

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**Caractérisation géologique et géotechnique de la partie  
occidentale de la baie d'Alger**

Présenté par :

**BOUGHERARA Hind**

Soutenu le 12/07 /2011 Devant le jury suivant :

Mr Gherefi.M	Maître de conférence	Président
Mr Hellel. M	Maître de conférence	Promoteur
M <sup>me</sup> Fezaa.N	Maître de conférence	Examinatrice
M <sup>me</sup> Mehdid.S	Maître assistante	Examinatrice

Promotion : 2011

# Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Dieu tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volanté, pour réalisé ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciement à :

Monsieur Hellel.M, maître de conférences (ENSSMAL) pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire.

Monsieur Guerefi.M, maître de conférences(ENSSMAL) qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Madame Fazaa.N, maître assistante (ENSSMAL) pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Madame Mehdid.S, maître de conférences(ENSSMAL) pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Monsieur Belhouchet.F, ingénieur en génie civil au sein de BET/BEREP pour sa contribution à ce travail.

Notre profonde reconnaissance au personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont aidés de pré ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Nous somme reconnaissants à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à toute personne qui nous a appris une lettre ou une phrase, qu'ils trouvent ici notre gratitude et un petit fruit de leurs sueurs.

# Dédicaces

*A mes chers parents, pour leur amour, leur confiance, leur soutien moral et surtout pour leurs sacrifices pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.*

*A mes chères sœurs, et mon cher frère.*

*A toute ma famille et à tous mes amis et camarades.*

## **Sommaire :**

## **Introduction générale**

### **Chapitre I : Géologie régionale.**

I-1 : Situation géographique.....	1
I-2 : Cadre géologique.....	2
I-2-1 : Géomorphologie de la région d'Alger.....	2
I-2-2-1 : Le massif de Bouzereah ou le massif d'Alger.....	2
I-2-2-2 : Le sahel d'Alger.....	2
a) Le plateau mollassique.....	2
b) Le sahel marneux.....	2
c) Le piémont Sud de Sahel.....	3
I-2-2-3 : La pleine de Mitidja .....	3
I-2-2-4 : La pleine littoral d'El Djamila .....	3
I-2-2-5 : Le cordon littoral dunaire .....	3
I-3 : Stratigraphie de la région d'Alger.....	3
3-1 : Les formations quaternaires.....	3
3-2 : Dépôt pléistocène.....	3
a) La formation d'El Harrach .....	3
b) La formation de Mitidja.....	4
c) La formation de Mazafran.....	4
d) Les dépôts de piémont d'Atlas.....	4
I-3 : Aperçu hydrographique.....	5
a) Le socle métamorphique.....	5
b) Le tertiaire.....	5
1- Nappe de Mitidja.....	5
2- Nappe du plateau mollassique d'Alger .....	5
c) L'aquifère du quaternaire.....	5
I-4 : Cadre sismotectonique .....	6

a) La faille de Sahel.....	7
b) La faille de Tipaza .....	7
c) Faille en mer méditerranée.....	7
d) La faille de Mehelma.....	7
Conclusion .....	8

## **Chapitre II : Géologie locale .**

Introduction .....	9
1- Géologie de surface.....	10
2- Lithologie de secteur d'étude.....	11
A) Les roches métamorphiques .....	12
B) La marne grise du plaisancien.....	12
C) Les formations astienne.....	13
D) Les formations quaternaires.....	14
3- Les niveaux piézométriques.....	18

## **Chapitre III : Caractérisation géotechnique.**

<b>Introduction .....</b>	<b>19</b>
1- Caractérisation géotechnique du sous sol du site .....	19
a) Essais au laboratoire 2.....	19
b) Essais in situ .....	19
2- Caractérisation géotechnique des différentes unités lithologiques.....	20
2-1 : Unité I le socle cristallophyllien .....	20
2-2 : Unité II Les sables.....	20
2-2-1 : Caractéristiques physiques .....	20
2-2-2 : Caractéristiques mécaniques .....	21
2-3 : Unité III Les argiles .....	22
2-3-1 : Caractéristiques physiques.....	23
2-3-2 : Caractéristiques mécaniques .....	25
2-4 : Unité IV Le grés .....	26
2-4-1 : Caractéristiques physiques .....	26
2.4.2 : Caractéristiques mécaniques .....	27

2-5 : Unité V la marne .....	29
2-5-1 : Caractéristiques physiques .....	29
2-5-2 : Caractéristiques mécaniques .....	30
3- Caractéristiques mécaniques in situ .....	32
Conclusion .....	33

**Référence bibliographiques**

**Annexe**

### **Listes des figures :**

- Figure 1 :** Situation géographique de zone d'étude, fond Google Earth (Juillet 2009).
- Figure 2 :** Carte géologique de la région d'Alger (JICA, 2006).
- Figure 3 :** Carte du niveau d'eau souterraine dans la région d'Alger.
- Figure 4 :** carte d la région des principales failles actives de l'Algérois ; extrait de la carte sismotectonique de la région d'Alger (CGS ; 1998).
- Figure 5 :** Classification sismique des wilayas d'Algérie (CGS, 2003).
- Figure 6 :** Géologie de site d'étude (modifié de la carte géologique de la région d'Alger JICA 2006).
- Figure 7 :** Plan d'implantation des coupes lithologiques et sondages.
- Figure 8 :** Photo montrant des carottes de marnes grises du plaisancien (TREVI ,02/2005).
- Figure 9 :** Photo montrant des carottes des formations astiennes et quaternaire.  
(Sondages carotté du projet station métro d'Alger au niveau du Jardin d'Essai02/2005)
- Figure 10 :** Coupe lithologique corrélatrice AA'.
- Figure 11 :** Coupe lithologique corrélatrice BB'.
- Figure 12 :** Coupe lithologique corrélatrice CC'.
- Figure 13 :** Coupe lithologique corrélatrice DD'.
- Figure 14 :** Coupe lithologique corrélatrice EE'.
- Figure 15 :** Fuseau granulométrique du sable.
- Figure 16 :** Classification du sable dans le diagramme de Casagrande.
- Figure 17 :** Fuseau granulométrique des argiles.
- Figure 18 :** Classification des argiles dans le diagramme de Casagrande.

**Figure 19 :** Fuseau granulométrique des grés.

**Figure 20 :** Classification des grés dans le diagramme de Casagrande.

**Figure 21 :** Fuseau granulométrique des marnes.

**Figure 22 :** Classification des marnes dans le diagramme de Casagrande.

### **Liste des tableaux :**

**Tableau 1 :** Profondeur du niveau d'eau dans le secteur d'étude.(a) après G.A.A.M.A ,(b) d'après L.N.H.C.

**Tableau 2 :** Caractérisation géotechnique des sables.

**Tableau 3 :** Caractérisation géotechnique des argiles.

**Tableau 4 :** Caractérisation géotechnique des grés.

**Tableau 5 :** Caractérisation géotechnique des marnes.

**Tableau 6 :** Résultats des essais pressiométriques.

**Tableau 7 :** Résultats des essais pénétrométriques.

### **Liste des organismes :**

**CTTP** : Control National de Recherche Appliqué en Génie Parasismique (Hussein-Dey, Algérie).

**DHW** : Direction d'Hydraulique de la Wilaya d'Alger.

**EMA** : Entreprise du Métro d'Alger.

**LCTP** : Laboratoire Central des Travaux Publics

**LNHC** : Laboratoire National de l'Habitat et de la Construction (Rouiba,Oued Smar)

# **Introduction générale**

## **Introduction générale :**

La reconnaissance des sols permet d'appréhender les problèmes qui peuvent se poser lors de l'étude d'un projet de construction ou lors de l'expertise d'un sinistre. La reconnaissance des propriétés d'un terrain constitue le lien entre la cause d'un sinistre et les remèdes que l'on propose de mettre en place.

Notre site d'étude est une partie située à l'ouest de la baie d'Alger entre la grande poste et El Hamma.

Notre étude est de caractériser les sols de cette zone de point de vue géotechnique et géologique et d'analyser sa stabilité générale ainsi que sa constructibilité.

Sur le plan pratique cette étude constitue une base de données qui servira d'outils d'aide à la décision pour les futurs développements urbains mais aussi de dégager des recommandations liées à la constructibilité de notre zone d'étude dans le contexte d'un développement durable. Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons suivie le plan suivant :

- 1) Synthèse bibliographique : elle a consisté en la récolte et la synthèse de publications, documents et rapports établis dans les domaines géologiques, hydrogéologique, géotechnique et d'aménagement concernant la région d'Alger en général et du site d'étude en particulier.

Les documents consultés sont essentiellement des cartes géologiques, des topographies aériennes ainsi que des travaux universitaires.

Nous avons également dépouillé et étudié quelques archives d'organismes intervenant dans le domaine du sol de manière générale (LCTP, CTP, LNHC, DHW, EMA.....).

- 2) Synthèse et interprétation : afin d'évaluer les caractéristiques des sols de la zone considérée, on a d'abord synthétisé puis interpréter les résultats brutes d'essais géotechnique effectué par les organismes suscités qui portent sur les analyses physiques et mécaniques des sols au laboratoire.

**Chapitre I :**  
**Géologie régionale**

## 1-Situation géographique :

La baie d'Alger s'étend au débouché du bassin de la Mitidja. Elle est limitée à l'Ouest par le massif de BOUZAREAH et à l'Est par le cap Matifou. Au Sud par le bassin de la Mitidja et au nord par la mer Méditerranée.

Notre zone d'étude est prise entre la Grande Poste et El Hamma, située dans la partie occidentale de la baie d'Alger. Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord
- Le secteur Ruisseau à l'Est
- La rue Mohamed Belouizded au Sud
- La place Emir à l'Ouest



**Figure 1** : Situation géographique de la zone d'étude

Fond Google Earth (Juillet 2009)

### **2-Cadre Géologique :**

#### **2-1 : Géomorphologie de la région d'Alger**

La région d'Alger peut être subdivisée en plusieurs ensembles géomorphologiques d'âge et de nature distincts.

##### **2-1-1 : Le massif de Bouzaréah ou le massif d'Alger :**

Selon une direction Est –Ouest, il s'étend à une longueur de 20 Km et sa largeur maximale est de 6Km. Ce relief constitué de roches cristallophylliennes et boisé est recoupé par un réseau de talwegs profonds. Sa topographie est très accidentée et son sommet qui culmine à 470m constitue le point le plus haut de la région d'Alger.

Les piémonts Nord et Est de ce massif forment la côte abrupte et déchiquetée comprise entre Ain Benian et le port d'Alger.

##### **2-1-2 : Le Sahel d'Alger :**

Il englobe tous les petits reliefs qui s'étendent de Bouzaréah (au Nord) et les rives gauches de l'Ouest d' El Harrach (au Sud et Sud-Est) et à droite de l'Oued Mazafran (au Sud-Ouest) on y distingue :

a) Le plateau molassique :

Cet ensemble essentiellement calcaro-gréseux à lumachelle et marnes jaunes se compose de plateaux étagés sur lesquels sont construits plusieurs quartiers d'Alger (Ben Aknoun, El Madania, Bir Mourad Raïs).Ce plateau est limité par de grandes falaises.

b) Le Sahel marneux :

Ce faciès marin à marnes bleues se caractérise par une topographie mamelonnée, parcourue par un réseau hydrographique chevelu, typique des terrains peu perméables.

c) Le piémont Sud du Sahel :

Il est formé de dépôts continentaux argilo-caillouteux rouges à bruns, qui offrent des pentes assez fortes tournées vers la Mitidja.

### **2-1-3 : La pleine de la Mitidja :**

Allongée suivant un axe générale Ouest Sud-ouest et Est Nord-est, limité au Nord par le Sahel d'Alger et au Sud par l'Atlas de Blida. Cette pleine est couverte de dépôts quaternaires continentaux d'argile et de gravier alternés(Alem et Belbekkouche,2007). Elle est parcourue par Oued El Harrach et Oued Hamiz et par quelques uns de leurs affluents tels que : Oued Djemâa, Bouroumi, Smar, Barek, Guergour.

