

!''#\$%' #() %\*!+&(, , ( - !. /0+12&' #( (2 3/'"#%&+(  
4&, 8526+( 7( %9, 5(&\* , (. (, 2 : #'"+&(#+ (2 7( %& (0; (+0; ( 50&(, 2&&' #(

جامعة جيجل  
Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : des Sciences de la Terre et de  
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : علوم الأرض و الكون

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Ingénieur d'état en géologie**

Option : **Géologie de l'ingénieur**

Thème

Etude géologique et géophysique et géotechnique de  
POS n°03 et 04 de région de tassift (taher) -Willaya de  
Jijel

**Membres deJury Présenté par:**

**Président : MEBROUK FLEHAM Allal**

**Examineur: BAGHDAD A.TALEB Zakaria**

**Encadrant : BOUHENOUNA A.**

**Année Universitaire 2013-2014**

**Numéro d'ordre** (bibliothèque) :.....

## ملخص:

تقع المنطقة المدروسة في الجنوب الغربي لبلدية الطاهير، بمساحة قدرها 96.35 هكتار ، وتتميز بطبوغرافية متوسطة الإنحدار، وتبين الدراسة الجيولوجية المحلية للمنطقة من خصائص صخرية متجانسة، تتكون من غطاء ذو طبقة طينية الطمي و الطين الغريني ،والطين الطراز الأول و تستند هذه التغطية على قوام مارني

من حيث المخطط الهيدرولوجي نجد كثافة شبكة النهر متوسطة الكثافة، و الذي يتألف من مجموعة من الأخاديد و الأودية في الجزء الشرقي من المنطقة ، كما نلاحظ وجود ماء السطح التي لها طابع الفيضانات.

ساعدت مجموعة من البيانات الجيولوجية، والصرفية، والهيدروجيولوجية والجيوتقنية في تحديد مجالين رئيسيين هما: واحد مؤيد للمساحة البناء وغيرها من التضرر الضار لخطر الفيضانات.

من حيث المخطط الجيوتقني، نتائج اختبارات التعرف على التربة و خصائصها الميكانيكية، قد أظهرت أن نوعية التربة كثيفة ، أما صلابة التربة فتزداد مع العمق.

إن عملية تركيب البيانات الجيولوجية، المورفولوجية، الهيدروجيولوجية و الجيوتقنية مكنتنا من تشكيل منطقتين أساسيتين: منطقة صالحة للبناء و أخرى غير مواتية بسبب ظاهرة الفيضانات.

## Résumé:

Le site étudié est situé au Sud-Ouest de l'agglomération du chef-lieu de la commune de Taher. Il couvre une superficie de 96.35Ha. Sur le plan topographique le terrain est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité du secteur. L'étude géologique montre que le site est constitué par une lithologie homogène présentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuses à graveleuses, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines, et un oued dans la partie Est du site, on note la présence d'une nappe d'eau superficielle.

Les résultats des essais d'identification du sol et des essais mécaniques ont mis en évidence une qualité du sol dense avec une résistance qui varié selon la lithologie et la profondeur.

La combinaison des données géologiques, morphologiques, hydrogéologiques et géotechniques ont permis de faire ressortir deux zones principales : une zone favorable à la construction et une autre défavorable exposée au risque d'inondation.

## Abstract:

The site studied is located in the south-west of the town from the capital of the municipality of Taher. It covers an area of 96.35 hectares. On the topographic map field is characterized by an average slope over the entire area. The geological study shows that site consists of a homogeneous lithology by a cover layer of clayey silt and silty clay, clay sandy to gravel this coverage is based on a marly substratum.

On the hydrology map, the intensity of river network is dense medium consisting of a group of gullies and a wadi in the eastern part of the site; we note the presence of a body of surface water.

The site consists of marl formations and clay loams. The results of the identification of soil testing and mechanical testing showed a dense soil quality with resistance varied lithology and depth.

The combination of geological, morphological, hydrogeological and geotechnical data helped identify two main areas: one in favor of building area and other adverse exposure to the risk of flooding.

Nom station : Barrage ElAgrem  
Code station : 03 03 03

Coordonnées géographiques  
Longitude : 05° 50' 11"  
Latitude : 36° 44' 06"

**Pluviométrie (mm)**

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Annuel
<b>2002 - 2003</b>	50,8	73,4	31,6	342,8	372,1	117,2	29,7	134,3	50,4	0,0	2,0	0,0	1204,30
<b>2003 - 2004</b>	123,9	51,6	130,5	281,2	177,6	88,3	65,9	109,3	82,3	61,3	0,0	0,0	1171,90
<b>2004 - 2005</b>	78,3	25,6	199,7	201,9	272,8	218,6	88,8	193,0	13,3	0,0	0,6	8,5	1301,10
<b>2005 - 2006</b>	80,1	40,4	164,2	208,0	188,0	189,0	70,3	45,7	41,8	2,6	0,0	18,9	1049,00
<b>2006 - 2007</b>	54,3	51,7	36,0	243,5	11,7	83,9	271,1	74,7	4,0	27,1	4,4	4,0	866,40
<b>2007 - 2008</b>	83,4	129,6	211,7	307,4	19,8	27,7	199,2	36,0	128,2	4,8	0,0	0,0	1147,80
<b>2008 - 2009</b>	136,2	30,4	161,5	136,6	331,4	109,6	87,7	162,1	26,5	0,0	0,5	7,7	1190,20
<b>2009 - 2010</b>	136,0	88,4	162,6	180,9	165,4	81,0	112,2	58,1	65,9	46,9	1,8	1,1	1100,30
<b>2010 - 2011</b>	58,4	271,7	190,3	110,3	102,3	216,1	78,4	90,9	40,1	31,1	0,5	0,0	1190,10
<b>2011 - 2012</b>	10,7	193,9	109,1	178,5	80,1	352,3	78,6	178,4	0,0	0,0	2,5	48,5	1232,60
<b>2012 - 2013</b>	95,7	251,2	124,4	86,0	242,2	270,5	97,8	49,8	89,3	0,0	0,0	31,8	1338,7

<u>Température(c°)</u>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Annuel</b>
<b>2002 - 2003</b>													
Moyenne	225,00	202,00	161,00	140,00	111,00	109,00	140,00	161,00	180,00	262,00	289,00	289,00	189,00
<b>2003 - 2004</b>													
Moyenne	240,00	210,00	167,00	15,00	107,00	126,00	129,00	147,00	163,00	208,00	226,00	252,00	166,00
<b>2004 - 2005</b>													
Moyenne	232,00	214,00	134,00	122,00	85,00	80,00	121,00	153,00	194,00	233,00	254,00	249,00	173,00
<b>2005 - 2006</b>													
Moyenne	236,00	212,00	165,00	119,00	102,00	115,00	146,00	189,00	213,00	247,00	273,00	256,00	189,00
<b>2006 - 2007</b>													
Moyenne	240,00	226,00	182,00	135,00	132,00	136,00	131,00	165,00	204,00	232,00	265,00	281,00	194,00
<b>2007 - 2008</b>													
Moyenne	240,00	200,00	152,00	125,00	127,00	134,00	134,00	170,00	193,00	226,00	269,00		
<b>2008 - 2009</b>													
Moyenne	246,00	204,00	147,00	120,00	114,00	109,00	129,00	145,00	206,00	243,00	286,00	273,00	185,00
<b>2009 - 2010</b>													
Moyenne	233,00	198,00	171,00	151,00	126,00	137,00	146,00	159,00	177,00	216,00	262,00	264,00	187,00
<b>2010 - 2011</b>													
Moyenne	234,00	203,00	156,00	137,00	125,00	115,00	142,00	176,00	193,00	223,00	265,00	278,00	187,00
<b>2011 - 2012</b>													
Moyenne	241,00	19,50	161,00	124,00	109,00	76,00	130,00	154,00	191,00	254,00	266,00	293,00	
<b>2012 - 2013</b>													
Moyenne	111,00	95,70	72,00	57,00	42,00	29,00	79,00	104,00	118,00	181,00	222,00	195,00	1305,00

<b>Evaporation (mm)</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Annuel</b>
<b>2003 - 2004</b>													
Total	89,00	64,00	56,00	99,00	54,00	64,00	50,00	73,00	73,00	121,00	155,00	180,00	1084,00
<b>2004 - 2005</b>													
Total	128,00	112,00	30,00	26,00	41,00	27,00	51,00	57,00	130,00	127,00	164,00	150,00	1048,00
<b>2005 - 2006</b>													
Total	98,00	73,00	50,00	44,00	32,00	33,00	74,00	91,00	85,00	164,00	178,00	139,00	1067,00
<b>2006 - 2007</b>													
Total	114,00	143,00	77,00	41,00	54,00	59,00	74,00	83,00	164,00	166,00	178,00	204,00	1362,00
<b>2007 - 2008</b>													
Total	131,00	77,00	66,00	63,00	51,00	60,00	83,00	139,00	121,00	168,00	185,00		
<b>2008 - 2009</b>													
Total	123,00	76,00	67,00	41,00	41,00	51,00	90,00	92,00	169,00	240,00	256,00	189,00	1439,00
<b>2009 - 2010</b>													
Total	119,00	92,00	82,00	69,2	56,00	80,00	87,00	93,00	127,00	145,00	224,00	250,00	
<b>2010 - 2011</b>													
Total	166,00	136,00	80,60	70,00	77,00	61,00	88,00	116,00	126,00	151,00	232,00	291,00	
<b>2011 - 2012</b>													
Total	144,00	82,90	69,00	63,00	56,00	42,00	87,00	89,00	128,00	195,00	199,00	237,00	
<b>2012 - 2013</b>													
Total	111,00	95,70	72,00	57,00	42,00	29,00	79,00	104,00	118,00	181,00	222,00	195,00	1305,00



# Annexes

## I.1. Situation géographique de la région étudiée :

La commune de Taher appartient à la wilaya de Jijel. Celle-ci joue un rôle moteur dans le territoire de la wilaya et représente le deuxième pôle attractif par sa position à proximité du chef-lieu de wilaya, à une distance de 17 Km.

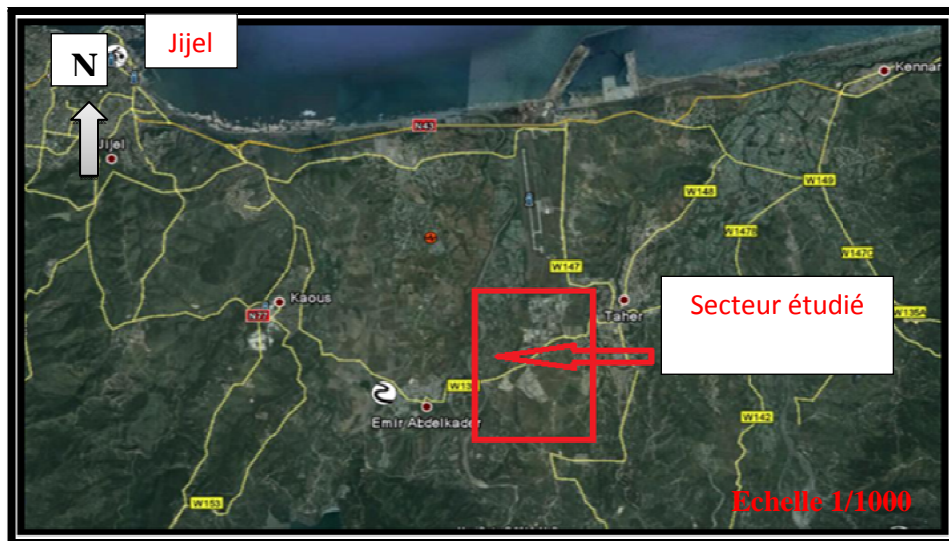
La commune de Taher est située dans une position stratégique au Nord de la wilaya de Jijel, elle est encadrée par:

- Au Nord : la mer méditerranée.
- A l'Ouest: la commune d'El Amir Abed El Kader.
- A l'Est: la commune de Chekfa.
- Au Sud : les communes de Oudjena et Chahna.

Les deux POS s'étendent sur une superficie de 96.35 hectares.

P.O.S N° 03 vers le Sud-ouest avec une superficie de 41.85ha.

P.O.S N° 04 vers l'Ouest avec une superficie de 54.5ha. . (Fig. I.1)



**Photo I.1 : Vue aérienne sur la région de Taher (Google Earth, Mai 2014).**

Notre étude vise une contribution de l'étude géologique et géotechnique des P.O.S N°3 et P.O.S N° 4 dont les coordonnées Lambert de chaque P.O.S sont comme suit (Fig.I.1)



P.O.S N° 03 :

5° 53' 24.14" E	36° 45' 14,73" N
5° 53' 44.42" E	36° 45' 68" N

P.O.S N° 04 :

Point	X(m)	Y(m)
1	757621	4073762
2	758158	4073808
3	757869	4073113
4	758009	4072589
5	757538	4072523
6	757450	4073113

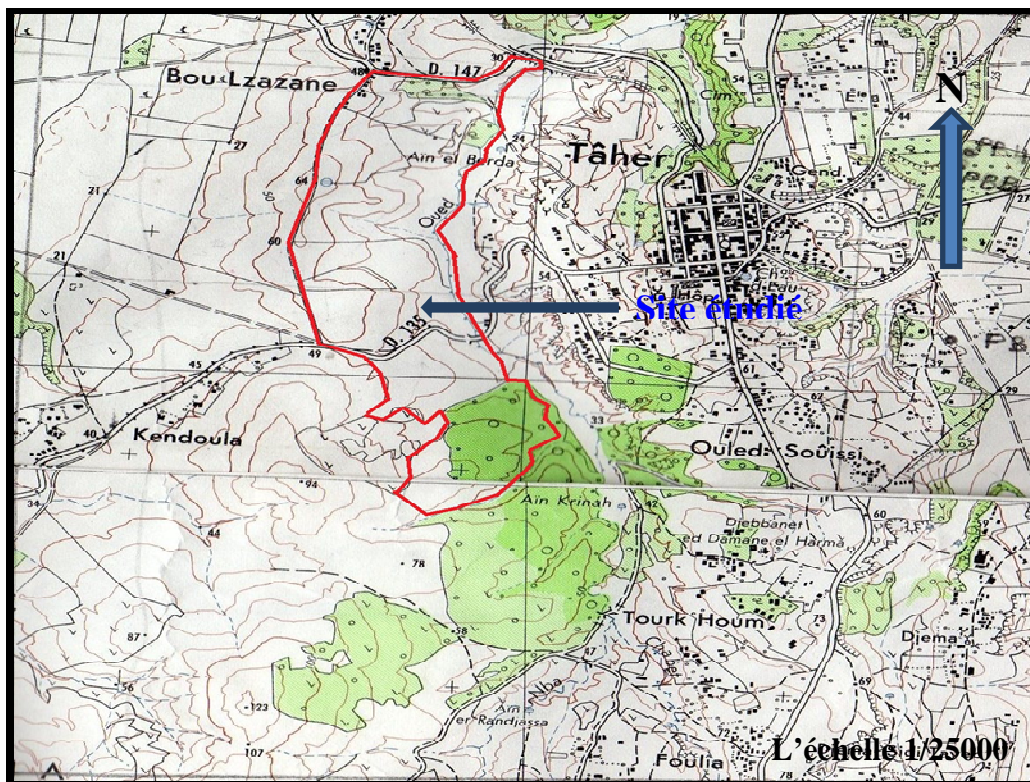


Figure I.1 : Situation géographique du site étudié (POS N°03 et POS N°04) Extrait de la carte topographique Djidjelli (N°3-4) et (N°7-8) au 1/25000

## I.2 Topographie et morphologie

Le site étudié, est en général sous forme d'une polygonale, le terrain à une forme vallonné de direction Sud-Nord, sa pente est moyenne sur la totalité de son terrain. Ce Dernier ne présente aucun changement brusque de pente néanmoins on peut évaluer trois zones principales.

Le site occupe topographiquement des altitudes comprises entre 20 m et 60 m. Il est représenté par des reliefs avec des pentes en générale ne dépassant pas les 20%.

## I.3 végétation

Les limites de végétation signifient parfois la nature géologique des sols, puisque certains de ces derniers donnent lieu à certains types de végétaux.

En revanche, dans notre site d'étude la végétation n'a aucune relation avec la géologie parce que son association semble assez faible, elle ne peut donc représenter aucun indice. Sachant qu'elle est représentée seulement par des oliviers et des herbes.

## I.4 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est dense mais peut important le régime permanent des oueds a permis l'installation des terrasses très fertiles, ces oueds proviennent des montagnes qui entourent les plaines de Taher, ils traversent le terrain de la plaine avant même se jeter dans la mer méditerranée.

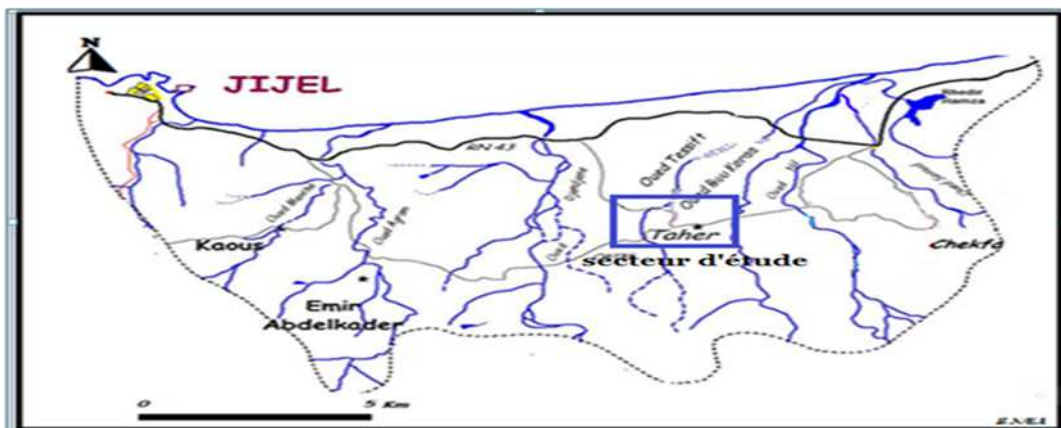


Figure I.2 : Réseau hydrographique de la dépression Néogène de Jijel

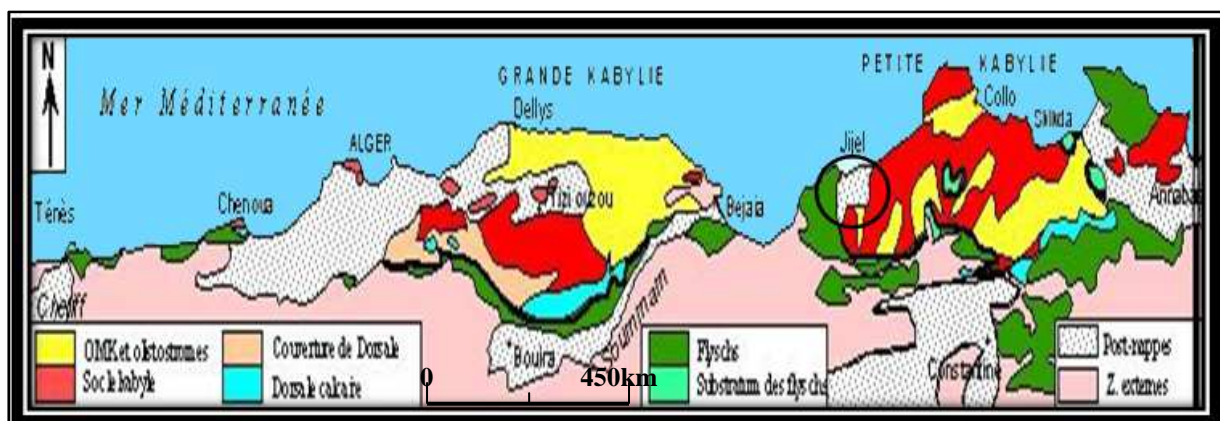
## II.1 Introduction

La chaîne des Maghrébides qui s'étend sur environ 2000 Km allant de Gibraltar à la Calabre (Aubouin et Durand Delga, 1971) est constituée par l'empilement anormal de plusieurs nappes charriées. Transversalement, du Nord au Sud, on distingue dans les Maghrébides les zones suivantes (Figure II.1) :

- Les zones internes ou domaine kabyle.
- La chaîne calcaire.
- Les nappes de flyschs.
- Les zones externes ou nappes telliennes.

Cette structure complexe de la chaîne maghrébide est due aux plusieurs phases tectoniques. Après la mise en place des nappes de charriage durant la phase paroxysmale fin-lutétienne la région fut soumise à une phase de distension d'âge Miocène qui s'est soldée par des manifestations magmatiques, remonté du Trias évaporitique et l'installation de bassins molassiques, suivie de dépôts marins du Miocène supérieur.

La région de Jijel fait partie de la Petite Kabylie occidentale (qui fait partie du segment maghrébin de la chaîne Alpine, Durand Delga, 1969 ; Wildi, 1983, Fig.II.1). Elle est représentée par des reliefs montagneux entourant une dépression dénommée bassin Néogène de Jijel. Ce dernier occupe une position septentrionale dans le domaine interne. Notre secteur d'étude est localisé dans ce bassin.



**Figure II.1 : Carte structurale schématique de la chaîne des Maghrébide montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté ,1980)**

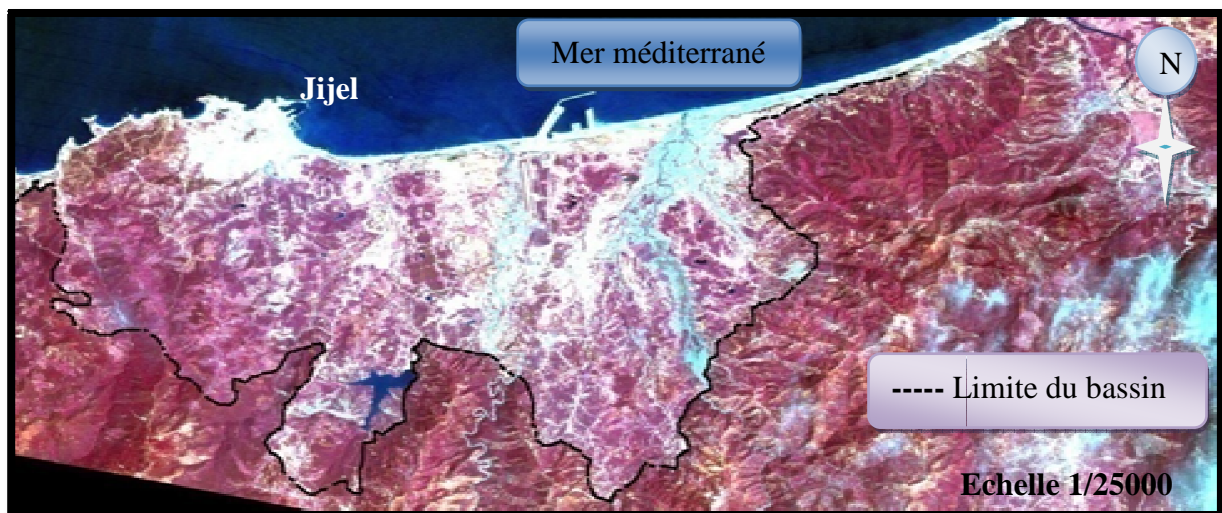
## II.2 Bassin Néogène de Jijel

### II. 2.1 Localisation et dimensions du bassin

Le bassin Néogène de Jijel est une dépression géologique intramontagneuse limitée par le méridien d'El Aouana  $3^{\circ} 60'$  à l'Ouest et le méridien  $4^{\circ} 15'$  à l'Est. Au Nord par la mer méditerranée et par les monts de Texenna au Sud. Ce bassin présente une longueur d'environ 30 km et une largeur d'environ 15 km (Photo II.1).

Le bassin de Jijel est caractérisé par un relief modéré d'altitude allant de 0 à 200 m. Le relief qui l'entoure montre de fortes dénivellations avec des altitudes qui varient entre 200 et 1200 m.

La partie orientale de cette dépression s'étend de la ville de Jijel jusqu'à la région de Kennar à une vingtaine de km à l'Est de Jijel.



**Photo II.1 : Limite du bassin Néogène de Jijel (Google earth, Mai 2014)**

La surface occupée par ce territoire est caractérisée par un réseau hydrographique dense, et des Oueds sensiblement orientés Sud-Nord et Nord-Sud, sillonnent le bassin (oued Djendjene, oued Nil, oued Kissir, oued Mencha, oued Boukaraa, oued Kantara, oued Saïoud, oued Tassift).

## II. 2.2 Lithostratigraphie du bassin

Les dépôts qui remplissent la partie orientale du bassin Néogène de Jijel sont principalement représentées par:

### II.2.2.1 Substratum des dépôts post-nappe

Le substratum des formations post-nappes est représenté par le socle kabyle constitué des formations cristallophylliennes sur lesquelles se sont déposés les formations transgressives et discordantes de l'Oligo-Miocène Kabyle, ainsi que les unités tectono-sédimentaires de l'olistostromes du Miocène (Fig II.2,3 et 4).

### II.2.2.2 Les Olistostromes

Les olistostromes sont des unités tectono-sédimentaires, de natures et de tailles variables. Ils sont issus de la dilacération des flysch massyliens, mauritaniens, grésomiacés, et numidiens, le tout noyé dans des marnes micacées. L'ensemble de ces formations constituent les molasses Aquitano-Serravalliennes (Bouillin et Raoult, 1971 ; Durand Delga, 1987, Fig. II.3 et 4) est bien visible dans la région d'El-Gheriana (Nord de Texenna), Oudjana et au sud de la ville de Jijel.

### II.2.2.3 Oligo-Miocène Kabyle

L'Oligo-Miocène Kabyle constitue la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle Kabyle (Raoult. 1974, 1975 ; Bouillin. 1977, Fig. II.2 et 4). Il est formé de conglomérats de base grossiers polygéniques surmontés par des grés lithiques et micacés. La série se termine par des marnes jaunâtres micacées et des silexites au sommet. Ces formations sont datées du début de l'Oligocène supérieur (Bouillin. 1979).

### II.2.2.4 Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle

Les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle bordant le bassin Néogène de Jijel (Fig. II.2, 3 et 4) sont représentées par deux grands ensembles (Vila. 1980) :

- Un ensemble supérieur peu métamorphique représenté par des schistes satinés (phyllades) avec des intercalations des grés et des porphyroïdes œillets, localement les phyllades montrent à leur extrême base des passés carbonatés. Cet ensemble est surmonté en discordance par des formations Siluriennes comprenant de bas en haut : des Schistes noirâtres, des Passammites rouges et vertes à Graptolites puis des Grés Calcaires à Tentaculites et en fin des Calcaires à Orthocérés.

- Un ensemble inférieur métamorphique essentiellement gneissique, à intercalation de marbres et d'Amphibolites (Bouftouha. 2005).

### II.2.3 Les dépôts post-nappe

#### II.2.3.1 Dépôts conglomératiques du Pliocène

Les dépôts conglomératiques affleurent dans la région de Kaous entre l'oued Mencha et l'oued Agrem et autour de l'oued Boukaraa.

Ces formations sont constituées de dépôts continentaux détritiques avec des éléments hétérogènes (conglomérats, des microconglomérats, des graviers, des sables et des argiles sablo-limoneuses). Elles ont été datées du Pliocène (Durand Delga, 1955).



**PhotoII .2 Dépôts conglomératiques**

#### II.2.3.2 Marnes bleues du Miocènesupérieur

Le miocène terminal est caractérisé par une transgression marine qui s'est traduite par le dépôt d'une série marneuse largement développée dans la cuvette de Taher (Djellit. H, 1987).

Du point de vue lithologique, cette série monotone est composée essentiellement des marnes bleues Tortono-Messiniennes (Djellit, 1987). Ces dernières constituent la majorité des affleurements dans la région de Taher (région de notre étude), Kaous et Al Emir Abdelkader

où elles reposent en discordance sur le socle kabyle et sa couverture.



**Photo II.3 Marnes bleues**

Ces marnes bleues post-nappes montrent de rares passées calcareuses discontinues, et plus ou moins arrondies (miches) de couleur jaune ocre, avec parfois des minces lits gypseux. L'épaisseur de ces dépôts varie de 200 à 300 m (Durand Delga 1955).

A leur base, les marnes bleues du Miocène deviennent plus détritiques avec un niveau conglomératique du Miocène inférieur marquant la discordance entre ces marnes et les formations olisostromiques sous-jacentes (H. Djellit, 1987) (Fig II.2 et 3).

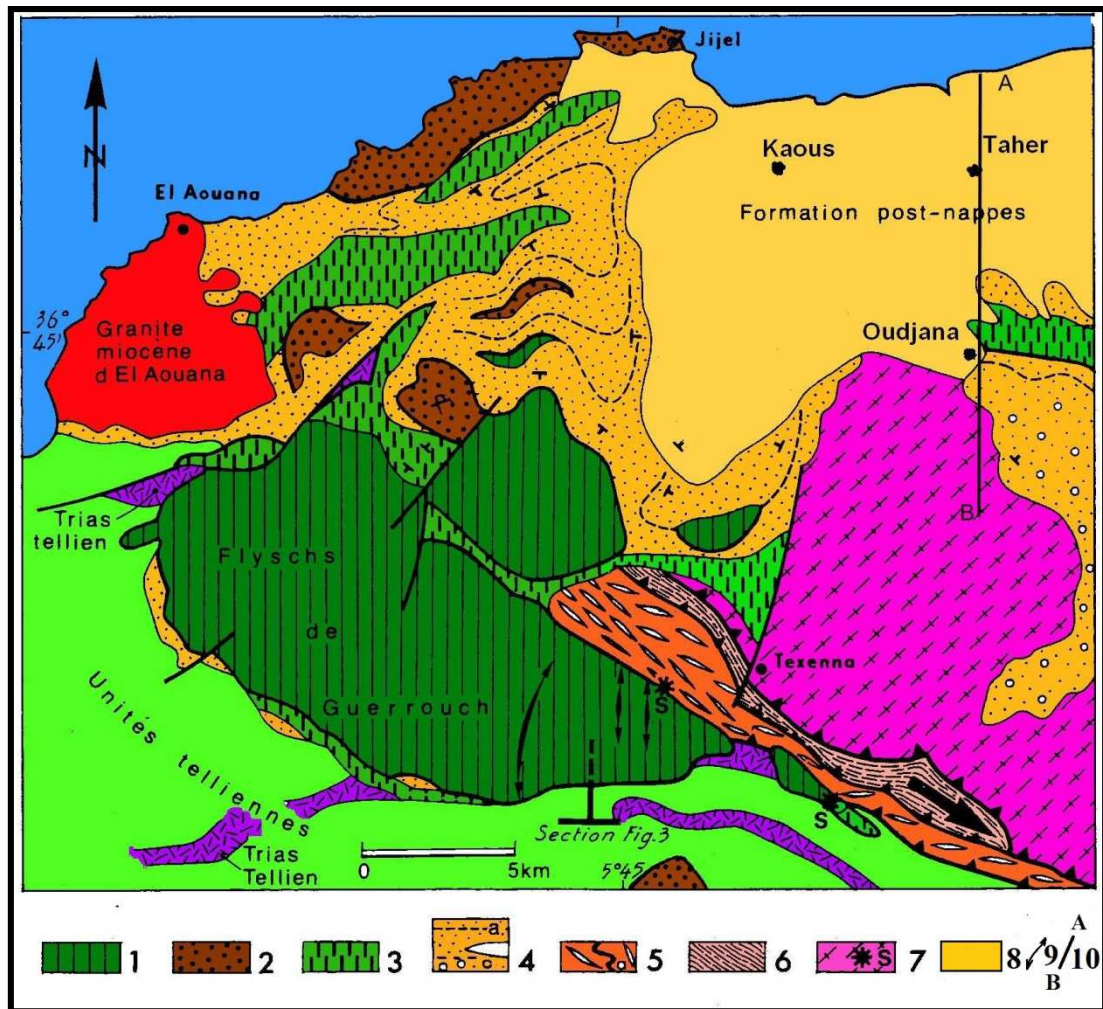


Figure II.2 : Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie  
(Andrieuxet Djellit, 1989)

**Légende :** Unité supra-kabyle : 1-nappe de Guerrouch ; 2-numidien ; 3-unité du flysch dissocié;4-Oligo-miocène kabyle (a, stratification;b, olistolite majeur).Unités infra-kabyle : 5-unité du Flyschschisto-gréseux (a, Cénomano-Turonien) ; 6-unité volcano-sédimentaire (la flèche dans cette unité indique la direction de cisaillement) ; 7-socle kabyle (S, copeaux de socle à la base des unités supra-kabyles) ; 8- formation post-nappes 9-plis N-S dans la nappe de Guerrouch ; 10-coupe géologique AB.

### II. 2.3.3 Dépôts détritiques du Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont représentés par des formations continentales détritiques alluvionnaires qui occupent les dépressions des oueds, les berges d'oued Djendjen et les zones littorales (cordons dunaires). On distingue plusieurs faciès :

- **Alluvions anciennes :** Ce sont des terrasses anciennes ; se limitant principalement aux anciennes vallées de l'oued Djendjene et l'oued Mencha. Elles sont constituées de



conglomérats détritiques : des galets, des graviers et des cailloux, à matrice sableuse (Durand Delga M .1955), avec parfois des intrusions limoneuses et argileuses. Elles peuvent être confondues aux mollasses du Pliocène lorsqu'elles sont légèrement consolidées, leur épaisseur varie entre 20 et 50 m.

- *Alluvions marécageuses* : Les alluvions marécageuses sont des dépôts de dépressions fermées comme celle de la région de Kennar.

- *Alluvions récentes* : Les alluvions récentes sont constituées de dépôts détritiques : graviers, galets, conglomérats, sables et argiles...etc. Elles sont très souvent limoneuses en surface et sont érodées par les oueds (oued Saïoud, oued Nil, oued Boukaraa, oued Djendjene, oued Mencha, et oued Kentara). Leur épaisseur est d'environ 30m.



**Photo II.4 Alluvions d'oued Nil**

- *Dunes anciennes* : Elles paraissent sur la totalité du littoral et recouvrent surtout la région de Kennar et Tassoust. Elles sont représentées par des grès dunaires bioclastiques et des sables rouges recouvrant la majeure partie de la région de Tassoust reposant sur une discordance sur les dépôts marneux Tortono-Messinien (post-nappe) et aussi sur les conglomérats du pliocène de couleur rouge ocre. Ces dunes anciennes sont formées de sable fin jaunes à rouges souvent consolidés avec une épaisseur qui varie de 10 à 30m.

- *Dunes récentes* : Les dunes actuelles sont constituées de sables fins à grossiers parfois légèrement consolidés. Elles bordent généralement la mer et constituent un cordon côtier allongé et continu selon la direction Est-Ouest.

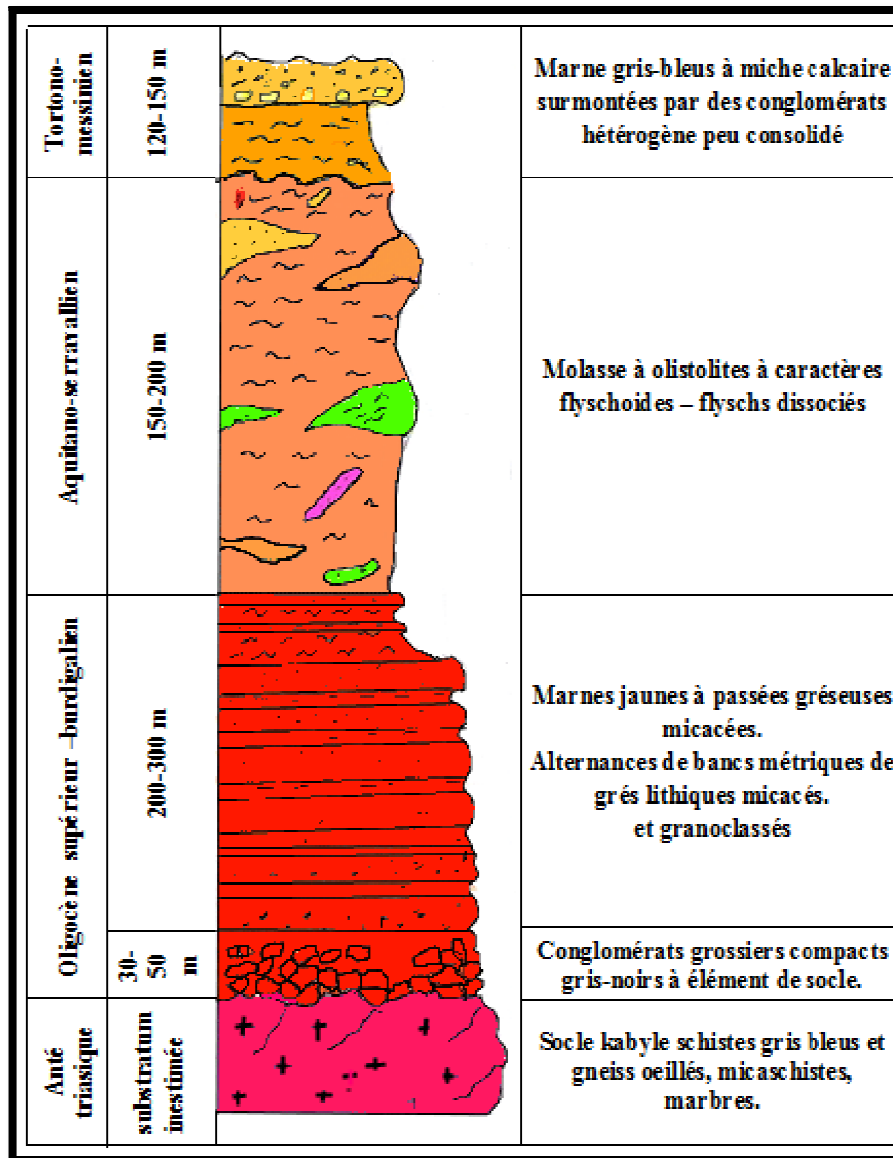


Figure II.3: Colonne lithostratigraphique du bassin Néogène de Jijel (Y. Rouikha, 2008)

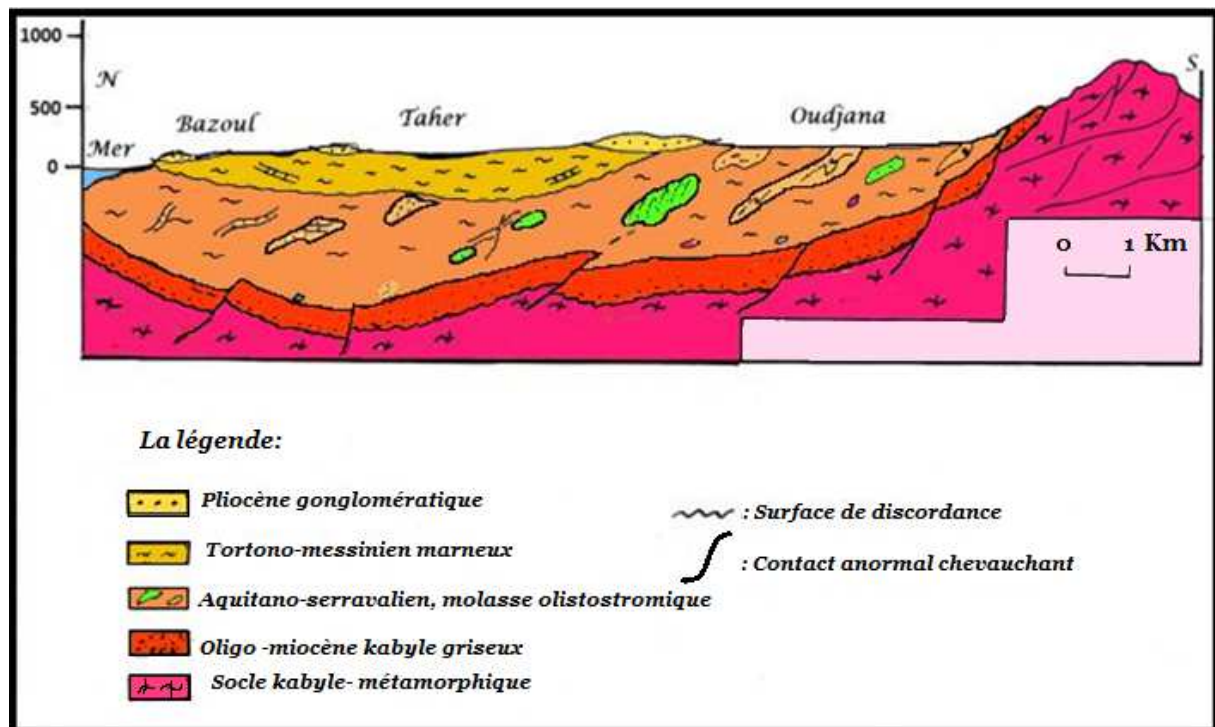


Figure II.4 : coupe géologique du bassin Néogène de Jijel  
(Y. Rouikha, 2008)

### II.3 Sismicité

Le Nord Algérien est sismiquement actif ; il se trouve dans la zone de subduction entre les deux plaques tectoniques africaine et euro-asiatique.

Selon le document des règlements parasismiques algériens (RPA 2003), le territoire algérien est divisé en quatre zones de sismicité (Figure II.05) :

- Zone 0 : sismicité négligeable.
- Zone I : sismicité faible.
- Zone II (à et b) : sismicité moyenne.
- Zone III: sismicité forte.

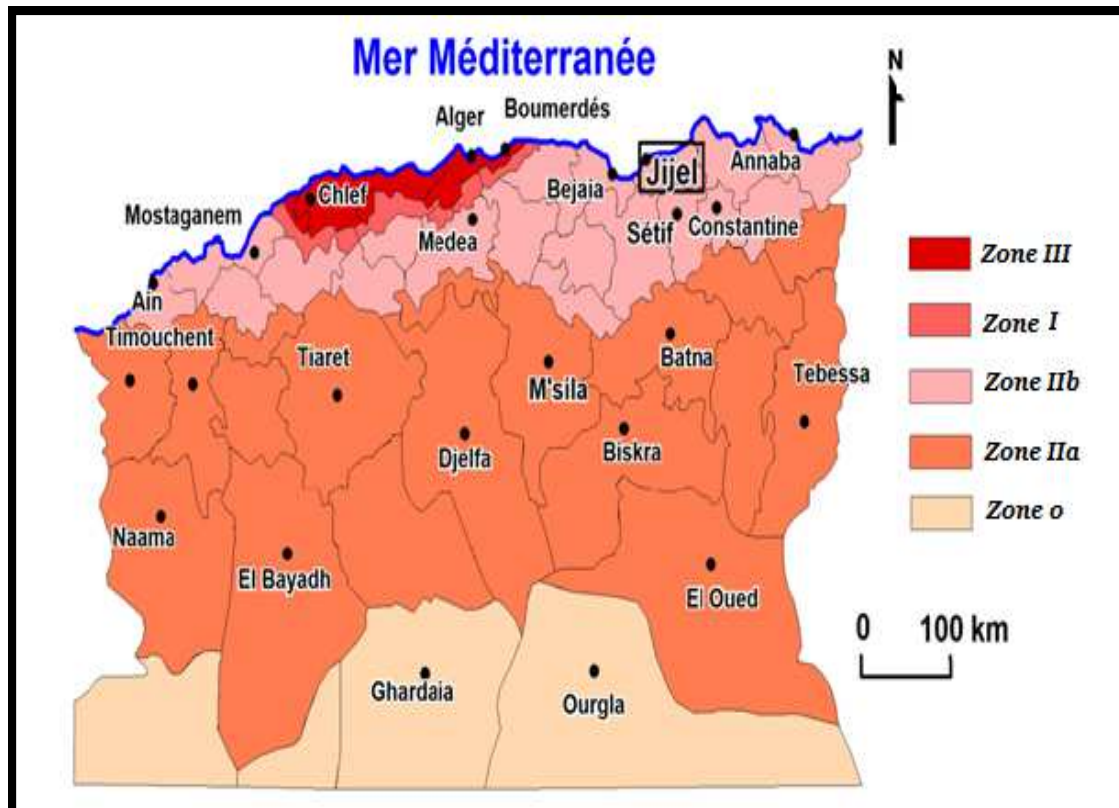


Figure II.5 : Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003)

D'après la carte sismique d'Algérie le site étudié est classé dans la zone II b (sismicité moyenne).

#### II. 4 Conclusion

Le secteur d'étude appartient à la partie occidentale du bassin Néogène de Jijel. Les formations dans ce secteur sont constituées par des marnes bleues Tortono-Messiniennes surmontées par des argiles limoneuses ou des limons argileux du Quaternaire.

## III.1 Hydroclimatologie

### III.1.1 Aperçu général sur le climat

Le climat de la wilaya de Jijel est de type méditerranéen, il comporte des étés secs et tempérés et des hivers doux et humides, les températures varient entre 20 et 35°C en été, et 5 à 15°C en Hiver. La saison des pluies dure 6 mois environ et les précipitations sont de l'ordre de 1200 mm/an.

L'étude hydroclimatologique étudie l'analyse des paramètres, tels les précipitations, les températures de l'air, le vent, l'humidité relative et l'évaporation.

