

*République Algérienne démocratique et populaire*  
*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche*  
*Scientifique*  
*Université A. MIRA -Bejaia*

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des sciences biologiques de l'environnement  
Spécialité : Ecologie



Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Etude de l'évolution de la densité apparente  
de 3 types de sol de différentes textures sur  
une période de 2 mois**

Présenté par :

**DJEBBARI Aissam & OUZANE Rayane**

Soutenu le : 26/06/2024

Devant le jury composé de :

M. BENHAMICHE Nadir	Professeur	Président
M. SIDI Hachemi	MCA	Encadreur
Mme. MANKOU-Haddadi Nadia	MAA	Examinatrice

**Année universitaire : 2023/2024**

# ***Remerciement***

***Nous débutons en exprimant notre gratitude à Dieu, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, pour ses innombrables bénédictions.***

***Nous tenons à exprimer notre reconnaissance la plus profonde à notre promoteur, Monsieur SIDI H, pour son soutien inestimable, ses conseils éclairés et ses orientations précieuses qui ont grandement contribué à la réussite de notre projet.***

***Nous souhaitons sincèrement remercier les membres du jury, à savoir Monsieur BENHAMICHE N, en tant que Président, et Madame MANKOU-Haddadi-N, en tant qu'examinatrice, pour avoir gentiment accepté d'évaluer notre travail de manière bienveillante.***

***Enfin, nous tenons à adresser nos remerciements les plus chaleureux à notre famille, amis et tout le personnel du département des Sciences biologiques de l'environnement pour leur précieuse aide et leur collaboration indispensable.***

## ***Dédicace***

***Je dédie ce modeste travail :***

***A mes très chers parents, pour leur tendresse, leur sacrifice, leur patience et leur soutien.***

***A mes chers frères que j'apprécie énormément***

***A ma chère et unique sœur***

***A mes neveux et nièces sans exception : Malak, Sifou, Moumouh, Mano, Dadi, Kilan, Dylan, Eline***

***A tous les membres de ma famille, petits et grands. Que Dieu vous garde et vous protèges.***

***A tous mes amis sans exception : Yanis, Farid, Yuba, Kines, Yani et a toute la section d'écologie master 2.***

***A ma fiancée Melissa qui était tout le temps là pour moi***

***A mon binôme : Aissam. A toute l'équipe de master 2, qui j'ai partagé avec eux des agréables moments.***

***Rayane***

## ***Dédicace***

### ***À ma famille***

Chers parents et frères, vous avez été ma source d'inspiration. Vos encouragements, vos sourires et vos sacrifices ont été les piliers de mon parcours. Merci d'avoir cru en moi, même lorsque j'en doutais.

### ***À ma tante bien-aimée***

Je vous dédie ce mémoire avec tout mon amour et ma gratitude. Votre soutien indéfectible, vos encouragements constants et votre amour inconditionnel m'ont porté tout au long de ce voyage. Vous êtes ma source d'inspiration et de force. Merci de toujours croire en moi.

### ***À mes amis***

Mes complices de rires, de cafés nocturnes et de moments inoubliables, vous avez illuminé mes journées grises. Nos discussions passionnées, nos projets fous et nos fous rires resteront gravés dans mon cœur. Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi.

### ***À Mon binôme***

Rayane, mon acolyte de laboratoire, tu as été bien plus qu'un partenaire d'études. Ensemble, nous avons résolu des énigmes scientifiques, affronté des nuits blanches et célébré nos succès. Merci pour ta patience, ta persévérance et ta camaraderie.

### ***À tous***

*Ce mémoire est le fruit de nos efforts collectifs, de nos discussions enflammées et de nos rêves partagés. Puissions-nous continuer à grandir, à apprendre et à explorer, chacun à sa manière.*

***Aissam***

# Table de matière

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**INTRODUCTION..... 1**

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

<b>1.1.</b>	<b>Le sol.....</b>	<b>3</b>
1.1.1.	Définition du sol.....	3
1.1.2.	Les différentes textures de sol.....	3
<b>1.2.</b>	<b>Quelques caractéristiques importantes du sol.....</b>	<b>4</b>
1.2.1.	La densité apparente.....	4
1.2.2.	La porosité.....	4
1.2.3.	La structure du sol.....	6
1.2.4.	La texture du sol.....	8
<b>1.3.</b>	<b>Quelques facteurs influençant la densité apparente et la porosité.....</b>	<b>9</b>
1.3.1.	La composition minéralogique.....	9
1.3.1.1.	Définition.....	9
1.3.1.2.	Effet de la composition minéralogique sur la densité apparente et la porosité	9
1.3.2.	La matière organique.....	10
1.3.2.1.	Définition.....	10
1.3.2.2.	Effet de la matière organique sur la densité apparente et la porosité.....	11
1.3.3.	La compaction.....	11
1.3.3.1.	Définition.....	11
1.3.3.2.	Effet de la compaction sur la densité apparente et la porosité.....	12

## **Chapitre II : matériel et méthode**

<b>2.1.</b>	<b>Présentation des sites d'étude.....</b>	<b>13</b>
2.1.1.	Identification des types de sol .....	13
2.1.2.	Situation géographique et topographique.....	15
2.1.3.	Utilisations agricoles .....	16
2.1.4.	Types de végétation.....	16
<b>2.2.</b>	<b>Méthode de mesure.....</b>	<b>17</b>
2.2.1.	Principe de la méthode de mesure de la densité apparente .....	17
2.2.2.	Mode opératoire .....	18
2.2.2.1.	Echantillonnage .....	18
2.2.2.2.	Méthode du cylindre.....	19
2.2.3.	Calcul des paramètres .....	21
2.2.3.1.	La densité apparente .....	21
2.2.3.2.	La porosité.....	21

## **Chapitre III : Résultats et interprétation**

<b>3.1.</b>	<b>Résultats obtenus .....</b>	<b>22</b>
3.1.1.	Evolution de la densité apparente.....	22
3.1.2.	Evolution de la porosité .....	23
<b>3.2.</b>	<b>Interprétation des résultats.....</b>	<b>25</b>
3.2.1.	Evolution de la densité apparente .....	25
3.2.2.	Evolution de la porosité .....	27
	<b>Conclusion .....</b>	<b>29</b>

**Références bibliographiques**

**Résumé**

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Origine des différents types de porosité .....	6
<b>Figure 2</b> : Quelques exemples de structure de sol .....	7
<b>Figure 3</b> : Site de prélèvements des échantillons des sols	
<b>Figure 4</b> : Photographies des types de végétation caractéristique du site d'étude.....	14
<b>Figure 5</b> : Sol de texture argileuse.....	16
<b>Figure 6</b> : Sol de texture sableuse.....	17
<b>Figure 7</b> : Sol de texture limoneuse.....	17
<b>Figure 8</b> : Matériel utilisé pour l'échantillonnage .....	18
<b>Figure 9</b> : Méthode de prélèvement par les cylindres (A : Sol sableux, B : Sol limoneux, C : Sol argileux) .....	19
<b>Figure 10</b> : Evolution de la densité apparente, durant les deux mois d'expérimentation, pour les trois types de sols .....	25
<b>Figure 11</b> : Evolution de la porosité, durant les deux mois d'expérimentation, pour les trois types de sols.....	27

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Classification des porosités .....	5
<b>Tableau II:</b> Classes des particules minérales du sol .....	9
<b>Tableau III:</b> Prélèvements des échantillons du sol .....	20
<b>Tableau IV:</b> Résultats analytiques de la densité apparente, durant les deux mois d'expérimentation.....	22
<b>Tableau V :</b> Résultats analytiques de la porosité, durant les deux mois d'expérimentation...	23

## Liste des abréviations

**da** : densité apparente

**dr** : densité réelle

**Ps** : densité des particules du sol

**MO** : matière organique

**MOS** : matière organique du sol

**Ca** : la capacité à l'air

**Ks** : Conductivité hydraulique à saturation

$\gamma_d$  : Masse volumique apparente sèche

**P (%)** : Porosité

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

Le sol est un mélange complexe de roches altérées (cailloux, sables, limons, argiles), de matière organique (vivante ou morte), de gaz, d'eau et de minéraux solubles, constitué au fil du temps en fonction du climat (température, humidité, vent...), de la roche mère et des organismes vivants. (**Association Les Petits Débrouillards, 2013**).

Les sols sont composés de matières solides, minérale et organique et des espaces poreux (les macropores et les micropores) qui retiennent l'air et l'eau. Selon les facteurs de la pédogénèse, les propriétés physiques, chimiques et biologiques varient d'un sol à un autre, dont le taux de matière organique (MO) et la densité apparente (DA), liée à la porosité du sol et donc sa structure (**Pariente et Lavee, 2004**).

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (**Chauvel, 1977**). Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi indirectement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (**Maertens, 1964**).

Cette étude comporte des intérêts sur la connaissance de l'évolution de la densité apparente et la porosité. Une forte densité apparente peut limiter l'enracinement des plantes (**Mueller et Cline, 1959 ; Radynk, 1964**). Une faible porosité et un manque d'aération s'opposent au développement des racines de diverses espèces (**Kramer, 1956 ; Kreutzer, 1961 ; Taylor et Burnett, 1964**) ; ainsi une porosité inférieure à 40% arrête la croissance des jeunes plants (**Leibundgut et al., 1963**).

Le tassement du sol signifie que la densité apparente du sol augmente lorsqu'il est comprimé, Dans un sol compacté, la densité apparente du sol augmente considérablement réduisant ainsi l'espace poral du sol. Cette situation affecte négativement la vitesse du drainage, la disponibilité de l'air et de l'eau. (**Tsague, 2005**). Les efforts de compression verticaux entraînent une déformation du sol, ce qui induit une perte de son volume. Il est possible que cela soit le résultat d'un écoulement latéral global du sol ou d'une modification de sa masse volumique, ce qui entraîne une diminution de la porosité (**Musy et Soutter, 1991**).

