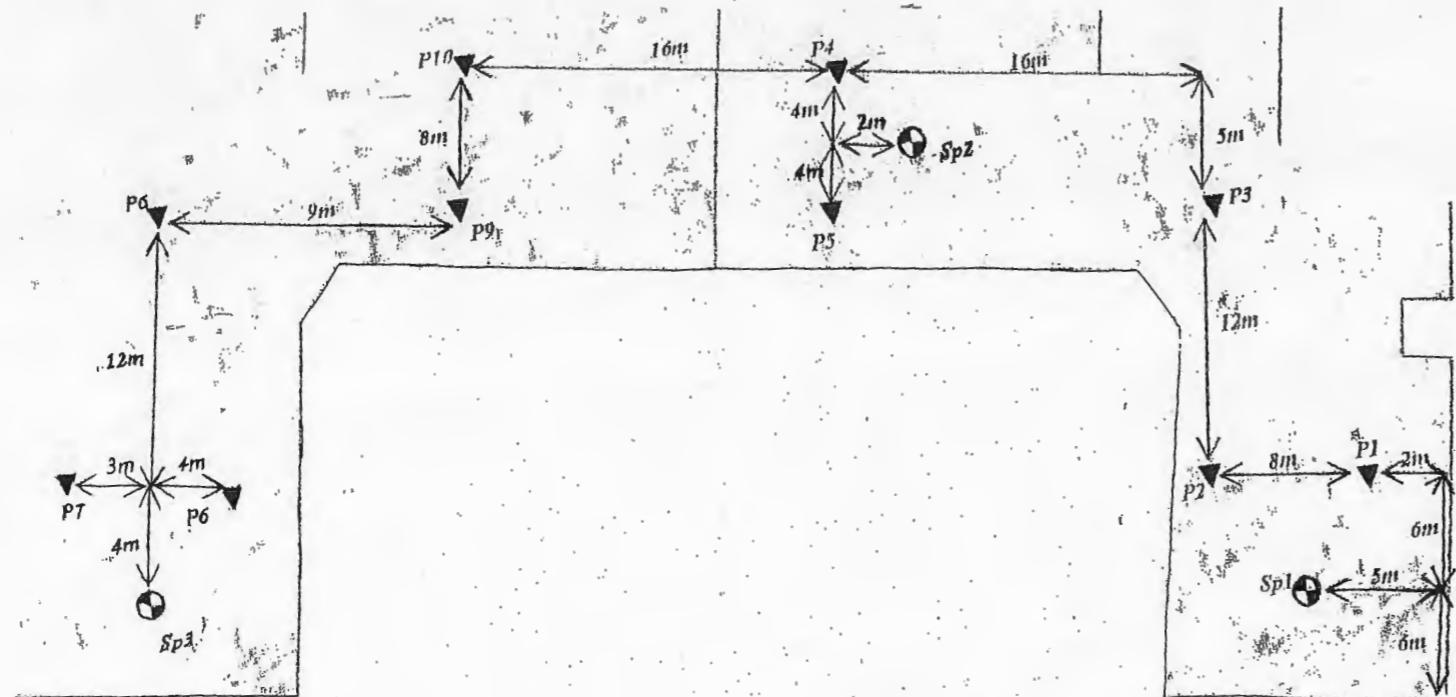
500 LITS TASSOUST

⊕ Sondages Pressiométriques

▼ Pénétromètres

1/2000

LIGNE ELECTRIQUE



ANNEXE

*-Essai de
laboratoire.*

*-Essai au
pénétromètre
dynamique*

ESSAI EQUIVALENT DE SABLE

MATERIAU: SABLE
 GRANULOMETRIE: 0/5
 PROFONDEUR: 2,5m

DATE: 2007
 OPERATEUR: Labo GENICIVIL (UNIV DJEL)

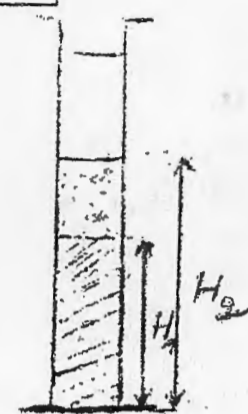
TUBE 1	RESULTATS	TUBE 2	RESULTATS	TUBE 3	RESULTATS
H2	34,5	H2	23,21	H2	
H1	7,5	H1	7,7	H1	
H'1	7,4	H'1	6,9	H'1	
E.S.V	21,73	E.S.V	33,19	E.S.V	
E.S.P	21,44	E.S.P	29,74	E.S.P	

H2= hauteur totale 21,59%
 H1= hauteur visuelle
 H'1=hauteur piston
 E.S.V= équivalent de sable visuel
 E.S.P= équivalent de sable piston

31,467

$$E.S = \frac{H1}{H2} \times 100$$

ES moy = 26,52%



ESSAI EQUIVALENT DE SABLE

MATERIAU: SABLE
 GRANULOMETRIE: 0/5
 PROFONDEUR: 5m

DATE: 2007
 OPERATEUR: Labo GENICIVIL (UNIV DJEL)

TUBE 1	RESULTATS	TUBE 2	RESULTATS	TUBE 3	RESULTATS
H2	35	H2	32,5	H2	
H1	8	H1	7,5	H1	
H'1	7,5	H'1	7,4	H'1	
E.S.V	22,85	E.S.V	24	E.S.V	
E.S.P	21,42	E.S.P	22,76	E.S.P	

H2= hauteur totale 22,13
 H1= hauteur visuelle
 H'1=hauteur piston
 E.S.V= équivalent de sable visuelle
 E.S.P= équivalent de sable piston

