

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



**Université 20 Août 1955 Skikda**

**Faculté des Sciences**

**Département des Sciences Agronomiques**



**Filière : Sciences Agronomiques**

**Option : Sciences du Sol**

**Mémoire de fin d'études :**

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

**Thème :**

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS  
PHYSIQUES DES SOLS DE LA RÉGION DEZITOUNA,  
COLLO WILAYA DE SKIKDA**

**Présenté par :**

- **Boulkenafet Khadidja**
- **Boudeffa Imen**
- **Boudina Nawel**

**Membres de Jury :**

<b>Mr :Hannachi Abd Elhakim</b>	(MCB)	<b>Président</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda
<b>Melle : Bounouara Zohra</b>	(MCB)	<b>Examinatrice</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda
<b>Melle : Bala Sahima</b>	(MCB)	<b>Promotrice</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda

**Année universitaire : 2022-2023**

## **REMERCIEMENTS**

**Tout d'abord, on tien à remercier <<Dieu >> de m'avoir donné la santé, le courage et la volonté pour compléter la réalisation de ce mémoire.**

**On tien à témoigner ma reconnaissance à mes très chers parents pour leurs soutiens et leurs encouragements.**

**On remercie infiniment MII BALA SIHEM, mon directeur de mémoire, pour m'avoir proposé un sujet de mémoire, non seulement pour son encadrement active mais aussi pour son**

**dévouement, sa vigilance et sa disponibilité responsable ; qui m'ont donné la capacité et l'ambition pour réaliser ce mémoire.**

**Notre remerciements également à l'ensemble des enseignants membres du jury, qui ont accepté à examiner notre travail de mémoire ; M. HANACHI HAKIM président de jury, et MII.**

**BOUNOUARA ZOHRA comme examinateur.**

**ON remercie aussi vivement tout les enseignants de département d'agronomie ; option de science du sol et de biologie, qui ont contribué à notre formation.**

**Notre sincères remerciements au membre du laboratoire de Science du Sol de l'université de**

**Skikda, ainsi que le staff administratif et personnel de la circonscription des forêts de Collo, pour leurs aides, et assistance sur terrain, citant M. GHEMIRED A. directeur de la circonscription, RAÏES H., DJAKHAR L., BOUKLIOUA R., BOULAKHSAÏEM A.**

**Enfin, on présente nos chaleureux remerciements à tous notre camarades et tous ceux qui**

**ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.**



## ***Dédicace***

*Tout d'abord, Je remercie notre Dieu le tout puissant de  
m'avoir donnée la force d'atteindre mon but et  
d'accomplir mon travail.*

*J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à mes très  
chers parents.*

*A mes très chers frères, Nafaa et Abdenour.*

*A ma très chere sœur Chaima.*

*A toute ma famille, Boulkenafet et Mecibah .*

*A tous mes Amies.*

## ***Khadija***

## Sommaire

### Généralités sur le sol

.Définition du sol .....	2
1.2 types de sols .....	2
1.2.1 Sols sableux .....	2
1.2.2 Sol limoneux .....	2
1.2.3 Sol argileux.....	3
1.3 Phase de sol .....	3
1.3.1 Phase solide .....	3
1.3.2 Phase liquide .....	3
.3.3 phase gazeuse .....	4
1.4 Couleur de sol .....	5
2 Caractéristiques et les constituées des sols.....	6
2.1. Texture .....	6
2.1.1 Classification des textures .....	6
2.1.1.1 Texture sableuse .....	7
2.1.1.2 Texture limoneuse .....	7
2.1.1.3 Texture argileuse .....	7
2.1.1.4 Texture équilibrée .....	7
2.2. Granulométrie.....	7
2.2.1 Etape de la gométrie .....	8
L'analyse gramétrique par tamisage .....	8
Analyse granulométrique par sédimentométrie.....	8
2.2.3 Classe granulométrique .....	8
Structure .....	9
.3.1.Généralité.....	9
2.3.2 Les principaux types de la structure .....	9
2.3.3. Porosité.....	9
2.3.1.1. densité apparente (Da) .....	10
2.3.1.2.densité réelle (Dr) .....	10
2.3.1.3.Porosité capillaire et non capillaire .....	10

2.3.1.4. La porosité texturale et structurale .....	10
2.4 .L'eau dans le sol .....	11
2.4.1 .Humidité .....	11
2.4.2 .Rétention du l'eau dans le sol .....	11
2.4.2.1 .Définition .....	11
2.4.2.2 .L'eau capillaire .....	11
2.4.2.3 .L'eau gravitaire.....	12
2.4.2.4.L'eau capillaire et absorbable .....	12
2.4.2.5 .L'eau capillaire non absorbable .....	12
2.4.2.6 .L'eau de constitution.....	12
2.4.2.7 .L'eau hygroscopique.....	12
3 .Notion de potentiel.....	12
3.1 matriciel et de pf .....	12
3.1. Potentiel matriciel .....	12
3. 1.2. Pf.....	12
3.1.3. Point de flétrissement.....	13
3.2 . Réserve utile (RU).....	13
4 .Perméabilité du sol à l'eau et à l'air.....	13
4.1. Définition.....	13
4.1.1. La loi de darcy.....	13
5.caractéristiques physico chimiques du sol .....	14
5.1. pH du sol .....	14
5.1.1. conductivité électrique (CE) .....	14
5.1.2. capacité d'échange cationique .....	14
5.1.3. Le calcaire total.....	14
5.1.4. Matière organique (MO) .....	15
Chapitre02 :présentation de la région d'étude .....	16
Situation géographique de la zone d'étude .....	17
La geologie .....	18
6.Pédologie .....	19
7.Hydrographie.....	20
Climat.....	21
Les vents.....	22

<b>Synthèse climatique .....</b>	<b>22</b>
<b>L'indice d'aridité de Martonne.....</b>	<b>22</b>
<b>Quotient pluviaux-thermique D'Emberger .....</b>	<b>23</b>
<b>9. 10.Milieu socio-économique : .....</b>	<b></b>
<b>1.Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....</b>	<b>26</b>
<b>10.Milieu socio-économique .....</b>	<b>26</b>
<b>11.Situation des forêts dans notre zone d'étude .....</b>	<b>27</b>
<b>.Description des formations foresters .....</b>	<b>27</b>
<b>11.2.La gestion des forêts de notre zone d'étude .....</b>	<b>28</b>
<b>I Les caractéristiques géologiques de la région d'étude .....</b>	<b>32</b>
<b>Chapitre 03 matériel et métothe.....</b>	<b>33</b>
<b>Description du sol .....</b>	<b>34</b>
<b>Analyse au la boratoire .....</b>	<b>35</b>
<b>Chapitre 04 : résultats et conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>Description morphologique et analytique des profils.....</b>	<b>48</b>
<b>Description morphologique et analytique du profil 01 .....</b>	<b>48</b>
<b>Discussion des résultats morphologiques et analytiques du profil 01 .....</b>	<b>50</b>
<b>Description morphologique et analytique du profil 02 .....</b>	<b>51</b>
<b>Discussion des résultats analytiques du profil 02.....</b>	<b>53</b>
<b>2.Caractérisation physiques des sols .....</b>	<b>53</b>
<b>2.1. Granulométrie.....</b>	<b>53</b>
<b>Densité apparente (Da).....</b>	<b>54</b>
<b>pF .....</b>	<b>55</b>
<b>Perméabilité.....</b>	<b>56</b>
<b>Réserve utile.....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>58</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>60</b>

## Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition comparée entre l'air du sol et l'air atmosphérique (Mermoud, 2006) .....	4
Tableau 02: Echelle d'Atterberg qui classe les particules constituant la terre fine. (bouhouné et hamdi, 2008).....	7
Tableau.03- Valeurs du Q2 des différentes stations .....	23
Tableau.04- Nombre des populations (Source : PDAU) .....	27
Tableau 05: Contenance des forêts domaniales .....	29
Tableau 06: Contenance des forêts aménagées(les séries aménagées). .....	31
Tableau 07: Contenance des Forêts non aménagées .....	32
TABLEAU 08 : Discussion des résultats morphologiques et analytiques du profil 01 .....	49
TABLEAU 09 : Discussion des résultats morphologiques et analytiques du profil 02 .....	51
Tableau 10 : calcul de la perméabilité .....	53
Tableau 11: résultats de Da pour tous les profils. ....	55

## Liste des figures

Figure 01 : Les trois phases du sol (Mermoud, 2006).....	5
Figure 02 :Charte Munsell ( Jeanet,sacrée, 2018).....	5
Figure 03 : triangle des textures (USDA).....	6
Figure 04 : situation géographique de la commune de Zitouna (google maps).....	17
Figure 05 la carte géologique de la zone d'étude.....	19
Figure 06 :carte hydrique de la zone d'étude R.H (2020).....	21
Figure 07 : Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен, station de Collo .....	24
Figure 08. Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен, station Cap Bougaroun. .....	26
Figure 09: Répartition des principales essences forestières de la zone d'étude (BNEDER). .....	28
figure 10 : Carte Répartition géographiques des forêts domaniales.....	30
Figure11: Localisation des deux profils.(Google Earth) .....	34
Figure 12 : tamis à maille de 2 mm .....	35
Figure.13-Verrerie pour l'analyse granulométrique.....	36
Figure.14-Verrerie pour la détermination du pourcentage d'argile+limon .....	37
Figure.15Déterminationdupourcentage d'argile .....	38
Figure.16-Détermination de la fraction du sable par tamisage .....	40
Figure.17-Détermination de la matière organique (méthode de la perteau feu).....	40
Figure.18-pH-mètre .....	41
Figure.19-Mesure de l'humidité.....	41
Figure.20-Mesure de la densité apparente .....	42
Figure.21-Mesure de la densité réelle.....	44
Figure 23 : photo représentative du profil 02.....	48
Figure 22 : photo représentative du profil 02.....	51
Figure 24 : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 01 .....	52
Figure 25 : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 02.....	53
Figure 26: histogramme représentatif des valeurs de la Da pour tous les profils. ....	54
Figure 27: le taux d'humidité à pF (3 ; 4.2 ) pour profil 01.....	54
Figure 28: le taux d'humidité à pF (3 ; 4.2 ) pour profil 02.....	55
Figure 29 : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d'étude.....	56

### Liste d'abréviations

**CE** : Conductivité électrique du sol.

**Da** : Densité apparente.

**Dr** : Densité réelle.

**H** : Horizon.

**H%** : Humidité pondérale.

**H<sub>m</sub>%** : Humidité massique.

**H<sub>v</sub>%** : Humidité volumique.

**MO%** : Matière organique du sol.

**P%** : Porosité.

**pF** : Potentiel capillaire.

**pH** : potentiel hydrique.

**T °C** : Température.

**Ms(g)** : Masse solide.

**V (m<sup>3</sup>)** : Volume total.

**K** : Coefficient de perméabilité.

**RU** : Réserve utile.

**RFU** : Réserve facilement utilisable

# **Introduction**

# Introduction

---

## INTRODUCTION GENERALE

Le sol est une couche ou un ensemble de couches d'épaisseur faible (quelques centimètres à quelques mètres) qui recouvre la plupart du temps les roches. Cette couche est en relation directe avec la vie végétale. Tous les agriculteurs et les naturalistes savent qu'il existe différents types de sols. La couleur, les proportions des cailloux, le comportement après les pluies et la profondeur sont des caractères qui varient beaucoup, parfois à l'intérieur d'une même parcelle. Depuis un peu plus d'un siècle, de nombreux chercheurs ont appliqués différentes techniques pour étudier les sols. On sait maintenant que la matière du sol est constituée par des éléments minéraux, cristallins ou amorphes, et par des éléments organiques, vivants ou résiduels. Cette matière est constamment soumise à des variations d'état du fait des variations du climat et de l'atmosphère avec laquelle elle est en contact par sa partie supérieure. Le sol n'est donc pas un ensemble statique de corps matériels, c'est avant tout un complexe dynamique évoluant dans le temps.

L'étude des propriétés physiques du massif de Collo nous a permis de déterminer les types de sol dans la communes de région Zitouna, et de tracer des profils pédologiques caractérisant cette zone relativement moins étudiée par les chercheurs ou les projets académiques.

Cette étude de contribution à la détermination de différents types de sol de la région de Zitouna par la réalisation de deux profils sur terrain, la détermination de différents horizons de chaque profil c'est effectuée in situ, ainsi que la détermination préliminaire de chaque type de sol et les différentes textures, alors que pour les paramètres physiques de pH, perméabilité et réserve utile, les échantillons représentant les horizons de tous les profils ont été transportés au laboratoire des Sciences du Sol de l'université de Skikda, pour but d'examiner avec plus de détails les caractéristiques de ces profils à travers la commune de Zitouna.

La démarche suivie nous permet de présenter ce travail en trois chapitres :

➤ Le premier chapitre est réservé à une synthèse bibliographique concernant les caractéristiques physiques du sol.

➤ Dans le deuxième chapitre, il sera question de la présentation de la zone d'étude et la présentation du matériel et méthodes d'étude.

Le troisième chapitre sera consacré aux résultats, discussions et nous terminons par une conclusion.

# **Chapitre 01**

## **Synthèse bibliographique**

**1. Généralités sur le sol****1.1 . Définition du sol**

Le sol est la partie vivante de la géosphère, constituant la couche la plus externe de la croûte terrestre et le résultat de l'interaction de la lithosphère, de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère. Il est le résultat de la transformation de la surface de la roche mère, de la dégradation et de l'enrichissement des apports de matière organique par le processus actif de pédogenèse. En tant que tel, il est à la fois un support de vie et un produit de la vie en dehors des environnements aquatiques marins et d'eau douce. L'humus est la partie la plus riche en matière organique du sol (Ben Bond et Allison, 2010).

**1.2 types de sols**

Le type de sol dépend de la taille des particules qui composent le sol et de leur disposition.

Les sols varient en texture et en structure. La texture du sol dépend de la taille des particules qui le composent. Pour déterminer la texture du sol, un simple test tactile ou un test au pichet peut être effectué. En effet, la terre constituée majoritairement d'argile forme une boule que l'on tient dans la main, tandis que la terre faite de sable glisse entre les doigts. La texture du sol affecte directement sa structure, sa teneur en éléments nutritifs, son humidité et sa capacité de drainage. Les sols peuvent être divisés en quatre types principaux :

**1.2.1 Sols sableux**

Le sable est un matériau granulaire constitué de petites particules provenant de la désagrégation de matériaux d'origine minérale (essentiellement des roches) ou organique (coquilles, squelettes de coraux...) dont la dimension est comprise entre 0,063 (limon) et 2mm

(gravier) selon la définition des matériaux granulaires en géologie. Sa composition peut révéler

jusqu'à 180 minéraux différents (quartz, micas, feldspaths) ainsi que des débris calcaires.

(Wever et Duranthon, 2015).

**1.2.2 Sol limoneux**

Bien que tous les sols soient sujets à une éventuelle érosion par l'eau, le limon, le loam

limoneux et le loam sont les plus menacés. Sur les pentes longues ou abruptes, l'érosion par l'eau s'intensifie et le ruissellement peut atteindre une vitesse impressionnante.

le limon désigne une fraction granulométrique intermédiaire entre argile et sable, c'est-à-dire la fraction granulométrique 2  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$  et, par extension, une famille de sols où cette fraction prédomine. (Boutonnet, 1984).

### **1.2.3 Sol argileux**

En général, les sols argileux naturels sont un mélange de particules de natures et de tailles différentes. Elles sont le plus souvent agrégées et présentent des associations de constituants de taille croissante, emboîtées les unes dans les autres.

(Delage et Lefebvre 1984) Les minéraux argileux sont des ciments qui participent à la constitution des micro agrégats (Annabi, 2005).

## **1.3 Phase de sol**

### **1.3.1 Phase solide**

La phase solide représente d'après Hillel (1974) ; les particules solides du sol. Selon Morel (1996) et Mermoud (2006) ,la phase solide est la phase qui contient des éléments minéraux de formes et de compositions différentes par exemple, gravier, sable, limons, argile, et des éléments organiques formés par des résidus organiques, d'origine végétal ou animal en état de décomposition plus ou moins avancée.

Les particules de dimension supérieure à 2  $\mu\text{m}$  sont généralement cimentées par un mélange d'argile et d'humus (complexe organo-humique), parfois également par des oxydes et des hydroxydes( Zaaboubi,2007 ).

### **1.3.2 Phase liquide**

- La phase liquide est tout ce qui est liquide ; elle se trouve dans les espaces lacunaires entre les particules solides du sol. La phase liquide représente l'eau du sol laquelle contient toujours des substances dissoutes, la solution du sol ( Hillel, 1974). Selon MOREL (1996), la solution du sol ou l'eau du sol contient des ions minéraux et des petites molécules organiques variant dans sa composition et sa mobilité et même sa fixation

sur les particules solides. Cette solution remplit partiellement ou totalement les pores du sol ( Zaaboubi, 2007 ).