# Introduction

---

Notre travail consiste à apporter une contribution concernant la variabilité de la densité apparente de quelques sols de différentes textures, sous diverses contraintes et leurs relations avec l'évolution de la porosité sur une période de 2 mois. Cela permettrait d'évaluer la capacité de ces sols à résister au tassement, et leurs capacités à pouvoir évacuer l'eau en excès dans le sol. Notre travail est structuré en différentes parties, que l'on peut énumérer comme suit :

Le premier chapitre présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur des généralités sur le sol et ses propriétés, ainsi que sa densité et sa porosité. Le deuxième chapitre présente le site d'étude et matériel et méthode d'analyse mises en œuvre, le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus, les interprétations et la conclusion.

# **CHAPITRE I : Synthèse bibliographique**

## **1.1. Le sol**

### **1.1.1. Définition du sol**

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes. Dénommé couverture pédologique, il est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs génétiques :

\* La roche-mère sur laquelle il s'est développé.

\* Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (**Legros, 2007**).

### **1.1.2. Les différentes textures de sol**

- **Sol argileux** : C'est une terre lourde, qui retient beaucoup d'eau, principalement composée d'argile. Elle est laborieuse à cultiver mais est généralement assez fertile.

- **Sol calcaire** : Aussi connu sous le nom de terre crayeuse, il est principalement constitué de chaux.

Détestée par de nombreux végétaux, elle est une terre peu appréciée des jardiniers.

- **Sol humifère** : Cette terre est très riche en humus, produite par la décomposition des matières organiques végétales, facile à travailler, avec peu d'inconvénients.

- **Sol limoneux** : Avec le limon comme composant principal, c'est une terre riche et facile à travailler. Par contre elle est instable et fragile.

- **Sol sableux** : Egaleme nt connu sous le nom de sol siliceux, c'est une terre principalement composée de sable. La terre, même si elle est facile à travailler, est instable et peu fertile (**Association Les Petits Débrouillards, (2013)**)

## 1.2. Quelques caractéristiques importantes du sol

### 1.2.1. La densité apparente

La densité correspond à la charge par unité de volume, généralement exprimée en grammes par centimètre cube ( $\text{g/cm}^3$ ). La densité de l'eau est de  $1 \text{ g/cm}^3$  (à  $4^\circ \text{C}$ ). On utilise principalement deux types de mesure de densité pour les sols. La densité réelle ( $d_r$ ), qui représente la masse volumique d'une terre sèche désagrégée : la moyenne pour le sol est de  $2,65 \text{ g/cm}^3$  ; la densité apparente ( $d_a$ ), mesure le poids sec d'un volume de sol dont la structure n'a pas été perturbé. Il est aussi la masse d'une unité de volume du sol séché à  $105^\circ \text{C}$ . Ce volume englobe à la fois les solides et les pores. La mesure est réalisée en utilisant la méthode des cylindres, en utilisant des échantillons non perturbés, en tenant compte du poids sec constant des échantillons à  $105^\circ \text{C}$  et du volume des cylindres utilisés pour les prélèvements (**Blake et Hartage., 1986**). La densité apparente du sol traduit globalement l'état de compaction du matériau et indirectement, la porosité totale (**Alongo et Kambele, 2013**).

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (**Chawel, 1977**).

Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi indirectement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (**Maertens, 1964**), la cohésion des horizons (**Yoro, 1983 ; Yogo et Assa, 1986**) et la réserve en eau du sol (**Henin et al., 1969**).

### 1.2.2. La porosité

Comme tout milieu à caractère discontinu, le sol peut être considéré comme un assemblage de pleins de diverses natures et de vides. L'organisation des uns conditionnant les caractéristiques des autres. Les pleins sont constitués par la phase solide, squelette et plasma (argile + substances organiques et colloïdales diverses). Les vides occupés par les phases liquides et gazeuses représentent le système poral, où siègent des phénomènes de transfert, dont l'importance est évidente sur le plan du fonctionnement physico-hydrrique des sols (**Chretien et al., 1987**).

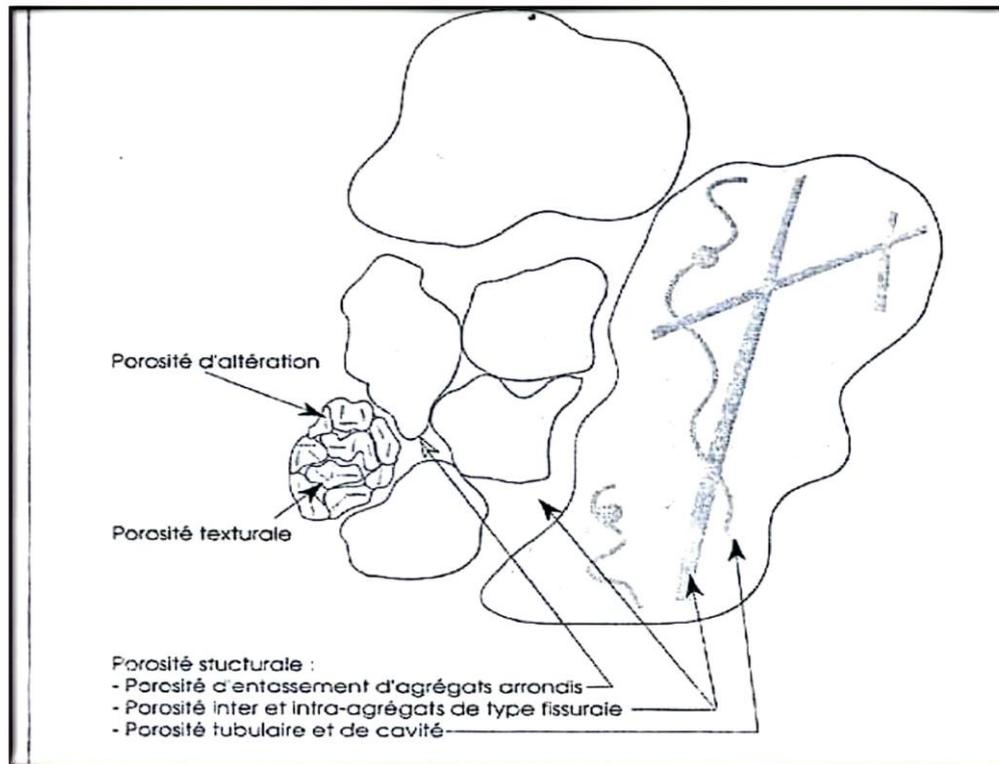
La porosité reflète donc le volume des vides et renseigne sur les capacités hydriques ou atmosphériques du sol (Gobat *et al.*, 2010). Elle donne une bonne idée de l'état structural du sol. En fonction de la taille des pores, elle est divisée en **macroporosité** (les vides supérieurs à 50  $\mu\text{m}$ , qui peuvent être remplis par l'eau de gravité, drainées rapidement et colonisées par les racines moyennes), en **méso-porosité** ou porosité capillaire, avec des vides de 0,2 à 50  $\mu\text{m}$ , qui retiennent l'eau utilisable par les plantes, et en **microporosité** avec des vides inférieurs à 0,2  $\mu\text{m}$ , qui retiennent l'eau inutilisable par les plantes (Aragno *et al.*, 2003). La texture joue un rôle essentiel dans la méso-porosité, tandis que la macroporosité est liée à la structure.

**Tableau I** : Classification des porosités (Schoeller, 1995)

Rayon de pores	classe	Etat de l'eau
<1.0001 mm	microporosité	Eau de rétention exclusivement
0.0001 à 2.5 mm	Porosité capillaire	Eau capillaire et eau gravitaire
> 2.5 mm	macroporosité	Eau gravitaire dominant

Selon l'origine, la porosité peut être classée ainsi :

- Porosité d'altération ;
- Porosité texturale ;
- Porosité structurale ;



**Figure 1 :** Origine des différents types de porosité (Chretien *et al.*, 1987).

En règle générale, la porosité d'un sol est définie comme sa capacité à se laisser pénétrer par un fluide à l'état solide, connue sous le nom de capacité d'absorption. Cette capacité est influencée par l'importance du pourcentage de vides présents dans le sol (Bir, 2012).

### 1.2.3. La structure du sol

La structure du sol a été définie par Dexter (1988) comme « l'hétérogénéité spatiale des différentes composants ou propriétés du sol ». Elle fait référence à l'organisation et à la disposition des particules du sol et au labyrinthe complexe de pores qui en résultent. Il s'agit d'une qualité composite du sol qui exerce un contrôle significatif sur la plupart des processus physique, chimique et biologique qui se produisent dans les sols naturels et anthropiquement modifiés, notamment le transport et le stockage de liquides, de gaz et de chaleur ; la pénétration et prolifération des racines ; la vie microbienne et la décomposition et le stockage de la matière

organique (Ghezzehei, 2012).

La formation de la structure du sol résulte principalement des perturbations physiques d'origine anthropique ou climatique (Oades, 1993 ; El Titi, 2003). Les pores créés par ces perturbations sont généralement allongés ; ce sont les fissures. L'activité biologique des organismes du sol participe aussi à la formation de la structure mais joue surtout un rôle majeur dans sa stabilisation. La dégradation de la structure résulte quant à elle de l'action de l'homme ou du climat (Young *et al.*, 1998). Dans les systèmes labourés, la structure du sol est principalement créée par les opérations de travail du sol, tandis que dans les systèmes non travaillés (semis direct) la structure est principalement créée par l'action du climat (en surface dans les régions tempérées) et par des processus biologiques (Oorts, 2006).