### III.1.2 Analyse des paramètres climatiques

#### III.1.2.1 Pluviométrie

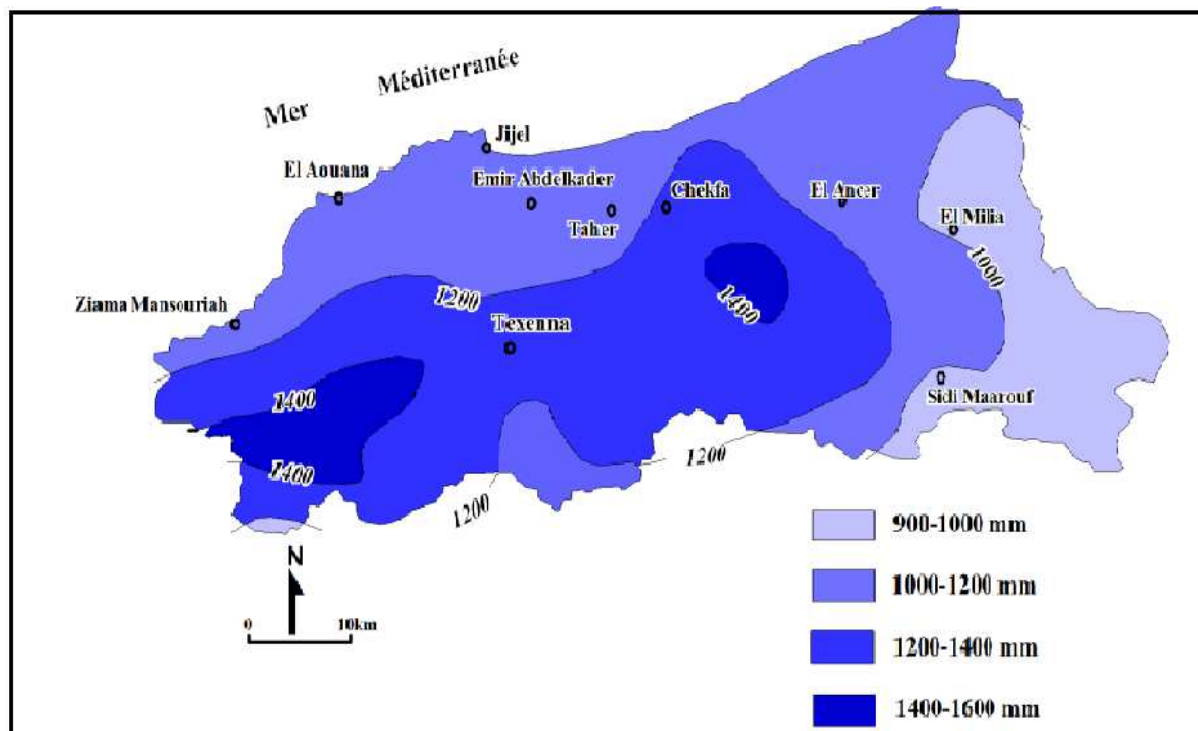


Figure III.1 : Carte de la pluviométrie dans la wilaya de Jijel (ANRH, 1996)

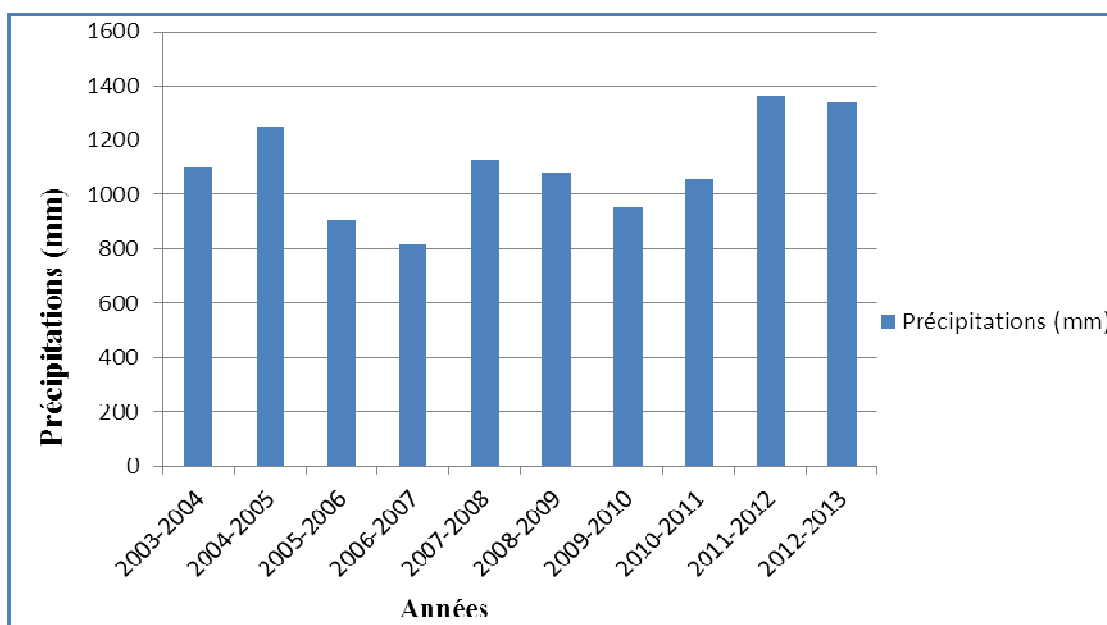
D'après la carte pluviométrique de la wilaya de Jijel les précipitations varient dans la région (Figure III.1); la moyenne de site d'étude des pluviométries varie entre 1000, 1200 mm/an.

- **Précipitations moyennes annuelles**

L'étude des précipitations annuelles a été réalisée à partir des données des séries récentes allant du 2003 jusqu'au 2013 enregistrées à station de barrage ElAgrem (Tableau III.1).

**Tableau III.1 : Précipitations moyennes annuelles, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Année	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
Précipitation (mm)	1096.4	1251.8	906.1	817.1	1127.2	1077.4	953.3	1056.8	1360.9	1338.7



**Figure III.2: Histogramme de précipitations moyennes annuelles**

**Durant la période 2003-2013, (station du barrage El Agrem)**

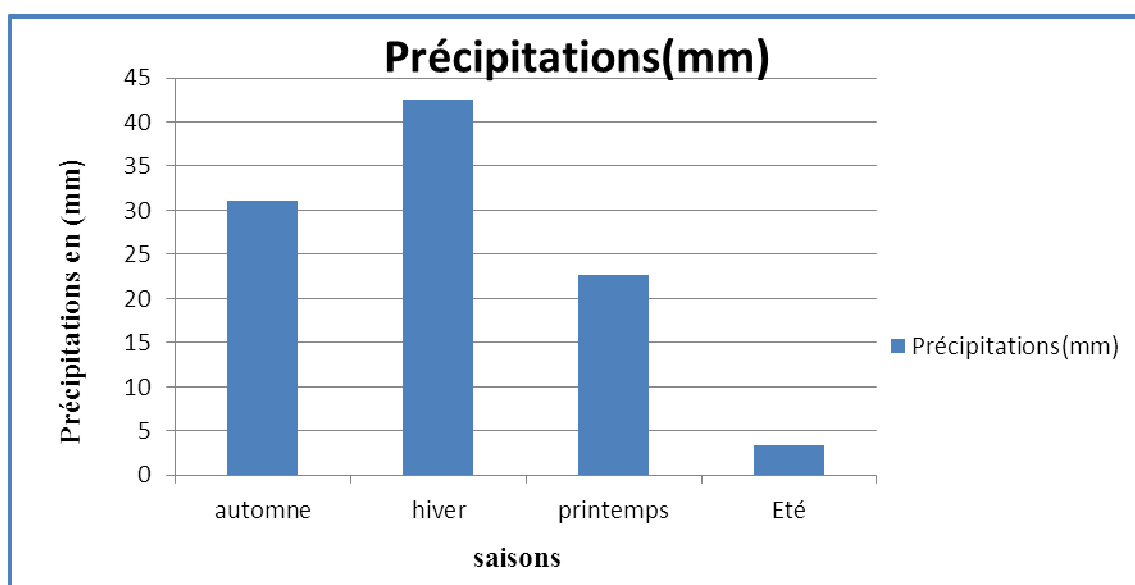
- **Précipitations moyennes saisonnières**

Pour la même période, les données des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières sont données dans le tableau suivant :

**Tableau III.2 : Précipitations moyenne saisonnières, période 2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Moyenne mensuelle (mm)	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4
Moyenne saisonnières(%)	31.1			42.6			22.7			3.3		
Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		

D'après les résultats mentionnés dans le tableau (III.2) et à partir de l'histogramme des précipitations moyennes saisonnières (Figure III.3), on constate que les précipitations sont de l'ordre de 42.6% des précipitations totalen mois d'hiver, alors qu'elle de l'ordre de 3.3% dans la saison d'été. Donc presque la moitié de la lame reçue dans la région étudiée se manifeste en Hiver, ainsi l'alimentation des cours d'eau et des nappes souterraines par les précipitations est élevée en saison hivernale.



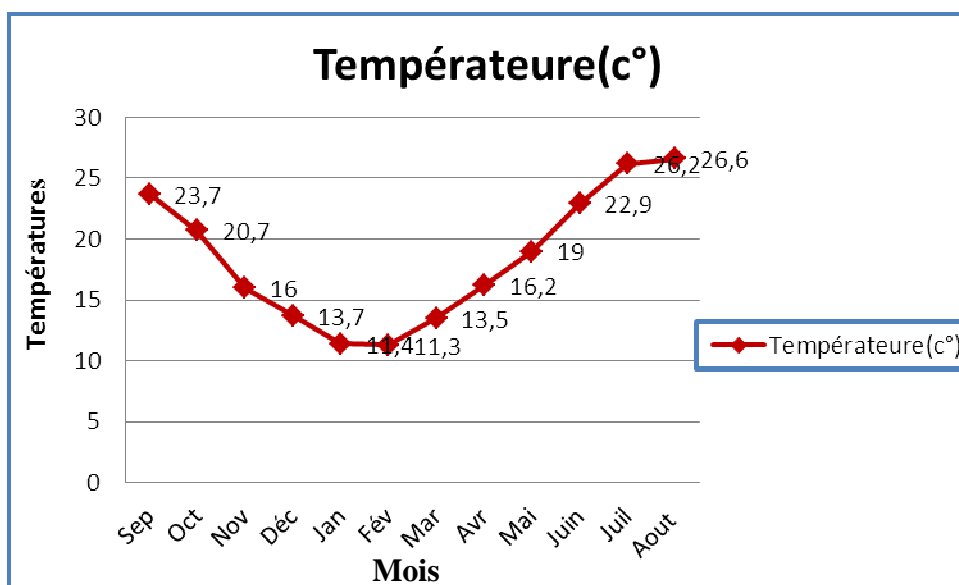
**Figure III.3: Histogramme de précipitations moyennes saisonnières  
Durant la période 2003-2013(station du barrage El Agrem )**

### III.1.2.2 Température

La température est un facteur qui contrôle le bilan hydrologique et permettre l'estimation de l'évapotranspiration. Le tableau (III.3) représente les températures moyennes mensuelles allant de 2003 à 2013.d'après ANRH.

**Tableau III.3 :Températures moyennes mensuelles et saisonnières période2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.
Moyenne mensuelle (°C)	23.7	20.7	16.7	13.7	11.4	11.3	13.5	16.2	19.0	22.9	26.2	26.6



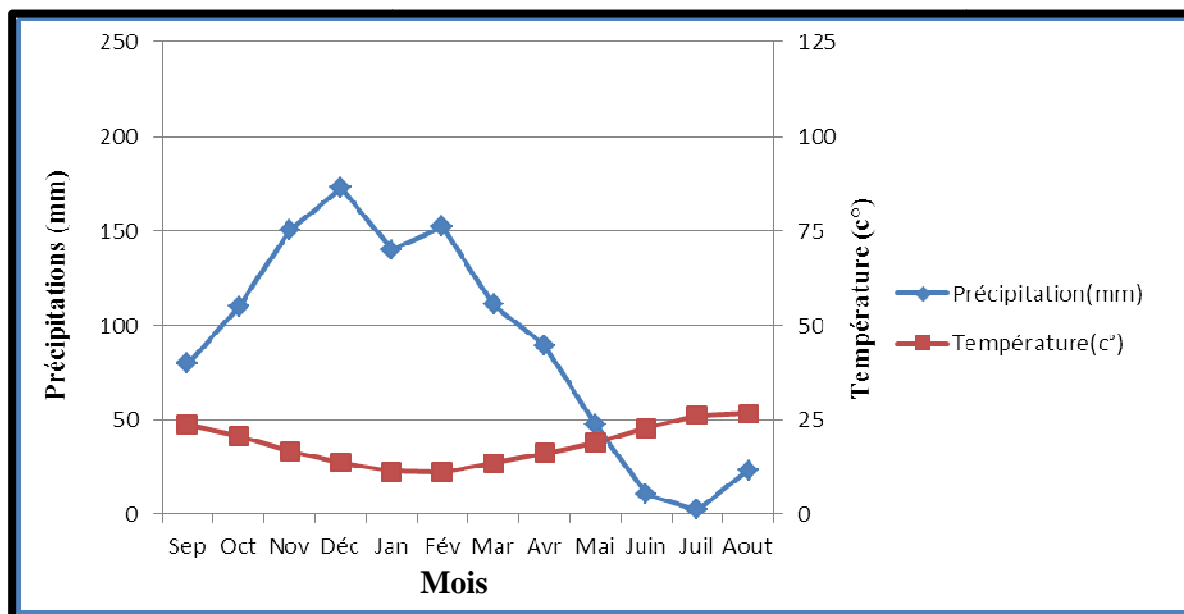
**Figure III.4 : Variation mensuelles et saisonnières des Températuresdurant la période 2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Les données des températures mensuelles de la station de barrage el agrem Figure (III.4),permettent de conclure que les températures sont basses en Hiver (Décembre, Janvier et Février) et élevées en Été (Juin, Juillet et Aout) et que :

- Le mois le plus frais est : Janvier avec une moyenne de 11.4°C.



- Le mois le plus chaud est : Juillet et Aout avec une moyenne de 26.6°C.



**Figure III.5 : Graphe ombrothermique durant la période 2003-2013  
(Station du barrage El Agram)**

Selon le diagramme ombrothermique (courbe pluvio-thermique) ci-dessus (Figure III.5) on remarque que :

- la courbe de précipitation se situe au-dessus de la courbe thermique du mois de Septembre à la fin de Mai, tandis que du début de Juin jusqu'à la fin de Septembre la courbe thermique se trouve au-dessus de celle de la pluviométrie.
- La période hivernale (humide), s'étale du mois de Septembre et jusqu'à la fin du mois de Mai et la période sécheresse, s'étale au début du mois de Juin jusqu'à la fin de Septembre.

### III.1.3 Bilan hydrologique

L'établissement du bilan hydrique d'une région selon Thornthwaite consiste à évaluer la répartition des précipitations reçues sur une surface, entre les différentes composantes suivantes :

$$P = ETR + R + I + Wa$$

Avec:

P : Précipitations moyennes annuelles en mm

ETR : Evapotranspiration réelle en mm

R : Ruissellement en mm

I : Infiltration moyenne en mm

Wa : Variation des réserves (terme souvent négligeable).

### III.1.3.1 Calcul de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration est un transfert de l'eau de la terre vers l'atmosphère par vaporisation des eaux de surface et du sol et par transpiration de la végétation.

Evapotranspiration potentielle(ETP) :

C'est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie d'un tapis végétal couvrant entièrement et alimenté régulièrement en eau. La formule utilisée pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), établie par Thornthwaite est la suivante:

$$ETP = 16. \left(\frac{10 T}{I}\right)^a$$

T : Température moyenne mensuelle (°C) du mois considéré donnée dans le tableau (III.3).

I : Indice thermique annuel

a : Exposant climatique

L'indice thermique annuel (I) est égal à la somme des indices thermiques mensuels (i) calculés à partir des températures moyennes mensuelles :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i$$

Avec :  $i = (T / 5)^{1.514}$  (Réméniéras, 1999)

L'exposant climatique (a) est calculé par la formule :

$$a = \frac{1.6 I}{100} + 0.5 = 0.016 I + 0.5 \text{ (Réméniéras, 1999)}$$

$$a = 0.016 I + 0.5 \Rightarrow a = 1.9$$

L'évapotranspiration corrigée est donnée par la relation suivante :

$$ETP_{\text{corrigée}} = ETP \times K = 16 \times (10T / I)^a \times K. \quad (\text{Réméniéras, 1999})$$

Où : K : coefficient de correction en fonction de la latitude et du mois considéré.

**Tableau III.4 : Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Année
P (mm)	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4	1089.6
T (°c)	23.7	20.7	16.0	13.7	11.4	11.3	13.5	16.2	19.0	22.9	26.2	26.6	22.12
i	10.5	8.9	5.8	4.5	3.4	3.4	4.4	5.9	7.5	10	12.2	12.5	I=89
ETP (mm)	102.8	79.5	48.7	36.1	25.9	25.1	35.3	49.9	67.5	96.3	124.4	128.1	819.6
K	1.03	0.97	0.86	0.84	0.87	0.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	/
ETP <sub>cor</sub> (mm)	105.8	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	81.6	117.4	154.2	148.5	891.1

- **Evapotranspiration réelle (ETR)**

L'évapotranspiration réelle désigne la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par le couvert végétal. L'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol. Pour calculer l'ETR on utilise la méthode de Thornthwaite :

Si les précipitations du mois (P) sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle

$$ETR = ETP.$$

Si les précipitations du mois (P) sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (ETP), dans ce cas, Thornthwaite admet l'utilisation d'une Réserve Facilement Utilisable (RFU) de 100 mm :

$$ETR = \sum P_i + RFU ; \text{ Celle-ci est supposée mobilisée comme suit :}$$

a) Si RFU antérieure est assez forte pour combler l'insuffisance de précipitation (P);  $ETR = ETP$ . Et pour un mois  $P \geq ETP$  on pose que  $l'ETP = ETR$ , la quantité d'eau qui reste ( $P - ETR$ ) va alimenter la RFU jusqu'à son maximum (100 mm), si elle dépasse cette valeur il y aura un excès (WS) qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement.

b) Si RFU est insuffisante pour satisfaire l'évapotranspiration potentielle, l'ETR reste inférieure à celle-ci et est égale à la somme des précipitations du mois et des RFU.

Alors :

Si  $P + RFU > ETP \Rightarrow ETR = ETP$

Si  $P + RFU < ETP \Rightarrow ETR = P + RFU$

Si la RFU est nulle, il va se produire un déficit agricole  $Da = ETP - ETR$ , ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation.

**Tableau III.5 : Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Total annuel
P	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4	1089.6
ETP Corrigé (mm)	105.8	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	81.6	117.4	154.2	148.5	891.1
P-ETP (mm)	-25.9	32.6	108.5	142.4	117.6	131	74.8	35.3	-34.3	-106.7	-151.7	-125.1	/
RFU (mm)	0	0	100	100	100	100	100	100	100	63.8	0	0	/
ETR (mm)	79.9	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	47.3	10.7	2.5	23.4	447.4
DA = $ETP_c - ETR$ (mm)	25.9	0	0	0	0	0	0	0	34.3	106.7	151.7	125.1	443.7
WS = $P - ETR$ (mm)	0	0	108.5	142.2	117.6	131	74.8	35.3	0	0	0	0	642

L'évapotranspiration réelle calculée est de l'ordre de 447.4mm, soit 41% des précipitations.

### III.1.3.2 Calcul du Ruissellement " R "

La précipitation dans la région est de l'ordre de 1089.9 mm.

L'estimation du ruissellement a été calculée par la formule de Tixeront-Berkaloff (**Précipitations moyennes annuelles doivent être inférieures à 600mm**), car on n'a pas trouvé d'autre formule dans la bibliographie.

$$R = \frac{P^3}{3(ETP)^2}$$

Avec :

R : ruissellement superficiel en mm ;

P : précipitation moyenne annuelle en mm;

ETP : l'évapotranspiration potentielle d'après Thornthwaite en mm.

Avec : P = 1089.6mm, ETP<sub>C</sub> = 891.1mm

$$R = (1089.6)^3 / 3 \cdot (891.1)^2 \Rightarrow R = 543.0 \text{ mm}$$

$$R\% = \frac{R(\text{mm}) \times 100}{P(\text{mm})} \Rightarrow R = \frac{543.0 \times 100}{1089.6} = 49.8 \%$$

Donc le ruissellement représente plus de 49.8% des précipitations.

### III.1.3.3 Calcul d'infiltration moyenne " I "

L'infiltration est estimée à partir de la formule du bilan hydrologique :

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

$$ETR = 447.4 \text{ mm}$$

$$R = 543.0 \text{ mm}$$

$$P = 1089.6 \text{ mm}$$

$$I = P - (ETR + R) \Rightarrow I = 1089.6 - (447.4 + 543.0) \Rightarrow I = 99.2 \text{ mm}$$

L'infiltration représente plus de 9.1% des précipitations.

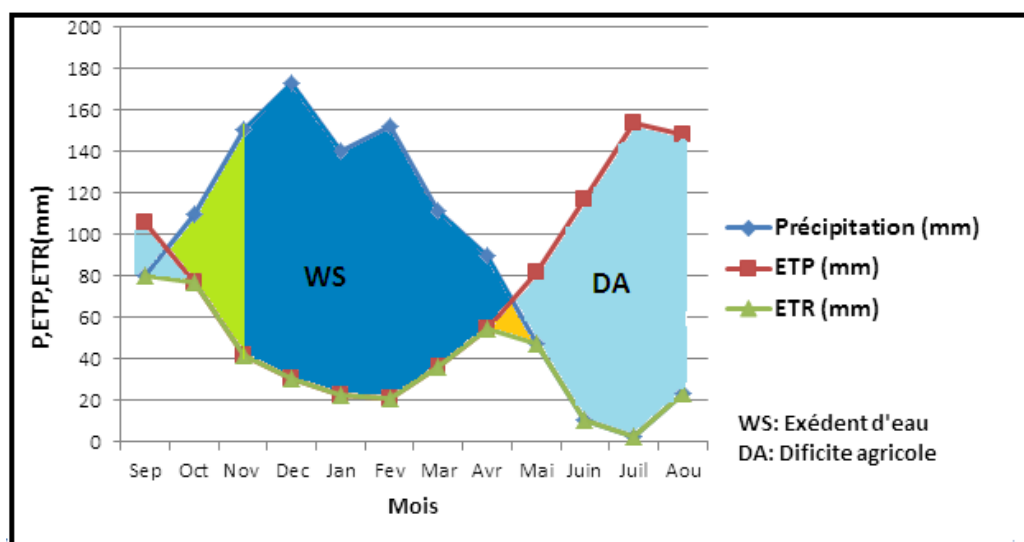
### III.1.3.4 Interprétation du bilan hydrologique

Les résultats du bilan hydrologique regroupés dans le tableau (III.7) et le diagramme de la figure (III.7) permettent d'en déduire les remarques suivantes :

- Les hauteurs de précipitations atteignent leur maximum en mois de Décembre (172.7 mm) où l’ETP atteint son minimum.
- l’ETP atteint son maximum en mois de Juillet(154.2 mm) où les auteurs de précipitations atteignent leur minimum.
- L’excédent d’eau est enregistré du mois d’Octobre jusqu’au mois de Mai.L’augmentation du volume d’eau durant cette période dont un pourcentage d’infiltration de l’ordre de 9.1 %.
- l’évapotranspiration réelle calculée est de l’ordre de 447.4 mm, soit 41% des précipitations.
- le ruissellement représente 49.8% des précipitations.
- L’infiltration représente 9.1% des précipitations.

**Tableau III.6 : Les différentes composantes du bilan hydrologique (Station du barrage El Agrem)**

	Période	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	R (mm)	I (mm)	Excédent (WS) (mm)	Déficit agricole DA (mm)
<b>ANRH</b>	2003/2013	1089.6	891.1	447.4	543.0	99.2	642	443.7



**Figure III.6 :Bilan hydrologique par la méthode de Thornthwaite Période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

### III.2 Hydrologie

Le POS N° 03 et N° 04 sont caractérisés par un réseau hydrographique, qui constitué par un groupe des ravines et Oued Tassift, dans la partie Ouest de la commune de Taher.

Oued Tassift est alimenté par plusieurs chenaux(chabets), qui prennent leurs sources en amont dans la région de Dekkara à une altitude de 250m environ. Il rejoint vers l'Est oued El Nil au niveau de l'agglomération de Bazoul.

Le sous bassin d'oued Tassift fait partie du bassin versant d'oued Nil, il occupe la partie Nord-Ouest de ce dernier (Figure III.7). D'une superficie de 268 Km<sup>2</sup>, Le bassin versant de l'oued Nil a un allongement Nord-Sud, d'une distance de drainage d'environ 27Km jusque la mer à vol d'oiseau à partir des altitudes supérieures à 140m.

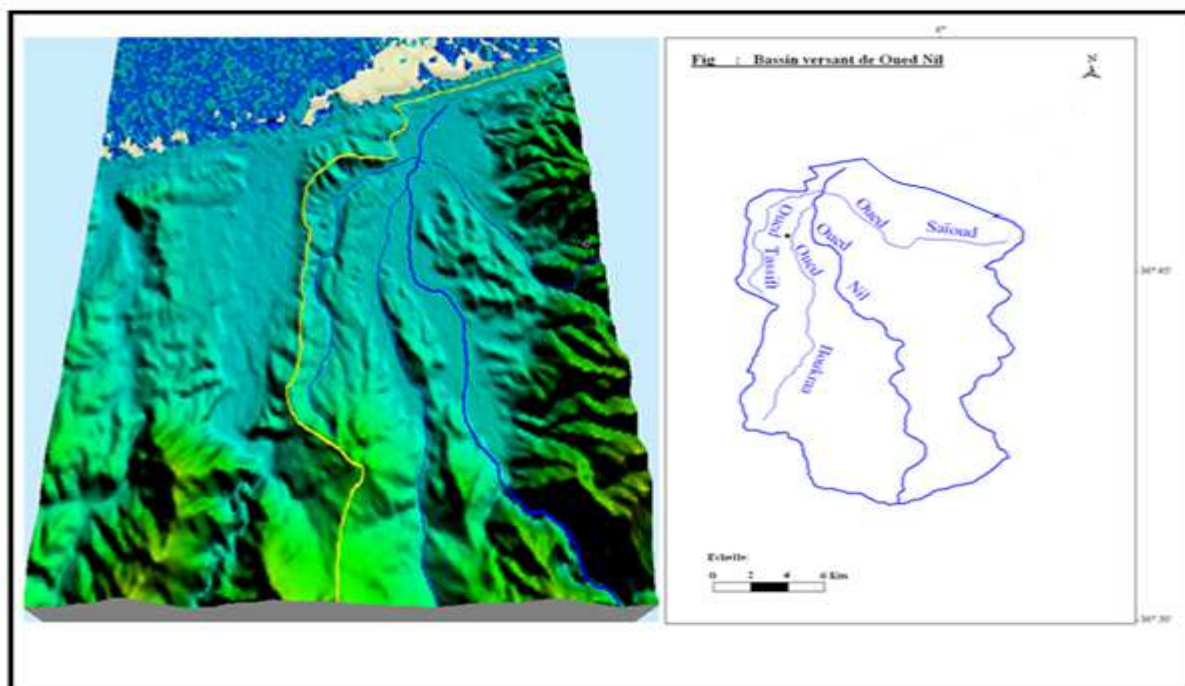


Figure III.7: Bassin versant d'Oued Nil

### III.3 Hydrogéologie

Les sondages réalisés dans le secteur d'étude au voisinage d'oued Tassift montrent que le niveau de la nappe varie de 01m à 03m, il s'agit d'une nappe libre superficielle. Cela nécessite une délimitation bien précise de la zone de servitude de l'oued et la zone à risque d'inondation(Figure III.7). Ainsi, il faut prendre en considération dans le calcul des

fondations la présence de cette nappe et la remonte de son niveau au cours de période hivernale.



**III.4 Conclusion**

La région d'étude est caractérisée par un climat tempéré dû à l'influence méditerranéenne, avec des températures moyennes mensuelles de l'ordre de 17.1°C et des précipitations de l'ordre de 1089.6mm. Le ruissellement représente 49.8% de ces précipitations et 9.1% sous forme d'infiltrations.

Un essai d'établissement du bilan hydrique a permis de fixer un ordre de grandeur des paramètres non mesurables directement.

Sur le plan hydrologique, l'intensité de réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des chaabates, et un oued (Oued Tassift) dans la partie Est du site

Au voisinage d'oued Tassift le niveau de la nappe est à 3 m de profondeur par rapport au niveau de sol.

## **IV.1 Introduction**

Dans tous les projets de construction, on doit procéder à une reconnaissance détaillée du site afin de déterminer sa structure géologique. Des sondages carottés sont systématiquement effectués pour des profondeurs définies. Ces carottages sont destinés à permettre d'acquérir une connaissance suffisante de la constitution lithologique et de la structure des différents horizons de la fondation, pour pouvoir dessiner les coupes géologiques interprétatives nécessaires à une bonne compréhension des conditions de fondation des ouvrages. Cette reconnaissance est complétée par une campagne de reconnaissance géophysique.

## **IV.2 Reconnaissance géologique**

Dans le cadre des campagnes de reconnaissances, le bureau d'étude Géo-Sole (2011) et de le laboratoire national de l'habitat et de la construction (LNHC) en (2007) a effectué 50 sondages carottés ayant des profondeurs variantes entre 09 et 14 m, à l'aide d'une sondeuse de type **ABYSS III**. Leur répartition spatiale a été faite de manière à couvrir des surfaces très importantes afin de mettre en évidence la nature géologique de différentes couches rencontrées et de déterminer leurs épaisseurs. La carte de la figure (IV.1) illustre l'implantation des différents sondages. Les résultats obtenus par ces sondages sont représentés dans le tableau (IV.1).

**Tableau. IV.1 : Résultats des sondages carottés réalisé sur la superficie du POS 03 et POS 04**

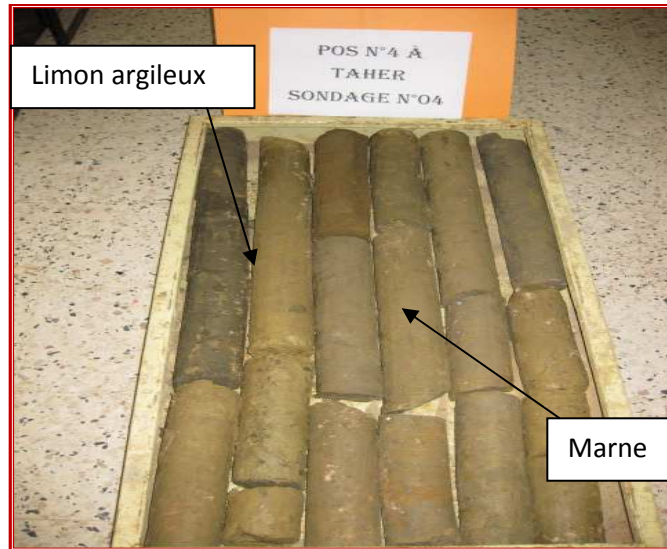
Sondages	Profondeur	Lithologie	Sondages	Profondeur	Lithologie
SC N°01	0.0/1.0m 1.0/12 m	Limon argileux Marne	SC N°15	0.0/1.9m 1.9/12 m	Limon argileux Marne
SC N°02	0.0/1.2m 1.2/13 m	Limon argileux Marne	SC N°16	0.0/1.4m 1.4/12 m	Limon argileux Marne
SC N°03	0.0/1.5m 1.5/12 m	Limon argileux Marne	SC N°17	0.0/2.6m 2.6/12 m	Limon argileux Marne
SC N°04	0.0/1.7m 1.7/14 m	Limon argileux Marne	SC N°18	0.0/2.3m 2.3/12 m	Limon argileux Marne
SC N°05	0.0/0.8m 0.8/12 m	Limon argileux Marne	SC N°19	0.0/4.0m 4.0/14 m	Limon argileux Marne
SC N°06	0.0/2.0m 2.0/14 m	Limon argileux Marne	SC N°20	0.0/1.2m 1.2/12 m	Limon argileux Marne
SC N°07	0.0/2.5m 2.5/14 m	Limon argileux Marne	SC N°21	0.0/1.8m 1.8/13 m	Limon argileux Marne
SC N°08	0.0/3.8m 3.8/15 m	Limon argileux Marne	SC N°22	0.0/2.4m 2.4/12 m	Limon argileux Marne
SC N°09	0.0/1.0m 1.0/12 m	Limon argileux Marne	SC N°23	0.0/4.4m 4.4/14 m	Limon argileux Marne
SC N°10	0.0/1.6m 1.6/12 m	Limon argileux Marne	SC N°24	0.0/4.0m 4.0/13 m	Limon argileux Marne
SC N°11	0.0/4.3m 4.3/14 m	Limon argileux Marne	SC N°25	0.0/2.0m 2.0/12 m	Limon argileux Marne
SC N°12	0.0/1.2m 1.0/11 m	Limon argileux Marne	SC N°26	0.0/2.3m 2.3/11 m	Limon argileux Marne
SC N°13	0.0/1.8m 1.8/12 m	Limon argileux Marne	SC N°27	0.0/1.5m 1.5/12 m	Limon argileux Marne
SC N°14	0.0/2.2m 2.2/12 m	Limon argileux Marne	SC N°28	0.0/1.9m 1.9/12 m	Limon argileux Marne

N°dusondage	Profondeur de l'essai(m)	Lalithologie
SC N°29	0,00m-0,40m 0,40m-2,40m 2,50m-3,50m 3,50m-8,20m 8,20m-9,00m	Remblais. Argileslimoneusesassezcompactesdecouleurmarron. Argilesmarneusestrèsgraveleuses. Marnesargileusesgraveleuses. Marnespeugraveleusesassezcompactesassezplastique.
SC N°30	0,00m-0,80m 0,80m-2,80m 2,80m-3,60m  3,60m-9,00m	Terresvégétales Argileslimoneusespeugraveleusesdecouleurrougeâtre Argileslimoneusestrèsgraveleusesavecprésencedegros sable,decouleurbigarrée Argilesmarneusesassezplastiques,decouleurmarronclair
SC N°31	0,00m-0,80m 0,80m-3,60m 3,60m-9,00m	Terresvégétales Argileslimoneusespeugraveleusesdecouleurrougeâtre Argilesmarneusesplastiquesdecouleurmarron

<b>SC N°32</b>	0,00m-2,90m 2,90m-9,00m	Remblaisdecouleurrougeâtre. Marnesplastiquesdecouleurjaunâtre.
<b>SC N°33</b>	0,00m-2,20m 2,20m-9,00m	Remblais Argilessablonneuselimoneuseparfois marneuseassez plastiqueetassezcompactesdecouleurgriseànoirâtre
<b>SC N°34</b>	0,00m-4,00m 4,00m-7,00m 7,00m-9,00m	Remblais. Argileslimoneusesparfoissablonneusesgraveleuses Marnesargileusesgraveleusesplastiquesetassez compactde couleurgrise
<b>SC N°35</b>	0.00m-1.20m 1.20m-3.20m  3.20m-9.00m	Terresvégétales+Remblais. Argileslimoneusescarbonatéespeugraveleusesdecouleur marron. Argilescarbonatéesparfoismarneuses,decouleurjaunâtre.
<b>SC N°36</b>	0.00m-0.60m 0.60m-4.50m  4.50m-9.00m	Remblais. Argilesmarneusesablonneusescarbonatéespeugraveleusede couleurmarron. Marneargileusesplastiquedecouleurmarron clair.
<b>SC N°37</b>	0.00m-1.60m 1.60m-3.20m  3.20m-6.00m  6.00m-9.00m	remblais. Argilesmarneusespeugraveleusesà sablonneuses,decouleur marronclair. Argilesmarneuses sablonneusestrès graveleusesdecouleur marron. Argileslimoneusesablonneusesassezgraveleusesdecouleur jaunâtre.
<b>SC N°38</b>	0.00m-0.60m 0.60m-5.00m 5.00m-9.00m	Remblais Argilessablonneuses peuplastiquedecouleurrougeâtre. Argileslimoneusesparfoismarneusesassezplastiqueet compactesdecouleurmarron.
<b>SC N° 39</b>	0.00m-4.80m 4.80m-9.00m	Remblais marnesplastiques assez compactesde couleurmarronfoncé.
<b>SC N°40</b>	0.00m-1.00m 1.00m-3.60m  3.60m-9.00m	Terresvégétales+remblais. Argileslimoneusesparfoismarneusesplastiqueassez compactesdecouleurrougeâtre. Argilesmarneusesablonneuses,decouleurjaunâtreàmarron Clair
<b>SC N°41</b>	0.00m-3.20m 3.20m-9.00m	remblais. Argileslimoneuses parfoismarneuses plastique.
<b>SC N°42</b>	0.00m-0.80m 0.80m-3.20m 3.20m-7.00m 7.00m-9.00m	remblais. Argileslimoneusesgraveleusedecouleurrougeâtre. Argilesmarneusesdecouleurmarronclairàjaunâtre. Argilesmarneusesassezplastiquepeugraveleusedecouleur marronclairàjaunâtre.

<b>SC N°43</b>	0.00m-0.50m 0.50m-5.50m 5.50m-12.00m	Terresvégétales. Argilesgraveleuses.grisejaunâtrecarbonatées. Argilesgrisesverdâtrelégèrementgraveleuse.
<b>SC N°44</b>	0.00m-0.20m 0.20m-4.50m 4.50m-12.00m	Terresvégétales Argilesgrise verdâtrelégèrementgraveleuses. Argilesgrise jaunâtrecarbonatées avec quelquestracesde gypses.
<b>SC N°45</b>	0.00m-0.30m 0.30m-2.00m 2.00m-3.80m  3.80-12.00m	Terresvégétales. Argilesgrise verdâtre carbonatéespeugraveleuse. TVOdansunematriceargileuseavecprésencedesblocs décimétriques. Argilesgrise verdâtre.
<b>SC N°46</b>	0.00m-0.50m 0.50m-4.00m 4.00m-10.00m	Terresvégétales. Argilesbrunerougeâtre graveleuse etcaillouteusesàlabase. Marnesbeigeàgrisâtretrèscompactes.
<b>SC N°47</b>	0.00m-0.50m 0.50m-5.10m 5.10m-10.00m	Terresvégétales. Argilesgraveleusesparfoiscaillouteuses,beigeàgrisâtre. Marnesbeigeàbrunâtretrèscompactes.
<b>SC N°48</b>	0.00m-0.50m 0.50m-6.00m 6.00m-10.00m	Terresvégétales. Argilescarbonatéesdecouleurbeigeàgrisâtre. Marnesbrunâtretrèscompactes.
<b>SC N°49</b>	0.00m-0.50m 0.50m-10.00m	Terresvégétales. Marnesbeigeàbrunâtreparfoisgrisâtreplastiques.
<b>SC N°50</b>	0.00m-0.60m 0.60m-4.60m 4.60m-10.00m	Terresvégétales. Argilesbrunesrougeâtregraveleuse. Marnesbeigeàgrisâtrecompactes.

Sur la base des résultats de ces sondages carottés on déduit que la lithologie du terrain est représentée par un substratum marneux, recouvert par des argiles carbonatées et marneuses, argiles sableuses et graveleuses, argiles limoneuses et un limon argileux ayant une épaisseur variable allant de 1 à 4,4 m de profondeur (Photo IV.1). Les épaisseurs les plus élevées sont détectées dans la dépression Est, près d'Oued Tassait.



**Photo IV.1 : Photos illustrant la lithologie rencontrée dans notre site d'étude**

### IV.3 Reconnaissance géophysique

La résistivité des matériaux est un bon indicateur et marqueur de leur nature et de leur état d'altération. C'est ainsi que les méthodes de prospection électrique sont depuis longtemps utilisées en hydrogéologie, en géologie de l'ingénieur et en géotechnique. Ces méthodes, à la fois quantitatives et qualitatives, basées sur le principe de la loi d'Ohm. L'injection d'un courant dans le sol et la mesure du potentiel résultant permettent de remonter à la résistivité vraie de ce dernier qui est représentative de la nature du sous-sol (Saad B1, Jaâfar B<sub>2</sub>, 2005).

Le bureau d'étude **Géo-Sola** effectué **56** Sondages Electriques Verticaux (SEV) de type Schlumberger sur la superficie du site étudié.

#### IV.3.1 Principe de mesure par le dispositif de Schlumberger et appareillage utilisé

Le bureau d'étude **Géo-Sol** a utilisé dans cette investigation un dispositif Schlumberger (Figure IV.2) qui consiste à réaliser des mesures de résistivité apparente  $\rho_a$  en faisant varier l'écartement des électrodes de courant AB et de mesure en MN (mesure à différent de

potentiel V) par rapport à un point central fixe (Johan Hoareau 2010). On obtient ainsi un sondage de la résistivité en profondeur sous le centre du dispositif (Guy Marquis, 2005).

La courbe de sondage électrique obtenue représente l'évolution de la résistivité apparente en fonction d'AB/2; son interprétation à l'aide d'abaques, permet de calculer les épaisseurs et les résistivités des différentes couches traversées par le courant (A. Boudoukha 2007).

$$\rho_a = k \frac{V}{I} \quad * \text{ Astier L. (1971)}$$

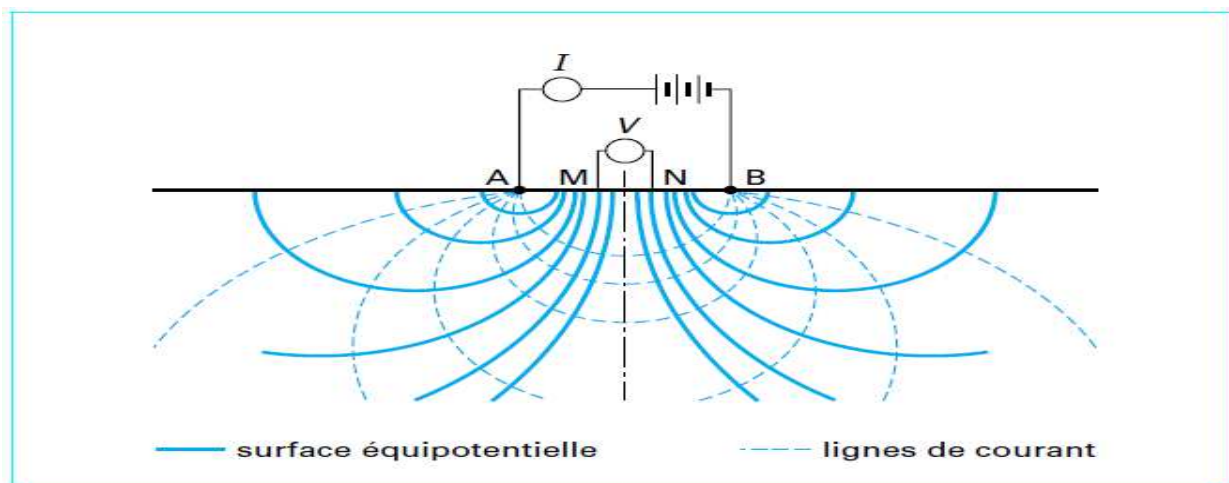
$$K = 2\pi (1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN)$$

**Avec :**

**K** : Coefficient qui dépend de l'espacement entre A B et M N,

**V** : Différence de potentiel électrique (Milli-Volt),

**I** : Intensité du courant (Milli-Ampère).



**Figure IV.1 : Dispositif de mesure de Schlumberger**

L'équipement géophysique utilisé pour mesurer la résistivité apparente du sous-sol est composé de (Photo IV.2) :

- Un résistivimètre **PASI** modèle 16-GL.
- Booster (Energizer).
- Des électrodes de courant AB (aciers).
- Des électrodes de potentiel MN (cuivre).

- Enrouleurs (Câbles) et accessoires.



Photo IV.2 : Appareillage utilisé

### IV.3.2 Résultats de la résistivité du sol

Les résultats obtenus à partir des sondages géophysique (prospection électrique) sont donnés sous forme de profils indiquant les valeurs de la résistivité en fonction de la profondeur. Les 56 sondages électriques ont été exécutés jusqu'à une profondeur de 40 m.

Ces sondages ont permis de reconnaître les différentes natures de terrains en fonction de la valeur de la résistivité exprimée en Ohm/m. Les coupes verticales qui sont établies sont:

#### a) La coupe AA'

La coupe (AA') de la figure (IV.2) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : E5, E15, E24, E35, E53.

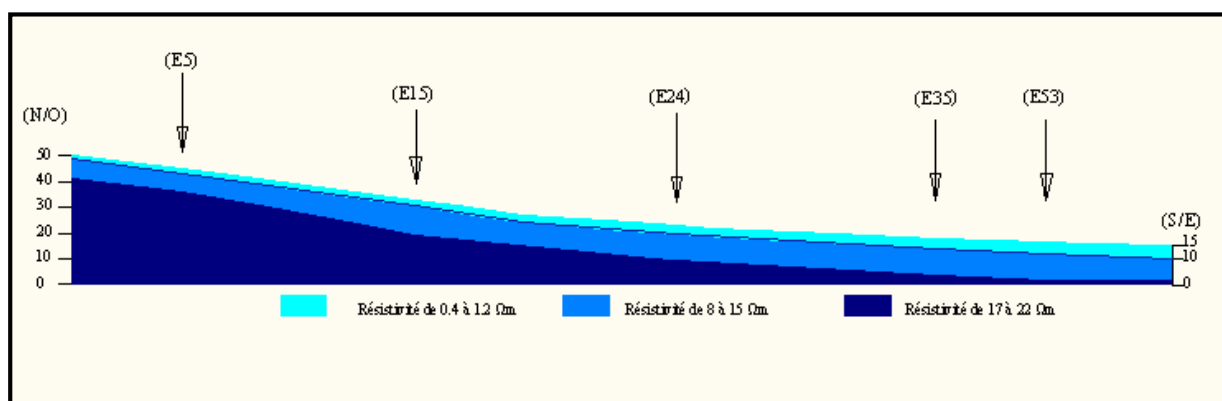


Figure IV.2 : Coupe Géo-électrique AA'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représenté dans le tableau (IV.2).



**Tableau IV.2 : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E5, E15, E24, E35, E53)**

Sondage électrique verticale E5			Sondage électrique verticale E15		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.0 m	1.2	Limon argileux	0.0.-2.2 m	0.6	Limon argileux
1.0.-8 m	15	Marne	2.2.-13 m	11	Marne
8.-30 m	22	Marne	13.-30 m	22	Marne
Sondage électrique verticale E24			Sondage électrique verticale E35		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-3.0 m	0.5	Limon argileux	0.0.-4.2 m	0.4	Limon argileux
3.0.-13 m	9	Marne	4.2.-14 m	2.5	Marne
13.-30 m	19	Marne	14.-30 m	17	Marne
Sondage électrique verticale E53					
Profondeur		Résistivité ( $\Omega m$ )		Formation	
0.0.-4.8 m		0.6		Limon argileux	
4.8.-15 m		9		Marne	
15.-30 m		16		Marne	

Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, à savoir:

- Une couche ayant une épaisseur allant de 1 à 4.5 m possédant une résistivité allant de 0.4 à 1.2  $\Omega m$  correspondant au limon argileux,
- Une deuxième gamme ayant une résistivité comprise entre 8 et 15  $\Omega m$ , elle correspond à la marne.
- Une troisième gamme varie entre 17 et 22, elle correspond à la marne.

**b) La coupe BB'**

La coupe (BB') de la figure (IV.3) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : **E9, E11, E32, E55.**

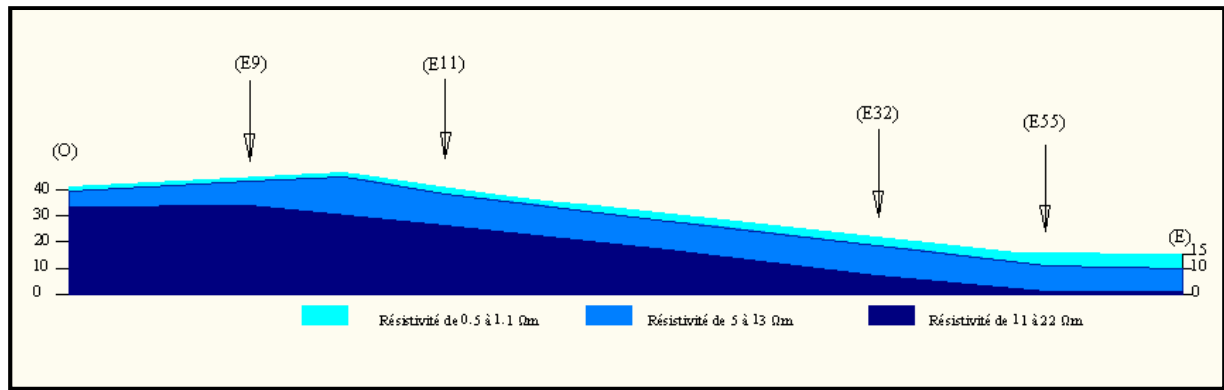


Figure IV.3 : Coupe Géo-électrique BB'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représentent dans le tableau (IV.3). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondront à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.5 à 1.1  $\Omega m$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 5 et 13  $\Omega m$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 11 et 22  $\Omega m$  correspondant à la marne.

