



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Etres vivants

## ***MEMOIRE de fin d'étude***

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Sciences biologiques

**Option :** Ecophysiologie végétale

**Caractérisation du sol de la plante *Ziziphus lotus* dans la  
région de Tébessa**

**Présenté par :**

**M.ABBAD TAREK**

**M.SAADI NADJIB**

**Devant le jury**

<b>Boudjabi Sonia</b>	<b>M.C.A .Université de Tébessa</b>	<b>Présidente</b>
<b>Hioun Soraya</b>	<b>M.A.A. Université de Tébessa</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Ghedabnia Karima</b>	<b>M.AA. Université de Tébessa</b>	<b>Promotrice</b>

*Année universitaire 2021/2022*



Bismillah

# Remerciements

Ce travail est le résultat d'un effort non négligeable, qui a nécessité le soutien et l'encouragement d'un certain nombre de personnes envers lesquels nous tenons à exprimer notre gratitude.

Nous remercions tout d'abord ALLAH, qui nous a permis d'aboutir à cette fin tant souhaitée, en nous dotant de la patience et du courage nécessaires pour surmonter les difficultés que nous avons rencontrées au cours de notre cursus.

Nous tenons à remercier notre encadrante :

**Me K. GHEDHABNIA** pour avoir accepté de diriger notre mémoire de Master. Nous tenons principalement à les remercier pour le temps qu'ils nous ont accordé pour la finalisation de ce projet.

Nous remercions les membres du Jury **S. Hioun** Et **S. Boudjabi** pour avoir accepté de juger ce travail et apporter leurs remarques positives et constructives.

Nous remercions aussi **Me. LYNDA** la technicienne de laboratoire.

Nous adressons un très grand et sincère remerciement à tous les enseignants de la filière biologie de l'université de LAARBI TBESSI de TEBESSA.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous merci

**TAREK et NADJIB**

# *Dédicace*

« .....quand on veut vraiment quelque chose, on peut l'obtenir. Il faudra peut-être patient, travailler très dur, lutter de toutes ses forces, et cela peut durer très longtemps, mais c'est possible. Cette conviction est le prérequis de toute entreprise ... ». Margo Jones

Je dédie ce travail à .....

L'âme de mon cher père, que Dieu lui fasse  
miséricorde.

**ABBAD TAREK BEN DJEMAI**

# Dédicace

« .....quand on veut vraiment quelque chose, on peut l'obtenir. Il faudra peut-être patient, travailler très dur, lutter de toutes ses forces, et cela peut durer très longtemps, mais c'est possible. Cette conviction est le prérequis de toute entreprise ... ». Margo Jones

Je dédie ce travail à .....

Mes très chers parents (**MOHAMED, RADJOUIA**), aucun mot ne serait suffisant pour vous exprimer ma gratitude, mon amour et mon respect envers vous. C'est surtout grâce à vous qui ne vous lassiez jamais,

vos sacrifices, votre soutien et votre courage qui ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui.

À mes chers frères : **HACHEM, HANI, ISLAM**  
pour leurs appui et leurs encouragements.

À ma chère soeur **AHLEM**  
et son mari **R. BRAHMI**

pour leurs encouragements permanents, et leurs soutien moral.

A mes chers neveux et nièces, **KINANE, KOSAI, SIDRA**

À tous les membres de ma famille **SAADI et AYAD.**

A Madame **GHEDHABNIA** pour son intérêt et sa confiance.

À mon binôme **ABBAD TAREK.**

A mes meilleurs amis **Walid, Imad, Mahdi, Hakim, Khalil, Hamza....**

Et à tous ceux que j'aime et ceux que je respecte.

A tous les membres de la promotion 2021-2022 master écophysiologie végétale.

**SAADI NADJIB**

## Résumé

Cette étude a été entreprise afin de caractériser quelques paramètres pédologiques du sol de la plante *Ziziphus lotus*, dans la région de Tébessa. Pour ce faire, des échantillons de sol ont été prélevés au niveau de 7 sites ( Bir Dheb, Ouenza, Oued ksob, Oued Mellegue, Mesloulou, El Aouinet et Negrine).

Les paramètres étudiés sont : le pH, la conductivité électrique, la texture, le taux de matière organique, le calcaire total et actif, l'humidité hygroscopique et la teneur en phosphore assimilable.

Les résultats obtenus ont révélé que le *Ziziphus lotus* montre une grande tolérance et il se développe sur différents types des sols, argilo-limoneux, sableux, limoneux, non salé ou légèrement salé, légèrement acide, calcaire, riche ou moyenne en phosphore assimilable, très pauvre ou moyenne en matière organique.

- **Mots clés**

*Ziziphus lotus*, Sol, Tébessa, Site, Caractères physicochimiques.

## **Abstract**

This study was undertaken to characterize some soil parameters of the soil of the *Ziziphus lotus* plant, in the region of Tébessa. To do this, Soil samples were taken at 7 sites (Bir Dheb, Ouenza, Ouedksob, Oued Mellegue, Mesloula, El Aouinet and Negrine).