La structure d'un sol, c'est à dire l'arrangement spatial de ses éléments constitutifs, est une caractéristique majeure des sols qui affecte de nombreuses propriétés fonctionnelles comme la circulation et la teneur en eau, l'oxygénation, la température, etc (Dexter, 1988 ; Dexter, 1997 ; Letey, 1991 ; Neira *et al.*, 2015).

La structure est un facteur clé dans le fonctionnement du sol, sa capacité à soutenir la vie végétale et animale et à modérer la qualité de l'environnement, avec un accent particulier sur sa qualité agronomique. La stabilité des agrégats est utilisée comme indicateur de la structure du sol (Bronick et Lal, 2004).

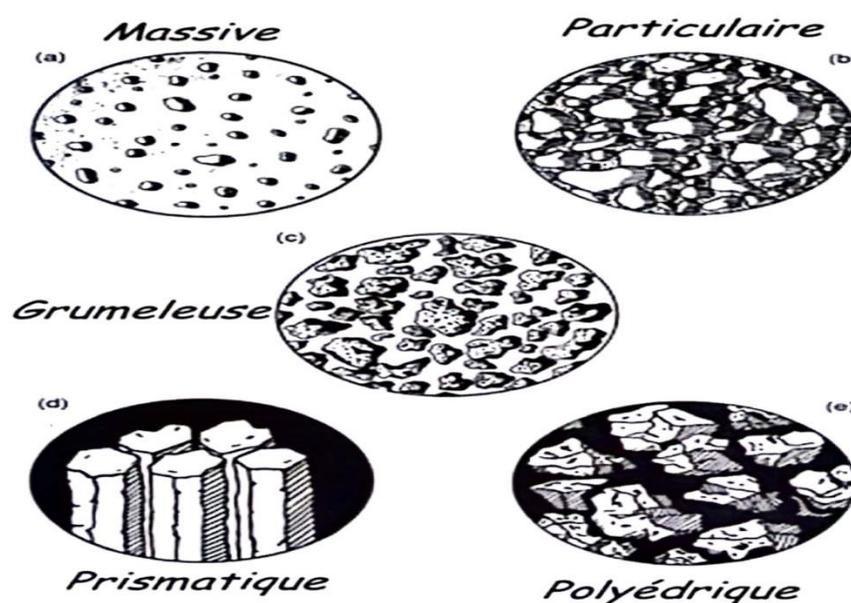


Figure 2 : Quelques exemples de structure de sol (Gobat *et al.*, 2003).

### 1.2.4. La texture du sol

La texture du sol désigne la distribution des sédiments selon leur granulométrie. Il s'agit d'une propriété permanente du sol qui est de loin la plus significative (**Gobat *et al.*, 2010**). La texture joue un rôle prépondérant dans les caractéristiques physiques et chimiques des sols. Plus il y a d'argile dans le sol, plus sa fertilité chimique augmente. Plus le sol est sableux, plus il est physiquement fertile.

Les limites précises qui séparent une fraction texturale d'une autre diffèrent selon le système de classification. On définit les fractions les plus couramment utilisées en utilisant l'échelle d'ATTERBERG, qui classe la fraction fine du sol (partie dont le diamètre est inférieur à 2 mm) en 5 fractions. Les différentes fractions de sédiments sont :

- \* Argile : diamètre inférieur à 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm)
- \* Limon fin : diamètre de 0,002 mm à 0,02 mm
- \* Limon grossier : diamètre de 0,02 mm à 0,05 mm
- \* Sable fin : diamètre de 0,05 mm à 0,2 mm
- \* Sable grossier : diamètre de 0,2 mm à 2 mm

La texture du sol est une caractéristique constante qui influence directement sa structure, ainsi que sa porosité et son régime hydrique. Il est évident que les textures fines rendent le sol imperméable et diminuent fortement la circulation de l'eau dans le sol (**Aragno *et al.*, 2003**).

La texture du sol a un impact sur l'enracinement des plantes, elle peut favoriser ou restreindre le développement spatial de l'appareil racinaire (**Callot *et al.*, 1981 ; Aragno *et al.*, 2003**) et il est admis que la texture grossière favorise la croissance des racines (**Callot *et al.*, 1981**).

Tableau II : Classes des particules minérales du sol (Morel, 1996)



<b>Terre fine</b>					
argile	Limon fine	Limon grossier	Sable fine	Sable grossier	Caillaux et gravier
0.002 mm Ou 2 micros	0.02 mm	0.05 mm	0.2 mm	2.0 mm	

### 1.3. Quelques facteurs influençant la densité apparente et la porosité

#### 1.3.1. La composition minéralogique

##### 1.3.1.1. Définition

La composition minéralogique du sol est un élément fondamental qui détermine ses propriétés physiques, notamment la densité apparente et la porosité. Ces propriétés sont cruciales pour diverses applications agricoles et environnementales, car elles influencent directement la capacité du sol à retenir l'eau, à drainer l'air et à soutenir la croissance des plantes. (Willekens, 2004 ; Blanco et al., 2016).

##### 1.3.1.2. Effet de la composition minéralogique sur la densité apparente et la porosité

La densité des particules du sol ( $\rho_s$ ) est définie comme la masse par unité de volume des particules solides du sol. Elle est influencée par la composition minéralogique des différentes fractions granulométriques (argile, limon, sable) et par la matière organique du sol (MOS).

Les minéraux constituant le sol, présentent une large gamme de densités individuelles. Par exemple, le quartz, un minéral ubiquiste, a une densité de 2,65 g/cm<sup>3</sup>, tandis que la montmorillonite, une argile importante, a une densité de 2,3 g/cm<sup>3</sup>. La proportion relative de

ces minéraux dans une fraction granulométrique donnée détermine sa densité moyenne (**Blanco et al., 2016**).

La composition minéralogique influence également la densité des fractions limoneuses et argileuses. Les limons, composés de particules plus petites que le sable, ont une densité moyenne généralement comprise entre 2,4 et 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Les argiles, avec leurs particules encore plus petites et leur structure lamellaire, ont une densité moyenne plus faible, généralement autour de 2,1 et 2,3 g/cm<sup>3</sup>. (**Willekens. 2004 ; Blanco et al., 2016**).

La composition minéralogique du sol ne se contente pas d'influencer la densité des particules, elle joue également un rôle important dans la façon dont le sol se comprime et affecte ainsi sa porosité. Elle influence aussi la quantité d'eau inter-granulaire et donc la compressibilité du sol. Les sols riches en argile et en minéraux à surface rugueuse ont tendance à être plus compressibles, ce qui peut entraîner une diminution de la porosité (**Batjes, 1998 ; Hengl et al., 2014**).

D'une manière générale, la composition minéralogique joue un rôle crucial dans la façon dont le sol réagit aux changements de teneur en eau. Les minéraux primaires stables et les argiles liantes contribuent à maintenir la porosité, tandis que les minéraux plus facilement dégradables peuvent entraîner une perte de structure et de porosité lorsque le sol est soumis à des variations d'humidité.

## **1.3.2. La matière organique**

### **1.3.2.1. Définition**

La définition de la matière organique du sol diffère d'un auteur à un autre. Selon (**Musy et al., 1991**), la matière organique est le fruit de l'activité biologique tant animale que végétale du sol. Elle englobe ainsi toute substance organique, vivante ou morte, fraîche ou décomposée, simple ou complexe, à l'exclusion toutefois des animaux vivants dans le sol et des racines vivantes. D'après (**Duchaufour, 1977**), la matière organique est l'ensemble des composés carbonés et azotés issus de la dégradation des produits de la faune et de la flore, de surface et du sous-sol. Elle présente une gamme de substance très différentes et à des stades d'évolution très variés.

### **1.3.2.2. Effet de la matière organique sur la densité apparente et la porosité**

Depuis longtemps, on a observé l'impact de la matière organique sur la stabilité de la structure, ce qui se manifeste par une corrélation positive entre la quantité d'agrégats stables à l'eau et la teneur en matière organique (Calvet, 2003).

Les matières organiques lient les particules minérales du sol entre elles et favorisent la stabilité des agrégats. La stabilité d'une agrégation garantit une structure solide du sol et le rend moins compact, plus meuble et plus perméable à l'eau et à l'air (grâce à une porosité plus élevée). Cela crée un environnement favorable à la croissance du système racinaire des cultures et à l'activité biologique des sols. La matière organique joue également un rôle d'éponge et est capable d'absorber plusieurs fois sa masse en eau. De cette manière, elle accroît la capacité de stockage d'eau des sols. Elle augmente ainsi la capacité de rétention en eau des sols. En période de sécheresse, cela favorise le maintien dans le sol d'une plus grande réserve en eau utile (Cpvg, 2000).

### **1.3.3. La compaction**

#### **1.3.3.1. Définition**

La compaction du sol est la compression du sol par des forces externes qui diminuent le volume de l'espace interstitiel tout en augmentant la densité du sol (Harris, 1971). Il s'agit d'une densification et d'une réduction de la porosité, associée à des changements dans la structure du sol, à une augmentation de la résistance et à une réduction de la conductivité hydraulique (Soane et van Ouwerkerk., 1994).

La compaction du sol se produit lorsque les particules de sol sont pressées les unes contre les autres, réduisant ainsi l'espace interstitiel entre elles. (De Jong-Hughes, 2001).

### 1.3.3.2. Effet de la compaction sur la densité apparente et la porosité

La compaction affecte les propriétés mécaniques et physiques du sol. Le plus souvent, on observe une augmentation de la masse volumique  $\gamma_d$  sous l'effet des charges appliquées jusqu'à 0.3 m de profondeur. Une valeur élevée de  $\gamma_d$  implique une capacité réduite de stockage et de transport de l'eau et de l'air.