23,38

$$E.S = \frac{H1}{H2} \times 100$$

ES moy = 22,75%



Laboratoire

LIMITES D'ATTERBERG

PROVENANCE:

MATERIAU: SOL de 2,5 de profondeur DATE: 2007

LIMITE DE LIQUIDITE

LIMITE DE PLASTICITE

NOMBRE DE COUPS	26	26	20	20		
N° TARE	50	106	K6	K5		
POIDS TOTAL HUMIDE	42,65	43,46	72,60	51,91		
POIDS TOTAL SEC	38,67	39,28	63,81	46,46		
POIDS TARE	18,01	17,87	17,99	17,96		
POIDS EAU	3,98	4,18	8,79	5,45		
POIDS SEC	20,66	21,41	45,82	28,5		
W %	19,26	19,52	19,18	19,12		

WL = 18,98

P =

WP =

Laboratoire

LIMITES D'ATTERBERG

PROVENANCE:

MATERIAU: Sol de 5m de profondeur DATE: 2007

LIMITE DE LIQUIDITE

LIMITE DE PLASTICITE

NOMBRE DE COUPS	18	18	21	21				
N° TARE	65	AH ₂	K ₁	AT				
POIDS TOTAL HUMIDE	44,86	46,70	47,77	52,01				
POIDS TOTAL SEC	40,01	41,46	42,52	45,93				
POIDS TARE	18,07	17,87	18,04	17,70				
POIDS EAU	4,85	5,24	5,25	6,08				
POIDS SEC	21,94	23,59	24,48	28,23				
W %	22,10	22,21	21,44	21,53				

W_L = 21,1

P =

W_P =

LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BATIMENT	Labo Genie-civil univ de SIEJL							
	Désignation des échantillons { N° _____ N° Échantillon de 2,5 m de profondeur (1 ^{ère} pt) N° _____							
DOSSIER :	S. 6 ET S. 7 - ANALYSE GRANULOMETRIQUE							
POURCENTAGE DES TAMISAIRES CUMULES	CAILLOUX	GRAVIERS		GROS SABLE	SABLE FIN	LIMON	ARGILE	
XK 200 100 80 50 20 12 10 8 6 5 4 3 2 OX 100 63 40 25 12 5 3 2,5 1,25 0,5 Module 50 48 46 44 41 38 34 31 27 24 21 20 18	Diamètre équivalent (Sédimentométrie)							
	% < 80µ	S. 8 LIMITES D'ATTERBERG			S. 20 E. S.	$D_{10} = 0,2$ $D_{30} = 0,29$ $D_{60} = 0,4$		$C_u > 2 \Rightarrow$ Sol étalée. $C_u = 2$ $C_c = 1,05 \Rightarrow$ Sable propre mal graduee (L.C.P.C)
Ech.		L. L.	I. P.	L. R.				
Ech.								
Ech.								

LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BATIMENT	Labo Genie-Civil univ de Jijel																											
	Désignation des échantillons { <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>----- N°</td></tr> <tr><td>----- N° <u>Echantillon de 5 m de profondeur (1^{ère} pt)</u></td></tr> <tr><td>----- N°</td></tr> </table>					----- N°	----- N° <u>Echantillon de 5 m de profondeur (1^{ère} pt)</u>	----- N°																				
----- N°																												
----- N° <u>Echantillon de 5 m de profondeur (1^{ère} pt)</u>																												
----- N°																												
DOSSIER :	S. 6 ET S. 7 - ANALYSE GRANULOMETRIQUE																											
	CAILLOUX	GRAVIERS	GROS SABLE	SABLE FIN	LIMON	ARGILE																						
POURCENTAGE DES TAMISATS CUMULES																												
	200	100	80	50	20	12.5	10	8	6.3	5	4	3.15	2	1.25	0.8	0.63	0.4	0.2	0.1	0.08	0.05	0.02	0.01	5 μ	2 μ	1 μ	0.5 μ	0.2 μ
Module	50	48	46	44	41	38	34	31	27	24	21	20	18	Diamètre équivalent (sédimentométrie) →														
	%	S. 8 LIMITES D'ATTERBERG			S. 20																							
	< 80 μ	L.L.	I.P.	L.R.	E.S.																							
Ech. _____						$D_{10} = 0.20$ $D_{30} = 0.30$ $D_{60} = 0.42$																						
Ech. _____						$C_u > 2 \Rightarrow$ Sol étalée $C_u = 2.1$ $C_c = 1.07$																						
Ech. _____						\Rightarrow Sable propre mal graduée (L.C.P.C)																						

LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BATIMENT	Labo. Genie-civil university TITEI							
	Désignation des échantillons { <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>_____ N°</td></tr> <tr><td>----- N° <u>ECHANTILLON de 5 m de profondeur (2^{eme} pt)</u></td></tr> <tr><td>----- N°</td></tr> </table>					_____ N°	----- N° <u>ECHANTILLON de 5 m de profondeur (2^{eme} pt)</u>	----- N°
_____ N°								
----- N° <u>ECHANTILLON de 5 m de profondeur (2^{eme} pt)</u>								
----- N°								
DOSSIER :	S. 6 ET S. 7 - ANALYSE GRANULOMETRIQUE							
POURCENTAGE DES TAMISATS CUMULES	CAILLOUX	GRAVIERS	GRS SABLE	SABLE FIN	LIMON	ARGILE		
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0								
X 200 100 80 50 20 12 5 10 8 6 3 5 4 3 2 1 0,8 0,6 0,4 0,2 0,1 0,08 0,05 0,02 0,01 5µ 2µ 1µ 0,5µ 0,2µ X 100 63 40 25 12,5 6,3 3,15 2,5 1,25 0,5 Module 50 48 46 44 41 38 34 31 27 24 21 20 18	Diamètre équivalent (Sédimentométrie)							
Ech. _____	%	S. 8 LIMITES D'ATTERBERG			S. 20	$D_{10} = 0,18$ $D_{30} = 0,33$ $D_{60} = 0,48$	$C_u > 2 \Rightarrow$ Sol étalée $C_u = 2,86$ $C_c = 1,25$	
Ech. _____	< 80µ	L.L.	I.P.	L.R.	E.S.	\Rightarrow Sable propre mal graduée (L.C.P.C)		
Ech. _____								