D’après Mermoud (2006), la solution du sol contient :

- Des anions prédominants :  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^-$
- Des cations prédominants :  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$
- De la matière organique soluble.
- Des dissolvants gazeux.
- Des pesticides et fertilisants liquides

**1.3.3 phase gazeuse**

Elle est représentée par l’air qui se trouve dans les espaces vides du sol. Cette phase est composée d’après Morel (1996) de tout ce qui est gaz (Oxygène, Azote, Dioxydes de carbone...etc.).

Soltner (1986) ,définit la phase gazeuse par l’atmosphère du sol qui se compose des mêmes gaz que l’air ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,...) et surtout les gazes qui résultent de la décomposition de la matière organique et de l’activité biologique dans le sol( Zaaboubi 2007 ).

Mermoud (2006) dans une étude comparative entre la composition de l’air du sol et de l’air atmosphérique montre que, dans le sol, la concentration en  $\text{CO}_2$  est plus élevée et la teneur en  $\text{O}_2$  est plus réduite que dans l’air atmosphérique. Il explique cette différence par les phénomènes de la respiration des micro organismes vivants du sol me (tableau 01) et la dégradation de la matière organique dans le sol.

**Tableau 01** : Composition comparée entre l’air du sol et l’air atmosphérique (Mermoud, 2006)

Gaz	Air atmosphérique	Air du sol
Azote	78 %	78 – 80 %
Oxygène	21 %	< 21 %
Autres gaz	1 %	1 %
Gaz carbonique	0.03 %	0.2 à quelque %
Vapeur d’eau	Variable	Proche de la saturation

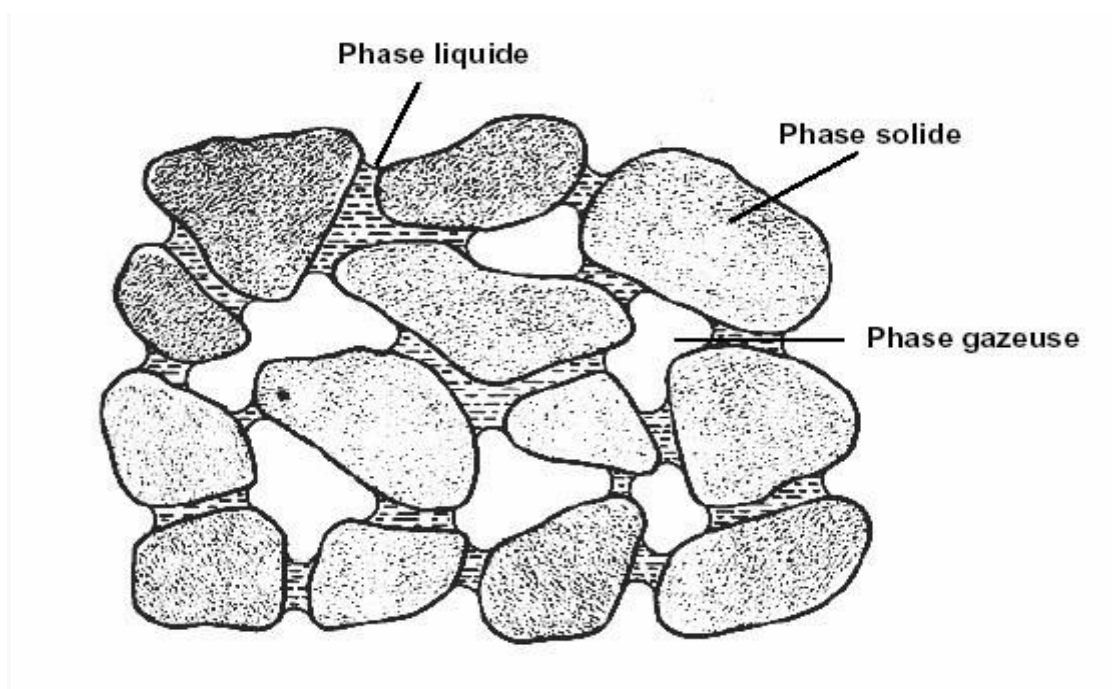


Figure 01 : Les trois phases du sol (Mermoud, 2006)

#### 1.4 Couleur de sol

Reporter-vous au diagramme 1 du code couleur international Munsell figure 02 pour l'identification. Plus ou moins clair ou foncé, plus ou moins jaune ou rouge selon trois composants principaux : le calcaire (couleur claire), les composés organiques (couleur foncée, carbone résiduel des végétaux) et la quantité de fer sous forme de jaune oxydé, de rouille, brun rougeâtre à ocre brun foncé ( Jean et Sacrée, 2018).



Figure 02 :Charte Munsell ( Jeanet,sacrée, 2018).

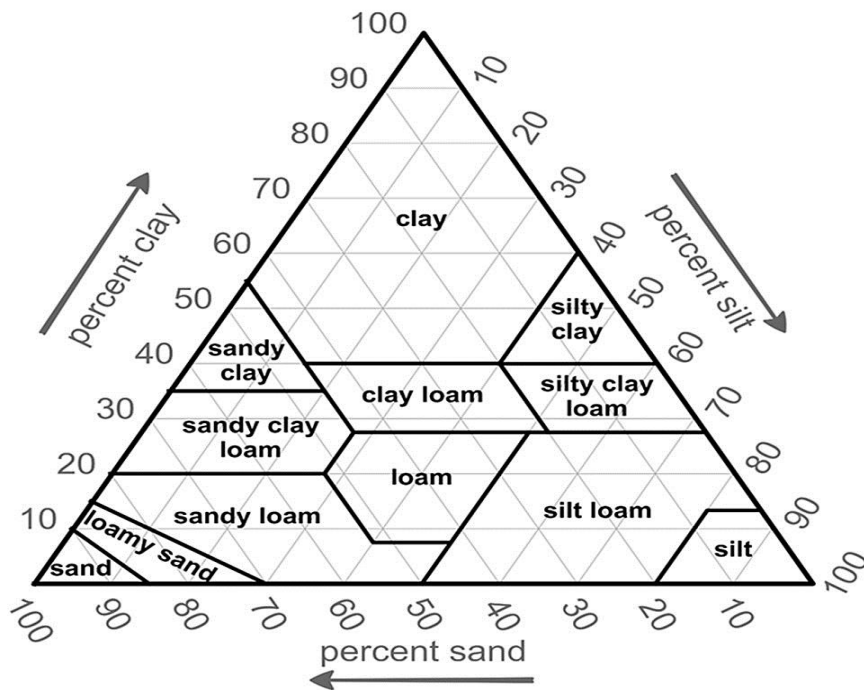
## 2 Caractéristiques et les constituées des sols

### 2.1. Texture

La texture du sol correspond à la répartition dans ce sol des minéraux et de la matière organique par catégorie de grosseur (en fait, diamètre des particules supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux( Davy, 2017).

#### 2.1.1 Classification des textures :

Cette classification est représentée à l'aide d'un triangle, appelé triangle des textures, dont les trois côtés correspondent respectivement aux pourcentages de sable, de limon et d'argile.(figure 03)



**Figure 03 : triangle des textures(USDA).**

Il existe de nombreux triangles de texture. Celui-ci représente la classification adoptée par le département de l'Agriculture américain (USDA).

Il est possible de regrouper les textures en quatre classes fondamentales, qui permettent de définir les principales propriétés du sol (Denis et Bernard, 1995):

**2.1.1.1 Texture sableuse :** sol bien aéré, facile à travailler, pauvre en réserve d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique et cationique.

**2.1.1.2 Texture limoneuse :** l'excès de limon et l'insuffisance d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive, accompagnée de mauvaises propriétés physiques. Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et calcium.

**2.1.1.3 Texture argileuse :** sol chimiquement riche, mais à piètres propriétés physiques; milieu imperméable et mal aéré, formant obstacle à la pénétration des racines ; travail du sol difficile, en raison de la forte plasticité (état humide), ou de la compacité (sol sec). Une bonne structure favorisée par l'humification corrige en partie ces propriétés défavorables.

**2.1.1.4 Texture équilibrée :** elle correspond à l'optimum, dans la mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types précédents, sans en avoir les défauts.

Exemple de granulométrie favorable à la culture : 15 à 25 % d'argile, 30 à 35 % de limons, 40 à 50 % de sables..

## 2.2. Granulométrie

L'analyse granulométrie a pour but de quantifier les particules minérales élémentaires groupées en classe, et définir la composition granulométrique d'un sol.

Elle permet de classer les particules minérales constitutives des agrégats en un certain nombre de fractions par catégorie de diamètre (Bouhoune, et Hamdi, 2008).

L'Union International de la Science du sol (IUSS) a adopté l'échelle d'Atterberg qui classe les particules constituant la terre fine ( $<2\mu$ )

**Tableau 02:** Echelle d'Atterberg qui classe les particules constituant la terre fine. (bouhoune et hamdi, 2008)

Particule	Argileux
2 $\mu$ m	Limon fin
20-50 $\mu$ m	Limon grossier
50-200 $\mu$ m	Sable fin
200-2000 $\mu$ m	Sable grossier

### 2.2.1 Etape de la granulométrie

Pour bien décrire un sol, il faut donc connaître sa granulométrie, c'est-à-dire la répartition de ses particules suivant leurs diamètres équivalents. Deux essais de laboratoire permettent d'établir la granulométrie des sols (Guettouch, 2016).

- l'analyse granulométrique par tamisage.
- l'analyse granulométrique par sédimentation.

#### L'analyse granulométrique par tamisage

L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif de sol à travers des tamis superposés dont les ouvertures vont en décroissant du haut vers le bas. Les particules les plus grosses restent donc emprisonnées sur les tamis les plus hauts (refus ou retenu), tandis que les particules plus fines se dirigent vers les tamis inférieurs (tamisat ou passant).

#### Analyse granulométrique par sédiment métrique

pour les particules inférieures à 0,08 mm et passants sont plus de 20%. Cette analyse permet de déterminer le pourcentage de particules argileuses dans un matériau. Dans l'étude des sols, on désigne par argile la fraction de matériau comprenant des éléments de diamètres inférieurs à 2  $\mu\text{m}$ , et séparés au cours de l'analyse mécanique (Lemougna, 2008).

Cette méthode est basée sur le fait que les grains de diamètre différent sédimentent dans un milieu liquide au repos à vitesses différentes. La relation entre diamètre des grains et vitesse de sédimentation est donnée par la loi de Stokes (Weill et al., 2010).

### 2.2.3 Classe granulométrique

D'après Duchaufour (2001)

**2.2.3.1 Caillou et gravies ( $d > 2\text{mm}$ ) :** La granulométrie proprement dite concernant la terre fine (diamètre  $< 2\text{mm}$ )

**2.2.3.2 Sable de 2mm à 50 $\mu\text{m}$  :** sable grossiers 2mm à 0.2mm, sable fins (0.2 à 50 $\mu\text{m}$ )

**2.2.3.3 Limon de 50 $\mu\text{m}$  à 2 $\mu\text{m}$**  (limons grossiers 50 $\mu\text{m}$  à 20 $\mu\text{m}$ ), limons fins (20 $\mu\text{m}$  à 2 $\mu\text{m}$ )

**2.2.3.4 Fraction fine** : <20 $\mu$ m, cette fraction est communément appelée «argile » ce qui est impropre car cette fraction ne comprend pas seulement les argiles minéral mais surent aussi d'autres minéraux (Duchaufour, 2001).

### **3.1. Structure**

#### **.3.1.Généralité**

La structure désigne le mode d'assemblage des particules, elle détermine la répartition dans L'espace de la matière solide et des vides (ou pores) dont certains sont occupés par de l'eau, D'autre les plus grossiers par de l'air : cette répartition condition l'ensemble des propriétés Physiques fondamentales du sol : aération et possibilités de respiration des racines, rétention, Par les fonctions capillaires, d'un réserve d'eau utilisable par les plantes en période sèche...(Duchaufour, 1988 et Derdour, 1999).

La structure du sol représente le mode d'assemblage des particules entre elles. Le sol en place apparait comme un ensemble d'éléments construits que 'on appelle selon la taille des agrégats, des agglomérats ou des mottes (Duchaufour, 1988 et Derdour, 1999).

#### **2.3.2 Les principaux types de la structure**

On distingue trois principales classes de structure (Duchaufour, 1988 et Derdour, 1999) :

- La structure particulaire : les éléments sont peu reliés entre eux mais seulement juxtaposés.
- La structure fragmentaire : les éléments structuraux sont bien individualisés.
- La structure continue : la terre forme une masse compacte sans fissuration nette.

#### **2.3.3. Porosité**

La porosité est le volume d'un sol qui n'a pas occupé par ses constituants solides. Elle correspond donc aux vides du sol qui peuvent être remplis par de l'eau et/ou l'air, en proportion variable selon les conditions climatiques. La porosité (P) est aussi le pourcentage de volume du sol occupé par ses vides (Girard et al, 2011).

La porosité totale se subdivise, en fonction de la taille pores, en porosité fine (qui retient l'eau) et en porosité grossière, qui, le plus souvent est occupée par de l'air ; ces différentes formes de porosité sont établies en fonctions des états de l'eau : capacité au champ, point de flétrissement (Duchaufour, 2001).

Ds : la densité réelle

Da : la densité apparente

La porosité totale permet d'estimer le volume total accessible à l'atmosphère du sol (notion d'aération) ou aux transferts et stockage d'eau (Baize, 2000).

### **2.3.1.1. densité apparente (Da)**

Correspond à la masse volumique du sol en place : elle est variable selon la nature et l'état structural du sol (Prévost, 2006). La densité apparente est la densité du sol sec, concernant l'ensemble de la fraction solide et des pores (Prone,2003).

### **2.3.1.2.densité réelle (Dr)**

qui est le rapport de la masse des constituants solides Ms sur leur volume Vs. (Henin,Gass et Monnier, 1972)

$$Dr=MS/VS \text{ g/cm}^3$$

La masse volumique réelle des éléments constituant les particules de sol est fonction du type de matériaux : (Henin,Gass et Monnier, 1972)

- minéraux argileux 2,00 -- 2,65 g/cm<sup>3</sup>
- quartz et feldspath (limon et sable) 2,50 -- 2,60 g/cm<sup>3</sup>
- minéraux contenant des éléments métalliques 4,90 -- 5,30 g/cm<sup>3</sup>
- Fraction organique 1,30 -- 1,40 g/cm<sup>3</sup>

### **2.3.1.3.Porosité capillaire et non capillaire**

Selon (Lozet et Clement, 2002), la porosité totale peut être subdivisée de deux façons différentes. L'espace porale encore être divisé en deux parties d'une manière différente. Au lieu de se référer à un critère dimensionnel ou à un critère d'origine, on se réfère à la rétention

de l'eau due à l'action des forces capillaires, cette manière de procéder est voisine de celle qui est décrite et n'en diffère que par la définition de deux fractions de porosité (Calvet2003).

#### **2.3.1.4. La porosité texturale et structurale**

L'espace poral d'un bloc de terre (d'une grosse motte) peut être divisé en deux parties définies selon l'origine des pores qui les constituent. Des pores de petites dimensions situés à l'intérieur des assemblages, principalement des agrégats, et des pores situés entre les agrégats et les mottes, qui, eux sont généralement de plus grandes dimensions (Calvet, 2003).

La comparaison des porosités globale avec celle d'une motte isolée, permet de définir deux types de porosité : la porosité structurale (pores grossiers) et la porosité texturales (pores fins). Dans une première phase, des fissures se forment ce qui provoque une rentrée d'air : la porosité structurale (ou fissurale) se constitue. Dans une deuxième phase la diminution de volume du sol global évolue parallèlement à celle de l'agrégat /perte d'eau/ (Duchaufour, 2001).

### **2.4 .L'eau dans le sol**

L'eau du sol a une importance considérable ; d'une part intervient dans la nutrition des plantes, à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous ; d'autre part, c'est un des principaux facteurs de la pédogenèse, qui conditionne la plupart des processus de formation des sols (Duchaufour, 2001).

#### **2.4.1 .Humidité**

L'humidité du sol est une mesure importante pour la détermination du potentiel de production d'une culture. Elle est aussi importante pour la modélisation des bassins de drainage ou l'humidité dans le sol reflète la qualité d'eau présente dans les deux premiers mètres du sol.

L'humidité représente le rapport entre le poids d'eau contenu dans un certain volume de sol et le poids des grains solides contenus dans le même volume.

Ces quantités sont exprimées en ( Mathieu,2002).