### **2-1-4 : La pleine littoral d'El Hamma :**

Limitée au Sud par la corniche molassique, à l'Est par le massif de à l'Ouest par l'Oued El Harrach, cette petite plaine alluviale côtière a une altitude qui varie de 2 à 15 mètres.

### **2-1-5 : Le cordon littoral dunaire :**

Il s'agit d'une petite barrière sablo-gréseuse allongée parallèlement au rivage. Elle se développe entre la rive droite d'Oued El Harrach et Bordj El Bahri, bordant au Nord la partie des zones basses septentrionales de la Mitidja.

## **3 - Stratigraphie de la région d'Alger :**

La région d'Alger a connu une très grande lacune de sédimentation au cours du Secondaire et début du Tertiaire (Éocène-Oligocène) seul le Primaire et le Mio-plio-quaternaire y est représenté, mais la formation la plus importante est celle du quaternaire.

### **3-1 : Les formations quaternaires :**

La mer réoccupe la zone septentrionale de la région d'Alger au Calabrien. Elle correspond à une oscillation positive du niveau marin dans un contexte globalement régressif.

La répartition des dépôts pléistocènes est dirigée par la composition du glacio-eustatisme et des mouvements tectoniques post-Astienne.

Les terrasses marines étagées dans le secteur occidental du sahel (unités transgressives inverse) et superposées dans sa partie orientale (Unités transgressives) attestent de la relation tectonique-sédimentation tout au long du Plio-quadernaire, d'une façon générale chaque cycle climato-sédimentaire est surmonté par des formations continentales qui matérialisent les phases régressives.

### **3-2 : Dépôts pléistocènes continentaux :**

Le faciès continental villafranchien est à cheval sur les étages pliocènes et Pléistocènes. On trouve largement représenté dans la Mitidja et sur les bordures :

a) La formation d'El Harrach :

La villafranchien est connu sous le nom de formation de marnes El Harrach. C'est une séquence relativement uniforme d'argiles jaunâtre ou grise par endroits, avec quelques cailloutis et lentilles de gravier épaisses de 2 à 6 mètres. La série de marne, épaisse de 200m environ, diminue d'épaisseur vers l'Atlas. Les marnes sont visibles à El Harrach, sur le flanc Sud du Sahel et l'extrémité occidentale de la plaine de la Mitidja.

b) La formation de la Mitidja :

Représentée dans toute la plaine de la Mitidja à l'exception de la partie occidentale, cette série compte une épaisseur moyenne de 100 à 200 mètres, diminuant vers les bordures de la baie d'Alger. Elle comprend des matériaux grossiers : graviers, galets, hétérométriques, dans une matrice-argileuse.

c) Les formations de Mazafran :

Ces formations sont constituées de limons gris et d'argile limoneuse que l'on rencontre dans les zones basses de la plaine de la Mitidja, sur une épaisseur de 10m en moyenne.

d) Les dépôts de piémont de l'Atlas :

Ils sont constitués de gros éléments anguleux emballés dans une matrice limoneuse et couche de gravier. Le territoire repose essentiellement sur des roches schisteuses avec une présence de granit et de grès. Les sols sont saturés, souvent caillouteux, de profondeur variable. On note également la présence de tuf. Quant aux plaines littorales, elles sont constituées de sols sableux moins unifiés à l'Est (Bordj El kiffan) convenant aux cultures maraîchères. (Akif Fet Cheniti F, 2006).

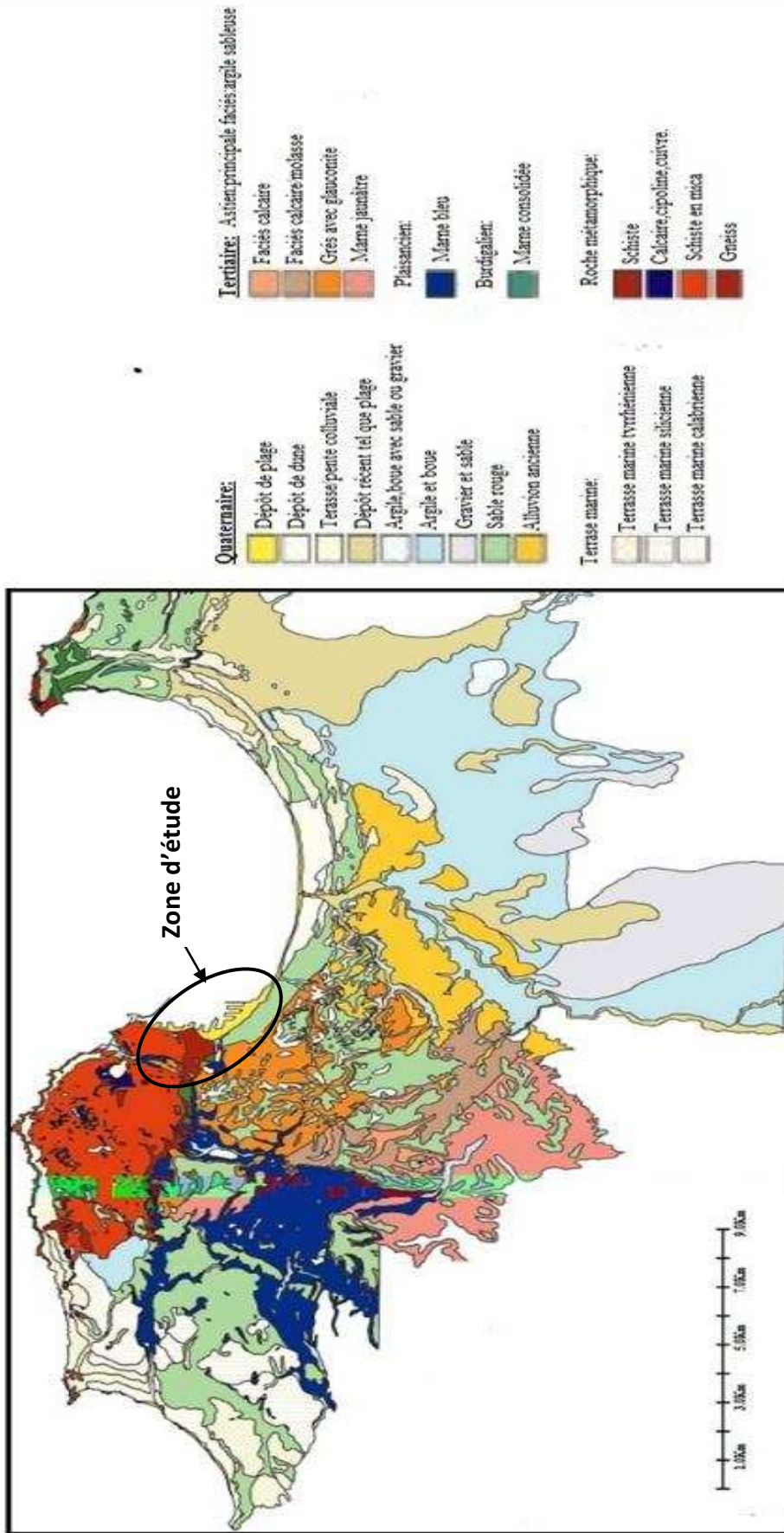


Figure 2 : Carte géologique de la région d'Algier (JICA, 2006)

### I-4 : Aperçu hydrographique :

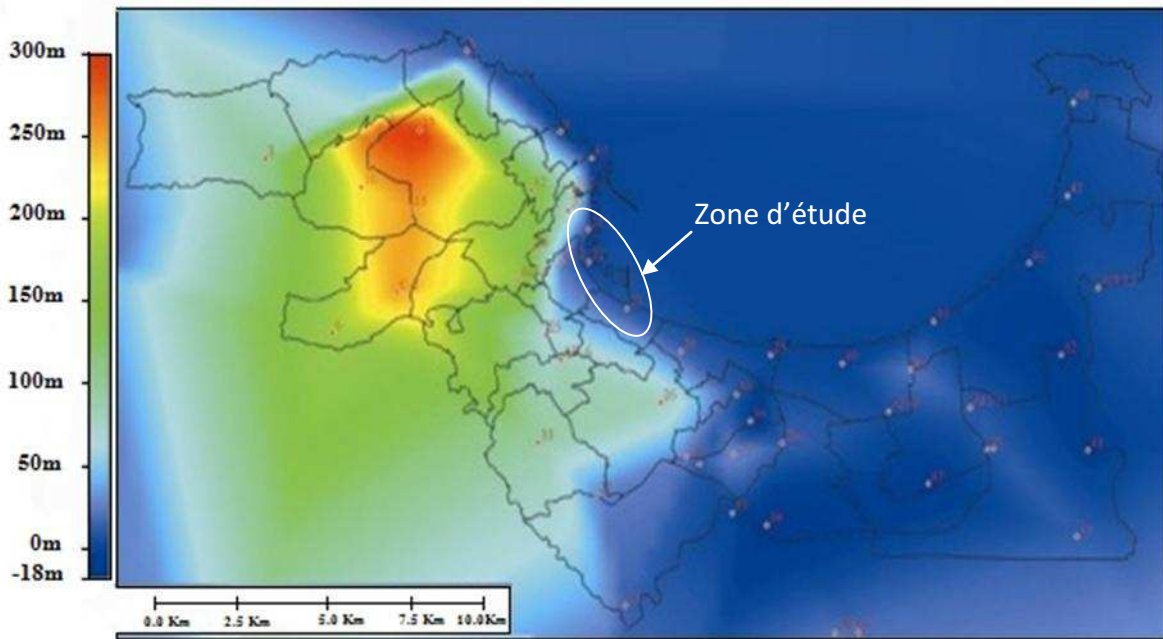
La région d'Alger est constituée de trois principaux aquifères :

- a) Le socle métamorphique : Il existe une présence d'eau dans le socle métamorphique, qui se manifeste sous forme de résurgence (sources) ou de nappe (cas des puits domestique de la Casbah). Il s'agit d'une eau localisé dans les fissures diaclase et fracture.
  
- b) Le tertiaire : Le terrain aquifère le plus important de la région d'Alger est la mollasse astienne. Le mur de cette nappe est représenté par les argiles marneuses bleues du plaisancien. Ce contact astien-plaisancien est jalonné par une multitude de résurgences. Cet aquifère est subdivisé en deux nappes :

1-Nappe de la Mitidja : Elle est captée par de nombre forage d'A.P.E. Cette nappe est bien connue par suite de la reconnaissance géologique et hydrogéologique faite dans le site.

2-Nappe du plateau mollassique d'Alger : C'est une nappe libre dont les eaux ont été exploitées pour l'alimentation en eau potable d'Alger, suite au captage des sources d'El Hamma, de Telemely et de Ben Aknoun.

- c) L'aquifère du quaternaire : Il est formé, principalement, des alluvions récentes, qui passent latéralement aux sables rouges, constitué par le produit d'altération des terrains astiens. Un certain nombre de puits traditionnels captent ces formations à une profondeur variant de 14 à 20 mètre(Meziane et Balit,2006).



