



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique**



**Université Larbi Tebessi. Tébessa**  
**Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département : Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**  
**Master**

**Domaine : Science de la Terre et l'Univers**

**Filière : Géologie**

**Option : Géologie de l'Ingénieur et Géotechnique**

**Thème :**

**L'étude d'impacts des changements climatiques sur les**  
**propriétés physico-mécaniques des sols (cas de Tébessa)**

**Présenté par :**

**CHETOUH Imene**

**BOUSSIDA Imene**

**Devant le jury :**

Mr. FEHDI Chemseddine

Mr. ATHMANIA Djamel

Mme. AOUN Mounira

Prof Université de Tébessa

Prof Université de Tébessa

MCB Université de Tébessa

Président

Rapporteur

Examinatrice

**Date de soutenance : 07/06/2022**



Université Larbi Tébessi- Tébessa

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : ..... géologie .....

Année universitaire 2021/2022



## Déclaration sur l'honneur de non-plagiat (A joindre obligatoirement avec le mémoire)

Je, soussigné(e)

Nom et prénom : Boussi da Imene

Régulièrement inscrit (e) :

N de carte d'étudiant : 1 717 340 178 24

Année universitaire : 2021/2022

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : géologie

Spécialité : géologie de l'ingénieur et géotechnique

Intitulé : Etude de l'impact des changements climatiques sur les propriétés physiques et mécaniques des sols (cas de Tébessa)

Atteste que mon mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité, je certifie également que je n'ai ni copié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Sanctions en cas de plagiat prouvé :

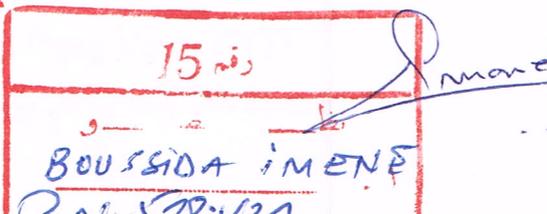
L'étudiant sera convoqué devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité de plagiat sont :

- L'annulation du mémoire avec possibilité de refaire sur un sujet différent.
- L'exclusion d'une année de Master.
- L'exclusion définitive.

19 جوان 2022

Fait à Tébessa, le :

Signature de l'étudiant (e)





Université Larbi Tébessi- Tébessa

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : *Geologie*

Année universitaire 2021/2022



## Déclaration sur l'honneur de non-plagiat (A joindre obligatoirement avec le mémoire)

Je, soussigné(e)

Nom et prénom : *CHETOUH Imene*

Régulièrement inscrit (e) :

N de carte d'étudiant : *171734024455*

Année universitaire : 2021/2022

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : *Geologie*

Spécialité : *Geologie de l'ingénieur et Géotechnique.*

Intitulé : *l'étude d'impacts des changements climatique sur les propriétés physico-mécanique des sols (cas Tébessa).*

Atteste que mon mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité, je certifie également que je n'ai ni copié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Sanctions en cas de plagiat prouvé :

L'étudiant sera convoqué devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité de plagiat sont :

- L'annulation du mémoire avec possibilité de refaire sur un sujet différent.
- L'exclusion d'une année de Master.
- L'exclusion définitive.



Fait à Tébessa, le :

Signature de l'étudiant (e)

عن رئيس المجلس العلمي  
ويتضمن منه  
امضاء : عن رئيسي للإدارة الإقليمية



Filière : ..... *Sciences* .....

Spécialité : ..... *Sciences de l'ingénieur et géotechnique* .....

Année universitaire : 2021/2022

## Formulaire de levée de réserves après soutenance d'un Mémoire de Master

### Données d'identification du (des) candidat (s) :

Nom et prénom des candidats :

1. *Soukida Imen*
2. *CHERTOUH Imen*

Spécialité :

*Sciences de l'ingénieur et géotechnique*

Intitulé du Sujet de mémoire :

*L'étude d'impact des changements climatiques sur les propriétés physiques mécaniques des sols (cas de Tébessa)*

### Données d'identification du président de jury :

Nom et prénom :

*Fatou Chen Serrine*

Grade :

*Professeur*

Lieu d'exercice : Université Larbi Tébessi – Tébessa-

Vu le procès-verbal de soutenance du mémoire sus citée comportant les réserves suivantes :

*RAS*

Et après constatation des modifications et corrections suivantes :

*RAS*

Je déclare en ma qualité de président de jury de soutenance que le mémoire cité remplit toutes les conditions exigées et permet au candidat de déposer son mémoire en vue de l'obtention de l'attestation de succès.

Le : *16/06/2022*

Président de jury de soutenance : (Nom/Prénom et signature)

# Remerciements

On ne peut commencer nos remerciements sans nos louanges à ALLAH le tout puissant et Miséricordieux qui nous adonner la force, la persévérance et la volonté de mettre à fin

Notre modeste travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude à Dr. ATHMANIA Djamel d'avoir accepté de diriger ce travail de mémoire, on le remercie aussi pour ces conseils, ses orientations, sa gratitude, sa modestie et pour sa patience avec nous durant toute la période de la réalisation de notre mémoire de master.

On remercie bien vivement nos respectueux professeurs Mr. FEHDI Chemseddine et Mme. AOUN Mounira l'honneur qu'ils nous font en examinant et jurant ce travail Nos remerciements aussi tous les profs de géotechnique et de la géologie pour ses conseils. Aussi tout l'administration de LTPE pour son aide.

On remercie tous ceux et celles qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de cette mémoire.

MERCIE à tous

Imene & Imene



# Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie cet effort à tous qui me sont cher.

Al'âme mon père **Djoudi**, qu'ALLA ait pitié de son âme et l'amène dans ces spatiaux paradis, c'est pour lui que j'ai tout fait et finalement j'ai tenu ma promesse. J'aurais aimé que tu sois à mes côtés ce jour Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour.

A la source de ma force ma mère **Fatoum**, aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulé, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse ALLAH, le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A mes sœurs :my one and only twin « **Ayouta** », **Takoua**, **Sara**, **Douaà**

A la source de succès mes frères : **Mouhamed**, **Amir** et **Amar**.

À la source du bonheur de la joie : **Roudaina** et **Taki-eddine**.

Aux personnes les plus chères de ma vie : **Tata Beya**, **Zaid**, **Rabeh**, **Foufa**, **Joujo**,  
Simsim ...

Aux camarades **IBRAHIM** et **DJABER** qu'ALLA ait pitié de son âme et l'amène dans ces spatiaux paradis

A toute la promo de géotechnique

A toute la famille **CHETOUH** et **HASNAOUI**, tous mes amis et toutes les personnes que je n'ai pas cité.

**CHETOUH Imene**



# اهداء

اولا اشكر الله على احاطتي بتوفيق والستر في كل خطوة

اما بعد اهدي هذا العمل الى من قال فيهما الله

وبالوالدين احسانا أمي و أبي

الي اخوتي اللذين كانوا سندي طيلة المشوار

الي الدكتور فهدى شمس الدين الذي لم يبخل عليا

بالدعم النفسي والمعنوي

الي روح الحاضرين دائما معنا - صحوي إبراهيم و

بوعلي جابر رحمهما الله

الطالبة بوصيدة ايمان



## Table des matières

Table des matières.....	5
Liste des figures .....	8
Liste des tableaux.....	9
Introduction générale : .....	10
<b>CHAPITRE 01 : APERÇU GÉOLOGIQUE.....</b>	<b>12</b>
Introduction.....	13
1-Situation géographique de la wilaya : .....	14
2-Présentation de la région de Tébessa : .....	14
3-Contexte topographique.....	15
4-Géologie locale : .....	16
5- Le climat : .....	17
5-Litho-stratigraphie : .....	18
A-TRIAS.....	18
B -CRETACE .....	19
C- PALEOCENE : .....	19
D- EOCENE.....	20
E- MIOCENE.....	20
F- PLIOCENE.....	20
G- QUATERNAIRE .....	20
7-Tectonique : .....	22
Conclusion : .....	23
<b>CHAPITRE 02 : HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE .....</b>	<b>24</b>
Introduction.....	25
1-Situation hydrologique de la ville : .....	26
2-Nature des écoulements: .....	27
3-Caractéristiques physiques des bassin: .....	27
3-1-Définition et délimitation du bassin versant : .....	27
3-2-La forme: .....	28
3-3- Les altitudes maximale et minimale : .....	29
3-4-Pente moyenne du bassin versant: .....	30
3-5-Les indices de pente d'un bassin : .....	30
4-Le degré de développement du réseau hydrographique : .....	31
5-Le comportement hydrologique: .....	31
6-Les caractéristiques du sol et de son occupation : .....	32
I-Hydro-climatologie : .....	32

1-Caractéristiques climatiques de la région : .....	33
2-Etude des paramètres climatiques : .....	34
2.1. Précipitation : .....	34
2.2. La température : .....	35
<b>CHAPITRE 03 : RESUME DES RAPPORTS DE LABORATOIRE</b> .....	<b>37</b>
Introduction .....	38
I-Impact des changements climatiques sur le sol .....	39
1-Impact des précipitations : .....	39
2-Impact des températures: .....	39
II-Des Rapports De Laboratoires: .....	40
1-Locaux de commerce SKANSKA-TÉBESSA-2011: .....	40
a-Sondages: .....	40
Sondage : 01 .....	40
Sondage : 02 .....	42
b-Interprétation des essais au laboratoire : .....	43
2-logements LPL tranche 2011 DOUKANE : .....	44
a-sondage : .....	44
SONDAGE : 01 .....	44
SONDAGE : 02 .....	46
SONDAGE : 03 .....	48
SONDAGE : 04 .....	50
SONDAGE : 05 .....	52
SONDAGE : 06 .....	54
SONDAGE : 07 .....	55
SONDAGE : 08 .....	57
b-Interprétation des essais au laboratoire : .....	59
3-Base de vie POLICE AÉRIENNE -TÉBESSA (2011) : .....	63
a-sondage : .....	63
SONDAGE : 01 .....	63
SONDAGE : 02 .....	63
b- Interprétation des essais au laboratoire : .....	64
4-clinque FATMI SKANSKA -TÉBESSA (2021) : .....	65
a-sondage : .....	65
SONDAGE : 01 .....	65
b- Interprétation des essais au laboratoire : .....	66
5- ouvrage d'art RAFANA (2019) : .....	67

a-sondage : .....	67
SONDAGE : 01 .....	67
b- Interprétation des essais au laboratoire : .....	70
6- Deux dalot pour le prolongement de la piste 11/29 L'AÉRODROME DE TÉBESSA (2019) : .....	71
a-sondage : .....	71
SONDAGE : 03 .....	71
SONDAGE : 04 .....	73
b- Interprétation des essais au laboratoire : .....	74
Conclusion : .....	76
<b>CHAPITRE 04 : COMPARAISON ET INTERPRETATION DES RESULTATS</b> .....	<b>77</b>
I-Comparaison SKANSKA (entre 2010 et 2021) : .....	78
SONDAGE : 01 (SKANSKA 2010).....	78
SONDAGE : 02 (SKANSKA 2021).....	79
II-Les caractéristique physique et mécanique : .....	80
1.Analyse granulométrie .....	80
2-Equivalent de sable : .....	81
3-Limites d'Atterberg : .....	81
4-Interprétation des résultats : .....	81
II-Comparaison TRIG EL MATAR (entre 2011 et 2019) : .....	82
SONDAGE : 01 (BASE DE VIE 2011).....	82
SONDAGE 02 : ( AERODROM 2019 ).....	83
1-Les caractéristique physique et mécanique : .....	84
2-Analyse granulométrie : .....	84
3-Limites d'Atterberg : .....	85
4-Essai Odométrique : .....	85
5-Interprétation des résultats : .....	85
III-Comparaison DOUKANE (entre 2011 et 2019) : .....	86
Les coupe des sondages : .....	86
SONDAGE : 01 logements LPL tranche (2011) : .....	86
SONDAGE : 01 ouvrage d'art RAFANA (2019) : .....	87
1-Les caractéristique physique et mécanique : .....	88
2-Analyse granulométrie : .....	88
3-Limites d'Atterberg : .....	89
4-Interprétation des résultats : .....	89
Conclusion : .....	90

## Liste des figures

Figure 1:Situation géographique de plaine de Tébessa [Saadallah.o, et sayada.s, (2012)].....	14
Figure 2:Carte topographique de la zone d'étude.[ DJABA.H, (2010)].....	16
Figure 3:carte géologique de la région de Tébessa ROUABHIA A. kader, KHERICI N., BAALI F., DJABRI L. (2003).....	17
Figure 4:situation géographique de Tébessa ( Google map ).....	18
Figure 5:Résumé schématique de la stratigraphie de la plaine de Tébessa.....	22
Figure 6:Réseau hydrographique de la région d'étude .....	26
Figure 7:Les principaux sous bassins versant de la région de Tébessa.....	27
Figure 8:délimitation du bassin versant .....	28
Figure 9:Précipitations annuelles médianes « normales » (1965-95) .....	33
Figure 10:Carte bioclimatique de l'Algérie .....	34
Figure 11:Variations inter annuelle des précipitations sur une période de 14ans (2000-2014).....	34
Figure 12: Températures moyennes interannuelles à la station de Tébessa (2000/2014).....	36
Figure 13: sondage ( 1 ) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	45
Figure 14: sondage ( 2 ) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	47
Figure 15: sondage (3) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	49
Figure 16: sondage (4) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	51
Figure 17: sondage (5) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	53
Figure 18: sondage (7) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	56
Figure 19: sondage (8) LPL tranche 2011 DOUKANE.....	58
Figure 20: clinique FATMI SKANSKA -TÉBESSA.....	65
Figure 21: Sondage 01 caisse 01 profondeur 0.00-7.00 m ouvrage d'art RAFANA.....	68
Figure 22: Sondage 01 caisse 02 profondeur 7.00-11.00 m ouvrage d'art RAFANA.....	68
Figure 23: Sondage 01 caisse 03 profondeur 11.00-15.00 m ouvrage d'art RAFANA.....	69
Figure 24: Sondage 01 caisse 04 profondeur 11.00-15.00 m ouvrage d'art RAFANA.....	69
Figure 25: Sondage 03 caisse N°1 « de 0.00 m à 5.00 m » L' AÉRODROME DE TÉBESSA (2019) .....	72
Figure 26: Sondage 03 caisse N°2 « de 0.00 m à 5.00 m » L' AÉRODROME DE TÉBESSA (2019) .....	72
Figure 27: courbe granulométrique SKNSKA (2010 – 2021) .....	80
Figure 28: courbe granulométrique TRIG EL MATAR (2011-2019) .....	85
Figure 29: courbe granulométrique DOUKANE (2011-2019) .....	89

## Liste des tableaux

Tableau 1: géologie de la wilaya de Tébessa (source DHW Tébessa).....	21
Tableau 2: Températures moyennes interannuelles à la station de Tébessa (2000/2014). ....	35
Tableau 3: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 1 et 2 de SKANSKA .....	43
Tableau 4: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 1 et 2 de DOUKANE .....	59
Tableau 5: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 3 et 4 de DOUKANE .....	60
Tableau 6: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 5 et 6 de DOUKANE .....	61
Tableau 7: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 7 et 8 de DOUKANE .....	62
Tableau 8: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 1 et 2 de .....	64
Tableau 9: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage Clinque FATMI SKANSKA.....	66
Tableau 10: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage Ouvrage d'art RAFANA.....	70
Tableau 11: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 3 L'AÉRODROME DE TÉBESSA .....	74
Tableau 12: les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques du traitement du sol de sondage 4 L'AÉRODROME DE TÉBESSA .....	75
Tableau 13: comparaison des analyse granulométrie de SKANSKA (2010-2021) .....	80
Tableau 14: comparaison Equivalant de sable SKANSKA (2010-2021) .....	81
Tableau 15: comparaison Limites d'Atterberg SKANSKA (2010-2021).....	81
Tableau 16: comparaison Les caractéristique physique et mécanique de TRIG EL MATAR (2011-2019).....	84
Tableau 17: comparaison Analyse granulométrie de TRIG EL MATAR (2011-2019) .....	84
Tableau 18: comparaison Limites d'Atterberg de TRIG EL MATAR (2011-2019) .....	85
Tableau 19: comparaison Essai Odométrique de TRIG EL MATAR (2011-2019) .....	85
Tableau 20: comparaison Les caractéristique physique et mécanique de DOUKANE (2011-2019). ....	88
Tableau 21: comparaison Analyse granulométrie de DOUKANE (2011-2019) .....	88
Tableau 22: comparaison Limites d'Atterberg de DOUKANE (2011-2019).....	89

## **Introduction générale :**

Le sol est le résultat de la désagrégation et l'altération des roches préexistantes ce qui traduit une minéralogie variable des propriétés physico-mécanique instable dans le temps, D'autres facteurs externes comme la précipitation peuvent influencer et changer les caractéristiques physiques et mécaniques.

Le changement climatique est un phénomène mondial qui se produit de façon continue depuis la création de la terre, il y a un cycle chaud et froid marqué dans l'histoire du climat de la terre et le climat a un effet clair sur le sol et sur les propriétés physiques et mécaniques.

De point de vue géologique, la ville de Tébessa a subi plusieurs phases tectoniques causant des failles de différentes directions et les plus importantes sont celles qui forment le fossé de Tébessa qui a affecté directement la morphologie de la région. L'assiette de la ville de Tébessa s'étend sous la forme d'un couloir de direction Est-Ouest, elle se trouve aux piémonts du versant Nord des montagnes (Ozmor, Anoual et Doukkane ...) ; la plaine d'effondrement de Tébessa résulte d'un affaissement des formations crétacées et éocènes, avec comblement progressif d'origine continentale. Cette sédimentation s'est faite principalement depuis les bordures escarpées (argiles, calcaire, marno-calcaire, marnes et gris). les différentes phases tectoniques ont mis en évidence plusieurs fossés subdivisant le grand fossé d'effondrement de Tébessa.

Le sol de Tébessa est un sol de lithologie eu majorité d'argiles limoneuses, des calcaires, marno-calcaire et des marnes changeables avec le temps à condition des changements climatique.

Ce travail est basé sur l'étude d'impact des changements climatiques sur les propriétés physico-mécaniques des sols de Tébessa.

L'objet de cette mémoire est discuté de l'impact du changement climatique sur le sol et vérifier voletions de paramètre physique et mécanique du sol.

Notre argument pour la démarche de cette étude se repose sur la collecte des rapports et études géotechnique fait par les laboratoires des travaux publics de l'est (LTPE), dans différentes zones de la ville de Tébessa.

Le programme d'action pour la réalisation de ce travail Répond aux préoccupations suivantes :

- les changements climatiques, affectent-ils vraiment les propriétés physiques et mécaniques du sol.
  - les propriétés physiques et mécaniques du sol changent elles même si le sol est aux mêmes endroits,
- Afin de répondre à ces questions nous avons adapté le programme suivant :

Le premier chapitre aperçu géologique, Situation géographique de la wilaya de Tébessa, Présentation de la région de Tébessa (topographique, géologique, stratigraphique et Tectonique).

Le deuxième chapitre est consacré à Situation hydrologique de la ville, Caractéristique physiques des bassins ; généralités sur la climatologie de la wilaya

Dans le troisième chapitre, nous présentons quelle que rapport et études géotechnique faite par les laboratoires des travaux publics pour l'Est (LTPE) dans différentes zones de la ville de Tébessa.

Dans le quatrième chapitre on à faire des comparaisons et interprétation des résultats des rapports de la même zone au d'un endroit très proche.

Finalement, une conclusion générale et des résultats des comparaisons.

**CHAPITRE 01 :**  
**APERÇU GÉOLOGIQUE**

### Introduction

La géologie est la science qui étudie les différentes structures de la Terre, dans le but de reconstituer son histoire par l'étude de leur agencement. Elle analyse la composition chimique et les propriétés physiques de ses composantes formant la lithosphère. [1]

L'étude lithologique et stratigraphique des faciès permet de donner plusieurs informations qui sont :

- ❖ La description des différents faciès et l'établissement d'une colonne stratigraphique
- ❖ La description des formations géologique susceptibles d'être aquifères, pour cela, il est à distinguer
- ❖ Un milieu fracturé rencontré dans les formations carbonatées (d'âge Maestrichtien et Turonien) constitue les nappes d'eaux profondes.

La plaine de Tébessa est représentée par des bassins effondrés, caractérisés par des sédiments d'origine continentale, et fait partie de la structure indigène des Aurès Nememcha et de l'Atlas saharien. La zone d'étude (plaine alluviale de Tébessa) est composée de strates sédimentaires, on peut également remarquer :

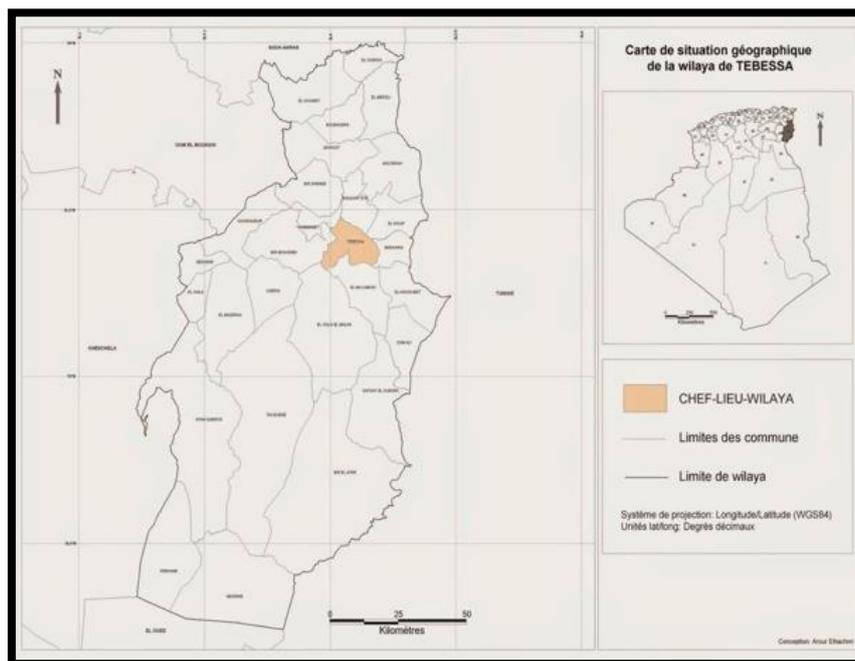
- ❖ Une formation triasique diapirique disloquant des formations sus-jacentes au niveau du Djebel Djebissa.
- ❖ Une formation carbonatée représenté par d'importantes couches calcaire-marneuses et des marnes d'âge crétacé, Cette formation est très nette au niveau des bordures de la plaine.
- ❖ Un important dépôt alluvionnaire d'âge Mio-Plio-Quaternaire qui repose sur la surface de toute la plaine et surtout au piedmont des reliefs accidentés en discordance avec les formations précédentes

## 1-Situation géographique de la wilaya :

La wilaya de Tébessa de point de vue géographique est située à l'extrême Est des hauts plateaux à 40 km frontière Alger-Tunisienne, s'élève à 960 m d'altitude. Elle couvre une superficie de 14339 Km<sup>2</sup> et elle est limitée :

- Souk-Ahras au Nord ;
- Khenchella et Oum El Bougi a l'Ouest ;
- El Oued au Sud ;
- La Tunisie à l'Est.