La compaction diminue la capacité à l'air  $C_a$ , c'est-à-dire la porosité occupée par l'air. Pour des valeurs de  $C_a$  inférieures à 5 %, des zones hydromorphes peuvent apparaître. La distribution de la taille des pores de même que leur connectivité et leur tortuosité est affectée. Les pores de grande taille qui drainent l'eau entre la saturation et la capacité au champ ont tendance à être détruits en premiers, alors que les pores de plus petite taille deviennent plus nombreux. De ce fait, la conductivité hydraulique à saturation  $K_s$  est réduite, des valeurs de  $K_s$  inférieures à 10 cm/jour devenant problématiques.

L'infiltration de l'eau dans le sol est réduite, principalement dans l'horizon superficiel. L'eau s'infiltré beaucoup plus facilement dans des sols avec des agrégats bien individualisés que dans des sols possédant une structure massive (McKyes et Bousquet, 1980 ; Lebert *et al.*, 2007 ; Schäffer *et al.*, 2008a ; Schäffer *et al.*, 2008b ; Zhang *et al.*, 2006 ; Hofer, 2010 ; Kulli et Flühler, 2003).

# **Chapitre II : Matériel et méthode**

## 2.1. Présentation des sites d'étude

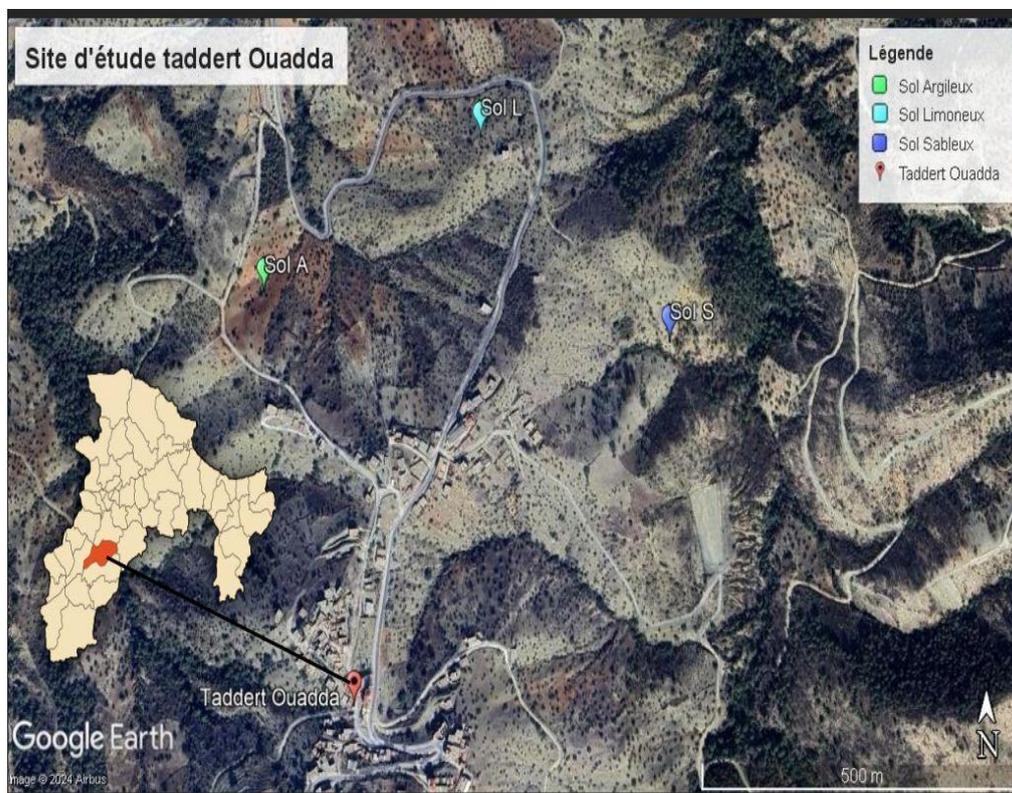
### 2.1.1. Situation géographique et topographique

Le village de Thaddarth Ouadda s'inscrit dans un paysage montagneux spectaculaire, marqué par un relief accidenté et des altitudes variant entre 1 000 et 1 500 mètres. Il est entouré de collines et de montagnes majestueuses.

\* Latitude : 36,50033° ou 36° 30' 1" Nord

\* Longitude : 4,6674° ou 4° 40' 3" Est

Sa situation géographique particulière, influence également son climat. La région est soumise à un climat méditerranéen, caractérisé par des hivers froids et des étés chauds, tandis que les précipitations annuelles restent relativement faibles, avec une moyenne d'environ 659 millimètres (source ONM, station aéroport de bejaia).



**Figure 6 : Site de prélèvements des échantillons des sols (Google earth)**

### 2.1.2. Utilisations agricoles

Les types de sol variés et le climat méditerranéen de **Thaddarth Ouadda**, favorisent une agriculture diversifiée. Les principales cultures cultivées dans le village incluent :

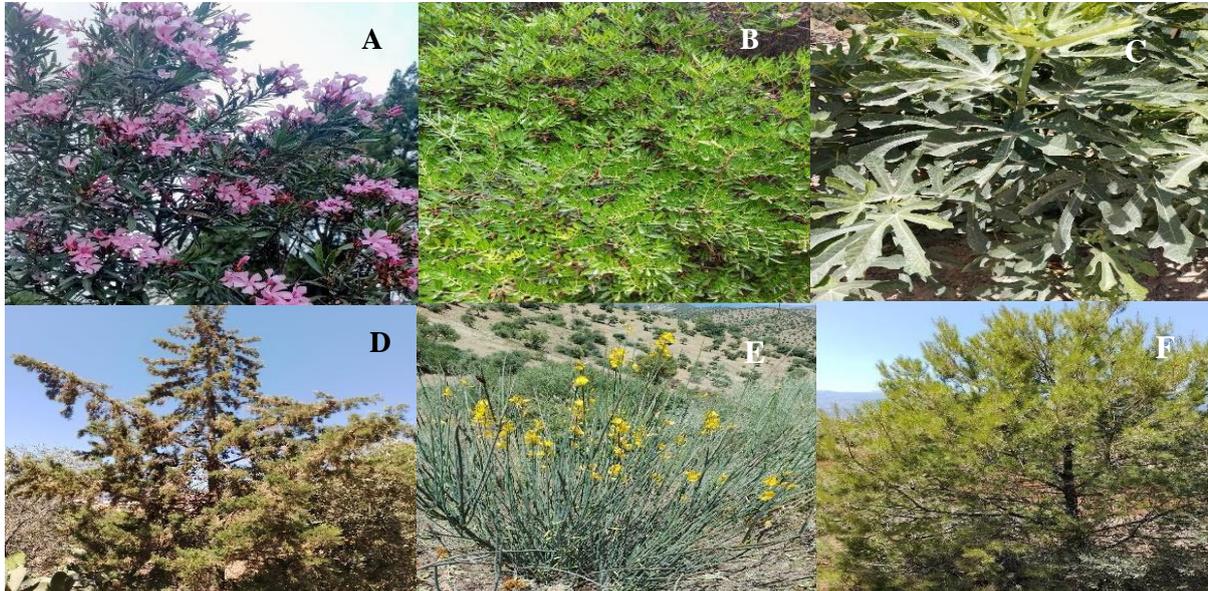
Les Céréales comme : Le blé, l'orge et l'avoine, appréciant l'humidité des sols argileux, sont les principales céréales cultivées ; les légumes, comme les tomates, les oignons, les poivrons et les haricots, sont cultivés sur des parcelles irriguées, profitant de la fertilité des sols limoneux et les fruits comme les figuiers, les grenadiers, les amandiers et les noyers s'épanouissent sur les versants ensoleillés, où les sols sableux facilitent le drainage. **(Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2021)**

### 2.1.3. Types de végétation

La végétation du village de **Thaddarth Ouadda** est typique de la forêt méditerranéenne. Cette formation végétale est caractéristique du climat méditerranéen, avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs.

Dans la formation arborée, on distingue les espèces suivantes (noms scientifiques suivis des noms vernaculaires) : *Quercus ilex* (chêne vert), *Pinus halepensis* (pin d'Alep), *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas). En plus des arbres, on trouve également dans la forêt méditerranéenne de Thaddarth Ouadda de nombreux arbustes, tels que : *Pistacia lentiscus* (lentisque), *Spartium junceum* (genêt), *Nerium oleander* (laurier-rose). Le maquis est également une formation végétale fréquente dans le village de Thaddarth Ouadda, et les principales espèces du maquis sont : *Quercus coccifera* (chêne kermès), *Arbutus unedo* (L'arbousier), *Myrtus communis* (Le myrte) **(Dahmana , 2003 ; Mamouri, 2007).**

Les prairies sont également présentes dans le village de Thaddarth Ouadda, mais elles sont moins étendues que les forêts et les maquis. Les prairies sont composées de graminées et de légumineuses. Les principales espèces de graminées sont : *Bromus mollis* (Le brome mou), *Dactylis glomerata* (Le dactyle), *Poa pratensis* (Poa pratensis) **(Dahmana, 2003 ; Mamouri, 2007).**



**Figure 7** : Photographies des types de végétation caractéristique du site d'étude (A : *Nerium oleander* (laurier-rose), B : *Pistacia lentiscus* (lentisque), C : *Ficus carica* (Figuier), D : *atlantica* (cèdre de l'Atlas), E : *Spartium junceum* (genêt), F : *Pinus halepensis* (pin d'Alep) (Djebbari, Ouzane. 2024).