The parameters studied are: pH, electrical conductivity, texture, rate of organic matter, total and active limestone, hygroscopic humidity and calcium content. assimilable phosphorus.

The results obtained revealed that the *Ziziphus lotus* shows a great tolerance and it grows on different types of soils, clay-loamy, sandy, loamy, unsalted or slightly salty, slightly acidic, calcareous, high or medium in assimilable phosphorus, very low or medium in matter organic.

- **Keywords**

*Ziziphus lotus*, Soil, Tébessa, Site, Physicochemical characteristics.

## ملخص

أجريت هذه الدراسة لوصف بعض معاملات تربة نبات السدر في منطقة تبسة. للقيام بذلك ، تم أخذ عينات من التربة من 7 مواقع مختلفة (بئر الذهب ، ونزة ، واد مليغ ، ومسلولة ، والعوينات ، ونجرين). الخصائص المدروسة هي: الأس الهيدروجيني ، والتوصيل الكهربائي ، والملمس ، ومحتوى الفوسفور ، والحجر الكلسي والنشط ، والرطوبة ، ومحتوى الفوسفور.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن نبات السدر له قابلية عالية على التحمل وتنمو على جميع أنواع التربة ، الطينية الطينية ، الرملية ، الطينية ، غير المملحة أو قليلة الملوحة ، الحمضية قليلاً ، الجيرية ، الغنية أو المتوسطة في الفسفور القابل للامتصاص ، و الفقيرة جداً أو المتوسطة في كمية المواد العضوية.

### • الكلمات المفتاحية

نبات السدر - تربة تبسة - تبسة - الخصائص الفيزيائية والكيميائية.



## • Liste des Figures

Figure	Page
<b>Figure 1</b> : Plante de <i>Zizyphus lotus</i> .	<b>3</b>
<b>Figure 2</b> : Fleur de <i>Zizyphus lotus</i> .	<b>4</b>
<b>Figure 3</b> : Feuilles de <i>Zizyphus lotus</i> .	<b>4</b>
<b>Figure 4</b> : Fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .	<b>5</b>
<b>Figure 5</b> : Aire de répartition de la famille des rhamnacées dans le monde.	<b>7</b>
<b>Figure 6</b> : Aire de répartition de <i>zizyphus lotus</i> en Algérie.	<b>8</b>
<b>Figure 7</b> : Le complexe adsorbant du sol (Site 2).	<b>12</b>
<b>Figure 8</b> : Formes d'azotes et transformations dans le système sol – plante.	<b>15</b>
<b>Figure 9</b> : sites d'étude de la wilaya de Tébessa.	<b>17</b>
<b>Figure 10</b> : Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa l'année 2021.	<b>19</b>
<b>Figure 11</b> : variation des valeurs de pH en fonction de sites.	<b>26</b>
<b>Figure 12</b> : variation des valeurs de Conductivité électrique dans le sol en fonction de sites.	<b>27</b>
<b>Figure 13</b> : Variation de la MO dans le sol en fonction de sites.	<b>28</b>
<b>Figure 14</b> : variation des valeurs de calcaire total en fonction de sites.	<b>29</b>
<b>Figure 15</b> : variation des taux de calcaire actif en fonction de sites.	<b>30</b>
<b>Figure 16</b> : variation des valeurs d'humidité hygroscopique en fonction des sites.	<b>31</b>
<b>Figure 17</b> : Variation de la teneur en phosphore assimilable dans les sites étudiés.	<b>32</b>

## • Liste des Tableaux

Tableau	Page
<b>Tableau 1</b> : classement des fractions texturales selon les dimensions.	<b>9</b>
<b>Tableau 2</b> : les Coordonnées des sites d'étude.	<b>18</b>
<b>Tableau 3</b> : La variation de la texture dans les différents sites.	<b>27</b>

## • Table des matières

Titre	Page
• Remerciement	
• Dédicace	
• Dédicace	
• résumé	
• Abstract	
• ملخص	
• Liste des Abréviations	
• Listes des figures	
• Liste des tableaux	
• Introduction	1
<b>Partie bibliographique</b>	
<i>1.Zizyphus lotus</i>	3
<b>1.1.Description</b>	3
<b>a. Tiges</b>	3
<b>b. Fleurs</b>	3
<b>c. Feuilles</b>	4
<b>d. Fruits</b>	4
<b>1.2.Classification botanique</b>	5
<b>1.3.Composition biochimique du <i>Zizyphus lotus</i></b>	5