Sa population est estimée à 648705 habitants, soit d'une densité moyenne de 45hab /km<sup>2</sup> ,elle se caractérise par son extrême jeunesse est son fort taux d'urbanisation, chose qui pousse l'extension de la ville (centre-ville, Daïra et commune) dans les différentes directions.



**FIGURE 1:SITUATION GEOGRAPHIE DE PLAINE DE TEBESSA [SAADALLAH.O, ET SAYADA.S, (2012)]**

## 2-Présentation de la région de Tébessa :

La région de Tébessa est caractérisée essentiellement par des formations allant du trias au quaternaire, elle est marquée par une absence a l'affleurement des terrains de jurassique.

Le plus vieux terrain apparent est d'Age triasique, il affleure sous forme d'argile bariolée a gypse emballant des blocs de :

- ❖ Calcaire roux et dolomie, ces formations triasiques sont distinguées dans le diapir DJ. Djbissa située à la limite sud-est du fossé d'effondrement Tébessa- Morsott.

Selon la notice explicative (Durozoy 1956), les formations dominant dans cette région sont des crétacés, elles caractérisent la majorité des massifs entourant le fossé d'effondrement. [2]

- Au sud-est Djbel kechride est formé par le calcaire du Turonien. au sud de Djbel bouroumane et constitué par des calcaires massifs avec intercalation gréseuse d'Age albo-aptien, il est entouré par des matériaux marno- calcaireux du turonien.
- A l'ouest de Djbel bouroumane on a les massifs d'Anoual, Doukkan et ozmor qui est constitués de calcaires et de marno-calcaire du Turonien.

Le Tertiaire affleure sur la bordure nord-est du fossé d'effondrement, cette bordure est formée par des blocs calcaire du pliocène. Il rencontre aussi Djbel Magrone (au SSE de Tébessa) a Djbel El-kouif et sur les versants sud de Djbel Dyr ou affleure des calcaires de l'éocène.

On note que la région de Tébessa est caractérisée par trois phénomènes qui sont:

- ✓ Le diapirisme.
- ✓ Le fossé d'effondrement.
- ✓ Les plissements.

### **3-Contexte topographique**

La zone étudiée se situe sur une plaine au relief plat en forme de cuvette entourée de chaînes montagneuses à une altitude d'environ 1712 m. présentée par La région de la montagne de Doukkane et l'altitude la plus basse elle est environ 700 m.

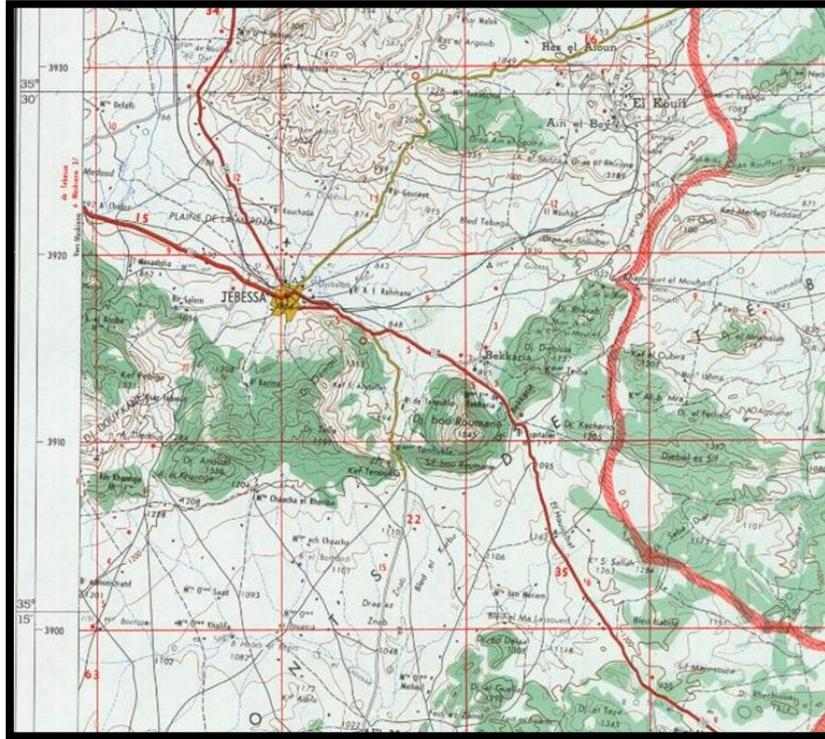
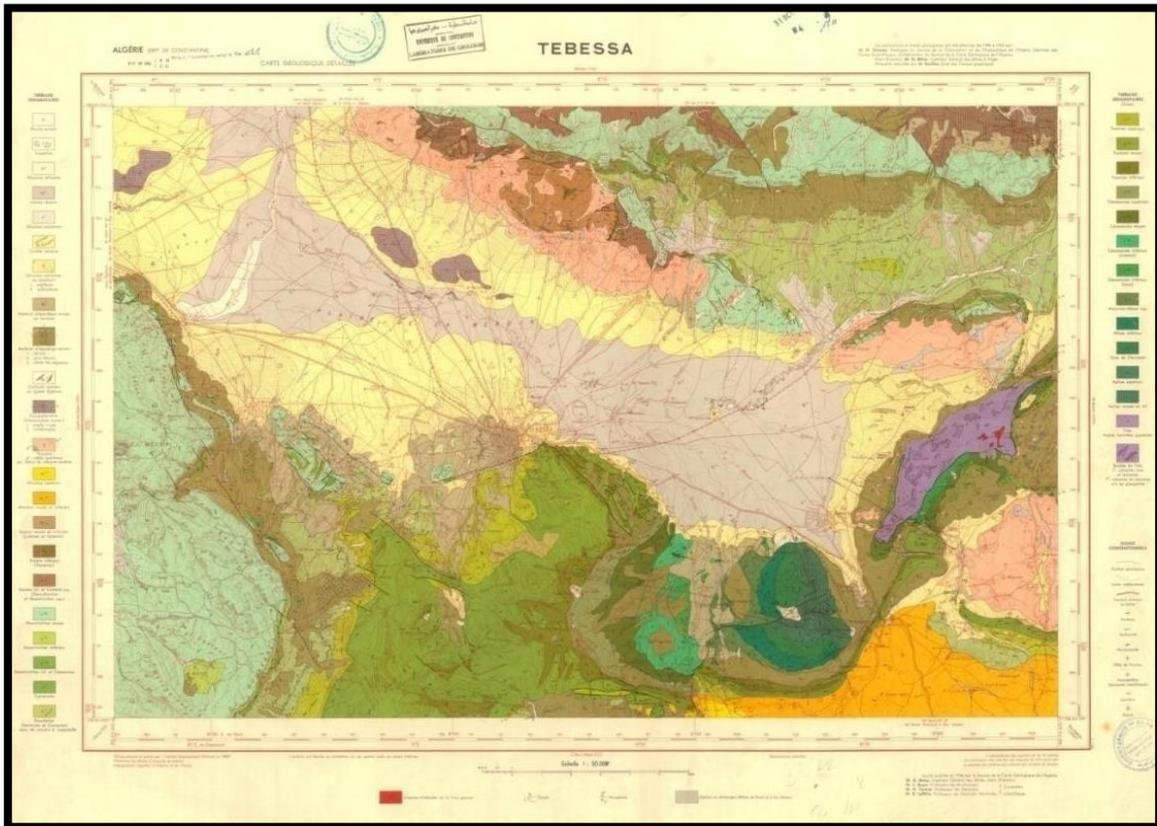


FIGURE 2: CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE. [ DJABA.H, (2010)]

#### 4-Géologie locale :

Les monts de Tébessa situés au Nord de l'accident Sud Atlasique, affleurent dans la partie orientale du bassin Sud-est Constantinois (figure 01). Ils recouvrent une superficie de 200 Km<sup>2</sup> et s'étendent sur une longueur de plus de 40 Km depuis la région de Dj-Dokkane à l'Ouest jusqu'au Dj-Bou Roumane à l'Est en passant par le Dj-Anoual et le Dj-Ozmor au Sud.

La région de Tébessa est limitée, par la latitude 35°.40'.0.5'' au Nord, par la latitude 35°.19'.28'' au Sud, par le méridien 8°.21'.4'' à l'Est, et par le méridien 7°.50'.37'' à l'Ouest.



**FIGURE 3: CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE TEBESSA ROUABHIA A. KADER, KHERICI N., BAALI F., DJABRI L. (2003)**

La plaine de Tébessa fait partie de la structure autochtone Nord-aurésienne (Aurès - Nememcha) de l'Atlas Saharien.

Elle est constituée essentiellement des formations suivantes :

- Une formation triasique diapirique disloquant des formations carbonatées au niveau de Dj-Djebissa.
- Une formation carbonatée représentée d'importantes couches Calcaro-marneuses et Marne d'âge Crétacé, très visible en bordure de la plaine.
- Un important dépôt alluvionnaire Mio-plio-quadernaire qui repose sur la surface de toute la plaine et surtout au piedmont des reliefs accidentés en discordance avec les formations précédentes. [3]

### **5- Le climat :**

La situation géographique occupée par la willaya de Tébessa entre des collines au Nord et le désert au Sud , et son altitude au-dessus du niveau de la mer nous fait distinguer deux types climatiques :

Un climat semi-aride, et l'état prédomine de septembre à mai, qui se caractérise par la pluie et le froid, et les sommets des montagnes sont recouverts de neige pendant cette période.

Un climat désertique règne de mai à août, caractérisé par la sécheresse et des vents violents du sud.



FIGURE 4: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE TEBESSA ( GOOGLE MAP )

### 5-Litho-stratigraphie :

La zone d'étude est caractérisée par des formations sédimentaires de l'ère quaternaire. Grande fosse d'éboulement presque recouverte d'alluvions représentées par des marnes ou des argiles caillouteuses. La ville de Tébéssa est située dans un bassin de glissement de terrain entouré de montagnes, à une altitude de 800 à 1600 m. Il est essentiellement constitué par le binôme montagne-plaine, où l'aspect montagneux occupe plus de 50% de la surface totale. Les massifs culminent à plus de 1 500 m d'altitude et encadrent la plaine de Merdja, qui est un bassin d'affaissement qui s'étend à l'ouest, dans sa partie sud et sud-est. [4]

#### A-TRIAS

Il apparaît sous forme de diapir au niveau de la zone de Bekkaria (Djebel Djebessa), Bir D'heb (Dj Belkfif), Dj Hammamet et au nord de Morsott. Il est représenté par des argiles et du gypse. Ces argiles sont entaillées par des oueds sur des épaisseurs considérables. Cette formation est constituée de calcaires roux dolomitiques en gros bancs et de dolomie en plaquettes noires et qui a une grande importance sur la salinité de la nappe.

### **B -CRETACE**

- **l'Aptien** : Celui-ci est représenté par de gros bancs massifs et épais, de calcaires bréchiques à ciment dolomitique, de calcaires graveleux et bioclastiques à orbitolines et de mollusques. Parfois, on rencontre des intercalations de quelques niveaux de marnes feuilletées de couleur rouge violacée ou verte. On note la présence de quelques lamellibranches, de moules internes de Gastéropodes au niveau de Djebel Bouroumane. Cette formation peut atteindre 450 mètres d'épaisseur.

- **L'Albien Vraconien** : L'Albien est marqué par une alternance de bancs de calcaires bruns, épais très dure avec des bancs de calcaires à rudistes. Son épaisseur varie de 10 à 60 mètres. La présence de marnes noires est notable. Le Vraconien est bien caractérisé par des calcaires gris en plaquettes et petits bancs. Ces assises constituent le bas des pentes de Djebel Bouroumane.

- **Cénomaniens** : Au sommet, environ 300 mètres de marnes grises sont intercalées de calcaires contenant des lumachelles à huîtres, Echinodermes et Ammonites. Vers le bas, on rencontre des marnes grises, peu verdâtres sans intercalations calcaires. Il est présent à l'Est de Djebel Djébessa.

- **Turonien Inférieur** : Il s'agit de gros bancs de calcaires gris renfermant des gastéropodes et de rares Madréporaires. On rencontre aussi quelques niveaux de calcaires plus argileux en bancs moins épais, contenant des inocérames allongés.

- **Turonien supérieur** : Il est caractérisé par de fréquents intervalles, qui s'étale jusqu'au Coniacien, avec une épaisseur de 50 m, puis, il est représenté par une formation marneuse de 150 m d'épaisseur. Au niveau de sa base, on trouve des bancs de calcaires individualisés renfermant des lumachelles et des Foraminifères.

- **Coniacien-Santonien** : C'est une série épaisse de 250 m constituée de marnes noires ou vertes.

- **Maastrichtien Inférieur** : Les marnes grises qui le caractérisent sont souvent masquées par les éboulis. Au pied de Draa Mzara au-dessus d'Ain Chabro, les marnes passent au marno-calcaires blancs. Le Maastrichtien inférieur comprend des calcaires massifs grisâtres, renfermant parfois de nombreuses empreintes d'inocérames et globotruncana justifiant leur appartenance à ce sous-étage.

- **Maastrichtien Supérieur** : Il s'agit d'une puissante série de marnes noires manifestant quelques intercalations calcaires à la base. On note la présence de quelques passages gypseux ou pyriteux. Des ammonites et des foraminifères caractérisent l'âge maastrichtien supérieur.

### **C- PALEOCENE :**

- **Paléocène Inférieur** : Il est constitué de 75 à 100 m de calcaires argileux gris, un peu crayeux, en petits bancs, alternant des marnes grises. La microfaune de globigérines caractérise le Danien.

**-Paléocène Moyen** : Il s'agit d'une formation marneuse grise et homogène. Au sommet, apparaissent de rares bancs de calcaires argileux ayant de minces niveaux phosphatés.

**-Paléocène Supérieur** : Il est représenté de marno-calcaires blanc en petits bancs souvent noduleux à silex. On signale la présence de quelques intercalations phosphatées, surtout à la base. Cette formation est très visible au Dj Dyr et El Kouif. Elle caractérise le Thanétien.

### D- EOCENE

**- Yprésien- Lutétien Inférieur** : Il se manifeste par des bancs de calcaires massifs, à gros silex, refermant des Huîtres et des Lumachelles, surtout au niveau de Djbel Dyr.

### E- MIOCENE

**-Miocène Moyen (Langhien-Serravalien)** : Il est marqué par une série régressive de sable. la série dans sa partie basale est littorale, elle devient deltaïque puis fluviale. Au sommet, on rencontre une croûte ferrugineuse continentale.

**- Miocène Supérieur (Tortonien)** : Il est représenté par une série de sable fluviatile. En haut, cette formation sableuse devient argileuse à quelques passages gypseux.

### F- PLIOCENE

**-Villafranchien**: Il est marqué par des argiles rouges et des conglomérats au niveau des contreforts de djebel Djebissa. Ces derniers recouvrent largement les calcaires éocènes en bordure de la plaine aux environs de Bekkaria. Les sédiments de cet étage constituent le matériel de comblement du fossé et caractérisent le Pliocène supérieur.

**-Matériel d'épandage ancien** : Il s'agit de cailloutis et d'argile peu épais. Il est représenté également par des éboulis de cône de déjection provenant de la destruction des calcaires maestrichtiens.

### G- QUATERNAIRE

– **Alluvions anciennes** : Au pied des massifs calcaires on rencontre des brèches étendues sur les marnes. Leur épaisseur est de quelques mètres. Des alluvions anciennes composées d'argiles et de cailloutis se sont constituées à partir des marnes sénoniennes ou cénomaniennes. Il est probable que les cailloutis aient pris naissance à partir des calcaires maestrichtiens. L'épaisseur de cette formation varie entre 300 - 400 m.

**- Limons récents** : Ils se sont développés surtout dans la grande vallée de l'oued El Kebir. Ils sont représentés par des dépôts alluvionnaires [5] .

**TABLEAU 1: GEOLOGIE DE LA WILAYA DE TEBESSA (SOURCE DHW TEBESSA)**

<b>Étage</b>	<b>Faciès</b>
<b>Quaternaires</b>	Eboulis actuels travertin déposés par les sources, alluvions anciennes croûtes calcaires dues à l'évaporation d'eau, alluvions anciennes de piedmont anguleuses ou caillouteuses matériel pendage ancien entassé.
<b>Pliocene continental</b>	Conglomérats a éléments bien arrondis et mauvaise héricité cimentés par des argiles à brins rouge formation prise parfois dans des côtes pulvérulentes de couleur rose saumon.
<b>Pontien</b>	Argile et sable plus ou moins argileux lentilles de calcaires lacustres.
<b>Miocene</b>	Sable et graviers quartzeux blancs à traces ferrugineux parfois argiles feuilletés de couleurs vert claire.
<b>Eocène</b>	Calcaire massif à silex en blanc épaisseur 5m de calcaire marneux blanc à la base marne et calcaire marneux à silex Marnes noirs ou jaunâtre parfois gypseuse ou pyriteuse rare petit blanc marno calcaire.
<b>Crétacé</b>	Calcaire massif, marne argileux verdâtre, marne à gypse Calcaire argileux en plaquettes Argile marno-calcaire dolomitique gris, marne grise à verdâtre, marno- calcaire gris mince schisteux.
<b>Trias</b>	Argile rouge à gypse Te : calcaire et calcaire dolomitiques noirs en plaquettes. M: blanc de calcaire roux dolomitique.

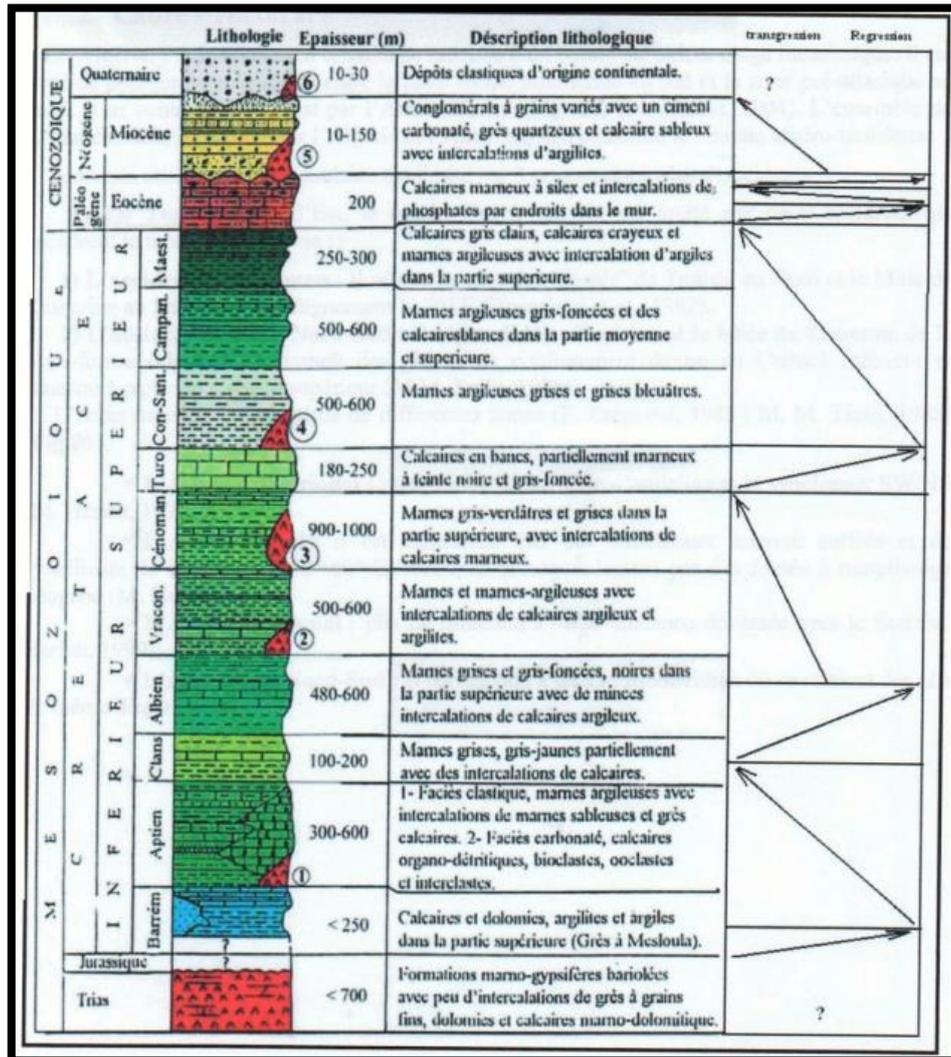


FIGURE 5: RESUME SCHEMATIQUE DE LA STRATIGRAPHIE DE LA PLAINE DE TEBESSA.