- Masse (masse d'eau par masse de sol sec) ; on parle d'humidité pondérale.
- Volume (volume d'eau par volume de sol humidité en place) ; on parle d'humidité

volumique.

L'humidité exprime en g/g ou cm/cm. Elle est plus souvent exprimée en pourcentage (Loz et Mathieu, 2002).

## **2.4.2 .Rétention du l'eau dans le sol**

### **2.4.2.1 .Définition**

C'est une retenue dans le sol dans les pores et par interaction avec les minéraux argileux. La quantité d'eau retenue à un endroit et un moment donné dépend principalement de plusieurs facteurs : la nature des constituants, la structure du sol, et les agents climatiques, précipitation et la température. Il y a deux grands caractères de la rétention de l'eau dans le sol ; la teneur en eau et l'énergie potentielle de l'eau (Calvet, 2003).

### **2.4.2.2 .L'eau capillaire**

Qui, dans les sols non saturés, en présence d'air ou d'autres gaz, est retenue dans les canaux les plus fins du sol par les forces capillaires (El Gonnouni, 2010)

### **2.4.2.3 .L'eau gravitaire**

Egalement nommée eau libre, circule verticalement dans les pores grossiers et moyens de diamètre équivalent supérieur à 10  $\mu\text{m}$ . C'est elle qui alimente les nappes et les aquifères par drainage profond. En fonction du diamètre poral (Vauthier, 2011).

### **2.4.2.4.L'eau capillaire et absorbable**

Elle occupe les pores de 0,2 à 8  $\mu\text{m}$  de diamètre. Elle peut être extraite et utilisée par les plantes grâce à leurs racines.

### **2.4.2.5 .L'eau capillaire non absorbable**

$PF = \log_{10} h$

C'est une eau qui occupe les pores d'un diamètre inférieur à 0,2 $\mu\text{m}$ . Les racines des plantes ne peuvent l'extraire (Désiré ,2009).

#### **2.4.2.6 .L'eau de constitution**

C'est l'eau engagée dans les édifices géochimique et biochimiques des constituants du sol .Elle ne disparaît qu'à très haute température et n'est pas de réalité physique dans le sol (Gallali, 2004).

#### **2.4.2.7 .L'eau hygroscopique**

C'est l'eau absorbée par le sol à partir de l'humidité atmosphérique ; elle est retenue sous forme de films très minces autour de particules du sol. Elle est retenue aussi trop

énergiquement par celles-ci pour pouvoir être absorbé par les plantes (Mathieu et Pieltain,1998).

### **3 .Notion de potentiel matriciel et de pf**

#### **3.1. Potentiel matriciel**

Elle est déterminée par les forces matricielles qui dépendent la structure qui fixe les forces capillaire et de la nature des constituants solides des sols responsable de l'adsorption de l'eau. (Calvet R 2003)

#### **3. 1.2. pF**

La tension de section du sol peut être exprimée en unités de pression ou en hauteur d'eau. Les pédologues emploient volontiers une unité particulière, le Pf, qui est le logarithme de la pression négative P exprimée en cm d'eau :

$$pF = \log P$$

Les pF sont comprise entre 0 pour l'eau très faiblement retenue par le sol et 7 pour l'eau fortement absorbée sur la surface des particules (Mathieu et Pielatine, 1998).

#### **3.1.3. Point de flétrissement**

Quand une plante se développe sur un sol qui n'a pas reçu des précipitations depuis un Certains temps.

Elle commence à flétrir d'abord pendant les heures chaudes de la journée, mais recouvre sa turgescence pendant la nuit ; au bout d'un certain temps, le reste toujours flétrit car sa force de succion n'est plus suffisante pour extraire l'eau du sol, Il semble que cette succion limite soit

à peu près le même pour toutes les plantes cultivées. On peut l'appeler le point de flétrissement permanent. Il correspond à une

pression de 15bars soit à un pF de 4.2 (Baize, 2000).

### **3.2 . Réserve utile (RU)**

La réserve utile (RU) en eau d'un sol, exprimée en millimètre d'eau, correspond à quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante. La RU est encore la quantité d'eau comprise entre l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement (Buckman et Brady, 1965)

## **4 .Perméabilité du sol à l'eau et à l'air**

### **4.1. Définition**

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en  $\text{cm}^3/\text{h}$ . Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité. Cependant, son degré de décomposition a une influence sur cette dernière ; plus la matière organique est décomposée, plus la perméabilité est faible et vice-versa (Redlich et Verdure ,1975)

#### **4.1.1. La loi de darcy**

Bien que le processus d'écoulement de fluides dans les milieux poreux ait intéressé les physiciens depuis fort longtemps, la notion de perméabilité doit son origine à Henri Darcy qui en 1856 définit pour la première fois cette grandeur dans un article intitulé « Les fontaines publiques de la ville de Dijon ». Dans une expérience restée célèbre, Darcy mesurait le débit de fluide recueilli après percolation d'eau à travers une colonne de sable. En faisant varier les paramètres de l'expérience, il déduisit la loi phénoménologique suivante (Dullien 1992) :

## **5.caractéristiques physico chimiques du sol**

### **5.1. pH du sol**

Le pH du sol est une mesure de l'acidité ou de la basicité (alcalinité) d'un sol. Le PH est défini comme le logarithme négatif (base 10) de l'activité des ions hydronium ( $\text{H}^+$  ou, plus précisément,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) dans une solution. Dans les sols, il est mesuré dans une boue de sol mélangée à de l'eau (ou une solution saline, telle que 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ ), et se situe normalement

entre 3 et 10, 7 étant neutre. Les sols acides ont un pH inférieur à 7 et les sols alcalins ont un pH supérieur à 7. Les sols ultra-acides ( $\text{pH} < 3,5$ ) et les sols très fortement alcalins ( $\text{pH} > 9$ ) sont rares (Bingham et Johnson 2016).

Le pH du sol est considéré comme une variable maîtresse dans les sols car il affecte de nombreux processus chimiques. Il affecte spécifiquement la disponibilité des nutriments des plantes en contrôlant les formes chimiques des différents nutriments et en influençant les réactions chimiques qu'ils subissent. La gamme optimale de pH pour la plupart des plantes se situe entre 5,5 et 7,5 (Johnson 2017) cependant, de nombreuses plantes se sont adaptées pour prospérer à pH valeurs en dehors de cette plage.

### **5.1.1. conductivité électrique (CE)**

Elle définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (Baize, 1989). Elle est déterminée selon le rapport (1/5).

La mesure est effectuée sur le surnageant obtenu après centrifugation, à l'aide d'un Conductimètre, les lectures sont exprimées en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### **5.1.2. capacité d'échange cationique :**

On appelle capacité d'échange cationique (CEC) d'un horizon ou d'un échantillon, la quantité totale de cations que celui-ci peut retenir sur son complexe adsorbant, à un pH donné.

A noter qu'il existe aussi une capacité d'échange anionique. (Baize, 2000)

La CEC correspond donc au nombre de sites négatifs proposés à l'adsorption par l'argile et l'humus du sol. Chaque sol a une CEC bien précise qui correspond à la quantité de cations qu'il peut fixer, à un pH donné. Ces cations peuvent être des acides faibles ou des acides forts ( $\text{H}_3\text{O}^+$  notamment). Il est préférable que ce soit des acides faibles qui occupent les sites de fixation :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  car ceux-ci sont les plus intéressants d'un point de vue nutritif pour la plante... Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus sa CEC est importante. (Baize, 2000).

**5.1.3. Le calcaire total**

La quantité totale de calcaire est déterminée par la méthode gazométrique, moyennant le calcimètre de Bernard décrite par Du chaufour (1976), en dosant la quantité totale des carbonates. Le principe est basé sur le volume de gaz carbonique dégagé lors de l'attaque d'un échantillon de terre par l'acide chlorhydrique dilué.

- Le rôle du calcaire total :

Tout est affaire d'équilibre avec l'argile et l'humus, le calcium, forme des agrégats qui retiennent des éléments nutritifs pour les plantes.

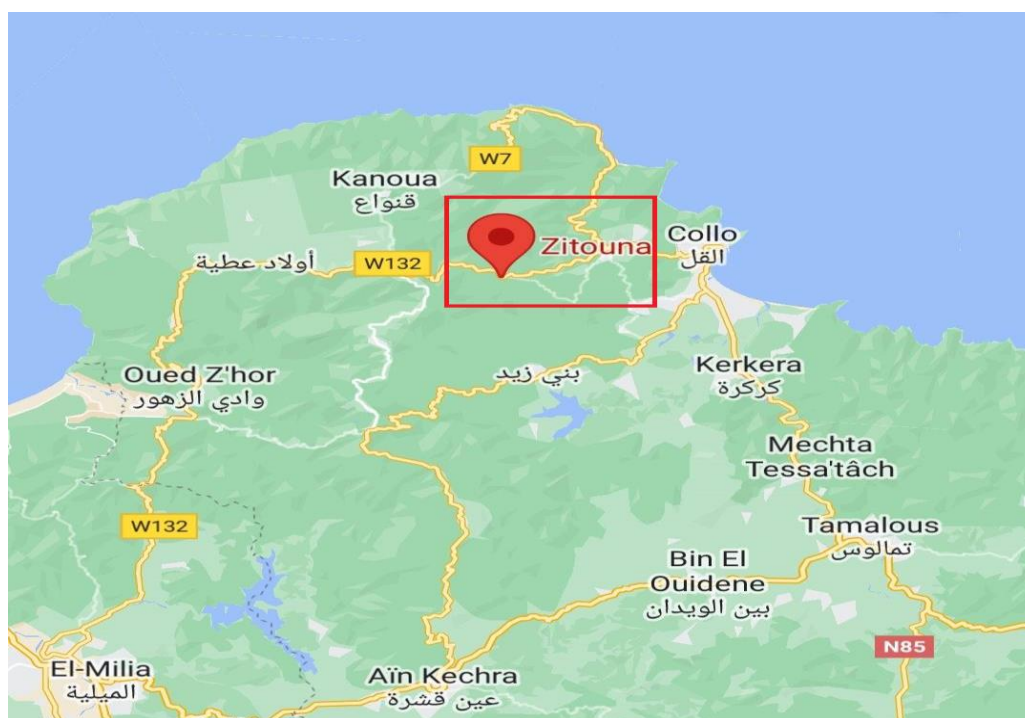
**5.1.4. Matière organique (MO)**

Les classes d'appréciation de la teneur du sol en matière organique sont réalisées en fonction du taux d'argile.

En effet, la matière organique améliore la structure et diminue l'érosion du sol, a un effet régulateur sur sa température, permet au sol de stocker davantage d'eau et représente aussi un milieu de culture pour les organismes vivants, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol (Mirsal, 2004).

**Chapitre 02**

**Présentation de la  
région d'étude**



**Figure 04** : situation géographique de la commune de Zitouna (google maps)

### 1. Situation géographique de la zone d'étude:

La géologie de la région de l'oued Tamanart, béni zide et zitouna est caractérisée par une géologie très complexe; elle diffère de celle du reste de la petite Kabylie par la présence d'un massif de serpentinite associé à des gneiss. L'ensemble serpentinite-gneiss forme ce que l'on convient d'appeler : le socle nord kabyle. Par opposition au socle sud kabyle proprement dit qui est formé de phyllades, de micaschistes, de gneiss, cipolin et d'absence de péridotites et serpentinites. Ce socle nord kabyle est transpercé par des roches acides miocènes : granite, microgranite, rhyolite (d'après Temagoult, 1989) .

### Les caractéristiques du milieu

L'étude du milieu naturel est une étape très importante dans chaque étude pédologique cette étude concerne certains facteurs comme : le climat, la végétation, La géomorphologie, pédologie, climat, et la géologie.

### 4. La topographie :

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

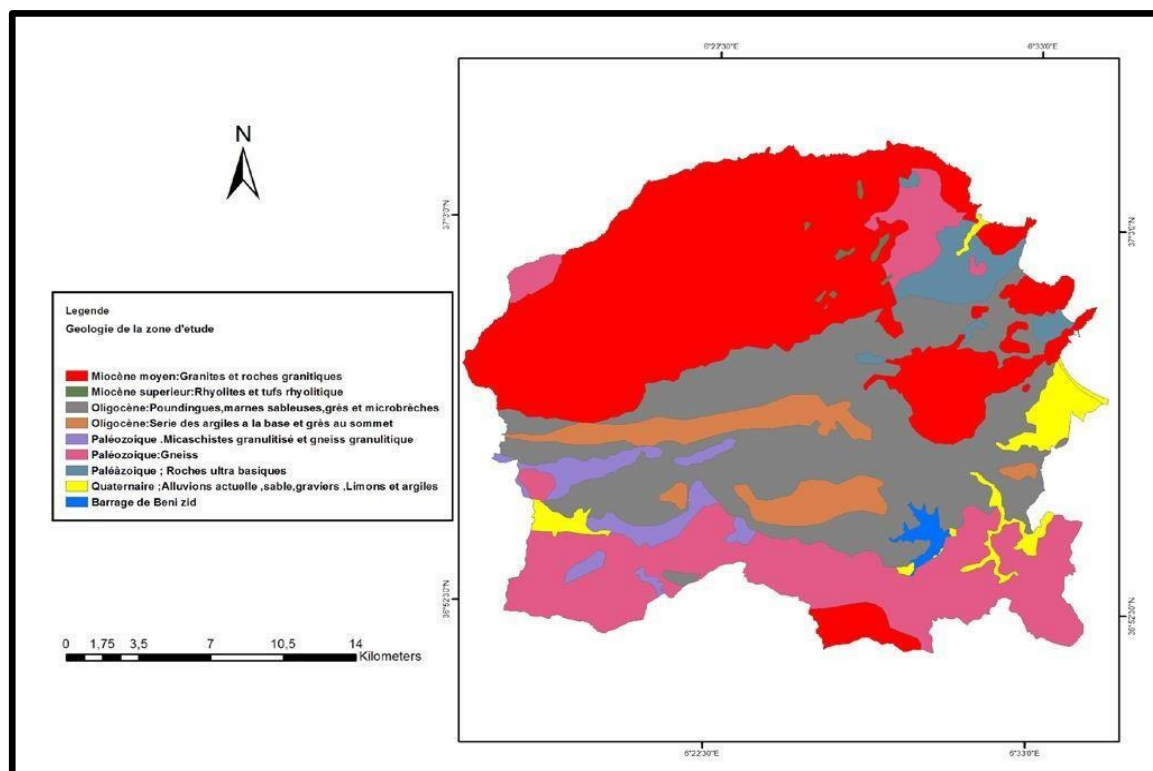
---

Des études topographiques peuvent déterminer l'accessibilité de la zone et évaluer sa "disponibilité géographique" pour accueillir les investissements. Notre zone d'étude fait partie du massif forestier de colo, une région montagneuse sur la chaîne côtière des montagnes du Terra Atlas avec une topographie très accidentée et irrégulière. Une crête principale commence à Ain Kechra et culmine à Djebel el Goufi (1183m). La descente vers la côte est la pente est très forte. Notre zone d'étude comprend entre 0 mètres d'altitude (niveau de la mer) et 1184 mètres (djebel el Goufi). L'altitude moyenne est élevée, avec de très hauts sommets en bord de mer, notamment au nord et à l'ouest de la presqu'île du Cap Bougaroune, les exemples les plus frappants étant Koudiat Sidi Embarek (805 m d'altitude, à 2,5 km de la côte) et Koudiat Mechlouda (Alt. 740m à 2 km des falaises ouest). La pente moyenne est généralement très raide. D'innombrables canyons ouvrent notre zone de recherche. Ils forment souvent un véritable canyon traversé par des oueds permanents, faisant de ce secteur l'un des plus difficiles d'Algérie. Le massif s'avance vers le nord dans la Méditerranée, formant un immense cap au contour presque semi-circulaire.

### 5. Géologie :

Le massif de la forêt de Koro est composé de roches cristallines éruptives, partiellement recouvertes de marne ou de débris de grès nummulite. Des dépôts récents sous forme de colluvions et d'alluvions sont visibles dans la vallée. La composition géologique est à peu près la suivante :

- Au nord un massif granitique avec des îlots de gneiss et serpentines au nord-est .cette coïncide quelque peu avec celle du pin maritime.
- Une large bande au milieu du massif est formée par les grès et argiles schisteux de la série numidienne.
- La partie sud est formée par des schistes cristallins enrobant le massif granitique des beni toufout.