<b>1.4.Utilisations de la plante</b>	<b>6</b>
• <b>Médicinales</b>	<b>6</b>
• <b>Utilisations alimentaires</b>	<b>6</b>
• <b>Utilisation écologique</b>	<b>6</b>
<b>1.5. Répartition de la plante</b>	<b>7</b>
• <b>Dans le monde</b>	<b>7</b>
• <b>En Algérie</b>	<b>7</b>
<b>2. Le sol</b>	<b>8</b>
<b>2.1.Définition</b>	<b>8</b>
<b>2.2.Les propriétés du sol</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. Propriétés physiques</b>	<b>8</b>
<b>a. Texture</b>	<b>8</b>
<b>b. Structure du sol</b>	<b>10</b>
• <b>Structure compacte</b>	<b>10</b>
• <b>Structure fragmentaire</b>	<b>10</b>
<b>c. Porosité</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2. Propriétés chimiques</b>	<b>11</b>
<b>a. pH du sol</b>	<b>11</b>
<b>b. L'échange ionique</b>	<b>12</b>
<b>c. La salinité du sol</b>	<b>12</b>
<b>3. Matière organique</b>	<b>13</b>

<b>3.1.Phosphore</b>	<b>13</b>
<b>A. le phosphore total</b>	<b>13</b>
<b>B. LE phosphore assimilable</b>	<b>13</b>
<b>C. Le phosphore organique</b>	<b>13</b>
<b>d. Le phosphore minéral</b>	<b>14</b>
<b>4. Azote</b>	<b>14</b>
• <b>Les formes de l'azote dans le sol</b>	<b>14</b>
• <b>L'azote organique</b>	<b>14</b>
<b>A. L'azote uréique</b>	<b>14</b>
<b>B. L'azote ammoniacal ou ammonium</b>	<b>14</b>
<b>C. L'azote nitrique ou nitrate</b>	<b>14</b>
<b>D. Les sols algériens</b>	<b>15</b>
<b>MATERIEL ET METHODES</b>	
<b>1. Description de la zone d'étude</b>	<b>17</b>
<b>1.1. Situation géographique</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Le climat</b>	<b>18</b>
<b>2. L'étude du sol</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Echantillonnage</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Les analyses physicochimiques du sol</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1. pH</b>	<b>20</b>
<b>a. Principe</b>	<b>20</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Conductivité électrique</b>	<b>20</b>

<b>a. Principe</b>	<b>20</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Texture de sol</b>	<b>20</b>
<b>a. Principe</b>	<b>20</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>20</b>
<b>c. Calcul</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 La matière organique</b>	<b>21</b>
<b>a. Principe</b>	<b>21</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>21</b>
<b>c. Calcul</b>	<b>22</b>
<b>2.2.5 Calcaire total</b>	<b>22</b>
<b>a. Principe</b>	<b>22</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>22</b>
<b>c. Calcul</b>	<b>22</b>
<b>2.2.6 Le calcaire actif</b>	<b>23</b>
<b>a. Principe</b>	<b>23</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>23</b>
<b>C. Calcul</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7 Humidité</b>	<b>23</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>23</b>
<b>c. Calcul</b>	<b>24</b>
<b>2.2.8. Phosphore assimilable</b>	<b>24</b>
<b>a. Principe</b>	<b>24</b>
<b>b. Mode opératoire</b>	<b>24</b>

<b>c. Calcul</b>	<b>24</b>
<b>RESULTATS</b>	
<b>1. pH</b>	<b>26</b>
<b>2. Conductivité électrique</b>	<b>26</b>
<b>3. Texture</b>	<b>27</b>
<b>4. Matière organique</b>	<b>28</b>
<b>5. Calcaire total</b>	<b>29</b>
<b>6. Calcaire actif</b>	<b>29</b>
<b>7. Humidité</b>	<b>30</b>
<b>8. Phosphore assimilable</b>	<b>31</b>
<b>DISCUSSION</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conclusion</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Références bibliographiques</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Annexes</b></li> </ul>	

# **INTRODUCTION**

L'Algérie est un grand pays africain et méditerranéen, Elle présente une grande diversité climatique, puisqu'on y rencontre l'ensemble des étages bioclimatiques méditerranéens allant de l'humide au Saharien. Le contraste topographique, accentue celui climatique et confère à ce pays une grande diversité faunistique et floristique. Parmi les espèces spontanées en Algérie *Ziziphus lotus* appelé communément Sedra.

Le jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*) est un arbuste xérophyte appartenant à la famille des Rhamnacées, il se rencontre à l'état sauvage dans les zones arides et semi-arides d'Algérie.

Il est très répandu dans tout le pays sauf dans le tell algérien de Constantine (**Quezel et Santa 1963**). Cet arbuste se comporte aussi comme adventice dans plusieurs cultures, notamment les céréales d'hiver et de printemps, les légumineuses alimentaires et les vergers.

Le jujubier montre une grande tolérance à certains stress environnementaux tels que le déficit hydrique et la salinité (**Liu et Zhao 2009 ; Sudharsan et Ashkanani 2009**). Il protège le sol contre l'érosion (**Laamouri et al., 2008**).

Il se développe sur tous les sols : calcaires, siliceux, argileux, et sableux, mais il supporte de faibles quantités du sel (**Inesco et Sauvage, 1965**).