### 7-Tectonique :

Le fossé d'effondrement de Tébessa est le résultat de mouvements récents du socle prolongeant celui de Kasserine à l'est en Tunisie et plongé au N.W par celui de Morsott, Ce graben recoupe d'anciennes structures orientées SW-NE pas bien visible dans les limites de la feuille.

- ❖ Anticlinale du Djebel ESSENE passe un peu au Nord de Koudiat-E'Sefra.
- ❖ Synclinal du Djebel ESSENE passe, passant par Djebel Mestoui.
- ❖ Anticlinale secondaire de Gouray, passant par Ksar Gouray.
- ❖ Synclinal du Kouif.
- ❖ Anticlinale de Djebissa.

Ces structures ante-miocène sont simples et les failles datent de cette époque sont rares, On rencontre uniquement la faille de Tnoukla (1<sup>er</sup> phase), et la faille de Gouray, Les effondrements post-miocènes ont une direction constituant un système très général dans la région.

La fosse d'effondrement de Tébessa est la conséquence des mouvements tectoniques qui a subi cinq différentes phases d'origine Alpine étant responsables de la formation des grabens et des horsts, ainsi que des structures plissées. [5]

### **Conclusion :**

La plaine d'effondrement de Tébessa résulte d'un affaissement des formations crétacées et éocènes , avec comblement progressif d'origine continentale. Cette sédimentation s'est faite principalement depuis les bordures escarpées (calcaire, marno/calcaire, marnes et grés). L'ampleur de l'effondrement atteindrait les 800 m , Les différentes phases tectoniques ont mis en évidence plusieurs fossés subdivisant le grand fossé d'effondrement de Tébessa

Enfin, la tectonique et la structure du bassin ainsi que les formations carbonatées du Crétacé aux bordures et du Mio-Plio-Quaternaire au centre ont fait que la plaine Tébessa est considérée comme un des grands réservoirs en eaux souterraines dans la région.

**CHAPITRE 02 :  
HYDROLOGIE ET  
HYDROGEOLOGIE**

### **Introduction**

L'hydrologie de surface est la science qui traite essentiellement des problèmes qualitatifs et quantitatifs des écoulements à la surface des continents. Ces problèmes se ramènent généralement à des prévisions (associer à une date une certaine grandeur) ou des prédéterminations (associer à une grandeur une certaine probabilité) de débits ou de volume en un point ou sur une surface. Dans une première phase, à chaque problème particulier qui se posait, la réponse de l'hydrologue s'appuyait sur des observations effectuées au point particulier intéressant. Il en déduisait les solutions recherchées : alimentation en eau, protection contre les crues, possibilité de navigation, *etc.* On en arrive alors à un deuxième stade où l'hydrologue n'est plus obligé d'établir de nouvelles stations pour résoudre un problème. Il peut obtenir des résultats en extrapolant ceux enregistrés sur des stations du réseau original, voisines ou comparables. Il peut également se contenter d'une station nouvelle (station tertiaire ou station de projet), mais observée sur une courte période. Les données de cette station seront étendues par corrélation avec celles, plus longues, du réseau original.[6]

### 1-Situation hydrologique de la ville :

Lassiette de la ville de Tébessa s'étend sur un couloir Est-Ouest suivant la route nationale N10 Constantine –Tunisie. Elle se trouve aux piémonts du versant Nord des montagnes ( Djbel Ozmor, Djbel Anouar, Djbel Doukkane )

Le chevelu hydrographique est intense, les principaux sous bassins versants qui influencent particulièrement la situation hydrologique de la ville sont (Figure 6) :

- Le bassin versant d'oued Nagues ;
- Le bassin versant d'oued Rafana ;
- Le bassin versant d'oued Es-sgui ;
- Le bassin versant d'oued Ghezala ;
- Les sous bassin 1,2 et 3 déversant dans la plaine de Taghda ;
- Le bassin versant d'oued Zaarour ;
- Les bassin versant d'oued mraghdia ;
- Le bassin versant d'oued Elanba ;
- Le bassin versant d'oued chabro ;[5]

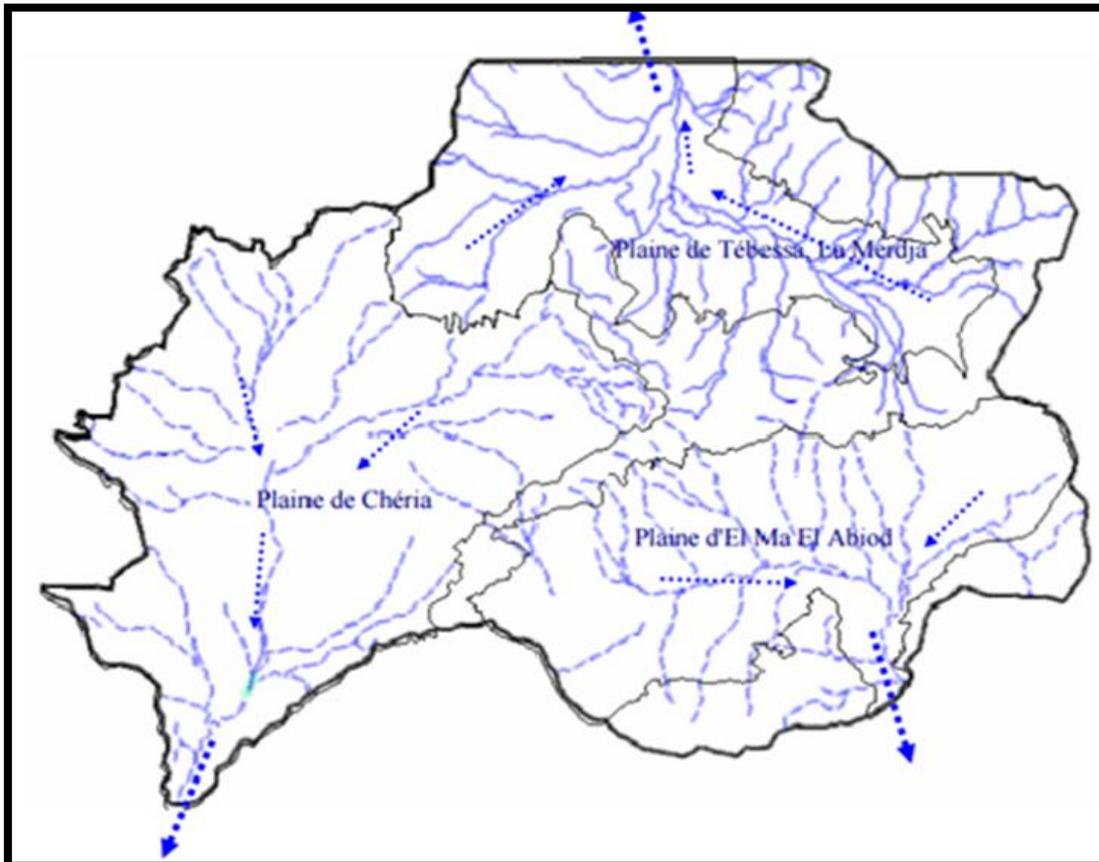


FIGURE 1:RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE

## 2-Nature des écoulements:

Après enquête sur terrain et observation nous pouvons conclure qu'en amont, les écoulements sont torrentiels et s'accompagnent souvent d'importante charriage ( blocs de roches , détritux ....) ; En aval , et au niveau de la plaine c'est un épandage des eaux qui provoque l'obturation des canaux par manque d'entretien et/ou urbanisation avancé .[5]

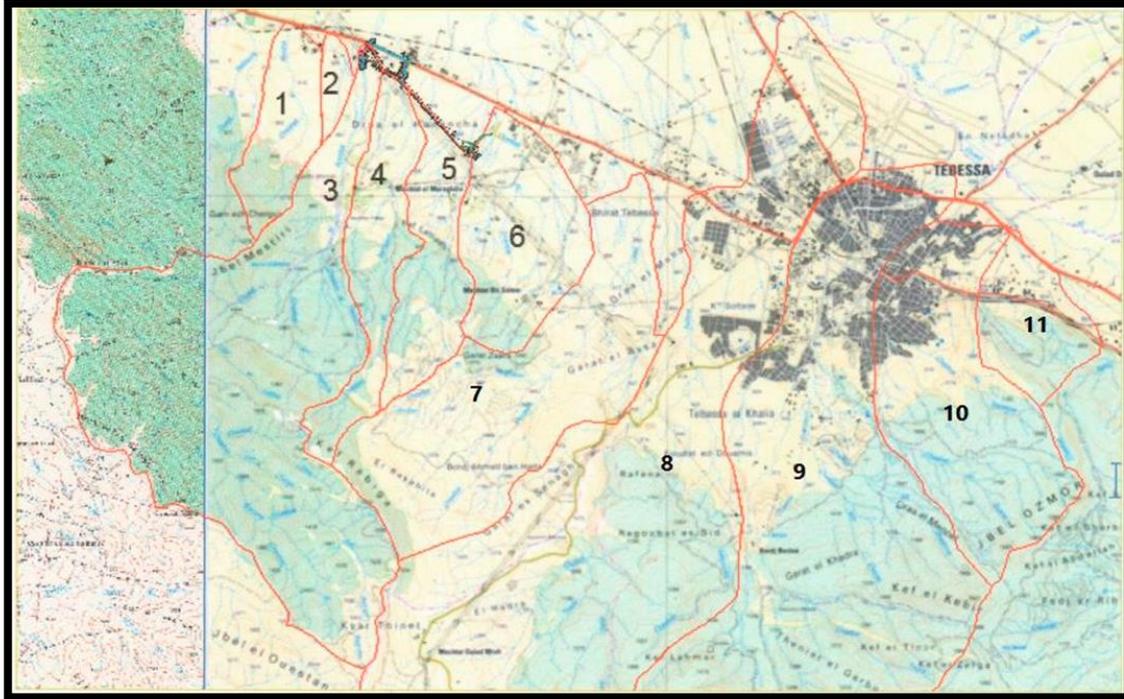


FIGURE 2:LES PRINCIPAUX SOUS BASSINS VERSANT DE LA REGION DE TEBESSA

## 3-Caractéristiques physiques des bassins:

### 3-1-Définition et délimitation du bassin versant :

Le bassin versant représente, en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique.

Considérons une section d'une rivière, on définit le bassin versant de cette rivière pour la section considérée comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents amont. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit traverser la section normale considérée pour poursuivre son trajet vers l'aval.

Le bassin versant qui peut être considéré comme un " système " est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

Le bassin versant sera donc limité par des lignes de partage des eaux. S'il n'y a pas d'écoulement souterrain, en général, la ligne de partage correspond à la ligne de crêtes le

cheminement de l'eau n'est déterminé que par la topographie. On parle alors de *bassin versant topographique*.

Le bassin versant hydrologique est alors confondu avec le bassin versant topographique que l'on peut déterminer à partir d'une carte topographique.

Toutefois, la délimitation topographique nécessaire à la détermination en surface du bassin versant naturel n'est pas suffisante. Lorsqu'un sol perméable recouvre un substratum imperméable, la division des eaux selon la topographie ne correspond pas toujours à la ligne de partage effective des eaux souterraines (Figure 8).

Il se peut qu'une partie des eaux tombées à l'intérieur du bassin topographique s'infilte puis sorte du bassin par le sous sol (ou inversement). Le bassin versant est alors différent du bassin versant délimité strictement par la topographie. La géologie du bassin est prise en considération pour sa délimitation. On parle dans ce cas de bassin versant réel ou bassin versant hydrogéologique. [5]

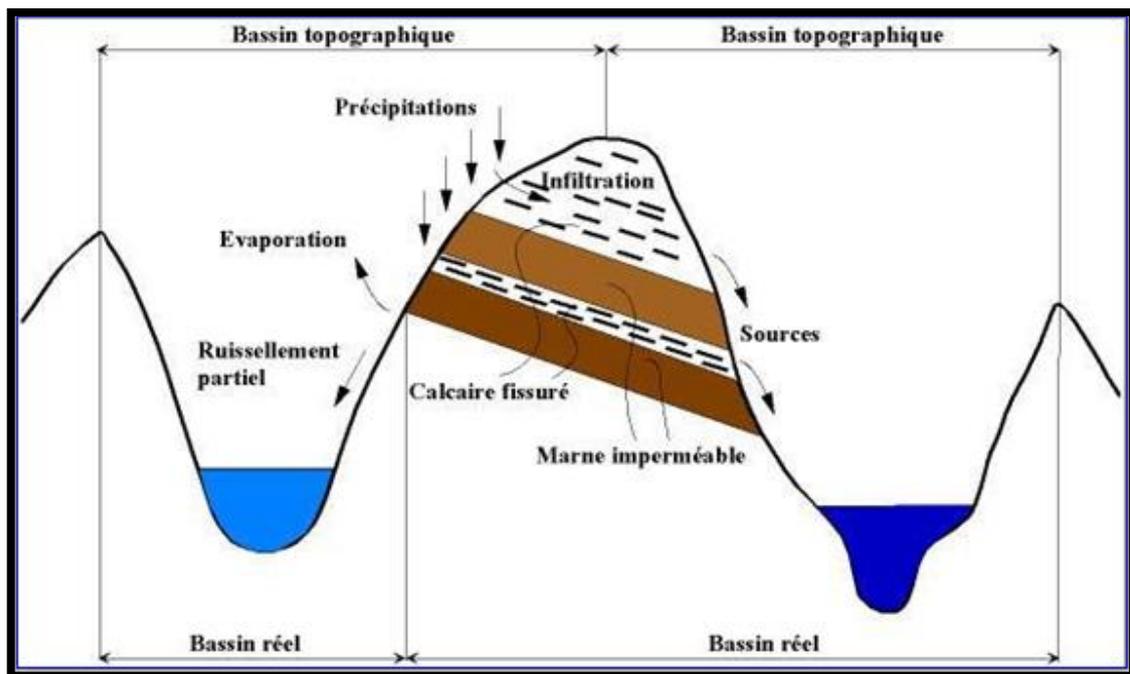


FIGURE 3: DELIMITATION DU BASSIN VERSANT

### 3-2-La forme:

La forme du bassin versant conditionne son comportement hydrologique (ruissellement). La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydro-gramme à l'exutoire du bassin versant. Par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. Ce phénomène est lié à la notion de temps de concentration.

Il existe différents indices morphologiques permettant de caractériser le milieu, mais aussi de comparer les bassins versants entre eux.

L'indice de compacité de Gravelius (1914)  $K_G$ , défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface :

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :  $K_G$  est l'indice de compacité de Gravelius,

A : surface du bassin versant [ $\text{km}^2$ ],

P : périmètre du bassin [km].

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée.[5]

### 3-3- Les altitudes maximale et minimale :

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire. Ces deux données deviennent surtout importantes lors du développement de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, la précipitation et le couvert neigeux. Elles déterminent l'amplitude altimétrique du bassin versant et interviennent aussi dans le calcul de la pente.[5]

#### a- L'altitude moyenne:

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique ou de la lecture d'une carte topographiques. On peut la définir comme suit:

$$H_{moy} = \frac{\sum A_i \cdot h_i}{A}$$

Avec :  $H_{moy}$  : altitude moyenne du bassin [m] ;

$A_i$  : aire comprise entre deux courbes de niveau [ $\text{km}^2$ ] ;

$h_i$  : altitude moyenne entre deux courbes de niveau [m] ;

A : superficie totale du bassin versant [ $\text{km}^2$ ].

L'altitude moyenne est peu représentative de la réalité. Toutefois, elle est parfois utilisée dans l'évaluation de certains paramètres hydrométéorologiques ou dans la mise en œuvre de modèles hydrologiques.[5]

### **b-L'altitude médiane**

L'altitude médiane correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la courbe hypsométrique. Cette grandeur se rapproche de l'altitude moyenne dans le cas où la courbe hypsométrique du bassin concerné présente une pente régulière.[5]

### **3-4-Pente moyenne du bassin versant:**

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin. Elle est considérée comme une variable indépendante. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct - donc sur le temps de concentration  $t_c$  - et influence directement le débit de pointe lors d'une averse.

Plusieurs méthodes ont été développées pour estimer la pente moyenne d'un bassin. Toutes se basent sur une lecture d'une carte topographique réelle ou approximative. La méthode proposée par Carlier et Leclerc (1964) consiste à calculer la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires comprises entre deux altitudes données.

Une valeur approchée de la pente moyenne est alors donnée par la relation suivante :

$$i_m = \frac{D \cdot L}{A}$$

Où  $i_m$  : pente moyenne [m/km ou ‰],

$L$  : longueur totale de courbes de niveau [km],

$D$  : équidistance entre deux courbes de niveau [m],

$A$  : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>].

Cette méthode de calcul donne de bons résultats dans le cas d'un relief modéré et pour des courbes de niveau simples et uniformément espacées. Dans les autres cas, il convient de styliser les courbes de niveau pour que leur longueur totale ait un sens réel vis-à-vis de la pente.

Le calcul de la pente moyenne tout comme celui de leur exposition (orientation des pentes) peut-être assez facilement automatisée en se basant sur des données numériques représentant la topographie des bassins versants (Modèle Numérique d'Altitude). Le recours à ces données et méthodes est vivement encouragé.[5]

### **3-5-Les indices de pente d'un bassin :**

Le calcul de la pente moyenne du bassin tient compte de la dénivellation et de la longueur  $L$ , mais non de la position relative des différentes courbes de niveau.

Le temps et l'amplitude du ruissellement dans les bassins sont très influencés par la répartition

de la superficie en fonction du relief. C'est pour cela que les hydrologues calculent d'autres indices de pentes

Pour mieux analyser le ruissellement dans un bassin donné.[5]

#### 4-Le degré de développement du réseau hydrographique :

Les eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Le réseau hydrographique est sans doute une des caractéristiques les plus importantes du bassin. L'intensité et la répartition du ruissellement sont fonction de la longueur et de la densité du réseau hydrographique. Ce dernier peut prendre une multitude de formes. La différenciation du réseau hydrographique d'un bassin est due à quatre facteurs principaux.

- ❖ **La géologie** : par sa plus ou moins grande sensibilité à l'érosion, la nature du substratum influence la forme du réseau hydrographique. La structure de la roche, sa forme, les failles, les plissements, forcent le courant à changer de direction.
- ❖ **Le climat** : le réseau hydrographique est dense dans les régions montagneuses très humides et tend à disparaître dans les régions désertiques.
- ❖ **La pente du terrain**, détermine si les cours d'eau sont en phase érosive ou sédimentaire. Dans les zones plus élevées, les cours d'eau participent souvent à l'érosion de la roche sur laquelle ils s'écoulent. Au contraire, en plaine, les cours d'eau s'écoulent sur un lit où la sédimentation prédomine.
- ❖ **La présence humaine** : le drainage des terres agricoles, la construction de Barrages, la protection des berges et la correction des cours d'eau modifient continuellement le tracé originel du réseau hydrographique. Afin de caractériser le réseau hydrographique, il est souvent utile de reporter son tracé en plan sur une carte à une échelle adéquate. L'utilisation de photographies analogiques ou numériques est utile à cette identification.[6]

#### 5-Le comportement hydrologique:

L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin versant (système hydrologique) s'effectue le plus souvent par le biais de l'étude de la réaction hydrologique du bassin face à une sollicitation (la précipitation). Cette réaction est mesurée par l'observation de la quantité d'eau qui s'écoule à l'exutoire du système. La représentation graphique de l'évolution du débit  $Q$  en fonction du temps  $t$  constitue un **hydro-gramme** de crue. La réaction du bassin versant peut également être représentée par un **luminogramme** qui n'est autre que la représentation de la hauteur d'eau mesurée en fonction du temps.

La réaction hydrologique d'un bassin versant à une sollicitation particulière est caractérisée par sa vitesse (temps de montée  $t_m$ , défini comme le temps qui s'écoule entre

l'arrivée de la crue et le maximum de l'hydro-gramme) et son intensité (débit de pointe  $Q_{max}$ , volume maximum  $V_{max}$ , etc.). Ces deux caractéristiques sont fonction du type et de l'intensité de la précipitation qui le sollicite mais aussi d'une variable caractérisant l'état du bassin versant: le **temps de concentration** des eaux sur le bassin.

### **6-Les caractéristiques du sol et de son occupation :**

Le type de sol, le couvert végétal et l'occupation des terres jouent un rôle très important dans la réponse hydrologique d'un bassin versant à une sollicitation donnée (précipitation).

#### **a-La nature du sol:**

La nature du sol a une influence sur le régime d'écoulement. En effet, le taux d'infiltration, le taux d'humidité, la capacité de rétention, les pertes initiales, le coefficient de ruissellement ( $C_r$ ) sont fonction du type de sol et de son épaisseur. Les terrains perméables tels que les sables favorisent l'infiltration au détriment du ruissellement. La perméabilité des sols représente donc un facteur modérateur des crues.[7]

#### **b-Le couvert végétal**

Le couvert végétal retient selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une partie de l'eau atmosphérique. Cette eau interceptée est soustraite à l'écoulement de surface. Les forêts par exemple jouent un rôle régulateur des crues et diminuent l'érosion. Elles limitent le ruissellement en offrant une plus grande rugosité à l'écoulement des eaux.

#### **c-L'occupation des terres**

Elle est liée à l'activité humaine agricole ou urbaine. Selon la nature de l'intervention, l'homme peut limiter l'érosion (en plantant des arbres, des haies...) ou au contraire favoriser le ruissellement (en imperméabilisant des surfaces par exemples).[7]

### **I-Hydro-climatologie :**

La climatologie est un facteur très important pour la connaissance des caractéristiques hydro-climatiques ou le régime d'infiltration d'eau. Les caractéristiques climatiques influencent les variations des réserves des eaux souterraines, c'est pourquoi il est impératif de connaître leurs évolutions dans le temps et dans l'espace

Les précipitations qui agissent directement sur l'écoulement superficiel d'un bassin versant de même pour les températures ont aussi une grande influence sur l'écoulement, l'évaporation favorise le déficit de l'écoulement, l'humidité et l'aridité qui diminue progressivement les caractéristiques du sol ; tout ça elle est Impact significatif sur le Mécanique et physique de sol.