Tableau IV.3 : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV

(E9, E11, E32, E55)

Sondage électrique verticale E9			Sondage électrique verticale E11		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.6 m	0.5	Limon argileux	0.0.-2.5 m	1.1	Limon argileux
1.6.-11 m	13	Marne	2.5.-15 m	10	Marne
11.-30 m	22	Marne	15.-30 m	21	Marne
Sondage électrique verticale E32			Sondage électrique verticale E55		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-3.2 m	0.9	Limon argileux	0.0.-5.0 m	0.6	Limon argileux
3.2.-15 m	7	Marne	5.0.-15 m	5	Marne
15.-30 m	17	Marne	15.-30 m	11	Marne

c) La coupe CC'

La coupe (CC') de la figure (IV.4) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : SEV (E4, E37, E36, E52)

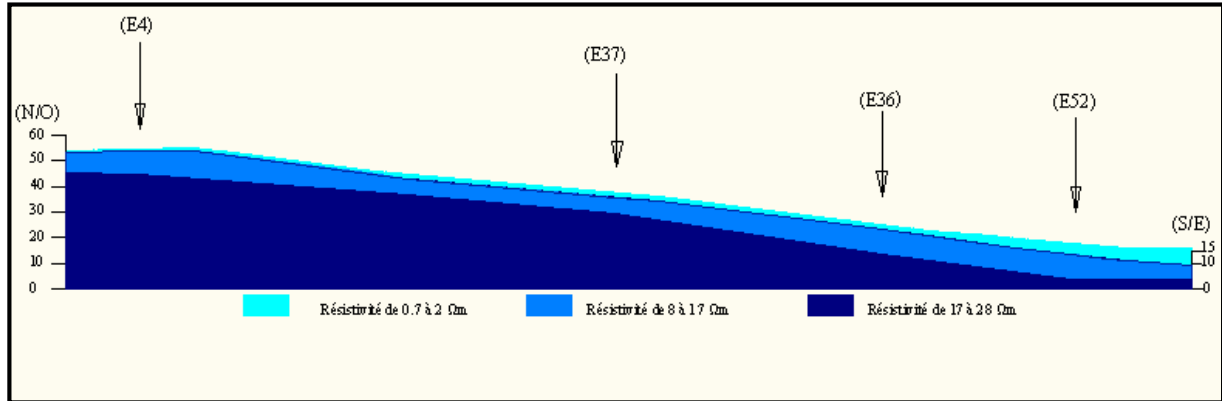


Figure IV.4 : Coupe Géo-électrique CC'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représentées dans le tableau (IV.4). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondant à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.7 à 2  $\Omega m$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 8 et 17  $\Omega m$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 17 et 28  $\Omega m$  correspondant à la marne.

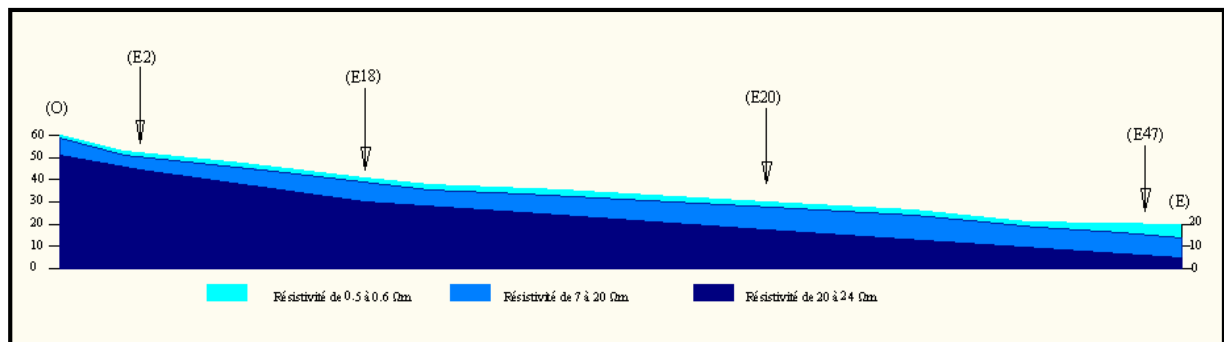
Tableau IV.4 : Interprétation des différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E4, E37, E36, E52)

Sondage électrique verticale E4			Sondage électrique verticale E36		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.0 m	2	Limon argileux	0.0.-2.8 m	1.0	Limon argileux
1.0.-10 m	18	Marne	2.8.-12 m	12	Marne
10.-30 m	25	Marne	12.-30 m	25	Marne
Sondage électrique verticale E37			Sondage électrique verticale E52		

Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-1.9 m	1.2	Limon argileux	0.0.-4.5 m	0.7	Limon argileux
1.9.-8 m	16	Marne	4.5.-14 m	8	Marne
8.-30 m	28	Marne	14.-30 m	17	Marne

**d) La coupe DD'**

La coupe (DD') de la figure (IV.5) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : E2, E18, E20, E47



**Figure IV.5 : Coupe Géo-électrique DD'**

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représenté dans tableau (IV.5). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondront à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.5 à 0.6  $\Omega\text{m}$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 7 et 20  $\Omega\text{m}$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 20 et 24  $\Omega\text{m}$  correspondant à la marne.

**Tableau IV.5 : Interprétation des différentes valeurs de résistivités pour les SEV**

**(E2, E18, E20, E47)**

Sondage électrique verticale E2			Sondage électrique verticale E18		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-1.2 m	0.6	Limon argileux	0.0.-2.2 m	0.6	Limon argileux
1.2.-8 m	20	Marne	2.2.-11 m	10	Marne
8.-30 m	24	Marne	11.-30 m	20	Marne
Sondage électrique verticale E20			Sondage électrique verticale E47		

Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-2.8 m	0.5	Limon argileux	0.0.-4.5 m	0.5	Limon argileux
2.8.-13 m	9	Marne	4.5.-14 m	7	Marne
13.-30 m	18	Marne	14.-30 m	16	Marne

### IV.3.3 Conclusion

L'examen de l'ensemble des sondages électriques est caractérisé par trois gammes de résistivités :

- **Gamme 01** : la résistivité est faible, elle est de l'ordre de **0.4 à 2 $\Omega\text{m}$** , sur une épaisseur de 0 à 5 m, correspond à la formation limoneuse.
- **Gamme 02** : atteint des résistivités de l'ordre de **2.5 à 20 $\Omega\text{m}$** , apparaît entre 1 et 15 m de profondeur correspond les marnes altérées.
- **Gamme 03** : recoupée à partir de 8 m de profondeur, présente des résistivités de l'ordre de **11 à 28 $\Omega\text{m}$** , représentant également des marnes.

### IV.4 Corrélation entre les sondages carottés et les coupes dessondages électriques

Afin de déterminer l'évolution spatiale des différentes formations, une corrélation entre les sondages carottés et les sondages électrique a été effectuée. La méthode consiste à tracer plusieurs profils qui recoupent le terrain suivant plusieurs directions. Ces profils ont été choisis de telle sorte qu'ils passent au plus près des sondages carottés et les sondages électriques d'une part, et d'autre part en recoupant le maximum de points. Ainsi, sur le plan d'implantation sont tracés dans plusieurs directions les profils désignés par doubles lettres alphabétiques:

**Profile (A-A')**: (S5, S6, S7, S8)-(E5, E15, E24, E35, E53)

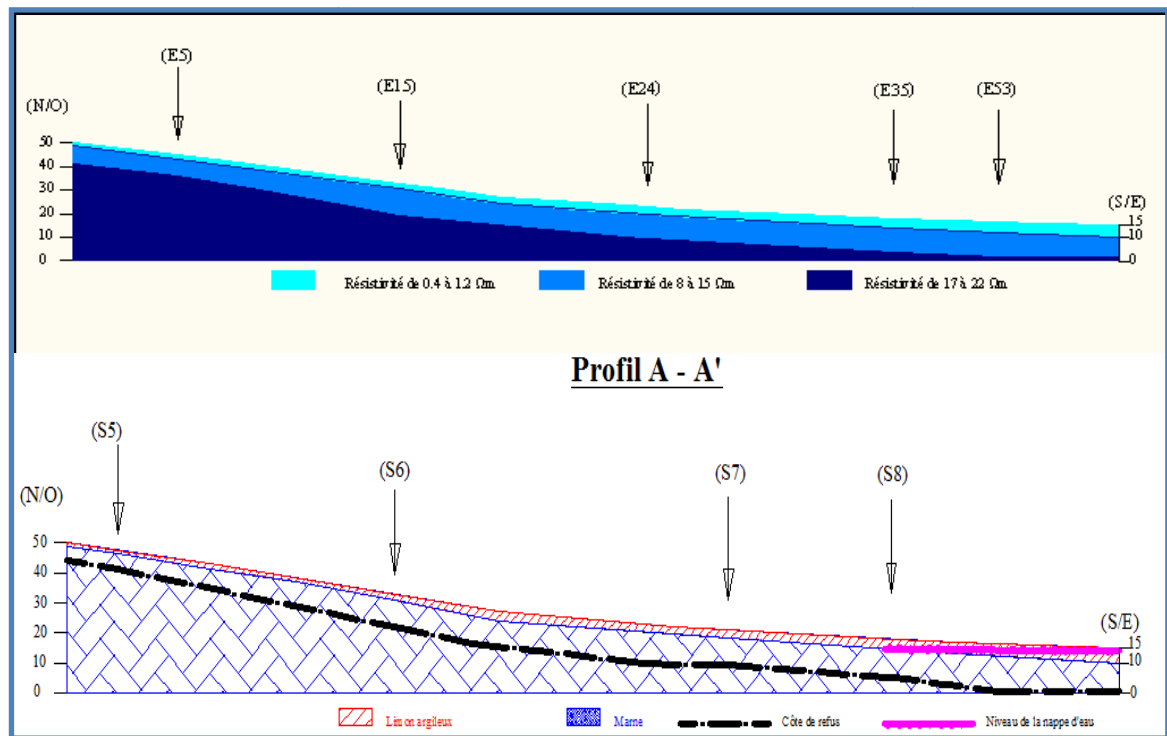
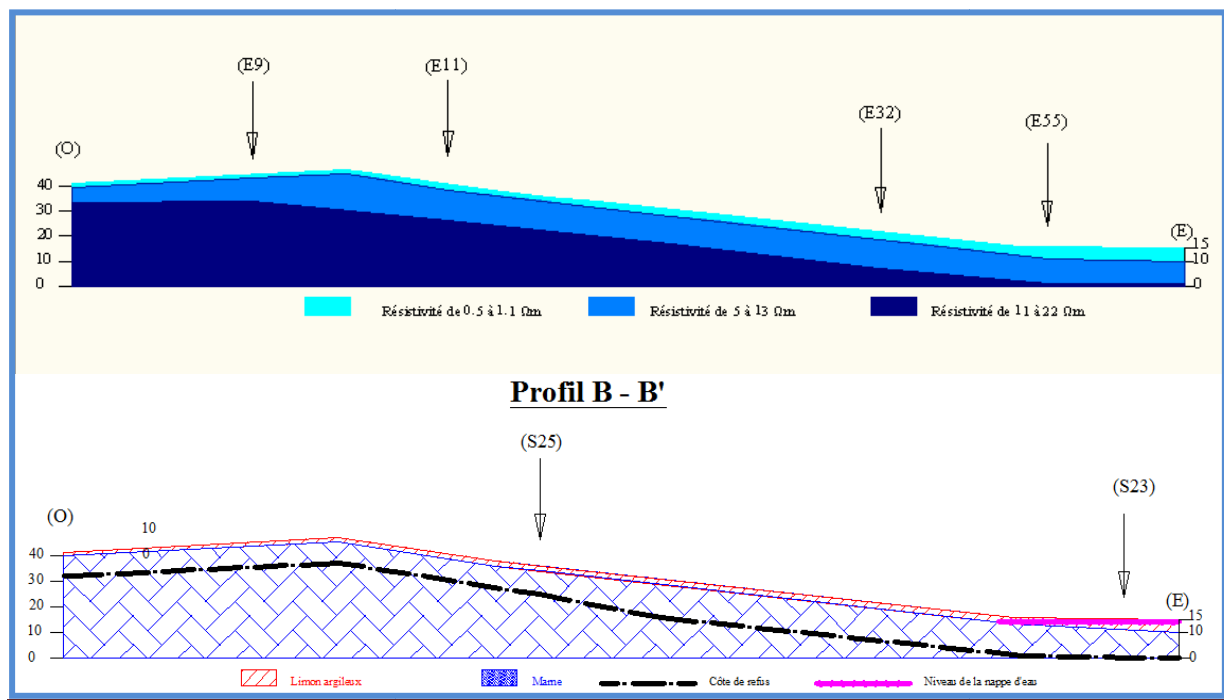


Figure IV.6 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (AA') et les sondages carottés (S5, S6, S7, S8)

La coupe géologique réalisée présente une allure en pente moyenne à faible orientée vers le Sud-Est. Géologiquement, il est constitué par un substratum marneux, recouvert par des limons argileux sur une épaisseur variable allant de 1 à 4.5 m de profondeur.

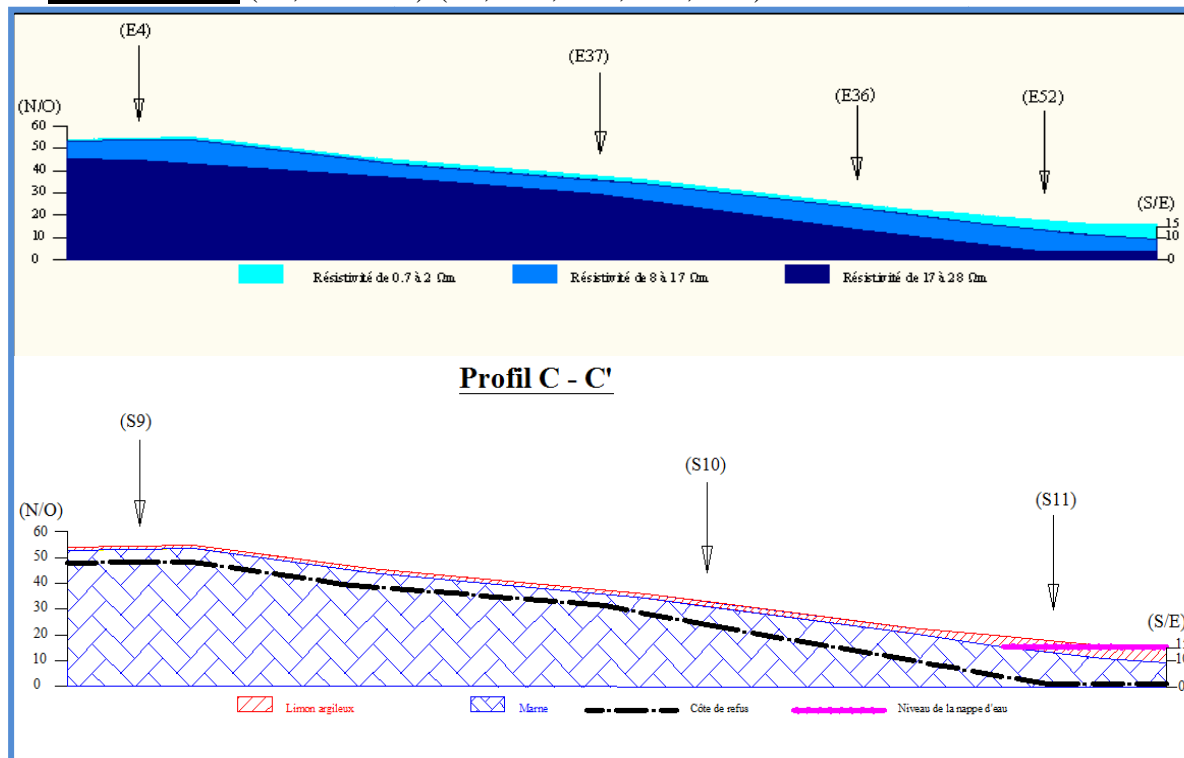
**Profile (B-B'):** (S25, S23)-(E9, E11, E28, E32, E55)



**Figure IV.7 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (BB') et les sondages carottés (S25, S23)**

Le profil (B-B') possède une pente moyenne orienté vers l'Est, il est constitué par une marne sur une grande profondeur, recouverte par une couche de limon argileux ayant des épaisseurs variable allant de 1 à 4.5 m de profondeur.

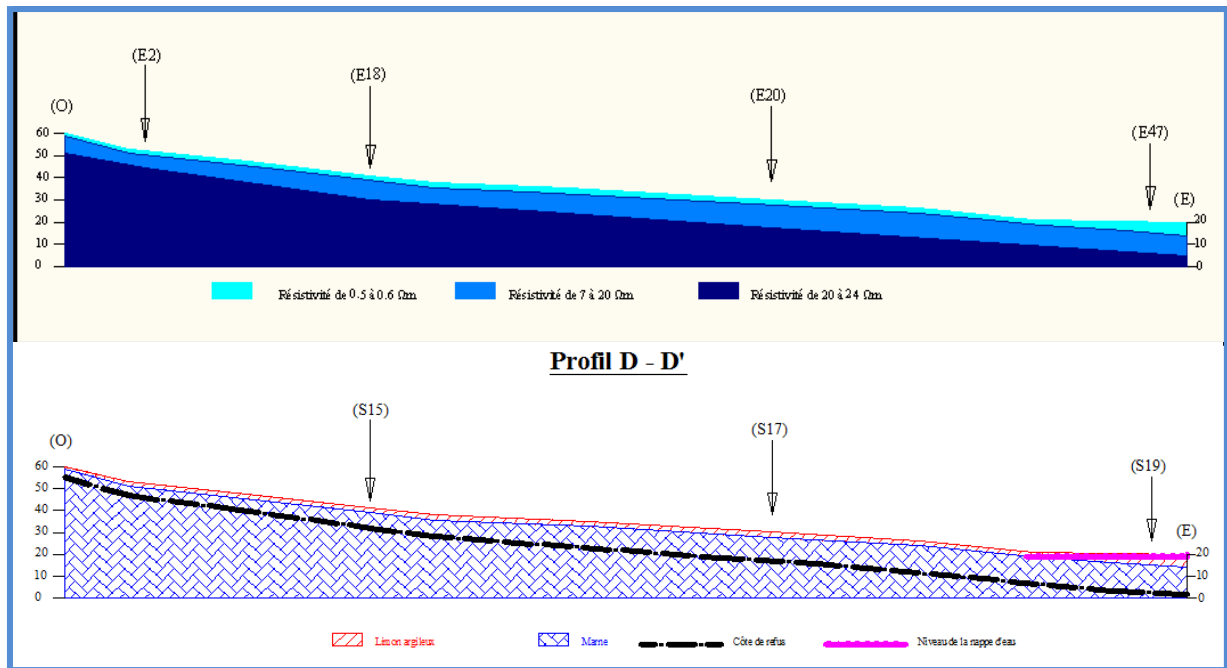
**Profile(C-C'):** (S9, S10 S11)-(E4, E23, E37, E36, E52)



**Figure IV.8: Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (CC') et les sondages carottés (S9, S10, S11)**

L'examen du profil (C-C') indique une pente moyenne orienté vers le Sud-Est, les formations géologiques sont constituées par une mince couche de limon argileux ayant une épaisseur de 4 m dans l'extrémité droite du profil, reposant sur un substratum marneux.

**Profile (D-D'):** (S15, S17, S19)-(E2, E18, E44, E20, E47)



**Figure IV.9 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (DD') et les sondages carottés (S15, S17, S19)**

Le profil (DD') est de direction Ouest-Est, possède une pente moyenne. Ce profil est constitué par une couche de limon reposant à partir de 1 à 4 m sur une marne.



## V. 1 Introduction

Indépendamment, des lois obligeant les maîtres de l'ouvrage publics ou privés à exécuter des études géologiques et géotechnique avant d'entamer la réalisation de l'ouvrage, tout constructeurs doit, dans son propre intérêt, prendre en compte la nature du sous-sol, l'aptitude du sol pour adapter son projet en conséquences, définir le système de fondation de l'ouvrage avec le meilleur rapport sécurité sur le coût de réalisation et se garantir contre les effets de la réalisation des travaux sur les constructions voisines (G. Philipponnat ; 2003).

## V.2 Campagne de reconnaissance géotechnique

En plus de la reconnaissance géologique et géophysique, le bureau d'étude Géo-Sol en (2011) et le laboratoire national de l'habitat et de la construction (LNHC) en 2007, a effectué une campagne de reconnaissance géotechnique. Cette campagne a porté sur la réalisation de :

- 105 pénétromètres dynamiques près des sondages carottés, poussés jusqu'à 20 m de profondeur à l'aide d'un pénétromètre dynamique type **TECOINSA**
- 10 piézomètres dans la dépression près d'Oued Tassift.

### V.2.1 Essais in-situ

#### V.2.1.1 Essai de pénétration dynamique

Les résultats des cent-Cinque essais sont représentés sous forme de courbes indiquant la résistance dynamique du sol "Rd" en fonction de la profondeur. Ces résultats sont récapitulés dans le tableau (V.1).

L'analyse des pénétrogrammes obtenus montre que le sol accuse en général une résistance au battage assez bonne à moyenne.

L'examen des différents essais ont montré des valeurs de résistance variables. Ces derniers laissent apparaître les éléments d'appréciation suivants:

- **Le premier groupe** : Les essais (**P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30**) sont implantés dans la dépression de la partie Est du site, près d'Oued de Tassift, présentent une allure identique et montrent une résistance faible à moyenne, cependant la résistance moyenne est comprise entre 43 et 73 bars, tandis que la résistance maximale de refus est de l'ordre de 500 bars, ces refus sont observés à des côtes profondes, elles sont comprises entre 13 et 18m, ces refus sont dus à la forte compacité de la marne révélés en profondeur.

**Tableau V.1 : Résultats des résistances à la pointe (Rp)**

<sup>2</sup> Essai	valeur Rp min	valeur Rp max	cote de refus	Appréciation
P1	76	500 bars	14.6 m	Moyenne
P2	63	500 bars	17 m	Moyenne
P3	70	500 bars	13.5 m	Moyenne
P4	64	500 bars	15.6 m	Moyenne
P5	185	500 bars	6.4 m	Forte
P6	165	500 bars	7.2 m	Forte
P7	85	500 bars	8.2m	Forte
P8	152	500 bars	6.0 m	Forte
P9	120	500 bars	6.4 m	Forte
P10	150	500 bars	5.4 m	Forte
P11	100	500 bars	8.0 m	Forte
P12	130	500 bars	7.8 m	Forte
P13	90	500 bars	9.2 m	Forte
P14	114	500 bars	8.0 m	Forte
P15	90	500 bars	8.2 m	Forte
P16	80	500 bars	8.6 m	Forte
P17	84	500 bars	11.6 m	Forte
P18	73	500 bars	15 m	Moyenne
P19	93	500 bars	9.8 m	Forte
P20	74	500 bars	10 m	Moyenne
P21	54	500 bars	18 m	Moyenne
P22	57	500 bars	17 m	Moyenne
P23	55	500 bars	17.2 m	Moyenne
P24	43	500 bars	15 m	Faible
P25	62	500 bars	13 m	Moyenne
P26	58	500 bars	15.8 m	Moyenne
P27	60	500 bars	16.8 m	Moyenne
P28	61	500 bars	14.4 m	Moyenne
P29	56	500 bars	16.4 m	Moyenne
P30	55	500 bars	15m	Moyenne
P31	73	500 bars	13 m	Moyenne
P32	62	500 bars	12.6 m	Moyenne
P33	185	500 bars	4.6 m	Forte
P34	164	500 bars	5.8 m	Forte
P35	79	500 bars	8.4 m	Moyenne
P36	89	500 bars	7.0 m	Forte
P37	136	500 bars	6.8 m	Forte
P38	177	500 bars	4.6 m	Forte
P39	67	500 bars	8.8 m	Moyenne
P40	67	500 bars	10.2 m	Moyenne
P41	62	500 bars	12.4 m	Moyenne
P42	64	500 bars	11.8 m	Moyenne
P43	78	500 bars	7.8 m	Moyenne
P44	74	500 bars	8.4 m	Moyenne
P45	65	500 bars	10.8 m	Moyenne
P46	67	500 bars	11.8 m	Moyenne
P47	60	500 bars	13.0 m	Moyenne
P48	64	500 bars	11.6 m	Moyenne
P49	120	500 bars	6.4 m	Forte
P50	110	500 bars	8.8 m	Forte
P51	93	500 bars	9.4 m	Forte
P52	70	500 bars	10 m	Moyenne
P53	70	500 bars	10 m	Moyenne
P54	60	500 bars	12.2 m	Moyenne
P55	70	500 bars	11.2 m	Moyenne
P56	65	500 bars	12.2 m	Moyenne

P57	62	270 bars	9.80	moyenne
P58	50	240 bars	10.60	moyenne
P59	38	318 bars	8.20	faible
P60	50	270 bars	9.60	moyenne
P61	47	330 bars	8.00	moyenne
P62	55	360 bars	9.00	moyenne
P63	47	350 bars	5.40	moyenne
P64	28	310 bars	9.20	faible
P65	25	250 bars	11.20	faible
P66	28	300 bars	9.20	faible
P67	32	310 bars	9.20	faible
P68	50	280 bars	7.80	moyenne
P69	30	280 bars	9.40	faible
P70	50	240 bars	9.20	moyenne
P71	60	360 bars	6.60	moyenne
P72	75	270 bars	8.60	forte
P73	80	340 bars	5.40	forte
P74	50	290 bars	7.60	moyenne
P75	30	270 bars	10.60	faible
P76	42	280 bars	10.20	moyenne
P77	40	260 bars	11.00	moyenne
P78	34	290 bars	9.4	moyenne
P79	30	270 bars	9.80	faible
P80	38	255 bars	11.60	moyenne
P81	35	265 bars	9.60	faible
P82	48	290 bars	9.00	moyenne
P83	50	360 bars	5.80	moyenne
P84	37	280 bars	10.40	moyenne
P85	48	270 bars	9.40	moyenne
P86	40	280 bars	9.20	moyenne
P87	90	420 bars	9.00	forte
P88	35	275 bars	1.8	moyenne
P89	41	280 bars	9.20	moyenne
P90	10	340 bars	6.20	faible
P91	22	360 bars	6.80	faible
P92	42	350 bars	6.20	moyenne
P93	39	330 bars	7.20	moyenne
P94	43	350 bars	6.80	moyenne
P95	30	280 bars	8.40	faible
P96	60	310 bars	8.20	moyenne
P97	61	500 bars	6.60	moyenne
P98	70	485 bars	9.00	forte
P99	36	500 bars	8.80	moyenne
P100	18	155 bars	10.00	faible
P101	28	500 bars	8.00	faible
P102	40	500 bars	9.60	moyenne
P103	42	145 bars	10.00	moyenne
P104	42	500 bars	7.20	moyenne
P105	15	135 bars	10.00	faible

- *Le deuxième groupe* :regroupe les essais (P1, P2, P31, P32, P35, P36, P41, P42, P45, P46 P47, P48, P55, P56) implantés dans les quatre cours d'eau.Ces essais montrent des refus à des côtes variables, elles sont comprises entre 7 et 17 m de profondeur, ces refus sont dû à la forte compacité du marne révélée en ;

profondeur. Les résistances moyennes sont eux même variables, elles sont comprises entre 62 et 70 bars. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars. Ces essais caractérisant un sol de compacité moyenne de point de vue résistance à la pénétration dynamique.

- **Le troisième groupe** : les essais sont implantés dans les parties les plus hautes, ce groupe est constitué par les essais (**P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P33, P34, P37, P38, P39, P40, P43, P44, P49, P50, P51, P52, P53, P54**). A partir de ces essais on note des refus à des côtes variables, elles sont comprises entre 4 et 15 m de profondeur, ces refus sont dû à la forte compacité de la marne révélée en profondeur. Les résistances moyennes sont moyennement fortes, elles sont comprises entre 54 et 185 bars, les valeurs les plus faibles sont détectées près de la dépression d'Oued Tassift. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars.
- Selon ces résultats on peut dire que le sol a une compacité moyenne à bonne du point de vue résistance à la pénétration dynamique. L'ensemble de ces résultats permet d'affirmer que les sols testés présentent des caractéristiques géotechniques variables.

### V.2.1.2 Les mesures piézométriques

Les mesures piézométriques du niveau hydrostatique de la nappe superficielle dans la dépression d'Oued Tassift, ont décelé la nappe à des côtes variables allant de 1 mètre à 2.9 mètre de profondeur (Tableau V.2).

**Tableau V.2: Les mesures piézométriques**

<b>Piézomètre</b>	<b>Niveau Piézométrique (m)</b>	<b>Piézomètre</b>	<b>Niveau Piézométrique (m)</b>
<b>Z 1</b>	1.0	<b>Z 6</b>	1.8
<b>Z 2</b>	2.8	<b>Z 7</b>	2.9
<b>Z 3</b>	1.5	<b>Z 8</b>	1.0
<b>Z 4</b>	1.2	<b>Z 9</b>	2.4
<b>Z 5</b>	2.5	<b>Z 10</b>	1.4

### V.2.2 Caractéristiques déduites des essais au laboratoire

#### V.2.2.1 Organisation des essais

Après la réception des échantillons en laboratoire, des essais et des analyses au laboratoire ont été effectués pour la détermination des caractéristiques physico mécaniques, ainsi que les analyses chimiques. Le tableau (V.3) regroupe les différents essais réalisés.

**Tableau V.3 : Les différents essais effectués au laboratoire**

Paramètres physique	Paramètres mécaniques	Essais chimiques
Teneur en eau ( <b>W<sub>n</sub></b> )	Cisaillement: Cohésion non drainée ( <b>C<sub>uu</sub></b> ) Angle de frottement ( <b>Φ<sub>uu</sub></b> )	Teneur en carbonate de calcium ( <b>Co<sub>3</sub>ca</b> )
Degré de saturation ( <b>S<sub>r</sub></b> )		
Densité sèche et humide ( <b>γ<sub>d</sub>, γ<sub>h</sub></b> )		
Granulométrie	Compressibilité: Contrainte de consolidation ( <b>σ<sub>c</sub></b> ) Indice de compression ( <b>C<sub>c</sub></b> ) Indice de gonflement ( <b>C<sub>g</sub></b> )	Teneur en sulfate ( <b>So<sub>4</sub><sup>-2</sup></b> )
Plasticité ( <b>W<sub>I</sub></b> ) et ( <b>I<sub>p</sub></b> )		

**V.2.2.2 Analyse des résultats physiques**

Les résultats des principaux paramètres physiques mesurés pour les formations rencontrées sont représentés dans le tableau (V.4).

**Tableau V.4 : valeurs des paramètres physiques mesurés (Géo- sol, 2011 et LNHC ,2007)**

Sondage		Identification				GH		Limite	
N° Sondage	Prof.(m)	W(%)	γ(t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	Sr(%)	>mm	80μ	WL (%)	I <sub>p</sub> (%)
S1	3.5/4.0	21	1.85	1.55	74	96	88	45	25
	8.5/9.0	20	2.0	1.67	89	99	90	47	24
S4	3.0/3.5	19	1.85	1.55	72	97	87	44	23
	10/10.5	22	1.95	1.6	88	98	86	48	22
S6	4.0/4.5	19	1.95	1.65	78	97	85	47	25
S11	3.5/4.0	32	1.90	1.43	98	95	82	40	20
	5.5/6.0	25	1.95	1.55	97	97	87	48	23
	10/10.5	18	1.95	1.65	76	100	91	49	20
S12	3.0/3.5	19	1.85	1.53	75	99	88	45	24
	7.5/8.0	19	1.95	1.65	77	100	92	47	21
S13	4.0/4.5	18	1.85	1.55	68	99	89	48	22
	8.5/9.0	20	2.0	1.67	89	100	92	49	24
S14	3.5/4.0	20	1.95	1.60	86	95	86	46	23
	8.5/9.0	21	2.0	1.7	91	100	94	48	19
S16	4.0/4.5	20	2.0	1.67	89	99	89	44	25
S18	5.0/5.5	19	1.85	1.55	72	97	88	49	23
S19	3.5/4.0	28	1.95	1.5	98	94	80	38	21
	6.0/6.5	25	1.95	1.55	97	98	86	50	20
	11/11.5	21	2.0	1.65	88	100	93	51	24

S21	3.5/4.0	22	1.95	1.60	89	96	88	46	25
	6.5/7.0	19	1.98	1.65	87	98	91	48	23
S 24	3.0/3.5	30	1.8	1.45	97	95	84	39	19
	5.5/6.0	27	1.95	1.57	92	97	87	48	21
	11/11.5	21	2.0	1.65	89	99	91	49	25
S 25	4.5/5.0	18	1.95	1.64	77	97	86	48	21
S 29	4.4/4.8	19	2.1	1.76	90	-	-	44.17	23.87
S 30	6.8/7.0	19.6	2.07	1.73	94	-	-	66.20	22
S 31	3.5/3.9	20.6	1.94	1.61	90	-	-	51.03	24
SC34	4.0/4.5	19.5	2.14	1.79	100	-	-	32.27	23
SC35	7.0/7.3	29.4	1.93	1.51	100	-	-	53.18	23
SC36	2.0/2.6	24.9	2.05	1.64	100	-	-	60.79	22
SC38	6.0/6.5	16.6	2.08	1.79	88	-	-	46.86	22
SC40	3.0/3.6	13.5	1.97	1.75	67	-	-	59.14	24
SC43	4.0/4.3	21	2.08	1.72	100	-	-	47.00	25.00
SC44	7.6/7.8	21	2.06	1.70	96	-	-	49.00	22
SC46	2.6/3.0	19.40	1.98	1.66	83	-	-	50.00	24.00
SC47	6.5/6.8	20.40	1.99	1.65	86	-	-	-	-
SC48	5.6/5.8	18.4	2.06	1.74	90	-	-	-	-
SC49	5.0/5.3	16.8	1.98	1.70	77	-	-	-	-

A partir de ces résultats on peut dire que :

**- La teneur en eau (W)**

Les valeurs trouvées de teneur en eau (W) sont variables. Elles sont la conséquence de la dépression près d'Oued Tassift, les valeurs sont de l'ordre de :

-Pour les limons argileux de 13.5 % à 32 %, ce qui donne des formations humides (Faer N°06.16).

-Pour les marnes de 13.5% à 27%, ce qui donne des formations légèrement humides.

(Faer N°06.16).

**- Densités sèches et humides**

Les valeurs des densités sèches varient de 1.45 à 1.5 t/m<sup>3</sup> pour les limons argileux. Par contre les marnes en profondeur présentent des valeurs entre 1.55 et 1.7 t/m<sup>3</sup>.

Pour les densités humides les valeurs concernant les limons argileux sont comprises entre 1.8 à 1.95 t/m<sup>3</sup> et de 1.85 à 2.0 t/m<sup>3</sup> pour les marnes. Donc ces marnes sont **peu dense à dense** (Philipponnat. G -1979).

**- Granulométrie**

Les essais de granulométries ont été effectués pour les différentes natures de sol. Pour les limons argileux, les essais ont montré que ces sols ont des textures fines, au les pourcentages des passants à  $80\mu$  varie entre 80 % et 85%, et celles de 2mm sont comprises entre 90 à 95 %.

S'agissant des marnes, les passants à  $80\mu$  sont très élevés, elles sont largement supérieures à 88%.

#### - Les essais de plasticité

Effectués à l'aide de la boîte de Casagrande sur les limons argileux, ont donné des valeurs de limite de liquidité comprises entre 38 et 40%. Les indices de plasticité ont donné des valeurs comprises entre 19 et 21 %. D'après l'abaque de Casagrande il s'agit d'un **limon peu plastique**.

S'agissant des marnes, les valeurs de limite de liquidité sont plus élevées, elles varient entre 44 et 51%, l'indice de plasticité est de l'ordre 23 à 29%. D'après l'abaque de Casagrande il s'agit des **argiles peu plastiques à très plastiques** (Figure V.1).

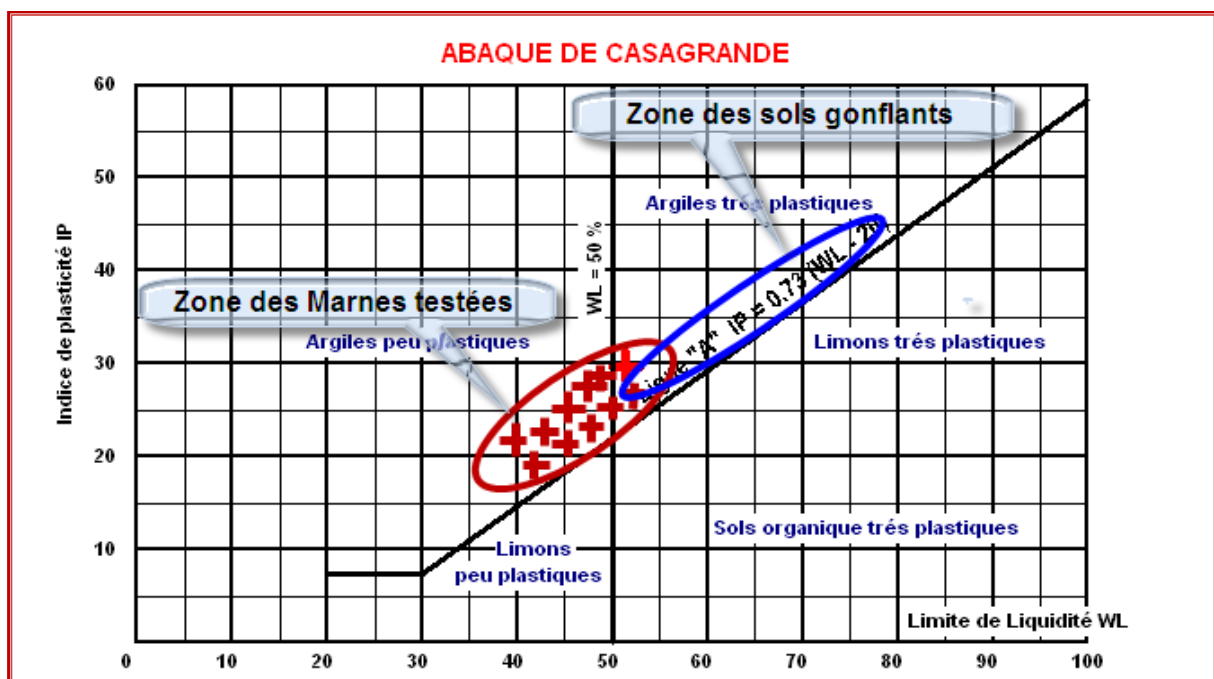


Figure V.1 : Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.

#### - Le degré de saturation oscille

Pour les limons argileux entre 72 et 98 %. Une telle fourchette dénote un état naturel du sol saturée, pour les marnes, le degré de saturation est comprise entre 68 % à 97 %, la saturation du sol peut être considéré comme moyenne à saturé.

## V.2.2.3 Analyse des résultats mécaniques

Les paramètres mécaniques permettent d'accéder, directement à la capacité portante des sols, compatibles avec une déformation (tassement) acceptables ainsi que la vérification des instabilités.

Deux types d'essais ont été exécutés pour déterminer les paramètres mécaniques des sols étudiés qui sont :

- L'essai de cisaillement à la boîte de Casagrande.
- l'essai de compressibilité aubâti œdométrique de Terzaghi.

Les résultats de ces essais sont regroupés dans le tableau (V.5).

**Tableau V.5 : Valeurs des paramètres mécanique mesurés (Géo- sol, 2011 et LNHC ,2007)**

Paramètres							
Sondage		Nature de sol	Cisaillement		Oedomètre		
N° Sond	Prof. (m)		Cu (bars)	$\phi$ (°)	$\sigma_c$ (bars)	Cc (%)	Cg (%)
S1	3.5/4.0	Limonsargileux	0.51	8	2.01	24.8	3.8
	8.5/9.0	Marne	0.62	7	2.12	22.6	3.9
S4	3.0/3.5	Limonsargileux	0.44	9	1.67	26.1	3.7
	10/10.5	Marne	0.57	8	2.29	24.6	4.0
S6	4.0/4.5	Marne	0.51	9	2.02	26.6	3.2
S11	3.5/4.0	Limonsargyle	0.28	9	1.46	31.2	3.4
	5.5/6.0	Marne	0.42	7	1.83	28.1	3.3
	10/10.5	Marne	0.5	7	1.92	26.6	3.8
S12	3.0/3.5	Limonsargileux	0.61	6	2.28	23.6	4.1
	7.5/8.0	Marne	0.67	8	2.43	18.3	3.9
S13	4.0/4.5	Marne	0.51	9	2.21	18.6	4.1
	8.5/9.0	Marne	0.6	8	2.37	16.3	3.7
S14	3.5/4.0	Limonsargileux	0.42	9	1.63	26.6	3.6
	8.5/9.0	Marne	0.55	8	1.99	24.1	3.2
S16	4.0/4.5	Marne	0.62	7	2.32	27.3	4.0
S18	5.0/5.5	Marne	0.58	8	1.80	25.6	3.6
S19	3.5/4.0	Limonsargileux	0.3	7	1.24	29.9	3.5
	6.0/6.5	Marne	0.4	8	1.66	30.4	3.6
	11/11.5	Marne	0.55	6	2.11	28.6	3.9
S21	3.5/4.0	Limonsargileux	0.51	8	1.92	21.3	3.2
	6.5/7.0	Marne	0.65	6	2.07	22.8	3.6



<b>S 24</b>	<b>3.0/3.5</b>	Limons argileux	0.32	8	1.29	32.1	3.0
	<b>5.5/6.0</b>	Marne	0.4	7	1.50	25.3	3.7
	<b>11/11.5</b>	Marne	0.61	6	1.99	23.4	3.8
<b>S 25</b>	<b>4.5/5.0</b>	Marne	0.58	8	2.02	23.4	3.8
<b>S29</b>	<b>4.4/4.8</b>	Marnes argileuses graveleuses	2.01	15.58	-	-	-
	<b>8.2 /8.6</b>	Marnes peu graveleuse.	2.08	28.95	1.70	18.93	3.7
<b>S30</b>	<b>6.8/7.0</b>	Argiles marneuses	1.48	15.70	-	-	-
<b>S31</b>	<b>3.5/3.9</b>	Argiles marneuses	1.07	15.67	-	-	-
	<b>7.6/8.0</b>	Argiles marneuses	1.76	15.20	3.36	16.94	3.2
<b>S32</b>	<b>4.6/5.0</b>	Marnes plastique assez compactes	1.04	17.59	-	-	-
	<b>6.2/6.4</b>	Marnes plastique assez compactes	0.63	17.42	3.36	17.94	3.8
<b>S34</b>	<b>4.0/4.5</b>	Argiles sablonneuses	0.12	5.36	-	-	-
	<b>8.2/8.6</b>	Marnes plastique compactes	1.31	11.74	2.59	21.59	3.9
<b>S35</b>	<b>7.0/7.3</b>	Argiles carbonates	0.99	5.37	-	-	-
	<b>8.3/8.6</b>	Argiles carbonates	0.92	2.68	2.83	23.25	3.8
<b>S36</b>	<b>2.0/2.6</b>	Argiles limoneuses graveleuses.	1.81	7.49	2.60	18.00	3.7
<b>S37</b>	<b>2.0/2.3</b>	Argiles marneuse peu graveleuse	1.02	10.73	-	-	-
	<b>7.0/7.5</b>	Argiles limoneuse assez graveleuse	2.06	2.58	2.00	19.80	3.1
<b>S38</b>	<b>6.0/6.5</b>	Argiles limoneuse parfois marneuse	1.55	6.90	-	-	-
<b>S39</b>	<b>5.6/5.9</b>	Marnes plastique assez compactes	1.65	12.35	-	-	-
	<b>8.2/8.7</b>	Marnes plastique assez compactes	1.11	14.55	2.25	23.30	2.8
<b>S40</b>	<b>3.0/3.6</b>	Argiles limoneuses parfois marneuses	0.37	3.50	-	-	-
	<b>6.6/7.0</b>	Argiles marneuses sablonneuse	0.03	5.96	2.34	20.93	3.8

### V.2.2.3.1 Essai de cisaillement rectiligne

Les caractéristiques intrinsèques ( $C$ ,  $\phi$ ) ont été mesurées par LNHC (2007) et Géo-Sol (2011) dans les couches des limon-argileux, les marnes, les argiles sablonneuses, les argiles peu

graveleuses et les argiles marneuses selon les conditions de cisaillement, non consolidé, non drainé à partir d'essai de cisaillement à la boîte de Casagrande à l'aide de la machine de cisaillement rectiligne à une vitesse comprise de 1 et 2 mm/min.

D'après ces résultats, on constate que les valeurs de la cohésion pour les limons argileux, les argiles sablonneuses, les argiles peu graveleuses et les argiles marneuses sont comprises entre 0.03 et 2.08 bars. Quant aux angles de frottement internes varient de 3° à 9° pour les limons argileux, les argiles limoneuses, les argiles sablonneuses et les argiles peu graveleuses.

Pour les marnes, les argiles marneuses ont des valeurs entre 6° et 29°.

**V.2.2.3.2 Essais de compressibilité**

Selon les valeurs du tableau (V.05), on peut dire que:

- Pour les Limons argileux :
  - $1.24 \text{ bars} < \sigma_c < 2.28 \text{ bars}$  : Sols **sur-consolidés**.
  - $21.3 \% < C_c < 32.1\%$  : Sols **à assez fortement compressibles** (Philipponnat .G et Bertrand .H ,2003).
  - $C_g < 4.5\%$  : Sol **non gonflants** (J.P.Magnan ; 2001).
- Pour les marnes :
  - $1.50 \text{ bars} < \sigma_c < 2.43 \text{ bars}$  : Sols **sur-consolidés**.
  - $16.3\% < C_c < 30.4\%$  : Sols **moyennement à assez fortement compressibles** (Philipponnat .G et Bertrand .H ,2003).
  - $2.2\% < C_g < 3.8\%$  : Sol **non gonflants** (J.P.Magnan ; 2001).

**V.2.2.4 Analyse des résultats chimiques**

L'analyse chimique des échantillons carottés permet de donner des indications sur les teneurs en carbonates, gypses et en sulfates et par conséquent, le degré d'agressivité des sols étudiés. Les résultats des analyses chimiques des sols sont reportés dans le tableau (V.6).

**Tableau V.6 : Résultats des analyses chimiques (Géo-Sol, 2011 et LNHC, 2007)**

Sondages Profondeur (m)	% de carbonates	% de gypses CaCo <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 10 <sup>3</sup> mg/kg	% de Cl <sup>-</sup>	Matières organiqu
----------------------------	--------------------	--	--	----------------------	----------------------

	CaCO <sub>3</sub>				es
<b>S1(3.0/3.5m)</b>	28.5	Néants	Néants	-	-
<b>S3(4.0/4.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S4(8.0/8.5m)</b>	29	Néants	Néants	-	-
<b>S5(2.0/2.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S7(7.0/7.5m)</b>	32	Néants	Néants	-	-
<b>S10(2.0/3.0m)</b>	31	Néants	Néants	-	-
<b>S11(3.0/3.5m)</b>	10	Néants	Néants	-	-
<b>S12(3.0/3.5m)</b>	27.5	Néants	Néants	-	-
<b>S13(4.0/4.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S16(4.0/4.5m)</b>	28.5	Néants	Néants	-	-
<b>S18(7.0/7.5m)</b>	28	Néants	Néants	-	-
<b>S19(2.0/2.5m)</b>	12.5	Néants	Néants	-	-
<b>S21(8.5/9.0m)</b>	29	Néants	Néants	-	-
<b>S24(2.5/3.0m)</b>	8	Néants	Néants	-	-
<b>S25(9.0/9.5m)</b>	32	Néants	Néants	-	-
<b>S29(4.4/4.8m)</b>	Traces	-	traces	0.17	0.36
<b>S30(6.8/7.0m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.99
<b>S31(3.5/3.9m)</b>	Traces	-	Traces	0.21	0.31
<b>S32(4.6/5.0m)</b>	17.22	-	traces	0.24	0.88
<b>S34(4.0/4.5m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.73
<b>S35(7.0 /7.3m)</b>	18.04	-	traces	0.21	0.62
<b>S36(2.0/2.6m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.73
<b>S37(2.0/2.3m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.31
<b>S38(6.0/6.5m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.41
<b>S40(3.0/3.6m)</b>	Traces	-	traces	0.17	0.62

<b>S41(2.5/2.9m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.99
<b>S43(4.0/4.3m)</b>	17.95	-	0.5	0.07	-
<b>S44(7.6/7.8m)</b>	16.02	-	traces	0.11	-
<b>S45(3.2/3.6m)</b>	20.06	-	1.08	0.05	-
<b>S46(2.6/3.0m)</b>	Traces	-	traces	traces	0.42
<b>S47(2.5/2.8m)</b>	Traces	-	traces	0.18	0.26
<b>S49(11.5/1.8m)</b>	38.13	-	0.29	0.14	Traces

Les analyses chimiques ont décelé une présence faible à moyenne de carbonates, elles sont comprises entre 0,8 à 38,13 %. Une présence faible de sulfates (des traces) avec des valeurs de 0,14% à 0,24% de Chlorures.