#### 2.1.4. Identification des types de sol

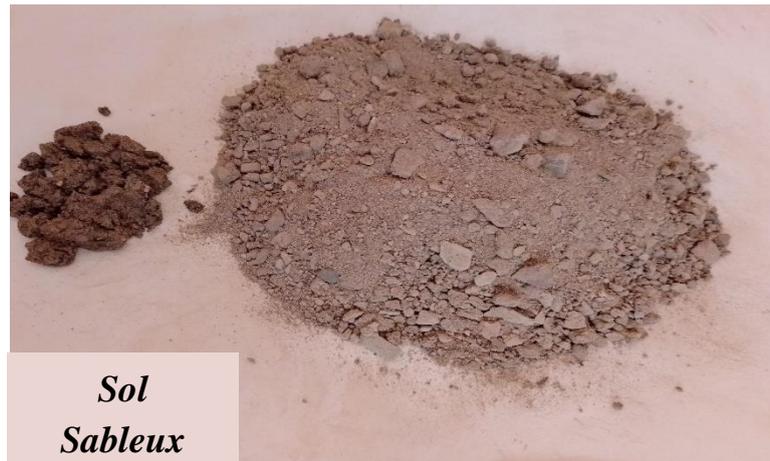
Le village de **Thaddarth Ouadda**, situé dans la commune d'Amalou wilaya de Bejaia en Algérie, présente une mosaïque de sols variés, façonnés par les forces géologiques et climatiques de la région. Parmi les types de sol dominants, on trouve :

\* **Sols argileux** : Ces sols, caractérisés par leurs textures fines et leur capacité élevée de rétention d'eau, se concentrent généralement dans les zones basses et humides du village. Leurs richesses en argile les rendent aptes à la culture de certaines céréales comme le blé et l'orge, appréciant l'humidité et la rétention d'eau.



**Figure 3 :** Sol de texture argileuse

\* **Sols sableux :** Contrairement aux sols argileux, les sols sableux, constitués de grains de sable grossiers, dominent les zones élevées et sèches du village. Leur drainage rapide les rend moins propices à la rétention d'eau, mais leurs textures légères les rendent idéaux pour la culture de certaines plantes résistantes à la sécheresse comme les oliviers et les vignes.



**Figure 4 :** Sol de texture sableuse

\* **Sols limoneux** : Occupant une position intermédiaire entre les sols argileux et sableux, les sols limoneux se distinguent par leurs textures équilibrées et leurs fertilité relative. Leurs adaptabilités à une variété de cultures en fait un type de sol précieux pour l’agriculture du village.



**Figure 5 :** Sol de texture limoneuse

La répartition hétérogène de ces types de sol influence considérablement les pratiques agricoles et la distribution de la végétation dans la région.

Pour la détermination du type de sol on utilise de l’eau cette méthode s’appelle généralement “la méthode du test tactile” ou “le test de la texture du sol”. Les deux termes sont souvent utilisés de manière interchangeable pour désigner cette approche pratique et simple d’identification des caractéristiques du sol. Tout d’abord on retire les débris (pierres, les racines et autres débris de l’échantillon)

On Ajoute de l'eau progressivement à l'échantillon de sol jusqu'à ce qu'il atteigne une consistance pâteuse. Il ne doit pas être trop mouillé. Essayons de former une boule avec le sol humidifié. Si le sol ne tient pas ensemble et s'effrite, il est sableux. Si la boule se forme mais se fissure, le sol est limoneux. Si la boule se forme facilement et reste intacte, le sol est argileux.

### 2.2. Méthode de mesure

#### 2.2.1. Mode opératoire

##### 2.2.1.1. Méthode du cylindre

Des sites du prélèvement du sol ont été sélectionnés, en tenant compte la variabilité spatiale du sol. Afin d'obtenir des surfaces de sol propres, les échantillons ont été prélevés à des profondeurs prédéterminés (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), à l'aide des cylindres de 754 cm<sup>3</sup>, premièrement on élimine tous types de végétation dans la zone d'étude par la serfouette.

Par application d'une pression constante et verticale sur le cylindre pour éviter de tasser ou de déformer le sol à l'aide de marteaux et une planche en bois. Une fois le cylindre atteint ca profondeur idéale on le retire utilisons le couteau.

Une fois les échantillons du sol récupérés, ils doivent être séchés au soleil pour ensuite les peser à l'aide d'une balance électronique



**Figure 8** : Matériel utilisé pour l'échantillonnage



**Figure 9** : Méthode de prélèvement par les cylindres (A : Sol sableux, B : Sol limoneux, C : Sol argileux)

### 2.2.2. Principe de la méthode de mesure de la densité apparente

La densité apparente du sol, paramètre physique pédologique fondamental, joue un rôle crucial dans divers processus pédologiques tels que la croissance végétale, la circulation hydrique et gazeuse, et la résistance à l'érosion. Elle représente le rapport du poids du sol sec (**g**) sur le volume total de l'échantillon (**cm<sup>3</sup>**). Le total représente le volume apparent de l'échantillon en tenant compte de sa porosité. En d'autres termes, elle représente la masse volumique du sol sec. Elle s'exprime en **g/cm<sup>3</sup>**.

**2.2.2.1. Echantillonnage**

L'étude porte sur trois types de sols, des échantillons de terre de texture Sableuse, Argileuse et Limoneuse (S, A, L) respectivement, ont été prélevées de la région de Thadarth Ouada. Quatre prélèvements pour chaque échantillon ont été effectués durant la période de deux mois dans des dates suivantes (**09/03/2024 (P1) ; 23/03/2024 (P2) ; 06/04/2024 (P3) ; 20/04/2024 (P4)**)

**Tableau III : Prélèvements des échantillons du sol**

<b>Echantillons de sol</b>	<b>Le poids (g)</b>		
	<b>Sableux</b>	<b>Limoneux</b>	<b>Argileux</b>
<b>09/03/2024</b>	1131	1270	1450
<b>23/03/2024</b>	1200	1300	1510
<b>06/04/2024</b>	1150	1280	1470
<b>20/04/2024</b>	1180	1350	1530

**Volume apparent (va) = Volume du cylindre = 754 cm<sup>3</sup>**

### 2.2.3. Calcul des paramètres

#### 2.2.3.1. La densité apparente

La densité apparente des trois échantillons des différents prélèvements est calculée selon la formule suivante :

$$\mathbf{da} = \mathbf{P_s/V_a} \text{ (s'exprime en g/cm}^3\text{)}$$

Dont :

**da** = densité apparente.

**Ps** = Poids du solide (Echantillon de terre).

**Va** = Volume apparent de l'échantillon de terre.

- Le volume de l'échantillon est exprimé par le rapport suivant :

$$\mathbf{V} = \mathbf{\pi \times r^2 \times h}$$

Dont :

**$\pi$**  = constante (3,14)

**r** = rayon du cylindre

**h** = hauteur du cylindre

#### 2.2.3.2. La porosité

La porosité des échantillons est exprimée en pourcentage % selon la formule suivante :

$$\mathbf{P\%} = \mathbf{(1 - da/dr) \times 100}$$

Dont :

**P** = Porosité (%)

**dr** = densité réelle (2,6 g/cm<sup>3</sup>)

**da** = densité apparente (g/cm<sup>3</sup>)

# **Chapitre III : Résultats et interprétation**

### 3.1. Résultats obtenus

#### 3.1.1. Evolution de la densité apparente

Les résultats analytiques de l'évolution de la densité apparente, des trois types de sol, durant toute la période de l'expérimentation, sont consignés dans le **tableau IV** ci-dessous.

**Tableau IV** : Résultats analytiques de la densité apparente, durant les deux mois d'expérimentation

Prélèvements	Evolution de la densité apparente		
	Texture argileuse	Texture limoneuse	Texture sableuse
<b>P1</b>	1.92	1.68	1.50
<b>P2</b>	2.00	1.72	1.59
<b>P3</b>	1.95	1.70	1.53
<b>P4</b>	2.03	1.79	1.56

Nous observons que la densité apparente des sols sableux prélevés varie légèrement d'un échantillon à l'autre. En effet, les valeurs mesurées oscillent entre 1.50 g/cm<sup>3</sup> (pour P1) et 1.59 g/cm<sup>3</sup> (pour P2). Ces variations de densité apparente peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs. La compaction du sol peut avoir joué un rôle. Un sol plus tassé présentera généralement une densité apparente plus élevée qu'un sol plus meuble. Un autre facteur possible est la teneur en matière organique. Les sols riches en matière organique ont tendance à avoir une densité apparente plus faible que les sols pauvres en matière organique.

En ce qui concerne le sol limoneux montrant une tendance générale à l'augmentation. Cette augmentation progressive de la densité apparente pourrait indiquer une compaction continue ou des variations dans la teneur en matière organique et humidité, propres aux sols de texture intermédiaire. Ces valeurs intermédiaires montrent que le sol limoneux a une structure équilibrée, offrant un bon compromis entre rétention d'eau et perméabilité.

Pour le sol argileux, les densités apparentes sont les plus élevées. La forte densité apparente des sols argileux résulte de la compaction des particules grossières et de leur faible porosité, des fluctuations mineures reflétant probablement des différences dans la gestion des échantillons ou des variations locales de structure du sol. Ce qui favorise un bon drainage mais limite la rétention d'eau et de nutriments.

### 3.1.2. Evolution de la porosité

Les résultats analytiques de l'évolution de la porosité, des trois types de sol, durant toute la période de l'expérimentation, sont consignés dans le **tableau V** ci-dessous.