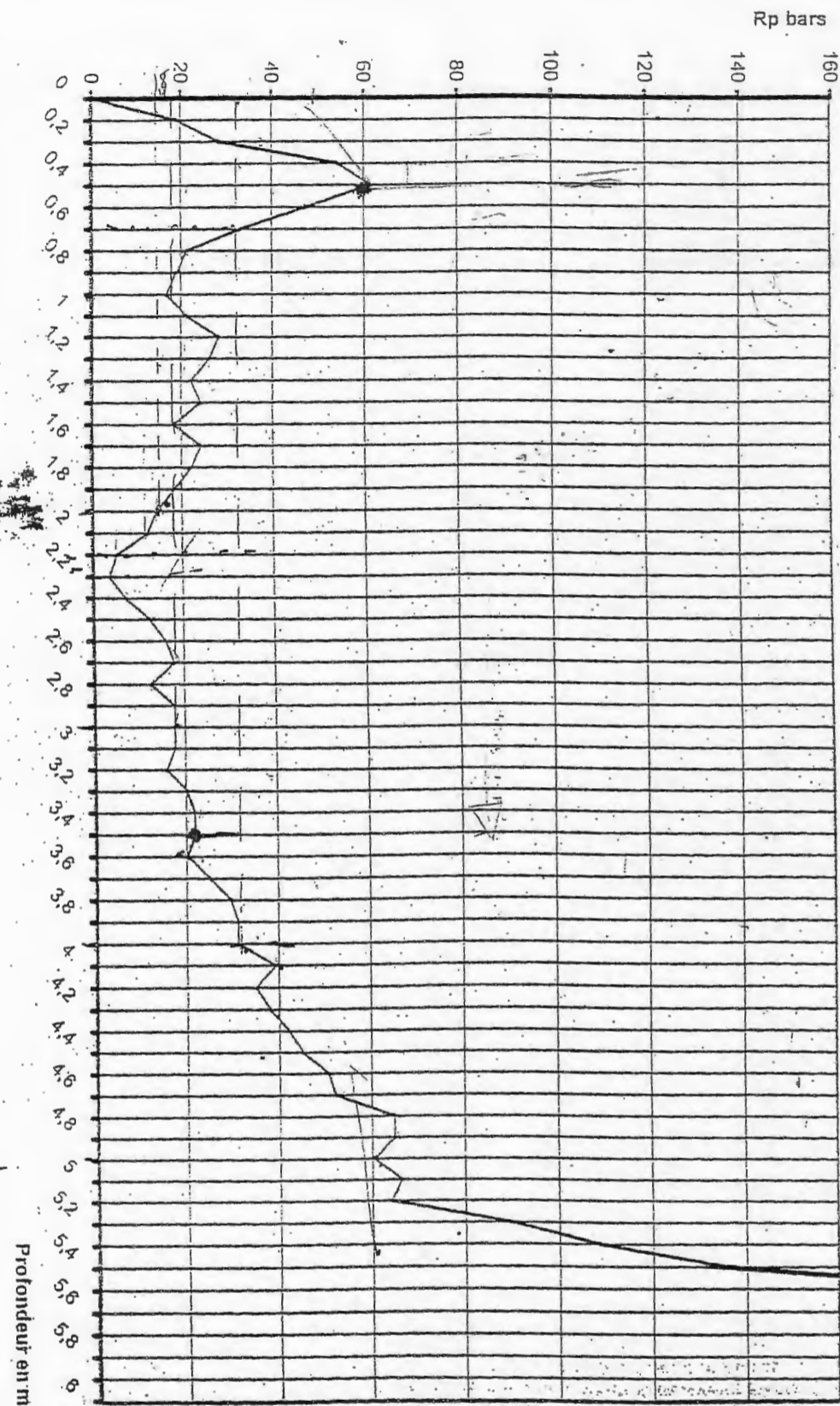
LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BATIMENT	Labo Genie-Civil universsity JIJEL					
DOSSIER :	S. 6 ET S. 7 - ANALYSE GRANULOMETRIQUE					
Désignation des échantillons	N° N° Échantillon de 2.5m du profondeur (2 ^{eme} pt) N°					
POURCENTAGE DES TAMISATS CUMULES	CAILLOUX	GRAVIERS	GROS SABLE	SABLE FIN	LIMON	ARGILE
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0						
xK 200 100 80 50 20 12 5 10 8 6 3 5 4 3 2 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0.1 0.08 0.05 0.02 0.01 5µ 2µ 1µ 0.5µ 0.2µ xO 100 63 40 25 12.5 6.3 3.15 2.5 1.25 0.5 Module 50 48 46 44 41 38 34 31 27 24 21 20 18	Diamètre équivalent (sédimentométrie)					
Ech. _____ Ech. _____ Ech. _____	% < 80µ	S. 8 LIMITES D'ATTERBERG L.L. I.P. L.R.			S. 20 E.S.	$D_{10} = 0,14$ $D_{30} = 0,25$ $D_{60} = 0,39$ $C_u > 2 \Rightarrow$ Sol étalée $C_u = 2,78$ $C_c = 1,14$ } \Rightarrow Sable propre mal graduée (L.C.P.C)

ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P1.....