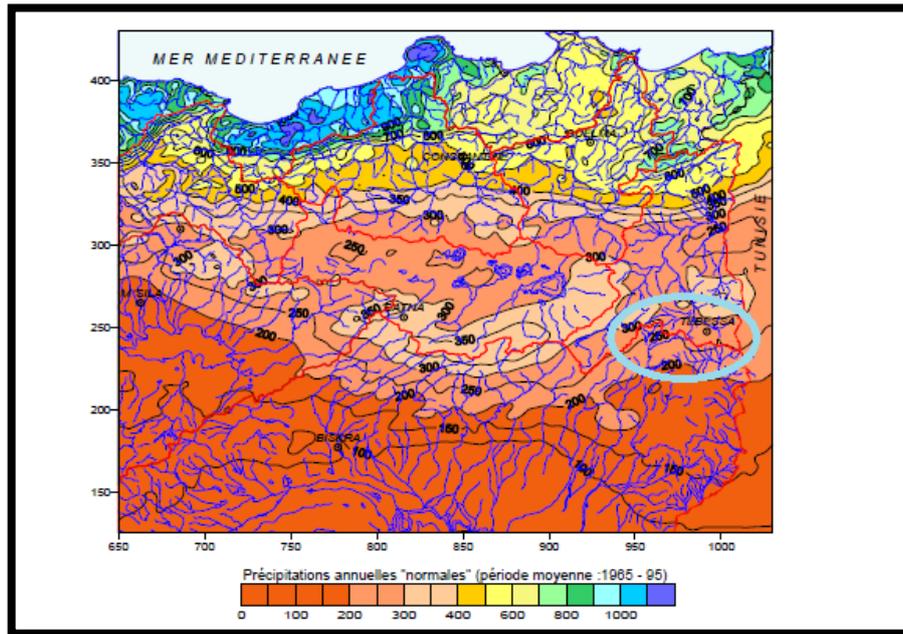


FIGURE 4:PRECIPITATIONS ANNUELLES MEDIANES « NORMALES » (1965-95)

### 1-Caractéristiques climatiques de la région :

L'Algérie, du fait de sa situation géographique se trouve partagée en trois zones climatiques distinctes (fig.10) ; la première à climat méditerranéen au Nord, la seconde à climat semi-aride vers l'intérieur du pays (hauts plateaux) et enfin un climat aride qui caractérise le grand Sahara.

La Wilaya de Tebessa est une zone de transition météorologique, elle considérée comme une zone agropastorale avec une présence d'un nombre important de phénomène : ( pluie, neige, chasse neige, gelée, grêle, crue, et vent violent)

Cette région se distingue par 3 étages bioclimatiques :

1. La sube-humide de (400à500mm/an) ; très peut étendu, elle ne couvre que quelques lots limités « les sommets de reliefs : (Djebelle-serdiés et Djebelle-Bouromene)
2. Le sub-aride (200à300mm/an) : il couvre les plateaux steppiques (d'Oum-Ali, Saf-Saf el Ousra, Thlidjene et Bir-el Ater.)
3. L'Arde ou Saharien doux (Inférieure a 200mm/an) : commence et se prolonge au delà de l'Atlas-saharien et couvre les plateaux de Négrine et Ferkene.[8]

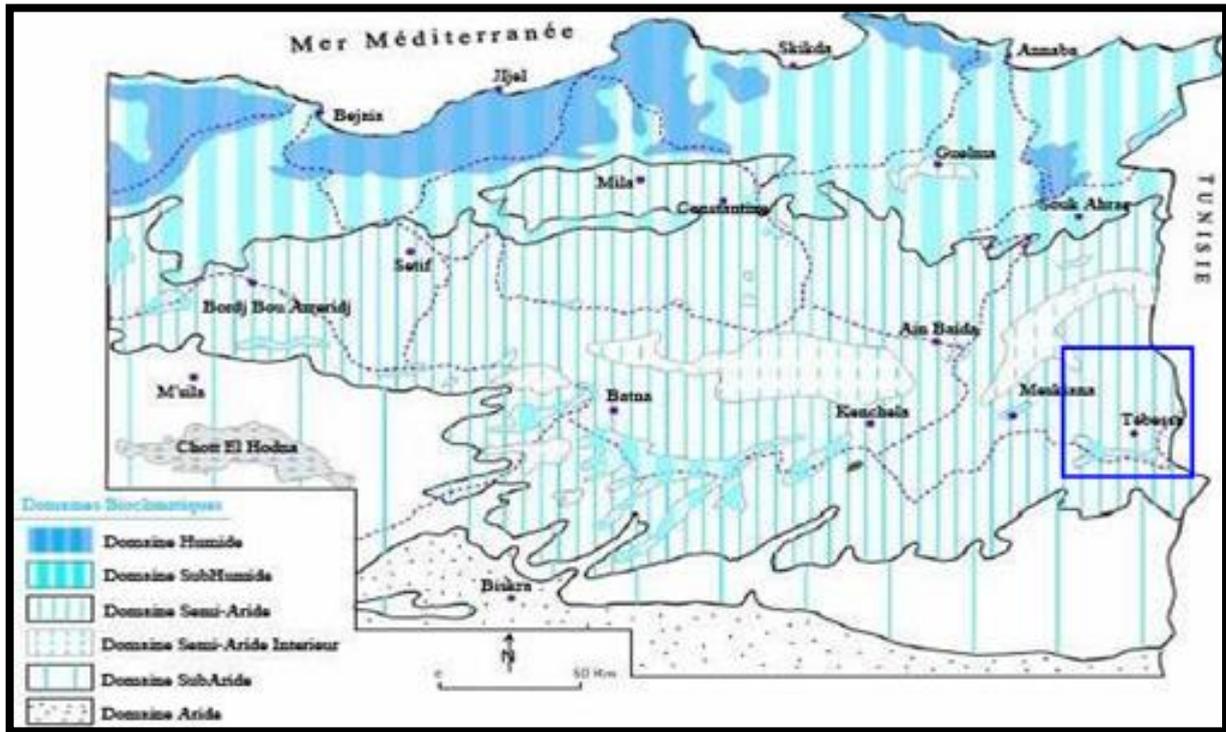


FIGURE 5: CARTE BIOCLIMATIQUE DE L'ALGERIE

## 2-Etude des paramètres climatiques :

### 2.1. Précipitation :

La précipitation est un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. Elle conditionne l'écoulement saisonnier ainsi que les régimes de cours d'eau. La pluviosité augmente avec l'altitude et diminue à mesure que l'on s'éloigne de la mer.

Dans cette station, nous avons une série d'observation de 14 ans (de 2000-2014). [8]

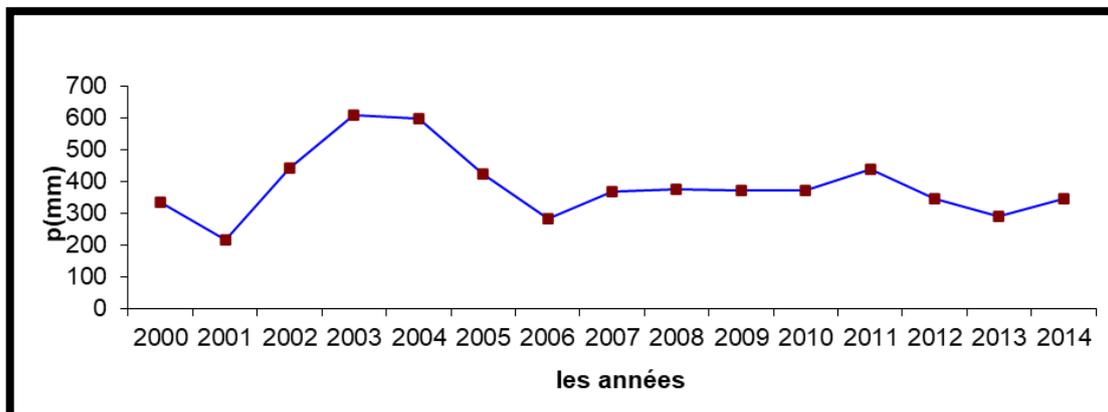


FIGURE 6: VARIATIONS INTER ANNUELLE DES PRECIPITATIONS SUR UNE PERIODE DE 14 ANS (2000-2014)

D'après la courbe de répartition inter annuelle de la précipitation et le tableau des valeurs moyennes mensuelles durant cette période d'observation, nous pouvons admettre que la précipitation est très faible dans l'ensemble et présente une grande irrégularité de moyennes annuelles. L'année (2003-2004) est la plus pluvieuse (609.5mm) contre (217.5mm) pour l'année (2001-2002), ce qui représente une différence de (392mm), alors que la moyenne annuelle sur ces 14 ans est de l'ordre de (415.46mm)

## **2.2. La température :**

La température est un élément très important du climat qui joue un rôle déterminant pour le bilan hydrologique. Les données des températures mensuelles et annuelles permettent de dégager certaines caractéristiques comme la division de l'année en saisons thermiques.

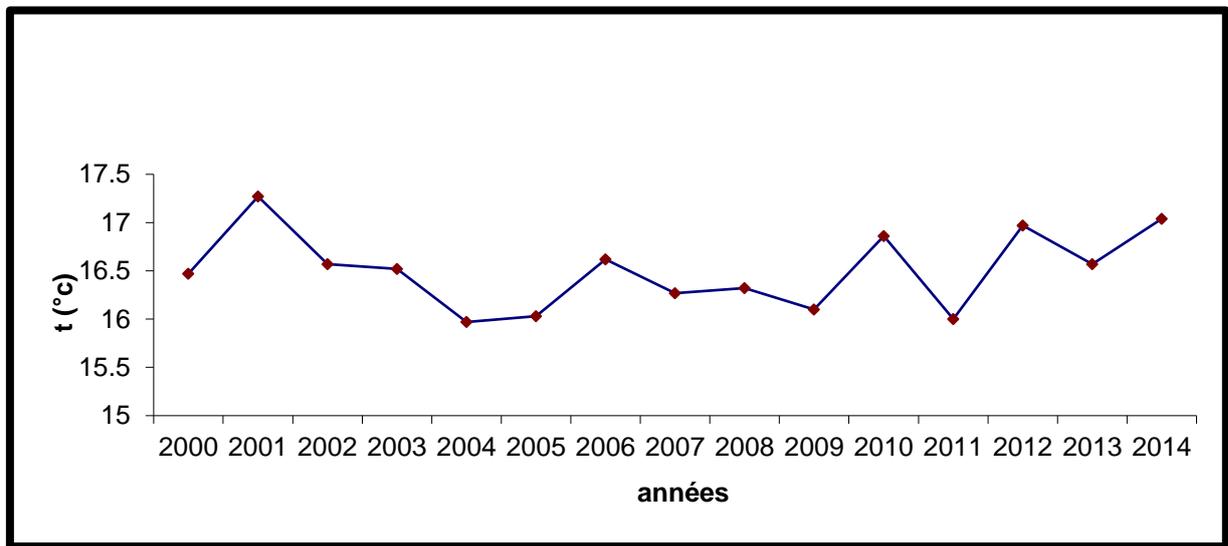
Les températures n'ont jamais fait l'objet de mesure. La région d'étude ne possède pas de station de mesure pour ce facteur, la plus proche est celle de Tébessa aéroport, située à 809 m d'altitude au Nord de la ville, qui a servi de référence.

Les données des températures disponibles sont des valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de cette station sur une période de 14 ans entre 2000 et 2014 . [8]

**TABLEAU 1: TEMPERATURES MOYENNES INTERANNUELLES A LA STATION DE TEBESSA (2000/2014).**

<b>Années</b>	<b>T (°C)</b>
<b>2000</b>	<b>16.47</b>
<b>2001</b>	<b>17.27</b>
<b>2002</b>	<b>16.57</b>
<b>2003</b>	<b>16.52</b>
<b>2004</b>	<b>15.97</b>
<b>2005</b>	<b>16.03</b>
<b>2006</b>	<b>16.62</b>
<b>2007</b>	<b>16.27</b>
<b>2008</b>	<b>16.32</b>

<b>2009</b>	<b>16.1</b>
<b>2010</b>	<b>16.86</b>
<b>2011</b>	<b>16.0</b>
<b>2012</b>	<b>16.97</b>
<b>2013</b>	<b>16.57</b>
<b>2014</b>	<b>17.04</b>



**FIGURE 7: TEMPERATURES MOYENNES INTERANNUELLES A LA STATION DE TEBESSA (2000/2014).**

A travers les information climatique à l'échelle de la région étudiée nous avons remarqué que les précipitations sont très variables dans le temps et stables dans l'espace, les températures présentent une légère augmentation progressive ; traduisant le réchauffement climatique qui constitue l'ordre du jour actuel des météorologues du monde entier, la région fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride ; confirmée par le calcul de l'indice d'aridité de Martonne, à travers le diagramme pluvio-thermique les périodes sèches sont plus longues et emportent beaucoup sur les périodes humides, l'évapotranspiration potentielle est importante à l'échelle de la région est fait plus que quatre fois l'évapotranspiration réelle traduisant un déficit agricole très important à l'issu du calcul du bilan hydrologique. [8]

### **Conclusion :**

les informations hydrologique et climatique ont changeable pendant les dernier années dans la région d'étude tout ça donné des problèmes dans le sol et des changements des caractéristiques Mécanique et physique ; en fine l'étude d'impact en résumé tous ça.

**CHAPITRE 03 :**  
**RESUME DES RAPPORTS**  
**DE LABORATOIRE**

### **Introduction**

Le climat a toujours été au cœur des préoccupations de la géologie, car son influence est majeure sur la géodynamique externe, c'est-à-dire sur les processus qui affectent les roches à proximité de la surface. Sous les climats tropicaux chauds et humides, ce sont les processus d'altération chimique par hydrolyse qui dominent. tout ça va donner des changements dans les caractéristiques physiques et mécaniques des sols.

### **I-Impact des changements climatiques sur le sol**

#### **1-Impact des précipitations :**

Un des effets de l'augmentation des précipitations va être une augmentation du niveau des nappes phréatiques. Cela conduira à une réduction de la résistance au cisaillement du sol et une augmentation des forces et des vitesses d'infiltration. Une augmentation du gradient hydraulique associé à une augmentation de la vitesse d'infiltration pourrait réduire considérablement les facteurs de sécurité. Une augmentation des forces de percolation pourrait également avoir une incidence sur l'érosion hydraulique interne du sol [9]. En outre, une augmentation de l'infiltration remplirait les vides d'air dans les sols avec de l'eau, et la force significative obtenue à partir de la succion du sol sera perdue. L'augmentation des précipitations entraînera également un excédent d'eau dans les bassins versants causant l'augmentation des débits dans les cours d'eau et des inondations extrêmes [10]. Cela pourrait provoquer l'érosion du pied des pentes naturelles dans les plaines inondables ou en bordure de cours d'eau. Ce processus peut déclencher un glissement de terrain dû à la réduction de la résistance (perte de butée) en pied de falaise. L'érosion de surface peut également se produire par enlèvement de la végétation et augmentation de l'infiltration des eaux de ruissellement [11].

#### **2-Impact des températures:**

Les changements de température peuvent affecter la stabilité d'une pente sous au moins trois aspects. Tout d'abord, les changements de température peuvent provoquer des changements dans le couvert végétal (changement du type de végétation ou disparition de la végétation existante). Ces effets entraînent les mêmes conséquences que ceux décrits ci-dessus en raison de changements dans les précipitations [12].

Deuxièmement, la température affecte également les eaux souterraines. Comme la conductivité hydraulique du sol est fonction de la viscosité d'un fluide, la vitesse

d'infiltration pourrait augmenter en raison d'une élévation de température. En outre, la masse d'eau souterraine subirait une dilatation thermique. Cette expansion thermique pourrait conduire à une élévation du niveau des eaux souterraines. Par conséquent, une augmentation significative de la température réduira la stabilité de la pente naturelle [12].

Troisièmement, l'augmentation de la température peut dessécher le sol. Alors que dans certains cas, une teneur en humidité plus faible augmentera les paramètres de résistance du sol, elle peut au contraire entraîner des pertes de cohésion du sol, par exemple en raison de la fissuration d'un dépôt d'argile. Ces fissures accélèrent également l'infiltration avec une diminution du facteur de sécurité associé [13]. En milieu montagnard, concernant la température de gel, une hausse ou une baisse de la température en hiver peut soit augmenter, soit diminuer le nombre de cycles de gel-dégel par an. En effet, dans une zone où les températures restent négatives longtemps en hiver, le décalage vers le haut de la valeur de la température peut entraîner l'apparition de cycles de gel-dégel. A l'inverse, pour une zone qui présente des cycles de gel-dégel avec des températures de gel négatives de quelques degrés, une hausse de la température pourrait entraîner un passage de la température du négatif au positif et donc faire disparaître les cycles de gel-dégel en question [14].

## **II-Des Rapports De Laboratoires:**

Afin de montrer l'impact des changements climatique sur le sol, nous utilisons les rapports du Laboratoire des Travaux Publics pour étudier le terrain à différentes périodes de temps

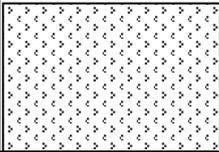
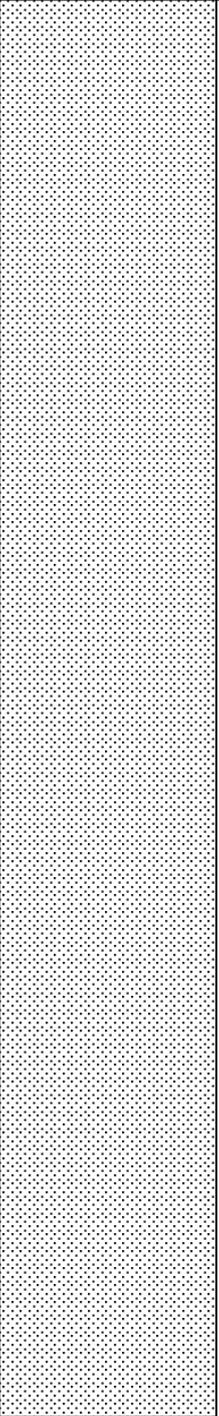
### **1-Locaux de commerce SKANSKA-TÉBESSA-2011:**

#### **a-Sondages:**

La lithologie de l'assiette est formée généralement par des tufs sablo-graveleux beigeâtres à rougeâtres, voir les coupes des sondages suivante :

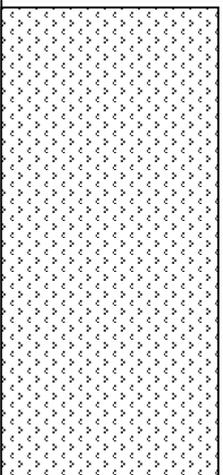
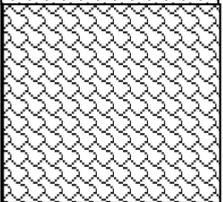
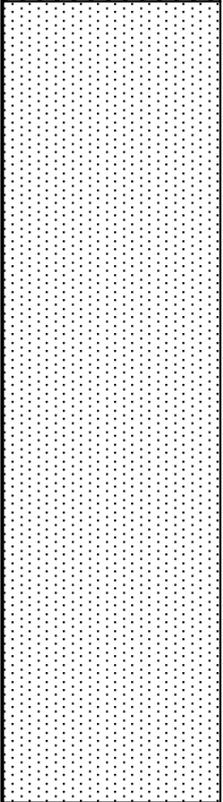
**Sondage : 01**

Profondeur : 0.00-6.00m :

Profondeur (m)		Description lithologique	Ø	OBS
0.00		Remblai		
0.60				
6.00		Tuf sablo-graveleux beigeâtre à rougeâtre		

Sondage : 02

Profondeur : 0.00-6.00m :

Profondeur (m)		Description lithologique	Ø	OBS
0.00		Tuf sableux beigeâtre		
2,00		Bloc calcaire blanchâtre		
2,70		Tuf graveleux à galets rougeâtre		
6.00			Forage non destructif Ø 116	

**b-Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques sont insérées dans le tableau récapitulatif :

**TABLEAU 1: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 1 ET 2 DE SKANSKA**

<i>Sondages</i>		SC (1)	SC (2)	
Profondeur m		0.50-6.00	0.50-2.00	2.70-6.00
ANALYSE GRANULOMÉTRIE	5mm	47.2	58.57	72.14
	2mm	42.9	42.14	56.42
	0.080mm	25.18	27	26.71
ÉQUIVALENT DE SABLE	ES%	34	45	46
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	28	24	26
	IP%	06	06	08
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	18.20	19.10	/
	CaCO <sub>3</sub>	78.95	79.70	/
	Gypse	1.66	Traces	/
	Sulfate	9257.49	Traces	/
	Agressivité	Modérée	Nulle	/
Description de sol		Tuf calcaire sablo-graveleux	Tuf calcaire sablo-graveleux	Tuf calcaire sablo-graveleux

A partir Interprétation des essais au laboratoire En remarque tous le sol ce type de Tuf calcaire et sablo-graveleux.

**2-logements LPL tranche 2011 DOUKANE :**

**a-sondage :**

Les coupes géologiques montrent que la nature du terrain représente une hétérogénéité, cette partie est formée dans l'ensemble par des marnes verdâtres surmontées par des argiles limoneuses brunâtres avec des intercalations des tufs graveleux à blocs calcaires par endroit néanmoins les trois sondages SC4, SC5 et SC 6 sont formés par des marnes argileuses verdâtres gypseuses peu compactes surmontées par une couche de 4.00 à 5.00 mètres de profondeur par des tufs sableux à argileux graveleux à galets (T.V.N) avec des blocs calcaires par endroit .