**Figure 3 :** Carte du niveau d'eau souterraine dans la région d'Alger

### 5 - Cadre sismotectonique :

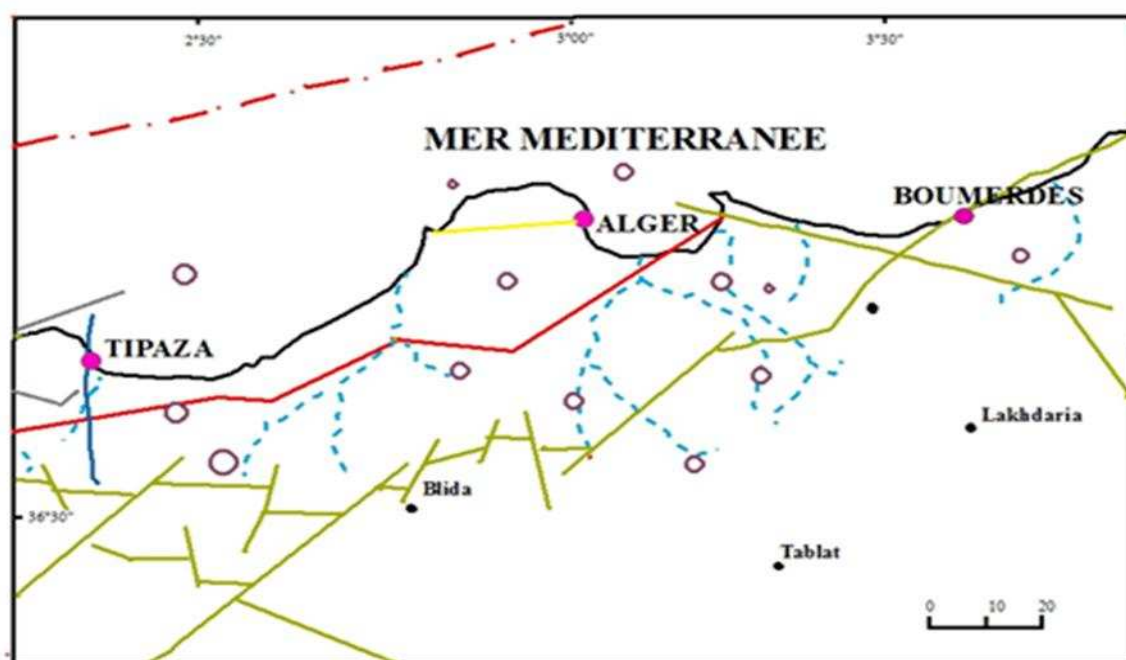
L'Algérie du Nord se situe dans une région marquée par la présence de plusieurs failles. Nous assistons actuellement à un mouvement de convergence entre les plaques tectoniques africaines et eurasiennes. La vitesse de raccourcissement entre les deux plaques est estimée à 5 et 6 mm/an de la région d'Alger.

Le rapprochement des deux plaques se manifeste sous forme de séismes de magnitudes plus ou moins élevée dont le maximum est celui de Zemmouri.

Les principales failles actives dans l'Algérois sont :

- a) La faille du Sahel : C'est une faille inverse située sur environ 10Km de notre zone d'étude. Elle affecte toute la partie nord de la Mitidja qui se prolonge probablement en mer. C'est l'accident le plus important dans la région d'Alger.
- b) La faille de Tipaza : Elle constitue la limite entre la morphostructure de surrection du Chenoua et le bassin de subsidence de la Mitidja. Cette faille a une orientation N-S.

- c) Faille en mer (méditerranée) : Orientée WSW-ESE l'activité tectonique, plio-quadernaire de cette faille qui est située entre le bassin marin en méditerranée et le bloc continental du sud. Elle peut engendrer un séisme de magnitude maximale de 7.0.
- d) La faille de Mahelma : Sur la rive droite de la cluse d'Oued Mazafran un escarpement de direction ENE-OSO affecte les terrasses marines de Mehalma avec un linéament qui s'étale sur 6Km de long entre l'oued Mazafran et le village de Souidania. C'est une faille cachée ou aveugle et marquée par les terrasses quadernaires fortement tiltées.



### Légende:

#### Failles:

- - - Faille en mer méditerranéenne
- Faille de l'Atlas blidéen
- Faille de Sahel
- Faille de Bouzeréah
- Faille de Tipaza
- Faille de Chenoua

#### Magnitude:

- Plus de 6
- 5 à 6
- 4 à 5
- 3 à 4

**Figure 4 :** Carte de la région des principales failles actives de l'Algérois ; extrait de la carte sismotectonique de la région d'Alger (CGS ; 1998)



### **Conclusion :**

Notre secteur d'étude se situe dans une région de forte sismicité, zone III (CGS 2004), cette menace sismique est due aux nombreuses failles qui l'entourent :

- La faille du Sahel au Sud sur une distance de 10 Km.
- La faille de Mahelma au Sud-Est sur une distance de 8 Km.
- La faille de Tipaza à l'Ouest sur une distance de 8 Km.
- La faille en mer Méditerranée au Nord.

Vu ce degré de sismicité qui peut causer des séismes de grandes magnitudes, les constructions doivent répondre aux RPA (règles parasismiques algériennes) (CGS,2004).

**Chapitre II :**  
**Géologie locale**

### **Introduction :**

La reconnaissance du secteur d'étude est basée principalement sur l'étude de la carte géologique et les résultats des 40 sondages carottés effectués par LNHC, GEMA, G.A.A.M.A.

La synthèse de ces données nous a permis d'établir des coupes corrélatives des terrains traversés et de déterminer également :

- La nature lithologique des formations rencontrées.
- La géométrie des formations rencontrées.
- Les propriétés physico-chimiques des formations rencontrées.

### **1- Géologie de surface :**

D'après la carte géologique détaillée de la région d'Alger (Figure 6) on a pu déduire deux zones distinctes :

#### Zone I :

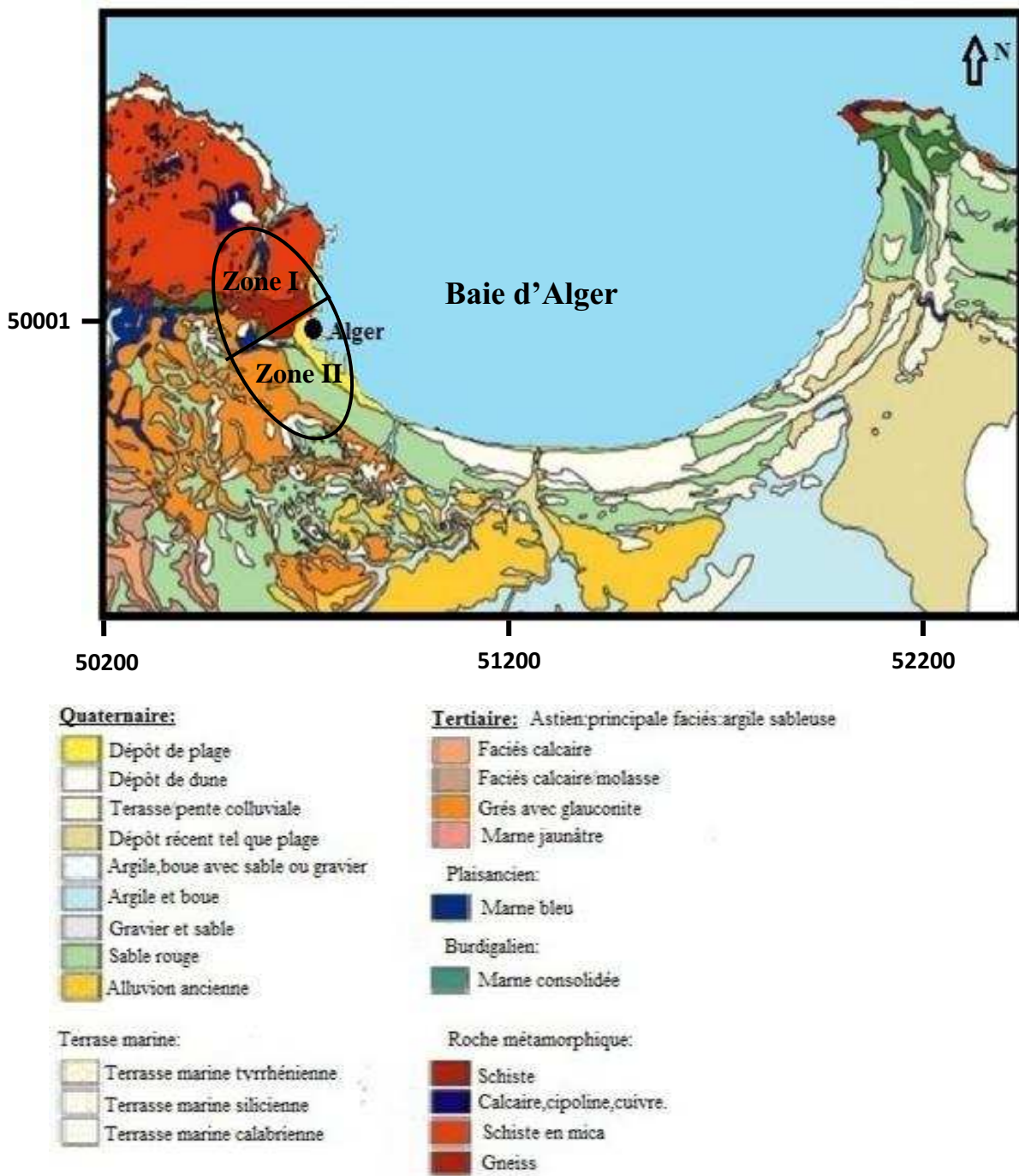
Recouverte par les roches métamorphiques qui sont représentées par :

- Micaschiste : Recouvre la partie ouest de la zone d'étude.
- Gneiss : Recouvre la partie est de la zone.

#### Zone II :

Recouverte essentiellement par les formations quaternaires et astiennes :

- Dépôt de plage (plages) : Développés le long de la côte.
- Dépôt de dune.
- Grés : Développés à l'extrémité sud-est de la zone

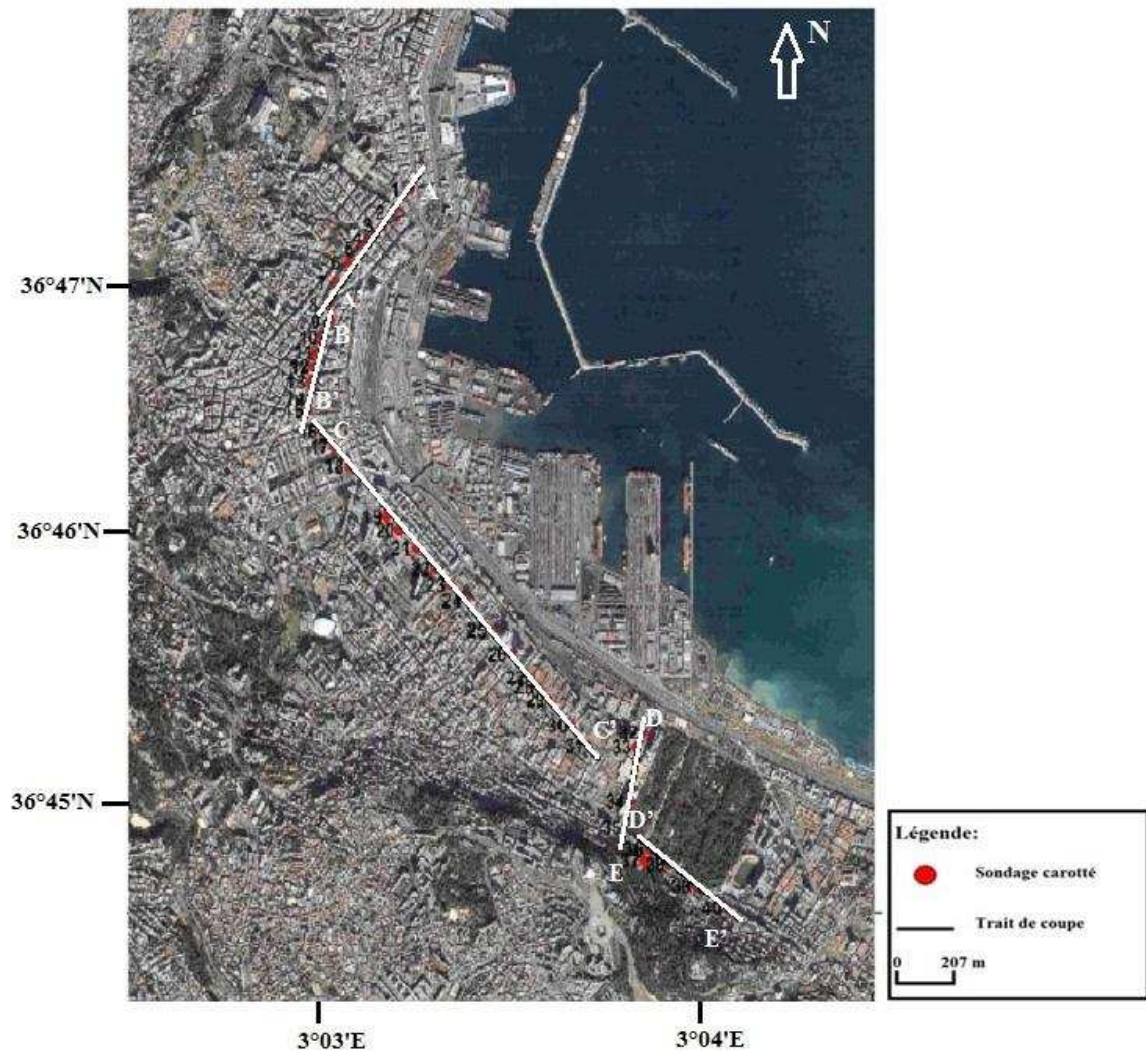


L'échelle: 1/2800

Figure 6 : Géologie de site d'étude (extrait de la carte géologique de la région d'Alger JICA 2006)

### 2 - Lithologie du secteur d'étude :

Les unités lithologiques constitutives de notre secteur d'étude ont été déduites à partir des principales coupes lithologiques (figure7) réalisées en utilisant les sondages carottés effectués et les résultats des essais pénétrométriques et pressiométriques.