Selon la norme NF P 18-011 du Juin-92, l'agressivité des sols est nulle à faible, vis-à-vis du béton donc, l'utilisation de tous types de ciment pour l'infrastructure est possible.

### V.3 Calcul des fondations

#### V.3.1 Contraintes admissibles du sol de fondation

##### V3.1.1 Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique

La contrainte admissible d'une fondation superficielle est égale au rapport de la valeur de la résistance dynamique en pointe minimale à la valeur de ( $\alpha$ ), déduite par la formule de battage des Hollandais exprimée :

$$Q_{adm} = R_p \min / \alpha$$

Avec :

$Q_{ad}$  : Contrainte admissible de la fondation superficielle.

$R_d \min$  : Résistance dynamique minimale de la pointe.

$\alpha$  : Coefficient variant de 20 à 30.

Les valeurs de la contrainte admissible obtenues pour des niveaux d'ancrage de la fondation compris entre 1,5 et 2m de profondeur sont reportées pour chaque essai dans le tableau (V.7 et V.8).

**Tableau V.7: Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 1.5 mètre.**

<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =1,5m				<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =1,5m			
	B=1.5m		B= 2m			B=1.5m		B= 2m	
	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)		<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)
<b>P1</b>	75	2.50	76	2.53	<b>P54</b>	59	1.96	60	2.0
<b>P2</b>	64	2.13	63	2.10	<b>P55</b>	74	2.46	70	2.33
<b>P3</b>	79	2.63	70	2.33	<b>P56</b>	68	2.26	65	2.16
<b>P4</b>	67	2.23	64	2.13	<b>P57</b>	55	1.33	50	1.66
<b>P5</b>	208	6.93	185	6.16	<b>P58</b>	59	1.96	63	2.1
<b>P6</b>	168	5.60	165	5.50	<b>P59</b>	51	1.7	49	1.63
<b>P7</b>	89	2.96	85	2.83	<b>P60</b>	75	2.36	76	2.53
<b>P8</b>	169	5.63	152	5.06	<b>P61</b>	67	2.33	68	2.26
<b>P9</b>	118	3.93	120	4.0	<b>P62</b>	73	2.43	71	2.36
<b>P10</b>	166	5.53	150	5.0	<b>P63</b>	60	2	65	2.16
<b>P11</b>	108	3.60	100	3.33	<b>P64</b>	37	1.23	35	1.16
<b>P12</b>	142	4.73	130	4.33	<b>P65</b>	35	1.16	35	1.16
<b>P13</b>	96	3.20	90	3.0	<b>P66</b>	44	1.46	40	1.33
<b>P14</b>	123	4.10	114	3.8	<b>P67</b>	89	2.96	95	3.16
<b>P15</b>	96	3.20	90	3.0	<b>P68</b>	61	2.03	57	1.9
<b>P16</b>	80	2.66	80	2.66	<b>P69</b>	55	1.83	66	2.2
<b>P17</b>	89	2.96	84	2.80	<b>P70</b>	66	2.2	67	2.23
<b>P18</b>	75	2.50	73	2.43	<b>P71</b>	87	2.9	61	2.03
<b>P19</b>	100	3.33	93	3.10	<b>P72</b>	72	2.4	66	2.2
<b>P20</b>	75	2.50	74	2.46	<b>P73</b>	110	3.66	95	3.16
<b>P21</b>	58	1.92	54	1.80	<b>P74</b>	67	2.23	69	2.3
<b>P22</b>	56	1.86	57	1.90	<b>P75</b>	53	1.76	46	1.53
<b>P23</b>	54	1.80	55	1.83	<b>P76</b>	76	2.53	69	2.3
<b>P24</b>	38	1.26	43	1.43	<b>P77</b>	44	1.46	40	1.33
<b>P25</b>	59	1.97	62	2.06	<b>P78</b>	49	1.63	47	1.56
<b>P26</b>	57	1.90	58	1.93	<b>P79</b>	47	1.56	47	1.56
<b>P27</b>	58	1.93	60	2.0	<b>P80</b>	47	1.56	46	1.53
<b>P28</b>	57	1.90	61	2.03	<b>P81</b>	59	1.96	60	2
<b>P29</b>	56	1.87	56	1.86	<b>P82</b>	51	1.7	51	1.7
<b>P30</b>	60	2.0	55	1.83	<b>P83</b>	57	1.9	78	2.6
<b>P31</b>	63	2.10	73	2.43	<b>P84</b>	45	1.5	50	1.66

<b>P32</b>	61	2.03	62	2.06	<b>P85</b>	82	2.73	81	2.7
<b>P33</b>	219	7.30	185	6.16	<b>P86</b>	66	2.2	64	2.13
<b>P34</b>	184	6.13	164	5.46	<b>P87</b>	Refus	Refus	Refus	Refus
<b>P35</b>	83	2.77	79	2.63	<b>P88</b>	51	1.7	51	1.7
<b>P36</b>	95	3.16	89	2.96	<b>P89</b>	64	2.13	62	2.06
<b>P37</b>	146	4.86	136	4.53	<b>P90</b>	35	1.16	38	1.26
<b>P38</b>	192	6.39	177	5.90	<b>P91</b>	38	1.26	41	1.36
<b>P39</b>	71	2.36	67	2.23	<b>P92</b>	64	2.13	67	2.23
<b>P40</b>	60	2.0	67	2.23	<b>P93</b>	49	1.63	62	2.06
<b>P41</b>	62	2.06	62	2.06	<b>P94</b>	84	2.8	80	2.66
<b>P42</b>	65	2.16	64	2.13	<b>P95</b>	39	1.3	45	1.5
<b>P43</b>	79	2.63	78	2.60	<b>P96</b>	46	1.53	49	1.63
<b>P44</b>	76	2.53	74	2.46	<b>P97</b>	123	4.1	172	5.73
<b>P45</b>	67	2.23	65	2.16	<b>P98</b>	86	2.86	89	2.96
<b>P46</b>	65	2.16	67	2.23	<b>P99</b>	49	1.63	52	1.76
<b>P47</b>	61	2.03	60	2.0	<b>P100</b>	40	1.36	32	1.06
<b>P48</b>	65	2.16	64	2.13	<b>P101</b>	65	2.16	64	2.13
<b>P49</b>	132	4.30	120	4.03	<b>P102</b>	63	2.1	71	2.36
<b>P50</b>	110	3.66	110	3.67	<b>P103</b>	67	2.23	62	2.06
<b>P51</b>	101	3.36	93	3.10	<b>P104</b>	96	3.2	115	3.83
<b>P52</b>	66	2.20	70	2.43	<b>P105</b>	35	1.16	34	1.13
<b>P53</b>	73	2.43	70	2.33					

**Tableau V.8: Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 2 mètre**

<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =2m				<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =2m			
	B=1.5m		B= 2m			B=1.5m		B= 2m	
	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)		<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)
<b>P1</b>	78	2.6	80	2.66	<b>P54</b>	61	2.03	62	2.05
<b>P2</b>	66	2.20	65	2.16	<b>P55</b>	80	2.66	73	2.41
<b>P3</b>	73	2.43	75	2.50	<b>P56</b>	66	2.20	64	2.13
<b>P4</b>	66	2.20	53	1.76	<b>P57</b>	67	2.23	75	2.5
<b>P5</b>	189	6.30	209	6.99	<b>P58</b>	67	2.23	63	2.1
<b>P6</b>	159	5.30	174	5.80	<b>P59</b>	53	1.76	60	2
<b>P7</b>	83	2.76	94	3.10	<b>P60</b>	82	2.73	95	3.16
<b>P8</b>	154	5.30	178	5.93	<b>P61</b>	62	2.06	61	2.06
<b>P9</b>	117	3.90	122	4.06	<b>P62</b>	73	2.43	78	2.6
<b>P10</b>	157	5.23	183	6.10	<b>P63</b>	81	2.7	163	5.43
<b>P11</b>	104	3.46	111	3.70	<b>P64</b>	35	1.16	36	1.2
<b>P12</b>	133	4.43	137	4.56	<b>P65</b>	36	1.2	36	1.2
<b>P13</b>	90	3.0	199	3.29	<b>P66</b>	49	1.63	52	1.73

<b>P14</b>	120	4.0	126	4.19	<b>P67</b>	81	2.7	47	1.56
<b>P15</b>	89	2.96	97	3.23	<b>P68</b>	61	2.03	54	1.8
<b>P16</b>	82	2.73	83	2.75	<b>P69</b>	61	2.03	50	1.66
<b>P17</b>	88	2.93	95	3.16	<b>P70</b>	65	2.16	65	2.16
<b>P18</b>	76	2.53	76	2.53	<b>P71</b>	87	2.9	114	3.8
<b>P19</b>	96	3.20	101	3.36	<b>P72</b>	66	2.2	89	2.96
<b>P20</b>	74	2.46	79	2.63	<b>P73</b>	125	4.16	208	6.93
<b>P21</b>	51	1.70	56	1.86	<b>P74</b>	75	2.5	72	2.4
<b>P22</b>	56	1.86	54	1.80	<b>P75</b>	48	1.6	54	1.8
<b>P23</b>	54	1.80	54	1.80	<b>P76</b>	67	2.23	67	2.23
<b>P24</b>	40	1.33	41	1.36	<b>P77</b>	45	1.5	46	1.53
<b>P25</b>	61	2.03	59	1.97	<b>P78</b>	46	1.53	67	2.23
<b>P26</b>	59	1.96	57	1.90	<b>P79</b>	47	1.56	47	1.56
<b>P27</b>	60	2.0	61	2.03	<b>P80</b>	41	1.36	46	1.53
<b>P28</b>	58.5	1.95	58	1.93	<b>P81</b>	55	1.83	45	1.5
<b>P29</b>	55	1.83	56	1.86	<b>P82</b>	53	1.7	54	1.8
<b>P30</b>	57	1.89	63	2.10	<b>P83</b>	60	2	126	4.2
<b>P31</b>	64	2.13	62	2.06	<b>P84</b>	52	1.73	48	1.6
<b>P32</b>	63	2.10	60	2.0	<b>P85</b>	50	1.66	57	1.9
<b>P33</b>	190	6.33	Refus	Refus	<b>P86</b>	61	2.03	50	1.66
<b>P34</b>	169	5.63	171	5.69	<b>P87</b>	Refus	Refus	Refus	Refus
<b>P35</b>	77	2.56	98	3.26	<b>P88</b>	47	1.56	55	1.83
<b>P36</b>	90	3.0	94	3.12	<b>P89</b>	52	1.73	51	1.7
<b>P37</b>	140	4.66	153	5.09	<b>P90</b>	40	1.33	45	1.5
<b>P38</b>	176	5.86	Refus	Refus	<b>P91</b>	60	2	63	2.1
<b>P39</b>	68	2.26	72	2.4	<b>P92</b>	59	1.96	101	3.36
<b>P40</b>	60	2.0	63	2.09	<b>P93</b>	60	2	87	2.9
<b>P41</b>	61	2.03	61	2.03	<b>P94</b>	82	2.73	99	3.3
<b>P42</b>	66	2.20	64	2.12	<b>P95</b>	49	1.63	55	1.83
<b>P43</b>	78	2.23	81	2.70	<b>P96</b>	49	1.63	69	2.3
<b>P44</b>	75	2.50	77	2.56	<b>P97</b>	112	3.73	129	4.3
<b>P45</b>	67	2.23	68	2.27	<b>P98</b>	87	2.9	97	3.23
<b>P46</b>	64	2.13	62	2.06	<b>P99</b>	44	1.46	54	1.8
<b>P47</b>	62	2.06	61	2.03	<b>P100</b>	30	1	42	1.4
<b>P48</b>	64	2.13	65	2.16	<b>P101</b>	71	2.36	81	2.7
<b>P49</b>	124	4.13	139	4.63	<b>P102</b>	65	2.16	119	3.96
<b>P50</b>	111	3.7	112	3.73	<b>P103</b>	61	2.03	91	3.03
<b>P51</b>	94	2.23	99	3.30	<b>P104</b>	67	2.23	75	2.5
<b>P52</b>	69	2.30	71	2.36	<b>P105</b>	35	1.16	39	1.31
<b>P53</b>	71	2.36	74	2.46					

**Remarque :**

Nous tenons à aviser le lecteur que les données du laboratoire relatives au pénétromètre dynamique utilisées ici sont exagérées par rapport aux valeurs des essais similaires. Cependant le manque de données plus faibles nous a contraint de nous rabattre sur ces valeurs.

**V.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire**

Le calcul par la méthode classique (basé sur les résultats des essais de laboratoire) considère une fondation à base horizontale, encastrée dans un sol homogène et supportant une charge verticale centrée.

- Pour une semelle carrée :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{(1 - 0.2B/L)\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (Nq - 1) + (1 + 0.2B/L) \cdot C \cdot N_c}{F_s} \quad (G. Sanglerat,$$

J. Costet ; 1981)

**Avec :**

**$\gamma_1$** : Poids volumique apparent du sol au-dessus de la fondation (T/m<sup>3</sup>).

**$\gamma_2$** : Poids volumique apparent du sol au-dessous de la fondation (T/m<sup>3</sup>).

**D** : Ancrage de la fondation (m).

**B, L** : Dimension de la fondation, largeur et longueur (m).

**C** : Cohésion du sol (T/m<sup>2</sup>).

**$N_\gamma, N_q, N_c$**  : Coefficients dépendants de l'angle de frottement interne du sol «  $\phi$  » avec :

**$N_\gamma$** : Facteur de portance dû aux poids des terres.

**$N_q$** : Facteur de portance dû à la surcharge.

**$N_c$** : Facteur de portance dû à la cohésion.

$\phi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
--------------	------------	-------	-------



**Tableau (extrait D.T.U)**

0	0,00	1,0	5.14
5	0,00	1.56	6.47
10	1,00	2.49	8.45
11	1,20	2.71	8.80
12	1,43	2.97	9.29
13	1,69	3.26	9.80
14	1,99	3.59	10.4
15	2,33	3.94	11.0
16	2,72	4.33	11.6
17	3,14	4.77	12.3
18	3,69	5.25	13.1
19	4,29	5.80	13.9
20	4,97	6.40	14.8
21	5,76	7.07	15.8
22	6,68	7.83	16.9
23	7,73	8.66	18.1
24	8,97	9.60	19.3
25	10,4	10.7	20.7
26	12,0	11.8	22.2
27	13,9	13.2	24.0
28	16,1	14.7	25.8
29	18,8	16.4	27.9

**V.9 : Valeurs des facteurs de portance**

$\varphi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
30	21.8	18.4	30.1
31	25.5	20.6	32.7
32	29.8	23.2	35.5
33	34.8	26.1	38.7
34	40.9	29.4	42.2
35	48.0	33.3	46.1
36	56.6	37.8	50.6
37	67.0	42.9	55.7
38	79.5	48.9	61.4
39	94.7	56.0	67.9
40	113.0	64.2	75.4
41	133.0	73.9	83.9
42	164.0	85.4	93.7
43	199.0	99.0	105.0
44	244.0	115.0	118.0
45	297.0	135.0	135.0
46	366.0	159.0	152.0
47	455.0	187.0	174.0
48	570.0	223.0	199.0
49	718.0	265.0	230.0
50	914.0	319.0	267.0

du 13.12)

Fs : Coefficient de sécurité pris égal à 3.

Le tableau : extrait du D.T.U 13.12 regroupe les valeurs des facteurs de portances en fonction de ( $\varphi$ )

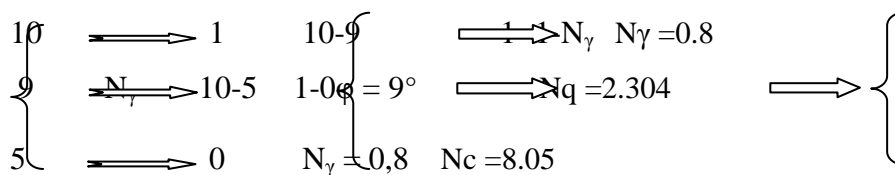
**Exemple de calcul : sondage (N° 06)**

B = L = 1.5 m, D = 1.5 m, Fs = 3.

$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_h = 1.65 \text{ T/m}^3$ .

C = 0.5 bars = 5T/m<sup>3</sup>.

$\varphi = 9^\circ$



$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{(1 - 0.2B/L)\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (Nq - 1) + (1 + 0.2B/L) \cdot C \cdot N_c}{Fs}$$

$$Q_{ad} = 1,65 \cdot 1,5 + \frac{[(1 - 0.2) \cdot 1,65 \cdot 1,5 / 2 \cdot 0,8] + (1,65 \cdot 1,5 \cdot (2,304 - 1)) + [(1 + 0.2) \cdot 5,1 \cdot 8,05]}{3}$$

$$Q_{ad} = 20.2 T/m^2 = 2.02 bars$$

Les résultats des calculs de la contrainte admissibles pour un ancrage de 1.5m et 2 mètre sont représentés dans le tableau (V.9).

**Tableau V.10 : Résultats de calcul la contrainte admissible à partir des essais de Laboratoire**

N° Essai	Q <sub>ad</sub> (bars)		Q <sub>ad</sub> (bars)	
	D= 1.5 m		D= 2m	
	B=1.5m	B= 2m	B=1.5m	B=2m
1	1.5	1.67	2	2.01
4	1.77	1.77	1.88	1.89
6	2.02	2.11	2.14	2.6
11	1.11	1.12	1.33	1.35
12	1.99	2	2.11	2.11
13	2.0	2.0	2.1	2.13
14	1.72	1.73	2	2
16	2.12	2.13	2.25	2.27
18	2.11	2.13	2.21	2.22
19	1.17	1.18	1.26	1.29
21	1.32	1.34	2	2.1
24	1.29	1.3	1.32	1.33
25	2.13	2.14	2.24	2.3
57	1.33	1.66	2.23	2.5
59	1.7	1.63	1.76	2
62	2.43	2.36	2.43	2.6
63	2	2.16	2.7	5.43
64	1.23	1.16	1.16	1.2
68	2.03	1.9	2.03	1.8

On constate, que les valeurs de la portance déterminent par la méthode de laboratoire sont plus fiable que celles calculent par la méthode de pénétrométrie.

### V.3.2 Calcul du tassement à partir des résultats de l'essai œdométrique

Etant donné que dans l'optique de la constructibilité, les sols appelés à constituer des assises de fondation sont essentiellement des sols fins, pouvant donner lieu à des tassements. Avec le type de fondation superficielle semelle carré, dimensionné pour transmettre au sol une contrainte de service, le tassement est :

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad \text{Philipponnat .G et Bertrand .H, 2003}$$

**Avec:**

$$\Delta e = e_0 - e_f$$

$e_0$  : Indice des vides initial correspondant:  $\sigma_{v0}$

$e_f$  : Indice des vides final correspondant :  $\Delta\sigma_{v0} + \sigma_{v0}$

$\Delta H$  : Tassement total (cm).

$H$  : Hauteur de la couche concernée par le tassement.

$\Delta e$  : Variation de l'indice des vides.

$\sigma_{v0}$  : Contrainte vertical initial moyenne du sol à une profondeur donnée:

$$\sigma_{v0} = \sum \gamma_i \cdot h_i$$

**Exemple de calcul : sondage (N° 16)**

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad \text{Avec :}$$

$$D = 1.5\text{m}$$

$$H = 3B = 4.5\text{m}$$

$$B = 1.5\text{m}$$

$$Z = 3B/2 = 2.25\text{m}$$

$$\sigma_0 = \sum \gamma_i h_i$$

$$H_i = D + 3B/2$$

$$\sigma_0 = 1,67 \times (1,5 + 2,25) = 6,262 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_0 = 0,626 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = Q_{ad} = 2.12 \text{ bars}$$

- De la courbe œdométrique:

$$\left. \begin{array}{l} e_0 \longrightarrow 0.454 \\ e_f \longrightarrow 0.475 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta e = 0.021$$

$$\Delta H = \frac{0,021}{1,454} \times 4.5 \text{ m} = 6.49 \text{ cm}$$

$$\Delta H = 6.49 \text{ cm}$$

**Tableau. V.11 : Résultats de calcul le tassement à partir des essais de Laboratoire**

№Essai	D= 1.5m		D= 2m	
	B=1.5m	B= 2m	B=1.5m	B=2m
	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)
<b>1</b>	8.1	8.8	6.6	12.8
<b>4</b>	8.96	14.42	10.81	14.83
<b>6</b>	6.6	8.8	6.9	12
<b>11</b>	15.1	2.93	14.87	14.65
<b>12</b>	2.29	15.29	9.35	8.41
<b>13</b>	3.92	5.51	4.5	5.51
<b>14</b>	6.49	9.89	4.32	11.13
<b>16</b>	6.49	2.59	6.49	10.72
<b>18</b>	7.02	10.99	7.02	10.99
<b>19</b>	15.05	15.05	15.02	15
<b>21</b>	2.92	3.89	5.26	7.4
<b>24</b>	15	15.01	14.9	14.9
<b>25</b>	3.13	4.18	6.58	10.87
<b>57</b>	10.8	14.40	8.2	12.40
<b>59</b>	5.62	7.5	10.4	11.26
<b>62</b>	10.52	14.02	10.16	16.03
<b>63</b>	10.4	13.92	11.69	13.02
<b>64</b>	3.24	4.43	5.34	6.22
<b>68</b>	10.10	13.47	10.69	12.14

On constate que les valeurs les plus élevées sont détectées près d'oued Tassift.

### Conclusion générale et recommandations :

Le synthèse des résultats des travaux obtenus, essais in-situ et essais de laboratoire ainsi que le calcul relatif aux fondations, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Le site à Taher, occupe une superficie 96.35Ha. Sur le plan topographique la forme du terrain est vallonnée de direction Sud Nord, il est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité de sa surface. Bien que le terrain ne présente pas de changement brusque de pente, néanmoins, nous avons pu évaluer trois zones de pente variant entre 0 et 20 %.

La géologie du site est constituée par une lithologie homogène représentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuses à graveleuses ayant une épaisseur variable allant de 1 à 4 m, les épaisseurs les plus élevées sont détectées près d'Oued de Tassift, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité de du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines et un oued Tassift dans la partie Est du site. Les sondages piézométriques montrent la présence d'une nappe superficielle au voisinage d'oued Tassift avec des côtes allant de 1 à 3 m de profondeur.

A partir des résultats relatives au calculs géotechnique dans les niveaux marneux et les limons argileux nous pouvons dire que :

Les marnes ont donné des valeurs de teneur en eau moyenne, caractérisant un sol moyennement humide, il possède une texture fine, dont les pourcentages des passants à 80 $\mu$  variant supérieures à 88%.

Les valeurs de limite de liquidité varient entre 44 et 51%, l'indice de plasticité est de l'ordre 23 à 29%, il s'agit des argiles peu plastiques. Les valeurs des densités sèches sont moyennes, qualifiant une formation semi dense. Les caractéristiques intrinsèques (essai UU) ont donné des valeurs de cohésion moyenne, ou les valeurs de la cohésion sont comprises entre 0.2 et 0.3 bars, s'agissant de l'angle de frottement les valeurs varient entre 6 et 9°.

Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation ( $\sigma_c$ ) sont comprises entre 1.50 et 2.43 bars, les valeurs du coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) sont comprises entre 16.3% et 30.4% ce qui montre que cette formation est moyennement à assez compressible. Les indices de gonflement montrant une formation non gonflante.

Les analyses chimiques ont donné un taux moyen de carbonates, sans présence des sulfates dans le sol.

---

## Conclusion générale et recommandations

---

Les limons argileux présentent des valeurs de teneur en eau très élevées (32 %), caractérisant un sol très humide et proche de la saturation complète. Les valeurs des densités sèches sont un peu faibles qualifiant une formation lâche ( $1.5 \text{ t/m}^3$ ). Ces limons argileux possédant une texture fine, et une certaine sensibilité à la présence d'eau ( $W_l = 38$  à  $40\%$ .  $I_p = 19$  à  $21\%$ ), il s'agit des limons plastiques.

Les caractéristiques intrinsèques ont donné des valeurs de la cohésion faibles, elles sont comprises entre 0.2 et 0.3 bars, s'agissant de l'angle de frottement, les essais ont donné des valeurs faibles, elles sont comprises entre  $6^\circ$  et  $9^\circ$ .

L'essai de compressibilité 1.24 et 2.28 bars montre que se sont des formations surconsolidées, fortement compressible et non gonflante.

Les analyses chimiques ont donné des taux de carbonates faibles, et aucune présence des sulfates.

Les argiles limoneuses, sablonneuses à graveleuses présentent des valeurs de teneur en eau élevées entre 13.5 et 29.4% caractérisant un sol humide. Les valeurs des densités sèches sont moyennes, qualifiant une formation semi dense à dense. Pour les valeurs des limites de liquidités, elles varient entre 33 et 66%, l'indice de plasticité est de l'ordre 22 à 42%, ils'agit des argiles plastiques à très plastiques.

Les caractéristiques intrinsèques (essai UU) ont donné des valeurs de cohésion comprises entre 0,3 et 2 bars, s'agissant de l'angle de frottement les valeurs varient entre  $3$  à  $8^\circ$  pour les argiles limoneuses, sablonneuses et peu graveleuses.

Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation ( $\sigma_c$ ) sont comprises entre 1,1 et 3,3 bars, les valeurs du coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) sont de l'ordre de 17 à 23%, cela indique que ces formations sont moyennement assez fortement compressible. Les indices de gonflement montrant une formation peu gonflante.

Les analyses chimiques ont donné un taux faible de carbonates, sans présence de sulfates dans le sol.

Concernant les tassements obtenus à partir des essais de laboratoire de meurent admissibles dans la limite fixée à la contrainte admissible et ce pour les fondations semelles filantes.

Pour les risques naturels, vu qu'oued Tassifl limite les sites dans sa partie Est, cela rend cette dernière vulnérable aux inondations au cours des périodes pluvieuses.

## Conclusion générale et recommandations

---

Pour les mouvements de terrain le site généralement stable sur des parties situées aux bords des Oueds et toujours plus les zones de remblai.

### **Nous recommandons que :**

La zone étudiée présente une aptitude moyenne à l'urbanisation, et peut recevoir tous les types de construction, d'où nous prévoyons les recommandations suivantes.

- Aménager le site sous forme de banquettes larges
- Assurer la stabilité des talus des banquettes par des butées mécaniques
- Prévoir des collecteurs d'eau de ruissellement
- Canaliser Oued Tassift
- Eloigner les constructions des bords des talwegs.
- Favoriser le boisement et les espaces verts.

## **Abstract**

The site study is located in the south-west of the town from the capital of the municipality of Taher. It covers an area of 96.35 hectares. On the topographic map, the field is characterized by an average slope over the entire area. The geological study shows that the site consists of a homogeneous lithology by a cover layer of clay, silt, and silty clay, clay sandy to gravel. This cover is based on a marly substratum.

On the hydrology map, the intensity of the river network is dense medium, consisting of a group of gullies and a wadi in the eastern part of the site; we note the presence of a body of surface water.

The site consists of marl formations and clay loams. The results of the identification of soil testing and mechanical testing showed a dense soil quality with resistance varied lithology and depth.

The combination of geological, morphological, hydrogeological, and geotechnical data helped identify two main areas: one in favor of building an area and another adverse exposure to the risk of flooding.



## ملخص:

تقع المنطقة المدروسة في الجنوب الغربي لبلدية الطاهير، بمساحة قدرها 96.35 هكتار ، وتتميز بطبوغرافية متوسطة الانحدار، وتبين الدراسة الجيولوجية المحلية للمنطقة من خصائص صخرية متجانسة، تتكون من غطاء ذو طبقة طينية الطمي و الطين الغريني، والطين الطراز الأول و تستند هذه التغطية على قوام مارني من حيث المخطط الهيدرولوجي نجد كثافة شبكة النهر متوسطة الكثافة، و الذي يتألف من مجموعة من الأخاديد و الأودية في الجزء الشرقي من المنطقة ، كما نلاحظ وجود ماء السطح التي لها طابع الفيضانات. ساعدت مجموعة من البيانات الجيولوجية، والصرفية، الهيدروجيولوجية والجيوتقنية في تحديد مجالين رئيسيين هما: واحد مؤيد للمساحة البناء وغيرها من التعرض الضارة لخطر الفيضانات. من حيث المخطط الجيوتقني، نتائج اختبارات التعرف على التربة و خصائصها الميكانيكية، قد أظهرت أن نوعية التربة كثيفة ، أما صلابة التربة فتزداد مع العمق. إن عملية تركيب البيانات الجيولوجية، المورفولوجية، الهيدروجيولوجية و الجيوتقنية مكنتنا من تشكيل منطقتين أساسيتين: منطقة صالحة للبناء و أخرى غير مواتية بسبب ظاهرة الفيضانات

## ***Résumé***

Le site étudié est situé au Sud-Ouest de l'agglomération du chef lieu de la commune de Taher. Il couvre une superficie de 96.35Ha. Sur le plan topographique le terrain est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité du secteur. L'étude géologique montre que le site est constitué par une lithologie homogène présentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuse à graveleuse, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines, et un oued dans la partie Est du site, on note la présence d'une nappe d'eau superficielle.

Les résultats des essais d'identification du sol et des essais mécaniques ont mis en évidence une qualité du sol dense avec une résistance qui varie selon la lithologie et la profondeur.

La combinaison des données géologiques, morphologiques, hydrogéologiques et géotechniques ont permis de faire ressortir deux zones principales : une zone favorable à la construction et une autre défavorable exposée au risque d'inondation.

# Introduction générale

### **Introduction générale :**

La gestion intégrée des projets d'urbanisation est une approche qui consiste à prendre en considération l'ensemble des différents impacts climatique, géologique, et géotechnique, ainsi que les conditions hydrogéologiques qui ont une influence sur les travaux d'exécution et le comportement des ouvrages et sur le sol environnant.

Dans le cadre de l'extension de la commune de Taher, la direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Jijel(DUC) a lancé un appel d'offre pour l'étude géotechnique POS N°3 et POS N°4. Cette dernière a été effectuée en 2011 par le laboratoire « Aiche sol, unité de Sétif » et le POS N°3 qui a été réalisé en 2007.

Sur la base de ces résultats d'études nous avons essayé d'apporter une contribution en réalisant un zoning du site afin de délimiter les zones constructibles et inconstructibles selon plusieurs paramètres (lithologique, topographique, hydrologique et mécaniques). Pour atteindre cet objectif. Ce présent travail est subdivisé principalement en cinq chapitres précédés par une introduction générale :

- Chapitre I : Cadre géographique
- Chapitre II : Contexte géologique
- Chapitre III : Hydroclimatologie et hydrogéologie
- Chapitre IV : Reconnaissance géologique et géophysique
- Chapitre V : Etude géotechnique

Enfin une conclusion générale et des recommandations.

# **I. Cadre géographique**

## **II. Contexte géologique**

### **III. Hydroclimatologique et hydrogéologique**

## *IV. Reconnaissance géologique et géophysique*



# *V. Etude géotechnique*

# *Conclusion générale et recommandations*

## Liste des figures

<b>Figure I.1 :</b> Situation géographique du site étudié ( POSN°3 et POS N°4)Extrait de la cartetopographique Djidjelli (N°3-4)et(N°7-8) au 1/25000.....	3
<b>Figure I.2 :</b> Réseau hydrographique de la dépression néogène de Jijel .....	4
<b>Figure II.1 :</b> Carte structurale schématique de la chaîne Maghrébide montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté ,1980) .....	5
<b>Figure II.2 :</b> Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit, 1989).....	10
<b>Figure II.3:</b> Colonne lithostratigraphique du bassin néogène de Jijel(Y .Rouikha 2008). ....	12
<b>Figure II.4 :</b> Coupe géologique du bassin néogène de Jijel(Y. Rouikha, 2008).....	13
<b>Figure II.5 :</b> Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003).....	14
<b>Figure III.1 :</b> Carte de la pluviométrie dans la wilaya de Jijel (A.N.R.H, 1996) .....	15
<b>Figure III.2 :</b> Histogramme de précipitations moyennes annuellesdurant laPériode 2003-2013 (station du barrage El Agrem).....	16
<b>Figure III.3:</b> Histogramme de précipitations moyennes saisonnières durant la période 2003-2013, (station du barrage El Agrem).....	17
<b>Figure III.4 :</b> Variation des hauteurs mensuelles et saisonnières des Températures dans la station du barrage El Agrem (période 2003-2013).....	18
<b>Figure III.5 :</b> Graphe ombrothermique durant la période 2003-2013Station barrage El Agrem .....	19
<b>Figure III.6 :</b> Bilan hydrologique par la méthode de ThornthwaiteStation barrage El Agrem, période 2003-2013.....	24
<b>Figure III.7:</b> Bassin versant d'Oued Nil .....	25
<b>Figure IV.1 :</b> Dispositif de mesure de Schlumberger .....	32
<b>Figure IV.2 :</b> Coupe Géo-électrique AA' .....	33
<b>Figure IV.3 :</b> Coupe Géo-électrique BB' .....	35
<b>Figure IV.4 :</b> Coupe Géo-électrique CC' .....	36
<b>Figure IV.5 :</b> Coupe Géo-électrique DD' .....	36
<b>Figure IV.6 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (AA') et les sondages carottés (S5, S6, S7, S8) .....	39
<b>Figure IV.7 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (BB') et les sondages carottés (S25, S23).....	40
<b>Figure IV.8 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (CC') et les sondages carottés (S9, S10, S11) .....	40
<b>Figure IV.9 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (DD') et les sondages carottés (S15, S17, S19) .....	41
<b>Figure V.1 :</b> Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.....	48

## **Plan des photos**

Photo I.1 : Vue général du secteur d'étude sur l'image satellitaire Google earth.....	2
Photo II.1 : Limite du bassin Néogène de Jijel.....	6
Photo II.2: Dépôts conglomératiques.....	8
Photo II.3: Marnes bleues.....	9
Photo II.4 : Alluvions d'oued Nil.....	11
Photo IV.1 : Photos illustrant la lithologie rencontrée dans notre site d'étude .....	31
Photo IV.2 : Appareillage utilisé.....	33

## Liste des tableaux

<b>Tableau III.1</b> : Précipitations moyennes annuelles, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	16
<b>Tableau III.2</b> : Précipitations moyenne saisonnières, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	17
<b>Tableau III.3</b> : Températures moyennes mensuelles et saisonnières période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	18
<b>Tableau III.4</b> : Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	21
<b>Tableau III.5</b> : Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite durant la période : 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	22
<b>Tableau III.6</b> : Les différentes composantes du bilan hydrologique (station du barrage El Agrem) .....	24
<b>Tableau IV.1</b> : Résultats des sondages carottés réalisés sur la superficie du site .....	28
<b>Tableau IV.2</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E5, E15, E24, E35, E53) .....	34
<b>Tableau IV.3</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E9, E11, E32, E55) .....	35
<b>Tableau IV.4</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV3 (E4, E37, E36, E52) .....	36
<b>Tableau IV.5</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E2, E18, E20, E47) .....	37
<b>Tableau V.1</b> : Résultats des résistances à la pointe (Rp) .....	43
<b>Tableau V.2</b> : Les mesures piézométriques .....	45
<b>Tableau V.3</b> : Les différents essais effectués au laboratoire .....	46
<b>Tableau V.4</b> : Valeurs des paramètres physiques mesurés (Géo- sol 2011 et LNHC 2007) ...	46
<b>Tableau V.5</b> : Valeurs des paramètres mécanique mesurés (Géo- sol 2011 et LNHC 2007) ...	49
<b>Tableau V.6</b> : Résultats des analyses chimiques (Géo-Sol 2011 et LNHC 2007) .....	52
<b>Tableau V.7</b> : Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 1.5 mètre .....	54
<b>Tableau V.8</b> : Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 2 mètre .....	55
<b>Tableau V.9</b> : Valeurs des facteurs de portance (extrait du D.T.U 13.12) .....	58
<b>Tableau V.10</b> : Résultats de calcul la contrainte admissible à partir des essais de Laboratoire .....	59
<b>Tableau V.11</b> : Résultats de calcul le tassement à partir des essais de Laboratoire .....	61

!''#\$%' #() %\*!+&( , ( - !. /0+12&' #( (2 3/'"#%&+(  
4&, 8526+( 7( %9, 5(&\* , (. (, 2 : #'"+&(#+ (2 7( %& (0; (+0; ( 50&(, 2&&' #(

جامعة جيجل  
Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : des Sciences de la Terre et de  
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم : علوم الأرض و الكون

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Ingénieur d'état en géologie**

Option : **Géologie de l'ingénieur**

Thème

Etude géologique et géophysique et géotechnique de  
POS n°03 et 04 de région de tassift (taher) -Willaya de  
Jijel

**Membres deJury Présenté par:**

**Président : MEBROUK FLEHAM Allal**

**Examineur: BAGHDAD A.TALEB Zakaria**

**Encadrant : BOUHENOUNA A.**

**Année Universitaire 2013-2014**

**Numéro d'ordre** (bibliothèque) :.....

## Liste des tableaux

<b>Tableau III.1</b> : Précipitations moyennes annuelles, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	16
<b>Tableau III.2</b> : Précipitations moyenne saisonnières, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	17
<b>Tableau III.3</b> : Températures moyennes mensuelles et saisonnières période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	18
<b>Tableau III.4</b> : Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	21
<b>Tableau III.5</b> : Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite durant la période : 2003-2013 (station du barrage El Agrem) .....	22
<b>Tableau III.6</b> : Les différentes composantes du bilan hydrologique (station du barrage El Agrem) .....	24
<b>Tableau IV.1</b> : Résultats des sondages carottés réalisés sur la superficie du site .....	28
<b>Tableau IV.2</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E5, E15, E24, E35, E53) .....	34
<b>Tableau IV.3</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E9, E11, E32, E55) .....	35
<b>Tableau IV.4</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV3 (E4, E37, E36, E52) .....	36
<b>Tableau IV.5</b> : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E2, E18, E20, E47) .....	37
<b>Tableau V.1</b> : Résultats des résistances à la pointe (Rp) .....	43
<b>Tableau V.2</b> : Les mesures piézométriques .....	45
<b>Tableau V.3</b> : Les différents essais effectués au laboratoire .....	46
<b>Tableau V.4</b> : Valeurs des paramètres physiques mesurés (Géo- sol 2011 et LNHC 2007) ...	46
<b>Tableau V.5</b> : Valeurs des paramètres mécanique mesurés (Géo- sol 2011 et LNHC 2007) ...	49
<b>Tableau V.6</b> : Résultats des analyses chimiques (Géo-Sol 2011 et LNHC 2007) .....	52
<b>Tableau V.7</b> : Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 1.5 mètre .....	54
<b>Tableau V.8</b> : Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 2 mètre .....	55
<b>Tableau V.9</b> : Valeurs des facteurs de portance (extrait du D.T.U 13.12) .....	58
<b>Tableau V.10</b> : Résultats de calcul la contrainte admissible à partir des essais de Laboratoire .....	59
<b>Tableau V.11</b> : Résultats de calcul le tassement à partir des essais de Laboratoire .....	61

## Liste des figures

<b>Figure I.1 :</b> Situation géographique du site étudié ( POSN°3 et POS N°4)Extrait de la cartetopographique Djidjelli (N°3-4)et(N°7-8) au 1/25000.....	3
<b>Figure I.2 :</b> Réseau hydrographique de la dépression néogène de Jijel .....	4
<b>Figure II.1 :</b> Carte structurale schématique de la chaîne Maghrébide montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté ,1980) .....	5
<b>Figure II.2 :</b> Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit, 1989).....	10
<b>Figure II.3:</b> Colonne lithostratigraphique du bassin néogène de Jijel(Y .Rouikha 2008). ....	12
<b>Figure II.4 :</b> Coupe géologique du bassin néogène de Jijel(Y. Rouikha, 2008).....	13
<b>Figure II.5 :</b> Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003).....	14
<b>Figure III.1 :</b> Carte de la pluviométrie dans la wilaya de Jijel (A.N.R.H, 1996) .....	15
<b>Figure III.2 :</b> Histogramme de précipitations moyennes annuellesdurant laPériode 2003-2013 (station du barrage El Agrem).....	16
<b>Figure III.3:</b> Histogramme de précipitations moyennes saisonnières durant la période 2003-2013, (station du barrage El Agrem).....	17
<b>Figure III.4 :</b> Variation des hauteurs mensuelles et saisonnières des Températures dans la station du barrage El Agrem (période 2003-2013).....	18
<b>Figure III.5 :</b> Graphe ombrothermique durant la période 2003-2013Station barrage El Agrem .....	19
<b>Figure III.6 :</b> Bilan hydrologique par la méthode de ThornthwaiteStation barrage El Agrem, période 2003-2013.....	24
<b>Figure III.7:</b> Bassin versant d'Oued Nil .....	25
<b>Figure IV.1 :</b> Dispositif de mesure de Schlumberger .....	32
<b>Figure IV.2 :</b> Coupe Géo-électrique AA' .....	33
<b>Figure IV.3 :</b> Coupe Géo-électrique BB' .....	35
<b>Figure IV.4 :</b> Coupe Géo-électrique CC' .....	36
<b>Figure IV.5 :</b> Coupe Géo-électrique DD' .....	36
<b>Figure IV.6 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (AA') et les sondages carottés (S5, S6, S7, S8) .....	39
<b>Figure IV.7 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (BB') et les sondages carottés (S25, S23).....	40
<b>Figure IV.8 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (CC') et les sondages carottés (S9, S10, S11) .....	40
<b>Figure IV.9 :</b> Coupe géologique issue de la corrélation du profil électrique (DD') et les sondages carottés (S15, S17, S19) .....	41
<b>Figure V.1 :</b> Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.....	48



## **Plan des photos**

Photo I.1 : Vue général du secteur d'étude sur l'image satellitaire Google earth.....	2
Photo II.1 : Limite du bassin Néogène de Jijel.....	6
Photo II.2: Dépôts conglomératiques.....	8
Photo II.3: Marnes bleues.....	9
Photo II.4 : Alluvions d'oued Nil.....	11
Photo IV.1 : Photos illustrant la lithologie rencontrée dans notre site d'étude .....	31
Photo IV.2 : Appareillage utilisé.....	33

## Sommaire

Remerciements

ملخص

Résumé

Abstract

### Chapitre I : Cadre géographique

I.1 Situation géographique du site.....	2
I.2 Topographie et morphologie.....	4
I.3 végétation.....	4
I.4 Réseau hydrographique.....	4

### Chapitre II : Contexte géologique

II.1 Introduction .....	5
II.2 Bassin néogène de Jijel.....	6
II. 2.1 Localisation et dimensions du bassin .....	6
II. 2.2 Lithostratigraphie du bassin.....	7
II. 2.2.1 Substratum des dépôts post-nappes .....	7
II.2.2.2 Les Olistostromes .....	7
II.2.2.3 Oligo-Miocène Kabyle .....	7
II.2.2.4 Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle.....	7
II.2.3 Les dépôts post-nappes .....	8
II.2.3.1 Dépôts conglomératiques du Pliocène .....	8
II.2.3.2 Marnes bleues du Miocène supérieure .....	8
II.2.3.3 Dépôts détritiques du Quaternaire .....	10
II. 3 Sismicité .....	13
II.4 Conclusion.....	14

### Chapitre III : Hydroclimatologie et hydrogéologie

III.1 Hydroclimatologie.....	15
III.1.1 Aperçu général sur le climat.....	15
III.1.2 Analyse des paramètres climatiques .....	15
III.1.2.1 Pluviométrie .....	15
III.1.2.2 Température .....	18
III.1.3 Bilan hydrologique.....	19

III.1.3.1 Calcul de l'évapotranspiration .....	20
III.1.3.2 Calcul du Ruissellement " R " .....	22
III.1.3.3 Calcul d'infiltration moyenne" I " .....	23
III.1.3.4 Interprétation du bilan hydrologique.....	23
III.2 Hydrologie.....	24
III.3 Hydrogéologie.....	25
III.4 Conclusion.....	26

### **Chapitre IV : Reconnaissance géologique et géophysique**

IV.1 Introduction.....	27
IV.2 Reconnaissance géologique .....	27
IV.3 Reconnaissance géophysique.....	31
IV.3.1 Principe de mesure par le dispositif de Schlumberger et appareillage utilisé.....	31
IV.3.2 Résultats de la résistivité du sol .....	33
a) La coupe AA' .....	33
b) La coupe BB' .....	34
c)La coupe CC' .....	36
d) La coupe DD' .....	37
IV.3.3 Conclusion .....	38
IV.4 Corrélation entre les sondages carottés et les coupes des sondages électriques .....	38
Profil (A-A') : (S5, S6, S7, S8)-(E5, E15, E24, E35, E53).....	38
Profil (B-B') : (S25, S23)-(E9, E11, E28, E32, E55).....	39
Profil (C-C') : (S9, S10 S11)-(E4, E23, E37, E36, E52) .....	40
Profil (D-D') : (S15, S17, S19)-(E2, E18, E44, E20, E47).....	40

### **Chapitre V : Etude géotechnique**

V. 1 Introduction .....	42
V.2 Campagne de reconnaissance géotechnique.....	42
V.2.1 Essais in-situ.....	42
V.2.1.1 Essai de pénétration dynamique .....	42
V.2.1.2 Les mesures piézométriques.....	45
V.2.2 Caractéristiques déduites des essais du laboratoire .....	46
V.2.2.1 Organisation des essais.....	46
V.2.2.2 Analyse des résultats physiques .....	46
V.2.2.3 Analyse des résultats mécaniques .....	49
V.2.2.3.1 Essai de cisaillement rectiligne .....	51
V.2.2.3.2 Essais de compressibilité.....	51
V.2.2.4 Analyse des résultats chimiques.....	52

V.3 Calcul des fondations .....	53
V.3.1 Contraintes admissibles du sol de fondation .....	53
V.3.1.1 Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique .....	53
V.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire .....	57
V.3.2 Calcul du tassement à partir des résultats de l'essai œdométrique.....	59
<b>Conclusion générale et recommandations .....</b>	<b>62</b>
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Références bibliographiques	
Annexe	

# Introduction générale

# **I. Cadre géographique**

## **II. Contexte géologique**

### **III. Hydroclimatologique et hydrogéologique**



## *IV. Reconnaissance géologique et géophysique*

# *V. Etude géotechnique*

# *Conclusion générale et recommandations*

### **Introduction générale :**

La gestion intégrée des projets d'urbanisation est une approche qui consiste à prendre en considération l'ensemble des différents impacts climatique, géologique, et géotechnique, ainsi que les conditions hydrogéologiques qui ont une influence sur les travaux d'exécution et le comportement des ouvrages et sur le sol environnant.