L'objectif de notre travail est l'étude des caractères physicochimiques du sol de la plante *Ziziphus lotus* (ph, conductivité, texture, matière organique, calcaire total, calcaire actif, humidité et phosphore) dans différents sites de la wilaya de la Tébessa (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloula, El Aouinet et Negrine).

Le présent mémoire est structuré en cinq 4 chapitres : Le premier chapitre présente le cadre théorique, généralités sur l'espèce *Ziziphus lotus* et sur le sol. Quant au deuxième chapitre décrit la zone d'étude et les méthodes utilisées d'analyse du sol ; le troisième chapitre expose les résultats obtenus et le dernier chapitre est consacré à la discussion des résultats et conclusion.

# CHAPITRE I

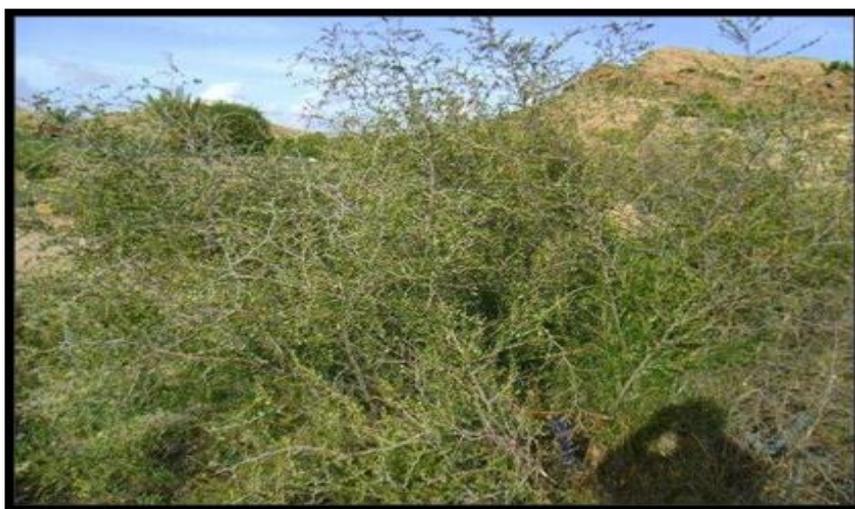
## ***Partie bibliographique***

### **1 .*Zizyphus lotus***

#### **1.1.Description**

Le jujubier sauvage ou jujubier du berbérie (*Zizyphus lotus*) est un arbrisseau fruitier, épineux de la famille des Rhamnacées (**Rsaissi et Bouchache, 2002**).

Cette espèce est appelée en Afrique du Nord "Sedra" (**Borgi et al., 2007(a)**). Elle forme des touffes pouvant atteindre 2 m de haut (**figure 1**). Cet arbrisseau a une croissance très lente et commence à porter des fruits vers l'âge de 4 ans, ils peuvent continuer à apparaître vers 20 à 25 ans (**Bonnet, 2001**).



**Figure 1** : Plante de *Zizyphus lotus* (**Vannette, 2018**).

#### **a. Tiges**

Les tiges partent directement de la souche, elles sont ramifiées, recourbés vers le bas, blanches grisâtre, à épines par paires droites ou recourbés (**Ghedira, 2013**).

#### **b. Fleurs**

Elles sont très visibles de couleurs jaunes pales (**Baba Aissa, 1999 ; Claudine, 2007**). Pentamètres; à petite corolle à cinq pétales ; à cinq étamines épi pétales ; à deux styles courts (**Ghedira, 2013**). et groupées en inflorescence cymeuses (**Figure 2**).

## Partie bibliographique



**Figure 2 :** Fleur de *Zizyphus lotus* (Ivorra, 2015)

### c.Feuilles

Ses feuilles sont caduques, courtement pétiolées, vertes, brillantes, alternées et ovales (**Figure 3**) à marges entières d'environ 5 cm de long (Laouedj, 2018). Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épines inégales et vulnérables (Rsaissi et Bouchache, 2002 ; Tardío *et al.*, 2016).



**Figure 3 :** Feuilles de *Zizyphus lotus* (Vanette, 2018).

### d.Fruits

Cette plante donne de nombreux petits fruits, qui sont des drupes sphériques, petits et ronds à noyaux soudés de la taille d'une prune, comestibles appelés « nebeg » (**Figure 4**) qui se consomment en sur-maturité en octobre (Wang *et al.*, 2016).



**Figure 4 :** Fruits de *Zizyphus lotus* (Vannette, 2018).

## **1.2. Classification botanique**

D'après Quezel et Santa (1962) la classification classique de la plante est la suite

- **Embranchement :** Spermatophytes.
- **Sous embranchement :** Angiospermes.
- **Sous classe :** Dicotylédone.
- **Ordre :** Celastrales
- **Famille :** Rhamnacées.
- **Genre :** *Zizyphus*.
- **Espèce :** *Zizyphus lotus* L.