LIEU :JIJEL.....

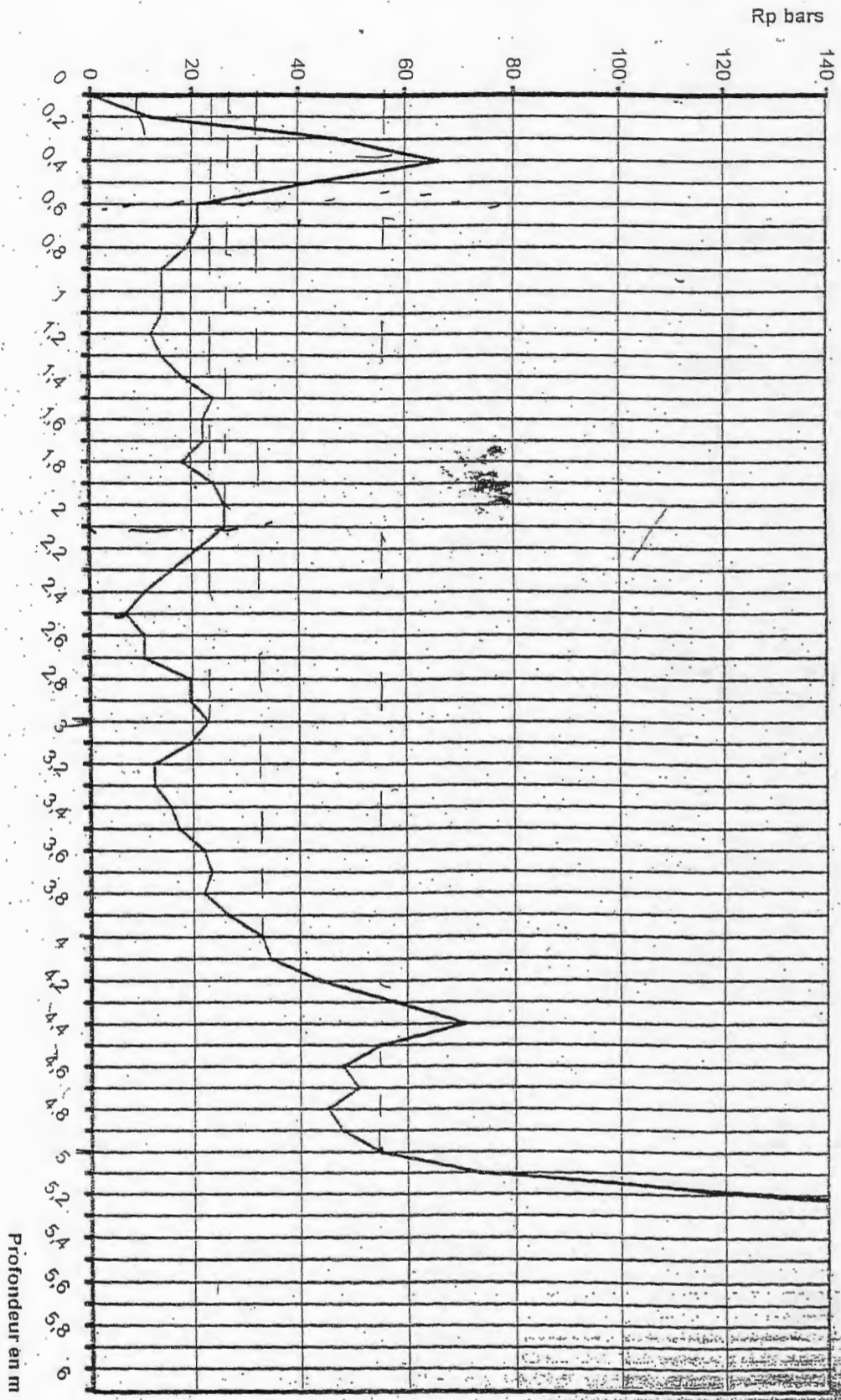


ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P2.....

LIEU :JIJEL.....