Dans le cadre de l'extension de la commune de Taher, la direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Jijel(DUC) a lancé un appel d'offre pour l'étude géotechnique POS N°3 et POS N°4. Cette dernière a été effectuée en 2011 par le laboratoire « Aiche sol, unité de Sétif » et le POS N°3 qu'a été réalisé en 2007.

Sur la base de ces résultats d'études nous avons essayé d'apporter une contribution en réalisant un zoning du site afin de délimiter les zones constructibles et inconstructibles selon plusieurs paramètres (lithologique, topographique, hydrologique et mécaniques). Pour atteindre cet objectif. Ce présent travail est subdivisé principalement en cinq chapitres précédés par une introduction générale :

- Chapitre I : Cadre géographique
- Chapitre II : Contexte géologique
- Chapitre III : Hydroclimatologie et hydrogéologie
- Chapitre IV : Reconnaissance géologique et géophysique
- Chapitre V : Etude géotechnique

Enfin une conclusion générale et des recommandations.

## I.1. Situation géographique de la région étudiée :

La commune de Taher appartient à la wilaya de Jijel. Celle-ci joue un rôle moteur dans le territoire de la wilaya et représente le deuxième pôle attractif par sa position à proximité du chef-lieu de wilaya, à une distance de 17 Km.

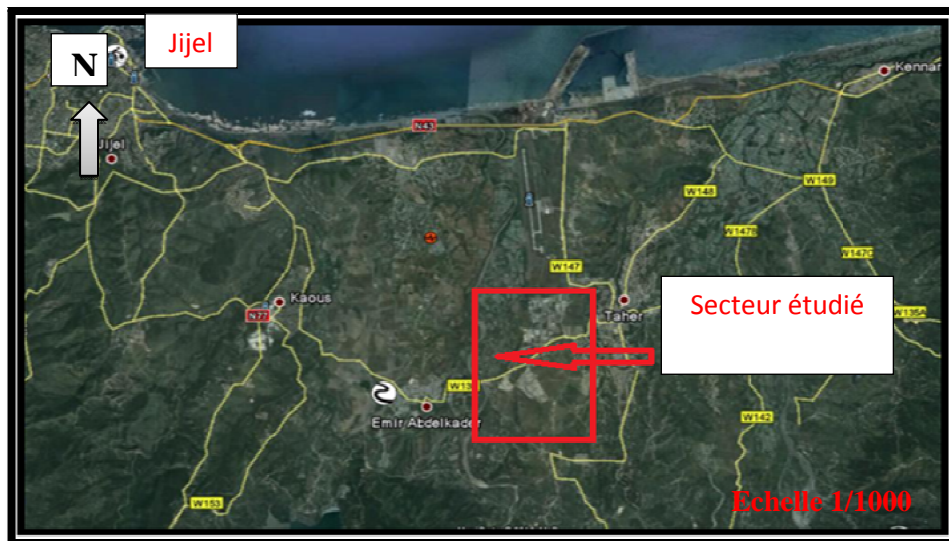
La commune de Taher est située dans une position stratégique au Nord de la wilaya de Jijel, elle est encadrée par:

- Au Nord : la mer méditerranée.
- A l'Ouest: la commune d'El Amir Abed El Kader.
- A l'Est: la commune de Chekfa.
- Au Sud : les communes de Oudjena et Chahna.

Les deux POS s'étendent sur une superficie de 96.35 hectares.

P.O.S N° 03 vers le Sud-ouest avec une superficie de 41.85ha.

P.O.S N° 04 vers l'Ouest avec une superficie de 54.5ha. . (Fig. I.1)



**Photo I.1 : Vue aérienne sur la région de Taher (Google Earth, Mai 2014).**

Notre étude vise une contribution de l'étude géologique et géotechnique des P.O.S N°3 et P.O.S N° 4 dont les coordonnées Lambert de chaque P.O.S sont comme suit (Fig.I.1)

P.O.S N° 03 :

5° 53' 24.14" E	36° 45' 14,73" N
5° 53' 44.42" E	36° 45' 68" N

P.O.S N° 04 :

Point	X(m)	Y(m)
1	757621	4073762
2	758158	4073808
3	757869	4073113
4	758009	4072589
5	757538	4072523
6	757450	4073113

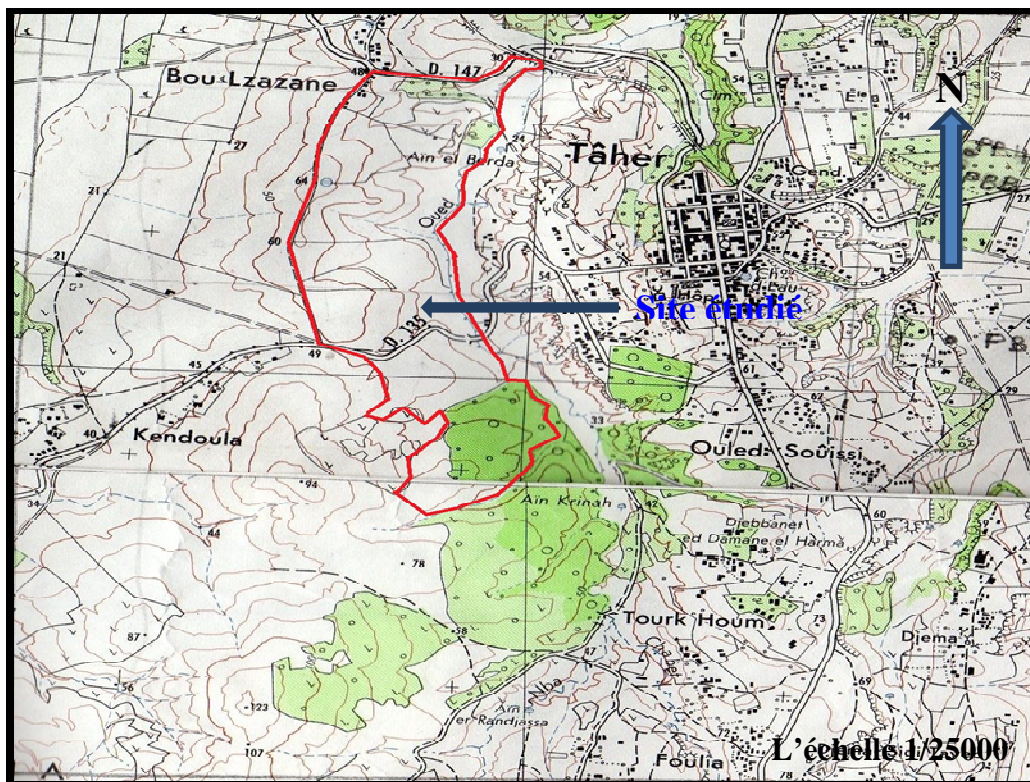


Figure I.1 : Situation géographique du site étudié (POS N°03 et POS N°04) Extrait de la carte topographique Djidjelli (N°3-4) et (N°7-8) au 1/25000

## I.2 Topographie et morphologie

Le site étudié, est en général sous forme d'une polygonale, le terrain à une forme vallonné de direction Sud-Nord, sa pente est moyenne sur la totalité de son terrain. Ce Dernier ne présente aucun changement brusque de pente néanmoins on peut évaluer trois zones principales.

Le site occupe topographiquement des altitudes comprises entre 20 m et 60 m. Il est représenté par des reliefs avec des pentes en générale ne dépassant pas les 20%.

## I.3 végétation

Les limites de végétation signifient parfois la nature géologique des sols, puisque certains de ces derniers donnent lieu à certains types de végétaux.

En revanche, dans notre site d'étude la végétation n'a aucune relation avec la géologie parce que son association semble assez faible, elle ne peut donc représenter aucun indice. Sachant qu'elle est représentée seulement par des oliviers et des herbes.

## I.4 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est dense mais peut important le régime permanent des oueds a permis l'installation des terrasses très fertiles, ces oueds proviennent des montagnes qui entourent les plaines de Taher, ils traversent le terrain de la plaine avant même se jeter dans la mer méditerranée.

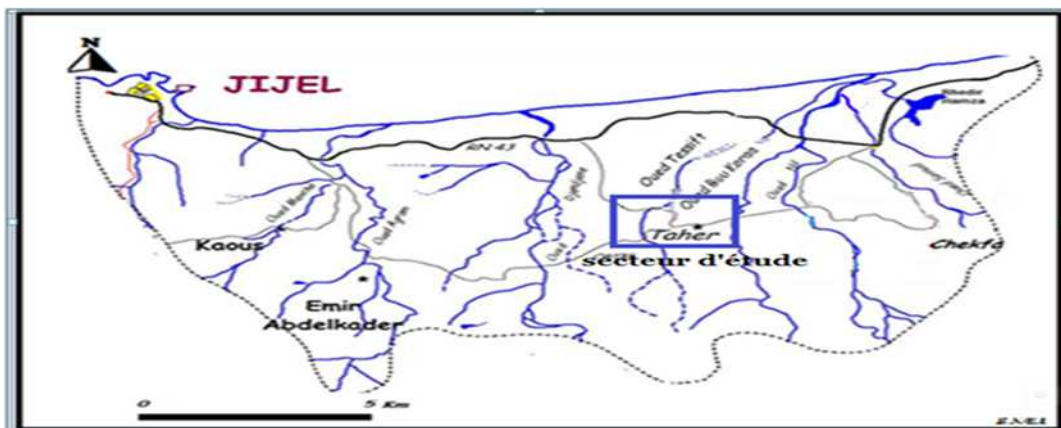


Figure I.2 : Réseau hydrographique de la dépression Néogène de Jijel

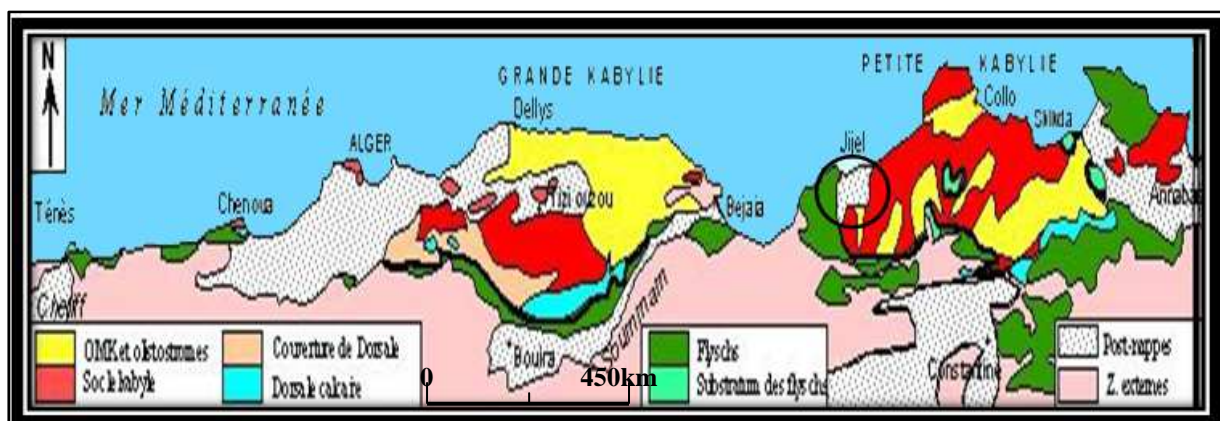
## II.1 Introduction

La chaîne des Maghrébides qui s'étend sur environ 2000 Km allant de Gibraltar à la Calabre (Aubouin et Durand Delga, 1971) est constituée par l'empilement anormal de plusieurs nappes charriées. Transversalement, du Nord au Sud, on distingue dans les Maghrébides les zones suivantes (Figure II.1) :

- Les zones internes ou domaine kabyle.
- La chaîne calcaire.
- Les nappes de flyschs.
- Les zones externes ou nappes telliennes.

Cette structure complexe de la chaîne maghrébide est due aux plusieurs phases tectoniques. Après la mise en place des nappes de charriage durant la phase paroxysmale fin-lutétienne la région fut soumise à une phase de distension d'âge Miocène qui s'est soldée par des manifestations magmatiques, remonté du Trias évaporitique et l'installation de bassins molassiques, suivie de dépôts marins du Miocène supérieur.

La région de Jijel fait partie de la Petite Kabylie occidentale (qui fait partie du segment maghrébin de la chaîne Alpine, Durand Delga, 1969 ; Wildi, 1983, Fig.II.1). Elle est représentée par des reliefs montagneux entourant une dépression dénommée bassin Néogène de Jijel. Ce dernier occupe une position septentrionale dans le domaine interne. Notre secteur d'étude est localisé dans ce bassin.



**Figure II.1 : Carte structurale schématique de la chaîne des Maghrébide montrant la disposition des zones internes et externes (Durand Delga et Fontboté, 1980)**



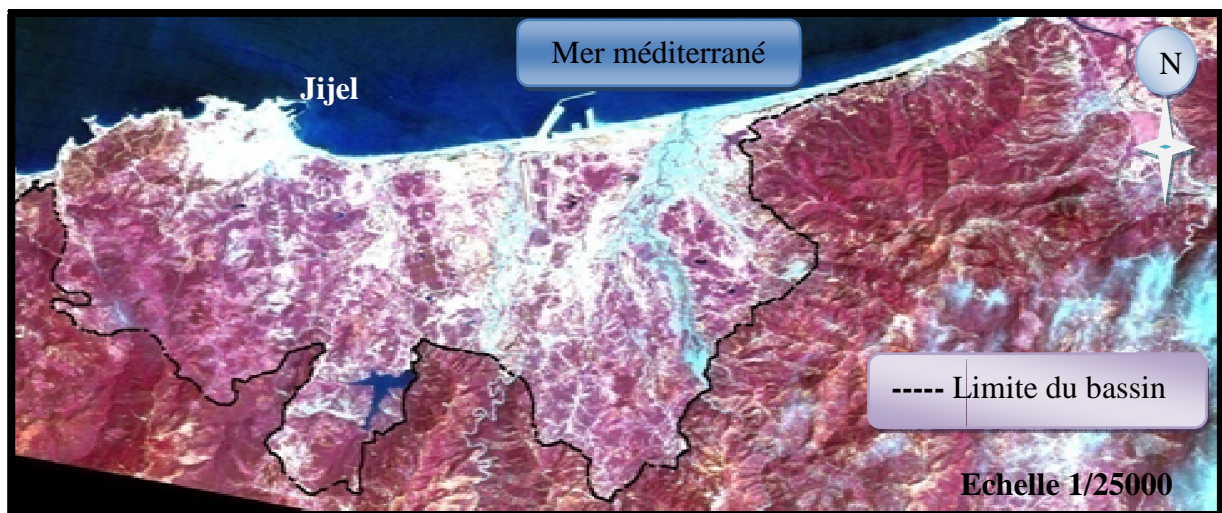
## II.2 Bassin Néogène de Jijel

### II. 2.1 Localisation et dimensions du bassin

Le bassin Néogène de Jijel est une dépression géologique intramontagneuse limitée par le méridien d'El Aouana  $3^{\circ} 60'$  à l'Ouest et le méridien  $4^{\circ} 15'$  à l'Est. Au Nord par la mer méditerranée et par les monts de Texenna au Sud. Ce bassin présente une longueur d'environ 30 km et une largeur d'environ 15 km (Photo II.1).

Le bassin de Jijel est caractérisé par un relief modéré d'altitude allant de 0 à 200 m. Le relief qui l'entoure montre de fortes dénivellations avec des altitudes qui varient entre 200 et 1200 m.

La partie orientale de cette dépression s'étend de la ville de Jijel jusqu'à la région de Kennar à une vingtaine de km à l'Est de Jijel.



**Photo II.1 : Limite du bassin Néogène de Jijel (Google earth, Mai 2014)**

La surface occupée par ce territoire est caractérisée par un réseau hydrographique dense, et des Oueds sensiblement orientés Sud-Nord et Nord-Sud, sillonnent le bassin (oued Djendjene, oued Nil, oued Kissir, oued Mencha, oued Boukaraa, oued Kantara, oued Saïoud, oued Tassift).

## II. 2.2 Lithostratigraphie du bassin

Les dépôts qui remplissent la partie orientale du bassin Néogène de Jijel sont principalement représentées par:

### II.2.2.1 Substratum des dépôts post-nappe

Le substratum des formations post-nappes est représenté par le socle kabyle constitué des formations cristallophylliennes sur lesquelles se sont déposés les formations transgressives et discordantes de l'Oligo-Miocène Kabyle, ainsi que les unités tectono-sédimentaires de l'olistostromes du Miocène (Fig II.2,3 et 4).

### II.2.2.2 Les Olistostromes

Les olistostromes sont des unités tectono-sédimentaires, de natures et de tailles variables. Ils sont issus de la dilacération des flysch massyliens, mauritaniens, grésomiacés, et numidiens, le tout noyé dans des marnes micacées. L'ensemble de ces formations constituent les molasses Aquitano-Serravalliennes (Bouillin et Raoult, 1971 ; Durand Delga, 1987, Fig. II.3 et 4) est bien visible dans la région d'El-Gheriana (Nord de Texenna), Oudjana et au sud de la ville de Jijel.

### II.2.2.3 Oligo-Miocène Kabyle

L'Oligo-Miocène Kabyle constitue la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle Kabyle (Raoult. 1974, 1975 ; Bouillin. 1977, Fig. II.2 et 4). Il est formé de conglomérats de base grossiers polygéniques surmontés par des grés lithiques et micacés. La série se termine par des marnes jaunâtres micacées et des silexites au sommet. Ces formations sont datées du début de l'Oligocène supérieur (Bouillin. 1979).

### II.2.2.4 Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle

Les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle bordant le bassin Néogène de Jijel (Fig. II.2, 3 et 4) sont représentées par deux grands ensembles (Vila. 1980) :

- Un ensemble supérieur peu métamorphique représenté par des schistes satinés (phyllades) avec des intercalations des grés et des porphyroïdes œillets, localement les phyllades montrent à leur extrême base des passés carbonatés. Cet ensemble est surmonté en discordance par des formations Siluriennes comprenant de bas en haut : des Schistes noirâtres, des Passammites rouges et vertes à Graptolites puis des Grés Calcaires à Tentaculites et en fin des Calcaires à Orthocérés.

- Un ensemble inférieur métamorphique essentiellement gneissique, à intercalation de marbres et d'Amphibolites (Bouftouha. 2005).

### II.2.3 Les dépôts post-nappe

#### II.2.3.1 Dépôts conglomératiques du Pliocène

Les dépôts conglomératiques affleurent dans la région de Kaous entre l'oued Mencha et l'oued Agrem et autour de l'oued Boukaraa.

Ces formations sont constituées de dépôts continentaux détritiques avec des éléments hétérogènes (conglomérats, des microconglomérats, des graviers, des sables et des argiles sablo-limoneuses). Elles ont été datées du Pliocène (Durand Delga, 1955).



**PhotoII .2 Dépôts conglomératiques**

#### II.2.3.2 Marnes bleues du Miocènesupérieur

Le miocène terminal est caractérisé par une transgression marine qui s'est traduite par le dépôt d'une série marneuse largement développée dans la cuvette de Taher (Djellit. H, 1987).

Du point de vue lithologique, cette série monotone est composée essentiellement des marnes bleues Tortono-Messiniennes (Djellit, 1987). Ces dernières constituent la majorité des affleurements dans la région de Taher (région de notre étude), Kaous et Al Emir Abdelkader

où elles reposent en discordance sur le socle kabyle et sa couverture.



**Photo II.3 Marnes bleues**

Ces marnes bleues post-nappes montrent de rares passées calcareuses discontinues, et plus ou moins arrondies (miches) de couleur jaune ocre, avec parfois des minces lits gypseux. L'épaisseur de ces dépôts varie de 200 à 300 m (Durand Delga 1955).

A leur base, les marnes bleues du Miocène deviennent plus détritiques avec un niveau conglomératique du Miocène inférieur marquant la discordance entre ces marnes et les formations olisostromiques sous-jacentes (H. Djellit, 1987) (Fig II.2 et 3).

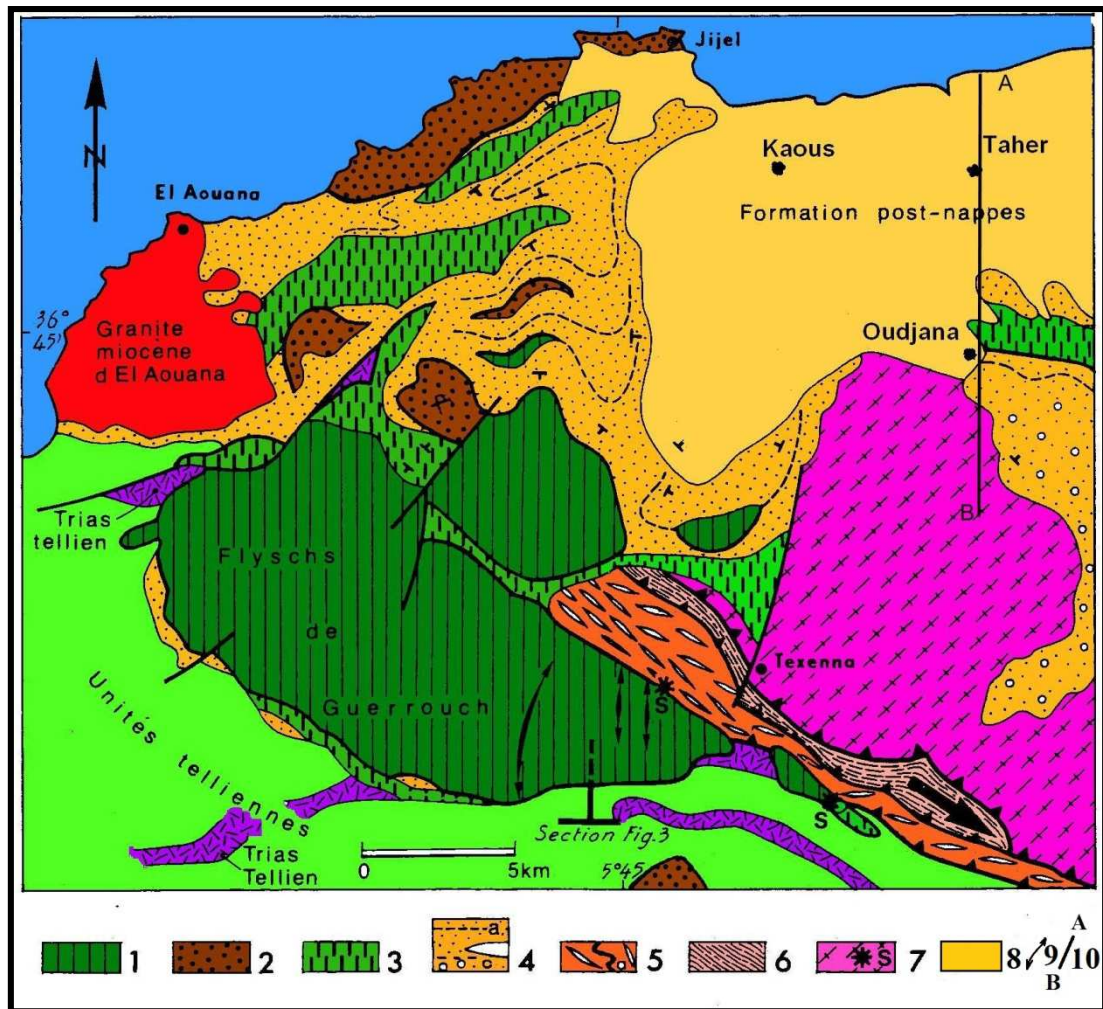


Figure II.2 : Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie  
(Andrieuxet Djellit, 1989)

**Légende :** Unité supra-kabyle : 1-nappe de Guerrouch ; 2-numidien ; 3-unité du flysch dissocié;4-Oligo-miocène kabyle (a, stratification;b, olistolite majeur).Unités infra-kabyle : 5-unité du Flyschschisto-gréseux (a, Cénomano-Turonien) ; 6-unité volcano-sédimentaire (la flèche dans cette unité indique la direction de cisaillement) ; 7-socle kabyle (S, copeaux de socle à la base des unités supra-kabyles) ; 8- formation post-nappes 9-plis N-S dans la nappe de Guerrouch ; 10-coupe géologique AB.

### II. 2.3.3 Dépôts détritiques du Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont représentés par des formations continentales détritiques alluvionnaires qui occupent les dépressions des oueds, les berges d'oued Djendjen et les zones littorales (cordons dunaires). On distingue plusieurs faciès :

- **Alluvions anciennes :** Ce sont des terrasses anciennes ; se limitant principalement aux anciennes vallées de l'oued Djendjene et l'oued Mencha. Elles sont constituées de

conglomérats détritiques : des galets, des graviers et des cailloux, à matrice sableuse (Durand Delga M .1955), avec parfois des intrusions limoneuses et argileuses. Elles peuvent être confondues aux mollasses du Pliocène lorsqu'elles sont légèrement consolidées, leur épaisseur varie entre 20 et 50 m.

- *Alluvions marécageuses* : Les alluvions marécageuses sont des dépôts de dépressions fermées comme celle de la région de Kennar.

- *Alluvions récentes* : Les alluvions récentes sont constituées de dépôts détritiques : graviers, galets, conglomérats, sables et argiles...etc. Elles sont très souvent limoneuses en surface et sont érodées par les oueds (oued Saïoud, oued Nil, oued Boukaraa, oued Djendjene, oued Mencha, et oued Kentara). Leur épaisseur est d'environ 30m.



**Photo II.4 Alluvions d'oued Nil**

- *Dunes anciennes* : Elles paraissent sur la totalité du littoral et recouvrent surtout la région de Kennar et Tassoust. Elles sont représentées par des grès dunaires bioclastiques et des sables rouges recouvrant la majeure partie de la région de Tassoust reposant sur une discordance sur les dépôts marneux Tortono-Messinien (post-nappe) et aussi sur les conglomérats du pliocène de couleur rouge ocre. Ces dunes anciennes sont formées de sable fin jaunes à rouges souvent consolidés avec une épaisseur qui varie de 10 à 30m.

- *Dunes récentes* : Les dunes actuelles sont constituées de sables fins à grossiers parfois légèrement consolidés. Elles bordent généralement la mer et constituent un cordon côtier allongé et continu selon la direction Est-Ouest.

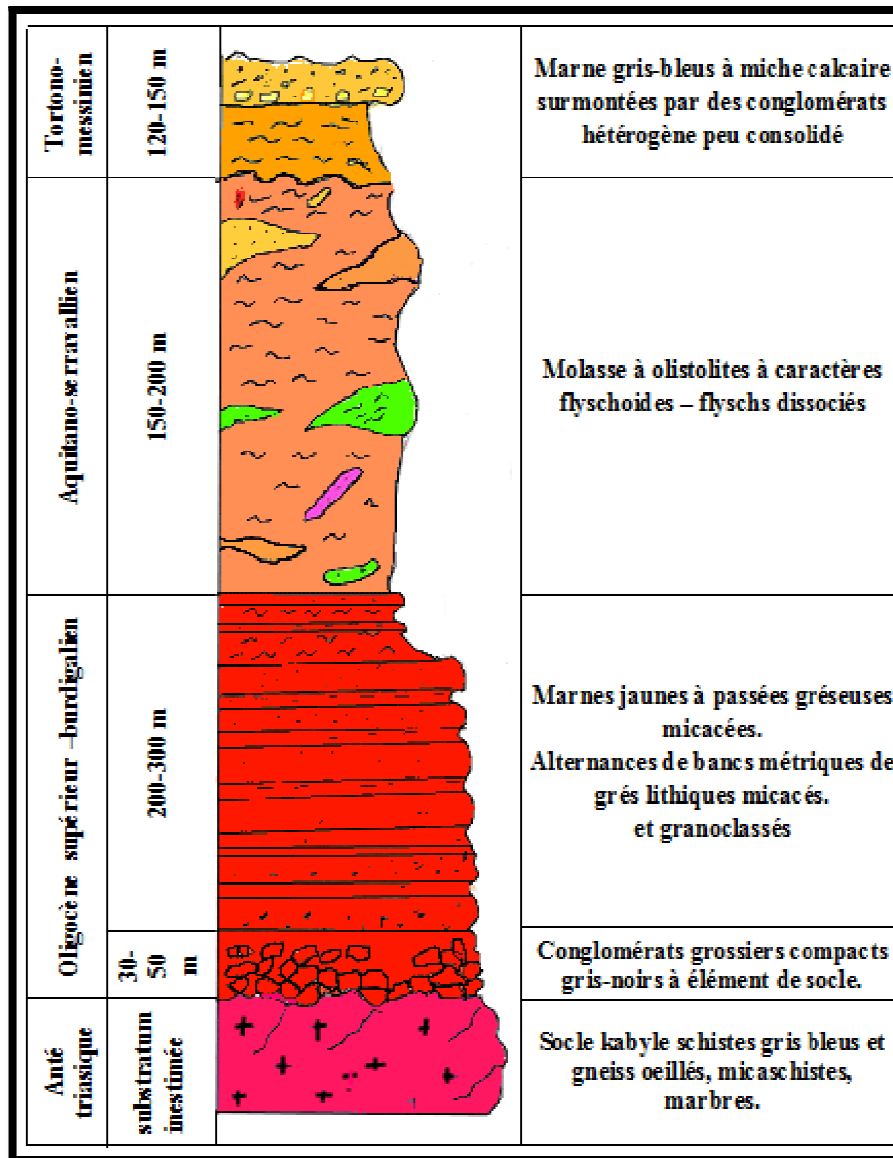


Figure II.3: Colonne lithostratigraphique du bassin Néogène de Jijel (Y. Rouikha, 2008)

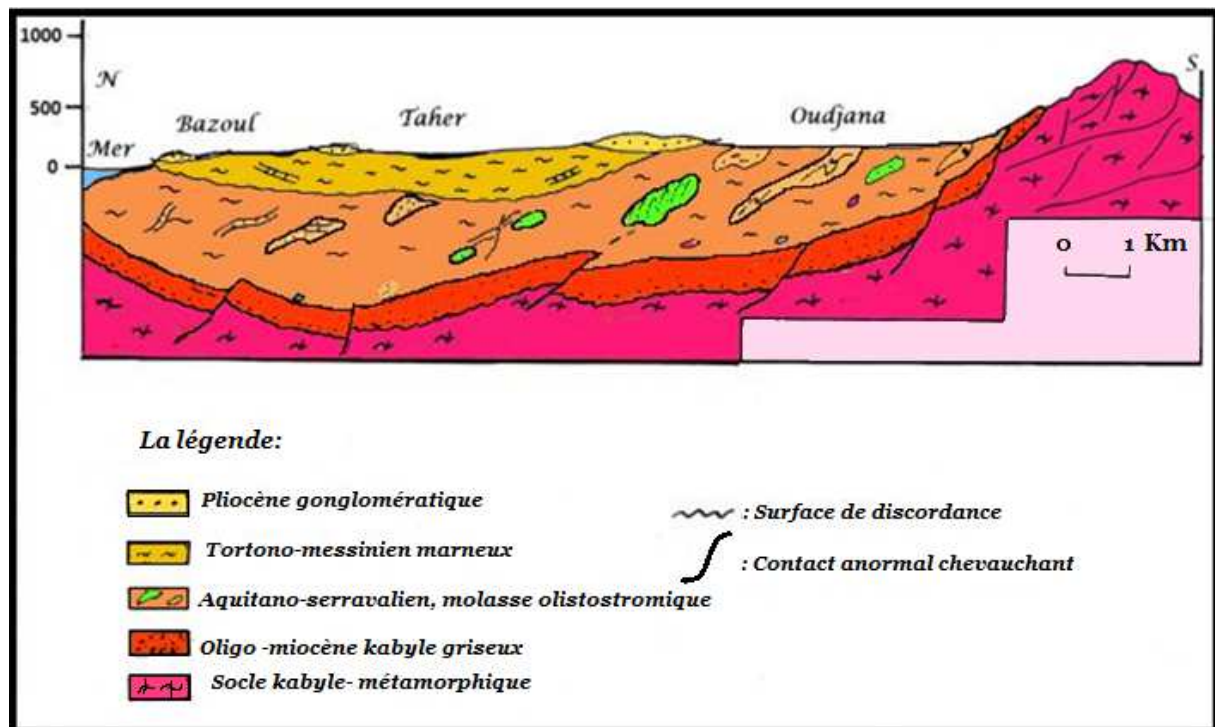


Figure II.4 : coupe géologique du bassin Néogène de Jijel

(Y. Rouikha, 2008)

### II.3 Sismicité

Le Nord Algérien est sismiquement actif ; il se trouve dans la zone de subduction entre les deux plaques tectoniques africaine et euro-asiatique.

Selon le document des règlements parasismiques algériens (RPA 2003), le territoire algérien est divisé en quatre zones de sismicité (Figure II.05) :

- Zone 0 : sismicité négligeable.
- Zone I : sismicité faible.
- Zone II (à et b) : sismicité moyenne.
- Zone III: sismicité forte.



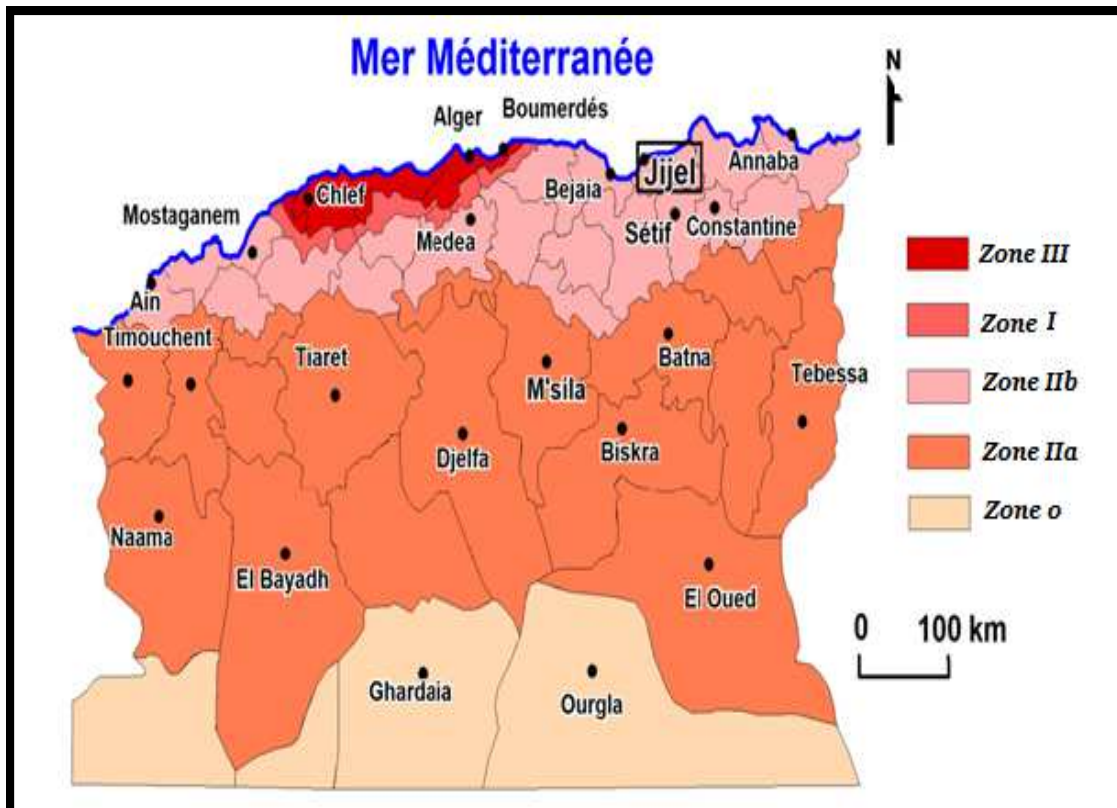


Figure II.5 : Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003)

D'après la carte sismique d'Algérie le site étudié est classé dans la zone II b (sismicité moyenne).

#### II. 4 Conclusion

Le secteur d'étude appartient à la partie occidentale du bassin Néogène de Jijel. Les formations dans ce secteur sont constituées par des marnes bleues Tortono-Messiniennes surmontées par des argiles limoneuses ou des limons argileux du Quaternaire.

## III.1 Hydroclimatologie

### III.1.1 Aperçu général sur le climat

Le climat de la wilaya de Jijel est de type méditerranéen, il comporte des étés secs et tempérés et des hivers doux et humides, les températures varient entre 20 et 35°C en été, et 5 à 15°C en Hiver. La saison des pluies dure 6 mois environ et les précipitations sont de l'ordre de 1200 mm/an.

L'étude hydroclimatologique étudie l'analyse des paramètres, tels les précipitations, les températures de l'air, le vent, l'humidité relative et l'évaporation.

### III.1.2 Analyse des paramètres climatiques

#### III.1.2.1 Pluviométrie

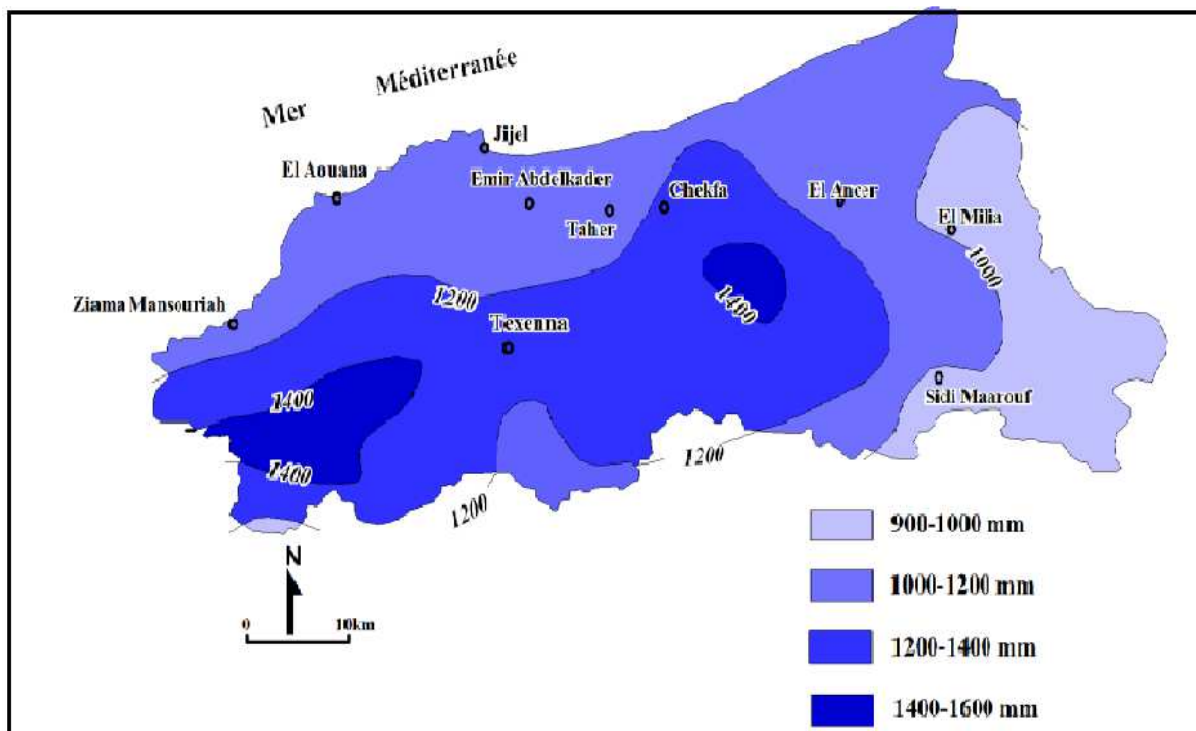


Figure III.1 : Carte de la pluviométrie dans la wilaya de Jijel (ANRH, 1996)

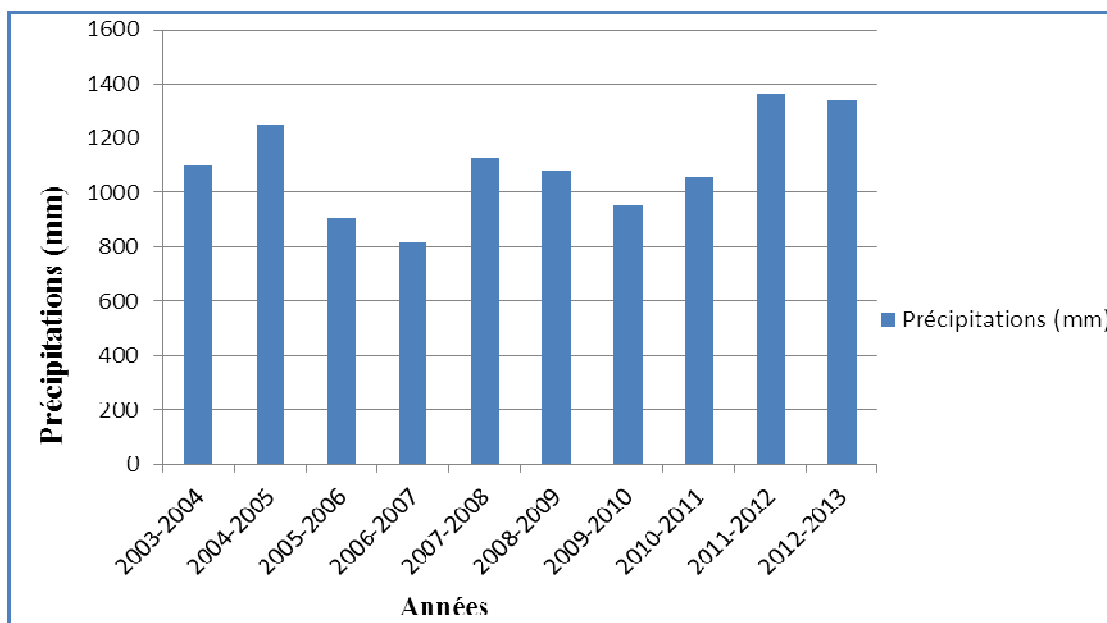
D'après la carte pluviométrique de la wilaya de Jijel les précipitations varient dans la région (Figure III.1); la moyenne de site d'étude des pluviométries varie entre 1000, 1200 mm/an.

- **Précipitations moyennes annuelles**

L'étude des précipitations annuelles a été réalisée à partir des données des séries récentes allant du 2003 jusqu'au 2013 enregistrées à station de barrage ElAgrem (Tableau III.1).

**Tableau III.1 : Précipitations moyennes annuelles, période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Année	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
Précipitation (mm)	1096.4	1251.8	906.1	817.1	1127.2	1077.4	953.3	1056.8	1360.9	1338.7



**Figure III.2: Histogramme de précipitations moyennes annuelles**

**Durant la période 2003-2013, (station du barrage El Agrem)**

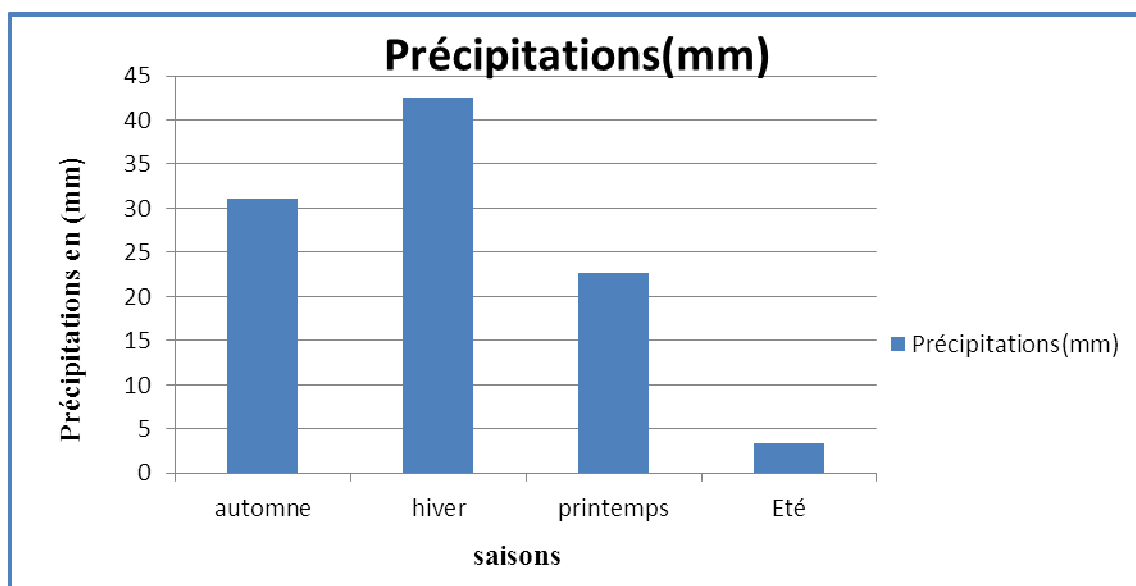
- **Précipitations moyennes saisonnières**

Pour la même période, les données des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières sont données dans le tableau suivant :

**Tableau III.2 : Précipitations moyenne saisonnières, période 2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Moyenne mensuelle (mm)	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4
Moyenne saisonnières(%)	31.1			42.6			22.7			3.3		
Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		

D'après les résultats mentionnés dans le tableau (III.2) et à partir de l'histogramme des précipitations moyennes saisonnières (Figure III.3), on constate que les précipitations sont de l'ordre de 42.6% des précipitations totalen mois d'hiver, alors qu'elle de l'ordre de 3.3% dans la saison d'été. Donc presque la moitié de la lame reçue dans la région étudiée se manifeste en Hiver, ainsi l'alimentation des cours d'eau et des nappes souterraines par les précipitations est élevée en saison hivernale.



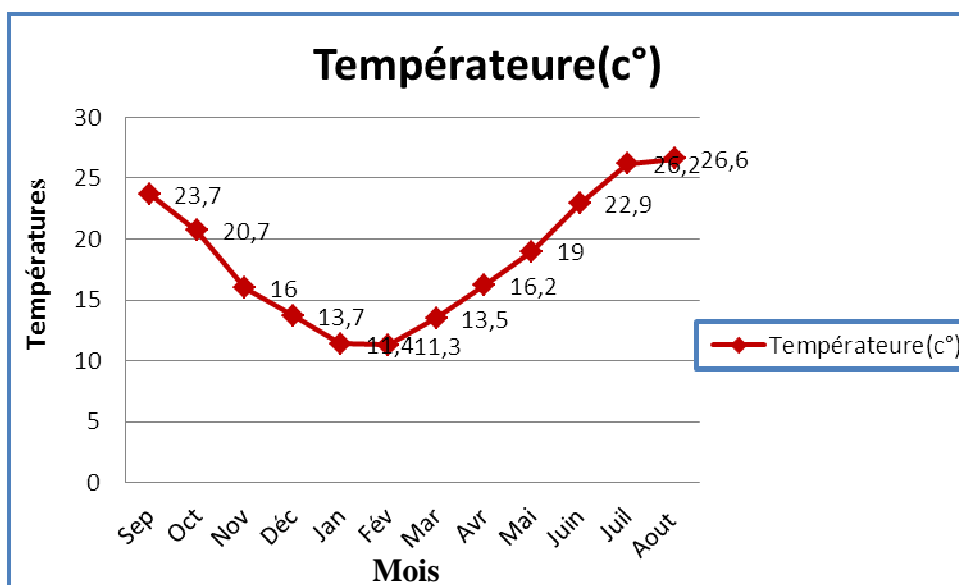
**Figure III.3: Histogramme de précipitations moyennes saisonnières  
Durant la période 2003-2013(station du barrage El Agrem )**

### III.1.2.2 Température

La température est un facteur qui contrôle le bilan hydrologique et permettre l'estimation de l'évapotranspiration. Le tableau (III.3) représente les températures moyennes mensuelles allant de 2003 à 2013.d'après ANRH.