**Figure 7 :** Plan d'implantation des coupes lithologiques et sondages

### A- Les roches métamorphiques du primaire :

Située dans le massif d'Alger (coupe AA', coupe BB'), il s'agit du socle qui est constitué de :

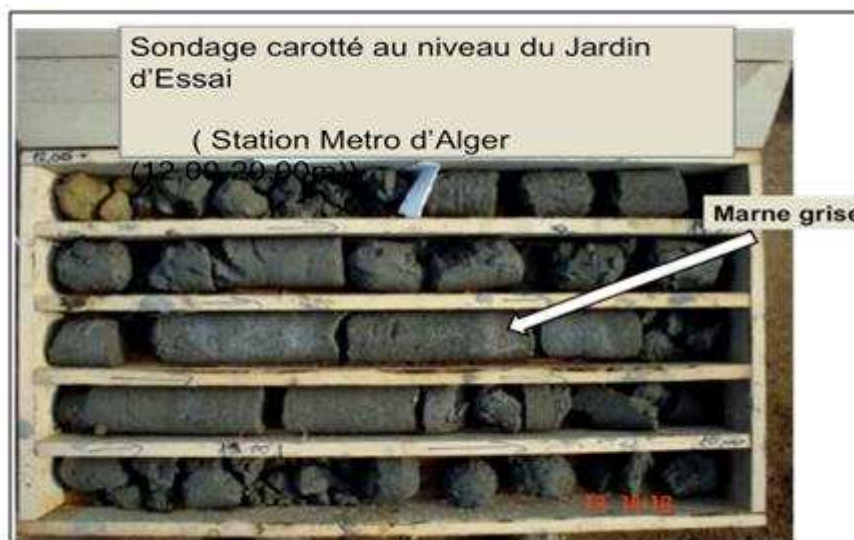
- Schiste : De couleur gris bleu à gris vert fracturé, parfois en fragment de 20 m d'épaisseur au moyenne et 36 m au maximum, est fortement injecté de quartzite.
- Gneiss : La fracturation et la fissuration importante de ce massif, alliées aux circulations d'eau dans le rocher a permis la formation de zones très altérées de « gneiss pourri » de couleur gris blanc à gris jaune.

Généralement ces intrusions gneissiques deviennent peu importantes tout en allant vers le SSE (Station Mustapha ; métro d'Alger)

On note que ces formations citées précédemment se trouvent en alternance le long des deux coupe (AA', BB').

### B- Les marnes du Plaisancien :

Ces marnes de couleur grise à gris bleu sont compactes en profondeur. Le toit le plus bas a été atteint à 80.5m (coupe CC', SC18), son épaisseur reste toutefois inconnue mais semble dépasser 1000 mètres dans le Sahel (Glangeaud et al 1952, JICA 2006). Cette formation est séparée des formations astiennes par un niveau à glauconite de 0.5 mètres d'épaisseur.

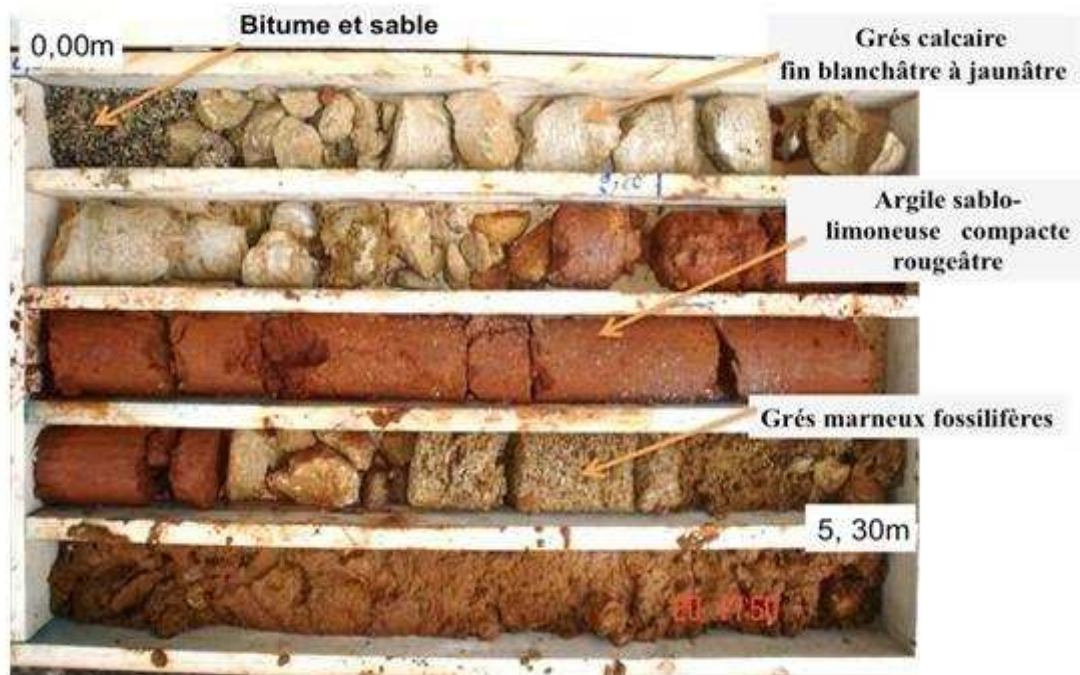


**Figure 8 :** Photo montrant des carottes de marnes grises du Plaisancien (TREVI ,02/2005)

### C- Les formations astiennes :

Représentées par :

- Les sables et sable grésifié de couleur jaune à brunâtre, s'alternent avec des niveaux fins à grossier parfois calcaro-gréseux (coupe CC'). Son épaisseur varie entre 1m et 22m.
- Les argiles sableuses : appelées mollasses de couleur brune à jaunâtre, finement sableuses et localement graveleuses en allant vers la place du 1<sup>er</sup> mai. Son épaisseur varie de 4m à 8m.
- Le grés : varie entre fin à grossier dur (à ciment calcaire), de couleur beige et présentant parfois du conglomérat à la base. Ce grés est parfois argileux de couleur rouge brun. L'épaisseur de cette couche varie entre 1 et 13m.



**Figure 9 :** Photo montrant des carottes des formations astiennes et quaternaire (Sondages carotté du projet station métro d'Alger au niveau du Jardin d'Essai02/2005)

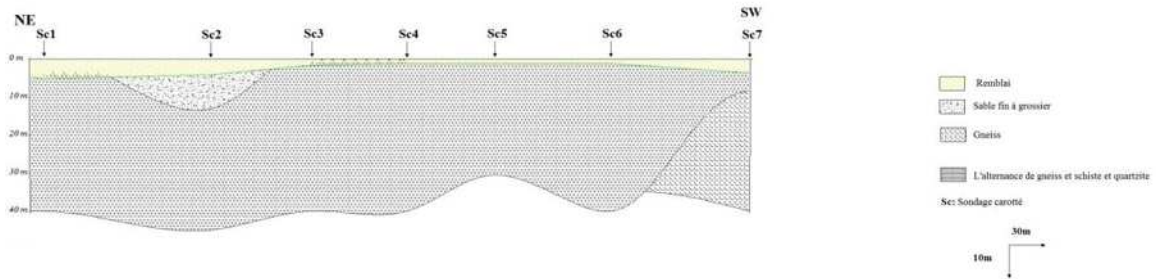
### D- Les formations quaternaires :

Représentées par deux formations principales :

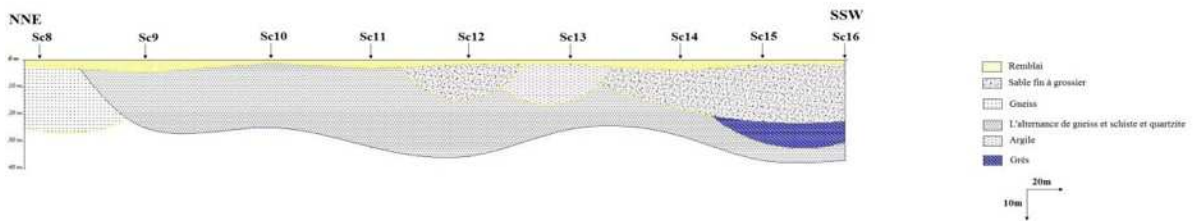
- Le remblai : Rencontré dans tous les sondages effectués, il est hétérogène composé de limons sableux, des argiles sableuses de cailloutis sableuse, de gneiss et de micaschiste avec gravier et quelque débris (coupe AA', BB').
- Les alluvions et colluvions : constitués de limon sableux parfois argileux de couleur jaune rougeâtre avec quelques rognons schisteux et gneissiques au niveau des sondages réalisés entre la station Grande Poste et la station Mustapha (métro d'Alger).

La nappe a été détectée à 2 mètres vers l'ouest (station métro d'Alger).

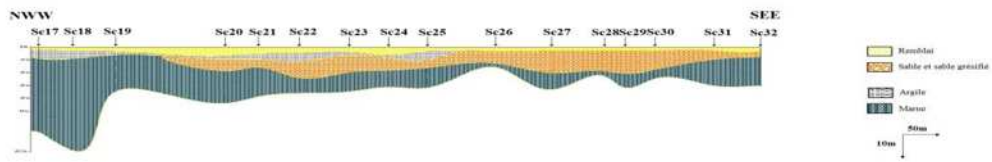
Vue le manque des altitudes par rapport au niveau de la mer des sondages effectué par les différents laboratoires, en se contente des données planimétriques tout on supposons que les reliefs sont plats.