**Tableau V** : Résultats analytiques de la porosité, durant les deux mois d'expérimentation

Prélèvements	Evolution de la porosité		
	Texture argileuse	Texture limoneuse	Texture Sableuse
<b>P1</b>	26.15	35.38	42.31
<b>P2</b>	23.08	33.85	38.85
<b>P3</b>	25.00	34.62	41.15
<b>P4</b>	21.92	31.15	40.00

Les valeurs de porosité, bien que relativement élevées chez le sol sableux, présentent une légère baisse de P1 (42,31%) à P4 (40,00%). Cette diminution, bien que modérée, suggère une possible altération de la structure du sol sableux. Une porosité élevée indique une grande quantité de pores dans le sol, facilitant la rétention d'eau et l'aération. Cela est bénéfique pour la croissance des plantes, mais peut également entraîner un drainage rapide. La diminution de la porosité observée peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- **Compaction du sol** : La pression exercée sur le sol par des activités agricoles (labour, passage d'engins lourds) peut compacter les agrégats du sable, réduisant ainsi la porosité.

- **Perte de matière organique** : La matière organique contribue à la création et au maintien de la porosité du sol. Sa dégradation progressive peut entraîner une diminution de la porosité.

- **Assèchement-humectation** : Des cycles répétés d'assèchement et d'humectation du sol peuvent fragiliser les agrégats du sable et conduire à une diminution de la porosité.

La porosité du sol limoneux varie de 31.15% à 35.38%. Une porosité modérée indique un bon équilibre entre aération et rétention d'eau, rendant ce sol favorable pour la croissance des plantes tout en évitant l'engorgement ou le dessèchement excessif. Ces valeurs de porosité indiquent une porosité plus faible que celle du sol argileux. Cette différence s'explique par la taille des particules de limon, intermédiaires entre celles de l'argile et du sable, ce qui entraîne une structure moins poreuse.

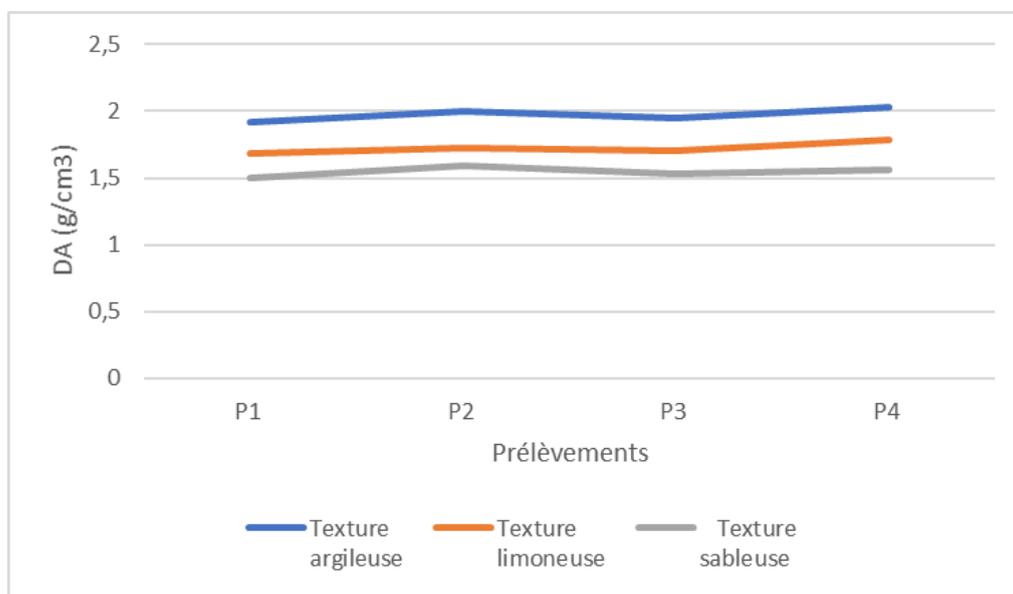
La tendance à la diminution de la porosité (plus forte que dans le cas du sol argileux) est préoccupante et pourrait refléter une compaction accrue du sol ou une modification significative de sa structure.

Les valeurs de porosité sont les plus faibles dans le sol argileux. Cette faible porosité est inhérente à la texture argileuse, caractérisée par des particules fines et une faible capacité de rétention d'eau. La diminution observée de la porosité renforce l'idée d'une compaction probable du sol argileux, ou d'une perte de matière organique qui aurait pu contribuer à la création d'espaces poreux. Une faible porosité indique que le sol a moins de pores, ce qui permet un drainage rapide mais réduit la capacité du sol à retenir l'eau et les nutriments. Cela peut nécessiter une gestion plus intensive de l'irrigation et de la fertilisation pour maintenir la productivité des cultures.

## 3.2. Interprétation des résultats

### 3.2.1. Evolution de la densité apparente

La **figure 10** montre les courbes d'évolution des densités apparentes des trois types de texture de sol, durant la période d'expérimentation (2 mois).



**Figure 10** : Evolution de la densité apparente, durant les deux mois d'expérimentation, pour les trois types de sols

**Pour le sol de texture argileuse**, nous remarquons à travers ces courbes, que la densité apparente est assez élevée, en comparaison aux autres types de texture. Cela est probablement lié à la finesse des particules d'argile, qui ont tendance à s'agglomérer entre elles par floculation et donner une structuration dense et homogène, laissant très peu d'espace (porosité) entre les particules. Ces structures floculées, ont une porosité structurale nettement plus faible que celle des sables et dans une moindre mesure les limons. Il faut également tenir compte du fait que les argiles ont tendance gonflé sous l'effet de l'humidité, engendrant moins de porosité texturale.

Il est important de noter que la densité des particules d'argile est généralement plus élevée que celle des particules de sable. L'effet de la structure floculée sur l'arrangement spatial des particules d'argile contrebalance cette différence de densité intrinsèque, conduisant

néanmoins à une densité apparente élevée en raison de la sensibilité à la compaction des particules d'argile.

**Pour le sol de texture limoneuse**, on observe que la densité apparente est assez moyenne, durant presque toute la durée d'expérimentation, sauf un petit relèvement vers la fin, qui serait probablement dû à une légère compaction du sol en surface.

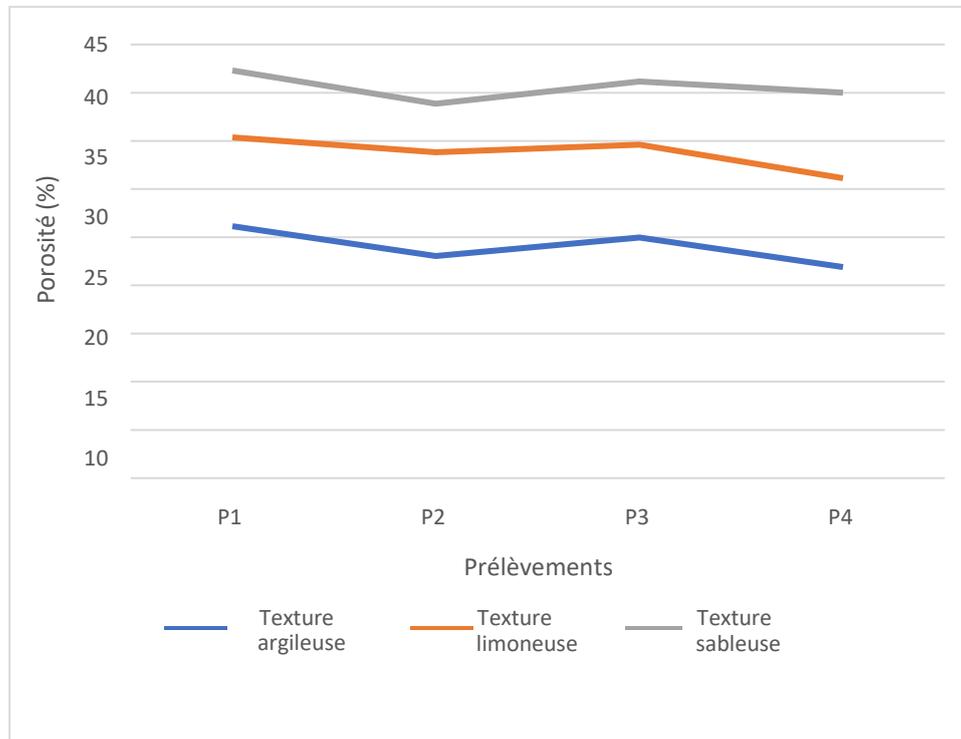
La densité apparente du limon, se situant entre celle du sable et de l'argile, que la taille des particules minérales est un facteur prépondérant de la variabilité de la densité apparente. Les particules de limon, de taille intermédiaire entre le sable et l'argile, présentent une combinaison de propriétés qui se traduit par une densité apparente moyenne. Les particules de limon, s'assemblent entre par une cimentation à travers l'humus ou les argiles, tout en laissant suffisamment d'espace poral dans le sol, car elles ne gonflent pas comme les argiles au contact de l'eau. Sur le plan structural, les sols limoneux peuvent avoir des structures assez variables (massives, grumeleuse et grenues) selon la composition du sol en éléments de cimentation (humus, argile, polysaccharides, oxydes de fer...), donnant aux sols des densités assez diverses.

**Pour le sol de texture sableuse**, il apparaît clairement que la densité apparente est nettement plus faible que celle des argiles et un peu moins que celle des limons. Cela s'explique, d'une part, par la taille des particules de sables, beaucoup plus grossières que celles des argiles et limons, signifiant qu'à volume égal, il y a moins de particules individuelles de sable que dans le cas du limon et de l'argile. Cependant, en raison de la taille plus importante des particules, les sables laissent plus d'espace libre entre les particules (porosité texturale), ce qui se traduit par une densité apparente plus faible.

Sur le plan de la compaction, les particules de sable, en raison de leur taille plus importante, ne s'assemblent pas aussi étroitement que les particules plus petites, comme celles du limon ou de l'argile. Même sous l'effet de la gravité, ou d'une force de compression externe, le sable ne se compacte pas aussi densément, laissant davantage d'espace poral et conduisant ainsi à une densité apparente plus faible.