## **1.3. Composition biochimique du *Zizyphus lotus***

Les études phytochimiques menées sur le *Zizyphus lotus* montrent la présence de métabolites primaires (Sucres 20% à 32%) ; (Lipides 0.1% à 0.3%) et (Protides 0.8% à 2.1%) (Catoire *et al.*, 1999) ; elle est connue par son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les triterpènes, les anthraquinones, les alcaloïdes (cyclopeptides et isoquinolides), les saponosides (Borgi et Chouchane, 2006 ; Catoire *et al.*, 1994).

## ***Partie bibliographique***

### **1.4. Utilisations de la plante**

- **Médicinales**

Les différentes parties de la plante (feuilles , écorce, racines) possèdent des effets analgésiques , anti-inflammatoires et anti-ulcérogéniques . Elles sont largement utilisées dans le traitement de certaines maladies comme : les infections cutanées, la fièvre, la diarrhée, l'insomnie, les troubles digestives, la faiblesse, les affections du foie, l'obésité, les troubles urinaires et le diabète. (**Borgi et Chouchane, 2006; Borgi et al., 2008**).

- **Utilisations alimentaires**

Les fruits sont très délicieux et très riches en nutriments : Vitamines E, C, fibre acides gras, acides aminés et les sucres en quantités considérables, ils sont très consommables par la population d'Afrique du Nord (**Abdoul-Azize, 2016 ; Chouaibi et al., 2012**).

Les jujubes se consomment de différentes manières, ils sont consommés comme aliment frais, conservés, secs ou utilisés en confiserie et pâtisserie, et leur jus peut être utilisé pour la préparation de boissons rafraîchissantes (**Lahlou et al., 2002**).

Le miel issu de jujubier est un miel de haute qualité nutritive agréable et médicinale (**Ghazanfar, 1994**).

**Benidir et al., ( 2020)**, ont développé une méthode pour préparer la formule des jus a partir des fruits dénoyautés de jujube riche en metabolites secondaires et efficace contre les maladies cardiovasculaires.

**Najjaa et al., (2020)** ont développés une formulation de biscuit à base du fruit de *Zizyphus lotus*: La qualité sensorielle des gâteaux a été évaluée par le goût, la couleur et la texture.

- **Utilisation écologique**

Les touffes de jujubier sont généralement utilisées pendant longtemps comme ceinture verte protectrice contre les courants d'eau sur les terres agricoles ; pour la confection des enclos autours des habitats, des parcelles cultivées et parcs à bétail et comme source de bois de chauffage.

Les touffes de jujubier jouent un rôle très important dans l'équilibre naturelle dans les terrains accidentés et ou exposés à l'érosion (**Bamouh, 2002**).

## ***Partie bibliographique***

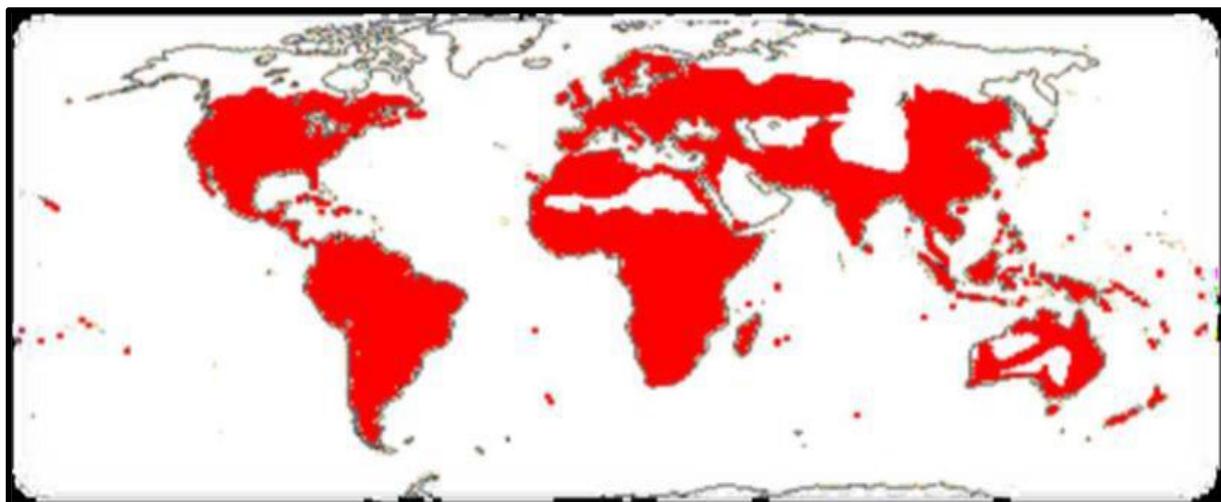
Elle permet de pomper l'eau en profondeur lorsque celle-ci est limitée dans les couches supérieures du sol, influençant l'absorption hydrique et minérale qui signifie le rôle écologique le très important (**Granier et al., 2000**).

### **1.5. Répartition de la plante**

- **Dans le monde**

Le genre *Zizyphus* comprend environ 50 espèces de régions tropicales et subtropicales, parmi ces espèces, *Zizyphus lotus* qui pousse dans le sud de l'Espagne et au Portugal (**Bross, 2000**).