**Figure 05 : géologie de la zone d'étude (extrait de la carte structurale au 1 /500000 de la chaîne alpine d'algérie orizontale et de confins algéro- tunisiens)**

### 6. Pédologie :

Les soles observées sur la zone d'étude sont en général :

- Sur granite et grès numide facilement décomposables, bon sol forestier, généralement profond et fertile ; le couvert végétal est important, avec une bonne couche d'humus. La litière est importante dans un sol presque intact et légèrement acide sous les forêts de pins de la mer du Nord.
- Les sols sont assez profonds sur des schistes qui se décomposent encore facilement, et ils sont fréquemment colorés en rouge par l'oxyde de fer. Une épaisse couche de végétation est fréquemment mélangée à des pierrailles.
- Sur les plaines métamorphiques du nord-ouest, les massifs de grès numide ou gneissique granulite, les sols sont peu profonds, secs et stériles, très peu fertiles. La couche végétale est mince, parsemée de pierrailles, et l'humus est souvent absent.

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

---

Le lien "Végétation-type de sol" est plus ou moins fort. C'est un ajustement très serré pour le chêne zeen, qui ne peut pousser que sur des sols allongés et profonds. En revanche, le chêne liège, qui représente la forêt d'origine et que l'on retrouve sur tous les types de sols, est plutôt décontracté.

L'influence du soleil, en revanche, est assez subtile sur l'état de la population. En effet, les écosystèmes souterrains dégradés se reconstituent mal sur les sols de surface, laissant le maquis prendre le relais (surtout dans le sud où la saison sèche est plus présente). Ce maquis est heureusement fréquemment colonisé par le Pin maritime, parfaitement à l'aise sur ces terrains siliceux et dans ce climat humide.

### **7.Hydrographie :**

La zone d'étude possède un réseau de voies navigables plus dense que les autres régions montagneuses. C'est le produit de fortes précipitations annuelles (en moyenne 1000 mm ou plus) sur des sols peu perméables, ce qui favorise le ruissellement de surface jusqu'au point d'infiltration malgré une végétation dense.

Le massif est drainé par d'innombrables petits oueds qui débouchent sur les oueds principaux suivant:

- Oued Tamanart au Nord -Est,
- Oued Damous au Nord-Ouest,
- Oued Zhor au Sud-Ouest,
- Oued Beni zid au Sud-Est

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

□ Oued Cherka à l'Est.

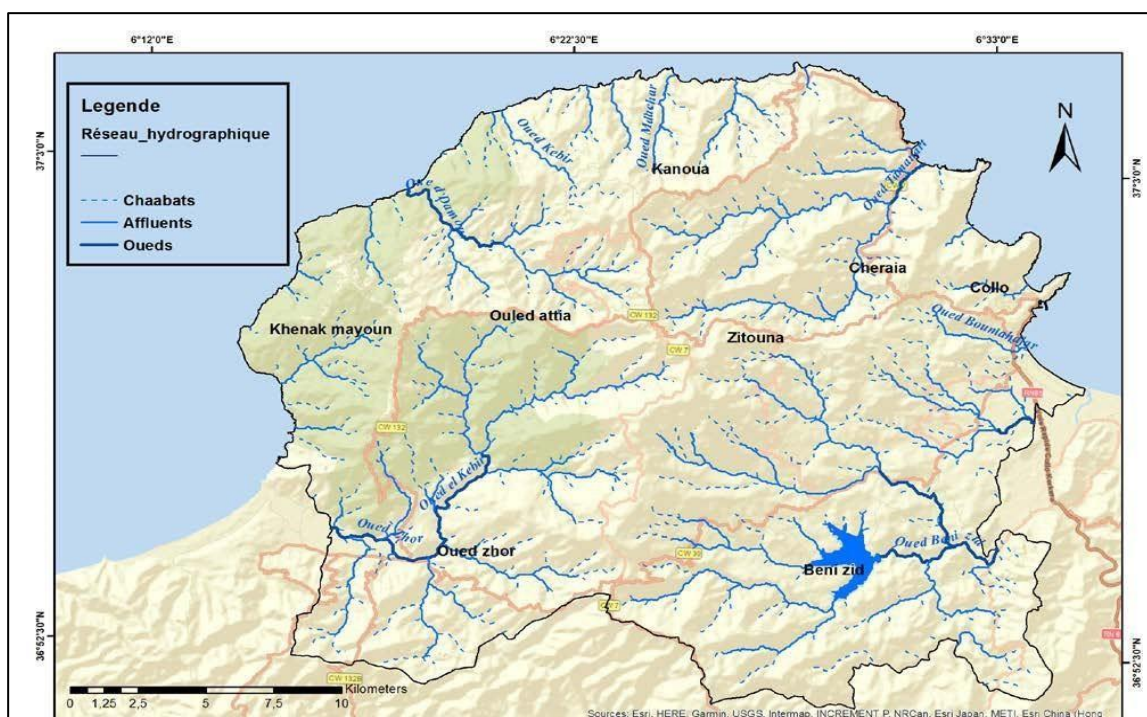


Figure 06 : Carte de réseau hydrographique. (Rais.H 2020)

### 8. Climat :

Zitouna possède un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Zitouna est de 18.5°C et les précipitations sont en moyenne de 680.3mm.

- **La température:**

Au mois de Août, la température moyenne est de 26°C. Août est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 12.4°C à cette période.

- **Les précipitations:**

Des précipitations moyennes de 6.4mm font du mois de Juillet le mois le plus sec. En Décembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 112mm.

- **L'humidité de l'air**

Station météo utilisée pour calculer le climat pour Zitouna : SKIKDA (située à 41 km)  
tableaux 12 Les précipitations varient de 105.6mm entre le mois le plus sec et le mois le

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

---

plus humide. l'amplitude des températures tout au long de l'année est de 13.6°C.

- **Les vents:**

Les vents principaux viennent de l'ouest et de l'est, et ils ont peu d'effet sur la végétation, à l'exception du sirocco, qui souffle occasionnellement au printemps et en été.

- **Synthèse climatique:**

La synthèse climatique met en évidence les caractéristiques du climat permettant ainsi une délimitation des différents étages de la végétation (**RIVAS-MARTINEZ, 1982**).

- les caractéristiques climatiques peuvent être approchées grâce aux indices, qui sont des combinaisons des moyennes des trois composantes essentielles du climat : Température, précipitation et évaporation.

- **L'indice d'aridité de Martonne:**

Cet indice permet de caractériser le climat par son aridité qui est d'autant moins grande que les précipitations sont plus élevées et que la température est plus basse.

$$I_A = \frac{P}{T+10}$$

-P : Précipitations moyenne annuelle (mm), -T : Températures moyenne annuelle (°C).

Pour notre zone d'étude nous avons :

- Collo :  $I_A = 36$
- Cap Bougaroune :  $I_A = 37$
- Ain el Ksar :  $I_A = 61.5$

Collo et Cap Bougaroune présentent un début d'aridité.

### 9. Quotient pluviaux-thermique D'Emberger :

Le quotient pluviométrique **d'EMBERGER (1931-1955)** a été établi à partir de 248 stations de la région méditerranéenne dont 47 stations en Algérie. Il est identifié comme suit :

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

---

$$Q_2 = \frac{1000P}{M+m} = \frac{2000P}{M^2-m^2}$$

—

$(M-m)^2$

P : pluviosité moyenne annuelle exprimée en mm,

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud exprimé en °K

( $t^{\circ}K=t^{\circ}C+273$ ). m : moyenne des minima du mois le plus froid exprimé en ° K ( $t^{\circ}K=t^{\circ}C+273$ ).

**Tableau.03- Valeurs du Q2 des différentes stations**

Station	Q2	Bioclimatic
Collo	99	Subhumide à hiver chaud
Cap	121	Humide à hiver chaud
Ain el Ksar	194	Humide à hiver frais

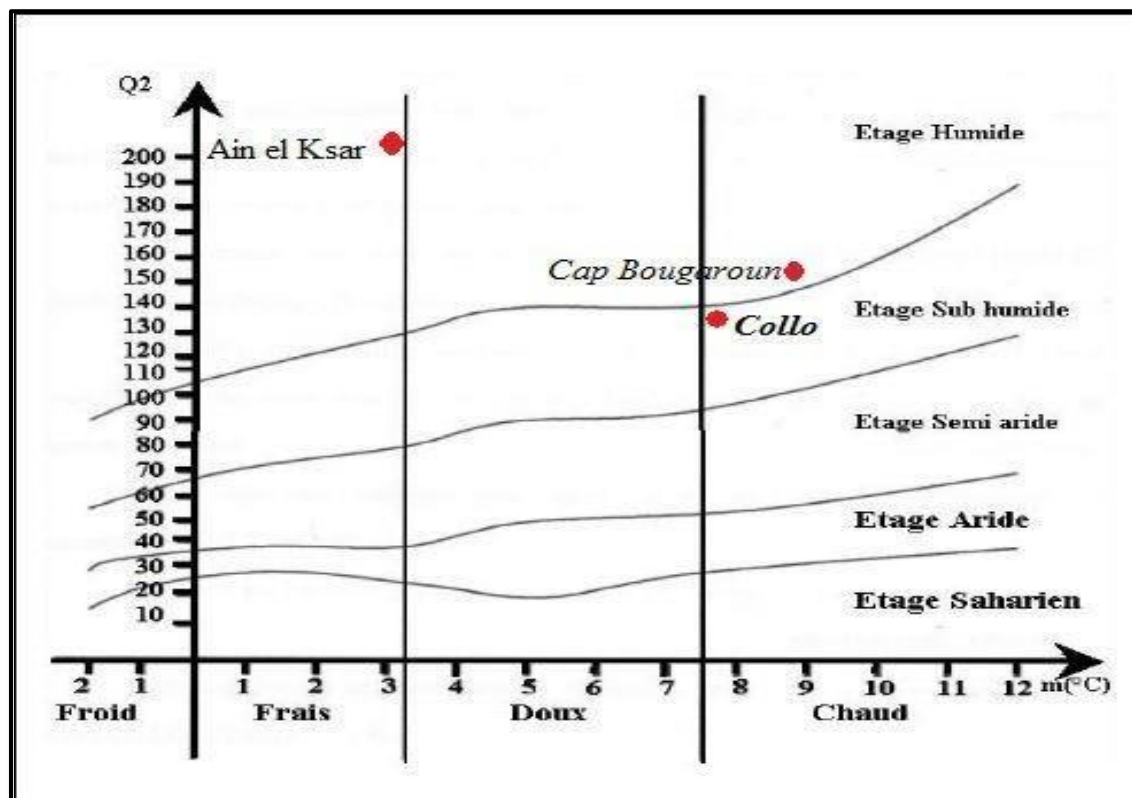
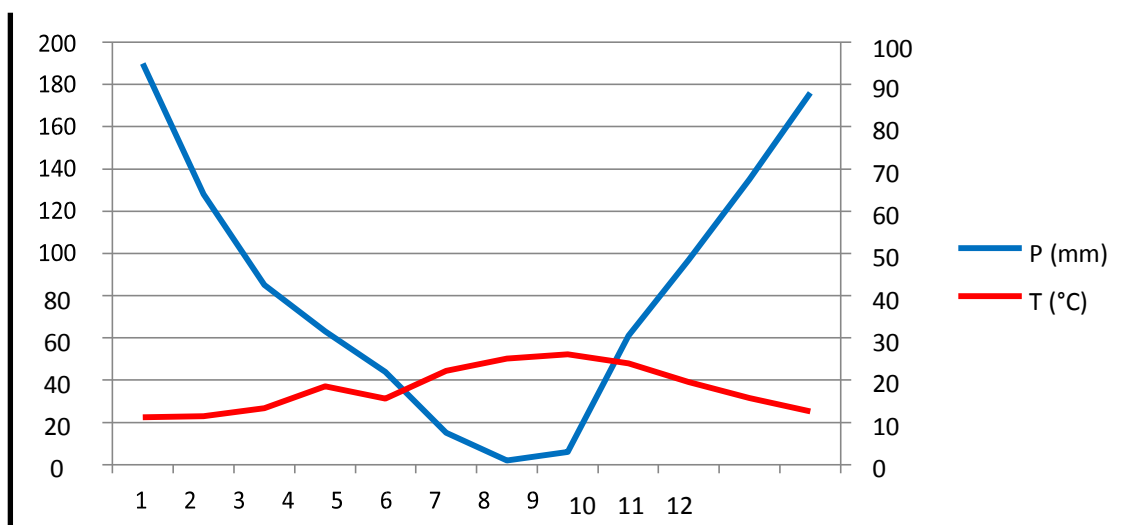


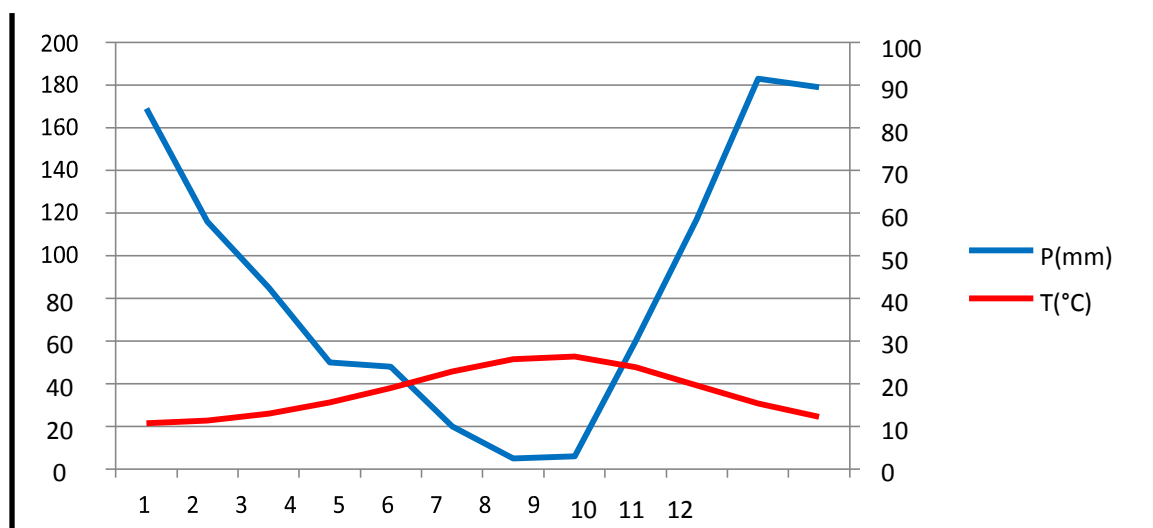
Figure 07 : Climagramme d'EMBERGER



**Fig 08 :** Diagramme pluvieux thermique de Bagnouls et Gausсен, station de Collo

### 9.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN:

Il s'agit d'un diagramme traditionnel décrivant le cycle annuel des températures et des précipitations, ainsi que la durée et l'intensité des saisons froides et sèches. C'est soit une carte ombrothermique soit des précipitations. Ce graphique, qui a été créé sur une échelle  $p = 2t$ , permet de comparer rapidement et précisément les climats de différentes stations et régions sur de courtes ou de grandes distances.



**Figure 09.** Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен, station Cap Bougaroun.

Le schéma représente deux périodes distinctes, l'une humide entre octobre et avril et l'autre sèche entre mai et septembre. Pour les arbres, la première période est le printemps, qui dure de mi-mars à début mai et permet à l'arbre de produire un premier bois, et la deuxième période est l'automne, qui dure de début octobre à début décembre. Et permet à l'arbre de produire du bois secondaire. On constate que la période de croissance printanière est plus courte que la période de croissance automnale, ce qui signifie que la taille des cernes de printemps est plus petite que celles de la deuxième période (automne). Ce diagramme montre également que la saison sèche dure six mois (Mai au septembre). Le massif forestier de Collo, conclut-on, bénéficie d'un climat méditerranéen humide à subhumide. Les saisons sont bien marquées. De décembre à mars, il y a un hiver doux et pluvieux, suivi d'un été chaud et humide de juin à septembre. Il s'agit d'un climat forestier agréable.

### **10. Milieu socio-économique :**

Avant la colonisation française, le massif était très peu accessible. La population riveraine peu nombreuse, l'activité principale l'agriculture d'autosubsistance et un élevage extensif. Actuellement les populations riveraines sont vitales et se sont déplacées vers les centres urbains limitrophes suite au phénomène de l'exode rural. Toutefois, elles continuent à pratiquer en forêt les différentes activités.

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

Tableau.04- Nombre des populations (Source : PDAU)

Commune	Population
Collo	35682
Beni-Zid	20697
Cheraia	18759
Zitouna	9336
Kanoua	7 507
Ouled Attia	10484
Khenak Mayoune	4 495
Oued Zhor	6679
<b>TOTAL</b>	<b>113639</b>

L'activité agricole et l'élevage bovin et caprin sont prédominants dans la zone étudiée.