**Figure 10 :** Coupe lithologique corrélative AA'



**Figure 11 :** Coupe lithologique corrélative BB'



**Figure 12 :** Coupe lithologique corrélative CC'

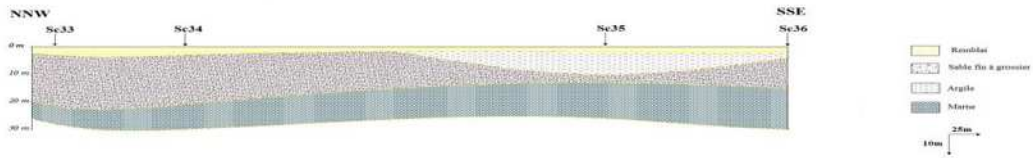


Figure 13 : Coupe lithologique corrélative DD'

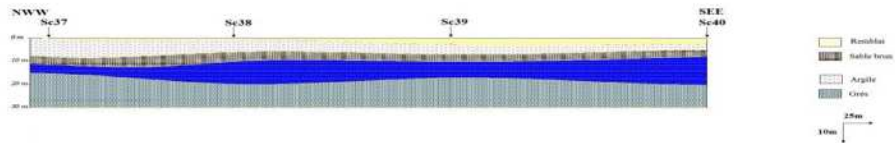


Figure 14 : Coupe lithologique corrélative EE'

### 3 - Les niveaux piézométriques :

Pour mieux prévoir le comportement du sol dans notre secteur d'étude on a eu besoin de caractériser la nappe à partir des données existantes.

*Tableau 1 : Profondeur du niveau d'eau dans le secteur d'étude.*

*(a) D'après G.A.A.M.A, (b) d'après L.N.H.C*

a)

<b>sondage</b>	<b>Profondeur d'eau (m) au 23/03/2004</b>	<b>Profondeur d'eau(m) au 16/06/2004</b>
<b>SC39</b>	2.70	3.12

b)

<b>Sondage</b>	<b>Profondeur d'eau(m) au 01/04/1992</b>	<b>Profondeur d'eau (m) au 13/04/1992</b>	<b>Profondeur d'eau (m) au 25/05/1992</b>
<b>SC21</b>	3	3.50	3.40
<b>SC22</b>	1	3.50	3.60

**Chapitre III :**  
**Caractérisation géotechnique**

### Introduction :

Les résultats de cette partie ont été obtenus à partir de l'interprétation de la synthèse des essais de laboratoire in situ menés par le Laboratoire National de L'habitat et de la Construction (LNHC) dans notre zone d'étude.

### 1 - Caractérisation géotechnique du sous sol du site :

Les différents sondages carottés ont pu mettre en évidence cinq unités :

- I- Unité de socle.
- II- Unité de sable.
- III- Unité d'argile.
- IV- Unité de grés.
- V- Unité de marne grise (saine).

### A-Essais au laboratoire :

Ces essais ont été réalisés sur des échantillons intacts prélevés dans les différents sondages carottés et à différentes profondeurs :

- ✓ Essais d'identification physique :
  - Teneur en eau  $W(\%)$
  - Densité sèche et humidité ( $\gamma_d, \gamma_h$ )
  - Degrés de saturation (%).
  - Analyse granulométrique.
  - Limites d'Atterberg.  $I_p(\%)$ ,  $IC(\%)$ ,  $WL$ ,  $WP$ .
- ✓ Essais mécaniques :
  - Compressibilité à l'odomètre ( $C_c, C_g, P_c$ ).
  - Essai de cisaillement direct ( $UU, CU, CD$ ).

### B-Essais in situ :

- Caractéristiques pressiométriques ( $E_p, P_l, E_p/P_l$ ).
- Caractéristiques pénétrométriques ( $R_p$ ).

### 2 - Caractérisation géotechnique des différentes unités lithologiques :

#### 2-1-Unité I : Socle cristallophyllien

En raison du manque d'essais réalisés sur cette formation rocheuse, on se limite à donner les paramètres géotechniques suivants :

-Le poids volumique sec varie entre 2,59 et 2,63 t/m<sup>3</sup> avec une moyenne de 2,62 t/m<sup>3</sup> ce qui indique un sol dense

-La teneur en eau varie entre 20% et 80%, la moyenne est de 49%.

-Des essais effectués sur quelque échantillon donnent une valeur de la compression simple variant entre 41 bars et 1304 bars avec la moyenne de 709 bars ce qui indique une résistance élevée à la compression.

De par leur histoire géologique, les faciès métamorphiques offrent de bonnes qualités et de bonnes caractéristiques géotechniques.

#### 2-2- Unité II : Les sables

##### 2-2-1 : Caractéristiques physiques :

-L'analyse du fuseau granulométrique du sable (Figure 10) montre une proportion de passants au tamis de diamètre 2 mm supérieur à 50% tandis que le pourcentage des passants à 80µm varie de 22 à 24% ( inférieur à 50%). Le taux pondéral des éléments compris entre 80µm et 2 mm dépasse les 50%. Selon le LCPC le sol est classé dans la catégorie des sols grenus. Le fuseau granulométrique est relativement serré et révèle l'homogénéité de cette formation.

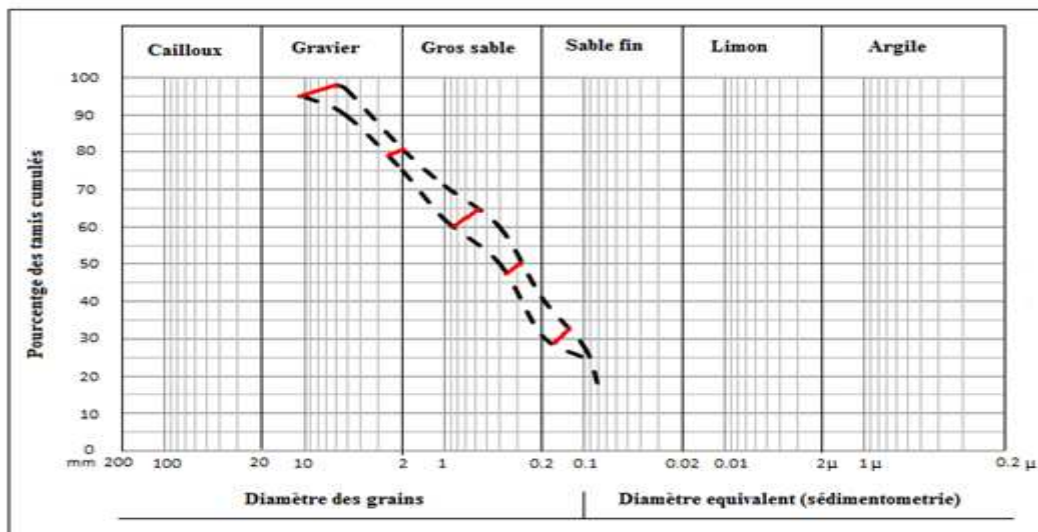


Figure 16 : Fuseau granulométrique du sable

-Les résultats portés sur le tableau 2 indiquent des valeurs comprises entre  $1.52 \text{ t/m}^3$  et  $1.72 \text{ t/m}^3$  avec une moyenne de  $1.5 \text{ t/m}^3$  pour le poids volumique sec. Ce qui indique un sol de compacité moyenne.

La valeur moyenne du poids volumique humide étant de  $1.88 \text{ t/m}^3$  avec des valeurs minimales et maximales de l'ordre de  $1.95 \text{ t/m}^3$  à  $2.08 \text{ t/m}^3$ .

-Les valeurs extrêmes de la teneur en eau de ces sables varient entre 17.65% et 32.7% avec une moyenne de l'ordre de 22.95%. Le degré de saturation comprise entre 73.62% et 100% avec une moyenne de 96%. Ces résultats donnent un sol détrempe.

-Les valeurs moyennes des limites d'Atterberg sont :

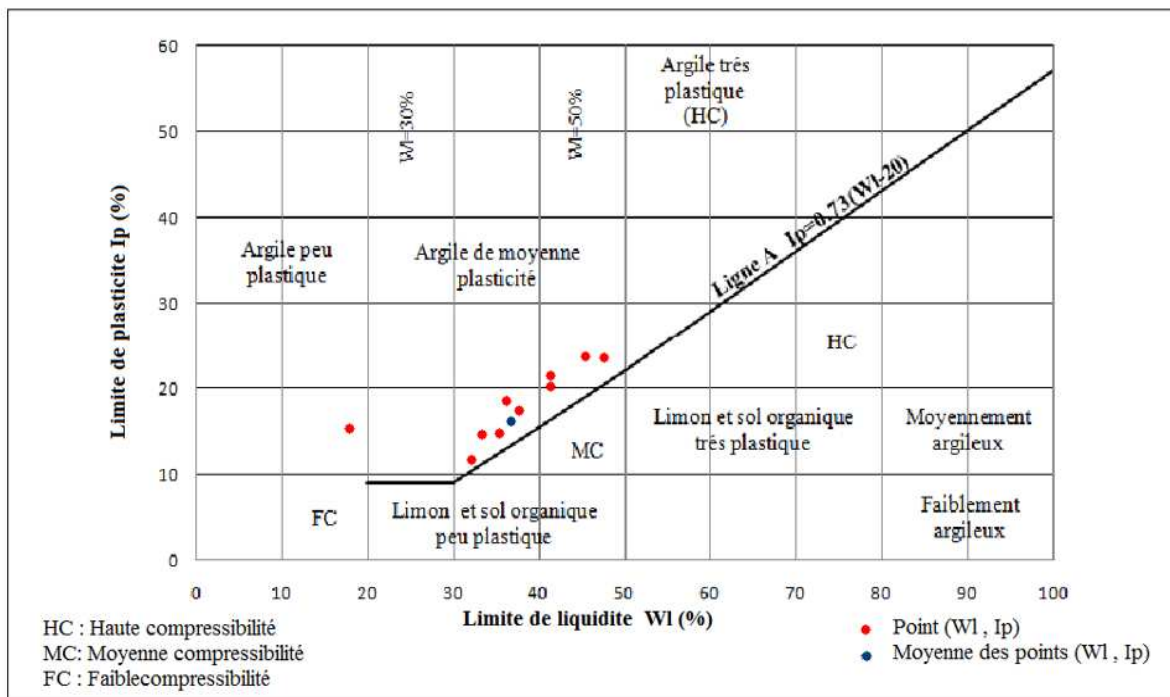
$$Wl=37.20\%$$

$$Wp=15.02\%$$

$$Ip=16.85\%$$

Les points (Wl, Ip) dans le diagramme de Casagrande (Figure 11) sont au dessus de la ligne(A) et Wl est inférieur à 50% ce qui permet de classer ces sables d'après la Classification d'Atterberg dans le domaine des argiles peu à moyenne plasticité.

L'indice de consistance **Ic** est de 0.68 ce qui indique un sol ferme d'après Atterberg.



**Figure 18 :** Classification du sable dans le diagramme de Casagrande

## Chapitre III : Caractérisation géotechnique

### 2-2-2 : Caractéristiques mécaniques :

-Les résultats des essais oedométriques montrent une valeur moyenne de coefficient de tassement  $C_t$  de l'ordre de 0.092% et un indice de gonflement de l'ordre de 0.0846% et une pression de consolidation de l'ordre de 1.465 bars ce qui permet de caractériser ce sol de moyennement compressible.

- Les résultats des essais de cisaillement à la boîte de Casagrande type non consolidé drainé (CU) donnent une cohésion moyenne de 1.197 bars et un angle de frottement moyenne de 27.26°. Les essais de résistance au cisaillement type non consolidé non drainé (UU) effectué sur cinq échantillons dont la cohésion moyenne  $C=0.96$  bars et l'angle de frottement 29.38°.