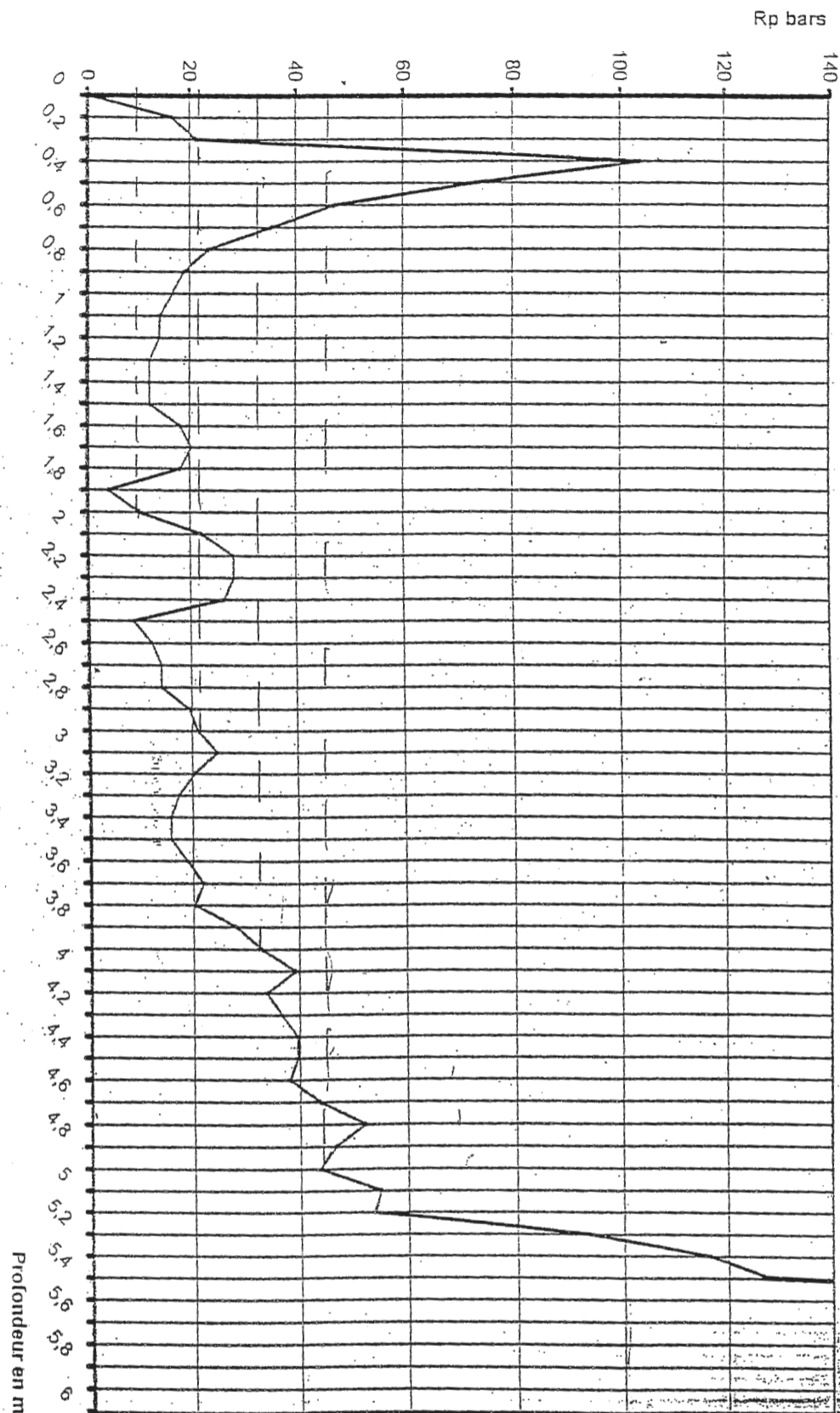


ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P3.....

LIEU :JUEL.....



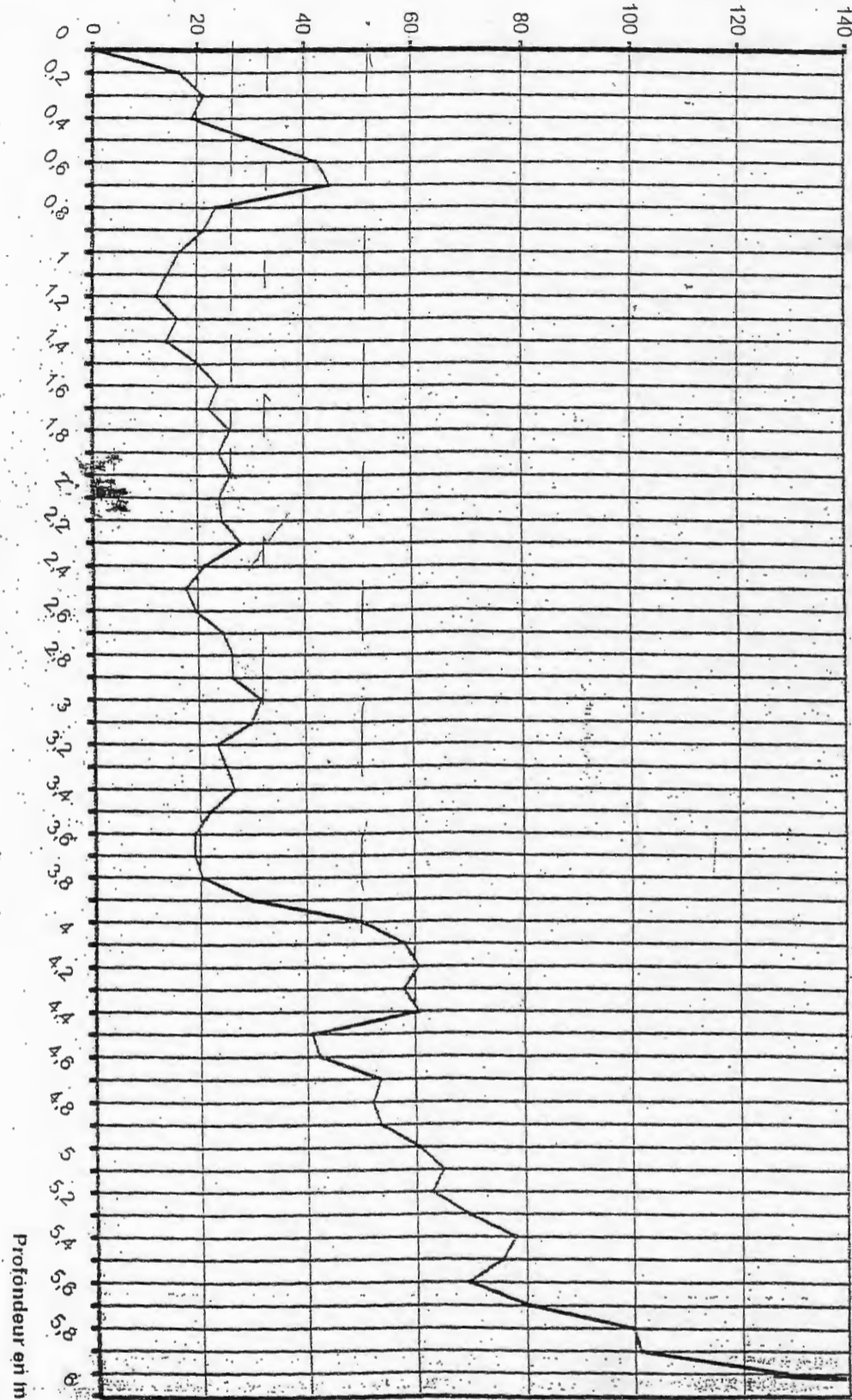
ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P4.....