**SONDAGE : 01**

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Tufs graveleux (T.V.N)		
1.50			
10.00	Marne verdâtre peu compacte très gypseuse	Forage non destructif Ø 116	

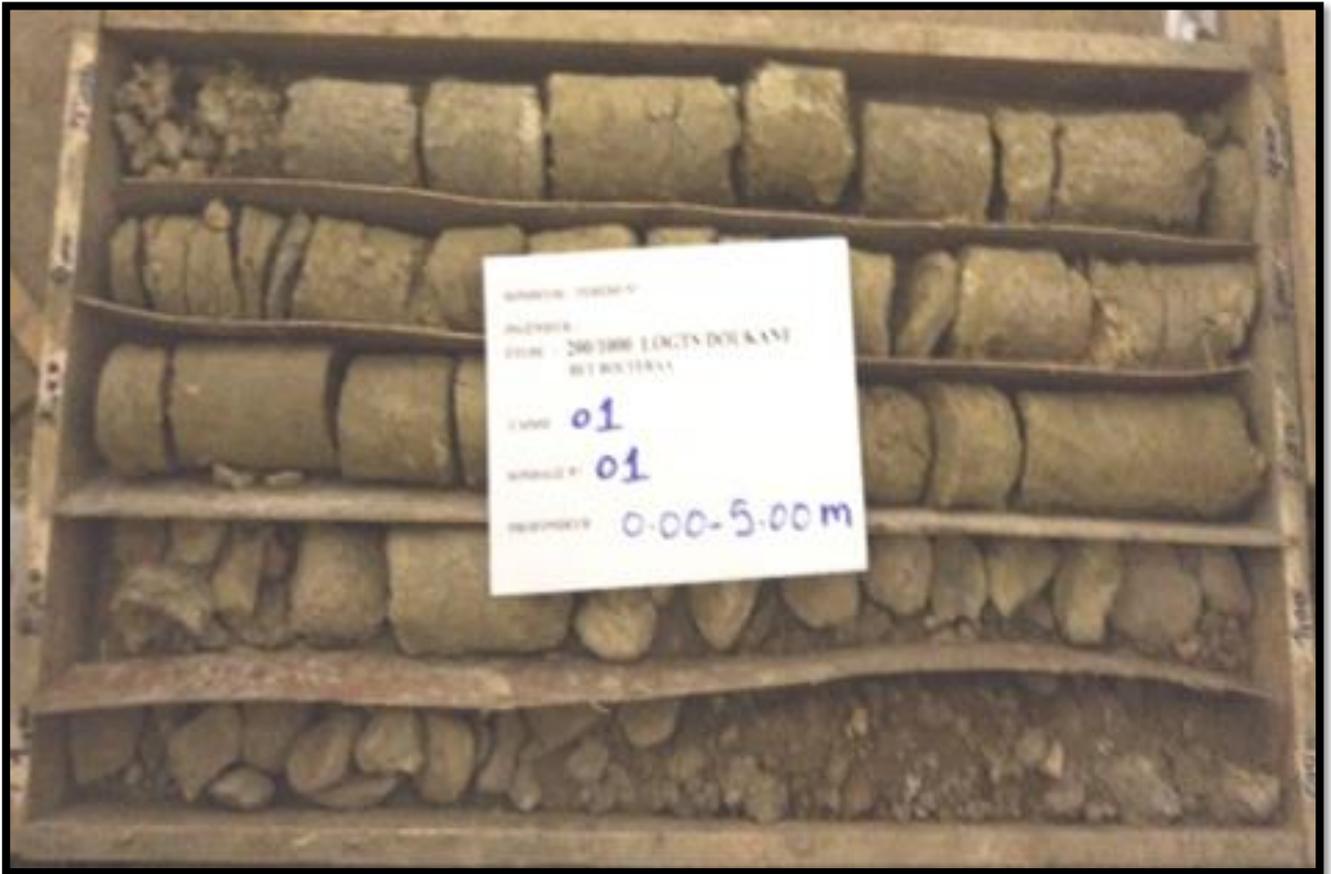


FIGURE 1: SONDAGE ( 1) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

SONDAGE : 02

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Argile marneuse brunâtre		
3.00			
3.50	Tufs graveleux (T.V.N)		
5.00	Marne verdâtre peu compacte très gypseuse		
7.00	Argile marneuse brunâtre à verdâtre		
10.00	Marne verdâtre feuilleté	Forage non destructif Ø 116	



FIGURE 2: SONDAGE ( 2 ) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

**SONDAGE : 03**

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Tufs graveleux (T.V.N)		
1.00	Argile marneuse brunâtre à verdâtre		
2.60	Tufs graveleux (T.V.N)		
3.20	Argile marneuse brunâtre à verdâtre peu compacte très gypseuse		
6.00	Marne feuilleté verdâtre peu compacte		
8.00	Marno-calcaire feuilleté grisâtre		
10.00			
		Forage non destructif Ø 116	

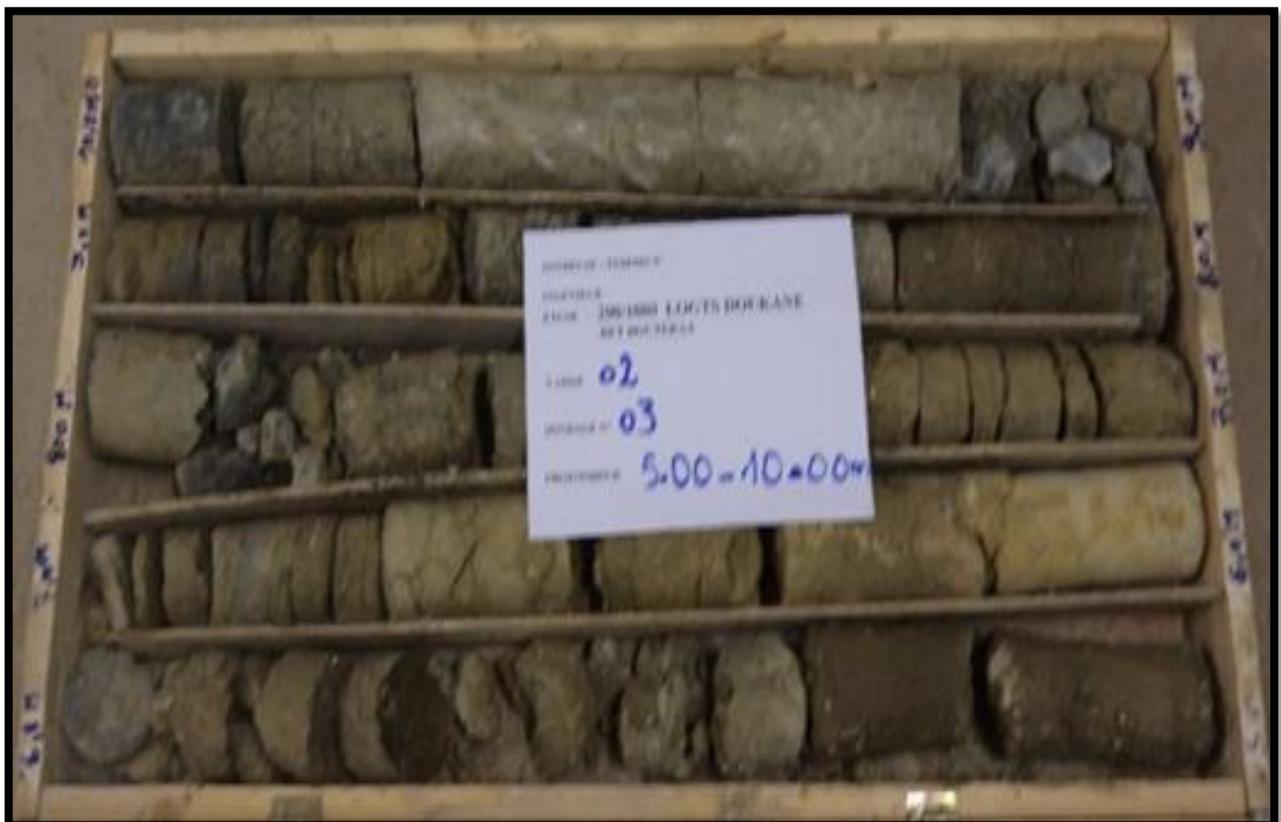
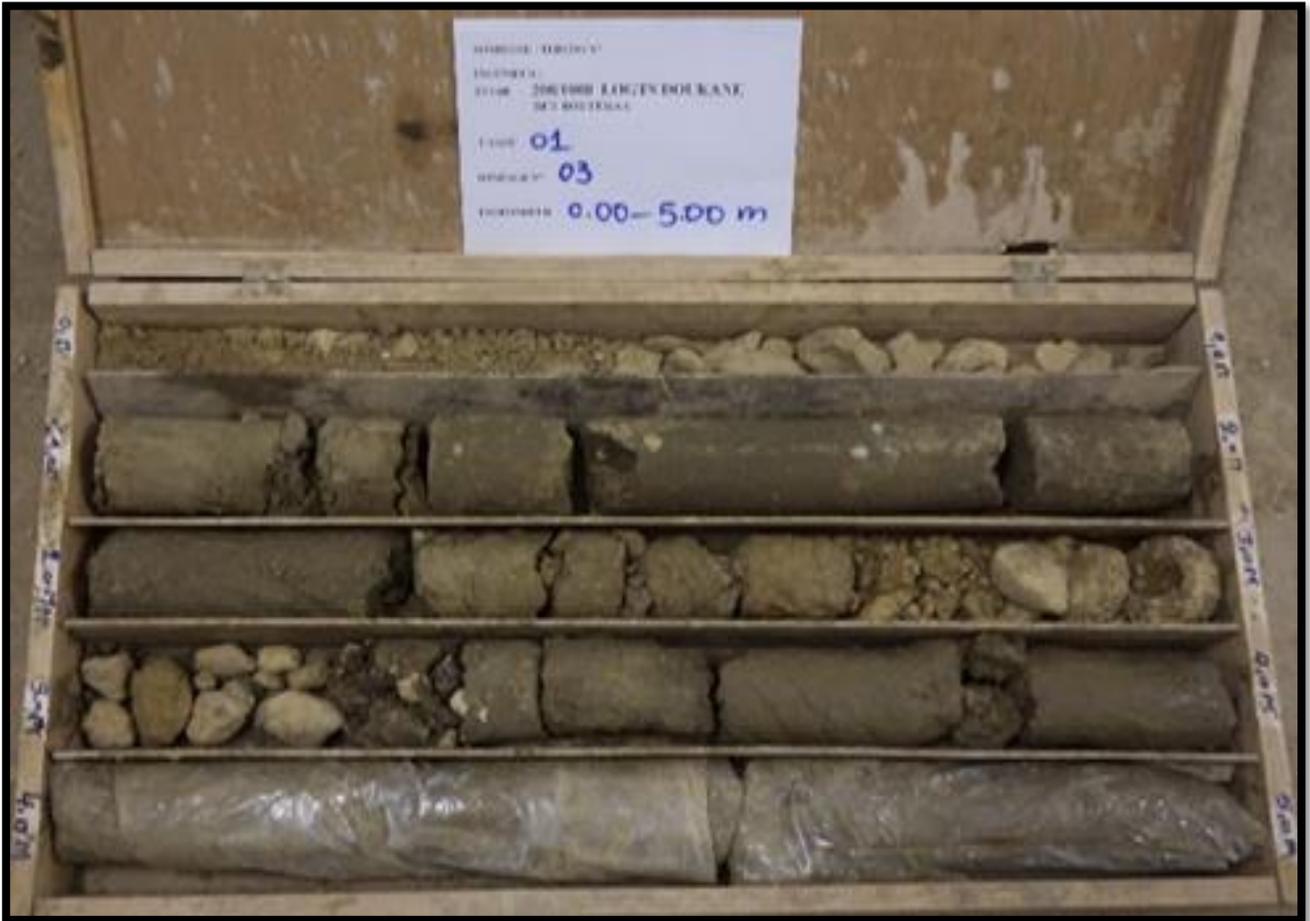


FIGURE 3: SONDAGE (3) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

**SONDAGE : 04**

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Terre végétale	Forage non destructif Ø 116	
0.50			
2.00	Tufs sableux graveleux (T.V.N)		
5.00	Tufs sableux graveleux (T.V.N) à galets beigeâtre dans une matrice argileux		
8.00	Argile marneuse limoneuse gypseuse peu graveleuse brunâtre à verdâtre		
10.00	Marne argileuse très gypseuse verdâtre		



FIGURE 4: SONDAGE (4) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

SONDAGE : 05

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Terre végétale		
0.50			
4.00	Tufs sableux graveleux (T.V.N) à galets beigeâtre dans une matrice argileuse	Forage non destructif Ø 116	
7.00	Argile limoneuse à marneuse gypseuse peu brunâtre à verdâtre		
10.00	Marne gypseuse verdâtre		

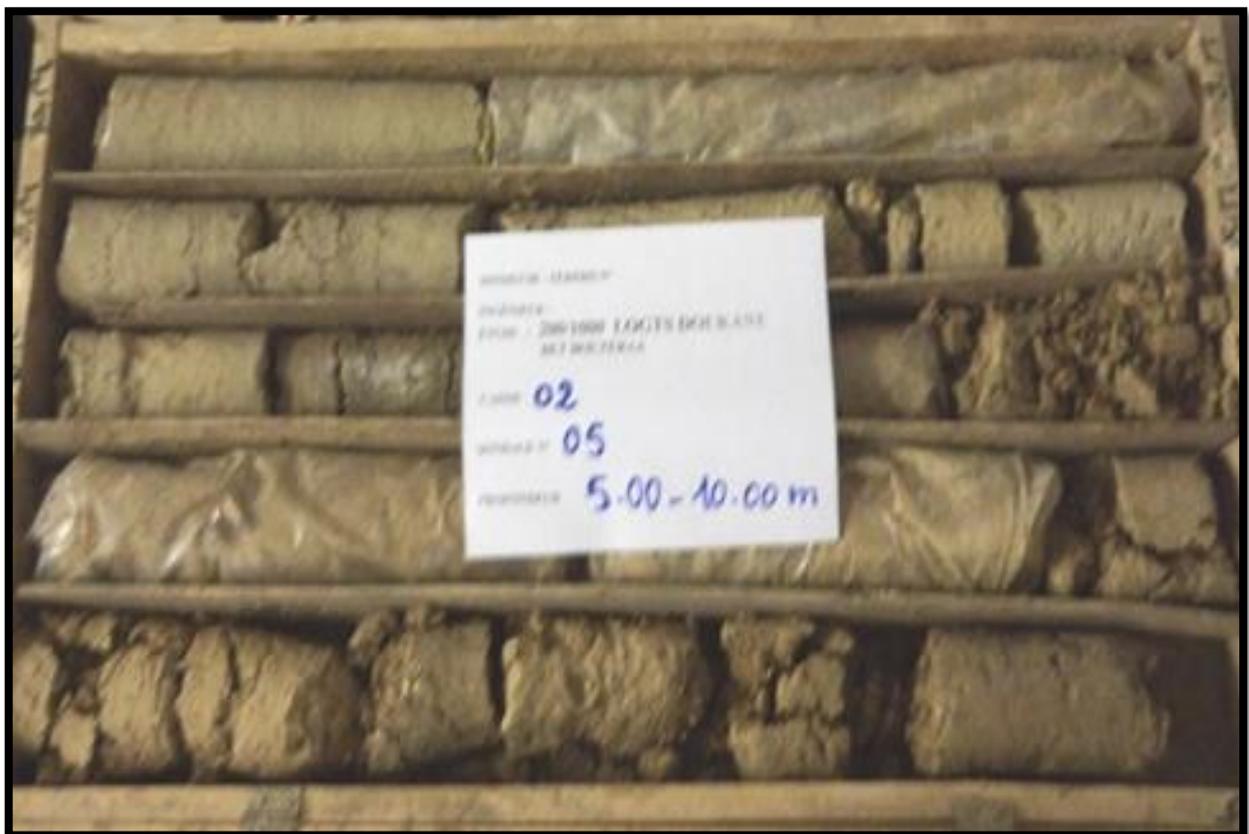
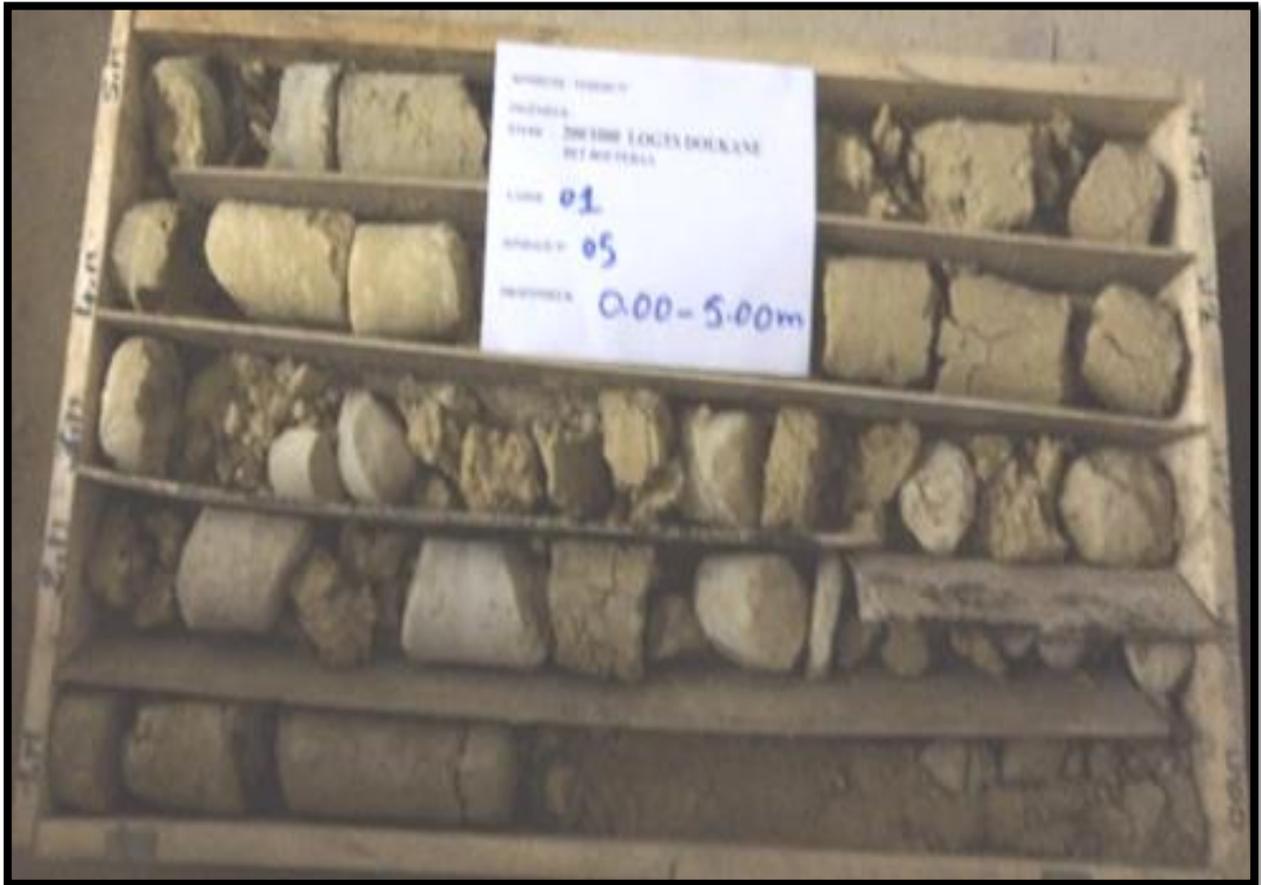


FIGURE 5: SONDAGE (5) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

SONDAGE : 06

PROFONDEUR : 0.00-10.00m

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Tufs sableux graveleux (T.V.N)		
3.80			
7.00	Argile marneuse limoneuse gypseuse brunâtre à verdâtre	Ø 116	
10.00	Marne gypseuse verdâtre		

SONDAGE : 07

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Tufs graveleux (T.V.N)		
1.60	Argile limoneuse brunâtre		
4.00	Bloc calcaire à galets beigeâtre dans une matrice marneuse verdâtre		
8.00	Marno-calcaire feuilleté grisâtre		
10.00		Forage non destructif Ø 116	