*Tableau 2 : Caractéristiques géotechniques des sables*

Paramètre	Désignation	Nombre échantillons	Valeur			Interprétions
			Min	Max	Moy	
Poids volumique sec	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	14	1,52	1,72	1,50	Moyenne
Poids volumique humide	$\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> )	14	1,95	2,08	1,88	
Teneur en eau naturelle	w (%)	14	17,65	32,7	22,95	Détrempé
Degré de saturation	Sr (%)	14	73,62	100,00	89,43	
Granulométrie	Passant à 2 mm	13	76,25	100,00	88,005	Sol pulvérulent
	80 $\mu$ <%<2mm	13	52,00	91,00	67,57	
	Passant à 80 $\mu$ m	4	22,33	24,25	23,17	
Indice de consistance	Ic	9	0,43	0,84	0,68	ferme
Limites d'Atterberg	Wl %	10	18,03	18,03	37,20	Moyennement plastique
	Wp%	1	-	-	15,02	
	Ip %	10	2,51	23,00	16,85	
Compressibilité à l'oedomètre	Pc (bar)	10	0,60	2,21	1,465	
	Ct	9	0,038	0,196	0,074	Peu compressible
	Cg	10	0,007	0,026	0,016	Peu gonflant
Cisaillement rectiligne de type CU	C (bar)	10	0,400	2,600	1,197	
	$\theta$ (°)	10	13,00	48,00	27,26	
Cisaillement rectiligne de type UU	C (bar)	5	0,200	2,200	0,960	
	$\theta$ (°)	5	21,30	35,00	29,38	



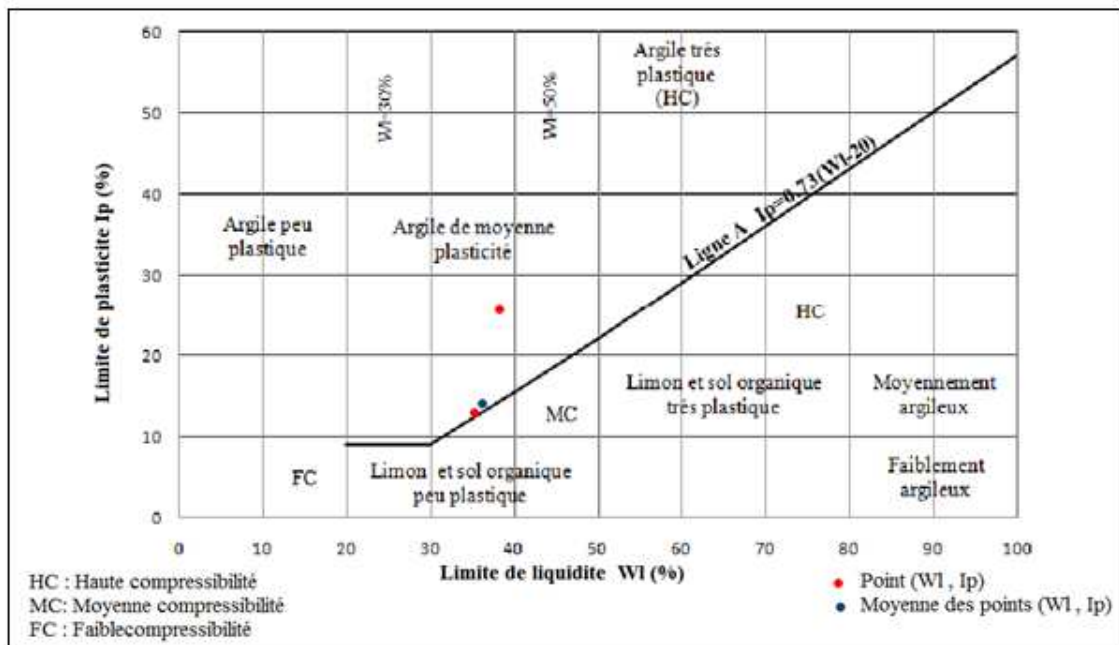
-Le poids volumique sec varie entre  $1,57t/m^3$  et  $1,62t/m^3$  avec une moyenne de l'ordre de  $1,58t/m^3$  indiquant une formation d'une densité moyenne.

Le poids volumique humide présente des valeurs minimales et maximales de l'ordre de  $1,96t/m^3$  et  $20,1t/m^3$  respectivement, avec une moyenne de  $2t/m^3$ .

Les échantillons testés montrent des teneurs en eau variant de 23% à 28% avec une moyenne de 26%.

-Le degré de saturation varie de 88% à 100% avec une moyenne de 95% indiquant l'état saturé des argiles qui peut être expliqué par l'infiltration de l'eau à partir de la formation sableuse perméable.

-Cette formation est caractérisée par des valeurs de limite de liquidité variant entre 35% et 39% et une moyenne de l'ordre de 36% et la limite de plasticité varie entre 21% et 25% avec une moyenne de 23,66%. D'après le diagramme de Casagrande (Figure 13), les trois points (Wl, Ip) se situent au dessus de la ligne (A) dans la zone des argiles de moyenne plasticité. L'indice de plasticité varie entre 12,03% et 14,1% avec une moyenne de 13% qui indique un sol de moyenne plasticité.



**Figure 20 :** Classification des argiles dans le diagramme de Casagrande

### 2-3-2 : Caractéristiques mécaniques :

- Les trois échantillons testés à l'oedomètre ont montré des valeurs de pression de consolidation qui varient entre 3,25bars et 3.55 bars avec une moyenne l'ordre de 3,43 bars. L'indice de compressibilité a donné une moyenne de 20,75% tandis que l'indice de gonflement présente une moyenne de 2,87%.ces valeurs nous permettent de classer cette unité dans les argiles raides peu gonflantes assez fortement compressibles.
- L'essai de cisaillement du type non consolidé non drainé (UU) a donné en moyenne une cohésion de 0,63 bars qui est relativement élevée dans cette formation qui peut être expliqué par la prédominance des particules fines argileuses.
- La valeur moyenne de l'angle de frottement donné par les trois échantillons testés est de l'ordre de 26° indiquant la présence d'éléments grenus dans cette unité.

*Tableau 3 : Caractéristiques géotechniques des argiles*

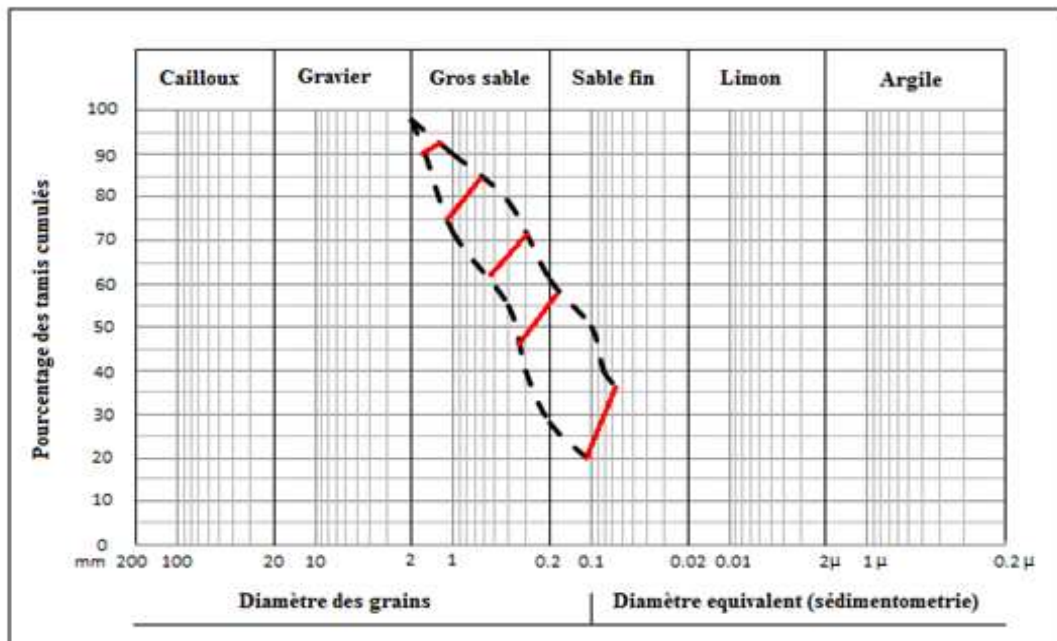
Paramètre	Désignation	Nombre échantillons	Valeur			Interprétation
			Min	Max	Moy	
Poids volumique sec	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	4	1,57	1,62	1,58	Moyenne
Poids volumique humide	$\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> )	4	1,96	20,10	1,99	
Teneur	w (%)	4	23,18	28,00	24,84	Mouillé
Degré de saturation	Sr (%)	4	88,18	100,00	55,20	
Granulométrie	Passant à 2 mm	3	98,50	98,67	98,37	Sol fin
	80 $\mu$ <%<2mm	3	22,00	18,66	20,52	
	Passant à 80 $\mu$ m	3	76,50	80,01	78,30	
Indice de consistance	Ic	-	-	-	-	
Limites d'Atterberg	Wl %	3	35,00	39,00	36,62	Moyennement Plastique
	Wp%	3	21,40	25,60	23,66	
	Ip %	3	12,03	14,10	12,95	
Compressibilité à l'oedomètre	Pc (bar)	3	3,25	3,55	2,91	Assez Compressible Gonflant
	Cc	3	0.208	0,253	0.230	
	Cg	3	0,024	0,032	0,028	
Cisaillement rectiligne de type CU	C (bar)	-	-	-	-	
	$\theta$ (°)	-	-	-	-	
Cisaillement rectiligne de type UU	C (bar)	5	0,65	0,80	0,62	
	$\theta$ (°)	5	25,00	30,00	26,50	

### 2-4 Unité IV Le grés :

Le nombre d'échantillons testé est réduit en raison du caractère rocheux de cette unité.

#### 2-4-1 : Caractéristiques physiques :

-Le fuseau granulométrique étalé caractérise cette unité allant de grés grossier au grés fin ce qui montre l'hétérogénéité de cette formation (Figure 14). Le pourcentage de passants au tamis 80 $\mu$ m varie entre 0.5% et 48% avec 67% d'éléments compris entre 2 mm et 80 $\mu$ m et une proportion de passants à 2 mm supérieure à 50%. Selon la classification LCPC, il s'agit d'un sol grenu (pulvérulent).



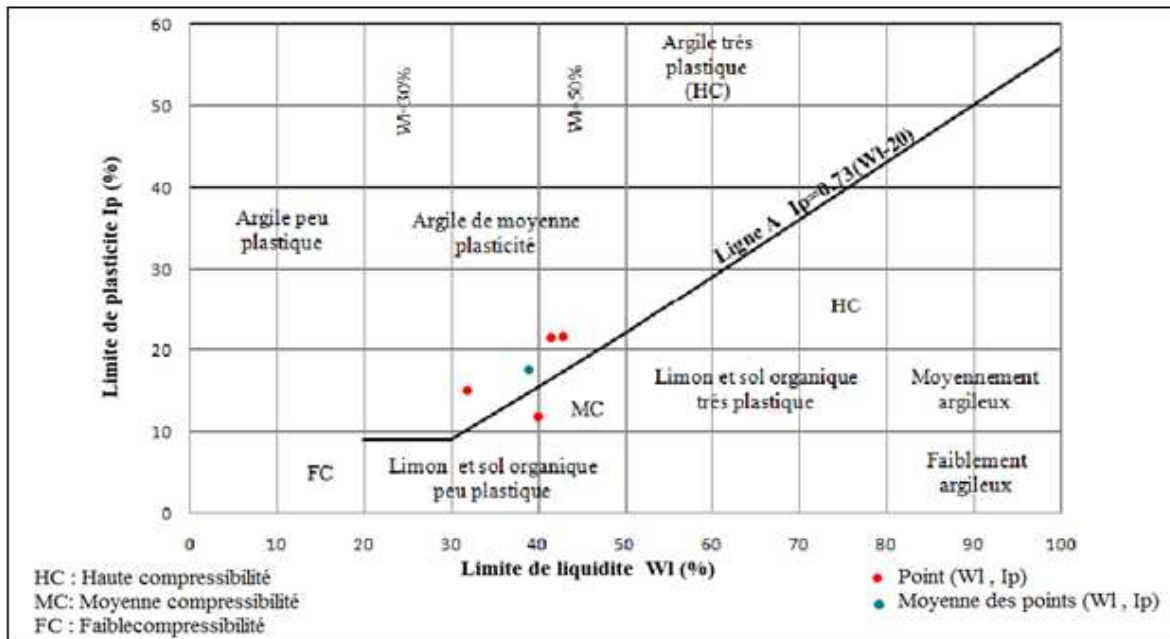
**Figure 21 :** Fuseau granulométrique des grés

-Le grés présente une valeur moyenne du poids volumique sec d  $1,67t/m^3$  avec des valeurs minimales et maximales de l'ordre de  $1,6t/m^3$  et  $1,86t/m^3$  respectivement, ces valeurs indiquent une densité moyenne à élevée des grés.