LIEU :JIJEL.....

Rp bars *ou Rd (résult)*

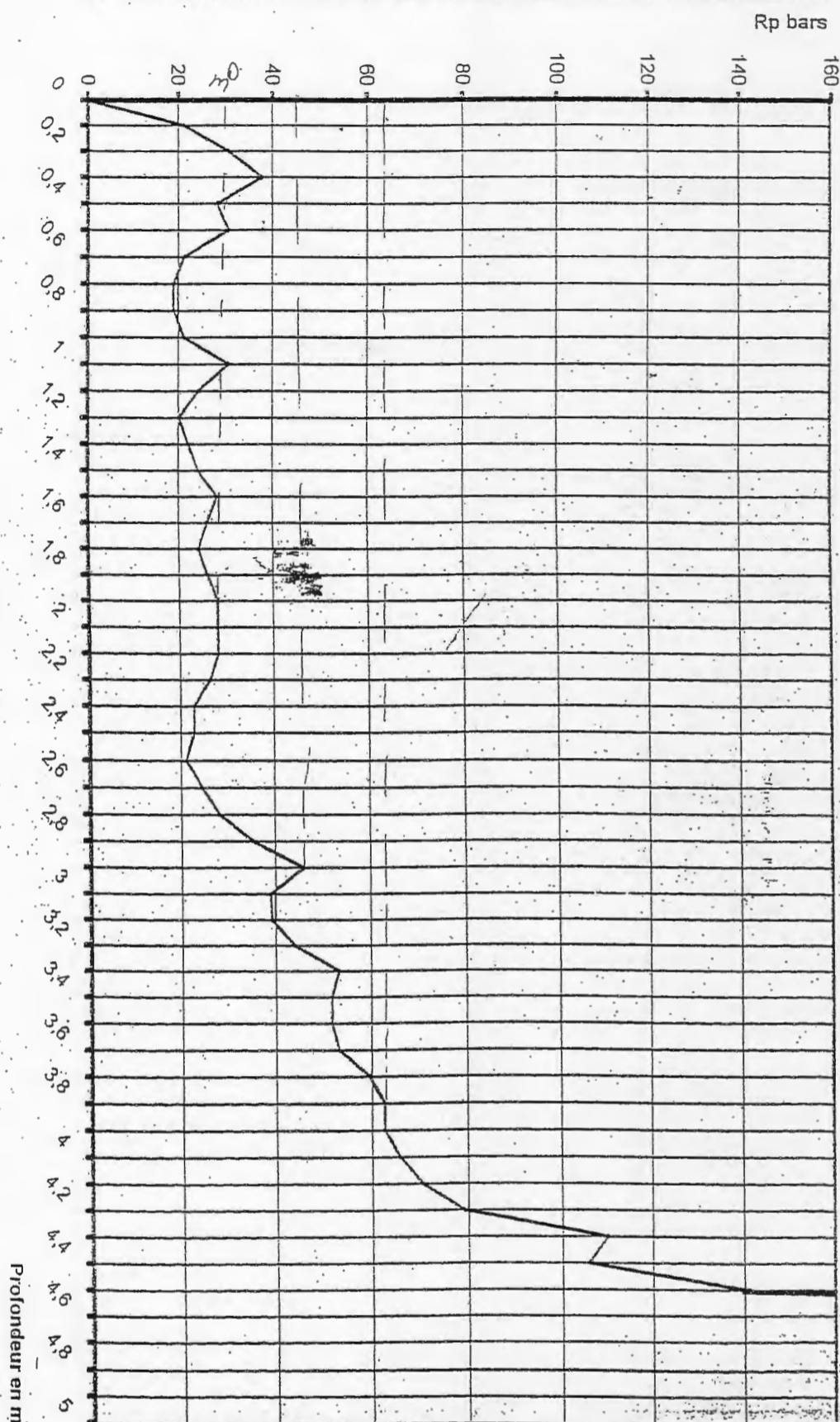


ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P8.....

LIEU :JIJEL.....