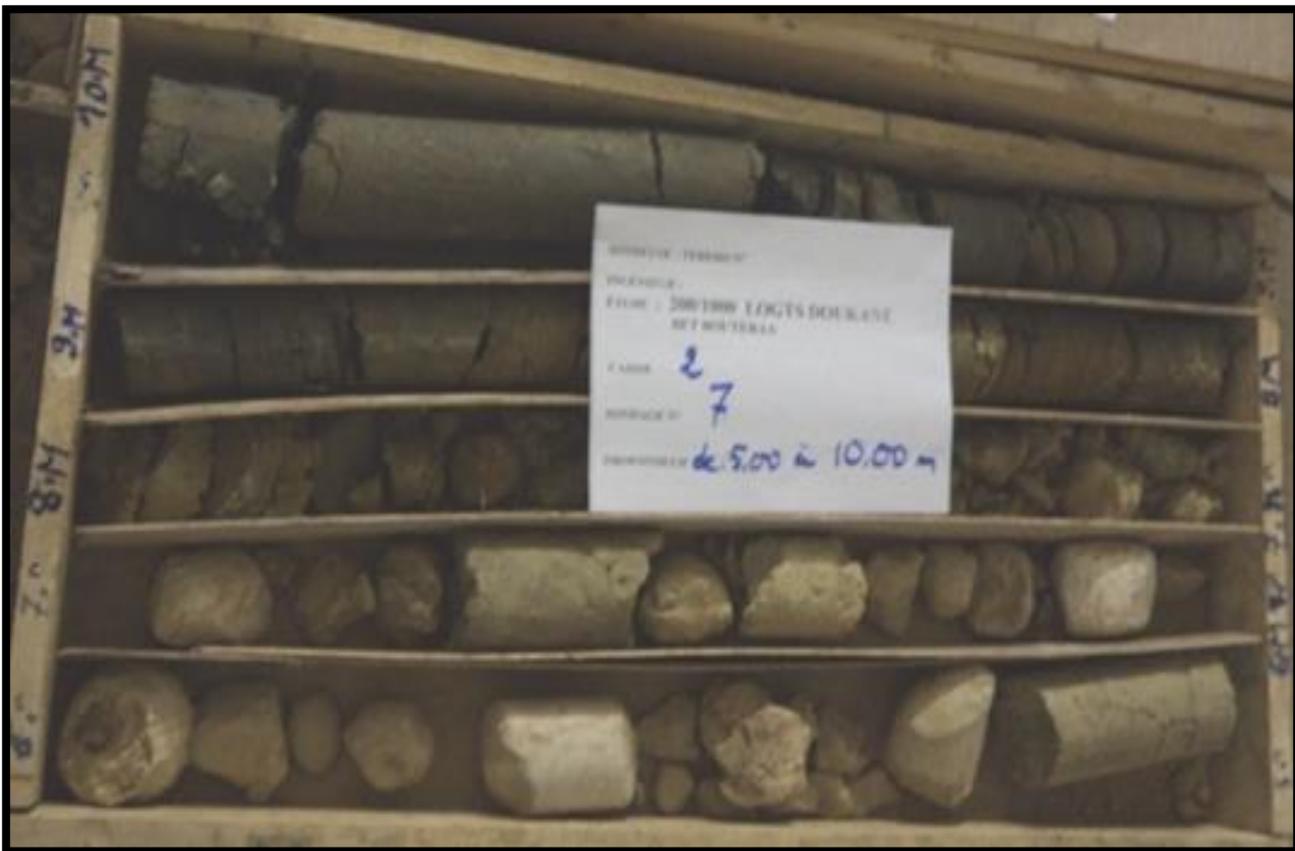
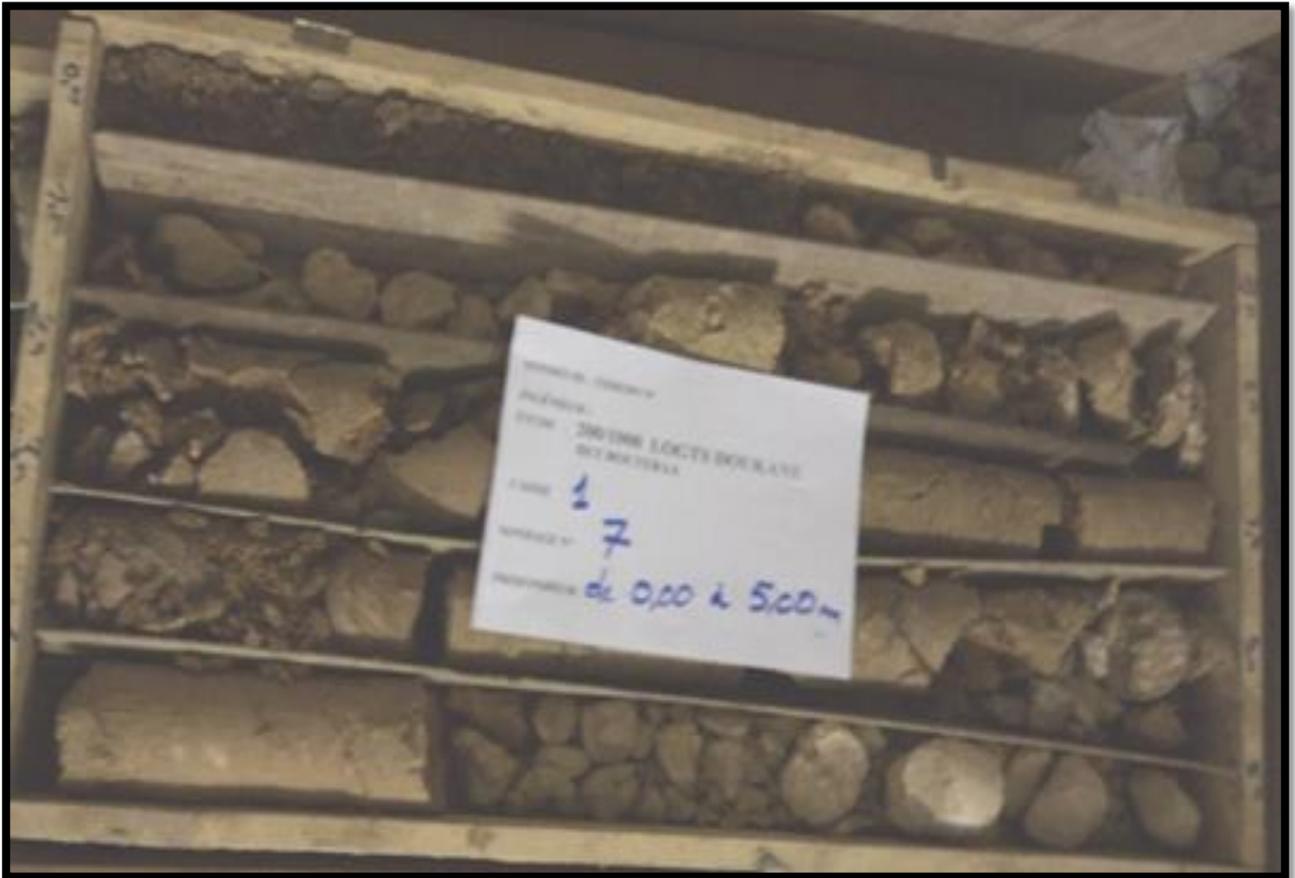


FIGURE 6: SONDAGE (7) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

**SONDAGE : 08**

PROFONDEUR : 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Terre végétale		
1.00			
3.50	Bloc calcaire beigeâtre		
5.00			
10.00	Marne feuilletée verdâtre	Forage non destructif Ø 116	

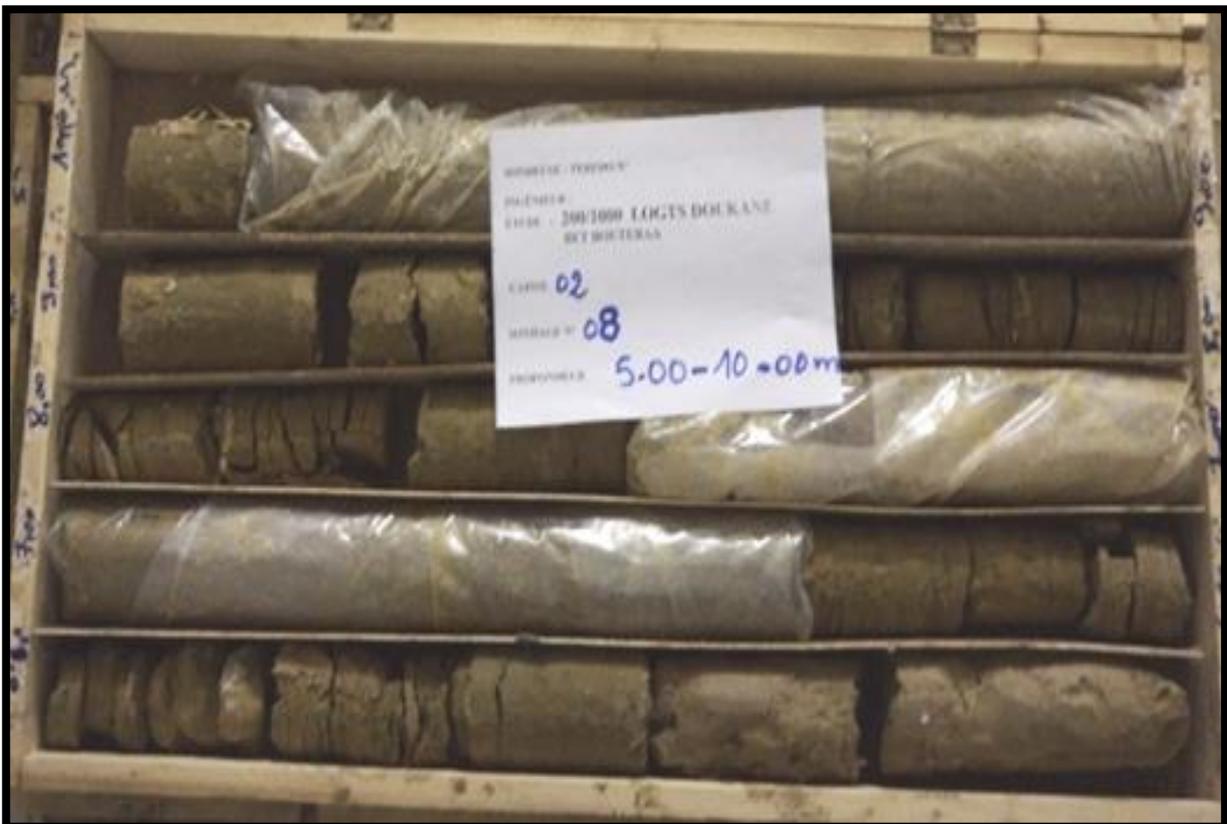
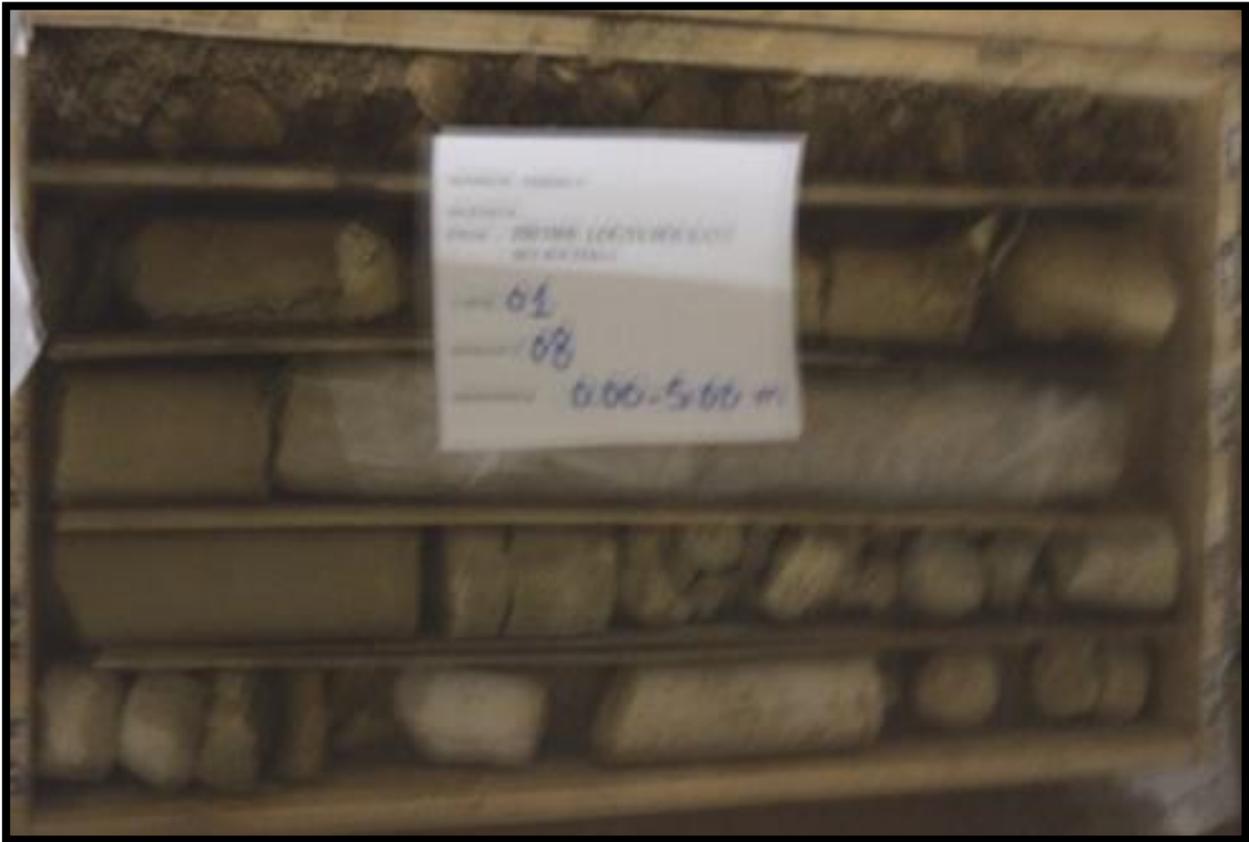


FIGURE 7: SONDAGE (8) LPL TRANCHE 2011 DOUKANE

**b-Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques et chimiques sont insérées dans les tableaux récapitulatifs ci-après :

**TABLEAU 2: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 1 ET 2 DE DOUKANE**

SONDAGE N°		01		02			
Profondeur m		0.30-1.50	1.50-10.00	0.50-3.00	3.00-3.50	3.50-5.00	5.00-7.00
DENSITE SECHE $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		/	1.78	/	/	/	/
TENEUR EN EAU $w$ %		/	17.55	/	/	/	/
DENSITÉ HUMIDE $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		/	2.09	/	/	/	/
DEGRÉ DE SATURATION SR %		/	92	/	/	/	/
ANALYSE GRANULOMETRIQUE	2mm	8.42	84.4	71.0	22.87	51.87	86
	0.080mm	5.71	66	63.2	10.93	42.25	76.6
Équivalent de sable		Es%	59	/	16	5	
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	/	61			63	86
	IP%	/	44			43	76.6
Valeur au bleu de méthylène		VB	/	5.75		5.44	
ESSAI DE CISAILEMENT	C bars	/	1.65	Sol remanié et feuilleté			
	$\Theta$ degré	/	31				
ESSAI ŒDOMÉTRIQUE	Pc Kg/Cm <sup>3</sup>	/	0.965				
	Ct	/	0.196				
	Cg	/	0.087				
	Pg Kg/Cm <sup>2</sup>	/	4.80				
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	/	35.86	/	/	60.19	/
	Carbonates	/	34.75	/	/	37.29	/
	Gypse	/	26.78	/	/	Traces	/
	SULFATE	/	149346.70	/	/	Traces	/
	Degré d'agressivité	/	Très forte	/	/	Nulle	/

NB : Vu le caractère remanié de certain échantillon, les essais mécaniques (essai œdométrique) n'ont pu être réalisés.

**TABLEAU 3: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 3 ET 4 DE DOUKANE**

SONDAGE N°		03			04		
Profondeur	m	1.00-2.60	3.20-6.00	6.20-8.00	0.50-2.00	2.00-5.00	5.00-8.00
DENSITE SECHE $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		/	1.13	/	/	/	/
TENEUR EN EAU w%		/	45.2	/	/	/	/
DENSITÉ HUMIDE $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		/	1.66	/	/	/	/
DEGRÉ DE SATURATION SR %		/	88	/	/	/	/
ANALYSE GRANULOMETRIQUE	2mm	80	85	/	58.33	59.70	98
	0.080mm	68.0	70.4	/	46.7	51.02	88.5
Équivalent de sable	Es%						
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	41	90	/		45	/
	IP%	23	53	/		28	/
Valeur au bleu de méthylène	VB		6.25	/		2.86	/
ESSAI DE CISAILLEMENT	C bars	/	0.661	/	Sol remanie		
	$\Theta$ degré	/	04	/			
ESSAI ŒDOMÉTRIQUE	Pc Kg/Cm <sup>3</sup>	/	0.605	/			
	Ct	/	0.335	/			
	Cg	/	0.126	/			
	Pg Kg/Cm <sup>2</sup>	/	2.50	/			
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	/	61.14	/		39.44	/
	Carbonates	/	27.97	/		59.32	/
	Gypse	/	7.19	/		Traces	/
	SULFATE	/	40097.19	/		Traces	/
	Degré d'agressivité	/	Très forte	/		Nulle	/

**TABLEAU 4: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 5 ET 6 DE DOUKANE**

SONDAGE N°		05			06		
Profondeur m		0.50-4.00	4.00-7.00	7.00-10.00	0.00-3.80	3.80-7.00	7.00-9.00
DENSITE SECHE $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		/	1.57	/	/	1.68	/
TENEUR EN EAU w%		/	25.3	/	/	20.9	/
DENSITÉ HUMIDE $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		/	1.97	/	/	2.01	/
DEGRÉ DE SATURATION SR %		/	95	/	/	93	/
ANALYSE GRANULOMETRIQUE	2mm	52.10	92.6	34.16	32.5	98.4	90
	0.080mm	47.36	75	23.5	13.6	85.2	69.2
Équivalent de sable	Es%	3				/	
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	/	54	/	/	64	/
	IP%	/	38	/	/	34	/
Valeur au bleu de méthylène	VB	/	4.05	/	/	3.89	/
ESSAI DE CISAILLEMENT	C bars	/	1.05	/	/	0.92	/
	© degré	/	22	/	/	30	/
ESSAI ŒDOMÉTRIQUE	P <sub>c</sub> Kg/Cm <sup>3</sup>	/	1.325	/	/	1.795	/
	C <sub>t</sub>	/	0.239	/	/	0.343	/
	C <sub>g</sub>	/	0.057	/	/	0.118	/
	P <sub>g</sub> Kg/Cm <sup>2</sup>	/	1.10	/	/	4.80	/
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	/	30.23	/	/	55.59	/
	Carbonates	/	40.68	/	/	25.42	/
	Gypse	/	27.50	/	/	18.18	/
	SULFATE	/	153362.00	/	/	101386.22	/
	Degré d'agressivité	/	Très forte	/	/	Très forte	/

**TABEAU 5: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 7 ET 8 DE DOUKANE**

SONDAGE N°		07			08		
Profondeur m		0.50-1.60	1.60-4.00	4.00-8.00	1.00-3.00	3.00-5.00	5.00-10.00
DENSITE SECHE $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		/	/	/	/	/	/
TENEUR EN EAU w%		/	/	/	/	/	/
DENSITÉ HUMIDE $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		/	/	/	/	/	/
DEGRÉ DE SATURATION SR %		/		/	/	/	/
ANALYSE GRANULOMETRIQUE	2mm	36.66	/	44.5	86.8	12.93	88.8
	0.080mm	32.33	/	41.2	71	1.8	75.5
Équivalent de sable	Es%	7	/	/	/		
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	/	43	55	50		
	IP%	/	30	36	23		
Valeur au bleu de méthylène	VB		3.55	4.10	4.41		/
ESSAI DE CISAILLEMENT	C bars	Sols remaniés			Sol feuilletée		
	$\Theta$ degré						
ESSAI ŒDOMÉTRIQUE	Pc Kg/Cm <sup>3</sup>						
	Ct						
	Cg						
	Pg Kg/Cm <sup>2</sup>						
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	/	45.03	/	/	11.18	/
	Carbonates	/	43.22	/	/	84.79	/
	Gypse	/	9.17	/	/	Traces	/
	SULFATE	/	5113.26	/	/	Traces	/
	Degré d'agressivité	/	Très forte	/	/	Nulle	/

NB : Vu le caractère remanié de certain échantillon, les essais mécaniques (essai œdométrique) n'ont pu être réalisés.