### 3.2.2 Evolution de la porosité

La **figure 11** montre les courbes d'évolution des porosités, des troistypes de texture de sol, durant la période d'expérimentation (2 mois).



**Figure 11** : Evolution de la porosité, durant les deux mois d'expérimentation, pour les trois types de sols

**Les sols argileux** se caractérisent par des particules très fines, créant de nombreux pores minuscules entre elles. Cette configuration conduit à une porosité totale réduite. En revanche, les sols limoneux possèdent des particules de taille intermédiaire, offrant une porosité intermédiaire entre les sols argileux et sableux. Les sols sableux, quant à eux, sont composés de particules plus grosses, laissant davantage d'espace poral entre elles (Porosité texturale) et entraînant une porosité totale plus élevée.

En ce qui concerne la compaction du sol, les particules fines des sols argileux sont faites de feuillets superposés de silicates d'alumine qui ont tendance à absorber de l'eau, ce qui leur confère cette capacité de pouvoir gonfler et augmenter de volume. Cela les rend très sensibles aux compactions à la moindre contrainte physique externe (tassement par le piétinement des

animaux ou par les engins de labour) ou interne (solidification de l'eau de la porosité par le gel en hiver ou le grossissement des racines). Cette faculté de s'agglomérer facilement, les rend plus sensibles à la compaction et accentue la diminution de la porosité totale.

**Les sols limoneux**, fins et mal structurés, sont plus sensibles à la battance, notamment sous l'effet de la pression exercée par le travail du sol, le piétinement ou l'impact dû à la pluie. Les sols limoneux offrent un équilibre entre la rétention d'eau et le drainage grâce à leur porosité intermédiaire. La porosité plus élevée des sols sableux favorise un drainage rapide de l'eau, mais peut également entraîner une rétention d'eau moindre, pouvant causer une sécheresse du sol en cas de manque d'apports en eau.

En revanche, les particules plus grosses **des sols sableux** résistent mieux à la compaction, préservant ainsi une porosité plus élevée. Les implications de la taille des particules du sol sur la rétention d'eau et la circulation de l'air sont significatives. Contrairement aux sols sableux, les sols argileux, avec leur faible porosité, retiennent efficacement l'eau grâce à leurs petits pores, mais un excès d'eau peut entraîner un drainage lent et une mauvaise aération.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

### Conclusion

L'analyse des données sur l'évolution de la densité apparente et de la porosité des sols est essentielle pour comprendre l'impact de la texture du sol sur le tassement, la circulation de l'air et de l'eau et la rétention de l'eau. Les résultats des mesures effectuées sur les sols argileux, limoneux et sableux fournissent des informations précieuses sur la relation entre la taille des particules, la compaction du sol, la porosité et la densité apparente.

Les premières observations, indiquent que la densité apparente du sol de texture argileuse est relativement élevée par rapport aux sols limoneux et sableux. Cette différence pourrait être à la structure floculée des particules d'argile, qui crée des espaces plus petits, mais occupe plus de volume par rapport à la masse. En revanche, les sols limoneux présentent une densité apparente intermédiaire, offrant un bon compromis entre rétention d'eau et perméabilité. Enfin, les sols sableux affichent la densité apparente la plus faible en raison de la taille plus grande des particules et de leur faible compaction, laissant davantage d'espace vide entre elles.

Concernant les observations sur la porosité du sol, les résultats indiquent que celle du sol de texture argileuse est relativement faible, parmi les trois types de sols étudiés. Les particules fines des sols argileux s'agglomèrent facilement, créant des structures floculantes avec de nombreux pores minuscules, favorisant ainsi une meilleure rétention d'eau. En revanche, les sols limoneux offrent un équilibre entre la rétention d'eau et le drainage en raison de leur porosité intermédiaire. Enfin, les sols sableux présentent une porosité plus élevée, ce qui se traduit par un drainage plus rapide de l'eau, mais également par une rétention d'eau moindre.

Troisièmement, la taille des particules et la compacité du sol influencent directement la densité apparente et la porosité. Les particules de sable, plus grosses, ne se tassent pas aussi densément sous l'effet de la gravité ou d'une force de compression externe, ce qui se traduit par une densité plus faible par unité de volume. En revanche, les particules fines des sols argileux s'agglomèrent facilement, ce qui peut entraîner une compaction du sol et une réduction de la porosité. Les sols limoneux, constitués de particules de taille intermédiaire, présentent une porosité intermédiaire entre les sols argileux et sableux.

## **Conclusion**

---

Enfin, les résultats de cette analyse mettent en évidence l'importance de la structure, intimement liée à la texture générale du sol, sur la rétention d'eau, la circulation de l'air et la productivité des cultures. Comprendre la relation entre la densité apparente, la porosité et la structure du sol est crucial pour une gestion efficace des terres agricoles. Les pratiques agricoles, telles que l'irrigation et la fertilisation, doivent être adaptées en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque type de sol. En outre, la préservation de la structure du sol et la gestion de la compaction sont des éléments clés pour maintenir la productivité des sols agricoles.

Ce genre d'étude nécessite une expérimentation plus longue, dépassant une année, pour avoir un aperçu du comportement de ces paramètres physiques à long terme. Une longue période expérimentale, permettrait aussi d'étudier l'incidence du paramètre « présence de matière organique », dont l'impact sur la porosité, la densité apparente et la rétention de l'eau dans le sol est indéniable.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

#### A

**Association Les Petits Débrouillards. (2013).** Guide pédagogique « Les sols ». Paris: Association Les Petites Débrouillards

**Alongo, S. & Kambele, F. (2013).** Évolution de la densité apparente et du rapport c/n du sol sous les variétés exotiques et locale de manioc dans les conditions naturelles de Kisangani (R. D. Congo). Annales de l'Institut Facultaires des sciences agronomiques de Yangambi, Volume 1, pp. 197-214.

**Aragno M, Gobat. JM. Matthey W. (2003).** Le sol vivant, base pédologie /Biologie des sols. 2ed, imprimé en France, 568 p.

#### B

**Batjes, N. H. (1998).** A world inventory of soil gridded reference data. ISRIC Report 98/1, Wageningen, The Netherlands.

**Bir, S. (2012).** Mémoire pour l'obtention de magistère en géotechnique et environnement - Ecoulements au travers les milieux poreux. Approche stochastique. Tizi ouzou, Algérie : Université Mouloud Manneri, pp.216.

**Blake, R. & Hartage, K. (1986).** Bulk density. Methods of soils analysis. Soil science, 1(2), pp. 363-375.

**Blanco, A. R., et al. (2016).** Effects of land management on soil organic carbon and physical properties. Soil Science Society of America Journal, 80(3), 896-906.

**Bronick, C. J., & Lal, R. (2005).** Soil structure and management : a review. Geoderma, 124, 3-22.

#### C

**Callot G. (1981).** Les interactions sol – racine, incidences sur la nutrition minérale. Ed. INRA, Paris, 305 p.

## Références bibliographiques

---

**Calvet R. (2003).** Le Sol : Propriétés Et Fonctions. Tome 1 : Constitution Et Structure, Phénomènes Aux Interfaces. Ed. France Agricole. 456 P.

**Chawel, A. (1977).** Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Evolution et réorganisation des sols rouges de moyenne Casamance. Coll. Trav. éd. Paris : Université de Strasbourg, pp.17.

**Chretien, J., Pedro, G. & Meunier, D. (1987).** Granulométrie, porosité et spectre poral de sols développés sur formations détritiques Cas des terrasses alluviales de la Saône. XXIII (1), pp. 43-54.

**CPVQ (Conseil des productions végétales au Québec). (2000).** Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. Guide technique. Québec. 400P.

### *D*

**DeJong-Hughes JM, Swan JB, Moncrief JF and Voorhees WB. (2001).** Soil Compaction : Causes, Effects and Control (Revision). University of Minnesota Extension Service BU-3115-E, Minnesota, USA.

**Dahmana A. (2003).** Caractérisation de la biodiversité dans la ripisylve de l'oued Soummam : cas de la végétation et des oiseaux. Mém. Magister, opt. Biologie de la conservation et écodéveloppement, univ. De Béjaia, 102p+annexes.

**Dexter, A. (1988).** Advances in characterization of soil structure. Soil and Tillage Research, 11, 199-238.

**Dexter, A. (1997).** Physical properties of tilled soils. Soil and Tillage Research, 43, 41-63.

**Duchaufour P. (1977).** Pédologie, pédogenèse et classification. Ed : Masson, Tome I, Paris.

### *E*

**El Titi A. (2003) a.** Soil tillage in agroecosystems. CRC Press, New-York (USA).

### *G*

**Ghezzehei, T. A. (2012).** Soil structure. Handbook of soil science, 2, 1-17.

## Références bibliographiques

---

**Gobat J-M ; Argno M et Mathe Y. (2010).** Le sol vivant ; bases de pédologie – biologie des sols 3<sup>ème</sup> édition revue et augmentée, Sciences de la terre, Presses Polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne.

### *H*

**Harris WL. (1971).** The soil compaction process. In : Compaction of Agricultural Soils, edited by Barnes KK et al., American Society Agricultural Engineers, St. Joseph, MI 9–44.

**Hengl, T., et al. (2014).** IS-EPIC : A soil information system for Europe with links to the Common Agricultural Policy. European Journal of Soil Science, 67(2), 265-275.

**Henin, S., Monnier, G. & Gras, R. (1969).** Le profil cultural. Masson, Volume 2nd edition, p. 332.

**Hoefler, G. (2010).** Subsoil compaction : causes, impact, detection, and prevention. Soil Engineering - Soil Biology 20 : 121-145.

### *K*

**Kramer P.J. (1956).** Roots as absorbirtg organs. In Encyclopédie of plant physiology, 3, 188-214. Springer-Verlag, Berlin.