**Tableau III.3 :Températures moyennes mensuelles et saisonnièrespériode2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.
Moyenne mensuelle (°C)	23.7	20.7	16.7	13.7	11.4	11.3	13.5	16.2	19.0	22.9	26.2	26.6

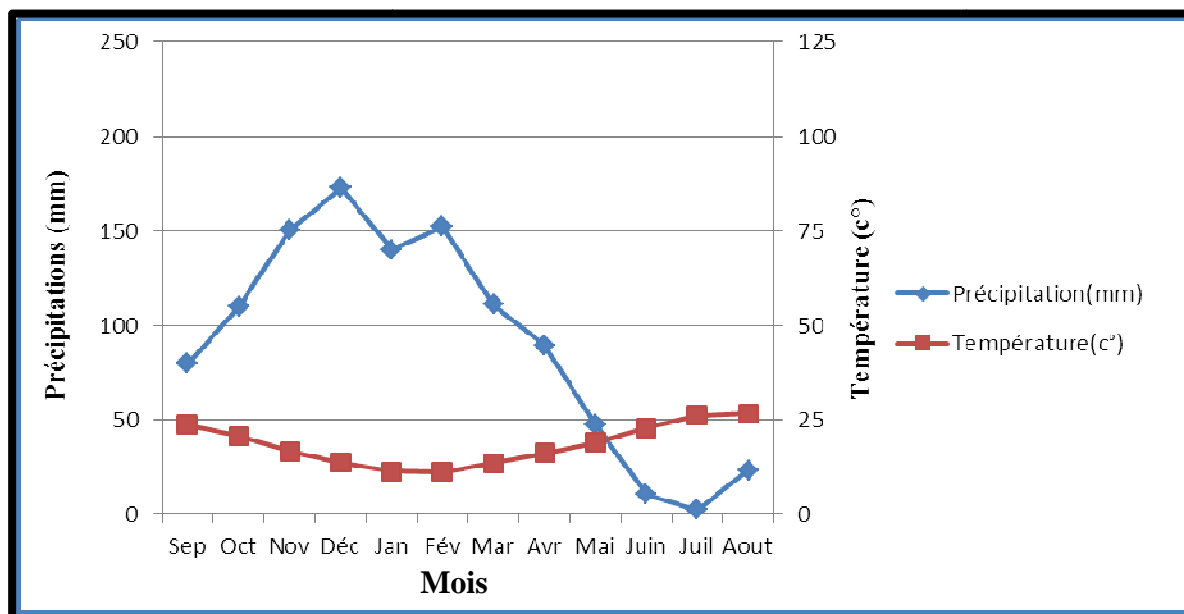


**Figure III.4 : Variation mensuelles et saisonnières des Températuresdurant la période 2003-2013(station du barrage El Agrem)**

Les données des températures mensuelles de la station de barrage el agrem Figure (III.4),permettent de conclure que les températures sont basses en Hiver (Décembre, Janvier et Février) et élevées en Été (Juin, Juillet et Aout) et que :

- Le mois le plus frais est : Janvier avec une moyenne de 11.4°C.

- Le mois le plus chaud est : Juillet et Aout avec une moyenne de 26.6°C.



**Figure III.5 : Graphe ombrothermique durant la période 2003-2013  
(Station du barrage El Agram)**

Selon le diagramme ombrothermique (courbe pluvio-thermique) ci-dessus (Figure III.5) on remarque que :

- la courbe de précipitation se situe au-dessus de la courbe thermique du mois de Septembre à la fin de Mai, tandis que du début de Juin jusqu'à la fin de Septembre la courbe thermique se trouve au-dessus de celle de la pluviométrie.
- La période hivernale (humide), s'étale du mois de Septembre et jusqu'à la fin du mois de Mai et la période sécheresse, s'étale au début du mois de Juin jusqu'à la fin de Septembre.

### III.1.3 Bilan hydrologique

L'établissement du bilan hydrique d'une région selon Thornthwaite consiste à évaluer la répartition des précipitations reçues sur une surface, entre les différentes composantes suivantes :

$$P = ETR + R + I + Wa$$

Avec:

P : Précipitations moyennes annuelles en mm

ETR : Evapotranspiration réelle en mm

R : Ruissellement en mm

I : Infiltration moyenne en mm

Wa : Variation des réserves (terme souvent négligeable).

### III.1.3.1 Calcul de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration est un transfert de l'eau de la terre vers l'atmosphère par vaporisation des eaux de surface et du sol et par transpiration de la végétation.

Evapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie d'un tapis végétal couvrant entièrement et alimenté régulièrement en eau. La formule utilisée pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), établie par Thornthwaite est la suivante:

$$ETP = 16 \cdot \left(\frac{10 T}{I}\right)^a$$

T : Température moyenne mensuelle (°C) du mois considéré donnée dans le tableau (III.3).

I : Indice thermique annuel

a : Exposant climatique

L'indice thermique annuel (I) est égal à la somme des indices thermiques mensuels (i) calculés à partir des températures moyennes mensuelles :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i$$

Avec :  $i = (T / 5)^{1.514}$  (Réméniéras, 1999)

L'exposant climatique (a) est calculé par la formule :

$$a = \frac{1.6 I}{100} + 0.5 = 0.016 I + 0.5 \text{ (Réméniéras, 1999)}$$

$$a = 0.016 I + 0.5 \Rightarrow a = 1.9$$

L'évapotranspiration corrigée est donnée par la relation suivante :

$$ETP_{\text{corrigée}} = ETP \times K = 16 \times (10T / I)^a \times K. \quad (\text{Réméniéras, 1999})$$

Où : K : coefficient de correction en fonction de la latitude et du mois considéré.

**Tableau III.4 : Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Année
P (mm)	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4	1089.6
T (°c)	23.7	20.7	16.0	13.7	11.4	11.3	13.5	16.2	19.0	22.9	26.2	26.6	22.12
i	10.5	8.9	5.8	4.5	3.4	3.4	4.4	5.9	7.5	10	12.2	12.5	I=89
ETP (mm)	102.8	79.5	48.7	36.1	25.9	25.1	35.3	49.9	67.5	96.3	124.4	128.1	819.6
K	1.03	0.97	0.86	0.84	0.87	0.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	/
ETP <sub>cor</sub> (mm)	105.8	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	81.6	117.4	154.2	148.5	891.1

- **Evapotranspiration réelle (ETR)**

L'évapotranspiration réelle désigne la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par le couvert végétal. L'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol. Pour calculer l'ETR on utilise la méthode de Thornthwaite :

Si les précipitations du mois (P) sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle

$$ETR = ETP.$$

Si les précipitations du mois (P) sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (ETP), dans ce cas, Thornthwaite admet l'utilisation d'une Réserve Facilement Utilisable (RFU) de 100 mm :

$$ETR = \sum P_i + RFU ; \text{ Celle-ci est supposée mobilisée comme suit :}$$



a) Si RFU antérieure est assez forte pour combler l'insuffisance de précipitation (P); ETR = ETP. Et pour un mois  $P \geq ETP$  on pose que l'ETP = ETR, la quantité d'eau qui reste (P-ETR) va alimenter la RFU jusqu'à son maximum (100 mm), si elle dépasse cette valeur il y aura un excès (WS) qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement.

b) Si RFU est insuffisante pour satisfaire l'évapotranspiration potentielle, l'ETR reste inférieure à celle-ci et est égale à la somme des précipitations du mois et des RFU.

Alors :

Si  $P + RFU > ETP \Rightarrow ETR = ETP$

Si  $P + RFU < ETP \Rightarrow ETR = P + RFU$

Si la RFU est nulle, il va se produire un déficit agricole  $Da = ETP - ETR$ , ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation.

**Tableau III.5 : Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite durant la période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Total annuel
P	79.9	109.7	150.3	172.7	140.1	152.3	111.1	89.6	47.3	10.7	2.5	23.4	1089.6
ETP Corrigé (mm)	105.8	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	81.6	117.4	154.2	148.5	891.1
P-ETP (mm)	-25.9	32.6	108.5	142.4	117.6	131	74.8	35.3	-34.3	-106.7	-151.7	-125.1	/
RFU (mm)	0	0	100	100	100	100	100	100	100	63.8	0	0	/
ETR (mm)	79.9	77.1	41.8	30.3	22.5	21.3	36.3	54.3	47.3	10.7	2.5	23.4	447.4
DA = ETP <sub>c</sub> -ETR (mm)	25.9	0	0	0	0	0	0	0	34.3	106.7	151.7	125.1	443.7
WS = P-ETR (mm)	0	0	108.5	142.2	117.6	131	74.8	35.3	0	0	0	0	642

L'évapotranspiration réelle calculée est de l'ordre de 447.4mm, soit 41% des précipitations.

### III.1.3.2 Calcul du Ruissellement " R "

La précipitation dans la région est de l'ordre de 1089.9 mm.

L'estimation du ruissellement a été calculée par la formule de Tixeront-Berkaloff (**Précipitations moyennes annuelles doivent être inférieures à 600mm**), car on n'a pas trouvé d'autre formule dans la bibliographie.

$$R = \frac{P^3}{3(ETP)^2}$$

Avec :

R : ruissellement superficiel en mm ;

P : précipitation moyenne annuelle en mm;

ETP : l'évapotranspiration potentielle d'après Thornthwaite en mm.

Avec : P = 1089.6mm, ETP<sub>C</sub> = 891.1mm

$$R = (1089.6)^3 / 3 \cdot (891.1)^2 \Rightarrow R = 543.0 \text{ mm}$$

$$R\% = \frac{R(\text{mm}) \times 100}{P(\text{mm})} \Rightarrow R = \frac{543.0 \times 100}{1089.6} = 49.8 \%$$

Donc le ruissellement représente plus de 49.8% des précipitations.

### III.1.3.3 Calcul d'infiltration moyenne " I "

L'infiltration est estimée à partir de la formule du bilan hydrologique :

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

$$ETR = 447.4 \text{ mm}$$

$$R = 543.0 \text{ mm}$$

$$P = 1089.6 \text{ mm}$$

$$I = P - (ETR + R) \Rightarrow I = 1089.6 - (447.4 + 543.0) \Rightarrow I = 99.2 \text{ mm}$$

L'infiltration représente plus de 9.1% des précipitations.

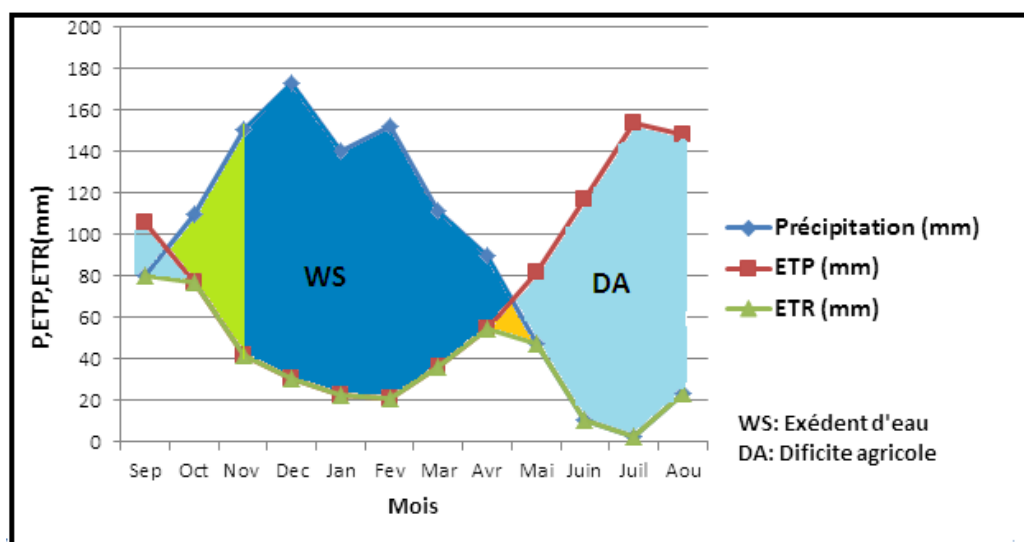
### III.1.3.4 Interprétation du bilan hydrologique

Les résultats du bilan hydrologique regroupés dans le tableau (III.7) et le diagramme de la figure (III.7) permettent d'en déduire les remarques suivantes :

- Les hauteurs de précipitations atteignent leur maximum en mois de Décembre (172.7 mm) où l’ETP atteint son minimum.
- l’ETP atteint son maximum en mois de Juillet(154.2 mm) où les auteurs de précipitations atteignent leur minimum.
- L’excédent d’eau est enregistré du mois d’Octobre jusqu’au mois de Mai.L’augmentation du volume d’eau durant cette période dont un pourcentage d’infiltration de l’ordre de 9.1 %.
- l’évapotranspiration réelle calculée est de l’ordre de 447.4 mm, soit 41% des précipitations.
- le ruissellement représente 49.8% des précipitations.
- L’infiltration représente 9.1% des précipitations.

**Tableau III.6 : Les différentes composantes du bilan hydrologique (Station du barrage El Agrem)**

	Période	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	R (mm)	I (mm)	Excédent (WS) (mm)	Déficit agricole DA (mm)
<b>ANRH</b>	2003/2013	1089.6	891.1	447.4	543.0	99.2	642	443.7



**Figure III.6 :Bilan hydrologique par la méthode de Thornthwaite Période 2003-2013 (station du barrage El Agrem)**

### III.2 Hydrologie

Le POS N° 03 et N° 04 sont caractérisés par un réseau hydrographique, qui constitué par un groupe des ravines et Oued Tassift, dans la partie Ouest de la commune de Taher.

Oued Tassift est alimenté par plusieurs chenaux(chabets), qui prennent leurs sources en amont dans la région de Dekkara à une altitude de 250m environ. Il rejoint vers l'Est oued El Nil au niveau de l'agglomération de Bazoul.

Le sous bassin d'oued Tassift fait partie du bassin versant d'oued Nil, il occupe la partie Nord-Ouest de ce dernier (Figure III.7). D'une superficie de 268 Km<sup>2</sup>, Le bassin versant de l'oued Nil a un allongement Nord-Sud, d'une distance de drainage d'environ 27Km jusque la mer à vol d'oiseau à partir des altitudes supérieures à 140m.

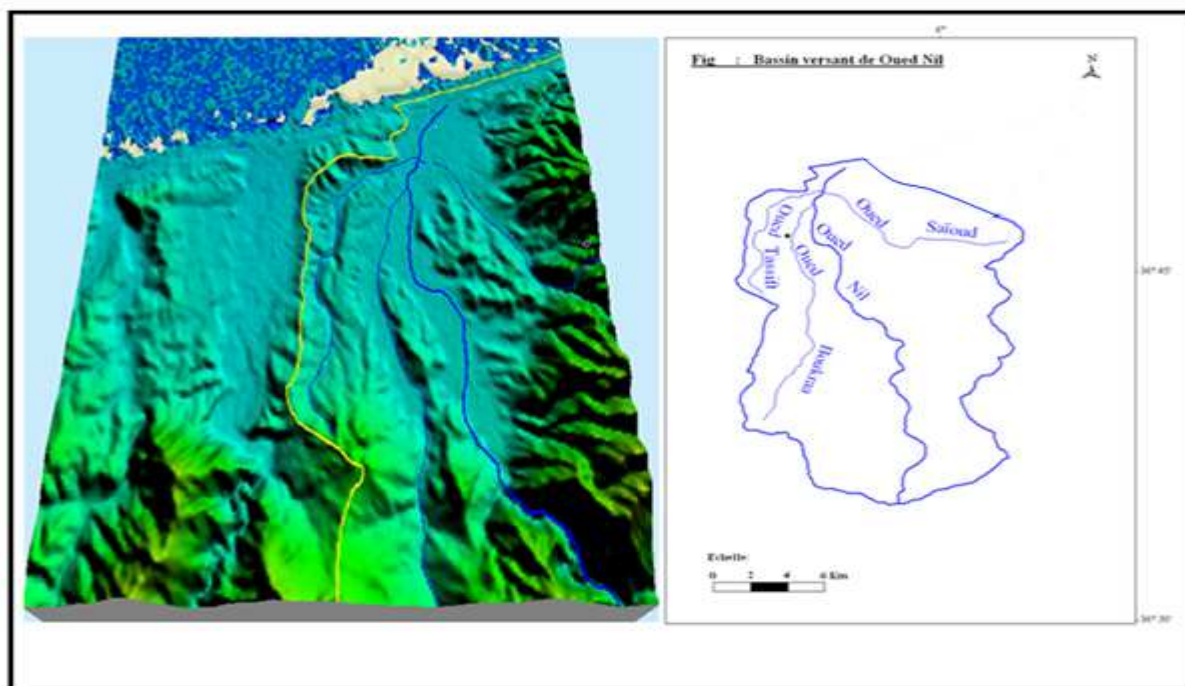


Figure III.7: Bassin versant d'Oued Nil

### III.3 Hydrogéologie

Les sondages réalisés dans le secteur d'étude au voisinage d'oued Tassift montrent que le niveau de la nappe varie de 01m à 03m, il s'agit d'une nappe libre superficielle. Cela nécessite une délimitation bien précise de la zone de servitude de l'oued et la zone à risque d'inondation(Figure III.7). Ainsi, il faut prendre en considération dans le calcul des

fondations la présence de cette nappe et la remonte de son niveau au cours de période hivernale.

**III.4 Conclusion**

La région d'étude est caractérisée par un climat tempéré dû à l'influence méditerranéenne, avec des températures moyennes mensuelles de l'ordre de 17.1°C et des précipitations de l'ordre de 1089.6mm. Le ruissellement représente 49.8% de ces précipitations et 9.1% sous forme d'infiltrations.

Un essai d'établissement du bilan hydrique a permis de fixer un ordre de grandeur des paramètres non mesurables directement.

Sur le plan hydrologique, l'intensité de réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des chaabates, et un oued (Oued Tassift) dans la partie Est du site

Au voisinage d'oued Tassift le niveau de la nappe est à 3 m de profondeur par rapport au niveau de sol.

## **IV.1 Introduction**

Dans tous les projets de construction, on doit procéder à une reconnaissance détaillée du site afin de déterminer sa structure géologique. Des sondages carottés sont systématiquement effectués pour des profondeurs définies. Ces carottages sont destinés à permettre d'acquérir une connaissance suffisante de la constitution lithologique et de la structure des différents horizons de la fondation, pour pouvoir dessiner les coupes géologiques interprétatives nécessaires à une bonne compréhension des conditions de fondation des ouvrages. Cette reconnaissance est complétée par une campagne de reconnaissance géophysique.

## **IV.2 Reconnaissance géologique**

Dans le cadre des campagnes de reconnaissances, le bureau d'étude Géo-Sole (2011) et de le laboratoire national de l'habitat et de la construction (LNHC) en (2007) a effectué 50 sondages carottés ayant des profondeurs variantes entre 09 et 14 m, à l'aide d'une sondeuse de type **ABYSS III**. Leur répartition spatiale a été faite de manière à couvrir des surfaces très importantes afin de mettre en évidence la nature géologique de différentes couches rencontrées et de déterminer leurs épaisseurs. La carte de la figure (IV.1) illustre l'implantation des différents sondages. Les résultats obtenus par ces sondages sont représentés dans le tableau (IV.1).

**Tableau. IV.1 : Résultats des sondages carottés réalisé sur la superficie du POS 03 et POS 04**

Sondages	Profondeur	Lithologie	Sondages	Profondeur	Lithologie
SC N°01	0.0/1.0m 1.0/12 m	Limon argileux Marne	SC N°15	0.0/1.9m 1.9/12 m	Limon argileux Marne
SC N°02	0.0/1.2m 1.2/13 m	Limon argileux Marne	SC N°16	0.0/1.4m 1.4/12 m	Limon argileux Marne
SC N°03	0.0/1.5m 1.5/12 m	Limon argileux Marne	SC N°17	0.0/2.6m 2.6/12 m	Limon argileux Marne
SC N°04	0.0/1.7m 1.7/14 m	Limon argileux Marne	SC N°18	0.0/2.3m 2.3/12 m	Limon argileux Marne
SC N°05	0.0/0.8m 0.8/12 m	Limon argileux Marne	SC N°19	0.0/4.0m 4.0/14 m	Limon argileux Marne
SC N°06	0.0/2.0m 2.0/14 m	Limon argileux Marne	SC N°20	0.0/1.2m 1.2/12 m	Limon argileux Marne
SC N°07	0.0/2.5m 2.5/14 m	Limon argileux Marne	SC N°21	0.0/1.8m 1.8/13 m	Limon argileux Marne
SC N°08	0.0/3.8m 3.8/15 m	Limon argileux Marne	SC N°22	0.0/2.4m 2.4/12 m	Limon argileux Marne
SC N°09	0.0/1.0m 1.0/12 m	Limon argileux Marne	SC N°23	0.0/4.4m 4.4/14 m	Limon argileux Marne
SC N°10	0.0/1.6m 1.6/12 m	Limon argileux Marne	SC N°24	0.0/4.0m 4.0/13 m	Limon argileux Marne
SC N°11	0.0/4.3m 4.3/14 m	Limon argileux Marne	SC N°25	0.0/2.0m 2.0/12 m	Limon argileux Marne
SC N°12	0.0/1.2m 1.0/11 m	Limon argileux Marne	SC N°26	0.0/2.3m 2.3/11 m	Limon argileux Marne
SC N°13	0.0/1.8m 1.8/12 m	Limon argileux Marne	SC N°27	0.0/1.5m 1.5/12 m	Limon argileux Marne
SC N°14	0.0/2.2m 2.2/12 m	Limon argileux Marne	SC N°28	0.0/1.9m 1.9/12 m	Limon argileux Marne

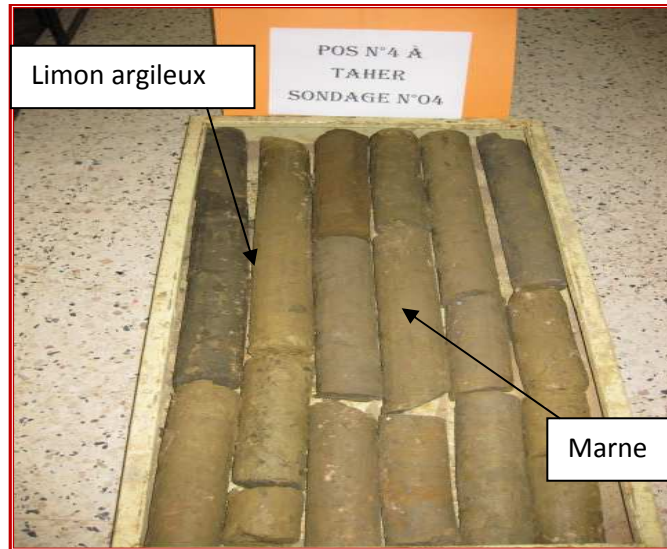
N°dusondage	Profondeur de l'essai(m)	Lalithologie
SC N°29	0,00m-0,40m 0,40m-2,40m 2,50m-3,50m 3,50m-8,20m 8,20m-9,00m	Remblais. Argileslimoneusesassezcompactesdecouleurmarron. Argilesmarneusestrèsgraveleuses. Marnesargileusesgraveleuses. Marnespeugraveleusesassezcompactesassezplastique.
SC N°30	0,00m-0,80m 0,80m-2,80m 2,80m-3,60m  3,60m-9,00m	Terresvégétales Argileslimoneusespeugraveleusesdecouleurrougeâtre Argileslimoneusestrèsgraveleusesavecprésencedegros sable,decouleurbigarrée Argilesmarneusesassezplastiques,decouleurmarronclair
SC N°31	0,00m-0,80m 0,80m-3,60m 3,60m-9,00m	Terresvégétales Argileslimoneusespeugraveleusesdecouleurrougeâtre Argilesmarneusesplastiquesdecouleurmarron



SC N°32	0,00m-2,90m 2,90m-9,00m	Remblaisdecouleurrougeâtre. Marnesplastiquesdecouleurjaunâtre.
SC N°33	0,00m-2,20m 2,20m-9,00m	Remblais Argilessablonneuselimoneuseparfois marneuseassez plastiqueetassezcompactesdecouleurgriseànoirâtre
SC N°34	0,00m-4,00m 4,00m-7,00m 7,00m-9,00m	Remblais. Argilelimoneusesparfoissablonneusesgraveleuses Marnesargileusesgraveleusesplastiquesetassez compactde couleurgrise
SC N°35	0.00m-1.20m 1.20m-3.20m  3.20m-9.00m	Terresvégétales+Remblais. Argilelimoneusescarbonatéespeugraveleusesdecouleur marron. Argilescarbonatéesparfoismarneuses,decouleurjaunâtre.
SC N°36	0.00m-0.60m 0.60m-4.50m  4.50m-9.00m	Remblais. Argilesmarneusesablonneusescarbonatéespeugraveleusede couleurmarron. Marneargileusesplastiquedecouleurmarron clair.
SC N°37	0.00m-1.60m 1.60m-3.20m  3.20m-6.00m  6.00m-9.00m	remblais. Argilesmarneusespeugraveleusesà sablonneuses,decouleur marronclair. Argilesmarneuses sablonneusestrès graveleusesdecouleur marron. Argilelimoneusesablonneusesassezgraveleusesdecouleur jaunâtre.
SC N°38	0.00m-0.60m 0.60m-5.00m 5.00m-9.00m	Remblais Argilessablonneuses peuplastiquedecouleurrougeâtre. Argilelimoneusesparfoismarneusesassezplastiqueet compactesdecouleurmarron.
SC N° 39	0.00m-4.80m 4.80m-9.00m	Remblais marnesplastiques assez compactesde couleurmarronfoncé.
SC N°40	0.00m-1.00m 1.00m-3.60m  3.60m-9.00m	Terresvégétales+remblais. Argilelimoneusesparfoismarneusesplastiqueassez compactesdecouleurrougeâtre. Argilesmarneusesablonneuses,decouleurjaunâtreàmarron Clair
SC N°41	0.00m-3.20m 3.20m-9.00m	remblais. Argilelimoneuses parfoismarneuses plastique.
SC N°42	0.00m-0.80m 0.80m-3.20m 3.20m-7.00m 7.00m-9.00m	remblais. Argilelimoneusesgraveleusedecouleurrougeâtre. Argilesmarneusesdecouleurmarronclairàjaunâtre. Argilesmarneusesassezplastiquepeugraveleusedecouleur marronclairàjaunâtre.

<b>SC N°43</b>	0.00m-0.50m 0.50m-5.50m 5.50m-12.00m	Terresvégétales. Argilesgraveleuses.grisejaunâtrecarbonatées. Argilesgrisesverdâtrelégèrementgraveleuse.
<b>SC N°44</b>	0.00m-0.20m 0.20m-4.50m 4.50m-12.00m	Terresvégétales Argilesgrise verdâtrelégèrementgraveleuses. Argilesgrise jaunâtrecarbonatées avec quelquestracesde gypses.
<b>SC N°45</b>	0.00m-0.30m 0.30m-2.00m 2.00m-3.80m  3.80-12.00m	Terresvégétales. Argilesgrise verdâtre carbonatéespeugraveleuse. TVOdansunematriceargileuseavecprésencedesblocs décimétriques. Argilesgrise verdâtre.
<b>SC N°46</b>	0.00m-0.50m 0.50m-4.00m 4.00m-10.00m	Terresvégétales. Argilesbrunerougeâtre graveleuse etcaillouteusesàlabase. Marnesbeigeàgrisâtrestrèscompactes.
<b>SC N°47</b>	0.00m-0.50m 0.50m-5.10m 5.10m-10.00m	Terresvégétales. Argilesgraveleusesparfoiscaillouteuses,beigeàgrisâtre. Marnesbeigeàbrunâtretrèscompactes.
<b>SC N°48</b>	0.00m-0.50m 0.50m-6.00m 6.00m-10.00m	Terresvégétales. Argilescarbonatéesdecouleurbeigeàgrisâtre. Marnesbrunâtretrèscompactes.
<b>SC N°49</b>	0.00m-0.50m 0.50m-10.00m	Terresvégétales. Marnesbeigeàbrunâtreparfoisgrisâtreplastiques.
<b>SC N°50</b>	0.00m-0.60m 0.60m-4.60m 4.60m-10.00m	Terresvégétales. Argilesbrunesrougeâtregraveleuse. Marnesbeigeàgrisâtrescompactes.

Sur la base des résultats de ces sondages carottés on déduit que la lithologie du terrain est représentée par un substratum marneux, recouvert par des argiles carbonatées et marneuses, argiles sableuses et graveleuses, argiles limoneuses et un limon argileux ayant une épaisseur variable allant de 1 à 4,4 m de profondeur (Photo IV.1). Les épaisseurs les plus élevées sont détectées dans la dépression Est, près d'Oued Tassait.



**Photo IV.1 : Photos illustrant la lithologie rencontrée dans notre site d'étude**

### IV.3 Reconnaissance géophysique

La résistivité des matériaux est un bon indicateur et marqueur de leur nature et de leur état d'altération. C'est ainsi que les méthodes de prospection électrique sont depuis longtemps utilisées en hydrogéologie, en géologie de l'ingénieur et en géotechnique. Ces méthodes, à la fois quantitatives et qualitatives, basées sur le principe de la loi d'Ohm. L'injection d'un courant dans le sol et la mesure du potentiel résultant permettent de remonter à la résistivité vraie de ce dernier qui est représentative de la nature du sous-sol (Saad B1, Jaâfar B<sub>2</sub>, 2005).

Le bureau d'étude **Géo-Sola** effectué **56** Sondages Electriques Verticaux (SEV) de type Schlumberger sur la superficie du site étudié.

#### IV.3.1 Principe de mesure par le dispositif de Schlumberger et appareillage utilisé

Le bureau d'étude **Géo-Sol** a utilisé dans cette investigation un dispositif Schlumberger (Figure IV.2) qui consiste à réaliser des mesures de résistivité apparente  $\rho_a$  en faisant varier l'écartement des électrodes de courant AB et de mesure en MN (mesure à différent de

potentiel V) par rapport à un point central fixe (Johan Hoareau 2010). On obtient ainsi un sondage de la résistivité en profondeur sous le centre du dispositif (Guy Marquis, 2005).

La courbe de sondage électrique obtenue représente l'évolution de la résistivité apparente en fonction d'AB/2; son interprétation à l'aide d'abaques, permet de calculer les épaisseurs et les résistivités des différentes couches traversées par le courant (A. Boudoukha 2007).

$$\rho_a = k \frac{V}{I} \quad * \text{ Astier L. (1971)}$$

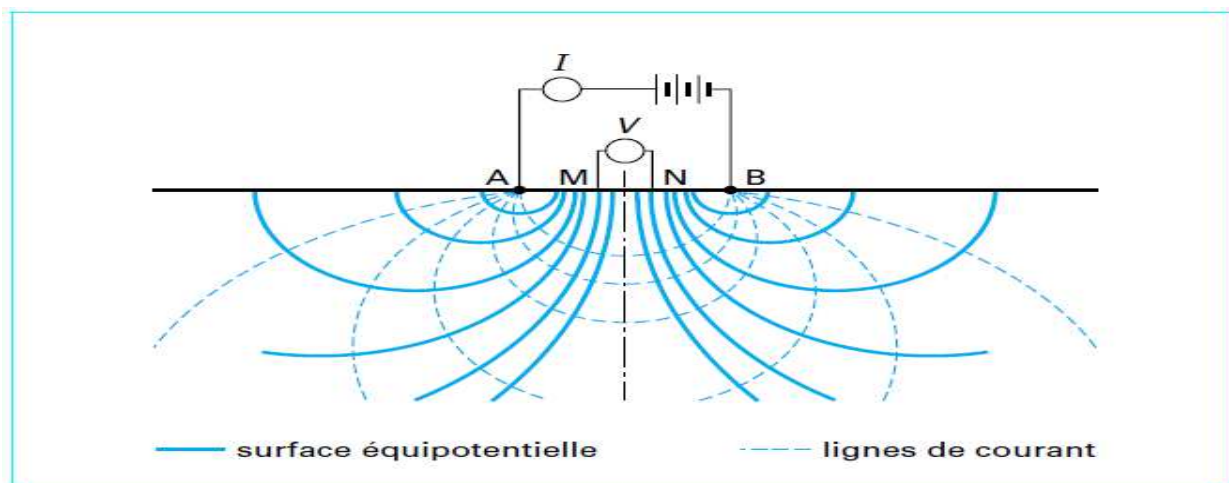
$$K = 2\pi (1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN)$$

**Avec :**

**K** : Coefficient qui dépend de l'espacement entre A B et M N,

**V** : Différence de potentiel électrique (Milli-Volt),

**I** : Intensité du courant (Milli-Ampère).



**Figure IV.1 : Dispositif de mesure de Schlumberger**

L'équipement géophysique utilisé pour mesurer la résistivité apparente du sous-sol est composé de (Photo IV.2) :

- Un résistivimètre **PASI** modèle 16-GL.
- Booster (Energizer).
- Des électrodes de courant AB (aciers).
- Des électrodes de potentiel MN (cuivre).

- Enrouleurs (Câbles) et accessoires.



Photo IV.2 : Appareillage utilisé

IV.3.2 Résultats de la résistivité du sol

Les résultats obtenus à partir des sondages géophysique (prospection électrique) sont donnés sous forme de profils indiquant les valeurs de la résistivité en fonction de la profondeur. Les 56 sondages électriques ont été exécutés jusqu'à une profondeur de 40 m.

Ces sondages ont permis de reconnaître les différentes natures de terrains en fonction de la valeur de la résistivité exprimée en Ohm/m. Les coupes verticales qui sont établies sont:

a) La coupe AA'

La coupe (AA') de la figure (IV.2) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : E5, E15, E24, E35, E53.

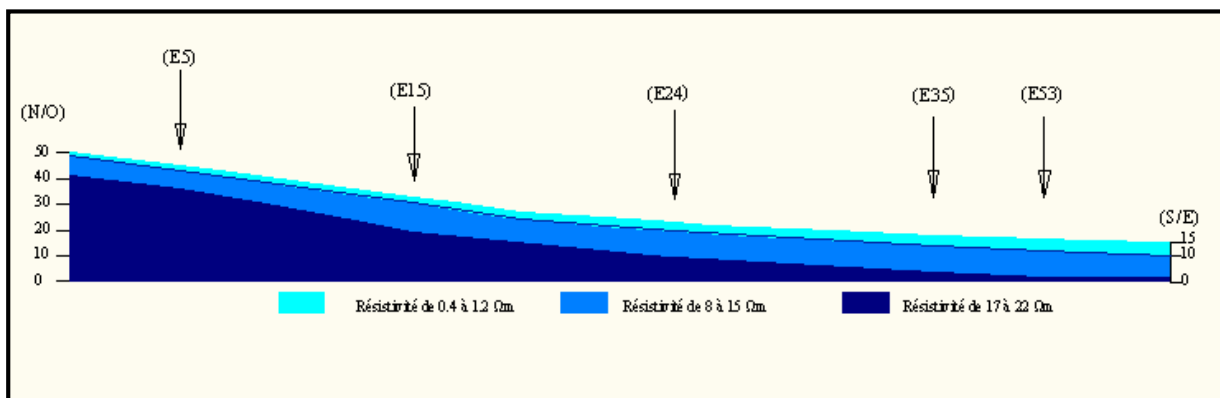


Figure IV.2 : Coupe Géo-électrique AA'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représenté dans le tableau (IV.2).

Tableau IV.2 : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E5, E15, E24, E35, E53)

Sondage électrique verticale E5			Sondage électrique verticale E15		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-1.0 m	1.2	Limon argileux	0.0.-2.2 m	0.6	Limon argileux
1.0.-8 m	15	Marne	2.2.-13 m	11	Marne
8.-30 m	22	Marne	13.-30 m	22	Marne
Sondage électrique verticale E24			Sondage électrique verticale E35		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-3.0 m	0.5	Limon argileux	0.0.-4.2 m	0.4	Limon argileux
3.0.-13 m	9	Marne	4.2.-14 m	2.5	Marne
13.-30 m	19	Marne	14.-30 m	17	Marne
Sondage électrique verticale E53					
Profondeur		Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )		Formation	
0.0.-4.8 m		0.6		Limon argileux	
4.8.-15 m		9		Marne	
15.-30 m		16		Marne	

Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, à savoir:

- Une couche ayant une épaisseur allant de 1 à 4.5 m possédant une résistivité allant de 0.4 à 1.2  $\Omega\text{m}$  correspondant au limon argileux,
- Une deuxième gamme ayant une résistivité comprise entre 8 et 15  $\Omega\text{m}$ , elle corresponde à la marne.
- Une troisième gamme varie entre 17 et 22, elle corresponde à la marne.

**b) La coupe BB'**

La coupe (BB') de la figure (IV.3) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : E9, E11, E32, E55.

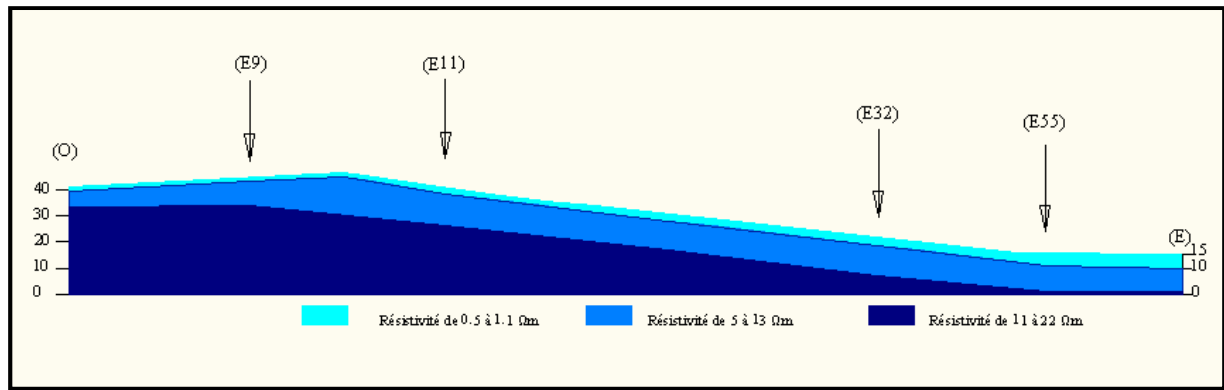


Figure IV.3 : Coupe Géo-électrique BB'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représentent dans le tableau (IV.3). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondront à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.5 à 1.1  $\Omega m$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 5 et 13  $\Omega m$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 11 et 22  $\Omega m$  correspondant à la marne.

Tableau IV.3 : Les différentes valeurs de résistivités pour les SEV

(E9, E11, E32, E55)

Sondage électrique verticale E9			Sondage électrique verticale E11		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.6 m	0.5	Limon argileux	0.0.-2.5 m	1.1	Limon argileux
1.6.-11 m	13	Marne	2.5.-15 m	10	Marne
11.-30 m	22	Marne	15.-30 m	21	Marne
Sondage électrique verticale E32			Sondage électrique verticale E55		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-3.2 m	0.9	Limon argileux	0.0.-5.0 m	0.6	Limon argileux
3.2.-15 m	7	Marne	5.0.-15 m	5	Marne
15.-30 m	17	Marne	15.-30 m	11	Marne

c) La coupe CC'

La coupe (CC') de la figure (IV.4) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : SEV (E4, E37, E36, E52)

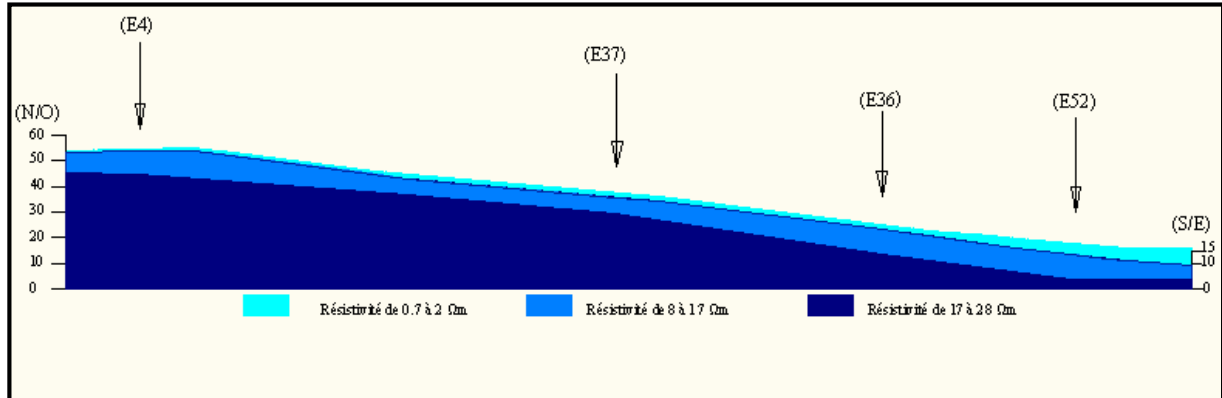


Figure IV.4 : Coupe Géo-électrique CC'

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représentées dans le tableau (IV.4). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondant à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.7 à 2  $\Omega\text{m}$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 8 et 17  $\Omega\text{m}$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 17 et 28  $\Omega\text{m}$  correspondant à la marne.

Tableau IV.4 : Interprétation des différentes valeurs de résistivités pour les SEV (E4, E37, E36, E52)

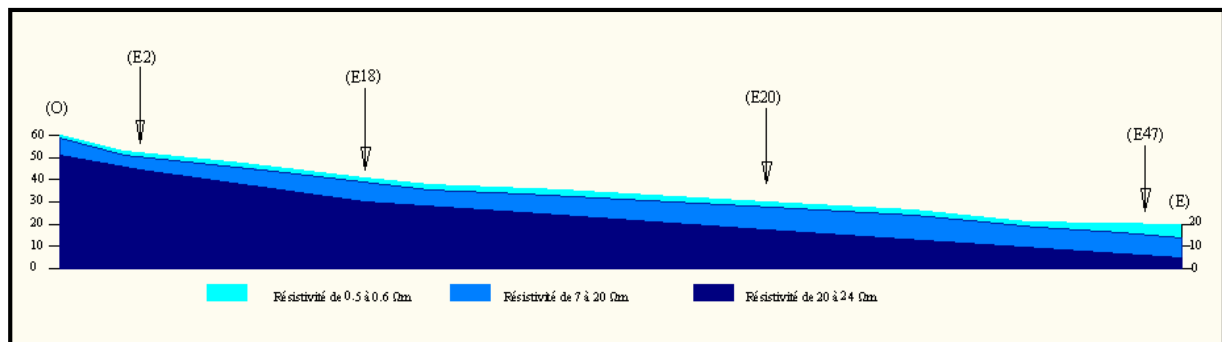
Sondage électrique verticale E4			Sondage électrique verticale E36		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-1.0 m	2	Limon argileux	0.0.-2.8 m	1.0	Limon argileux
1.0.-10 m	18	Marne	2.8.-12 m	12	Marne
10.-30 m	25	Marne	12.-30 m	25	Marne
Sondage électrique verticale E37			Sondage électrique verticale E52		



Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.9 m	1.2	Limon argileux	0.0.-4.5 m	0.7	Limon argileux
1.9.-8 m	16	Marne	4.5.-14 m	8	Marne
8.-30 m	28	Marne	14.-30 m	17	Marne

**d) La coupe DD'**

La coupe (DD') de la figure (IV.5) a été réalisée suite au traitement des courbes des sondages électriques verticaux (SEV) : E2, E18, E20, E47



**Figure IV.5 : Coupe Géo-électrique DD'**

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur représenté dans tableau (IV.5). Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivité, correspondront à deux types de formation à savoir :

- Une résistivité allant de 0.5 à 0.6  $\Omega m$  correspondant au limon argileux.
- Une résistivité comprise entre 7 et 20  $\Omega m$  correspondant à la marne.
- Une résistivité comprise entre 20 et 24  $\Omega m$  correspondant à la marne.

**Tableau IV.5 : Interprétation des différentes valeurs de résistivités pour les SEV**

**(E2, E18, E20, E47)**

Sondage électrique verticale E2			Sondage électrique verticale E18		
Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega m$ )	Formation
0.0.-1.2 m	0.6	Limon argileux	0.0.-2.2 m	0.6	Limon argileux
1.2.-8 m	20	Marne	2.2.-11 m	10	Marne
8.-30 m	24	Marne	11.-30 m	20	Marne
Sondage électrique verticale E20			Sondage électrique verticale E47		

Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation	Profondeur	Résistivité ( $\Omega\text{m}$ )	Formation
0.0.-2.8 m	0.5	Limon argileux	0.0.-4.5 m	0.5	Limon argileux
2.8.-13 m	9	Marne	4.5.-14 m	7	Marne
13.-30 m	18	Marne	14.-30 m	16	Marne

### IV.3.3 Conclusion

L'examen de l'ensemble des sondages électriques est caractérisé par trois gammes de résistivités :

- **Gamme 01** : la résistivité est faible, elle est de l'ordre de **0.4 à 2 $\Omega\text{m}$** , sur une épaisseur de 0 à 5 m, correspond à la formation limoneuse.
- **Gamme 02** : atteint des résistivités de l'ordre de **2.5 à 20 $\Omega\text{m}$** , apparaît entre 1 et 15 m de profondeur correspond les marnes altérées.
- **Gamme 03** : recoupée à partir de 8 m de profondeur, présente des résistivités de l'ordre de **11 à 28 $\Omega\text{m}$** , représentant également des marnes.