**3-Base de vie POLICE AÉRIENNE -TÉBESSA (2011) :**

**a-sondage :**

La lithologie de l'assiette est formée généralement par des argiles limoneuses à marneuse légèrement graveleuse, (voir coupes des sondages suivante) :

**SONDAGE : 01**

PROFONDEUR 0.00-6.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00 0.50	Remblais		
3.00	Argile limoneuse légèrement graveleuse brunâtre		
6.00	Argile limoneuse à marneuse brunâtre à jaunâtre		

**SONDAGE : 02**

PROFONDEUR 0.00-6.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00 0.60	Terre végétale.		
3.00	Argile limoneuse légèrement graveleuse brunâtre	Forage non destructif Ø 116	
6.00	Argile limoneuse à marneuse brunâtre à jaunâtre		

**b- Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques sont insérées dans le tableau récapitulatif :

**TABLEAU 6: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAJE 1 ET 2 DE**

<i>Sondages</i>		SC (1)		SC (2)	
Profondeur m		0.50-3.00	3.00-6.00	0.50-3.00	3.00-6.00
DENSITÉ SÈCHE $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		1.79	1.83	1.66	1.83
TENEUR EN EAU w%		15.41	14.57	16.26	12.89
DENSITÉ HUMIDE $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		2.06	2.10	2.00	2.07
DEGRÉ DE SATURATION SR %		82	83	70	73
ANALYSE GRANULOMÉTRIE	5mm	100	100	100	100
	2mm	99.2	99.6	99	98.8
	0.080mm	96.6	97.2	96.2	95.8
Valeur au bleu de méthylène	VB	2.88	3.63	2.33	2.56
Limites d'ATTERBERG	WL%	60	42	49	51
	IP%	38	27	32	32
CARACTÉRISTIQUE CENOMÉTRIQUE	Pc Kg/cm	/	1.650	/	/
	Ct	/	0.127	/	/
	Cg	/	0.046	/	/
Pression de gonflement	Pg KPA	120	85	90	
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	54.20	/	51.50	/
	CaCO <sub>3</sub>	43.75	/	46.09	/
	Gypse	Trace	/	1.84	/
	Sulfate	Traces	/	10261.31	/
	Agressivité	Nulle	/	Modérée	/
Description de sol		Argile très plastique	Argile plastique	Argile plastique	Argile plastique

A partir Interprétation des essais au laboratoire En remarque tous le sol ce type d'Argile plastique

**4-clinique FATMI SKANSKA -TÉBESSA (2021) :**

**a-sondage :**

La lithologie de l'assiette est formée généralement par des Tuf sableux peu graveleux rougeâtre à beigeâtre, voir les coupes des sondages suivante :

**SONDAGE : 01**

PROFONDEUR 0.00-8.00 m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS.
0.00	Tuf sableux peu graveleux rougeâtre à beigeâtre	Forage non destructif Ø 116	
6.00	T.V.O graveleux à caillouteux à galets beigeâtres		
7.00	Tuf graveleux		
8.00			



**FIGURE 8: CLINIQUE FATMI SKANSKA -TÉBESSA**

**b- Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques et chimiques sont insérées dans les tableaux récapitulatifs ci-après :

**TABLEAU 7: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE CLINQUE FATMI SKANSKA**

SONDAGE N°		01		
Profondeur m		0.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUES	D max mm	12.5	63	63
	2 mm	89.16	7.05	63.84
	0.080 mm	45.83	3.33	51.83
ÉQUIVALENT DE SABLE	ES %	8	/	5
LIMITES D'ATTERBERG	WL%	49	/	/
	IP%	19	/	/
ANALYSES CHIMIQUES	Insolubles	26.38	/	/
	Carbonates	65.87	/	/
	Gypse	3.21	/	/
	Sulfate	17907.52	/	/
	Degré d'agressivité	Forte	/	/

**5- ouvrage d'art RAFANA (2019) :**

**a-sondage :**

**SONDAGE : 01**

PROFONDEUR 0.00-20.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Remblais (Tuf+ TVO +GALETS + déchet )		
6.00			
9.00	T.V.O à galet beigeâtre	<b>Forage non destructif Ø 116</b>	
15.00	Marne compacte à feuilletée à marno-calcaire verdâtre à grisâtre		
15.70	Marne très humide très plastique à cristaux de gypse compacte de couleur verdâtre		
19.00	Marno-calcaire grisâtre à verdâtre		
20.00	Marne verdâtre à marno-calcaire		



FIGURE 9: SONDAGE 01 CAISSE 01 PROFONDEUR 0.00-7.00 M OUVRAGE D'ART RAFANA



FIGURE 10: SONDAGE 01 CAISSE 02 PROFONDEUR 7.00-11.00 M OUVRAGE D'ART RAFANA



FIGURE 11: SONDAGE 01 CAISSE 03 PROFONDEUR 11.00-15.00 M OUVRAGE D'ART RAFANA

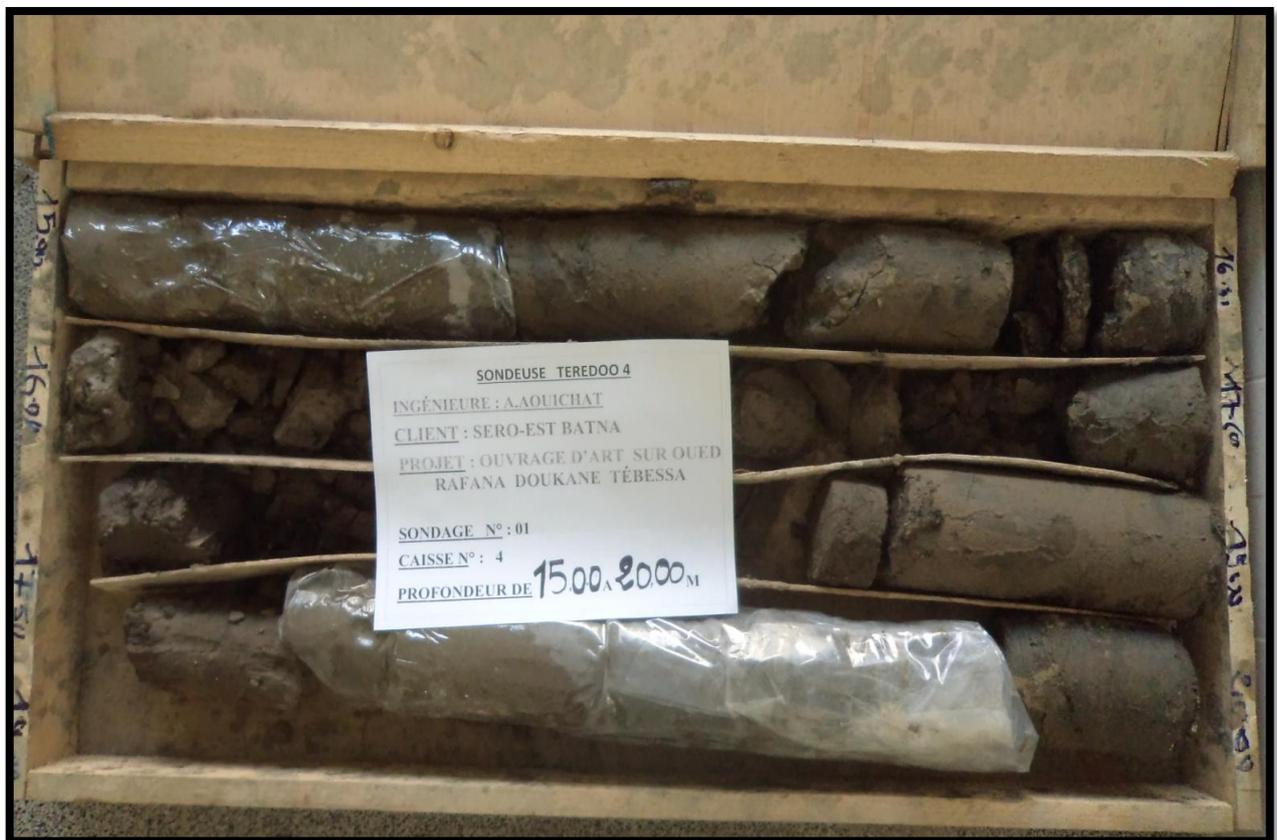


FIGURE 12: SONDAGE 01 CAISSE 04 PROFONDEUR 11.00-15.00 M OUVRAGE D'ART RAFANA

**b- Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques et chimiques sont insérées dans les tableaux récapitulatifs ci-après :

**TABLEAU 8: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDRAGE OUVRAGE D'ART RAFANA**

<i>Sondage</i>		SC (1)			
<b>Profondeur</b>	<b>m</b>	<b>6.00-9.00</b>	<b>9.00-15.00</b>	<b>15.00-15.70</b>	<b>15.70-19.00</b>
<b>TENEUR EN EAU</b> W%		/	<b>28.6</b>	<b>20.30</b>	/
<b>DENSITÉ SÈCHE</b> $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		/	<b>1.89</b>	<b>1.81</b>	/
<b>DEGRÉ DE SATURATION</b> SR %		/	<b>95</b>	<b>69</b>	/
<b>DENSITÉ HUMIDE</b> $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		/	<b>1.49</b>	<b>1.50</b>	/
<b>ANALYSE GRANULOMÉTRIE</b>	<b>5 mm</b>	<b>47.0</b>	<b>96.71</b>	<b>75.18</b>	/
	<b>2 mm</b>	<b>41.72</b>	<b>87.32</b>	<b>72</b>	/
	<b>0.080 mm</b>	<b>28.54</b>	<b>58.68</b>	<b>53.75</b>	/
<b>Équivalent de sable</b>	<b>ES %</b>	<b>10</b>	/	/	/
<b>Valeur au bleu de méthylène</b>	<b>VB</b>	/	<b>3.17</b>	/	/
<b>ESSAI ODOMÉTRIQUE</b>	<b>Pc Kg/Cm<sup>3</sup></b>	/	<b>1.415</b>	<b>0.905</b>	/
	<b>Ct</b>	/	<b>0.260</b>	<b>0.202</b>	/
	<b>Cg</b>	/	<b>0.064</b>	<b>0.046</b>	/
	<b>Pg bars</b>	/	<b>1.63</b>	<b>0.69</b>	/
<b>LIMITES D'ATTERBERG</b>	<b>WL %</b>	/	<b>48</b>	<b>55</b>	/
	<b>IP %</b>	/	<b>23</b>	<b>27</b>	/
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>	<b>Insolubles</b>	<b>19.83</b>	<b>49</b>	<b>44.68</b>	<b>30.46</b>
	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>74.44</b>	<b>41.17</b>	<b>46.21</b>	<b>59.66</b>
	<b>Gypse</b>	<b>2.62</b>	<b>4.50</b>	<b>4.81</b>	<b>4.67</b>
	<b>Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>14611.21</b>	<b>25095.6</b>	<b>26824.4</b>	<b>26043.65</b>
	<b>Agressivité</b>	<b>Très forte</b>	<b>Très forte</b>	<b>Modérée</b>	<b>Modérée</b>

**6- Deux dalot pour le prolongement de la piste 11/29 L'AÉRODROME DE TÉBESSA (2019) :**

a-sondage :

SONDAGE : 03

PROFONDEUR 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Remblais		
1.00	Argile Limoneuse marron légèrement graveleuse.		
2.50	Argile limoneuse a marneuse brunâtres à verdâtre Plastique peu humide l'égerment graveleuse		
10.0 0		<b>Forage non destructif Ø 116</b>	

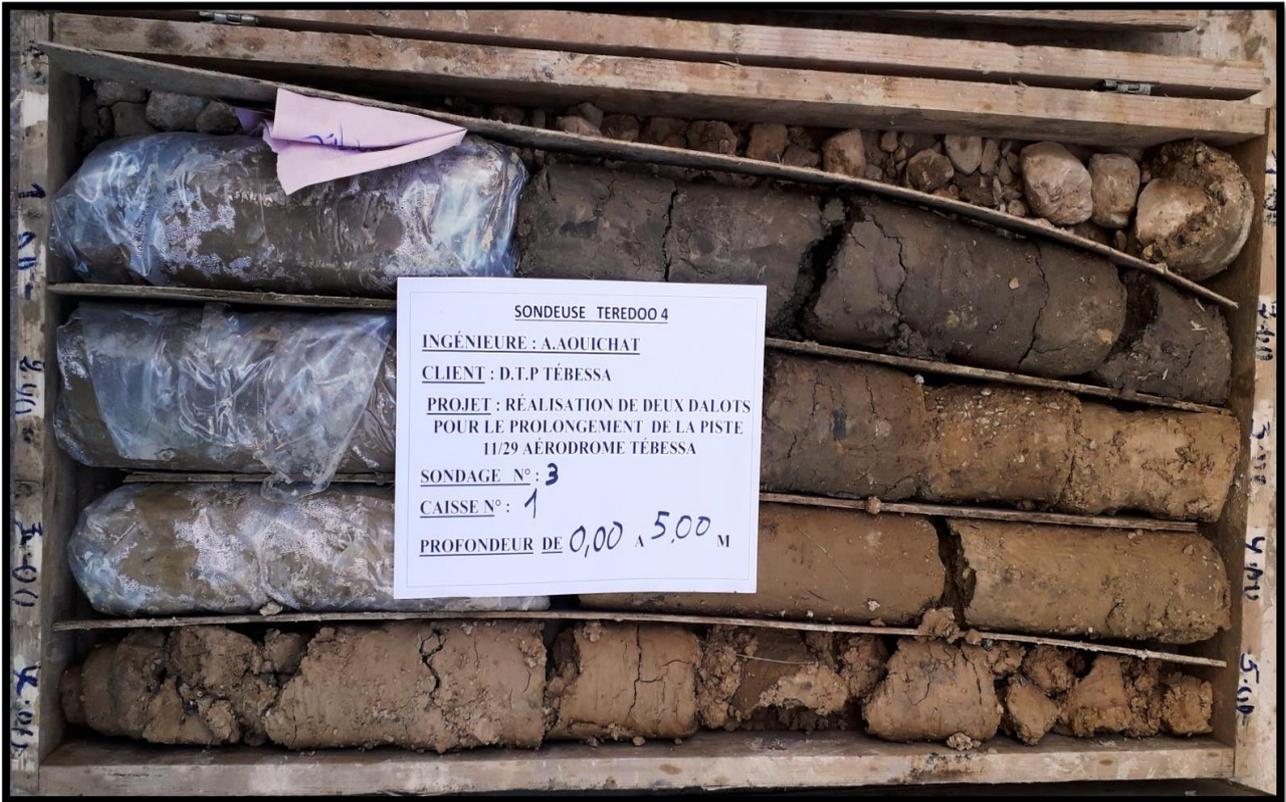


FIGURE 13: SONDAGE 03 CAISSE N°1 « DE 0.00 M A 5.00 M » L'AÉRODROME DE TEBESSA (2019)



FIGURE 14: SONDAGE 03 CAISSE N°2 « DE 0.00 M A 5.00 M » L'AÉRODROME DE TEBESSA (2019)

**SONDAGE : 04**

PROFONDEUR 0.00-10.00m :

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	REMBLAIS		
1.00			
10.0 0	Argile marneuse à limoneuse brunâtre compacte Plastique et peu humide légèrement graveleuse par endroit	Forage non destructif Ø 116	

**b- Interprétation des essais au laboratoire :**

Toutes les caractéristiques physiques et chimiques sont insérées dans les tableaux récapitulatifs ci-après :

**TABEAU 9: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 3 L'AÉRODROME DE TÉBESSA**

<i>Sondage</i>		<i>SC03</i>		
<b>Profondeur m</b>		<b>1.00-2.50</b>	<b>2.50-5.00</b>	<b>5.00-10.00</b>
<b>TENEUR EN EAU w%</b>		<b>15.91</b>	<b>18.05</b>	<b>16.5</b>
<b>DENSITÉ SÈCHE <math>\gamma_d</math> t/m<sup>3</sup></b>		<b>1.68</b>	<b>1.67</b>	<b>1.66</b>
<b>DEGRÉ DE SATURATION SR %</b>		<b>71</b>	<b>79</b>	<b>71</b>
<b>DENSITÉ HUMIDE <math>\gamma_h</math> t/m<sup>3</sup></b>		<b>1.95</b>	<b>1.97</b>	<b>1.93</b>
<b>ANALYSE GRANULOMÉTRIE</b>	<b>5 mm</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>99.6</b>
	<b>2 mm</b>	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>96.6</b>
	<b>0.080 mm</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>91.6</b>
<b>Valeur au bleu de méthylène</b>	<b>VB</b>	<b>5.5</b>	<b>6.00</b>	<b>4.67</b>
<b>ESSAI ODOMÉTRIQUE</b>	<b>Pc Kg/Cm<sup>3</sup></b>	<b>/</b>	<b>1.335</b>	<b>/</b>
	<b>Ct</b>	<b>/</b>	<b>0.185</b>	<b>/</b>
	<b>Cg</b>	<b>/</b>	<b>0.063</b>	<b>/</b>
<b>LIMITES D'ATTERBERG</b>	<b>WL %</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>53</b>
	<b>IP %</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>26</b>
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>	<b>Insolubles</b>	<b>46.65</b>	<b>48.72</b>	<b>47.81</b>
	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>42.02</b>	<b>37.82</b>	<b>40.34</b>
	<b>Gypse</b>	<b>6.66</b>	<b>8.19</b>	<b>8.00</b>
	<b>Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>37141.488</b>	<b>45673.992</b>	<b>44614.4</b>
	<b>Agressivité</b>	<b>Très Forte</b>	<b>Très Forte</b>	<b>Très Forte</b>

**TABLEAU 10: LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET CHIMIQUES DU TRAITEMENT DU SOL DE SONDAGE 4 L' AÉRODROME DE TÉBESSA**

<i>Sondage</i>		SC (04)	
Profondeur	m	1.00-5.00	5.00-10.00
<b>TENEUR EN EAU</b> w%		<b>15.57</b>	<b>17.5</b>
<b>DENSITÉ SÈCHE</b> $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>		<b>1.80</b>	<b>1.66</b>
<b>DEGRÉ DE SATURATION</b> SR %		<b>84</b>	<b>75</b>
<b>DENSITÉ HUMIDE</b> $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>		<b>2.08</b>	<b>1.95</b>
<b>ANALYSE GRANULOMÉTRIE</b>	<b>5 mm</b>	<b>99.4</b>	<b>99.2</b>
	<b>2 mm</b>	<b>95.8</b>	<b>96.4</b>
	<b>0.080 mm</b>	<b>90.4</b>	<b>89.8</b>
<b>LIMITES D'ATTERBERG</b>	<b>WL %</b>	<b>57</b>	<b>56</b>
	<b>IP %</b>	<b>29</b>	<b>25</b>
<b>Valeur au bleu de méthylène</b>	<b>Vb</b>	<b>5.17</b>	<b>4.68</b>
<b>ESSAI ODOMÉTRIQUE</b>	<b>Pc Kg/Cm<sup>3</sup></b>	<b>0.885</b>	<b>/</b>
	<b>Ct</b>	<b>0.218</b>	<b>/</b>
	<b>Cg</b>	<b>0.055</b>	<b>/</b>
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>	<b>Insolubles</b>	<b>46.35</b>	<b>49.52</b>
	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>44.53</b>	<b>43.01</b>
	<b>Gypse</b>	<b>4.26</b>	<b>4.26</b>
	<b>Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	<b>24482.152</b>	<b>23757.168</b>
	<b>Agressivité</b>	<b>Très Forte</b>	<b>Très Forte</b>

### **Conclusion :**

Tous les rapports à part de LTPE. Est représenté des sondages dans différent partir a TEBESSA avec des résulta des analyse pour faire des comparaison des caractéristique physique et mécanique la même zone donne défèrent période.

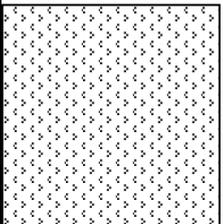
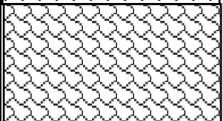
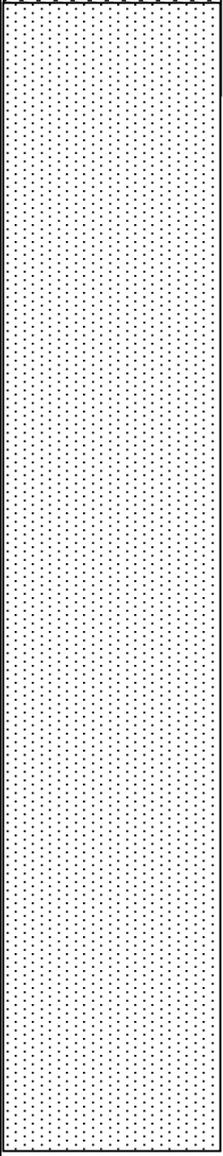
**CHAPITRE 04 :  
COMPARAISON ET  
INTERPRETATION  
DES RESULTATS**

**I-Comparaison SKANSKA (entre 2010 et 2021) :**

Les coupe des sondages :

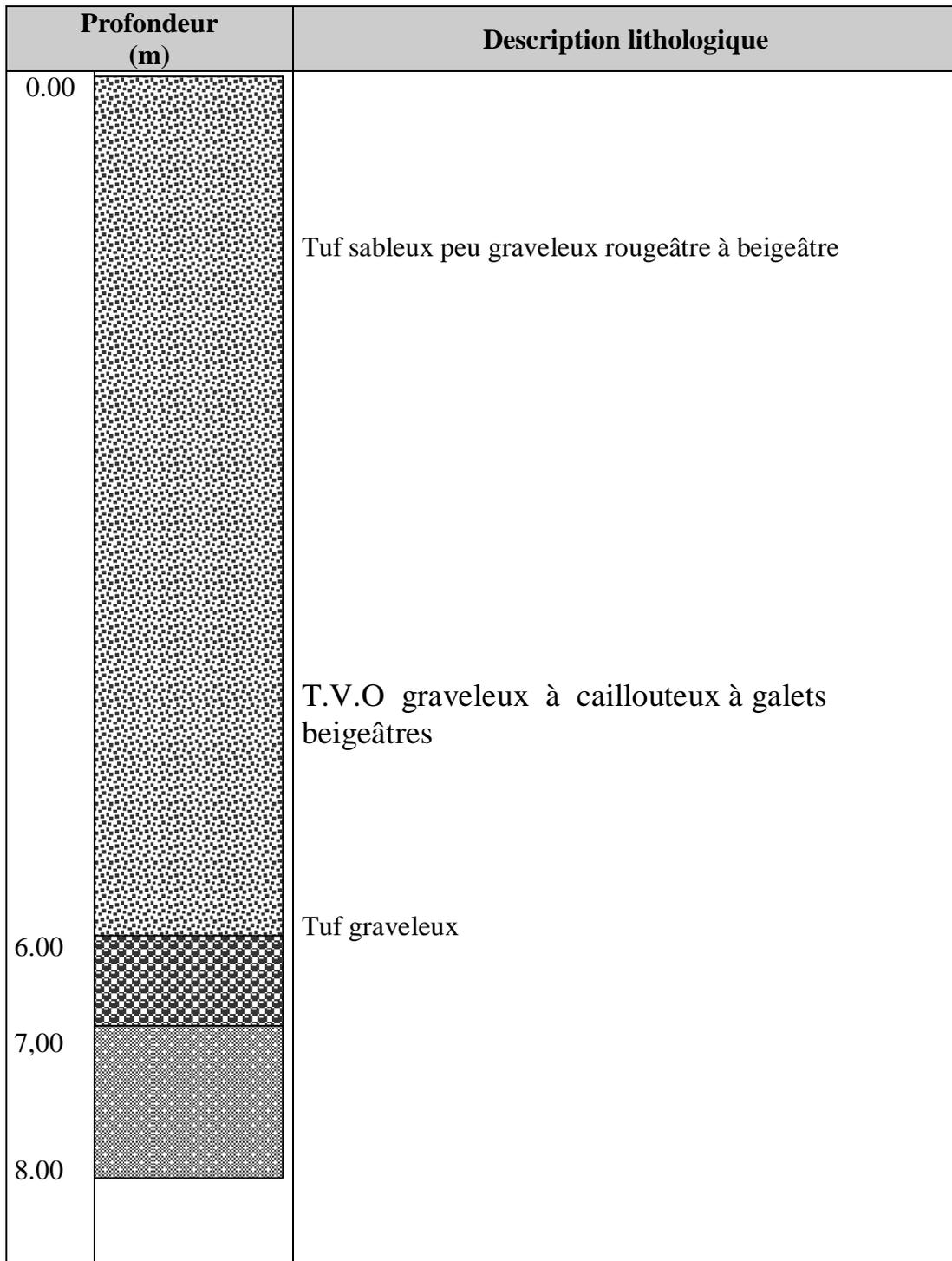
**SONDAGE : 01 (SKANSKA 2010)**

Profondeur : 0.00-6.00m

Profondeur (m)		Description lithologique
0.00		Tuf sableux beigeâtre
2.00		Bloc calcaire blanchâtre
2.70		Tuf graveleux à galets rougeâtre
6.00		

**SONDAGE : 02 (SKANSKA 2021)**

Profondeur : 0.00-8.00m



A partir des sondages on a remarqué que la lithologie du site d'étude (SKANSKA) ; il y a des changements entre année 2010 et 2021 :

**a-SKANSKA 2010 a profondeur 0,00-6m** : le site est formé généralement par des tufs sablo-graveleux beigeâtres à rougeâtres.