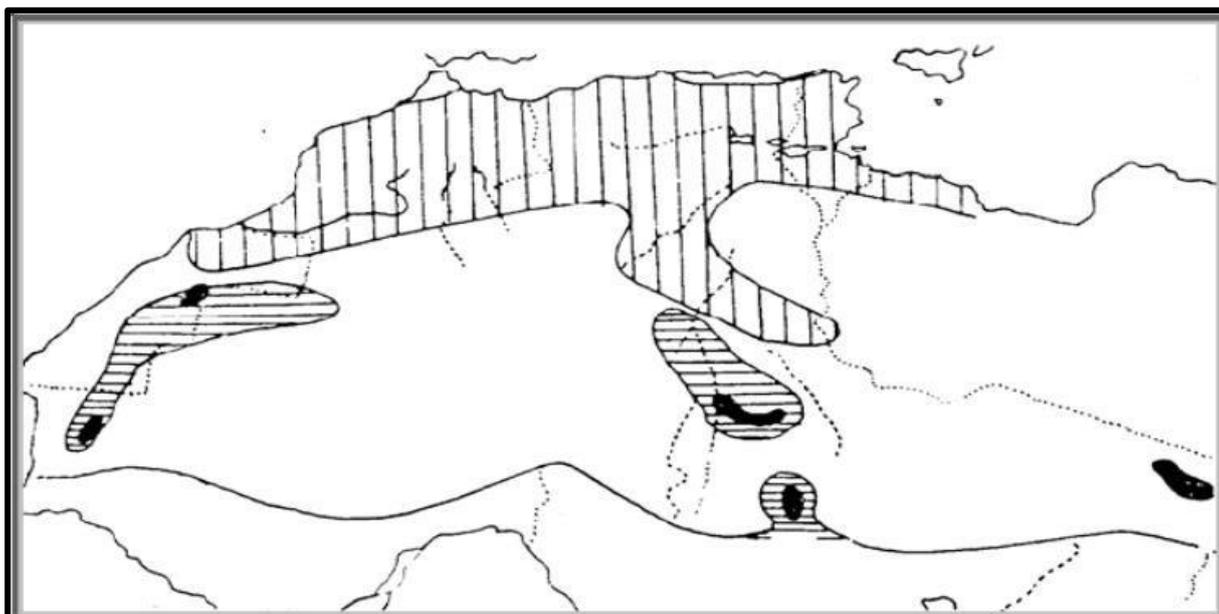
Cette espèce de plante est également répandue dans le Maghreb. (**Quezel et Santa, 1962**), dans les steppes du désert, Afrique du Nord et Asie Mineure (**Dillemann et Paris, 1960**). l'habitat natal des arbustes de Sidra se situe dans les régions du sud de l'Europe, et Amérique du Sud, de l'Himalaya, du nord de la Chine et des sous-régions. Arabie, Irak, Soudan, (**Figure 5**).



**Figure 05** : Aire de répartition de la famille des rhamnacées dans le monde (**Dupont et al., 2012**).

- **En Algérie**

En Algérie, de nombreux arbustes de *Zizyphus* poussent à l'état sauvage et sont parfois difficiles à exploiter là où ils sont utilisés. Le *Zizyphus* est répandu dans les régions arides du sud algérien caractérisées par un climat sec tel que la wilaya Djelfa et le climat désertique de Bashar (**Saadoudi , 2008**), et les régions semi arides tel que la wilaya de Tébessa (**Figure 6**).



**Figure 06** : Aire de répartition de zizyphus lotus en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

## **2. Le sol**

### **2.1. Définition**

Le sol est un corps naturel, de constituants organiques et minéraux, différencié en horizons d'épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. , qui diffèrent du matériau sous-jacent par leur morphologie, constitution physique, propriétés chimiques et composition des caractères biologiques (Dabin et Segalen, 1970).

Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (Duchaufour, 2001).

### **2.2. Les propriétés du sol**

#### **2.2.1. Propriétés physiques**

Les propriétés physiques du sol interviennent sur la croissance végétale par le biais de l'enracinement et l'alimentation hydrique et minérale de la plante (Souty, 1987).

##### **a. Texture**

La texture du sol se définit par ses proportions relatives en sable, limon, argile, Ces particules interviennent sur les propriétés physiques et chimiques du sol. (Ramade, 2011) (Gobat *et al.*, 2010).

Les limites exactes qui distinguent une fraction texturale d'une autre sont définies selon l'échelle d'ATHERBERG qui classe la fraction fine du sol (partie dont le diamètre est inférieur à 2 mm) en 5 fractions (Tableau 1).

## Partie bibliographique

**Tableau 1** : classement des fractions texturales selon les dimensions (**Aubert ,1978**).

Classe granulométrique	Dimensions
• <b>Argile</b>	diamètre inférieur à 2 $\mu\text{m}$ (0,002 mm)
• <b>Limon fin</b>	diamètre de 0,002 mm à 0,02 mm ;
• <b>Limon grossier</b>	diamètre de 0,02 mm à 0,05 mm ;
• <b>Sable fin</b>	diamètre de 0,05 mm à 0,2 mm ;
• <b>Sable grossier</b>	diamètre de 0,2 mm à 2 mm.