**Kreutzer K. (1961).** Wurzelbildung junger Waldbaume auf Pseudogleyböden. Forstw. CentBl., 80, (11-12), 356-392.

**Kulli, B., Flühler, H. (2003).** Visualizing soil compaction based on flow pattern analysis. Soil and Tillage Research 70 : 29-40.

### *L*

**Lebert, M., Böken, H., Glante, F. (2007).** Soil compaction—indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil Protection Act. Journal of Environmental Management 82(3) : 388-397.

## Références bibliographiques

---

### *P*

**Legros J.P. (2007).** Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne. 574 P.

**Leibundgut H., Dafi S S.P., Richard F. (1963).** Untersuchungen uber das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten. J. Forest. Suisse, 11, 621-646.

**Letey, J. (1991).** The study of soil structure-science or art. Soil Research, 29, 699-707.

### *M*

**Maertens, C. (1964).** La résistance mécanique des sols à la pénétration : ses facteurs et son influence sur l'enracinement. Ann. Agron., 5(15), pp. 539-554.

**Mamouri B. (2007).** Contribution à l'étude comparative entre la ripisylve de l'oued Soummam et celle de l'oued Acif El-Hammam. Mémoire de DEUA en Sciences biologiques, opt. Ecobiologie, Univ. De Béjaia, 38 p+1 annexe.

**Ministère de l'agriculture et du développement rural. (2021).** Superficies et productions : série B 2019. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information statistique agricole.

**McKyes, E.S., Bousquet, R. (1980).** Damage to agricultural fields by construction traffic. Transactions of the ASAE 23(6) : 1388-1391.

**Morel R. (1996).** Les sols cultivés. 2eme édition. Lavoisier TEC&DOC. Paris. 389 P.

**Musy A., Soutter M. (1991).** Physique du sol. Edit. Presses polytechniques et universitaires romandes. 331P.

**Mueller O. P., CLIN E M.G. (1959).** Effects of mechanical soil barriers and soil wetness on rooting of trees and soil mixing by blow-down in central new York. Soil sci., 88, 107\_111.

### *N*

**Neira, J., Ortiz, M., Morales, L., & Acevedo, E. (2015).** Oxygen diffusion in soils : Understanding the factors and processes needed for modeling. Chilean Journal of Agricultural Research, 75.

## Références bibliographiques

---

### *O*

**Oades J.M. (1993).** The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56, 377-400.

**Oorts K. (2006).** Effect of tillage system on soil organic matter stocks and C and N fluxes in cereal cropping systems on a silt loam soil in Northern France, PhD thesis, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.

### *P*

**Pariente, S. and Lavee, H. (2004).** Soil organic matter and degradation. *Soil Conservation and Protection for Europe*.83-88.

### *R*

**Radynk A.F. (1964).** (Development of the Apple-tree root System within the profiles of three Soil grounds). *J. Sov. Soil Sci.*, (2), 79-82.

### *S*

**Schäffer, B, Stauber M., Mueller T.L., Müller, R., Schulin, R. (2008) a.** Soil and macropores under uniaxial compression. I. Mechanical stability of repacked soil and deformation of different types of macro-pores. *Geoderma* 146 : 183-191.

**Schäffer, B, Mueller T.L., Stauber M., Müller, R., Keller, M., Schulin, R. (2008) b.** Soil and macropores under uniaxial compression. II. Morphometric analysis of macropore stability in undisturbed and repacked soil. *Geoderma* 146 : 175-182.

**Soane BD and van Ouwerkerk C. (1994).** Soil compaction problems in world agriculture. In : *Soil Compaction in Crop Production*, edited by Soane BD and van Ouwerkerk C (Elsevier) Amsterdam 1-22.

**Source ONM, station aéroport de bejaia.**

## Références bibliographiques

---

### *T*

**Taylor H.M., Burnett E. (1964).** Influence of soil strength on the root growth habits of plants. *Soil Sci.*, 98, (3), 174-180.

### *W*

**Willekens, G. (2004).** The role of mineral-organic matter interactions in organic soil management and crop nutrition. *Plant and Soil*, 267(1-3), 33-41.

### *Y*

**Yoro, G. (1983).** Contribution à l'étude de caractérisation de la structure. Identification et évolution des paramètres structuraux de deux types de sols du nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Incidences agronomiques, Volume Thèse, doct. Ingénieur, université d'Abidjan, p. 279.

**Young I.M., Blanchart E., Chenu C., Dangerfield M., Fragoso C., Grimaldi M., Ingram J. et Monrozier L.J. (1998).** The interaction of soil biota and soil structure under global change. *Global Change Biology*, 4, 703-712.

### *Z*

**Zhang, S., Grip, H., Lövdahl, L. (2006).** Effect of soil compaction on hydraulic properties of two loess soils in China. *Soil and Tillage Research* 90(1-2) : 117-125.

## Résumé

L'objectif de cette recherche est de comparer la variabilité de la densité apparente et de la porosité de trois types de sol de textures différentes (argileuse, limoneuse et sableuse) sur une période de deux mois, au village de Thaddarth Ouadda, commune de Amalou (Béjaia). Cela permet d'évaluer également la capacité de ces sols à résister au tassement.

Pour la mesure de la densité apparente, nous avons utilisé la méthode du cylindre qui implique le prélèvement *in situ* d'échantillon de sol non remanié, avec un cylindre métallique. Connaissant le poids de l'échantillon sec et le volume du cylindre, nous pouvons calculer la densité apparente par le rapport (poids de l'échantillon sec/volume du cylindre). Cela nous permet de calculer également la porosité du sol au moment du prélèvement.

Les résultats révèlent que :

1. Le sol argileux, présente une densité apparente élevée en raison de la structure floculée des particules d'argile, créant des espaces plus petits mais plus nombreux. La porosité est relativement faible, ralentissant la circulation de l'eau dans le sol.
2. Le sol limoneux, affiche une densité apparente moyenne, en relation avec une porosité relativement faible.
3. Le sol Sableux, présente la densité apparente la plus faible, en raison de la taille plus grande des particules et de leur faible sensibilité à la compaction. Ils présentent une porosité élevée, facilitant un drainage rapide de l'eau mais une très faible rétention pour l'eau.

Cette étude souligne l'importance de la structure du sol sur la circulation de l'air et de l'eau dans le sol ainsi que sur la rétention d'eau. Les sols sableux nécessitent des apports d'humus afin d'améliorer la rétention de l'eau et limiter le drainage et le dessèchement trop rapide du sol.

**Mots clés :** densité apparente, porosité, texture, tassement, rétention d'eau.

## Abstract

The objective of this research is to compare the variability of the apparent density and porosity of three types of soil with different textures (clayey, loamy and sandy) over a period of two months, in the village of Thaddarth Ouadda, commune of Amalou (Béjaia). This also makes it possible to assess the ability of these soils to resist settlement.

For the measurement of apparent density, we used the cylinder method which involves taking a sample of undisturbed soil *in situ*, with a metal cylinder. Knowing the weight of the dry sample and the volume of the cylinder, we can calculate the apparent density by the ratio (weight of the dry sample/volume of the cylinder). This allows us to also calculate the porosity of the soil at the time of sampling.

The results reveal that :

1. Clay soil has a high bulk density due to the flocculated structure of the clay particles, creating smaller but more numerous spaces. Porosity is relatively low, slowing the circulation of water in the soil.
2. Loamy soil displays an average apparent density, in relation to relatively low porosity.
3. Sandy soil has the lowest apparent density, due to the larger size of the particles and their low sensitivity to compaction. They have high porosity, facilitating rapid water drainage but very low water retention.

This study highlights the importance of soil structure on the circulation of air and water in the soil as well as on water retention. Sandy soils require additions of humus in order to improve water retention and limit drainage and excessively rapid drying of the soil.

**Key words:** apparent density, porosity, texture, settlement, water retention.

## ملخص

الهدف من هذا البحث هو مقارنة تباين الكثافة الظاهرية والمسامية لثلاثة أنواع من التربة ذات قوام مختلف طينية وطينية ورملية على مدى شهرين بقرية ثادارت وادا جماعة أمالو بجاية. وهذا يجعل من الممكن أيضًا تقييم قدرة هذه التربة على مقاومة الاستيطان.

لقياس الكثافة الظاهرية، استخدمنا الطريقة الأسطوانية التي تتضمن أخذ عينة من التربة غير المضطربة في الموقع، باستخدام أسطوانة معدنية. وبمعرفة وزن العينة الجافة وحجم الاسطوانة يمكننا حساب الكثافة الظاهرية بنسبة) وزن العينة الجافة/حجم الاسطوانة (. وهذا يسمح لنا أيضًا بحساب مسامية التربة في وقت أخذ العينات وتكشف النتائج أن

1. تتميز التربة الطينية بكثافة كبيرة بسبب التركيب المتبلد لجزيئات الطين، مما يخلق مساحات أصغر ولكن أكثر عددًا المسامية منخفضة نسبيًا، مما يبطئ دوران الماء في التربة.
2. تعرض التربة الطينية كثافة ظاهرة متوسطة، مقارنة بالمسامية المنخفضة نسبيًا.
3. التربة الرملية هي الأقل كثافة ظاهرة بسبب كبر حجم حبيباتها وقلة حساسيتها للضغط. تتميز بمساميتها العالية، مما يسهل تصريف المياه بسرعة ولكن احتباس الماء منخفض جدًا.

تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية بنية التربة على دوران الهواء والماء في التربة وكذلك على احتباس الماء. تتطلب التربة الرملية إضافات الدبال من أجل تحسين احتباس الماء والحد من الصرف والتجفيف السريع للتربة.

كلمات مفتاحية: الكثافة الظاهرة، المسامية، الملمس، الترسيب، احتباس الماء.