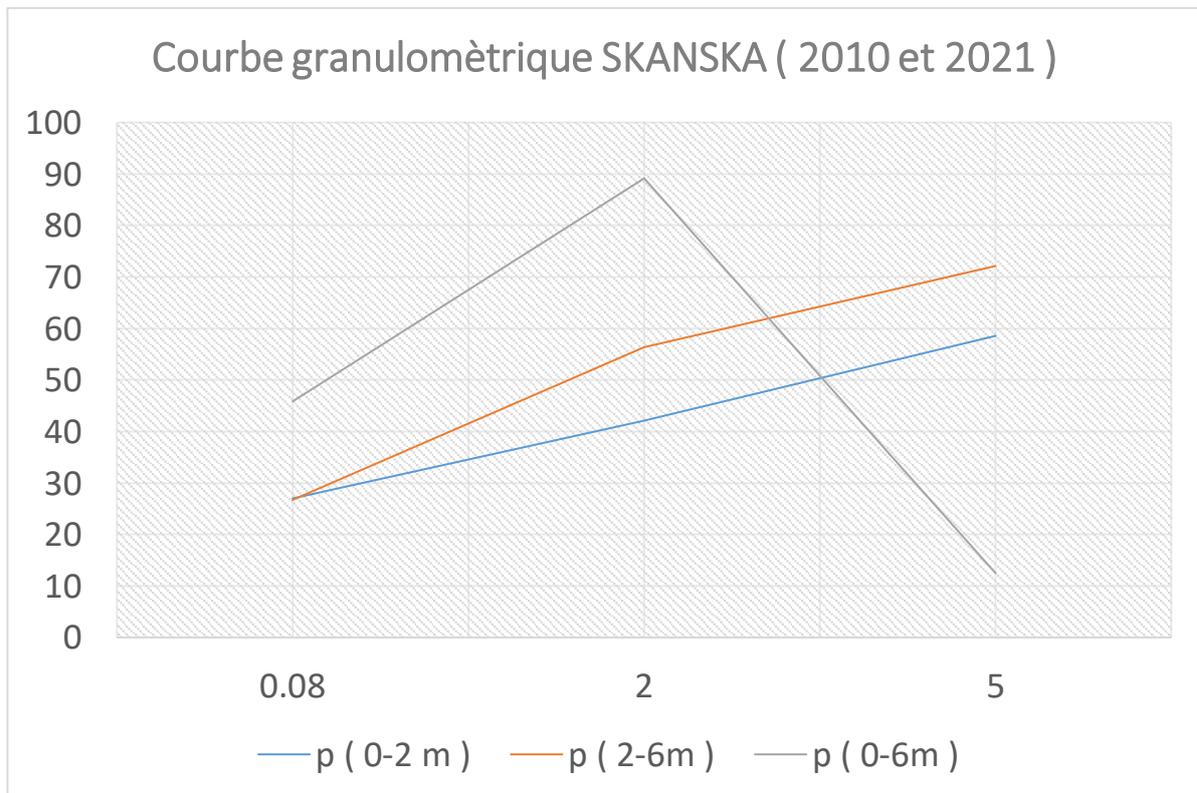
**b-SKANSKA 2021 a profondeur 0,00-6m** : le site est formé généralement par des Tuf sableux peu graveleux rougeâtre à beigeâtre .

**II-Les caractéristique physique et mécanique :**

**1.Analyse granulométrie**

**TABLEAU 1: COMPARAISON DES ANALYSE GRANULOMETRIE DE SKANSKA (2010-2021)**

Année	2010		2021
Profondeur m	0.50-2.00	2.70-6.00	0.00-6.00
5 mm	58,57	72,14	12,5
2 mm	42,14	56,42	89,16
0,080 mm	27	26,71	45,83



**FIGURE 1: COURBE GRANULOMETRIQUE SKNSKA (2010 – 2021)**

**2-Equivalent de sable :**

**TABLEAU 2: COMPARAISON EQUIVALANT DE SABLE SKANSKA (2010-2021)**

<b>Année</b>	<b>2010</b>		<b>2021</b>
<b>Profondeur m</b>	0.50-2.00	2.70-6.00	0.00-6.00
<b>ES %</b>	45 %	46 %	8 %

**3-Limites d'Atterberg :**

**TABLEAU 3:COMPARAISON LIMITES D'ATTERBERG SKANSKA (2010-2021)**

<b>Année</b>	<b>2010</b>		<b>2021</b>
<b>Profondeur m</b>	0.50-2.00	2.70-6.00	0.00-6.00
<b>WL %</b>	24%	26 %	49%
<b>IP %</b>	6 %	8 %	19 %

**4-Interprétation des résultats :**

Le tableau des limites d'Atterberg montre bien que l'indice de plasticité de plus en plus élevé ce qui explique que notre sol devient plus plastique ce qui est lié avec une augmentation de l'argilosité des sols. Il semble que le phénomène de l'altération des sols superficiels est accentué avec l'érosion suite aux changement climatique une analyse du tableau de équivalent de sable argumente notre interprétation car le pourcentage du sable diminue de 45% en 2010 et en 2021 le pourcentage devient 8%.

Analyse granulométrie montre qu'en 2010 des fines (éléments < 0,08) présent un pourcentage de 27 % tandis qu'en 2021 ce pourcentage devient 45,8% ; ce qui confirme que la dégradation des sols par l'augmentation des fines.

**II-Comparaison TRIG EL MATAR (entre 2011 et 2019) :**

Les coupe des sondages :

**SONDAGE : 01 (BASE DE VIE 2011)**

Profondeur : 0.00-6.00m

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Remblais		
0.50			
3.00	Argile limoneuse légèrement graveleuse brunâtre	Forage non destructif Ø 116	
6.00	Argile limoneuse à marneuse brunâtre à jaunâtre		

**SONDAGE 02 : ( AERODROM 2019 )**

Profondeur : 0.00-10.00m

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Remblais	Forage non destructif Ø 116	
1.00	Argile Limoneuse marron légèrement graveleuse.		
2.50	Argile limoneuse a marneuse brunâtres à verdâtre Plastique peu humide l'égerment graveleuse		
10.00			

A partir des sondages on a remarqué que la lithologie du site d'étude (TRIG EL MATAR) ; il y a des changements entre année 2011 et 2019 :

**a- BASE DE VIE 2011 a profondeur 0,00-6m** : La lithologie de l'assiette est formée généralement par des argiles limoneuses à marneuse légèrement graveleuse

**b- AERODROM 2019 a profondeur 0,00-10m** : La lithologie de l'assiette est formée généralement par des argiles limoneuses a marneuse brunâtres à verdâtre Plastique peu humide l'égerment graveleuse

**1-Les caractéristique physique et mécanique :**

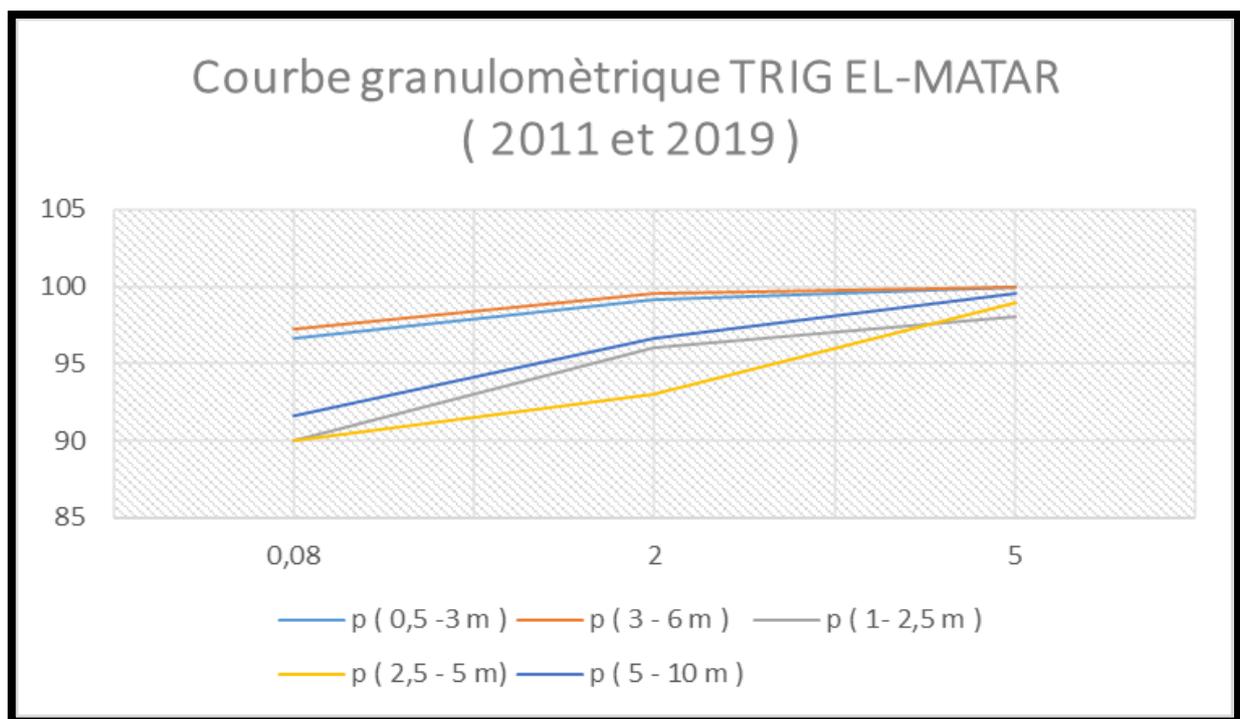
**TABLEAU 4: COMPARAISON LES CARACTERISTIQUE PHYSIQUE ET MECANIQUE DE TRIG EL MATAR (2011-2019)**

Année	2011		2019		
	0,5-3	3-6	1-2,5	2,5-5	5-10
Profondeur (m)					
Densité sèche $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	1,79	1,83	1,68	1,67	1,66
Teneur en eau w%	15,41	14,57	15,91	18,05	16,5
Densité humide $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>	2,06	2,10	1,95	1,97	1,93
Degré de saturation SR %	82	83	71	79	71

**2-Analyse granulométrie :**

**TABLEAU 5: COMPARAISON ANALYSE GRANULOMETRIE DE TRIG EL MATAR (2011-2019)**

Année	2011		2019		
	0,5-3	3-6	1-2,5	2,5-5	5-10
Profondeur (m)					
5	100	100	98	99	99,6
2	99,2	99,6	96	93	96,6
0,08	96,6	97,2	90	90	91,6



**FIGURE 2: COURBE GRANULOMETRIQUE TRIG EL MATAR (2011-2019)**

**3-Limites d’Atterberg :**

**TABLEAU 6: COMPARAISON LIMITES D’ATTERBERG DE TRIG EL MATAR (2011-2019)**

<b>Année</b>	<b>2011</b>		<b>2019</b>		
<b>Profondeur (m)</b>	<b>0,5-3</b>	<b>3-6</b>	<b>1-2,5</b>	<b>2,5-5</b>	<b>5-10</b>
<b>WL %</b>	60	42	58	59	53
<b>IP %</b>	38	27	29	30	26

**4-Essai Odométrique :**

**TABLEAU 7: COMPARAISON ESSAI ODOMETRIQUE DE TRIG EL MATAR (2011-2019)**

<b>Année</b>	<b>2011</b>		<b>2019</b>		
<b>Profondeur (m)</b>	<b>0,5-3</b>	<b>3-6</b>	<b>1-2,5</b>	<b>2,5-5</b>	<b>5-10</b>
<b>Pc Kg/Cm3</b>	/	1,650	/	1,335	/
<b>Ct</b>	/	0,127	/	0,185	/
<b>Cg</b>	/	0,046	/	0,063	/

**5-Interprétation des résultats :**

Le tableau des caractéristique physique et mécanique montre bien que la Densité sèche presque le mem entre 1,8 t/m3 à 2011 et 1,6 t/m3 à2019 ; quant à teneur en eau il y a différence moyenne ,le pourcentage est augmenté de 3% entre 2011 et 2019. L’autre caractéristique est diminuée de 0,5 % et 3 à 4 % (densité humide et degré de saturation).

Le tableau des limites d’Atterberg afficher que l’indice de plasticité est diminué entre 2011 et 2019 ; cette resulta explique que notre sole limoneuse est liée avec augmentation des graveleuse.

Analyse granulométrie ce qui confirme que la sole à changer par des dégradations des fines.

**III-Comparaison DOUKANE (entre 2011 et 2019) :**

Les coupe des sondages :

**SONDAGE : 01 logements LPL tranche (2011) :**

**PROFONDEUR : 0.00-10.00m**

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Tufs graveleux (T.V.N)		
1.50			
	Marne verdâtre peu compacte très gypseuse		
10.00			
		Forage non destructif Ø 116	

SONDAGE : 01 ouvrage d'art RAFANA (2019) :  
 PROFONDEUR : 0.00-20.00m

Profondeur (m)	Description lithologique	Ø	OBS
0.00	Remblais (Tuf+ TVO +GALETS + déchet )		
6.00			
6.00	T.V.O à galet beigeâtre	Forage non destructif Ø 116	
9.00			
15.00	Marne compacte à feuilletée à marno-calcaire verdâtre à grisâtre		
15.00	Marne très humide très plastique à cristaux de gypse compacte de couleur verdâtre		
15.70	Marno-calcaire grisâtre à verdâtre		
19.00	Marne verdâtre à marno-calcaire		
20.00			

## CHAPITRE 04 : COMPARAISON ET INTERPRETATION DES RESULTATS

A partir des sondages on a remarqué que la lithologie du site d'étude (DOUKAN) ; il y a des changements entre année 2011 et 2019 :

**a- logements LPL tranche 2011 a profondeur 0,00-10m** : La lithologie de l'assiette est formée généralement par des Marne verdâtre peu compacte très gypseuse

**b- ouvrage d'art RAFANA (2019) a profondeur 0,00-10m** : La lithologie de l'assiette est formée généralement par des T.V.O à galet beigeâtre et des Marne compacte à feuilletée à marno-calcaire verdâtre à grisâtre .

### 1-Les caractéristique physique et mécanique :

**TABLEAU 8: COMPARAISON LES CARACTERISTIQUE PHYSIQUE ET MECANIQUE DE DOUKANE (2011-2019).**

Année	2011		2019	
	0.30-1.50	1.50-10.00	6.00-9.00	9.00-15.00
Profondeur (m)				
Densité sèche $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	/	1,78	/	1,89
Teneur en eau w%	/	17,55	/	28,6
Densité humide $\gamma_h$ t/m <sup>3</sup>	/	2,09	/	1,49
Degré de saturation SR %	/	92	/	95

### 2-Analyse granulométrie :

**TABLEAU 9:COMPARAISON ANALYSE GRANULOMETRIE DE DOUKANE (2011-2019)**

Année	2011		2019	
	0.30-1.50	1.50-10.00	6.00-9.00	9.00-15.00
Profondeur (m)				
2	8,42	84,4	41,72	87,32
0,08	5,71	66	28,54	58,68

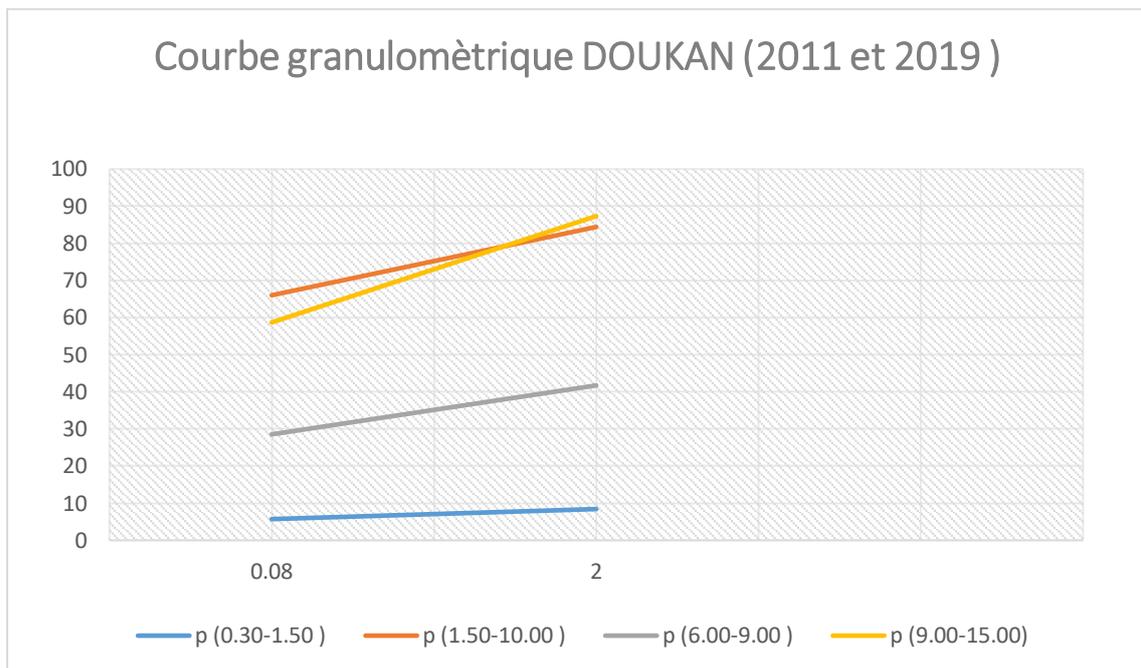


FIGURE 3: COURBE GRANULOMETRIQUE DOUKANE (2011-2019)

### 3-Limites d’Atterberg :

TABLEAU 10: COMPARAISON LIMITES D’ATTERBERG DE DOUKANE (2011-2019)

Année	2011		2019	
	0.30-1.50	1.50-10.00	6.00-9.00	9.00-15.00
Profondeur (m)				
WL%	/	61	/	48
IP%	/	44	/	23

### 4-Interprétation des résultats :

Le tableau des caractéristique physique et mécanique afficher qu’il y a des changements entre 2011 et 2019 ; sur toute la teneur en eau est augmenter en 2019 par rapport a 2011 (en 2011 est 17,55 et en 2019 est 28,6), aussi degré de saturation mes la densité humide est dégradée en 2019.

Le tableau des limites d’Atterberg afficher que l’indice de plasticité est diminué entre 2011 et 2019 ; cette résulta explique que notre sol est se marno-calcaire. aussi a partir des analyse granulométrique , ce qui confirme que la sole à changer par des dégradations des fines.

## **Conclusion générale :**

Ce travail a montré qu'il est possible d'identifier les changements dans les caractéristiques physico-mécaniques du sol à travers les changements qui se produisent le climat de l'augmentation on des températures et des précipitations, des événements externes.

Température et les précipitation on ont un impact important sur le sol, d'une certains augmentations des préapitations extrain , on a le sol également pores à haute températures qui conduisent à la saturation de la séchersse.

En fin de compte, nous disons que les propriétés physico-mécaniques du sol en fonction du climat est effectué en fondions des changements climatiques.

## **Bibliographie :**

**[1]** : Géophysique GPR international INC ; Études géologiques et géotechniques ; Propriétés géologique et Géotechniques .

**[2]** : la notice explicative (Durozoy 1956).

**[3]**: G. Durozoy, 1956, W.M Kowalski, 1997.

**[4]**: source DHW Tébessa.

**[5]** : Mémoire De Master ; Etude hydrologique de quelques cours d'eau de la région de Tébessa ; 2018/2019.

**[6]** : [J.P.Laborde, 2000].

**[7]** : Mémoire De Master Impact des sites miniers abandonnés sur ; environnement et proposition de projet de Réhabilitation : cas de la mine de phosphates ; El-Kouif (N.E Algérie) ; 2018/2019.

**[8]** : fichier par Pr. Fehdi.

**[9]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014 ; impact du changement climatique sur la stabilité des versants ; Bo et al., 2008.

**[10]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014 ; impact du changement climatique sur la stabilité des versants ; Didier et al., 2010.

**[11]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014 ; impact du changement climatique sur la stabilité des versants ; Bo et al., 2008.

**[12]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014 ; impact du changement climatique sur la stabilité des versants ; Rathnaweera et al., 2012 ; Bo et al., 2008).

**[13]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014 ; impact du changement climatique sur la stabilité des versants (Gunzburger et al., 2004).

**[14]** : Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014 – Beauvais 8-10 juillet 2014.

## Résumé :

Notre travail est l'étude menée sur le cas de la ville de Tébessa, on peut conclure que l'impact des climats et changements climatiques, qu'à subi Tébessa a énormément fait changer les caractéristiques du sol.

Des comparaisons dans le temps des propriétés physiques mécaniques du même site ou d'un endroit très proche du site, On bien montré ces variations de propriété, Les figures, les courbes argumentent bien ce que nous venons d'expliquer.

## Abstract :

Our work is the study carried out on the case of the city of Tébessa, we can conclude that the impact of climates and climatic changes, which Tébessa has undergone, has enormously changed the characteristics of the soil.

Comparisons over time of the mechanical physical properties of the same site or of a place very close to the site, These property variations have been clearly shown, The figures, the curves argue well what we have just explained

## تلخيص:

عملنا هو الدراسة التي أجريت على مدينة تبسة ، ويمكننا أن نستنتج أن تأثير المناخ والتغيرات المناخية التي مرت بها تبسة ، قد غيّر بشكل كبير من خصائص التربة.

مقارنات بمرور الوقت للخصائص الفيزيائية الميكانيكية لنفس الموقع أو لمكان قريب جداً من الموقع ، وقد تم عرض هذه الاختلافات بواسطة الأرقام والمنحنيات التي توضح جيداً ما شرحناه للتو.