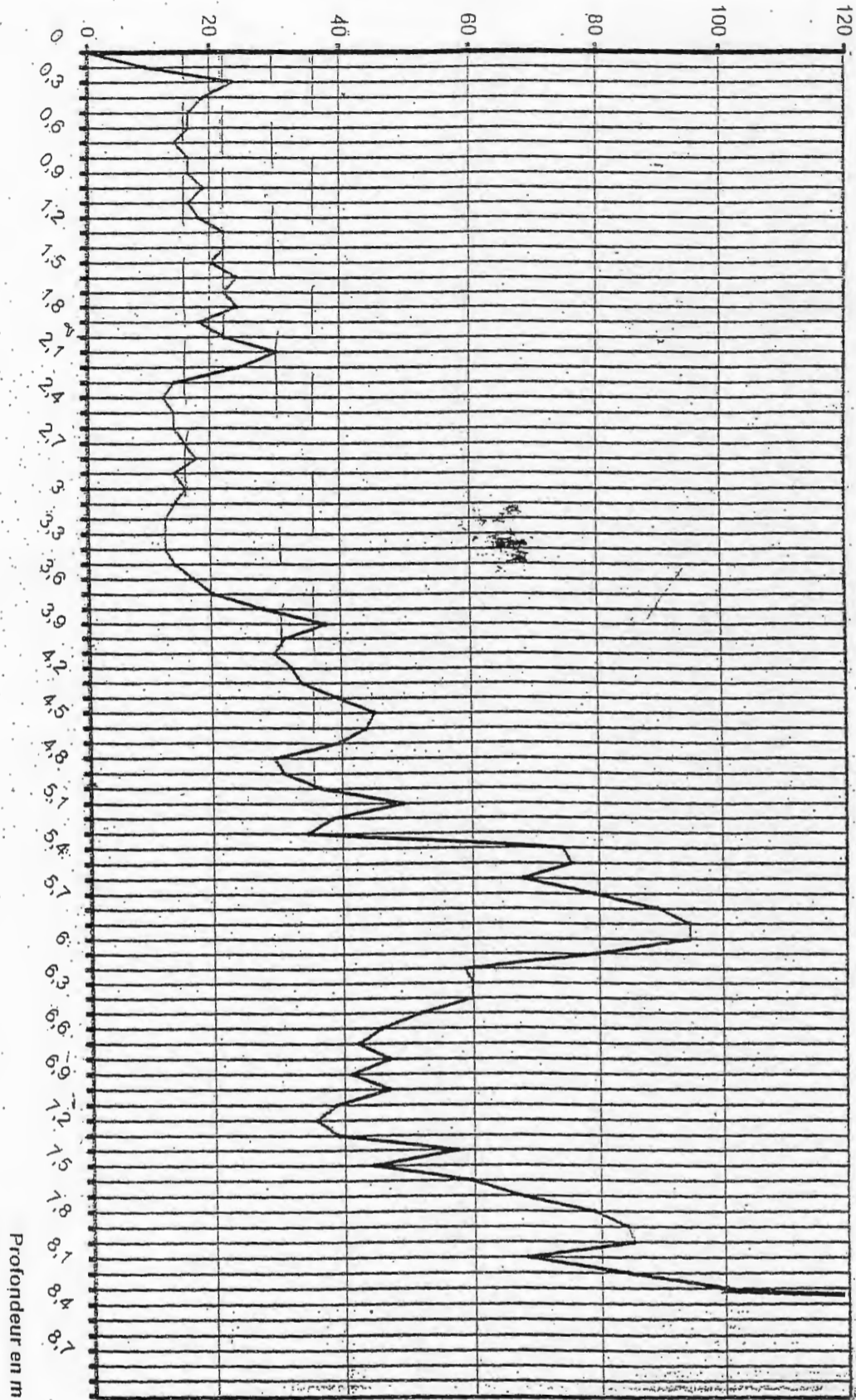
ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P5.....

LIEU :JUEL.....