### IV.4 Corrélation entre les sondages carottés et les coupes dessondages électriques

Afin de déterminer l'évolution spatiale des différentes formations, une corrélation entre les sondages carottés et les sondages électrique a été effectuée. La méthode consiste à tracer plusieurs profils qui recoupent le terrain suivant plusieurs directions. Ces profils ont été choisis de telle sorte qu'ils passent au plus près des sondages carottés et les sondages électriques d'une part, et d'autre part en recoupant le maximum de points. Ainsi, sur le plan d'implantation sont tracés dans plusieurs directions les profils désignés par doubles lettres alphabétiques:

**Profile (A-A')**: (S5, S6, S7, S8)-(E5, E15, E24, E35, E53)

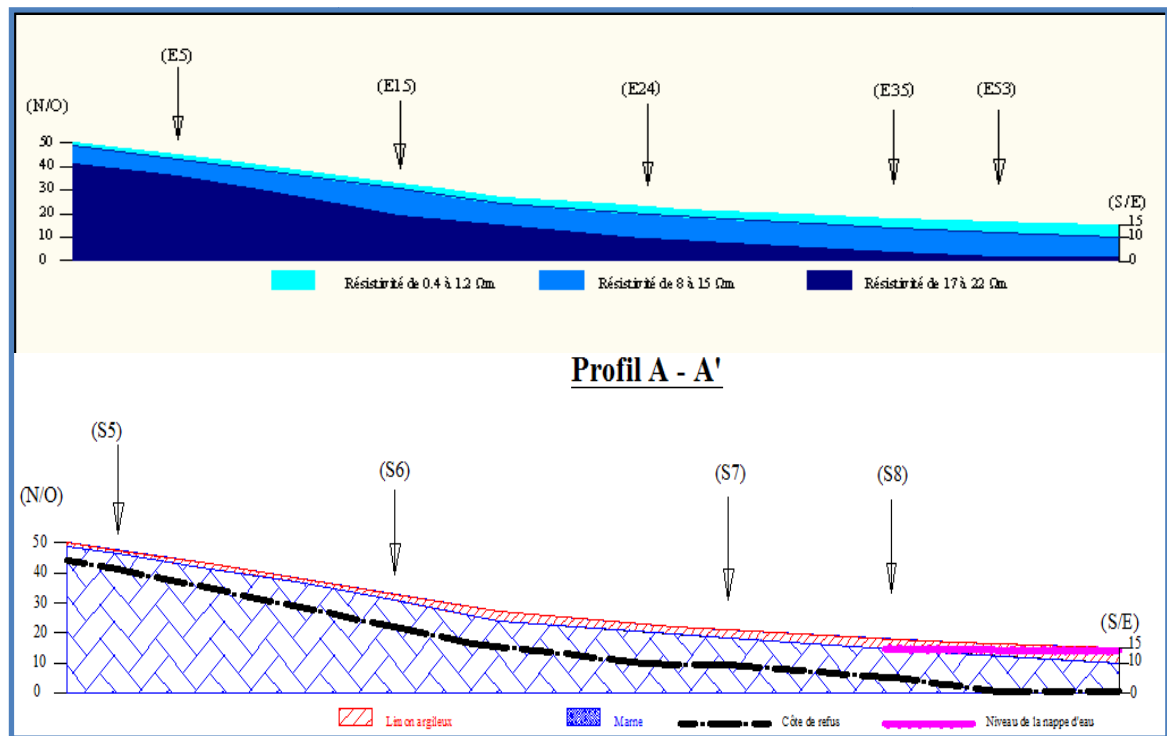
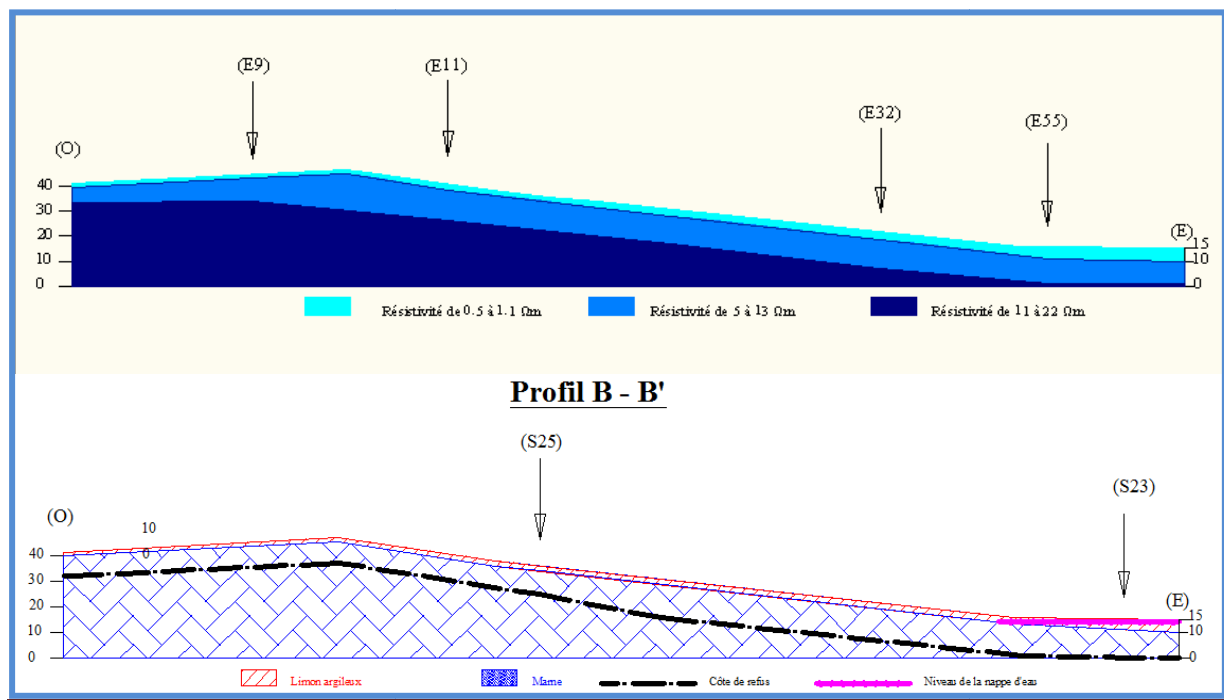


Figure IV.6 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (AA') et les sondages carottés (S5, S6, S7, S8)

La coupe géologique réalisée présente une allure en pente moyenne à faible orientée vers le Sud-Est. Géologiquement, il est constitué par un substratum marneux, recouvert par des limons argileux sur une épaisseur variable allant de 1 à 4.5 m de profondeur.

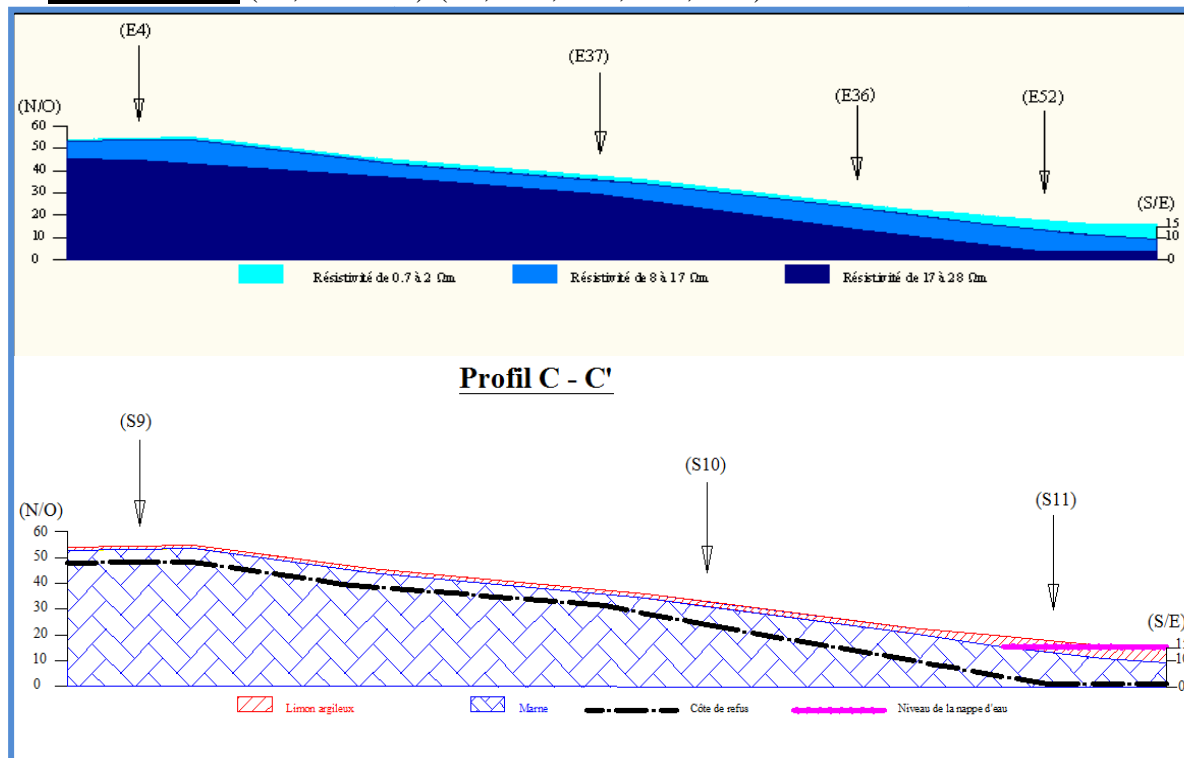
**Profile (B-B'):** (S25, S23)-(E9, E11, E28, E32, E55)



**Figure IV.7 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (BB') et les sondages carottés (S25, S23)**

Le profil (B-B') possède une pente moyenne orienté vers l'Est, il est constitué par une marne sur une grande profondeur, recouverte par une couche de limon argileux ayant des épaisseurs variable allant de 1 à 4.5 m de profondeur.

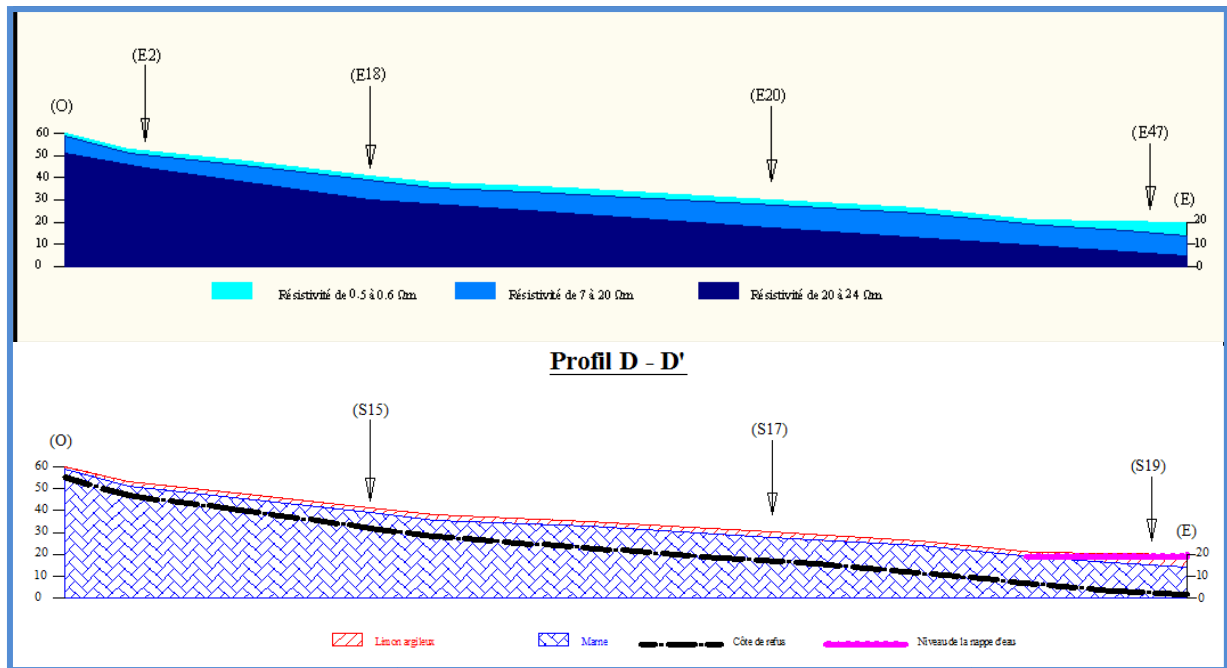
**Profile(C-C'):** (S9, S10 S11)-(E4, E23, E37, E36, E52)



**Figure IV.8: Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (CC') et les sondages carottés (S9, S10, S11)**

L'examen du profil (C-C') indique une pente moyenne orienté vers le Sud-Est, les formations géologiques sont constituées par une mince couche de limon argileux ayant une épaisseur de 4 m dans l'extrémité droite du profil, reposant sur un substratum marneux.

**Profile (D-D'):** (S15, S17, S19)-(E2, E18, E44, E20, E47)



**Figure IV.9 : Coupe géo-électrique issue de la corrélation du profil électrique (DD') et les sondages carottés (S15, S17, S19)**

Le profil (DD') est de direction Ouest-Est, possède une pente moyenne. Ce profil est constitué par une couche de limon reposant à partir de 1 à 4 m sur une marne.

## V. 1 Introduction

Indépendamment, des lois obligeant les maîtres de l'ouvrage publics ou privés à exécuter des études géologiques et géotechnique avant d'entamer la réalisation de l'ouvrage, tout constructeurs doit, dans son propre intérêt, prendre en compte la nature du sous-sol, l'aptitude du sol pour adapter son projet en conséquences, définir le système de fondation de l'ouvrage avec le meilleur rapport sécurité sur le coût de réalisation et se garantir contre les effets de la réalisation des travaux sur les constructions voisines (G. Philipponnat ; 2003).

## V.2 Campagne de reconnaissance géotechnique

En plus de la reconnaissance géologique et géophysique, le bureau d'étude Géo-Sol en (2011) et le laboratoire national de l'habitat et de la construction (LNHC) en 2007, a effectué une campagne de reconnaissance géotechnique. Cette campagne a porté sur la réalisation de :

- 105 pénétromètres dynamiques près des sondages carottés, poussés jusqu'à 20 m de profondeur à l'aide d'un pénétromètre dynamique type **TECOINSA**
- 10 piézomètres dans la dépression près d'Oued Tassift.

### V.2.1 Essais in-situ

#### V.2.1.1 Essai de pénétration dynamique

Les résultats des cent-Cinque essais sont représentés sous forme de courbes indiquant la résistance dynamique du sol "Rd" en fonction de la profondeur. Ces résultats sont récapitulés dans le tableau (V.1).

L'analyse des pénétrogrammes obtenus montre que le sol accuse en général une résistance au battage assez bonne à moyenne.

L'examen des différents essais ont montré des valeurs de résistance variables. Ces derniers laissent apparaître les éléments d'appréciation suivants:

- **Le premier groupe** : Les essais (**P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30**) sont implantés dans la dépression de la partie Est du site, près d'Oued de Tassift, présentent une allure identique et montrent une résistance faible à moyenne, cependant la résistance moyenne est comprise entre 43 et 73 bars, tandis que la résistance maximale de refus est de l'ordre de 500 bars, ces refus sont observés à des côtes profondes, elles sont comprises entre 13 et 18m, ces refus sont dus à la forte compacité de la marne révélés en profondeur.

Tableau V.1 : Résultats des résistances à la pointe (Rp)

<sup>2</sup> Essai	valeur Rp min	valeur Rp max	cote de refus	Appréciation
P1	76	500 bars	14.6 m	Moyenne
P2	63	500 bars	17 m	Moyenne
P3	70	500 bars	13.5 m	Moyenne
P4	64	500 bars	15.6 m	Moyenne
P5	185	500 bars	6.4 m	Forte
P6	165	500 bars	7.2 m	Forte
P7	85	500 bars	8.2m	Forte
P8	152	500 bars	6.0 m	Forte
P9	120	500 bars	6.4 m	Forte
P10	150	500 bars	5.4 m	Forte
P11	100	500 bars	8.0 m	Forte
P12	130	500 bars	7.8 m	Forte
P13	90	500 bars	9.2 m	Forte
P14	114	500 bars	8.0 m	Forte
P15	90	500 bars	8.2 m	Forte
P16	80	500 bars	8.6 m	Forte
P17	84	500 bars	11.6 m	Forte
P18	73	500 bars	15 m	Moyenne
P19	93	500 bars	9.8 m	Forte
P20	74	500 bars	10 m	Moyenne
P21	54	500 bars	18 m	Moyenne
P22	57	500 bars	17 m	Moyenne
P23	55	500 bars	17.2 m	Moyenne
P24	43	500 bars	15 m	Faible
P25	62	500 bars	13 m	Moyenne
P26	58	500 bars	15.8 m	Moyenne
P27	60	500 bars	16.8 m	Moyenne
P28	61	500 bars	14.4 m	Moyenne
P29	56	500 bars	16.4 m	Moyenne
P30	55	500 bars	15m	Moyenne
P31	73	500 bars	13 m	Moyenne
P32	62	500 bars	12.6 m	Moyenne
P33	185	500 bars	4.6 m	Forte
P34	164	500 bars	5.8 m	Forte
P35	79	500 bars	8.4 m	Moyenne
P36	89	500 bars	7.0 m	Forte
P37	136	500 bars	6.8 m	Forte
P38	177	500 bars	4.6 m	Forte
P39	67	500 bars	8.8 m	Moyenne
P40	67	500 bars	10.2 m	Moyenne
P41	62	500 bars	12.4 m	Moyenne
P42	64	500 bars	11.8 m	Moyenne
P43	78	500 bars	7.8 m	Moyenne
P44	74	500 bars	8.4 m	Moyenne
P45	65	500 bars	10.8 m	Moyenne
P46	67	500 bars	11.8 m	Moyenne
P47	60	500 bars	13.0 m	Moyenne
P48	64	500 bars	11.6 m	Moyenne
P49	120	500 bars	6.4 m	Forte
P50	110	500 bars	8.8 m	Forte
P51	93	500 bars	9.4 m	Forte
P52	70	500 bars	10 m	Moyenne
P53	70	500 bars	10 m	Moyenne
P54	60	500 bars	12.2 m	Moyenne
P55	70	500 bars	11.2 m	Moyenne
P56	65	500 bars	12.2 m	Moyenne

P57	62	270 bars	9.80	moyenne
P58	50	240 bars	10.60	moyenne
P59	38	318 bars	8.20	faible
P60	50	270 bars	9.60	moyenne
P61	47	330 bars	8.00	moyenne
P62	55	360 bars	9.00	moyenne
P63	47	350 bars	5.40	moyenne
P64	28	310 bars	9.20	faible
P65	25	250 bars	11.20	faible
P66	28	300 bars	9.20	faible
P67	32	310 bars	9.20	faible
P68	50	280 bars	7.80	moyenne
P69	30	280 bars	9.40	faible
P70	50	240 bars	9.20	moyenne
P71	60	360 bars	6.60	moyenne
P72	75	270 bars	8.60	forte
P73	80	340 bars	5.40	forte
P74	50	290 bars	7.60	moyenne
P75	30	270 bars	10.60	faible
P76	42	280 bars	10.20	moyenne
P77	40	260 bars	11.00	moyenne
P78	34	290 bars	9.4	moyenne
P79	30	270 bars	9.80	faible
P80	38	255 bars	11.60	moyenne
P81	35	265 bars	9.60	faible
P82	48	290 bars	9.00	moyenne
P83	50	360 bars	5.80	moyenne
P84	37	280 bars	10.40	moyenne
P85	48	270 bars	9.40	moyenne
P86	40	280 bars	9.20	moyenne
P87	90	420 bars	9.00	forte
P88	35	275 bars	1.8	moyenne
P89	41	280 bars	9.20	moyenne
P90	10	340 bars	6.20	faible
P91	22	360 bars	6.80	faible
P92	42	350 bars	6.20	moyenne
P93	39	330 bars	7.20	moyenne
P94	43	350 bars	6.80	moyenne
P95	30	280 bars	8.40	faible
P96	60	310 bars	8.20	moyenne
P97	61	500 bars	6.60	moyenne
P98	70	485 bars	9.00	forte
P99	36	500 bars	8.80	moyenne
P100	18	155 bars	10.00	faible
P101	28	500 bars	8.00	faible
P102	40	500 bars	9.60	moyenne
P103	42	145 bars	10.00	moyenne
P104	42	500 bars	7.20	moyenne
P105	15	135 bars	10.00	faible

- *Le deuxième groupe* :regroupe les essais (P1, P2, P31, P32, P35, P36, P41, P42, P45, P46 P47, P48, P55, P56) implantés dans les quatre cours d'eau.Ces essais montrent des refus à des côtes variables, elles sont comprises entre 7 et 17 m de profondeur, ces refus sont dû à la forte compacité du marne révélée en ;



profondeur. Les résistances moyennes sont eux même variables, elles sont comprises entre 62 et 70 bars. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars. Ces essais caractérisant un sol de compacité moyenne de point de vue résistance à la pénétration dynamique.

- **Le troisième groupe** : les essais sont implantés dans les parties les plus hautes, ce groupe est constitué par les essais (**P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P33, P34, P37, P38, P39, P40, P43, P44, P49, P50, P51, P52, P53, P54**). A partir de ces essais ont noté des refus à des côtes variables, elles sont comprises entre 4 et 15 m de profondeur, ces refus sont dû à la forte compacité de la marne révélée en profondeur. Les résistances moyennes sont moyennement fortes, elles sont comprises entre 54 et 185 bars, les valeurs les plus faibles sont détectées près de la dépression d'Oued Tassift. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars.
- Selon ces résultats on peut dire que le sol a une compacité moyenne à bonne du point de vue résistance à la pénétration dynamique. L'ensemble de ces résultats permet d'affirmer que les sols testés présentent des caractéristiques géotechniques variables.

### V.2.1.2 Les mesures piézométriques

Les mesures piézométriques du niveau hydrostatique de la nappe superficielle dans la dépression d'Oued Tassift, ont décelé la nappe à des côtes variables allant de 1 mètre à 2.9 mètre de profondeur (Tableau V.2).

**Tableau V.2: Les mesures piézométriques**

Piézomètre	Niveau Piézométrique (m)	Piézomètre	Niveau Piézométrique (m)
<b>Z 1</b>	1.0	<b>Z 6</b>	1.8
<b>Z 2</b>	2.8	<b>Z 7</b>	2.9
<b>Z 3</b>	1.5	<b>Z 8</b>	1.0
<b>Z 4</b>	1.2	<b>Z 9</b>	2.4
<b>Z 5</b>	2.5	<b>Z 10</b>	1.4

### V.2.2 Caractéristiques déduites des essais au laboratoire

#### V.2.2.1 Organisation des essais

Après la réception des échantillons en laboratoire, des essais et des analyses au laboratoire ont été effectués pour la détermination des caractéristiques physico mécaniques, ainsi que les analyses chimiques. Le tableau (V.3) regroupe les différents essais réalisés.

**Tableau V.3 : Les différents essais affectés au laboratoire**

Paramètres physique	Paramètres mécaniques	Essais chimiques
Teneur en eau ( <b>W<sub>n</sub></b> )	Cisaillement: Cohésion non drainée ( <b>C<sub>uu</sub></b> ) Angle de frottement ( <b>Φ<sub>uu</sub></b> )	Teneur en carbonate de calcium ( <b>Co<sub>3</sub>ca</b> )
Degré de saturation ( <b>S<sub>r</sub></b> )		
Densité sèche et humide ( <b>γ<sub>d</sub>, γ<sub>h</sub></b> )		
Granulométrie	Compressibilité: Contrainte de consolidation ( <b>σ<sub>c</sub></b> ) Indice de compression ( <b>C<sub>c</sub></b> ) Indice de gonflement ( <b>C<sub>g</sub></b> )	Teneur en sulfate ( <b>So<sub>4</sub><sup>-2</sup></b> )
Plasticité ( <b>W<sub>I</sub></b> ) et ( <b>I<sub>p</sub></b> )		

### V.2.2.2 Analyse des résultats physiques

Les résultats des principaux paramètres physiques mesurés pour les formations rencontrées sont représentés dans le tableau (V.4).

**Tableau V.4 : valeurs des paramètres physiques mesurés (Géo- sol, 2011 et LNHC ,2007)**

Sondage		Identification				GH		Limite	
N° Sondage	Prof.(m)	W(%)	γ(t/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	Sr(%)	>mm	80μ	WL (%)	I <sub>p</sub> (%)
S1	3.5/4.0	21	1.85	1.55	74	96	88	45	25
	8.5/9.0	20	2.0	1.67	89	99	90	47	24
S4	3.0/3.5	19	1.85	1.55	72	97	87	44	23
	10/10.5	22	1.95	1.6	88	98	86	48	22
S6	4.0/4.5	19	1.95	1.65	78	97	85	47	25
S11	3.5/4.0	32	1.90	1.43	98	95	82	40	20
	5.5/6.0	25	1.95	1.55	97	97	87	48	23
	10/10.5	18	1.95	1.65	76	100	91	49	20
S12	3.0/3.5	19	1.85	1.53	75	99	88	45	24
	7.5/8.0	19	1.95	1.65	77	100	92	47	21
S13	4.0/4.5	18	1.85	1.55	68	99	89	48	22
	8.5/9.0	20	2.0	1.67	89	100	92	49	24
S14	3.5/4.0	20	1.95	1.60	86	95	86	46	23
	8.5/9.0	21	2.0	1.7	91	100	94	48	19
S16	4.0/4.5	20	2.0	1.67	89	99	89	44	25
S18	5.0/5.5	19	1.85	1.55	72	97	88	49	23
S19	3.5/4.0	28	1.95	1.5	98	94	80	38	21
	6.0/6.5	25	1.95	1.55	97	98	86	50	20
	11/11.5	21	2.0	1.65	88	100	93	51	24

S21	3.5/4.0	22	1.95	1.60	89	96	88	46	25
	6.5/7.0	19	1.98	1.65	87	98	91	48	23
S 24	3.0/3.5	30	1.8	1.45	97	95	84	39	19
	5.5/6.0	27	1.95	1.57	92	97	87	48	21
	11/11.5	21	2.0	1.65	89	99	91	49	25
S 25	4.5/5.0	18	1.95	1.64	77	97	86	48	21
S 29	4.4/4.8	19	2.1	1.76	90	-	-	44.17	23.87
S 30	6.8/7.0	19.6	2.07	1.73	94	-	-	66.20	22
S 31	3.5/3.9	20.6	1.94	1.61	90	-	-	51.03	24
SC34	4.0/4.5	19.5	2.14	1.79	100	-	-	32.27	23
SC35	7.0/7.3	29.4	1.93	1.51	100	-	-	53.18	23
SC36	2.0/2.6	24.9	2.05	1.64	100	-	-	60.79	22
SC38	6.0/6.5	16.6	2.08	1.79	88	-	-	46.86	22
SC40	3.0/3.6	13.5	1.97	1.75	67	-	-	59.14	24
SC43	4.0/4.3	21	2.08	1.72	100	-	-	47.00	25.00
SC44	7.6/7.8	21	2.06	1.70	96	-	-	49.00	22
SC46	2.6/3.0	19.40	1.98	1.66	83	-	-	50.00	24.00
SC47	6.5/6.8	20.40	1.99	1.65	86	-	-	-	-
SC48	5.6/5.8	18.4	2.06	1.74	90	-	-	-	-
SC49	5.0/5.3	16.8	1.98	1.70	77	-	-	-	-

A partir de ces résultats on peut dire que :

**- La teneur en eau (W)**

Les valeurs trouvées de teneur en eau (W) sont variables. Elles sont la dépression près d'Oued Tassift, les valeurs sont de l'ordre de :

-Pour les limons argileux de 13.5 % à 32 %, ce qui donne des formations humides (Faer N°06.16).

-Pour les marnes de 13.5% à 27%, ce qui donne des formations légèrement humides.

(Faer N°06.16).

**- Densités sèches et humides**

Les valeurs des densités sèches varient de 1.45 à 1.5 t/m<sup>3</sup> pour les limons argileux. Par contre les marnes en profondeur présentent des valeurs entre 1.55 et 1.7 t/m<sup>3</sup>.

Pour les densités humides les valeurs concernant les limons argileux sont comprises entre 1.8 à 1.95 t/m<sup>3</sup> et de 1.85 à 2.0 t/m<sup>3</sup> pour les marnes. Donc ces marnes est **peu dense à dense** (Philipponnat. G -1979).

**- Granulométrie**

Les essais de granulométries ont été effectués pour les différentes natures de sol. Pour les limons argileux, les essais ont montré que ces sols ont des textures fines, au les pourcentages des passants à  $80\mu$  varie entre 80 % et 85%, et celles de 2mm sont comprises entre 90 à 95 %.

S'agissant des marnes, les passants à  $80\mu$  sont très élevés, elles sont largement supérieures à 88%.

#### - Les essais de plasticité

Effectués à l'aide de la boîte de Casagrande sur les limons argileux, ont donné des valeurs de limite de liquidité comprises entre 38 et 40%. Les indices de plasticité ont donné des valeurs comprises entre 19 et 21 %. D'après l'abaque de Casagrande il s'agit d'un **limon peu plastique**.

S'agissant des marnes, les valeurs de limite de liquidité sont plus élevées, elles varient entre 44 et 51%, l'indice de plasticité est de l'ordre 23 à 29%. D'après l'abaque de Casagrande il s'agit des **argiles peu plastiques à très plastiques** (Figure V.1).

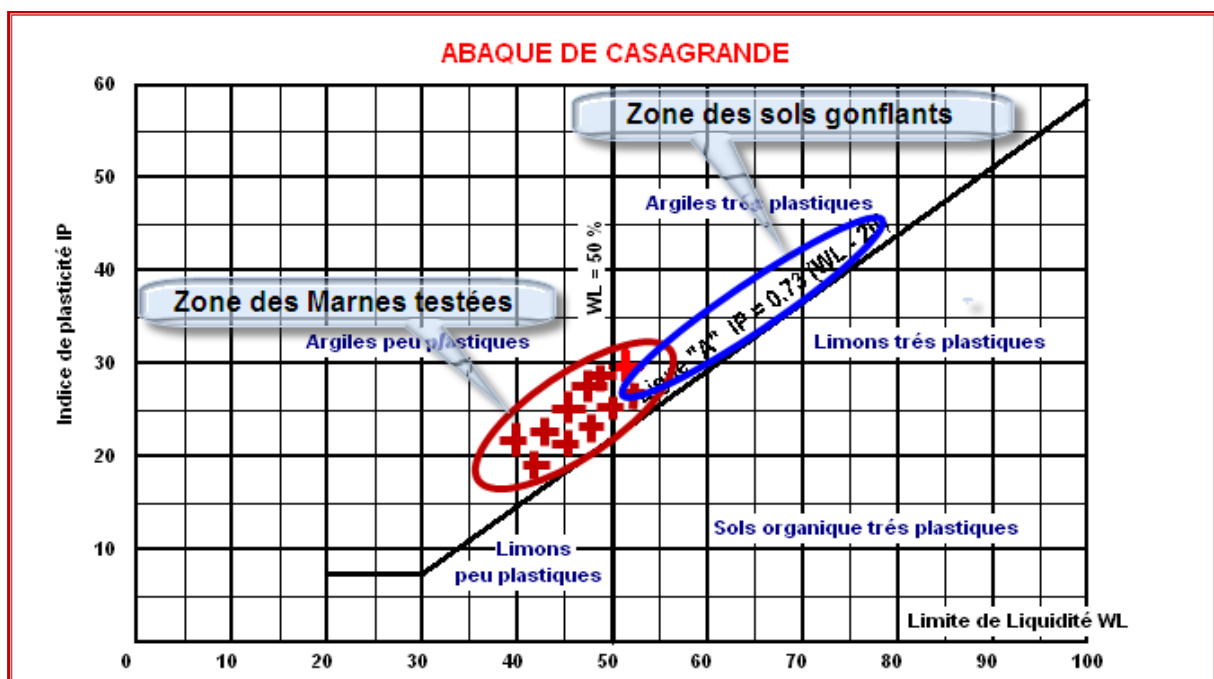


Figure V.1 : Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.

#### - Le degré de saturation oscille

Pour les limons argileux entre 72 et 98 %. Une telle fourchette dénote un état naturel du sol saturée, pour les marnes, le degré de saturation est comprise entre 68 % à 97 %, la saturation du sol peut être considéré comme moyenne à saturé.

## V.2.2.3 Analyse des résultats mécaniques

Les paramètres mécaniques permettent d'accéder, directement à la capacité portante des sols, compatibles avec une déformation (tassement) acceptables ainsi que la vérification des instabilités.

Deux types d'essais ont été exécutés pour déterminer les paramètres mécaniques des sols étudiés qui sont :

- L'essai de cisaillement à la boîte de Casagrande.
- l'essai de compressibilité aubâti œdométrique de Terzaghi.

Les résultats de ces essais sont regroupés dans le tableau (V.5).

**Tableau V.5 : Valeurs des paramètres mécanique mesurés (Géo- sol, 2011 et LNHC ,2007)**

Paramètres							
Sondage		Nature de sol	Cisaillement		Oedomètre		
N° Sond	Prof. (m)		Cu (bars)	$\phi$ (°)	$\sigma_c$ (bars)	Cc (%)	Cg (%)
S1	3.5/4.0	Limonsargileux	0.51	8	2.01	24.8	3.8
	8.5/9.0	Marne	0.62	7	2.12	22.6	3.9
S4	3.0/3.5	Limonsargileux	0.44	9	1.67	26.1	3.7
	10/10.5	Marne	0.57	8	2.29	24.6	4.0
S6	4.0/4.5	Marne	0.51	9	2.02	26.6	3.2
S11	3.5/4.0	Limonsargyle	0.28	9	1.46	31.2	3.4
	5.5/6.0	Marne	0.42	7	1.83	28.1	3.3
	10/10.5	Marne	0.5	7	1.92	26.6	3.8
S12	3.0/3.5	Limonsargileux	0.61	6	2.28	23.6	4.1
	7.5/8.0	Marne	0.67	8	2.43	18.3	3.9
S13	4.0/4.5	Marne	0.51	9	2.21	18.6	4.1
	8.5/9.0	Marne	0.6	8	2.37	16.3	3.7
S14	3.5/4.0	Limonsargileux	0.42	9	1.63	26.6	3.6
	8.5/9.0	Marne	0.55	8	1.99	24.1	3.2
S16	4.0/4.5	Marne	0.62	7	2.32	27.3	4.0
S18	5.0/5.5	Marne	0.58	8	1.80	25.6	3.6
S19	3.5/4.0	Limonsargileux	0.3	7	1.24	29.9	3.5
	6.0/6.5	Marne	0.4	8	1.66	30.4	3.6
	11/11.5	Marne	0.55	6	2.11	28.6	3.9
S21	3.5/4.0	Limonsargileux	0.51	8	1.92	21.3	3.2
	6.5/7.0	Marne	0.65	6	2.07	22.8	3.6

<b>S 24</b>	<b>3.0/3.5</b>	Limons argileux	0.32	8	1.29	32.1	3.0
	<b>5.5/6.0</b>	Marne	0.4	7	1.50	25.3	3.7
	<b>11/11.5</b>	Marne	0.61	6	1.99	23.4	3.8
<b>S 25</b>	<b>4.5/5.0</b>	Marne	0.58	8	2.02	23.4	3.8
<b>S29</b>	<b>4.4/4.8</b>	Marnes argileuses graveleuses	2.01	15.58	-	-	-
	<b>8.2 /8.6</b>	Marnes peu graveleuse.	2.08	28.95	1.70	18.93	3.7
<b>S30</b>	<b>6.8/7.0</b>	Argiles marneuses	1.48	15.70	-	-	-
<b>S31</b>	<b>3.5/3.9</b>	Argiles marneuses	1.07	15.67	-	-	-
	<b>7.6/8.0</b>	Argiles marneuses	1.76	15.20	3.36	16.94	3.2
<b>S32</b>	<b>4.6/5.0</b>	Marnes plastique assez compactes	1.04	17.59	-	-	-
	<b>6.2/6.4</b>	Marnes plastique assez compactes	0.63	17.42	3.36	17.94	3.8
<b>S34</b>	<b>4.0/4.5</b>	Argiles sablonneuses	0.12	5.36	-	-	-
	<b>8.2/8.6</b>	Marnes plastique compactes	1.31	11.74	2.59	21.59	3.9
<b>S35</b>	<b>7.0/7.3</b>	Argiles carbonates	0.99	5.37	-	-	-
	<b>8.3/8.6</b>	Argiles carbonates	0.92	2.68	2.83	23.25	3.8
<b>S36</b>	<b>2.0/2.6</b>	Argiles limoneuses graveleuses.	1.81	7.49	2.60	18.00	3.7
<b>S37</b>	<b>2.0/2.3</b>	Argiles marneuse peu graveleuse	1.02	10.73	-	-	-
	<b>7.0/7.5</b>	Argiles limoneuse assez graveleuse	2.06	2.58	2.00	19.80	3.1
<b>S38</b>	<b>6.0/6.5</b>	Argiles limoneuse parfois marneuse	1.55	6.90	-	-	-
<b>S39</b>	<b>5.6/5.9</b>	Marnes plastique assez compactes	1.65	12.35	-	-	-
	<b>8.2/8.7</b>	Marnes plastique assez compactes	1.11	14.55	2.25	23.30	2.8
<b>S40</b>	<b>3.0/3.6</b>	Argiles limoneuses parfois marneuses	0.37	3.50	-	-	-
	<b>6.6/7.0</b>	Argiles marneuses sablonneuse	0.03	5.96	2.34	20.93	3.8

### V.2.2.3.1 Essai de cisaillement rectiligne

Les caractéristiques intrinsèques (**C**, **φ**) ont été mesurées par LNHC (2007) et Géo-Sol (2011) dans les couches des limon-argileux, les marnes, les argiles sablonneuses, les argiles peu

graveleuses et les argiles marneuses selon les conditions de cisaillement, non consolidé, non drainé à partir d'essai de cisaillement à la boîte de Casagrande à l'aide de la machine de cisaillement rectiligne à une vitesse comprise de 1 et 2 mm/min.

D'après ces résultats, on constate que les valeurs de la cohésion pour les limons argileux, les argiles sablonneuses, les argiles peu graveleuses et les argiles marneuses sont comprises entre 0.03 et 2.08 bars. Quant aux angles de frottement internes varient de 3° à 9° pour les limons argileux, les argiles limoneuses, les argiles sablonneuses et les argiles peu graveleuses.

Pour les marnes, les argiles marneuses ont des valeurs entre 6° et 29°.

#### V.2.2.3.2 Essais de compressibilité

Selon les valeurs du tableau (V.05), on peut dire que:

- Pour les Limons argileux :

-  $1.24 \text{ bars} < \sigma_c < 2.28 \text{ bars}$  : Sols **sur-consolidés**.

-  $21.3 \% < C_c < 32.1\%$  : Sols **à assez fortement compressibles** (Philipponnat .G et Bertrand .H ,2003).

-  $C_g < 4.5\%$  : Sol **non gonflants** (J.P.Magnan ; 2001).

- Pour les marnes :

-  $1.50 \text{ bars} < \sigma_c < 2.43 \text{ bars}$  : Sols **sur-consolidés**.

-  $16.3\% < C_c < 30.4\%$  : Sols **moyennement à assez fortement compressibles** (Philipponnat .G et Bertrand .H ,2003).

-  $2.2\% < C_g < 3.8\%$  : Sol **non gonflants** (J.P.Magnan ; 2001).

#### V.2.2.4 Analyse des résultats chimiques

L'analyse chimique des échantillons carottés permet de donner des indications sur les teneurs en carbonates, gypses et en sulfates et par conséquent, le degré d'agressivité des sols étudiés. Les résultats des analyses chimiques des sols sont reportés dans le tableau (V.6).

**Tableau V.6 : Résultats des analyses chimiques (Géo-Sol, 2011 et LNHC, 2007)**

Sondages Profondeur (m)	% de carbonates	% de gypses CaCo <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 10 <sup>3</sup> mg/kg	% de Cl <sup>-</sup>	Matières organiques
----------------------------	--------------------	--	--	----------------------	------------------------

	CaCO <sub>3</sub>				es
<b>S1(3.0/3.5m)</b>	28.5	Néants	Néants	-	-
<b>S3(4.0/4.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S4(8.0/8.5m)</b>	29	Néants	Néants	-	-
<b>S5(2.0/2.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S7(7.0/7.5m)</b>	32	Néants	Néants	-	-
<b>S10(2.0/3.0m)</b>	31	Néants	Néants	-	-
<b>S11(3.0/3.5m)</b>	10	Néants	Néants	-	-
<b>S12(3.0/3.5m)</b>	27.5	Néants	Néants	-	-
<b>S13(4.0/4.5m)</b>	30	Néants	Néants	-	-
<b>S16(4.0/4.5m)</b>	28.5	Néants	Néants	-	-
<b>S18(7.0/7.5m)</b>	28	Néants	Néants	-	-
<b>S19(2.0/2.5m)</b>	12.5	Néants	Néants	-	-
<b>S21(8.5/9.0m)</b>	29	Néants	Néants	-	-
<b>S24(2.5/3.0m)</b>	8	Néants	Néants	-	-
<b>S25(9.0/9.5m)</b>	32	Néants	Néants	-	-
<b>S29(4.4/4.8m)</b>	Traces	-	traces	0.17	0.36
<b>S30(6.8/7.0m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.99
<b>S31(3.5/3.9m)</b>	Traces	-	Traces	0.21	0.31
<b>S32(4.6/5.0m)</b>	17.22	-	traces	0.24	0.88
<b>S34(4.0/4.5m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.73
<b>S35(7.0 /7.3m)</b>	18.04	-	traces	0.21	0.62
<b>S36(2.0/2.6m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.73
<b>S37(2.0/2.3m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.31
<b>S38(6.0/6.5m)</b>	Traces	-	traces	0.24	0.41
<b>S40(3.0/3.6m)</b>	Traces	-	traces	0.17	0.62



<b>S41(2.5/2.9m)</b>	Traces	-	traces	0.21	0.99
<b>S43(4.0/4.3m)</b>	17.95	-	0.5	0.07	-
<b>S44(7.6/7.8m)</b>	16.02	-	traces	0.11	-
<b>S45(3.2/3.6m)</b>	20.06	-	1.08	0.05	-
<b>S46(2.6/3.0m)</b>	Traces	-	traces	traces	0.42
<b>S47(2.5/2.8m)</b>	Traces	-	traces	0.18	0.26
<b>S49(11.5/1.8m)</b>	38.13	-	0.29	0.14	Traces

Les analyses chimiques ont décelé une présence faible à moyenne de carbonates, elles sont comprises entre 0,8 à 38,13 %. Une présence faible de sulfates (des traces) avec des valeurs de 0,14% à 0,24% de Chlorures.

Selon la norme NF P 18-011 du Juin-92, l'agressivité des sols est nulle à faible, vis-à-vis du béton donc, l'utilisation de tous types de ciment pour l'infrastructure est possible.

### V.3 Calcul des fondations

#### V.3.1 Contraintes admissibles du sol de fondation

##### V3.1.1 Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique

La contrainte admissible d'une fondation superficielle est égale au rapport de la valeur de la résistance dynamique en pointe minimale à la valeur de  $(\alpha)$ , déduite par la formule de battage des Hollandais exprimée :

$$Q_{adm} = R_p \min / \alpha$$

Avec :

$Q_{ad}$  : Contrainte admissible de la fondation superficielle.

$R_d \min$  : Résistance dynamique minimale de la pointe.

$\alpha$  : Coefficient variant de 20 à 30.

Les valeurs de la contrainte admissible obtenues pour des niveaux d'ancrage de la fondation compris entre 1,5 et 2m de profondeur sont reportées pour chaque essai dans le tableau (V.7 et V.8).

**Tableau V.7: Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 1.5 mètre.**

<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =1,5m				<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =1,5m			
	B=1.5m		B= 2m			B=1.5m		B= 2m	
	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)		<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)
<b>P1</b>	75	2.50	76	2.53	<b>P54</b>	59	1.96	60	2.0
<b>P2</b>	64	2.13	63	2.10	<b>P55</b>	74	2.46	70	2.33
<b>P3</b>	79	2.63	70	2.33	<b>P56</b>	68	2.26	65	2.16
<b>P4</b>	67	2.23	64	2.13	<b>P57</b>	55	1.33	50	1.66
<b>P5</b>	208	6.93	185	6.16	<b>P58</b>	59	1.96	63	2.1
<b>P6</b>	168	5.60	165	5.50	<b>P59</b>	51	1.7	49	1.63
<b>P7</b>	89	2.96	85	2.83	<b>P60</b>	75	2.36	76	2.53
<b>P8</b>	169	5.63	152	5.06	<b>P61</b>	67	2.33	68	2.26
<b>P9</b>	118	3.93	120	4.0	<b>P62</b>	73	2.43	71	2.36
<b>P10</b>	166	5.53	150	5.0	<b>P63</b>	60	2	65	2.16
<b>P11</b>	108	3.60	100	3.33	<b>P64</b>	37	1.23	35	1.16
<b>P12</b>	142	4.73	130	4.33	<b>P65</b>	35	1.16	35	1.16
<b>P13</b>	96	3.20	90	3.0	<b>P66</b>	44	1.46	40	1.33
<b>P14</b>	123	4.10	114	3.8	<b>P67</b>	89	2.96	95	3.16
<b>P15</b>	96	3.20	90	3.0	<b>P68</b>	61	2.03	57	1.9
<b>P16</b>	80	2.66	80	2.66	<b>P69</b>	55	1.83	66	2.2
<b>P17</b>	89	2.96	84	2.80	<b>P70</b>	66	2.2	67	2.23
<b>P18</b>	75	2.50	73	2.43	<b>P71</b>	87	2.9	61	2.03
<b>P19</b>	100	3.33	93	3.10	<b>P72</b>	72	2.4	66	2.2
<b>P20</b>	75	2.50	74	2.46	<b>P73</b>	110	3.66	95	3.16
<b>P21</b>	58	1.92	54	1.80	<b>P74</b>	67	2.23	69	2.3
<b>P22</b>	56	1.86	57	1.90	<b>P75</b>	53	1.76	46	1.53
<b>P23</b>	54	1.80	55	1.83	<b>P76</b>	76	2.53	69	2.3
<b>P24</b>	38	1.26	43	1.43	<b>P77</b>	44	1.46	40	1.33
<b>P25</b>	59	1.97	62	2.06	<b>P78</b>	49	1.63	47	1.56
<b>P26</b>	57	1.90	58	1.93	<b>P79</b>	47	1.56	47	1.56
<b>P27</b>	58	1.93	60	2.0	<b>P80</b>	47	1.56	46	1.53
<b>P28</b>	57	1.90	61	2.03	<b>P81</b>	59	1.96	60	2
<b>P29</b>	56	1.87	56	1.86	<b>P82</b>	51	1.7	51	1.7
<b>P30</b>	60	2.0	55	1.83	<b>P83</b>	57	1.9	78	2.6
<b>P31</b>	63	2.10	73	2.43	<b>P84</b>	45	1.5	50	1.66

<b>P32</b>	61	2.03	62	2.06	<b>P85</b>	82	2.73	81	2.7
<b>P33</b>	219	7.30	185	6.16	<b>P86</b>	66	2.2	64	2.13
<b>P34</b>	184	6.13	164	5.46	<b>P87</b>	Refus	Refus	Refus	Refus
<b>P35</b>	83	2.77	79	2.63	<b>P88</b>	51	1.7	51	1.7
<b>P36</b>	95	3.16	89	2.96	<b>P89</b>	64	2.13	62	2.06
<b>P37</b>	146	4.86	136	4.53	<b>P90</b>	35	1.16	38	1.26
<b>P38</b>	192	6.39	177	5.90	<b>P91</b>	38	1.26	41	1.36
<b>P39</b>	71	2.36	67	2.23	<b>P92</b>	64	2.13	67	2.23
<b>P40</b>	60	2.0	67	2.23	<b>P93</b>	49	1.63	62	2.06
<b>P41</b>	62	2.06	62	2.06	<b>P94</b>	84	2.8	80	2.66
<b>P42</b>	65	2.16	64	2.13	<b>P95</b>	39	1.3	45	1.5
<b>P43</b>	79	2.63	78	2.60	<b>P96</b>	46	1.53	49	1.63
<b>P44</b>	76	2.53	74	2.46	<b>P97</b>	123	4.1	172	5.73
<b>P45</b>	67	2.23	65	2.16	<b>P98</b>	86	2.86	89	2.96
<b>P46</b>	65	2.16	67	2.23	<b>P99</b>	49	1.63	52	1.76
<b>P47</b>	61	2.03	60	2.0	<b>P100</b>	40	1.36	32	1.06
<b>P48</b>	65	2.16	64	2.13	<b>P101</b>	65	2.16	64	2.13
<b>P49</b>	132	4.30	120	4.03	<b>P102</b>	63	2.1	71	2.36
<b>P50</b>	110	3.66	110	3.67	<b>P103</b>	67	2.23	62	2.06
<b>P51</b>	101	3.36	93	3.10	<b>P104</b>	96	3.2	115	3.83
<b>P52</b>	66	2.20	70	2.43	<b>P105</b>	35	1.16	34	1.13
<b>P53</b>	73	2.43	70	2.33					

**Tableau V.8: Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique : D = 2 mètre**

<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =2m				<i>N<sup>o</sup></i> <i>Essai</i>	D =2m			
	B=1.5m		B= 2m			B=1.5m		B= 2m	
	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)		<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)	<i>R<sub>p</sub></i> (bars)	<i>Q<sub>ad</sub></i> (bars)
<b>P1</b>	78	2.6	80	2.66	<b>P54</b>	61	2.03	62	2.05
<b>P2</b>	66	2.20	65	2.16	<b>P55</b>	80	2.66	73	2.41
<b>P3</b>	73	2.43	75	2.50	<b>P56</b>	66	2.20	64	2.13
<b>P4</b>	66	2.20	53	1.76	<b>P57</b>	67	2.23	75	2.5
<b>P5</b>	189	6.30	209	6.99	<b>P58</b>	67	2.23	63	2.1
<b>P6</b>	159	5.30	174	5.80	<b>P59</b>	53	1.76	60	2
<b>P7</b>	83	2.76	94	3.10	<b>P60</b>	82	2.73	95	3.16
<b>P8</b>	154	5.30	178	5.93	<b>P61</b>	62	2.06	61	2.06
<b>P9</b>	117	3.90	122	4.06	<b>P62</b>	73	2.43	78	2.6
<b>P10</b>	157	5.23	183	6.10	<b>P63</b>	81	2.7	163	5.43
<b>P11</b>	104	3.46	111	3.70	<b>P64</b>	35	1.16	36	1.2
<b>P12</b>	133	4.43	137	4.56	<b>P65</b>	36	1.2	36	1.2
<b>P13</b>	90	3.0	199	3.29	<b>P66</b>	49	1.63	52	1.73

<b>P14</b>	120	4.0	126	4.19	<b>P67</b>	81	2.7	47	1.56
<b>P15</b>	89	2.96	97	3.23	<b>P68</b>	61	2.03	54	1.8
<b>P16</b>	82	2.73	83	2.75	<b>P69</b>	61	2.03	50	1.66
<b>P17</b>	88	2.93	95	3.16	<b>P70</b>	65	2.16	65	2.16
<b>P18</b>	76	2.53	76	2.53	<b>P71</b>	87	2.9	114	3.8
<b>P19</b>	96	3.20	101	3.36	<b>P72</b>	66	2.2	89	2.96
<b>P20</b>	74	2.46	79	2.63	<b>P73</b>	125	4.16	208	6.93
<b>P21</b>	51	1.70	56	1.86	<b>P74</b>	75	2.5	72	2.4
<b>P22</b>	56	1.86	54	1.80	<b>P75</b>	48	1.6	54	1.8
<b>P23</b>	54	1.80	54	1.80	<b>P76</b>	67	2.23	67	2.23
<b>P24</b>	40	1.33	41	1.36	<b>P77</b>	45	1.5	46	1.53
<b>P25</b>	61	2.03	59	1.97	<b>P78</b>	46	1.53	67	2.23
<b>P26</b>	59	1.96	57	1.90	<b>P79</b>	47	1.56	47	1.56
<b>P27</b>	60	2.0	61	2.03	<b>P80</b>	41	1.36	46	1.53
<b>P28</b>	58.5	1.95	58	1.93	<b>P81</b>	55	1.83	45	1.5
<b>P29</b>	55	1.83	56	1.86	<b>P82</b>	53	1.7	54	1.8
<b>P30</b>	57	1.89	63	2.10	<b>P83</b>	60	2	126	4.2
<b>P31</b>	64	2.13	62	2.06	<b>P84</b>	52	1.73	48	1.6
<b>P32</b>	63	2.10	60	2.0	<b>P85</b>	50	1.66	57	1.9
<b>P33</b>	190	6.33	Refus	Refus	<b>P86</b>	61	2.03	50	1.66
<b>P34</b>	169	5.63	171	5.69	<b>P87</b>	Refus	Refus	Refus	Refus
<b>P35</b>	77	2.56	98	3.26	<b>P88</b>	47	1.56	55	1.83
<b>P36</b>	90	3.0	94	3.12	<b>P89</b>	52	1.73	51	1.7
<b>P37</b>	140	4.66	153	5.09	<b>P90</b>	40	1.33	45	1.5
<b>P38</b>	176	5.86	Refus	Refus	<b>P91</b>	60	2	63	2.1
<b>P39</b>	68	2.26	72	2.4	<b>P92</b>	59	1.96	101	3.36
<b>P40</b>	60	2.0	63	2.09	<b>P93</b>	60	2	87	2.9
<b>P41</b>	61	2.03	61	2.03	<b>P94</b>	82	2.73	99	3.3
<b>P42</b>	66	2.20	64	2.12	<b>P95</b>	49	1.63	55	1.83
<b>P43</b>	78	2.23	81	2.70	<b>P96</b>	49	1.63	69	2.3
<b>P44</b>	75	2.50	77	2.56	<b>P97</b>	112	3.73	129	4.3
<b>P45</b>	67	2.23	68	2.27	<b>P98</b>	87	2.9	97	3.23
<b>P46</b>	64	2.13	62	2.06	<b>P99</b>	44	1.46	54	1.8
<b>P47</b>	62	2.06	61	2.03	<b>P100</b>	30	1	42	1.4
<b>P48</b>	64	2.13	65	2.16	<b>P101</b>	71	2.36	81	2.7
<b>P49</b>	124	4.13	139	4.63	<b>P102</b>	65	2.16	119	3.96
<b>P50</b>	111	3.7	112	3.73	<b>P103</b>	61	2.03	91	3.03
<b>P51</b>	94	2.23	99	3.30	<b>P104</b>	67	2.23	75	2.5
<b>P52</b>	69	2.30	71	2.36	<b>P105</b>	35	1.16	39	1.31
<b>P53</b>	71	2.36	74	2.46					

**Remarque :**

Nous tenons à aviser le lecteur que les données du laboratoire relatives au pénétromètre dynamique utilisées ici sont exagérées par rapport aux valeurs des essais similaires. Cependant le manque de données plus faibles nous a contraint de nous rabattre sur ces valeurs.