Même si la granulométrie repose uniquement sur la taille des sédiments, les différentes fractions sont souvent constituées de différents minéraux :

- **Sable** : surtout du quartz, aussi des feldspaths et micas. Peu de minéraux secondaires.
- **Limon** : 50% quartz, autre 50% sont des feldspaths, des micas et des minéraux secondaires – des oxydes de Fe et d'Al.
- **Argile** : surtout des minéraux secondaires, et à très forte dominance les phyllosilicates ; dans les milieux humides tropicaux il y a beaucoup d'oxydes de Fe et d'Al.

La texture du sol influence l'enracinement des plantes, elle favorise ou limite le développement spatial de l'appareil racinaire (**Callot *et al.*, 1982 ; Aragno *et al.*, 2003**), et on admet que la croissance des racines est favorisée par une texture grossière .

## ***Partie bibliographique***

### **b. Structure du sol**

La structure c'est un état du sol qui varie avec le temps selon le taux de matière organique, d'humidité, l'état des colloïdes mais aussi selon la texture (**Gobat *et al.*, 1998**).

La formation de la structure du sol résulte principalement de perturbations physiques d'origine anthropique ou climatique (**Oades, 1993 ; el Titi, 2003**). 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**). Selon **Ramade (2009)**, il existe 3 types de structure :

- **Structure compacte**

Les particules sont très fines et s'agglomèrent, elle limite fortement l'infiltration de l'eau dans le sol qui s'engorge, on le dit saturé en eau. Ce sol s'appauvrit en oxygène et devient difficilement pénétrable par les racines.

- **Structure fragmentaire**

Les agrégats permettent à la fois une rétention de l'eau et des échanges chimiques avec la solution du sol et les racines. C'est la structure la plus intéressante pour l'agriculture.

Structure particulaire

Les particules de terre sont trop grandes et il n'y a pas d'agrégation entre elles (la plage de sable). Sa capacité d'infiltration est très élevée mais sa capacité de rétention très réduite, le sol est donc incultivable.

### **c. Porosité**

La porosité du sol est l'ensemble des espaces lacunaires créés lors de la structuration du sol (**Soltner, 1996**). Ces espaces ont une influence à la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol et la capacité de ce dernier à la stocker. La porosité a un effet aussi sur le développement des racines des plantes ainsi que sur la circulation des organismes du sol (**Duchaufour, 2001**).

## ***Partie bibliographique***

**Gobat et al., (1998)**, classe la porosité en trois en trois (03) catégories selon la taille des pores :

- ✓ **Macroporosité:** se caractérise par des vides supérieures à 50µm remplir par l'eau de gravité, rapidement drainée et seront colonisées par les racines moyennes elle dépend de la structure.
- ✓ **Mésoporosité:** ou porosité capillaire la taille des vides est de 0.2 à 50 µm retenant l'eau utile par les plantes, elle dépend beaucoup de la texture.
- ✓ **Microporosité:** dont les vides sont inférieurs à 0.2 µm elle retient l'eau lie au sol.

### **2.2.2. Propriétés chimiques**

#### **a. pH du sol**

Le pH est défini comme le logarithme décimal de la concentration d'une solution en ion H<sup>+</sup>. Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol (**Mirsal, 2004**).

Le pH (abréviation de "potentiel Hydrogène"), 7 indiquant la neutralité (**Mathiew et Pieltain, 2003**).

Le pH a un effet sur la plupart des réactions biologiques et chimiques du sol et donne également une indication sur la végétation, le climat, et les conditions hydrauliques présentes lors de la formation du sol (**Globe 2005**).

## Partie bibliographique

### b. L'échange ionique

La solution du sol est constituée par la liaison entre matière organique et argile. Appelé complexe adsorbant, il est formé de particules très fines, à grande surface spécifique et chimiquement très active. le complexe adsorbant permet de retenir à sa surface, des ions qu'il peut facilement échanger avec ceux de la solution du sol suivant le schéma ci-dessous (Figure07).