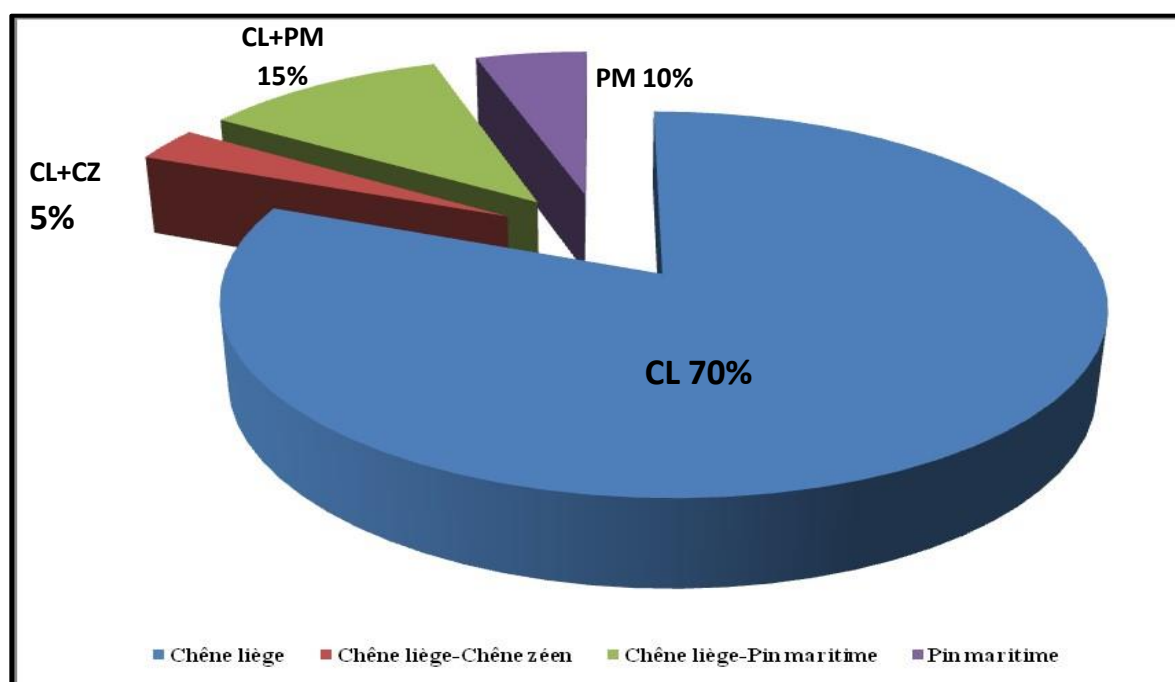
La disponibilité de l'eau encourage l'extension désordonnée de l'agriculture et l'usage incontrôlé de produits phytosanitaires, d'une part, les rejets d'eaux usées en provenance des agglomérations proches de la forêt d'autre part constituent une menace sur l'équilibre écologique de la zone. Par ailleurs la pratique du défrichement des terres forestières se fait au détriment des cultures très prisées dans la région (châtaignier, olivier, noyer, et des cultures saisonnières).

### 11.Situation des forêts dans notre zone d'étude :

La forêt de notre zone d'étude fait partie du massif forestier de zitouna, avec une superficie de 51226,9377 ha, Elle est constituée essentiellement par des essences forestières naturelles (chêne- liège, chêne zeen et pin maritime) et d'autres essences introduites avec une très faible superficie (eucalyptus, pin noir, acacias).

#### 11.1.Description des formations forestiers :

Les résultats du dernier inventaire forestier national réalisé par le **BNEDER (2008)** font ressortir que la presqu'île de zitouna est une zone de prédilection pour le chêne liège.



**Figure 10:** Répartition des principales essences forestières de la zone d'étude (BNEDER).

En se basant sur la structure et la composition en essences, les principaux types de formations végétales observés peuvent se décliner sous la forme de :

- **Futaies feuillues :** il s'agit essentiellement de subéraies qui dominent largement les paysages de la zone d'étude. D'autres essences feuillues, présentes en plus faible proportion, peuvent former des futaies : le chêne zeen, le chêne afares, l'aulne.
- **Futaies résineuses :** ce sont des peuplements composés exclusivement de pin maritime.
- **Futaies mélangées :** il s'agit de peuplements dans lesquels le chêne liège se rencontre en mélange avec le chêne zeen ou avec le pin maritime.
- **Autres :** il s'agit essentiellement de maquis, représentant un faciès de dégradation des subéraies.

Les différents types de peuplements caractérisant ces formations forestières peuvent se rencontrer globalement sous l'aspect de :

- Vieilles futaies de chêne liège.
- Jeunes futaies de chêne liège.
- Futaies adultes mélangées de chêne liège et chêne zeen.
- Futaies adultes mélangées de chêne liège et pin maritime.

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

- Vieilles futaies de chêne zeen.
- Ripisylves à *Alnus glutinosa*.
- Futaies adultes de pin maritime.
- Jeunes futaies de pin maritime.
- Bas et hauts perchis de pin maritime.
- Des formations para forestières : - Maquis arborés clairs ou denses,  
-Maquis Clairs ou denses.

11.1.1.Nature juridique des forêts de notre zone d'étude :

La superficie de notre zone d'étude est environ de **51000 ha**, répartie selon la nature juridique en deux:

- Forêt étatique avec une superficie de **38000 ha**, appartenant à l'État.
- Forêts privée avec une superficie de **13000 ha**

La forêt domaniale provient des anciennes forêts et qui se sont citées dans le tableau ci-après

**: Tableau 05: Countenance des forêts domaniales**

No	Nom des anciennes forêts = Forêts domaniales	Superficies (Ha)	Communes de situation
<b>01</b>	Forêt Sectionale d'arb el Goufi	876,37	Zitouna et Cheraia
<b>02</b>	Forêts Sectionale de Cheraia	203,7880	Zitouna et Cheraia
<b>03</b>	Forêt Domaniale arb el Goufi	596,8190	Cheraia et Zitouna
<b>04</b>	Forêts nationalisée de sanhadja	6054,82	Beni zid, Zitouna et Cheraia
<b>05</b>	Forêt nationalisée d'Hamendas de Petite Kabyle (HPK)	22486 ,50	Attia, Mayoune,O Zhor, Zitouna et Cheraia

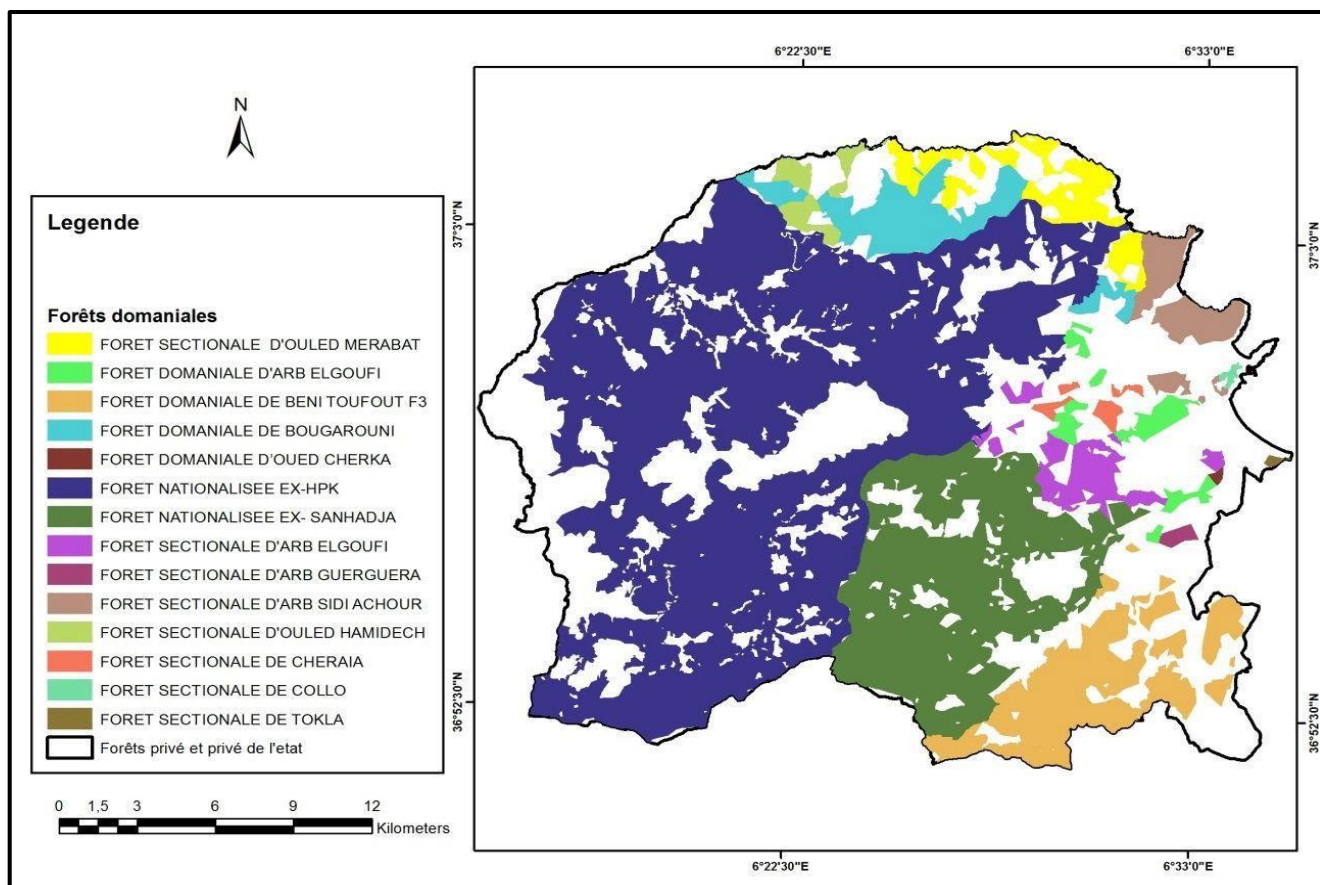


Figure 11. Répartition géographique des forêts domaniales

### 11.2. La gestion des forêts de notre zone d'étude:

La forêt de notre zone d'étude est gérée par la circonscription des forêts de Collo, qui est un établissement public à caractère administratif, chargé de la gestion des forêts publiques, placé sous la tutelle de la Conservation des forêts de la wilaya de Skikda.

### 11.3. Aménagement antérieur de la forêt de notre zone d'étude :

La forêt de notre zone d'étude, après avoir été surexploitée pendant l'époque coloniale et le manque de gestion planifiée qui a entraîné une dégradation du potentiel de la production. Cette absence d'activité a cédé la place à une gestion anarchique et peu soignée par le manque de plans d'aménagement.

Pour remédier à cela le massif forestier de Collo a été couvert par des études d'aménagement :

- Par le groupe français G.E.R.S.A.R en 1975 sur une superficie de 45910 ha
- Par l'O.N.T.F sur une superficie de 8476 ha en 1979.

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

- Dans le cadre de la coopération allemande une étude a été initiée en 1991 par la GTZ, cette étude a été stoppée suite aux événements qu'a connus le pays durant les années 90. Les deux premières études sont divisées la forêt domaniale en 09 séries numérotées par des chiffre romains de I à VII, XI et XII, chaque série constituant un ensemble des parcelles numérotées en chiffre arabe pour chaque parcelle, comme nous indiqué le tableau ci-après :

**Tableau 06: Contenance des forêts aménagées(les séries aménagées).**

N° de série	Communes de situation	Surface totale de la série. (Ha)	Nombre des parcelles	Surface Moyen des parcelles. (Ha)	Etude de
<b>I</b>	Beni zid	1672 ,25	16	100	GERSAR
<b>II</b>	Beni Zid	6554,75	85	77	//
<b>III</b>	Zitouna, Kanoua, O. Attia, Cheraia,	3226,25	41	78	//
<b>IV</b>	Cheraia ,Zitouna , Kanoua	3509	42	84	//
<b>V</b>	Ouled Attia,Khenak Mayoune	2318,75	29	80	//
<b>VI</b>	Ouled Attia,Khenak Mayoune	5482,25	73	75	//
<b>VII</b>	Oued zhor,O.attia	8659 ,75	118	73	//
<b>XI</b>	Collo , Cheraia , Zitouna	2010	31	64	O.N.T.F
<b>XII</b>	Collo , Cheraia , Kanoua	4651	70	67	//
<b>Total</b> <b>:</b>	<b>08 Communes</b>	<b>38084 Ha</b>	<b>505 parcelles</b>	<b>75 Ha</b>	

Une partie de la forêt reste non aménagée, et qui est répartie sur les cantons suivants :

## Chapitre 02 présentation de la région d'étude

Tableau 07: Contenance des Forêts non aménagées

Nom des cantons	Superficie (Ha)	Communes de situation
Bousserdoun	130,02	Collo
Moumen	06 ,8150	Collo
El horach	22 ,48	<b>Cheraia</b>
Keng el djamaa	12,80	<b>Beni zid</b>
Tizeghbane,tazeka	95	<b>Beni zid</b>
Bennaya	41	<b>Beni zid</b>
Azib moussa	263.20	<b>Beni zid</b>
Driouat	74,50	<b>Beni zid</b>
<b>Total</b>	<b>645,815 ha</b>	

### I Les caractéristiques géologiques de la région d'étude

La géologie de la région de l'oued Tamanart, beni zide et zitouna est caractérisée par une géologie très complexe; elle diffère de celle du reste de la petite Kabylie par la présence d'un massif de serpentinite associé à des gneiss. L'ensemble serpentinite gneiss forme ce que l'on convient d'appeler : le socle nord kabyle. Par opposition au socle sud kabyle proprement dit qui est formé de phyllades, de micaschistes, de gneiss, cipolin et d'absence de péridotites et serpentinites. Ce socle nord kabyle est transpercé par des roches acides miocènes : granite, microgranite, rhyolite (d'après Temagoult, 1989) .

# **Chapitre 03**

## **Matériels et méthodes**

## **1. Méthodologie de travail**

La méthodologie de travail que nous avons adopté pour l'étude des propriétés physicochimiques des sols du périmètre étudié comprend plusieurs étapes se regroupant en quatre phases:

- Travaux préliminaires(de reconnaissances)
- Prospection sur le terrain
- Analyse de laboratoire
- Classification des sols

### **1.1. Travaux préliminaires**

C'est une phase de documentation qui consiste à collecter et exploiter tous les documents de base disponibles sur la zone à prospecter, nous avons à notre disposition : carte géologique et topographique de la zone d'étude.

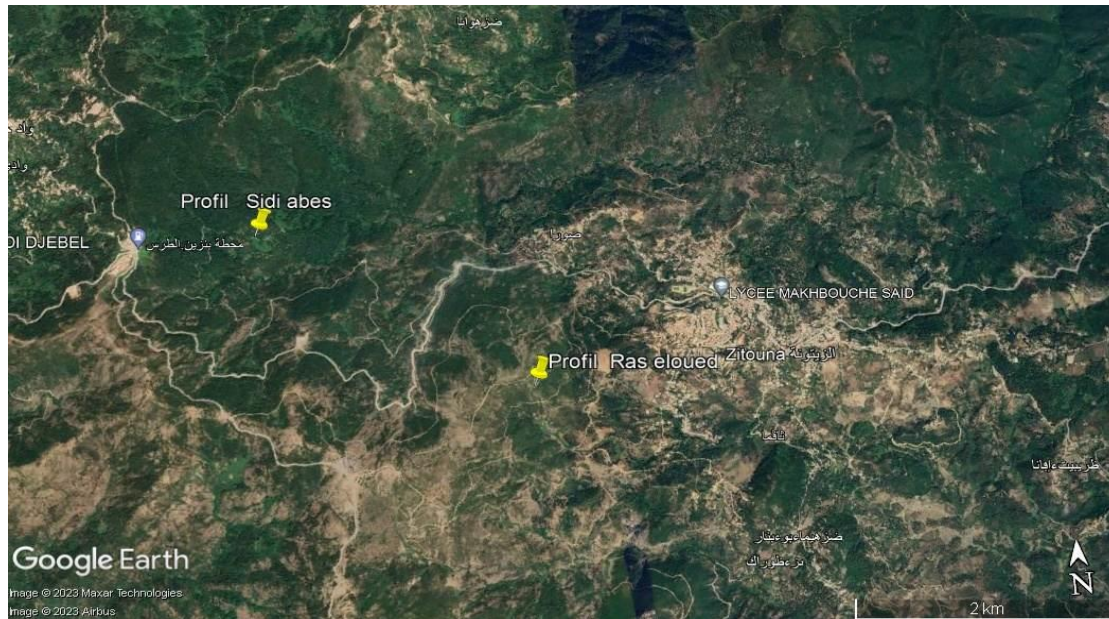
#### **1.1.1. Prospection sur le terrain**

#### **1.1.2. Prospection de reconnaissance**

Cette phase comprend la photo-interprétation qui nous a permis de délimiter le périmètre de la zone d'étude et de déduire certaines caractéristique telles que la géomorphologie, la végétation et l'utilisation anthropique des sols (culture, habitation,.....),cette phase nous permis de délimiter les unités topographiques.