**V.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire**

Le calcul par la méthode classique (basé sur les résultats des essais de laboratoire) considère une fondation à base horizontale, encastrée dans un sol homogène et supportant une charge verticale centrée.

- Pour une semelle carrée :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{(1 - 0.2B/L)\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (Nq - 1) + (1 + 0.2B/L) \cdot C \cdot N_c}{F_s} \quad (G. Sanglerat,$$

J. Costet ; 1981)

**Avec :**

**$\gamma_1$** : Poids volumique apparent du sol au-dessus de la fondation ( $T/m^3$ ).

**$\gamma_2$** : Poids volumique apparent du sol au-dessous de la fondation ( $T/m^3$ ).

**D** : Ancrage de la fondation (m).

**B, L** : Dimension de la fondation, largeur et longueur (m).

**C** : Cohésion du sol ( $T/m^2$ ).

**$N_\gamma, N_q, N_c$**  : Coefficients dépendants de l'angle de frottement interne du sol «  $\varphi$  » avec :

**$N_\gamma$** : Facteur de portance dû aux poids des terres.

**$N_q$** : Facteur de portance dû à la surcharge.

**$N_c$** : Facteur de portance dû à la cohésion.

$\varphi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
-----------------	------------	-------	-------

**Tableau (extrait D.T.U)**

0	0,00	1,0	5.14
5	0,00	1.56	6.47
10	1,00	2.49	8.45
11	1,20	2.71	8.80
12	1,43	2.97	9.29
13	1,69	3.26	9.80
14	1,99	3.59	10.4
15	2,33	3.94	11.0
16	2,72	4.33	11.6
17	3,14	4.77	12.3
18	3,69	5.25	13.1
19	4,29	5.80	13.9
20	4,97	6.40	14.8
21	5,76	7.07	15.8
22	6,68	7.83	16.9
23	7,73	8.66	18.1
24	8,97	9.60	19.3
25	10,4	10.7	20.7
26	12,0	11.8	22.2
27	13,9	13.2	24.0
28	16,1	14.7	25.8
29	18,8	16.4	27.9

**V.9 : Valeurs des facteurs de portance**

$\varphi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
30	21.8	18.4	30.1
31	25.5	20.6	32.7
32	29.8	23.2	35.5
33	34.8	26.1	38.7
34	40.9	29.4	42.2
35	48.0	33.3	46.1
36	56.6	37.8	50.6
37	67.0	42.9	55.7
38	79.5	48.9	61.4
39	94.7	56.0	67.9
40	113.0	64.2	75.4
41	133.0	73.9	83.9
42	164.0	85.4	93.7
43	199.0	99.0	105.0
44	244.0	115.0	118.0
45	297.0	135.0	135.0
46	366.0	159.0	152.0
47	455.0	187.0	174.0
48	570.0	223.0	199.0
49	718.0	265.0	230.0
50	914.0	319.0	267.0

du 13.12)

**Fs** : Coefficient de sécurité pris égal à 3.

Le tableau : extrait du *D.T.U* 13.12 regroupe les valeurs des facteurs de portances en fonction de ( $\varphi$ )

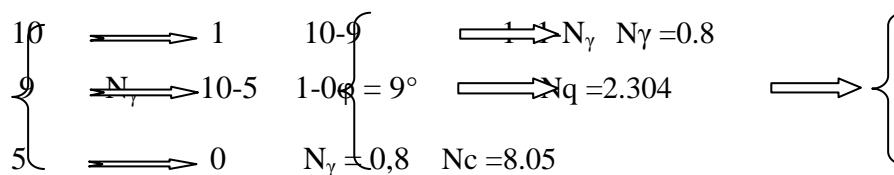
**Exemple de calcul : sondage (N° 06)**

$B = L = 1.5 \text{ m}$ ,  $D = 1.5 \text{ m}$ ,  $F_s = 3$ .

$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_h = 1.65 \text{ T/m}^3$ .

$C = 0.5 \text{ bars} = 5 \text{ T/m}^3$ .

$\varphi = 9^\circ$



$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{(1 - 0.2B/L)\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (Nq - 1) + (1 + 0.2B/L) \cdot C \cdot N_c}{Fs}$$

$$Q_{ad} = 1,65 \cdot 1,5 + \frac{[(1 - 0.2) \cdot 1,65 \cdot 1,5 / 2 \cdot 0,8] + (1,65 \cdot 1,5 \cdot (2,304 - 1)) + [(1 + 0.2) \cdot 5 \cdot 1,8 \cdot 0,5]}{3}$$

$$Q_{ad} = 20.2 T/m^2 = 2.02 bars$$

Les résultats des calculs de la contrainte admissible pour un ancrage de 1.5m et 2 mètre sont représentés dans le tableau (V.9).

**Tableau V.10 : Résultats de calcul la contrainte admissible à partir des essais de Laboratoire**

N° Essai	Q <sub>ad</sub> (bars)		Q <sub>ad</sub> (bars)	
	D= 1.5 m		D= 2m	
	B=1.5m	B= 2m	B=1.5m	B=2m
1	1.5	1.67	2	2.01
4	1.77	1.77	1.88	1.89
6	2.02	2.11	2.14	2.6
11	1.11	1.12	1.33	1.35
12	1.99	2	2.11	2.11
13	2.0	2.0	2.1	2.13
14	1.72	1.73	2	2
16	2.12	2.13	2.25	2.27
18	2.11	2.13	2.21	2.22
19	1.17	1.18	1.26	1.29
21	1.32	1.34	2	2.1
24	1.29	1.3	1.32	1.33
25	2.13	2.14	2.24	2.3
57	1.33	1.66	2.23	2.5
59	1.7	1.63	1.76	2
62	2.43	2.36	2.43	2.6
63	2	2.16	2.7	5.43
64	1.23	1.16	1.16	1.2
68	2.03	1.9	2.03	1.8

On constate, que les valeurs de la portance déterminent par la méthode de laboratoire sont plus fiable que celles calculent par la méthode de pénétrométrie.

### V.3.2 Calcul du tassement à partir des résultats de l'essai œdométrique

Etant donné que dans l'optique de la constructibilité, les sols appelés à constituer des assises de fondation sont essentiellement des sols fins, pouvant donner lieu à des tassements. Avec le type de fondation superficielle semelle carré, dimensionné pour transmettre au sol une contrainte de service, le tassement est :

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad \text{Philipponnat .G et Bertrand .H, 2003}$$

**Avec:**

$$\Delta e = e_0 - e_f$$

$e_0$  : Indice des vides initial correspondant:  $\sigma_{v0}$

$e_f$  : Indice des vides final correspondant :  $\Delta\sigma_{v0} + \sigma_{v0}$

$\Delta H$  : Tassement total (cm).

$H$  : Hauteur de la couche concernée par le tassement.

$\Delta e$  : Variation de l'indice des vides.

$\sigma_{v0}$  : Contrainte vertical initial moyenne du sol à une profondeur donnée:

$$\sigma_{v0} = \sum \gamma_i \cdot h_i$$

**Exemple de calcul : sondage (N° 16)**

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad \text{Avec :}$$

$$D = 1.5\text{m}$$

$$H = 3B = 4.5\text{m}$$

$$B = 1.5\text{m}$$

$$Z = 3B/2 = 2.25\text{m}$$

$$\sigma_0 = \sum \gamma_i h_i$$

$$H_i = D + 3B/2$$

$$\sigma_0 = 1,67 \times (1.5 + 2.25) = 6.262 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_0 = 0,626 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = Q_{ad} = 2.12 \text{ bars}$$

- De la courbe œdométrique:



$$\left. \begin{array}{l} e_0 \longrightarrow 0.454 \\ e_f \longrightarrow 0.475 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta e = 0.021$$

$$\Delta H = \frac{0,021}{1,454} \times 4.5 \text{ m} = 6.49 \text{ cm}$$

$$\Delta H = 6.49 \text{ cm}$$

**Tableau. V.11 : Résultats de calcul le tassement à partir des essais de Laboratoire**

№Essai	D= 1.5m		D= 2m	
	B=1.5m	B= 2m	B=1.5m	B=2m
	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)	$\Delta H$ (cm)
<b>1</b>	8.1	8.8	6.6	12.8
<b>4</b>	8.96	14.42	10.81	14.83
<b>6</b>	6.6	8.8	6.9	12
<b>11</b>	15.1	2.93	14.87	14.65
<b>12</b>	2.29	15.29	9.35	8.41
<b>13</b>	3.92	5.51	4.5	5.51
<b>14</b>	6.49	9.89	4.32	11.13
<b>16</b>	6.49	2.59	6.49	10.72
<b>18</b>	7.02	10.99	7.02	10.99
<b>19</b>	15.05	15.05	15.02	15
<b>21</b>	2.92	3.89	5.26	7.4
<b>24</b>	15	15.01	14.9	14.9
<b>25</b>	3.13	4.18	6.58	10.87
<b>57</b>	10.8	14.40	8.2	12.40
<b>59</b>	5.62	7.5	10.4	11.26
<b>62</b>	10.52	14.02	10.16	16.03
<b>63</b>	10.4	13.92	11.69	13.02
<b>64</b>	3.24	4.43	5.34	6.22
<b>68</b>	10.10	13.47	10.69	12.14

On constate que les valeurs les plus élevées sont détectées près d'oued Tassift.

### Conclusion générale et recommandations :

Le synthèse des résultats des travaux obtenus, essais in-situ et essais de laboratoire ainsi que le calcul relatif aux fondations, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Le site à Taher, occupe une superficie 96.35Ha. Sur le plan topographique la forme du terrain est vallonnée de direction Sud Nord, il est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité de sa surface. Bien que le terrain ne présente pas de changement brusque de pente, néanmoins, nous avons pu évaluer trois zones de pente variant entre 0 et 20 %.

La géologie du site est constituée par une lithologie homogène représentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuses à graveleuses ayant une épaisseur variable allant de 1 à 4 m, les épaisseurs les plus élevées sont détectées près d'Oued de Tassift, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité de du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines et un oued Tassift dans la partie Est du site. Les sondages piézométriques montrent la présence d'une nappe superficielle au voisinage d'oued Tassift avec des côtes allant de 1 à 3 m de profondeur.

A partir des résultats relatives au calculs géotechnique dans les niveaux marneux et les limons argileux nous pouvons dire que :

Les marnes ont donné des valeurs de teneur en eau moyenne, caractérisant un sol moyennement humide, il possède une texture fine, dont les pourcentages des passants à 80 $\mu$  variant supérieures à 88%.

Les valeurs de limite de liquidité varient entre 44 et 51%, l'indice de plasticité est de l'ordre 23 à 29%, il s'agit des argiles peu plastiques. Les valeurs des densités sèches sont moyennes, qualifiant une formation semi dense. Les caractéristiques intrinsèques (essai UU) ont donné des valeurs de cohésion moyenne, ou les valeurs de la cohésion sont comprises entre 0.2 et 0.3 bars, s'agissant de l'angle de frottement les valeurs varient entre 6 et 9°.

Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation ( $\sigma_c$ ) sont comprises entre 1.50 et 2.43 bars, les valeurs du coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) sont comprises entre 16.3% et 30.4% ce qui montre que cette formation est moyennement à assez compressible. Les indices de gonflement montrant une formation non gonflante.

Les analyses chimiques ont donné un taux moyen de carbonates, sans présence des sulfates dans le sol.

---

## Conclusion générale et recommandations

---

Les limons argileux présentent des valeurs de teneur en eau très élevées (32 %), caractérisant un sol très humide et proche de la saturation complète. Les valeurs des densités sèches sont un peu faibles qualifiant une formation lâche ( $1.5 \text{ t/m}^3$ ). Ces limons argileux possédant une texture fine, et une certaine sensibilité à la présence d'eau ( $W_l = 38 \text{ à } 40\%$ ,  $I_p = 19 \text{ à } 21\%$ ), il s'agit des limons plastiques.

Les caractéristiques intrinsèques ont donné des valeurs de la cohésion faibles, elles sont comprises entre 0.2 et 0.3 bars, s'agissant de l'angle de frottement, les essais ont donné des valeurs faibles, elles sont comprises entre  $6^\circ$  et  $9^\circ$ .

L'essai de compressibilité 1.24 et 2.28 bars montre que se sont des formations surconsolidées, fortement compressible et non gonflante.

Les analyses chimiques ont donné des taux de carbonates faibles, et aucune présence des sulfates.

Les argiles limoneuses, sablonneuses à graveleuses présentent des valeurs de teneur en eau élevée entre 13.5 et 29.4% caractérisant un sol humide. Les valeurs des densités sèches sont moyennes, qualifiant une formation semi dense à dense. Pour les valeurs des limites de liquidités, elles varient entre 33 et 66%, l'indice de plasticité est de l'ordre 22 à 42%, ils'agit des argiles plastiques à très plastiques.

Les caractéristiques intrinsèques (essai UU) ont donné des valeurs de cohésion comprises entre 0,3 et 2 bars, s'agissant de l'angle de frottement les valeurs varient entre  $3^\circ$  à  $8^\circ$  pour les argiles limoneuses, sablonneuses et peu graveleuses.

Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation ( $\sigma_c$ ) sont comprises entre 1,1 et 3,3 bars, les valeurs du coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) sont de l'ordre de 17 à 23%, cela indique que ces formations sont moyennement assez fortement compressible. Les indices de gonflement montrant une formation peu gonflante.

Les analyses chimiques ont donné un taux faible de carbonates, sans présence de sulfates dans le sol.

Concernant les tassements obtenus à partir des essais de laboratoire de meurent admissibles dans la limite fixée à la contrainte admissible et ce pour les fondations semelles filantes.

Pour les risques naturels, vu qu'oued Tassifl limite les sites dans sa partie Est, cela rend cette dernière vulnérable aux inondations au cours des périodes pluvieuses.

## Conclusion générale et recommandations

---

Pour les mouvements de terrain le site généralement stable sur des parties situées aux bords des Oueds et toujours plus les zones de remblai.

### **Nous recommandons que :**

La zone étudiée présente une aptitude moyenne à l'urbanisation, et peut recevoir tous les types de construction, d'où nous prévoyons les recommandations suivantes.

- Aménager le site sous forme de banquettes larges
- Assurer la stabilité des talus des banquettes par des butées mécaniques
- Prévoir des collecteurs d'eau de ruissellement
- Canaliser Oued Tassift
- Eloigner les constructions des bords des talwegs.
- Favoriser le boisement et les espaces verts.

## ملخص:

تقع المنطقة المدروسة في الجنوب الغربي لبلدية الطاهير، بمساحة قدرها 96.35 هكتار ، وتتميز بطبوغرافية متوسطة الانحدار، وتبين الدراسة الجيولوجية المحلية للمنطقة من خصائص صخرية متجانسة، تتكون من غطاء ذو طبقة طينية الطمي و الطين الغريني، والطين الطراز الأول و تستند هذه التغطية على قوام مارني من حيث المخطط الهيدرولوجي نجد كثافة شبكة النهر متوسطة الكثافة، و الذي يتألف من مجموعة من الأخاديد و الأودية في الجزء الشرقي من المنطقة ، كما نلاحظ وجود ماء السطح التي لها طابع الفيضانات.

ساعدت مجموعة من البيانات الجيولوجية، والصرفية، الهيدروجيولوجية والجيوتقنية في تحديد مجالين رئيسيين هما: واحد مؤيد للمساحة البناء وغيرها من التعرض الضارة لخطر الفيضانات.

من حيث المخطط الجيوتقني، نتائج اختبارات التعرف على التربة و خصائصها الميكانيكية، قد أظهرت أن نوعية التربة كثيفة ، أما صلابة التربة فتزداد مع العمق.

إن عملية تركيب البيانات الجيولوجية، المورفولوجية، الهيدروجيولوجية و الجيوتقنية مكنتنا من تشكيل منطقتين أساسيتين: منطقة صالحة للبناء و أخرى غير مواتية بسبب ظاهرة الفيضانات

## ***Résumé***

Le site étudié est situé au Sud-Ouest de l'agglomération du chef lieu de la commune de Taher. Il couvre une superficie de 96.35Ha. Sur le plan topographique le terrain est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité du secteur. L'étude géologique montre que le site est constitué par une lithologie homogène présentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuse à graveleuse, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines, et un oued dans la partie Est du site, on note la présence d'une nappe d'eau superficielle.

Les résultats des essais d'identification du sol et des essais mécaniques ont mis en évidence une qualité du sol dense avec une résistance qui varie selon la lithologie et la profondeur.

La combinaison des données géologiques, morphologiques, hydrogéologiques et géotechniques ont permis de faire ressortir deux zones principales : une zone favorable à la construction et une autre défavorable exposée au risque d'inondation.

## **Abstract**

The site study is located in the south-west of the town from the capital of the municipality of Taher. It covers an area of 96.35 hectares. On the topographic map, the field is characterized by an average slope over the entire area. The geological study shows that the site consists of a homogeneous lithology by a cover layer of clay, silt, and silty clay, clay sandy to gravel. This cover is based on a marly substratum.

On the hydrology map, the intensity of the river network is dense medium, consisting of a group of gullies and a wadi in the eastern part of the site; we note the presence of a body of surface water.

The site consists of marl formations and clay loams. The results of the identification of soil testing and mechanical testing showed a dense soil quality with resistance varied lithology and depth.

The combination of geological, morphological, hydrogeological and geotechnical data helped identify two main areas: one in favor of building an area and another adverse exposure to the risk of flooding.

# Annexes



Nom station : Barrage ElAgrem  
Code station : 03 03 03

Coordonnées géographiques  
Longitude : 05° 50' 11"  
Latitude : 36° 44' 06"

**Pluviométrie (mm)**

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Annuel
<b>2002 - 2003</b>	50,8	73,4	31,6	342,8	372,1	117,2	29,7	134,3	50,4	0,0	2,0	0,0	1204,30
<b>2003 - 2004</b>	123,9	51,6	130,5	281,2	177,6	88,3	65,9	109,3	82,3	61,3	0,0	0,0	1171,90
<b>2004 - 2005</b>	78,3	25,6	199,7	201,9	272,8	218,6	88,8	193,0	13,3	0,0	0,6	8,5	1301,10
<b>2005 - 2006</b>	80,1	40,4	164,2	208,0	188,0	189,0	70,3	45,7	41,8	2,6	0,0	18,9	1049,00
<b>2006 - 2007</b>	54,3	51,7	36,0	243,5	11,7	83,9	271,1	74,7	4,0	27,1	4,4	4,0	866,40
<b>2007 - 2008</b>	83,4	129,6	211,7	307,4	19,8	27,7	199,2	36,0	128,2	4,8	0,0	0,0	1147,80
<b>2008 - 2009</b>	136,2	30,4	161,5	136,6	331,4	109,6	87,7	162,1	26,5	0,0	0,5	7,7	1190,20
<b>2009 - 2010</b>	136,0	88,4	162,6	180,9	165,4	81,0	112,2	58,1	65,9	46,9	1,8	1,1	1100,30
<b>2010 - 2011</b>	58,4	271,7	190,3	110,3	102,3	216,1	78,4	90,9	40,1	31,1	0,5	0,0	1190,10
<b>2011 - 2012</b>	10,7	193,9	109,1	178,5	80,1	352,3	78,6	178,4	0,0	0,0	2,5	48,5	1232,60
<b>2012 - 2013</b>	95,7	251,2	124,4	86,0	242,2	270,5	97,8	49,8	89,3	0,0	0,0	31,8	1338,7

<u>Température(c°)</u>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Annuel</b>
<b>2002 - 2003</b>													
Moyenne	225,00	202,00	161,00	140,00	111,00	109,00	140,00	161,00	180,00	262,00	289,00	289,00	189,00
<b>2003 - 2004</b>													
Moyenne	240,00	210,00	167,00	15,00	107,00	126,00	129,00	147,00	163,00	208,00	226,00	252,00	166,00
<b>2004 - 2005</b>													
Moyenne	232,00	214,00	134,00	122,00	85,00	80,00	121,00	153,00	194,00	233,00	254,00	249,00	173,00
<b>2005 - 2006</b>													
Moyenne	236,00	212,00	165,00	119,00	102,00	115,00	146,00	189,00	213,00	247,00	273,00	256,00	189,00
<b>2006 - 2007</b>													
Moyenne	240,00	226,00	182,00	135,00	132,00	136,00	131,00	165,00	204,00	232,00	265,00	281,00	194,00
<b>2007 - 2008</b>													
Moyenne	240,00	200,00	152,00	125,00	127,00	134,00	134,00	170,00	193,00	226,00	269,00		
<b>2008 - 2009</b>													
Moyenne	246,00	204,00	147,00	120,00	114,00	109,00	129,00	145,00	206,00	243,00	286,00	273,00	185,00
<b>2009 - 2010</b>													
Moyenne	233,00	198,00	171,00	151,00	126,00	137,00	146,00	159,00	177,00	216,00	262,00	264,00	187,00
<b>2010 - 2011</b>													
Moyenne	234,00	203,00	156,00	137,00	125,00	115,00	142,00	176,00	193,00	223,00	265,00	278,00	187,00
<b>2011 - 2012</b>													
Moyenne	241,00	19,50	161,00	124,00	109,00	76,00	130,00	154,00	191,00	254,00	266,00	293,00	
<b>2012 - 2013</b>													
Moyenne	111,00	95,70	72,00	57,00	42,00	29,00	79,00	104,00	118,00	181,00	222,00	195,00	1305,00

<b>Evaporation (mm)</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Annuel</b>
<b>2003 - 2004</b>													
Total	89,00	64,00	56,00	99,00	54,00	64,00	50,00	73,00	73,00	121,00	155,00	180,00	1084,00
<b>2004 - 2005</b>													
Total	128,00	112,00	30,00	26,00	41,00	27,00	51,00	57,00	130,00	127,00	164,00	150,00	1048,00
<b>2005 - 2006</b>													
Total	98,00	73,00	50,00	44,00	32,00	33,00	74,00	91,00	85,00	164,00	178,00	139,00	1067,00
<b>2006 - 2007</b>													
Total	114,00	143,00	77,00	41,00	54,00	59,00	74,00	83,00	164,00	166,00	178,00	204,00	1362,00
<b>2007 - 2008</b>													
Total	131,00	77,00	66,00	63,00	51,00	60,00	83,00	139,00	121,00	168,00	185,00		
<b>2008 - 2009</b>													
Total	123,00	76,00	67,00	41,00	41,00	51,00	90,00	92,00	169,00	240,00	256,00	189,00	1439,00
<b>2009 - 2010</b>													
Total	119,00	92,00	82,00	69,2	56,00	80,00	87,00	93,00	127,00	145,00	224,00	250,00	
<b>2010 - 2011</b>													
Total	166,00	136,00	80,60	70,00	77,00	61,00	88,00	116,00	126,00	151,00	232,00	291,00	
<b>2011 - 2012</b>													
Total	144,00	82,90	69,00	63,00	56,00	42,00	87,00	89,00	128,00	195,00	199,00	237,00	
<b>2012 - 2013</b>													
Total	111,00	95,70	72,00	57,00	42,00	29,00	79,00	104,00	118,00	181,00	222,00	195,00	1305,00



## Référence bibliographique

- **Aiche, Geo-Sol. (2011) :** Rapport d'étude géotechnique du POSN<sup>o</sup>4 de Taher-Jijel, phase I et phase II.
- **Andrieux, J. et Djellit, H. (1989) :** Structure de la petite Kabylie occidentale (Algérie) flyschs ultra et flyschs externes. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Se, 1191- 1196.
- **A.N.R.H, (2003-2013) :** les données climatiques de la station Taher et barrage Agrem ; la carte de la précipitation annuelle dans la wilaya de Jijel.
- **Astier, L. (1971):** Géophysique appliquée à l'hydrogéologie. Ed. Masson et Cie. Parie. 277 p.
- **Boudoukha, A. (2008) :** Identification des aquifères profonds par la Prospection électrique application à l'est algérien A, Laboratoire de recherche en hydraulique appliquée. Université de Batna – N<sup>o</sup>28, pp. 47-52.
- **Boufekane, A. (2005) :** Mémoire. Cartographie de la vulnérabilité a la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine de l'oued Djendjen (w. de Jijel) et modélisation de la nappe.
- **Bouftouha, Y. (2005) :** Les grands traits géologiques de la région de Jijel. Univ. Jijel (inédit).Algérie.
- **Bouillin, J.P., et Raoult, J.F., (1971) :** Présence sur le socle kabyle du constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs; le Numidien peut-il être un néo-autochtone? Bull. Soc. Géol. France. 7, 117 p.
- **Bouillin, J.P. (1977):** Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia (Algérie), thèse Doct. Uni. P. & M. Curie, 511P.
- **Bouillin, J.P. (1979):** La transversale de Collo et d'El-Milia (Petite Kabylie): une région-clef pour l'interprétation de la tectonique Alpine de la chaîne littorale d'Algérie. Thèse. Paris. Mém. Soc. Géol. France. Nouv. Série. L VII, n<sup>o</sup>135,84P.
- **Boukrouh, f. (2011) :** Etude géologique des dépôts évaporitiques du bassin de Guelma, mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, 125p.

- **Djellit, H. (1987)** : Evolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse doct. Univ. Paris, 206 p.
- **Durand Delga, M. (1955)** : Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique Thèse, doc, N24, 533P.
- **Durand Delga, M. (1969)** : Mise au point sur la structure du Nord Est de la Berberie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 39: P 89-131.
- **FAER** (fiche d'action élémentaire de recherche N° 06.16) Sites expérimentaux de remblais sur sols mous et suivi d'ouvrages réels.
- **Guy, M. (2005)** : Prospection électrique, EOSt Strasbourg. Le 19 Avril 2005, p1-10.
- **Johan, H. (2010)** : Utilisation du Syscal dans le cadre de missions de prospection géophysique Achevé d'imprimer, sur les presses de Cap Impression - 9, rue Salvador Allende - Z.I. des Glaises - 91120 ,75p.
- **Kherrouba, H. (2008)** : Etude géologique et géotechnique des zones instables de la région de Texenna-Djimla, wilaya de Jijel(Algérie), mémoire de Magister, université de Jijel, 162 p.
- **Laboratoire Nationale del'Habitat et de la Construction.**(2007):étude desol POSN°3, parties01et04.
- **Magnan, J.P. (2001)** : Description, identification, et classification des sols. Ed. Techniques de L'ingénieur (TI). Paris, 75P.
- **Philliponat. G. (1979)** : Fondations, et ouvrages enterrer (édition éroylles 1979).
- **Philipponnat, G. & Bertrand, H. (2003)** : Fondations et ouvrages en terre. Ed. Eyrolles. Paris, 548P.
- **Philliponat. G. & Hubet B. (2003)** : Fondations et ouvrages en terre, Ed. Eyrolles, Paris, 548 p.
- **Raoult, J. F. (1975)** : Evolution paléogéographique et structurale de la chaîne Alpine. centre de golf de Skikda et Constantine (Algérie orientale). Bull. soc. Géol. fr, XVII . Paris.
- **Réménieras, G. (1980).** L'hydrologie de l'ingénieur. Ed. Eyrolles. Paris, 456 p.

- **Roger, F. (2003)** : Calcul des fondations superficielles et profondes, Techniques de L'ingénieur (TI), Presse de l'école nationale des ponts et chaussées.
- **Rouikha, Y., (2008)** : Etude géologiques et géomécaniques des roches carbonatées de la région de Chekfa-Chahna, wilaya de Jijel, Mémoire de magistère. Université de Jijel.
- **Saad, B1. Jaâfar, B2. (2005)** : Contribution de la prospection géo-électrique a la connaissance des ressources en eau du village d'Anergui (Tafraoute, anti-atlas marocain) e-Gnosis, núm, Universidad de Guadalajara México, Publicado, ISSN (Version électronique): 1665-5745, p1-12.
- **Sanglerat, G. & Costet, J. (1981)** : Cours pratique de mécanique des sols, Tome I- Plasticité et calcul des tassements. 3e Ed. Dunod, Paris, 277 P.
- **Tekkouk, M. (2005)** : Etude de la pollution par les sulfates des eaux du bassin versant de l'oued Djen-Djen. Mémoire de Magister. Univ. Constantine. Algérie.
- **Vila, J. M. (1980)** : La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doct. UNIV. Pierre et Marie Curie (Paris VI), 3 vol, Paris. 663P.
- **Wildi, W. (1983)** : la chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, et évolution du Trias au Miocène REV. Géol. Dyn. Geographys ; 24.P201-297.
- **Les sites web:**
- Google earth 2014.
- <http://www.e-gnosis.udg.mx/vol3/art5>
- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000305>
- <http://www-ig.unil.ch/cours/index.htm>
- <http://www.iris-instruments.com/index.html>

## ملخص:

تقع المنطقة المدروسة في الجنوب الغربي لبلدية الطاهير، بمساحة قدرها 96.35 هكتار ، وتتميز بطبوغرافية متوسطة الإنحدار، وتبين الدراسة الجيولوجية المحلية للمنطقة من خصائص صخرية متجانسة، تتكون من غطاء ذو طبقة طينية الطمي و الطين الغريني ،والطين الطراز الأول و تستند هذه التغطية على قوام مارني

من حيث المخطط الهيدرولوجي نجد كثافة شبكة النهر متوسطة الكثافة، و الذي يتألف من مجموعة من الأخاديد و الأودية في الجزء الشرقي من المنطقة ، كما نلاحظ وجود ماء السطح التي لها طابع الفيضانات.

ساعدت مجموعة من البيانات الجيولوجية، والصرفية، والهيدروجيولوجية والجيوتقنية في تحديد مجالين رئيسيين هما: واحد مؤيد للمساحة البناء وغيرها منالتعرضالضارة لخطر الفيضانات.

من حيث المخطط الجيوتقني، نتائج اختبارات التعرف على التربة و خصائصها الميكانيكية، قد أظهرت أن نوعية التربة كثيفة ، أما صلابة التربة فتزداد مع العمق.

إن عملية تركيب البيانات الجيولوجية،المورفولوجية،الهيدروجيولوجية و الجيوتقنية مكنتنا من تشكيل منطقتين أساسيتين: منطقة صالحة للبناء و أخرى غير مواتية بسبب ظاهرة الفيضانات.

## Résumé:

Le site étudié est situé au Sud-Ouest de l'agglomération du chef-lieu de la commune de Taher. Il couvre une superficie de 96.35Ha. Sur le plan topographique le terrain est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité du secteur. L'étude géologique montre que le site est constitué par une lithologie homogène présentée par une couche de couverture de limon argileux et d'argile limoneuse, sablonneuses à graveleuses, cette couverture repose sur un substratum marneux.

Sur le plan hydrologique, l'intensité du réseau hydrographique est dense à moyenne, constitué par un groupe des ravines, et un oued dans la partie Est du site, on note la présence d'une nappe d'eau superficielle.

Les résultats des essais d'identification du sol et des essais mécaniques ont mis en évidence une qualité du sol dense avec une résistance qui varié selon la lithologie et la profondeur.

La combinaison des données géologiques, morphologiques, hydrogéologiques et géotechniques ont permis de faire ressortir deux zones principales : une zone favorable à la construction et une autre défavorable exposée au risque d'inondation.

## Abstract:

The site studied is located in the south-west of the town from the capital of the municipality of Taher. It covers an area of 96.35hectares. On the topographic map field is characterized by an average slope over the entire area. The geological study shows that site consists of a homogeneous lithology by a cover layer of clayey silt and silty clay, clay sandy to gravel this coverage is based on a marly substratum.

On the hydrology map, the intensity of river network is dense medium consisting of a group of gullies and a wadi in the eastern part of the site; we note the presence of a body of surface water.

The site consists of marl formations and clay loams. The results of the identification of soil testing and mechanical testing showed a dense soil quality with resistance varied lithology and depth.

The combination of geological, morphological, hydrogeological and geotechnical data helped identify two main areas: one in favor of building area and other adverse exposure to the risk of flooding.



## Référence bibliographique

- **Aiche, Geo-Sol. (2011)** : Rapport d'étude géotechnique du POSN<sup>o</sup>4 de Taher-Jijel, phase I et phase II.
- **Andrieux, J. et Djellit, H. (1989)** : Structure de la petite Kabylie occidentale (Algérie) flyschs ultra et flyschs externes. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Se, 1191- 1196.
- **A.N.R.H, (2003-2013)** : les données climatiques de la station Taher et barrage Agrem ; la carte de la précipitation annuelle dans la wilaya de Jijel.
- **Astier, L. (1971)**: Géophysique appliquée à l'hydrogéologie. Ed. Masson et Cie. Parie. 277 p.
- **Boudoukha, A. (2008)** : Identification des aquifères profonds par la Prospection électrique application à l'est algérien A, Laboratoire de recherche en hydraulique appliquée. Université de Batna – N<sup>o</sup>28, pp. 47-52.
- **Boufekane, A. (2005)** : Mémoire. Cartographie de la vulnérabilité a la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine de l'oued Djendjen (w. de Jijel) et modélisation de la nappe.
- **Bouftouha, Y. (2005)** : Les grands traits géologiques de la région de Jijel. Univ. Jijel (inédit).Algérie.
- **Bouillin, J.P., et Raoult, J.F., (1971)** : Présence sur le socle kabyle du constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs; le Numidien peut-il être un néo-autochtone? Bull. Soc. Géol. France. 7, 117 p.
- **Bouillin, J.P. (1977)**: Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia (Algérie), thèse Doct. Uni. P. & M. Curie, 511P.
- **Bouillin, J.P. (1979)**: La transversale de Collo et d'El-Milia (Petite Kabylie): une région-clef pour l'interprétation de la tectonique Alpine de la chaîne littorale d'Algérie. Thèse. Paris. Mém. Soc. Géol. France. Nouv. Série. L VII, n<sup>o</sup>135,84P.
- **Boukrouh, f. (2011)** : Etude géologique des dépôts évaporitiques du bassin de Guelma, mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, 125p.

- **Djellit, H. (1987)** : Evolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse doct. Univ. Paris, 206 p.
- **Durand Delga, M. (1955)** : Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique Thèse, doc, N24, 533P.
- **Durand Delga, M. (1969)** : Mise au point sur la structure du Nord Est de la Berberie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 39: P 89-131.
- **FAER** (fiche d'action élémentaire de recherche N° 06.16) Sites expérimentaux de remblais sur sols mous et suivi d'ouvrages réels.
- **Guy, M. (2005)** : Prospection électrique, EOST Strasbourg. Le 19 Avril 2005, p1-10.
- **Johan, H. (2010)** : Utilisation du Syscal dans le cadre de missions de prospection géophysique Achevé d'imprimer, sur les presses de Cap Impression - 9, rue Salvador Allende - Z.I. des Glaises - 91120 ,75p.
- **Kherrouba, H. (2008)** : Etude géologique et géotechnique des zones instables de la région de Texenna-Djimla, wilaya de Jijel(Algérie), mémoire de Magister, université de Jijel, 162 p.
- **Laboratoire Nationale del'Habitat et dela Construction.(2007)**:étude desol POSN°3, parties01et04.
- **Magnan, J.P. (2001)** : Description, identification, et classification des sols. Ed. Techniques de L'ingénieur (TI). Paris, 75P.
- **Philliponat. G. (1979)** : Fondations, et ouvrages enterre (édition éroylles 1979).
- **Philipponnat, G. & Bertrand, H. (2003)** : Fondations et ouvrages en terre. Ed. Eyrolles. Paris, 548P.
- **Philliponat. G. & Hubet B. (2003)** : Fondations et ouvrages en terre, Ed. Eyrolles, Paris, 548 p.
- **Raoult, J. F. (1975)** : Evolution paléogéographique et structurale de la chaîne Alpine. centre de golf de Skikda et Constantine (Algérie orientale). Bull. soc. Géol. fr, XVII . Paris.
- **Réménieras, G. (1980)**. L'hydrologie de l'ingénieur. Ed. Eyrolles. Paris, 456 p.

- **Roger, F. (2003)** : Calcul des fondations superficielles et profondes, Techniques de L'ingénieur (TI), Presse de l'école nationale des ponts et chaussées.
- **Rouikha, Y., (2008)** : Etude géologiques et géomécaniques des roches carbonatées de la région de Chekfa-Chahna, wilaya de Jijel, Mémoire de magistère. Université de Jijel.
- **Saad, B1. Jaâfar, B2. (2005)** : Contribution de la prospection géo-électrique a la connaissance des ressources en eau du village d'Anergui (Tafraoute, anti-atlas marocain) e-Gnosis, núm, Universidad de Guadalajara México, Publicado, ISSN (Version électronique): 1665-5745, p1-12.
- **Sanglerat, G. & Costet, J. (1981)** : Cours pratique de mécanique des sols, Tome I- Plasticité et calcul des tassements. 3e Ed. Dunod, Paris, 277 P.
- **Tekkouk, M. (2005)** : Etude de la pollution par les sulfates des eaux du bassin versant de l'oued Djen-Djen. Mémoire de Magister. Univ. Constantine. Algérie.
- **Vila, J. M. (1980)** : La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doct. UNIV. Pierre et Marie Curie (Paris VI), 3 vol, Paris. 663P.
- **Wildi, W. (1983)** : la chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, et évolution du Trias au Miocène REV. Géol. Dyn. Geographys ; 24.P201-297.
- **Les sites web:**
- Google earth 2014.
- <http://www.e-gnosis.udg.mx/vol3/art5>
- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000305>
- <http://www-ig.unil.ch/cours/index.htm>
- <http://www.iris-instruments.com/index.html>

## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon DIEU grand puissant,  
De nous avoir donné le courage et la volonté afin que nous puissions réaliser ce modeste travail.

Nous tenons d'abord à remercier notre encadreur M<sup>me</sup>BOUHENOUNA AMaL.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du Jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et pour avoir accepté de le juger.

Nous remercions également tous les enseignants du département de Sciences de la Terre et de l'Univers.

Nous tenons également à remercier le personnel de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) et de la Direction d'Urbanisme et de Construction (DUC) pour avoir accepté de mettre à notre disposition les données nécessaires pour cette étude.

Nos sincères remerciements vont également à tous nos camarades étudiants collègues.

Nos meilleurs remerciements vont également aux personnes qui nous ont encouragé et aidé à la réalisation de ce travail, et m'ont compris quand le moral était au plus bas.

Merci enfin à tous ceux qui ont lu liront ce mémoire.

## Sommaire

Remerciements

ملخص

Résumé

Abstract

### Chapitre I : Cadre géographique

I.1 Situation géographique du site.....	2
I.2 Topographie et morphologie.....	4
I.3 végétation.....	4
I.4 Réseau hydrographique.....	4

### Chapitre II : Contexte géologique

II.1 Introduction .....	5
II.2 Bassin néogène de Jijel.....	6
II. 2.1 Localisation et dimensions du bassin .....	6
II. 2.2 Lithostratigraphie du bassin.....	7
II. 2.2.1 Substratum des dépôts post-nappes .....	7
II.2.2.2 Les Olistostromes .....	7
II.2.2.3 Oligo-Miocène Kabyle .....	7
II.2.2.4 Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle.....	7
II.2.3 Les dépôts post-nappes .....	8
II.2.3.1 Dépôts conglomératiques du Pliocène .....	8
II.2.3.2 Marnes bleues du Miocène supérieure .....	8
II.2.3.3 Dépôts détritiques du Quaternaire .....	10
II. 3 Sismicité .....	13
II.4 Conclusion.....	14

### Chapitre III : Hydroclimatologie et hydrogéologie

III.1 Hydroclimatologie.....	15
III.1.1 Aperçu général sur le climat.....	15
III.1.2 Analyse des paramètres climatiques .....	15
III.1.2.1 Pluviométrie .....	15
III.1.2.2 Température .....	18
III.1.3 Bilan hydrologique.....	19

III.1.3.1 Calcul de l'évapotranspiration .....	20
III.1.3.2 Calcul du Ruissellement " R " .....	22
III.1.3.3 Calcul d'infiltration moyenne" I " .....	23
III.1.3.4 Interprétation du bilan hydrologique.....	23
III.2 Hydrologie.....	24
III.3 Hydrogéologie.....	25
III.4 Conclusion.....	26

### **Chapitre IV : Reconnaissance géologique et géophysique**

IV.1 Introduction.....	27
IV.2 Reconnaissance géologique .....	27
IV.3 Reconnaissance géophysique.....	31
IV.3.1 Principe de mesure par le dispositif de Schlumberger et appareillage utilisé.....	31
IV.3.2 Résultats de la résistivité du sol .....	33
a) La coupe AA' .....	33
b) La coupe BB' .....	34
c)La coupe CC' .....	36
d) La coupe DD' .....	37
IV.3.3 Conclusion .....	38
IV.4 Corrélation entre les sondages carottés et les coupes des sondages électriques .....	38
Profil (A-A') : (S5, S6, S7, S8)-(E5, E15, E24, E35, E53).....	38
Profil (B-B') : (S25, S23)-(E9, E11, E28, E32, E55).....	39
Profil (C-C') : (S9, S10 S11)-(E4, E23, E37, E36, E52) .....	40
Profil (D-D') : (S15, S17, S19)-(E2, E18, E44, E20, E47).....	40

### **Chapitre V : Etude géotechnique**

V. 1 Introduction .....	42
V.2 Campagne de reconnaissance géotechnique.....	42
V.2.1 Essais in-situ.....	42
V.2.1.1 Essai de pénétration dynamique .....	42
V.2.1.2 Les mesures piézométriques.....	45
V.2.2 Caractéristiques déduites des essais du laboratoire .....	46
V.2.2.1 Organisation des essais.....	46
V.2.2.2 Analyse des résultats physiques .....	46
V.2.2.3 Analyse des résultats mécaniques .....	49
V.2.2.3.1 Essai de cisaillement rectiligne .....	51
V.2.2.3.2 Essais de compressibilité.....	51
V.2.2.4 Analyse des résultats chimiques.....	52

V.3 Calcul des fondations .....	53
V.3.1 Contraintes admissibles du sol de fondation .....	53
V.3.1.1 Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique .....	53
V.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire .....	57
V.3.2 Calcul du tassement à partir des résultats de l'essai œdométrique.....	59
<b>Conclusion générale et recommandations .....</b>	<b>62</b>
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Références bibliographiques	
Annexe	