Le poids volumique humide varie entre  $2,03t/m^3$  et  $2,14t/m^3$  avec une moyenne de  $1,80t/m^3$ .

-Le grés étudié montre une valeur moyenne de teneur en eau de l'ordre de 29% et une autre de degrés de saturation de l'ordre de 97% témoignent de l'état détrempe du sol étudié.

- Cette formation est caractérisée par une limite de liquidité moyenne de l'ordre de 39% avec des valeurs extrêmes variant entre 32,5% et 49,8%. L'indice de plasticité varie de 12% à 22% et une moyenne de 18%. Ces valeurs nous permettent de caractériser ces sols de moyennement pastiques et de faible potentiel de gonflement.



**Figure 22 :** Classification des grés dans le diagramme de Casagrande

### 2-4-2 : Caractéristiques mécaniques :

- Le coefficient de compressibilité obtenu est de l'ordre de 8,7% indiquant un sol d'une faible compressibilité. De même le coefficient de gonflement de 4,63% caractérise un sol gonflant.

- Les essais de cisaillement de type non consolidé drainé (UU) ont donné une cohésion de 0,58 bars à 1,6 bars, une moyenne de 0,95 bars et un angle de frottement de 17° à 40° avec une moyenne de 27,5°.

- Les essais de cisaillement de type non consolidé non drainé réalisés ont donné une cohésion de 0,24 bars à 1,200 bars avec une moyenne de 0,58 bars et un angle de frottement de 30° à 40° avec une moyenne de 27,5°.

## Chapitre III : Caractérisation géotechnique

*Tableau 4 : Caractéristiques géotechniques des grés*

Paramètre	Désignation	Nombre échantillons	Valeur			Interprétation
			Min	Max	Moy	
<b>Poids volumique sec</b>	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	5	1,60	1,86	1,67	Moyenne à élevé
<b>Poids volumique humide</b>	$\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> )	5	2,03	2,14	1,80	
<b>Teneur en eau naturelle</b>	w (%)	5	15,22	28,60	23,58	Détrempé
<b>Degré de saturation</b>	Sr (%)	5	90,48	100,00	97,33	
<b>Granulométrie</b>	Passant à 2 mm	4	98,00	100,00	8,81	Sol fin
	80 $\mu$ <%<2mm	4	51,00	90,50	67,62	
	Passant à 80 $\mu$ m	2	48,25	0,50	24,37	
<b>Indice de consistance</b>	Ic	2	0,59	1,10	0,845	mi-dur
<b>Limites d'Atterberg</b>	Wl %	4	32,50	43,80	39,325	Moyennement Plastique
	Wp%	4	17,16	21,87	19,51	
	Ip %	4	12,00	21,93	17,56	
<b>Compressibilité à l'oedomètre</b>	Pc (bar)	3	1,390	3,300	2,060	
	Cc	3	0,020	0,087	0,063	Peu compressible
	Cg	3	0,009	0,086	0,034	Peu gonflant
<b>Cisaillement rectiligne de type CU</b>	C (bar)	4	0,24	1,60	0,905	
	$\theta$ (°)	4	17,00	40,00	27,50	
<b>Cisaillement rectiligne de type UU</b>	C (bar)	3	0,24	1,20	0,58	
	$\theta$ (°)	3	30,00	40,00	34,33	

### 2-5 Unité V La marne grise du plaisancien :

#### 2-5-1 : Caractéristiques physiques :

Les résultats obtenus à partir de l'analyse granulométrique de la formation marneuse ont montré un pourcentage du tamis de diamètre 2 mm égale à 99,8%, une proportion supérieure à 50% de passants à 80µm avec 52% d'éléments compris entre 2 mm et 80µm, selon la classification LCPC, il s'agit d'un sol fin.

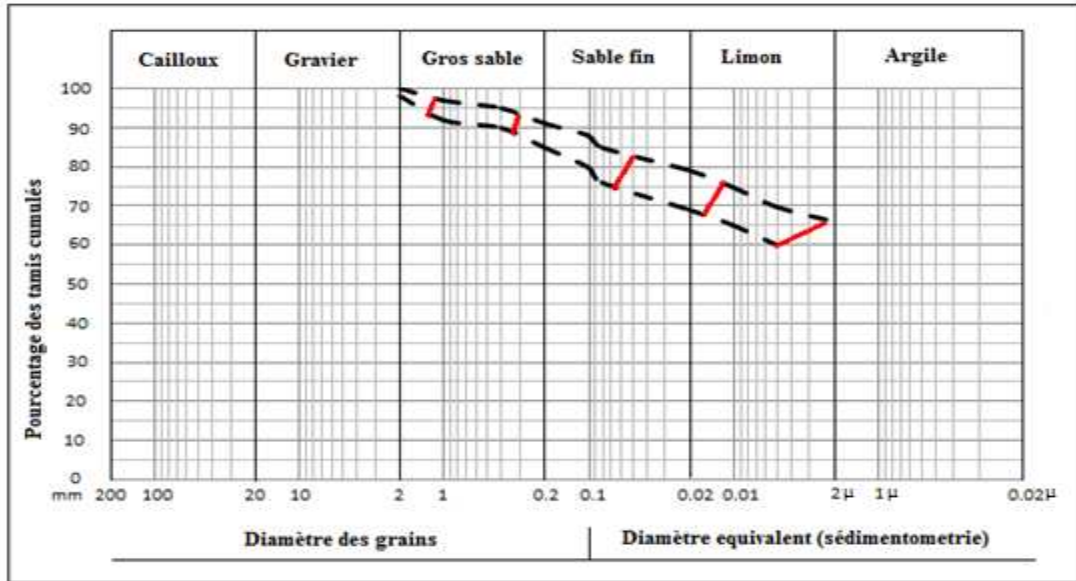
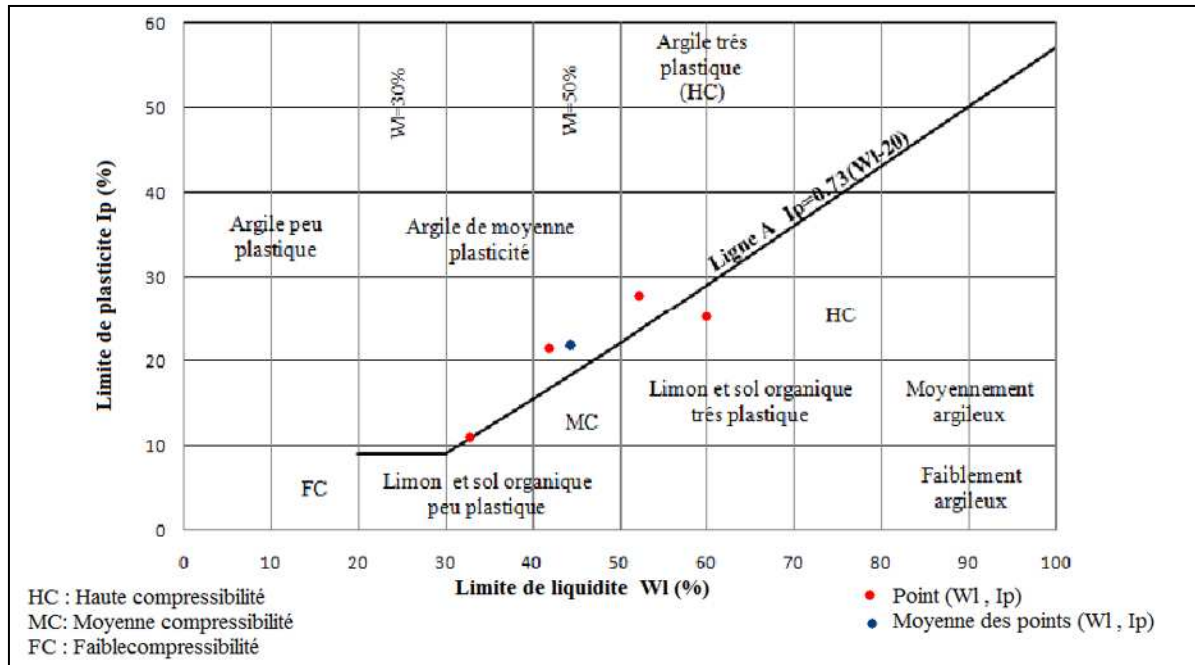


Figure 23 : Fuseau granulométrique des marnes

- Les essais effectués sur cette formation ont donné un poids volumique sec moyen de  $1,57t/m^3$  avec un maximum de l'ordre  $1,75t/m^3$ , ces valeurs expriment un état moyennement dense.
- Le poids volumique humide compris entre  $1,87t/m^3$  et  $2,11t/m^3$ avec un moyen de  $2,02t/m^3$ . Les valeurs extrêmes de la teneur en eau de cette unité varient entre 20,14% et 25,27% avec une moyenne de l'ordre de 25,37%.
- Les valeurs de degrés de saturation comprises entre 95,18% et 100% avec une moyenne de l'ordre de 99,8% ce qui indique un sol saturé.
- La limite de liquidité varie entre 33,5% et 60% avec une moyenne de 45,51% et la limite de plasticité compris entre 15,87% et 24,58% avec une moyenne de 21,72%. L'indice de plasticité varie entre 10,8% et 28% avec une moyenne de 21,56%.

Le diagramme de Casagrande classe ce sol dans le domaine d'argile moyennement plastique à très plastique.



**Figure 24** : Classification des marnes dans le diagramme de Casagrande

### 2-5-2 : Caractéristiques mécaniques :

- La pression de consolidation varie entre 0,3 bars et 2,4 bars avec une moyenne de 1,22 bars.
- La valeur moyenne de coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) est de 6,75 bars avec une valeur moyenne de 2,1 bars de coefficient de gonflement ( $C_g$ ), ces résultats indiquent un sol extrêmement compressible selon Terzaghi.
- Les essais de cisaillement à la boîte de Casagrande type non consolidé non drainé donnent des résultats qui indiquent une cohésion comprise entre 0,4 bars et 1,6 bar avec une valeur moyenne de l'ordre de 0,63 bars et un angle de frottement varie entre  $27^\circ$  et  $36^\circ$  avec une moyenne de  $33^\circ$ .

Les essais de cisaillement type non consolidé drainé donnent des résultats qui indiquent une cohésion moyenne de 1,06 bars avec un angle de frottement de  $23,66^\circ$ .