#### **1.1.3. Prospections proprement dite**

Une séquence des sols allant du point le plus haut au point plus bas a été tracé. Deux profils ont été étudiés, selon les profondeurs suivantes ; 0-25, 25-60 et 60-120cm pour les profils 1 (de Sidi abes ),de;0-60 ; 60-80 ;80-120 cm de profondeurs pour le profil 2 (Rass eloued) .



**Figure12:** Localisation des deux profils.(Google Earth)

### 1.2.Description du sol

La description des sols fait appel à une série de donnée générale situant l'observation et une série de donnée concernant le profil et la succession des horizons.

#### 1.2.1. Les donnée générales

- **Numéro des profils :** cette numérotation est indispensable pour se référer à l'observation. Elle s'appuie sur un système alpha- numérique, constitué ordinairement par l'association d'initiale alphabétiques des chiffres arabes.
- **La localisation :** la localisation des points d'observation doit être très précise car elle permet de retrouver l'emplacement des sols étudiés].
- **La date :** elle sert à repérer les classements des échantillons de façon chronologique.
- **Les conditions atmosphériques :** les conditions des milieux est la caractéristique des sols peuvent subir des variations sensibles suivant les saisons, sec ou humide et préciser les conditions atmosphérique au moment de l'observation pendant la description.

#### 1.2.2. Les données concernant les conditions du milieu

Ces données regroupent la géomorphologie (relief, pente, altitude,...), la végétation ou système de culture, la roche mère et matériaux original, aspect de la surface du sol (microrelief, présence de roche tracé d'érosion,...) et le régime hydrique (drainage, inondation,...).

#### 1.2.3. Les données concernant les profils et la succession en horizons

Les opérations consistent à reconnaître les différents horizons constituant les profils, chaque horizon est décrit en commençant par l'horizon de surface.

- ◆ **Description des horizons :** chaque horizon est décrit en notant les caractéristiques suivantes : l'épaisseur (mesurer en centimètre), la couleur (en utilisant la charte de Munsell, Soil Color Chart), la présence ou l'absence de la matière organique, la texture (déterminer par la touche), la structure (déterminer par l'observation de l'assemblage des particules élémentaires du sol), la consistance de chaque horizon ainsi que l'enracinement.
- ◆ **Prélèvement des échantillons :** c'est une opération fondamentale au même titre que la description, on doit prélever l'échantillon avec un outil propre on commence par l'horizon le plus profond et on termine par la surface. Chaque échantillon prélevé est mis ensuite dans un sac plastique numéroté.

### 1.3. Analyse au laboratoire

Les 7 échantillons prélevés depuis tous les horizons de chaque profil ont été ramenés au laboratoire des sciences du sol de l'université 20 Aout 1955-Skikda, séchés à l'air libre, broyés et tamisés à l'aide d'un tamis à maille de 2 mm afin de disposer d'une terre fine sur laquelle s'est effectuée les différentes analyses.



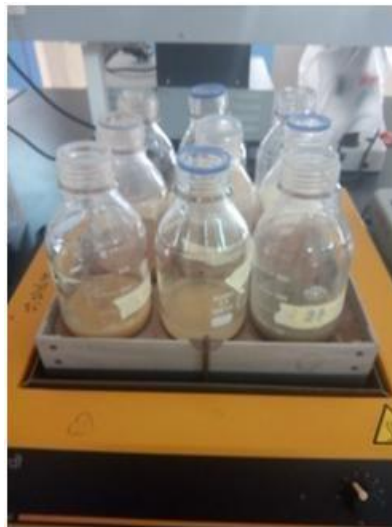
**Figure 13:** tamis à maille de 2 mm

Les analyses physicochimiques sont portées sur les paramètres suivants : analyse granulométrique, détermination de la matière organique, le pH, la conductivité électrique, le calcaire total  $\text{CaCO}_3$ , humidité, porosité (densité réelle et la densité apparente).

### 1.3.1. Analyse granulométrique proprement dite

Peser 10g de terre fines séchées à l'air dans un bécher de 600ml (Fig.07).

- Ajouter 50ml d'eau oxygénée
- Laisser au repos une nuit
- Porter sur plaque chauffante (éviter une ébullition trop forte, car l'eau oxygénée se décompose très rapidement)
- Renouveler les additions d'eau oxygénée jusqu'à destruction complète de la matière organique;
- Éliminer entièrement l'excès d'eau oxygénée en faisant bouillir.



**Figure.14-** Verrerie pour l'analyse granulométrique

#### 1.3.1.1. Dispersion proprement dite

- Transvaser les échantillons
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'à 300 à 400ml
- Ajouter 25ml d'une solution de pyrophosphate ou d'hexamétaphosphate de sodium à 40g/l
- Agiter deux heures à l'agitateur mécanique
- Amener la suspension à 1 litre avec de l'eau distillée
- Agiter énergiquement par retournement en s'assurant que tout le dépôt qui a pu se former au fond de l'allonge débouche sur une place loin de toutes sources de chaleur pendant le temps correspondant à la particule à prélever.

**1.3.1.1.1. Argile+limon**

- Au bout de 4 min 48 secondes a 20°, on prélève à 10 cm de profondeur un aliquote(20 ml, soit 1/50)de la fraction argile+ limon(il est nécessaire de toujours commencer par le prélèvement, celui de l'argile, correspond a 1/50 de l'argile total, en opérant en sens inverse on obtiendrait 1/50 de l'argile et 1/49 de la fraction argile+limon).
- Descendre la pipete jusqu'à ce que la pointe touche le niveau supérieur de la suspension et noter la position de l'index sur la réglé graduée ; 20 a 30 se cendre avant la fin du délai de sédimentation déterminer la température de la suspension, des cendre la pipette de 10 cm.
- Ouvrir lentement le robinet et au temps voulu, aspirer pour remplir doucement la pipette en 10 secondes réparées également de part et d'autre du temps de chute pour 10cm.
- Lorsque le liquide a rivaux-dessus du robinet, fermer celui-ci.
- Vider le trop-plein par l'ajutage latéral.
- Remonter la pipette et vider son contenu dans une boite a tare de 50 ml environ.
- Evaporer a sec, sécher a l'étuve a 105° et peser le résidu sec.
- Calculer la correction à apporter aux résultats en prélevant une fraction a aliquotes d'une solution contenant pour 1000 ml, 25 ml de la solution de pyrophosphate de sodium utilisée comme disert Sant (Fig. 08).



**Figure.15-** Verrerie pour la détermination du pourcentage d'argile+limon

### 1.3.1.1.2. Argile

Opérer exactement de la même façon après repos de huit heures à 20°, suivant la température moyenne de la suspension, modifier le temps de sédimentation, ou, si celui-ci ne convient pas, adopter la profondeur correspondant au temps choisi[18].



**Figure.16**Déterminationdupourcentaged'argile

### 1.3.1.1.3. Sables

- Eliminer l'ensemble d'argile et du limon par décantations successives, en adoptant le temps de sédimentation du limon comme dans la méthode précédente, mais en ajoutant à chaque fois, sauf au dernier lavage, un peu d'agent d'espérant (3 ml de pyrophosphate de sodium). Opérer de préférence sur une hauteur de sédimentation de 20cm.
- Fractionner en suite les sables par tamisage (tamis maille de 50 et 200 $\mu$ ).



**Figure.17**-Détermination de la fraction du sable par tamisage

### 1.3.2. Détermination de la matière organique(méthode de laperte au feu)

#### ◆ Appareillage

- Four à moufle(Fig. 11)
- Etuve
- Creuset de porcelaine
- Balance de précision

#### ◆ Préparation de l'échantillon

- L'échantillon de sol doit être broyé et tamisé à 2mm;

#### ◆ Dosage

- Sécher l'échantillon de sol à l'air libre.
- Nettoyer les creusets.
- Prendre le poids de creuset vide ,puis ajouter 10g de sol sécher.
- Noter le poids final.
- Sécher le sol(10g) à 105°C dans l'étuve pendant(24h).
- Calciner le sol au four à moffle a250°C pendant(4heures).
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant le sol débarrassé de toute l'eau.
- Enfin calciner le sol au four à moufle à450°C pendant 4 heures et laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant uniquement le sol (sans matièreorganique).

#### ◆ Calcul des résultats $MO = \frac{M_3 - M_4}{M_1 - M_0}$ $M_3$ : poids à 250°C $M_4$ : poids à 450°C

$M_0$ : TV

$M_1$ : TV +SOL à 105°C

$MO < 1$  = Faible

$1 < MO < 2$  = Moyenne  $MO > 2$  =Forte



**Figure.18-**Détermination de la matière organique(méthode de laperteau feu)

#### 1.3.4. Le pH eau

Le pH est mesuré avec un pH mètre, il est déterminé après l'équilibre des sols avec l'eau distillée. Le rapport sol/solution est 1/2.5

- Pousser 10g de sol + 25ml de l'eau distillée.
- Agiter (15 min) repose 10 secondes (Fig.12).



**Figure.19-**pH-mètre

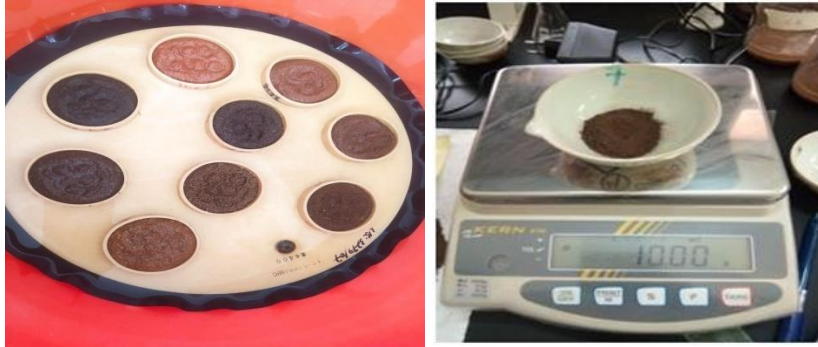
#### 1.3.5. La conductivité électrique(CE)

La détermination se fait à l'aide de conductimètre à 18.4°C après l'équilibre du sol avec l'eau. Le rapport sol/solution est de 1/2.5

- Pousser 10 g du sol + 50ml de l'eau distillé
- Agiter 30 min ,repose 15min

### 1.3.6. L'Humidité

- ✓ Peser dans une boîte à tare ,préalablement tarée, un poids exactement connu de terre tamisée à 2 mm (environ 10g).
  - ✓ Porter la boîte ouverte et son couvercle dans l'étuve pendant quatre à six heures.
  - ✓ Bucher la boîte, la retirer de l'étuve et laisser refroidir dans un dessiccateur.
  - ✓ Peser le taux d'humidité se déduit des pesées suivantes : $P = \text{Boîte à tare}$   
 $P_1 = \text{Boîte à tare} + \text{terre séchée à l'air}$   $P_2 = \text{Boîte à tare} + \text{terre séchée à } 105^{\circ}\text{C}$
- La teneur en eau en% de la terre séchée à l'air est de :
- $$\text{Eau\%} = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 - P)} * 100$$



**Figure.20-**Mesure de l'humidité

### 1.3.7. Mesure de la densité apparente

- Matériel utilisé
- ❖ Cylindre de laiton de 100 cm<sup>3</sup>; à bord inférieur coupant ; numérotés.
- ❖ Masse guide pour la mise en place.
- Méthode de travail
- ✓ Enfoncer le cylindre dans le sol, en évitant de tasser la terre à l'intérieur du cylindre. Utiliser pour cela la masse-guide et un marteau petit ou moyen
- ✓ Retirer la motte de terre dans laquelle le cylindre a été enfoncé. Nettoyer l'extérieur du cylindre et raser soigneusement les deux extrémités.
- ✓ Peser à l'état humide, puis porter à l'étuve à 105°C, et peser à sec.
- ✓ Récupérer la totalité de la terre, et la désagréger sur tamis de 2 mm et sous l'eau pour recueillir éventuellement les graviers et cailloux.
- ✓ Peser le gravier et déterminer leur volume au pycnomètre ou à l'éprouvette gradué.
- ✓ Calculer la densité apparente : à l'état humide, à l'état sec, et avec et sans graviers.
- ✓ Il faut exécuter au minimum cinq répétitions (Fig.15).



**Figure.21-**Mesure de la densité apparente

### 1.3.8. Mesure de la densité réelle

On utilise un pycnomètre d'une capacité de 50 cm<sup>3</sup> et on effectue successivement les pesées suivantes :

- ✓ Pycnomètre vide,
- ✓ Pycnomètre rempli d'eau,
- ✓ Pycnomètre contenant le sol à étudier (environ 15g),
- ✓ Pycnomètre+sol+ eau
- ✓ En pratique, opérer dans l'ordre a,b,c,d.
- ✓ On tire la densité réelle **D=poinds de la terre/ volume de terre**

Poids de terre=c-a

- Volumedeterre=volumedepycnomètre(b-a)moinsvolumed'eauajoutépourcompléterle pycnomètre(d - c)

$$(b - a) - (d - c) = (b + c) - (a + d)$$

$$D = (c - a) / ((b + c) - (a + d))$$

Il faut donc réaliser les quatre pesées suivantes:

- Pycnomètre vide : nettoyer le pycnomètre (en principe à l'eau, puis à l'alcool, puis à l'éther); Sécher à l'étuve à 105°C ; P la ceren dessiccateur; peser.
- **Pycnomètre + eau** : on emploie de l'eau distillée(en fait échangée) préalablement dégazée par ébullition, ou sous vide, mais toujours à la température ambiante. On en remplit le pycnomètre, puis on ajuste le bouchon creux. On ajuste au trait de repère à l'aide de minces bandes de papier filtre enroulées, qui permettent d'enlever le film d'eau qui adhère aux parois du tube capillaire au-dessus du repère. Le bouchon doit être bien assujetti dans le goulot : quand on essuie l'extérieur du pycnomètre, près du sol le niveau du liquide ne doit pas varier dans le tube capillaire .ne pas tenir la par tier en lés dupycnomètre avec la main, a fin d'éviter les causes d'erreurs du es aux variations de la température. On le tiendra avec deux doigts au niveau sol.
- **Pycnomètre + terre** : après avoir vidé l'eau et séché le pycnomètre, on y introduit environ 15g de terre qu'on pèse ensuite exactement. On prend de la terre passée au tamis à trous ronds de 2 mm, séchée à l'étuve à 105° et ramenée à la température ambiante.

- **Pycnomètre terre + eau** : c'est l'opération la plus délicate de la manipulation. Se fait en deux temps :
- ✓ On imbibite et erre et on lare couvre d'environ 1cmd'eau. On place le pycnomètre sous cloche à vide aussi longtemps qu'il faut pour qu'il n'y ait plus de dégagement de bulles d'air. Ceci demande en général 1 heure.il est bon d'agiter au moins une fois pour modifier le position des particules qui ont décanté est faciliter le départ de l'aire prisonnier en réelles.
  - ✓ On termine le remplissage à l'eau distillée dégazée, en prenant soin de ne pas perdre les particules de débris végétaux entrainés à la surface de l'eau. On fait trois essais et on prend la moyenne.



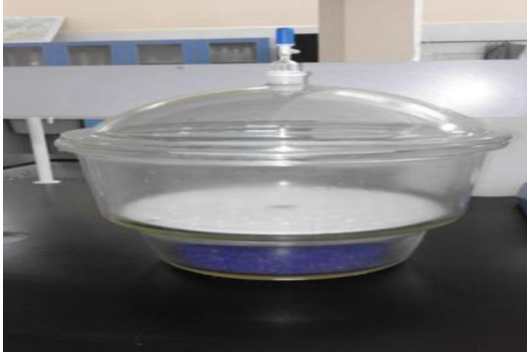
**Figure.22-**Mesure de la densité réelle

### 1.3.9. La perméabilité

Test new algorithm for soil water limits; From Ritchie;J.T.A...

-Simple model to estimate field dm easured. Soil water limits, trans.ASAE

-Gerakis, andA. Suleiman, 1999.



**Dessiccateur**



**pH-mètre**



**Four à moufle**



**Balance de précision**



**Agitateur**



**Tamis**



Agitateur

Bain sable



Dispositif de richarde



Balance



Conductimètre



Étuve

# **Chapitre 04 : Résultats et discussion**

## 1. Description morphologique et analytique des profils

La description des profils, nous permettra de caractériser ces sols et d'avoir une idée globale de la nature des sols de notre zone d'étude «Zitouna ».