Rp bars

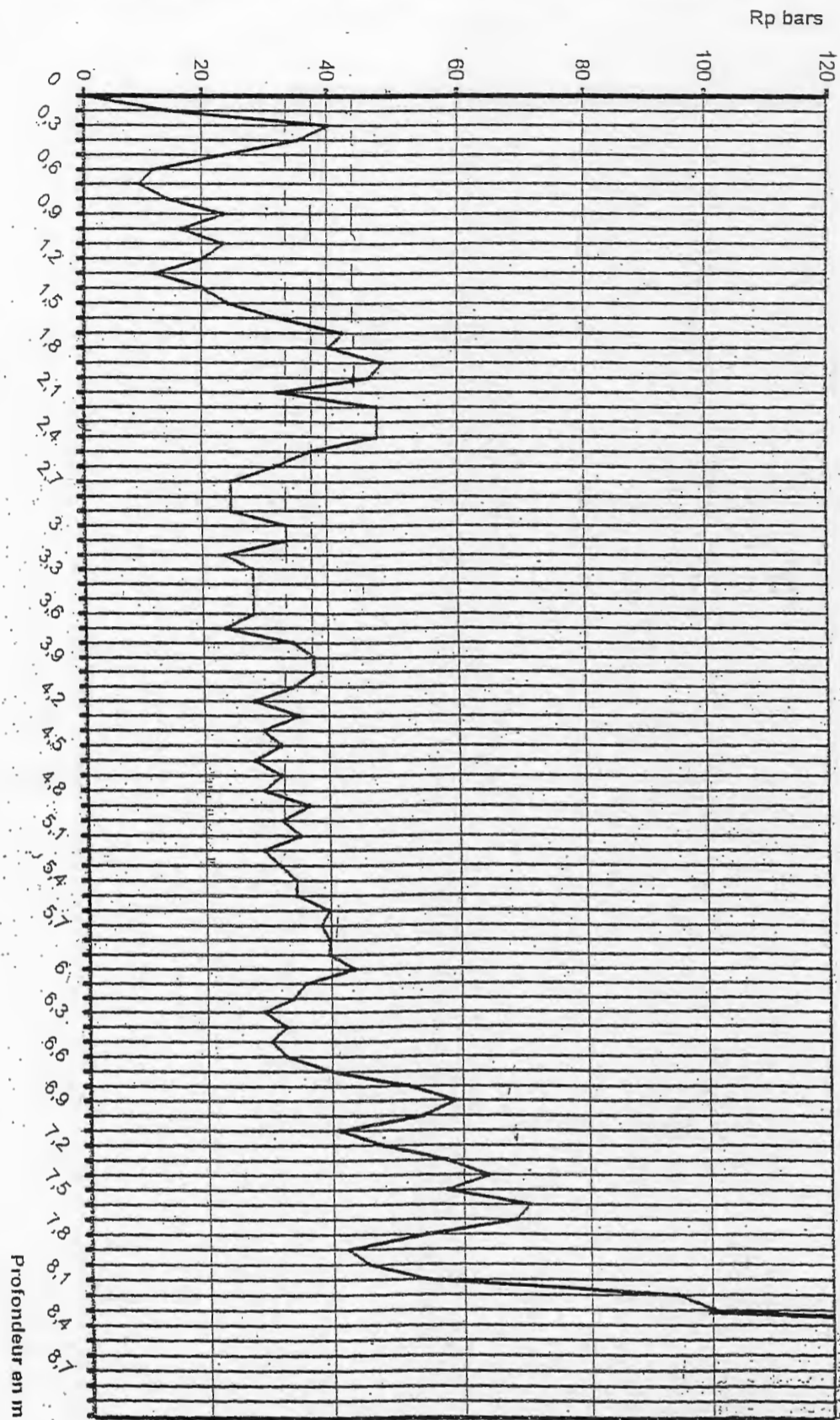


**ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE**

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P6.....

LIEU :JIJEL.....

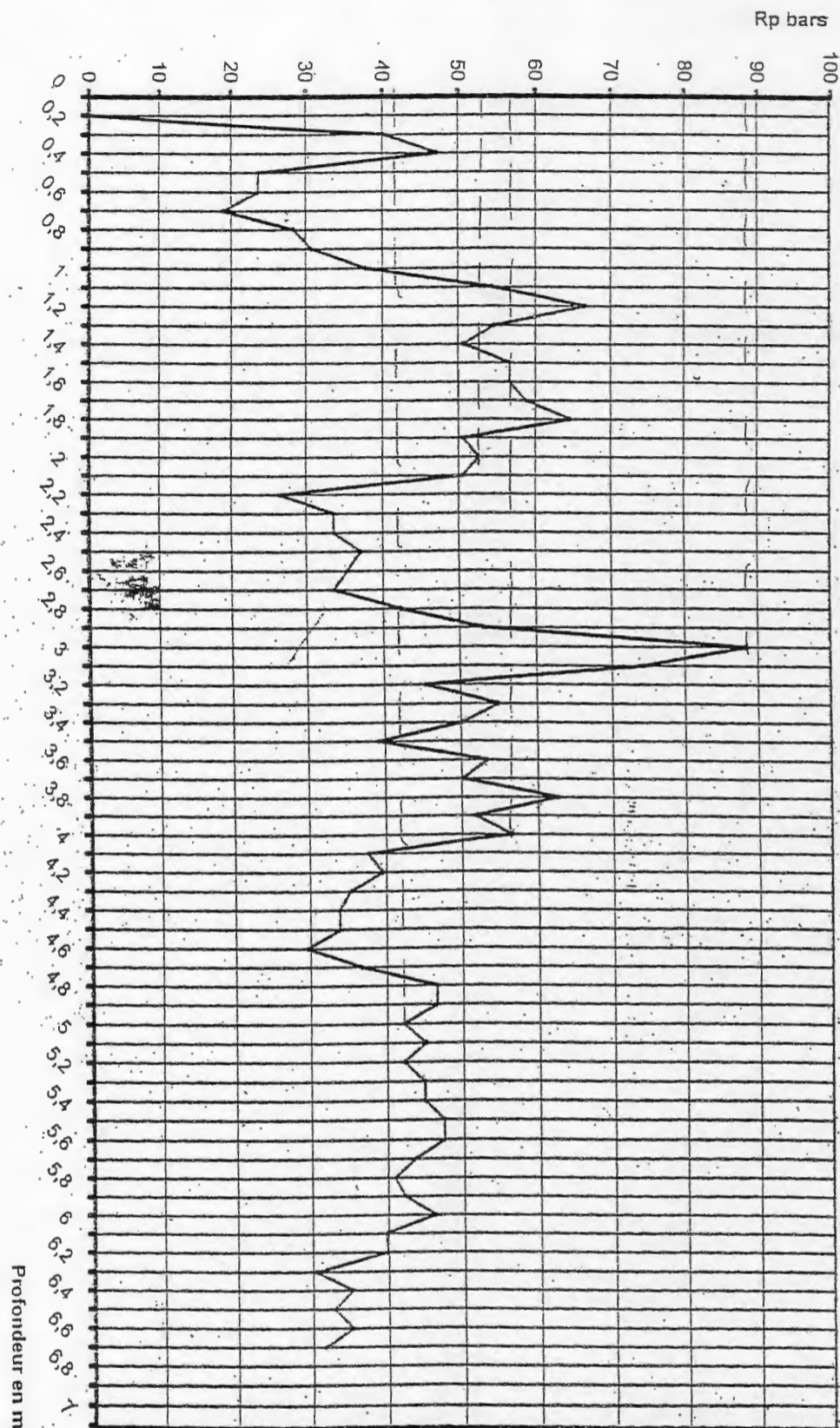


ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P7.....

LIEU :JIJEL.....



ESSAI AU PENETROMETRE
DYNAMIQUE

CHANTIER :500 Lits Tassoust.....

ESSAI N° :P9.....

LIEU :JIJEL.....