## Chapitre III : Caractérisation géotechnique

*Tableau 5 : Caractéristiques géotechniques des marnes*

Paramètre	Désignation	Nombre échantillons	Valeur			Interprétation
			Min	Max	Moy	
Poids volumique sec	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	21	1,42	1,75	1,57	Moyenne
Poids volumique humide	$\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> )	21	1,87	2,11	2,24	
Teneur en eau naturelle	w (%)	19	20,14	33,16	25,57	Détrempé
Degré de saturation	Sr (%)	19	95;18	100	99,06	
Granulométrie	Passant à 2 mm	10	100	99,00	99,80	Sol fin
	80 $\mu$ <%<2mm	10	12,00	81,00	52,60	
	Passant à 80 $\mu$ m	10	80,00	88,00	84,00	
Indice de consistance	Ic	-	-	-	-	
Limites d'Atterberg	Wl %	15	33,50	60,00	45,51	Moyennement plastique à très Plastique
	Wp %	10	18,87	24,58	21,72	
	Ip %	15	10,80	28,00	21,56	
Compressibilité à l'oedomètre	Pc (bar)	7	0,30	2,40	1,22	
	Ct	5	0,058	0,077	0,067	Peu compressible
	Cg	5	0,017	0,025	0,021	Peu gonflant
Cisaillement rectiligne de type CU	C (bar)	3	0,80	1,60	1,06	
	$\theta$ (°)	3	21,00	27,00	23,66	
Cisaillement rectiligne de type UU	C (bar)	27	0,35	1,40	4,86	
	$\theta$ (°)	27	5,00	36,00	23,55	

### 3 - Caractéristiques mécanique in situ :

-Les essais pressiométriques ont révélé à différentes profondeurs, les résultats regroupés sur le tableau suivant:

*Tableau 6 : Résultats des essais pressiométriques*

Unité	Marne			Sable			Grés		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
<b>PI</b>	19,90	646,00	32,99	38,00	48,80	46,66	37,70	48,00	41,46
<b>Ep</b>	151,00	3314,92	867,69	1000			1000		
<b>Ep / PI</b>	8,58	123,09	27,17	19,56	26,31	21,61	20,83	33,78	24,88
<b>Description</b>	Marne sur consolidé			Sable sur consolidé			Grés sur consolidé		

-Les essais au pénétromètre dynamique ont donné les résultats suivants :

*Tableau 7 : Résultats des essais pénétrométriques*

:

Unité	Remblai	Sable	Argile
Rp (bars)	40-400	>400	65-165
Rp (moy)	206	-	115
Description	Résistivité élevé		

### Conclusion :

En conclusion de cette partie nous avons défini les différentes couches constitutives du sous-sol du site d'étude après l'analyse et l'interprétation des paramètres géotechniques :

**Une formation rocheuse (socle cristallophyllien) :** Dense et de bonne résistivité à la compression.

**Une formation sableuse :** Compacte, de bonne résistivité à la pénétration dynamique.

**Une formation argileuse :** Correspond à un sol fin assez compressible, et moyennement Plastique.

**Une formation de grés :** Correspond à des sols grossiers, moyennement plastiques, peu compressibles et peu gonflants

**Une formation de marne :** Ce sont des sols fins peu compressibles peu gonflants, saturés, à résistance élevée.

# **Conclusion**

## Conclusion :

Notre étude est dressée dans un bilan de points importants résumés comme suit :

Du point de vue géologique, la nature lithologique de l'ensemble du site est hétérogène latéralement et en profondeur. Le sous sol du site est constitué de plusieurs formations :

- ✓ **Les roches métamorphiques** : représentées par :
  - Gneiss** : de couleur gris blanc à gris jaune très altéré.
  - Schiste** : de couleur gris bleu à gris vert fracturé.
- ✓ **Remblai** : couverture superficielle de l'ensemble des formations avec une épaisseur variant de 1m jusqu'à 5m.
- ✓ **Sable et sable grésifié** : de couleur jaune à brunâtre allant jusqu'à 4 m d'épaisseur.
- ✓ **Argile sableuse** : de couleur brune à jaunâtre avec une épaisseur variant de 4m à 8m.
- ✓ **Grés** : varie entre fins à grossier de couleur beige. L'épaisseur varie de 1m à 13m.
- ✓ **Marne** : de couleur grise à gris bleu avec une épaisseur pouvant atteindre 74m.

Du point de vue hydrogéologique, le secteur d'étude renferme des nappes d'eaux alimentées par l'infiltration des eaux de pluies et mer à travers les sols perméables (sable, argile).

Sur le plan sismique, la région d'Alger est classée en zone III de sismicité très élevée. Elle est exposée au risque sismique à cause de l'activité tectonique récente. Cette activité est liée avec le mouvement de convergence des plaques africaines et eurasiennes comme le suggèrent les analyses des mécanismes focaux des séismes récents et des études néotectoniques voir l'état de sismicité de la région, la construction doit répondre aux règles parasismiques.

Sur le plan géotechnique, nous avons pu individualiser cinq unités :

- I.** Unité de socle (roches métamorphiques) : Dense et de bonne résistivité à la compression.
- II.** Unité de sable : Compacte, de bonne résistivité à la pénétration dynamique.
- III.** Unité d'argile sableuse : Correspond à un sol fin assez compressible, et moyennement plastique.
- IV.** Unité de grés : Correspond à des sols grossiers, moyennement plastiques, peu compressibles et peu gonflants

- V. Unité de marne : Correspond à des sols grossiers, moyennement plastiques, peu compressibles et peu gonflants

L'étude des paramètres physico-mécaniques obtenus à partir des investigations et essais géotectoniques révèle des caractéristiques géotectoniques moyennes à bonnes ce qui rend le site acceptable du point de vue constructibilité moyennant quelques recommandations sont à apporter concernant les argiles et les marnes peu gonflant à gonflant.

On cite quelques unes de ces recommandations :

- Eviter les végétations aux alentours des constructions.
- Prévoir des vides sanitaires lors de la conception des constructions.
- Prévoir un drainage périphérique efficace et le bien connecté aux réseaux extérieurs.

## **Bibliographie :**

**Akif F., Cheniti F., 2006.** La vulnérabilité environnementale de la région d'Alger, approche par « Télédétection et SIG ». *Mémoire d'ingénieur-ESSEMAL-Alger.*

**Alem K., Belbekkouche L., 2007.** Etude géologique et géotechnique du site côtier « Zeralda ouest » en vue de l'aménagement d'une zone d'extension touristique. *Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

**Benallal K., Ourabia K., 1989.** Monographie géologique et géotechnique de la région d'Alger (Recueil de notes). *Office des publications universitaires. Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

**Ben Boudiaf Y., Hadjarab R., 2006.** Caractérisation géologique et géotechnique d'une portion littoral d'El Djamilia ; conséquences sur l'aménagement. *Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

**Benidir N., Fernane L., 2010.** Détermination des fréquences de résonance du sol par la méthode H. /V-bruit de fond dans la région d'Hussein Dey. *Mémoire d'ingénieur-ESSEMAL-Alger.*

**Bennamni H., 2008.** Caractérisation géologique et géotechnique Boumerdes ; conséquences sur l'aménagement. *Mémoire d'ingénieur-ESSEMAL-Alger*

**Boualem M., Djeddou A., 2005.** Etude géologique et géotechnique d'un site côtier pour la construction d'une centrale électrique. *Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

**JICA, Ministère de l'Habitat et de l'urbanisme, C.G.S. (2006)** Etude de Microzonage sismique de la wilaya d'Alger.

**Hamidouche S., 2009.** Evaluation des effets de site dans la zone des Pins Maritimes : conséquences sur son urbanisation. *Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

**Khedemi F., Abderrahmani K., 2008.** Baie d'Alger : Etude de quelques paramètres de gestion du littoral et apport de la télédétection. *Mémoire d'ingénieur-ESSMAL-Alger.*

L'entreprise du Métro d'Alger (1982), Géotechniques et reconnaissance des réseaux. Rapport de sol .

L'entreprise du Métro d'Alger (1982), Géotechniques et reconnaissance des réseaux de sol .  
Annexe 7 Grande Poste -Khelifa Boukhalfa.

L'entreprise du Métro d'Alger (1982), Géotechniques et reconnaissance des réseaux de sol .  
Annexe 7 Khelifa Boukhalfa- Mustapha.

LNHC -Oued Smar, (1999), Rapport du sol, Extension du musée national des Beaux arts, El Hamma.

LNHC-Oued Smar,(2000),rapport du sol, Centre commercial international /El Hamma.

**Meziane A., Balit E., 2006** .Etude géologique, géotechnique et analyse des procédés de creusement et de soutènement du tunnel du métro d'Alger (tronçon : Hamma-Hai el Badr)  
*Mémoire d'ingénieur-USTHB-Alger*

**M.Smail.,1995**. Etude géologique et géotechnique d'un tronçon du tunnel du métro d'Alger place du 1<sup>er</sup> mai .*Mémoire d'ingénieur-USTHB-Alger*.

**Selimani T., Ouennoughi L.,2010**. Caractérisation géotechnique et évaluation des fréquences de résonance des sols par la méthode H/V-bruit de fond ans le secteur. *Mémoire d'ingénieur – USTHB-Alger*.

**RPA99** (BC 2/48), Ministère de l'habitat et de l'urbanisme .C.G.S(2003).Document technique réglementaire.

**Annexe :**

**Tableau des unités des paramètres géotechniques:**

<b>Paramètre</b>	<b>Unités</b>
Poids volumique sec ( $\gamma_d$ )	t/m <sup>3</sup>
Poids volumique humide ( $\gamma_h$ )	t/m <sup>3</sup>
Teneur en eau (W)	%
Degrés de saturation (Sr)	%
Passant à 2 mm	%
Passant à 80 $\mu$ m	%
Limite de liquidité (Wl)	%
Limite de plasticité (Wp)	%
Indice de plasticité (Ip)	%
Pression de consolidation (Pc)	Bars
Cohésion (C)	Bars
Angle de frottement ( $\theta$ )	° (degré)

**Tableaux de classification suivant les paramètres géotechnique :**

**Essais d'identification physique :**

**Tableau 1 : relative à la densité sèche**

<b>Densité sèche <math>\gamma_d</math></b>	<b>Etat du sol</b>
$\gamma_d < 16$	Faible
$16 < \gamma_d < 18$	Moyenne
$\gamma_d > 18$	Elevée

**Tableau 2 : relatif à l'état de saturation du matériau (D'après Terzaghi)**

<b>Degrés de saturation</b>	<b>Appréciation</b>
=100%	Saturé
$76 < Sr < 99\%$	Détrempé
$51 < Sr < 75\%$	Mouillé
$26 < Sr < 50\%$	Humide
$01 < Sr < 25\%$	Légèrement humide
Sr=0%	Sec

**Tableau 3 : relatif à la plasticité (D'après Atterberg)**

Indice de plasticité IP	Appréciation
5-10	Faible
10-20	Moyenne
20-40	Elevée
>40	Très élevée

**Tableau 4 : relatif au pourcentage de passant à 80  $\mu m$  (D'après le LCTP)**

Pourcentage des passants à 80 $\mu m$	Classification
>50%	Sol fin
<50%	Sol pulvérulent

**Tableau 5 : de consistance (D'après Atterberg)**

Indice de consistance	Etat de sol
$I_c > 0.00$	Pâteux
$0.25 < I_c < 0.50$	Mou
$0.50 < I_c < 0.75$	Ferme
$0.75 < I_c < 1.00$	Mi-dur
$I_c > 1.00$	Consistant

**Tableau 6 : relatif à la plasticité (D'après Atterberg)**

Indice de plasticité $I_p$ (%)	Appréciation
$I_p = 0$	Plasticité nulle
$10 < I_p < 20$	Peu plastique
$20 < I_p < 40$	Moyennement plastique
$I_p > 40$	Hautement plastique

**Essais mécaniques :**

**Tableau 7 : relatif à la compressibilité du sol (D'après Terzaghi)**

Indice de compressibilité	Appréciation
$C_c < 0.02$	Sol incompressible
$0.02 < C_c < 0.05$	Sol très peu compressible
$0.05 < C_c < 0.10$	Sol peu compressible
$0.10 < C_c < 0.20$	Sol de compressibilité moyenne
$0.20 < C_c < 0.30$	Sol assez compressible
$0.30 < C_c < 0.50$	Sol très compressible
$C_c < 0.50$	Sol extrêmement compressible

**Tableau 8 : relatif au gonflement des sols (D'après Guy Sanglérat)**

Indice de gonflement $C_g(\%)$	Gonflement
$4 < C_g < 25$	Sol gonflant
$2 < C_g < 4$	Sol peu gonflant

**Tableau 9 : relatif à l'état de consolidation des sols (D'après G.Filliat)**

Type de sol Etat du sol	Argile	Limon	Sable
Sur consolidé	$E/PI > 15$	$E/PI > 14$	$E/PI > 12$
Normalement consolidé	$8 < E/PI < 15$	$8 < E/PI < 14$	$7 < E/PI < 12$
Sou consolidé	$5 < E/PI < 8$	$5 < E/PI < 8$	$4 < E/PI < 7$

# **Bibliographie**