### 1.1. Description morphologique et analytique du profil 01

#### 1.1.1. Description morphologique du profil 01

- **Nom du profil :** Sidi Abes
- **Numéro du profil :** 01
- **Date de prélèvement :** 10/05/2023
- **Localisation :** 36° 59' 55.74"N, 6°25' 11.46"E
- **Physiographie :** bas de la montagne, altitude 730 m
- **Topographie :** 15 %
- **Drainage :** modéré
- **Végétation :** Forêt (Chêne liège, broussière)
- **Roche mère :** Granite
- **Classification : USDA :** Rhodoxeralf
- **Classification CPCS :** Sols à sesquioxyde de fer

#### **Horizon H1 :** (0- 25 cm)

Frai, compact, couleur à l'état sec 10YR 5/4 (yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 3/4 ( dark yellowish brown), Sablo-argilo-limoneux, polyédrique fine , 10 % d'éléments grossiers, non poreux, quelques fines racines, pas d'effervescence à l' HCl, transition nette.

#### **Horizon H2 :** (25- 40 cm)

Frai, friable, couleur à l'état sec 10YR 6/4 (light yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 3/6 ( dark yellowish brown), limoneux, polyédrique grossière , 5% d'éléments grossiers, poreux, nombreux racines fines, pas d'effervescence à l' HCl, transition graduelle.

#### **Horizon H 3 :** (40– 60 cm)

Frai, peu friable, couleur à l'état sec 2.5YR 6/6 (light red), couleur à l'état humide 2.5YR 4/6( red), Sablo-limoneux, polyédrique fine, 4 % d'éléments grossiers, poreux (présence de micropores et macropores), nombreux racines moyenne , pas d'effervescence à l' HCl , transition nette.

#### **Horizon H4 :** (60– 120 cm)

Frai, peu friable, couleur à l'état sec 2.5YR 7/6 (light red), couleur à l'état humide 2.5YR 5/6( red), Sablo-limoneux, polyédrique grossière, pas d'éléments grossiers, peu poreux ,quelques taches de soufre , nombreux racines fines à grossières , pas d'effervescence à l' HCl .

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 22 :



Figure 23 : photo représentative du profil 01

### 1.1.2. Données analytiques du profil 01

Les données analytiques du profil 01 sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Analyses physico-chimiques du profil 01

Horizon		P1H1	P1H2	P2H3	P1H4
Profondeur (cm)		(0 – 25 cm)	(25- 60 cm)	(60- 80 cm)	(>120cm)
Da (g/cm <sup>3</sup> )		1.39	1.41	1.45	1.57
Granulométrie	Argile (%)	25,288	17,798	18,456	8,08
	Limon (%)	27,7279	38,1509	26,3981	35,179
	Sable (%)	46,9841	42,0511	55,1459	56,741
Classe texturale		Sablo-argilo-	limoneux	Sablo-limoneux	Sablo-limooneux

	limoneux			
<b>H%pF 3</b>	24,14	21,10	19,34	21,50
<b>H%pF4.2</b>	18,43	12,27	11,86	8,41
<b>M.O (%)</b>	5,007	2,97	2,5639	1,78294
<b>CE 1(mmhos/cm) 1/5/5</b>	0,0142	0,0289	0,0227	0,0152
<b>pH eau (1/2.5) à 25°c</b>	5.8	6.5	5.5	5.9
<b>Salinité</b>	0	0	0	0
<b>TDS</b>	6	13	10	7
<b>Densité réelle</b>	1,910941476	2,135327635	2,258646617	2,292834891
<b>Porosité</b>	27,2609854	33,9679787	35,8022636	31,5258152

### Discussion des résultats morphologiques et analytiques du profil 01

La couleur change du 10 YR 5/4 (yellowish brown) en surface à 2,5YR 7/6 (light red) en profondeur.

La structure est polyédrique fine à polyédrique grossière.

La texture est sablo-argilo-limoneuse en surface (H1) et limoneuse deuxième horizon (H2) et sablo-limoneuse en profondeur (H3-H4).

Le pH est acide pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons et le profil est non salé.

La matière organique est très forte (5%) en surface à moyenne pour les autres horizons (1.78 - 2.97%).

#### a. Description morphologique et analytique du profil 02

##### 1.2.1. Description morphologique du profil 02

- **Nom du profil** : Ras El Oued
- **Numéro du profil** : 02
- **Date de prélèvement** : 10/05/2023
- **Localisation** : 36° 59'10.98"N, 6°26'24"E

- **Physiographie** :Colline, altitude de 830 m
- **Topographie** : 30 %
- **Drainage** : modéré
- **Végétation** : Foret (Chêne liège)
- **Roche mère** : Granite
- **Classification : USDA** : Inceptisol
- **Classification CPCS** :Sols brunifiés

**Horizon H1** : (0- 60 cm)

Frai, friable, couleur à l'état sec 10YR 5/3 (brown), couleur à l'état humide 10YR 2/2(verydarkbrown), Limoneuse, grumeleuse , peu d'éléments grossiers, poreux, beaucoup de racines fines , pas d'effervescence à l' HCl, transition graduelle.

**Horizon H2** : (60- 80 cm)

Humide, friable, couleur à l'état sec 10YR 6/4 (light yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/2( yellowish brown), Limoneuse, grumeleuse à polyédrique fine , 55% d'éléments grossiers, peu poreux, quelques racines fines, pas d'effervescence à l' HCl, transition ondulée.

**Horizon H3** : (80– 140 cm)

Sec, compact, couleur à l'état sec 10YR 6/4 (light yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 6/6( brownish brown), Argilo-limoneuse, massive, 40% d'éléments grossiers ,pas de racines ,pas d'effervescence à l' HCl.



Figure 24 : photo représentative du profil 02

Tableau 09 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 02

Horizon		P1H1	P2H2	P1H3
Profondeur (cm)		(0 – 60cm)	(60-80- cm)	(80- 140 cm)
Da (g/cm <sup>3</sup> )		1,35	1,42	1,33
Granulométrie	Argile (%)	23,74	17,566	29,758
	Limon (%)	52,0431	43,8803	40,4558
	Sable (%)	24,2169	38,5537	29,7862
Classe texturale		Limoneuse	Limoneuse	Argilo-limoneuse
H <sub>0</sub> pF 3		34,48	64,14	23,93
H <sub>0</sub> pF4.2		26,31	16,60	17,41
M.O (%)		6,85771	4,41 430	2,73924
CE (mmhos/cm) 1/5		0,127	0,187	0,337
pH eau (1/2.5) à 25°C		5.5	5.8	6.5
Salinité		0	0	0
TDS		6	8	16
Densité réelle		1,881398252	/	/
Porosité		28,2448573	/	/

**Données analytiques du profil 02**

Les données analytiques du profil 02 sont représentées dans le tableau suivant :

**Discussion des résultats analytiques du profil 02**

La couleur change du 10 YR 3/3 (darkbrown) en surface à 10YR 6/4 (light yellowishbrown) en profondeur.

La structure est grumeleuse en surface (horizon 1 et 2) à massive en profondeur (horizon 3).

La texture est limoneuse (H1 et H2)et argilo-limoneuse en profondeur (H3).

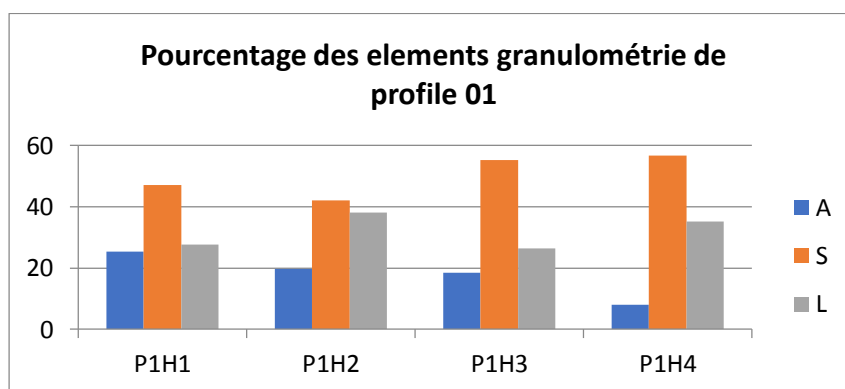
Le pH est acide pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons et le profil est non salé.

La matière organique est forte (6,85%) en surface à moyenne en profondeur (2,73%).

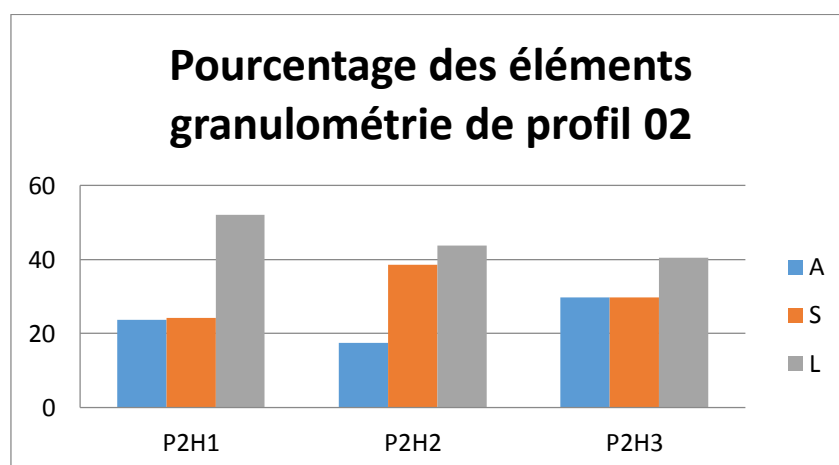
## 2.Caractérisation physiques des sols

### 2.1. Granulométrie

D'après les figures (25et 26), il ressort que la texture dominante est sablo-limoneuse dans le premier profil et limoneuse pour le deuxième profil avec un taux maximal de 56.73% et 38.58% Le sable est la fraction dominante dans le premier profil avec un maximum de 56.73 et le limon dans le deuxième profil avec un maximum 52% .



**Figure 25 :** histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 01



**Figure 26 :** histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 02

2.2. Densité apparente (Da)

Concernant la densité apparente, on remarque que les valeurs les plus importante sont remarquées en surface pour le premier profil avec une valeur de 1.90 g/cm<sup>3</sup>, pour le deuxième profil les valeurs sont homogènes le long du profil, et concernant les autres profils les valeurs les plus élevées sont enregistrées en profondeur,

Tableau 08 : calcul de la perméabilité

	Profil 01	Profil 02
Horizon 1	1.39	1.35
Horizon 2	1.41	1.42
Horizon 3	1.45	1,33
Horizon 4	1.57	/

La densité apparente (Da) est presque homogène dans tous les profils étudiés.

Généralement ces résultats vont conformément aux normes de la (Da) des sols agricoles.

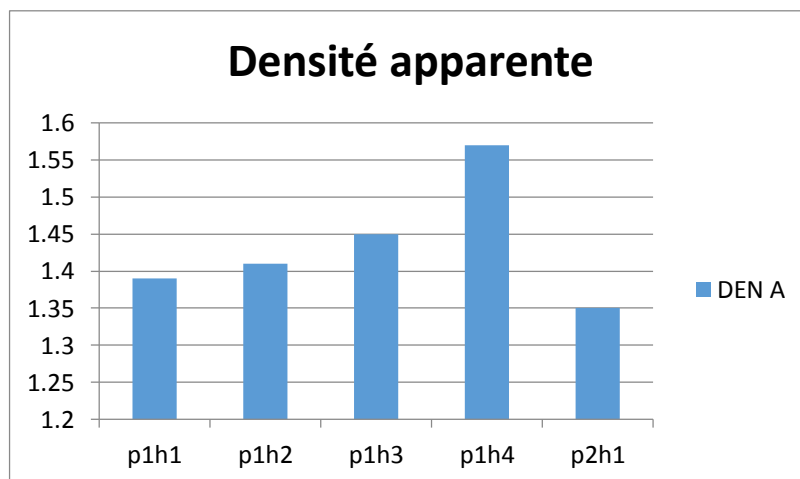


Figure 27: histogramme représentatif des valeurs de la Da pour tous les profils.

2.3. pF

D'après les résultats obtenus et les graphes des figure(28,29) nous avons consultés que : le taux d'humidité qui reste dans l'échantillon baisse quand la pression exercée est élevée, ou contrairement.  $H\%$  à  $pF\ 4.2 < H\%$  à  $pF\ 2.5$ . La relation entre le taux d'humidité et la pression exercée est une relation inverse.

Quand on exerce une pression faible ( $pF\ 3$ ) la seule eau qui sorte de l'échantillon c'est l'eau de gravité parce qu'elle est faiblement retenue, par contre quand on exerce une pression plus forte ( $pF\ 4.2$ ), l'eau qui sorte est l'eau de gravité + l'eau capillaire absorbable ou non absorbable.

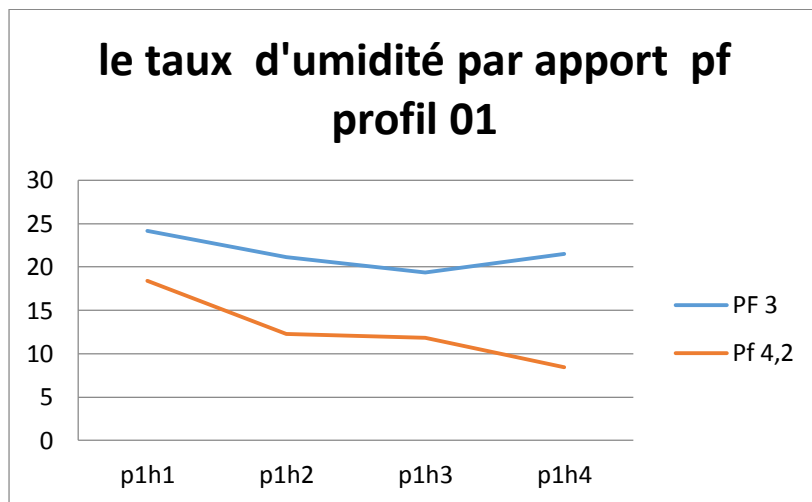


Figure 28: le taux d'humidité à  $pF\ (3 ; 4.2)$  pour profil 01.

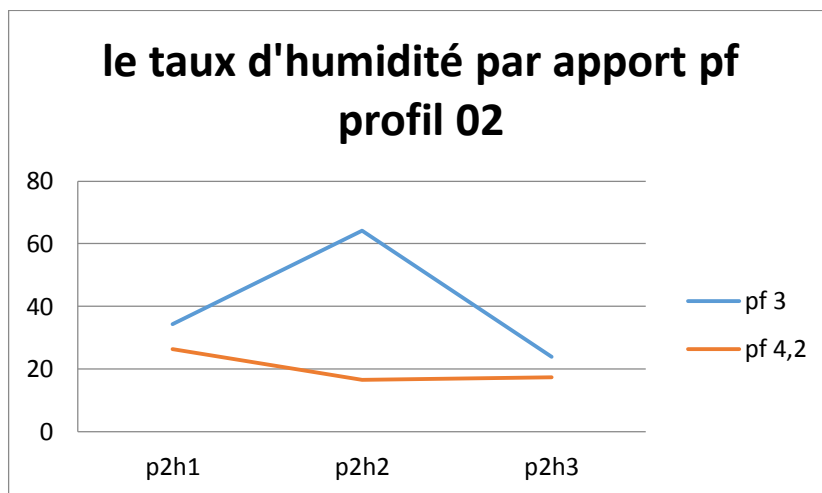


Figure 29 : le taux d'humidité à  $pF\ (3 ; 4.2)$  pour profil 02.

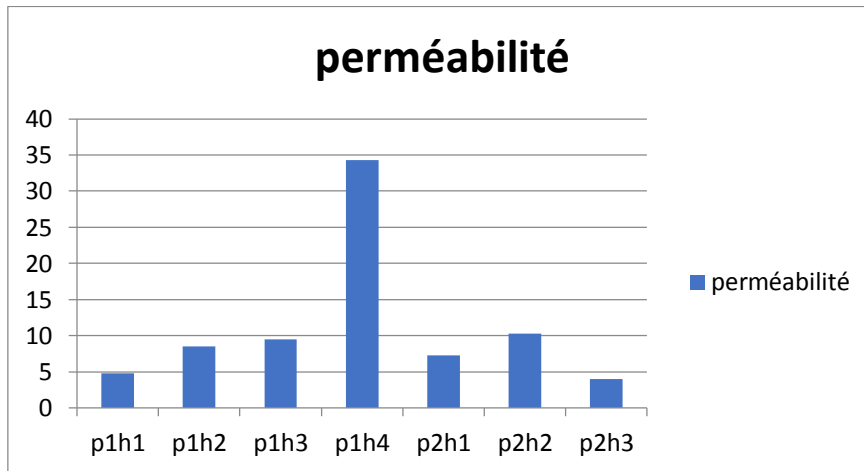
#### 2.4. Perméabilité

Les données concernant la perméabilités sont représentées dans le tableau,36et la figure 36

**Tableau 11** : résultats de Da pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02
Horizon 01	4,8 (mm /h)	7,34 (mm /h)
Horizon 02	8,54(mm /h)	10,94 (mm /h)
Horizon 03	9,54 (mm /h)	4 (mm /h)
Horizon 04	34,34(mm /h)	/

D’après le tableau 11 et la figure 30 , on constate que les sols de notre zone d’étude sont moyennement perméables pour deux profils avec une valeur minimale 4mm/h (P2H3) et une valeur maximale de 34.34 mm/h (P1H4).



**Figure 30** : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d’étude

Selon les résultats obtenus, il ressort que les sols de notre zone d’étude sont moyennement perméables. Elle augmente quand la texture est plus sableuse, elle a une relation inverse avec le taux d’argile et du limon et elle diminue quand le taux de ces derniers est élevé et contrairement. Donc, la conductivité hydraulique (K) est variée selon le type du sol a une relation directe avec la texture et le diamètre des pores.

**2.5 Réserve utile**

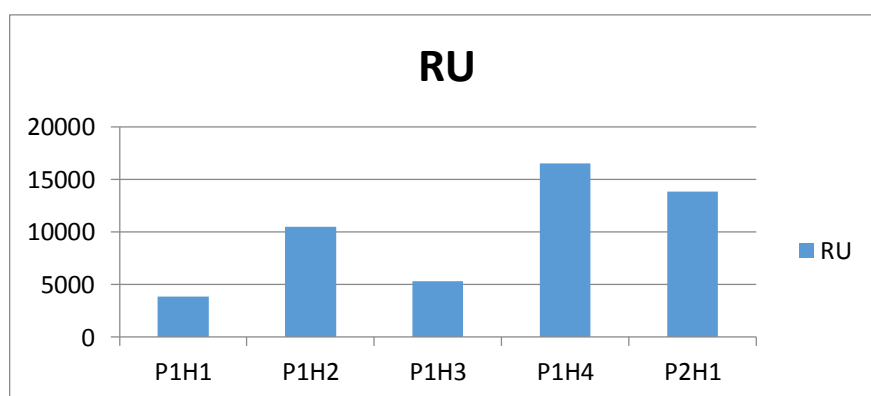
2. Le calcul de la réserve utile (tableau 12) montre que cette dernière dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols à texture limoneuse.

**Tableau 12** : calcul de la RU

Profil / Horizon	Profil 01	Profil 02
Horizon 1	156,435752 (mm)	3163,04233 (mm)
Horizon 2	2537,54997 (mm)	
Horizon 3	1183,25433 (mm)	/
Horizon 4	1206,55652 (mm)	/
La somme	5083,79657 (mm)	3163,04233

Les données analytiques de la réserve utile sont représentées dans le tableau 12 et la figure 31

La réserve utile est importante dans le dernier horizon du premier profil (5083,79657mm) le premier horizon du deuxième profil avec une valeur 3163,04233 (mm).



**Figure 31** : schéma représentatif de la réserve utile des profils étudiés

### Conclusion

Les sols de la première région Sidi Abes (profil01) sont des sols peu évolués Caractérisés par une texture limoneuse ,La texture est sablo-argilo-limoneuse en surface (H1) et limon sableuse au deuxième horizon (H2) et sablo-limoneuse en profondeur (H3-H4), le pH est

acide pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons et le profil est non salé.,La matière organique est très forte (5%) en surface à moyenne pour les autres horizons (1.78 - 2.97%).Ces sols sont moyennement perméables avec une réserve utile importante en profondeur.

Les sols de la deuxième région Ras El Oued (profil02) sont des sols brunifiés avec une texture limoneuse (H1 et H2)et argilo-limoneuse en profondeur (H3).,le pH est acide pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons et le profil est non salé, le taux de matière organique est élevé (6,85%) en surface à moyenne élevé en profondeur (2,73%).Ces sols sont moyennement perméables et la réserve utile est importante en surface.

# **Conclusion générale**

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

D'après cette étude, nous avons essayé de déterminer les caractéristiques physiques des sols de la région de Zitouna de deux sites : (Sidi Abes et Ras El Oued), il ressort que:

L'azone d'étude est située dans un étage bioclimatique subhumide à hivers chaud.

Les sols sont à Sesquioxyde de fer (sols rouge sméditerranéen) pour le premier site et brunifiés pour le deuxième site.

Les sols de la première région Sidi Abes (profil01) sont caractérisés par une texture sablo-argilo-limoneuse, limoneuse et sablo-limoneuse, le pH est acide, le sol est non salé. La matière organique est moyennement élevée. Ces sols sont moyennement perméables avec une réserve utile importante en profondeur.

Les sols de la deuxième région Ras El Oued (profil02) sont caractérisés par une texture limoneuse en surface et argilo-limoneuse en profondeur, le pH est acide pour tous les horizons, ces sols sont non salés, le taux de matière organique est élevé en surface à moyenne élevé en profondeur. Ces sols sont moyennement perméables et la réserve utile est importante en surface.

La granulométrie des sols donc présente une certaine hétérogénéité entre la texture sableuse et limoneuse. Elle influe directement sur la perméabilité et la réserve utile des sols.

Le taux d'humidité dans les échantillons étudiés a varié à l'inverse de la pression exercée, le taux d'humidité augmente quand le taux d'argile augmente par ce que la distribution des pores

En perspective il y a lieu d'étudier les caractéristiques chimiques et biologiques de ces sols. Ainsi dans le souci d'une agriculture durable, il est nécessaire de pouvoir analyser, comprendre, prévenir et par conséquent gérer l'évolution des sols sous culture ou sous forêt.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

1. **Baize et Jabiol 1995** : guide pour la description des sols. Collection technique.
2. **Baize D.( 2000)** : guide des analyses en pédologie 2<sup>ème</sup> édition INRA Paris P254.
3. **Boulkaïbet S, Touitou A, Bouloudnine A.** Diversité granulométrique, et caractères essentiels de sa répartition dans les différents sols de la région de Filfila mémoire de fin d'étude master2 science agronomie.
4. **Calvet R. (2003)** : Le sol propriétés et fonction tome 1 : constitution structure et phénomène aux interfaces édition France agricole 267p.caused by compaction beneathheavg agricole machinerg. European journal of
5. **Chesworth 2008** : Soilcharacteristics, revisedsoil classification, and soilgeochemistryrelated to soilsuitability of West Lampung tropical volcanicresidualsoil, Sumatra, Indonesia
6. **Classification texturale des sol (USDR) (IABORIERJ).**
7. **D. Soltner** | Sainte-Gemmes-sur-Loire : Sciences et techniques agricoles | sciences et tehniques agricoles | 1996
8. **Delecour F, 1978** : Initiation à la pédologie Centre de Recherche et de Promotion Forestières. 69 pp.
9. **Drdour H. (1999)** : Les constituants du sol, cour de pédologie général programme 1er année ENSA INAEL-Harrach p77.
10. **Duchaufour PH. (1988)** : Pédologie 2<sup>ème</sup> édition Paris, 224p.
11. **Duchaufour PH. (2001)** : Introduction à la science du sol 6<sup>ème</sup> édition Paris314 p.
12. **El Gonnoni, 2010** : Problème de mécanique des sols Problème relié à l'eau: boullance, renardage, Problème de déformations tassement admissible.
13. **Girard et al., 2011** : Les produits organiques utilisables en agriculture en Languedoc-Roussillon - Tome 1
14. **Girard et Sechvartz C et Gabiol B (2013)** étude des sol dound,
15. **Gobât M et Mathey w, 2003** : Michel ARAGWO, le sol vivat, 2<sup>ème</sup> édition France
16. **Gobât M et Mathey W. (2003)** : Michel ARAGWO, le sol vivant, 2<sup>ème</sup> édition France.
17. **Guettouche ,2016** : Ocean&coastal management detection and analysis of shoreline changes usinggeospatialtools and automatic computation : case of jijeliansandycoast (East Algeria)

- 18. Henin, S. R. Gass ET C. Monnier. (1972) :** Caractéristique physique et hydrodynamique des sols (Annexe). Bulletin technique d'information – assainissement et drainage (premier volume) Ministère de l'agriculture, France, No271-272 : p. 809-814
- 19. Hillel, D. (1982) :** Introduction to SoilPhysics. Academic Press, San Diego.
- 20. Hillel. (1984) :** L'eau et le sol, principe et prospection des sols 4<sup>ème</sup> année.
- 21. L'Association Française pour l'Etude du Sol (Afes) fondée en 1934.**
- 22. Ledru, Yohann :** Etude de la porosité dans les matériaux composites stratifiés aéronautiques. *PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009*
- 23. Lesaignoux :** Influence of soilmoisture content on spectral reflectance of baresoils in the 0.4-14  $\mu\text{m}$  domain
- 24. Musy Ander Souter Marec 1991) :** Publication/44207087 Contribution a la modélisation thermo aéraulique du microclimat urbain Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs paris ,2E, p 18. pratique, INRA, paris. P
- 25. Schaffet, B., Schulin, R., Boivin, P. 2008 :** changes in shrinkage of restoredsoil
- 26. Schoeller, H. (1955) :** Geochemie des eause souterraines. Rev. Inst. Fr. Petrol, Vol. 10, pp. 230-244.soil science 59, 771-783.
- 27. Soltner. (2000) :** La base de la production végétale, le sol et son amélioration 2<sup>ème</sup> édition Sciences et technique agricole tomme I 471 p.
- 28. Sposito, G. (2008)** The Chemistry of Soils. 2nd Edition, Oxford UniversityPress, NewYork.
- 29. Stevens, R.1983 :** Abrasion pH and abrasion solution composition in reference European volcanic soils.
- 30. Stevens, R., 1984 :**A new sand-silt xlay triangle for textural nomenclature. Geologies kaFireningens i Stockholm Fir handlingar, Vol. 105, Pt. 3 [for 19831, pp. 245-250. Stockholm.
- 31. Yoro et Godo 1990) :** Modifications physiques d'un sol fer rallitique sous différents modes de mise en culture en Côte d'Ivoire forestière. Conséquences sur le développement du maïs.

# **Annexe**

## Annexe

**Tableau 1 : Précipitation moyenne mensuelle durant la période de 2005-2015 (DSM,2016).**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
P (mm)	109,8	111,4	97,79	50,4	35,68	10,03	1,72	17,37	60,87	79,78	96,32	129,7	800,6

**Tableau 2 : Température moyenne mensuelle durant la période (2005-2015) (DSM,2016).**

MOIS	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
m°	9,17	8,68	10,57	13,2	15,8	19,05	22,28	22,77	20,85	17,99	13,84	10,26	15,37
M°	16,8	15,75	18,16	20,7	23,58	26,51	29,09	29,68	27,9	25,55	21,31	17,86	22,74
T moye	12,99	12,22	14,37	17	19,69	22,78	25,68	26,22	24,38	21,77	17,58	14,06	19,06

Avec:

- m°: moyennes mensuelles de température minimales.
- M°: moyennes mensuelles de température maximales.
- T: température moyenne mensuelle ;  $T = T_m + T_M/2$ .

**Tableau3:Humidité de l'air en % pendant la période(2005-2015)(DSM, 2016).**

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
H(%)	71,09	69,73	71,09	71,5	71,27	69,91	69,18	70,45	69,91	67,73	68,27	71,09	70,1



## Annexe

---

Insolation h/mois	24 3.	21 3.	16 9.	12 7,	13 6.	17 7.	21 7.	23 6,	27 6.	32 3,	35 3.	34 1.	23 4.
----------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

## Annexe

**Tableau8** :Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période de2005à 2015  
(DSM, 2016)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	109,4	111,9	97,79	50,42	35,68	10,03	1,72	17,37	60,87	79,78	96,32	129,7
T moy	12,95	12,25	14,35	16,95	19,69	22,78	25,65	26,25	24,35	21,77	17,55	14,06

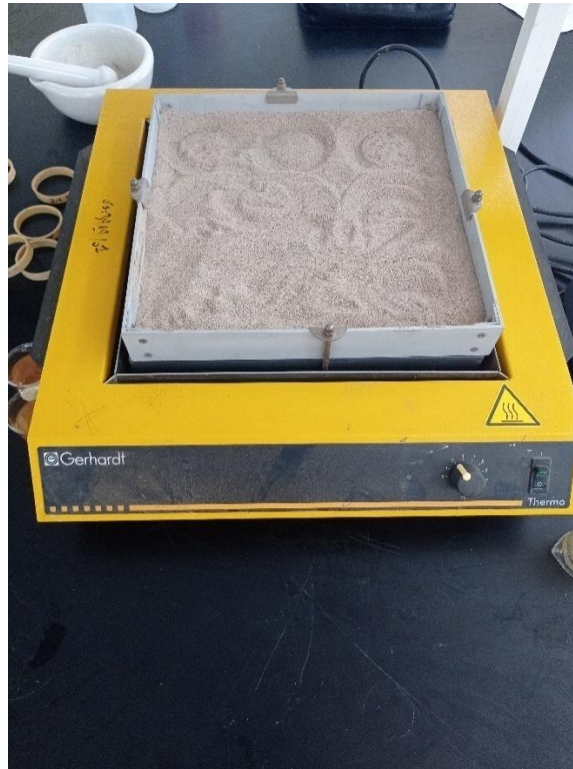
**Tableau** : calcul de la RU pour tous les profils.

Profil Horizon	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 1	3291.75	234.30	1242.45	1306.98	45.30
Horizon 2	4253.6	31.24	1287.63	2876.44	/
Horizon 3	5746.95	/	/	2091.24	/
Horizon 4	9.890	/	/	/	/

**Tableau** : calcul de la perméabilité pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 01	46.80	30.50	18.30	15.20	380
Horizon 02	39.20	25.70	71.10	10	/
Horizon 03	1.90	/	/	11.70	/
Horizon 04	1.40	/	/	/	/

### Matériels utilisés



**Figure 32** : bain de sable



**Figure 33** : four à moufle



**Figure 34** : étuve



**Figure 35** : dessiccateur



**Figure 36 :** balance



**Figure 37 :** balance de précision



**Figure 38 :** agitateur mécanique



**Figure 39** : agitateur magnétique

**Réalisé par:** Boulkenafet Khadidja, Boudeffa Imen, Boudina Nawel

## Thème

### CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLS DE LA RÉGION DE ZITOUNA, COLLO WILAYA DE SKIKDA

#### Résumé

D'après cette étude, nous avons essayé de déterminer les caractéristiques physiques des sols de la région de Zitouna qui se situe à l'Ouest de la région de Skikda pour les deux sites de (Sidi Abes et Ras El Oued, il ressort que:

Les sols sont à Ses qui oxide de fer (sols rouges Mediterranean) pour le premier site et brunifiés pour le deuxième site.

Les sols sont caractérisés par une texture sableuse pour le premier sites et limoneuse pour le deuxième site de ,le pH est acide pour tous les horizons, ces sols sont non salé, le taux de matière organique est élevé en surface à moyenne élevé en profondeur .Ces sols sont moyennement perméables est la réserve utile est importante en surface.

**Mots clés :** Sol-Caractéristiques physiques-Zitouna

#### موضوع

المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية للتربة في منطقة الزيتونة ، القل ولاية سكيكدة

#### ملخص:

وبحسب هذه الدراسة حاولنا تحديد الخصائص الفيزيائية لتربة منطقة الزيتونة الواقعة غرب منطقة سكيكدة لموقعي (سيدي عباس ورأس الواد) ويبدو أن: التربة عبارة عن ثاني أكسيد الحديد (تربة البحر الأبيض المتوسط الحمراء) للموقع الأول وتحمر للموقع الثاني. تتميز التربة بنسيج رملي للموقع الأول وطيني للموقع الثاني ، ودرجة الحموضة حمضية لجميع الآفاق ، وهذه التربة غير مملحة ، ومعدل المادة العضوية مرتفع على السطح إلى متوسط عالي العمق. هذه التربة معتدلة النفاذية والاحتياطي المفيد مهم على السطح.

**Motsclés(04):** .sol,texture,granulométrie,profil,classificationfrançaise

الكلمات المفتاحية .: التربة ، الملمس ، حجم الحبوب ، الملف الشخصي ، التصنيف الفرنسي

**AnnéeUniversitaire2022/2023**