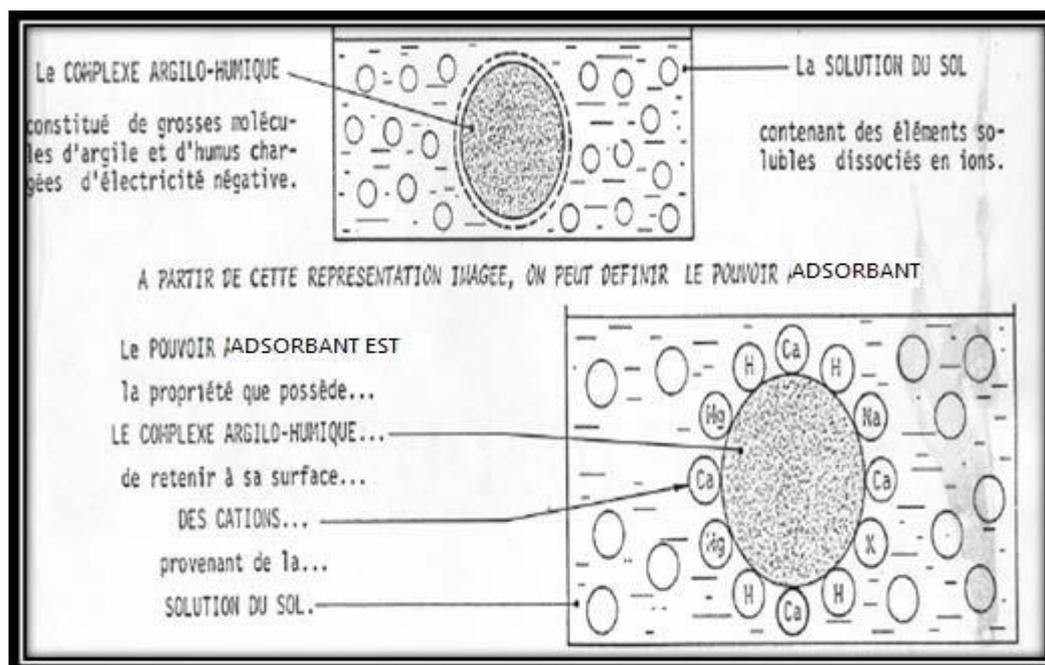


Figure 07: Le complexe adsorbant du sol.

### c. La salinité du sol

Lorsque le sol contient une très forte quantité en sels (concentration des cations et des anions dans la solution du sol est élevée), les effets sont généralement défavorables sur les plantes et sur le sol lui-même. Le sel empêche les plantes de s'alimenter normalement en eau même lorsque le sol est bien arrosé. A partir d'une certaine quantité, le sel a, selon la plante, un effet toxique direct sur celle-ci. (Lahmar, 2007).

## ***Partie bibliographique***

### **3. Matière organique**

La matière organique du sol, principalement composée de carbone, elle provient de la transformation de débris des végétaux, animaux et bactéries. Ces substances sont en constante évolution dans le sol et sont transformées par divers organismes décomposeurs (**Paré, 2011**).

Elle joue un rôle principal sur les propriétés du sol, il est important que la matière organique est un indicateur de fertilité et de qualité des sols (**Brady et Weil, 2008**).

L'augmentation du taux de la matière organique s'accompagne d'une amélioration de la structure, de l'accroissement de la capacité de la rétention en eau, de la facilité de l'infiltration de l'eau, ainsi que du pouvoir de résistance à l'érosion (**Leprun, 1988**).

#### **3.1. Phosphore**

Le phosphore est un élément indispensable à la croissance des végétaux. Il est présent dans les sols sous plusieurs formes

##### **D. le phosphore total**

C'est l'ensemble de toutes les formes de phosphore présentes dans un échantillon du sol, qu'elles soient minérales ou organiques (**Conesa, 1994**).

##### **E. LE phosphore assimilable**

C'est l'ensemble du phosphore d'un système sol -solution qui peut rejoindre la solution sous forme d'ions phosphate pendant un temps compatible avec les possibilités de prélèvement du végétal en croissance. Les différentes formes d'anions métabolisés par les végétaux se présentent sous les formes ( $PO_4^{3-}$ -  $HPO_4^{2-}$ -  $H_2PO_4^-$ ).

##### **F. Le phosphore organique**

Le phosphore est présent dans la matière organique fraîche et l'humus, la part de phosphore organique par rapport au phosphore total va de 25 à 30 % dans les sols cultivés de longue date et de 75 à 80 % dans les horizons de surface de couverts végétaux permanents naturels tels que forêts et prairies (**Far-deau et Conesa, 1994**). Après intervention des micro-organismes et minéralisation de l'humus. Ce phosphore est susceptible de devenir assimilable.

## *Partie bibliographique*

### **e. Le phosphore minéral**

C'est le phosphore inclus dans des minéraux comme les apatites et dans tous les composés d'oxyhydroxydes de fer et d'aluminium ainsi que les phosphates tricalciques associés à un calcaire actif, franchement insolubles dans les milieux calcaires (**Morel 1996**).

### **3.2. Azote**

L'azote ammoniacal et l'azote nitrique constituent l'azote minéral du sol (**Mathieu et Pieltin 2003**).

L'azote inorganique du sol constitue la fraction disponible pour les cultures. Le sol en contient rarement plus de 10% d'azote inorganique total (**Scheiner, 2005**).

- **Les formes de l'azote dans le sol sont (Figure 7).**
- **L'azote organique**

Il constitue la majeure partie de l'azote du sol. Il résulte de la matière organique du sol à laquelle s'agrège ce qui provient des résidus de culture ou des déjections animales.

#### **E. L'azote uréique**

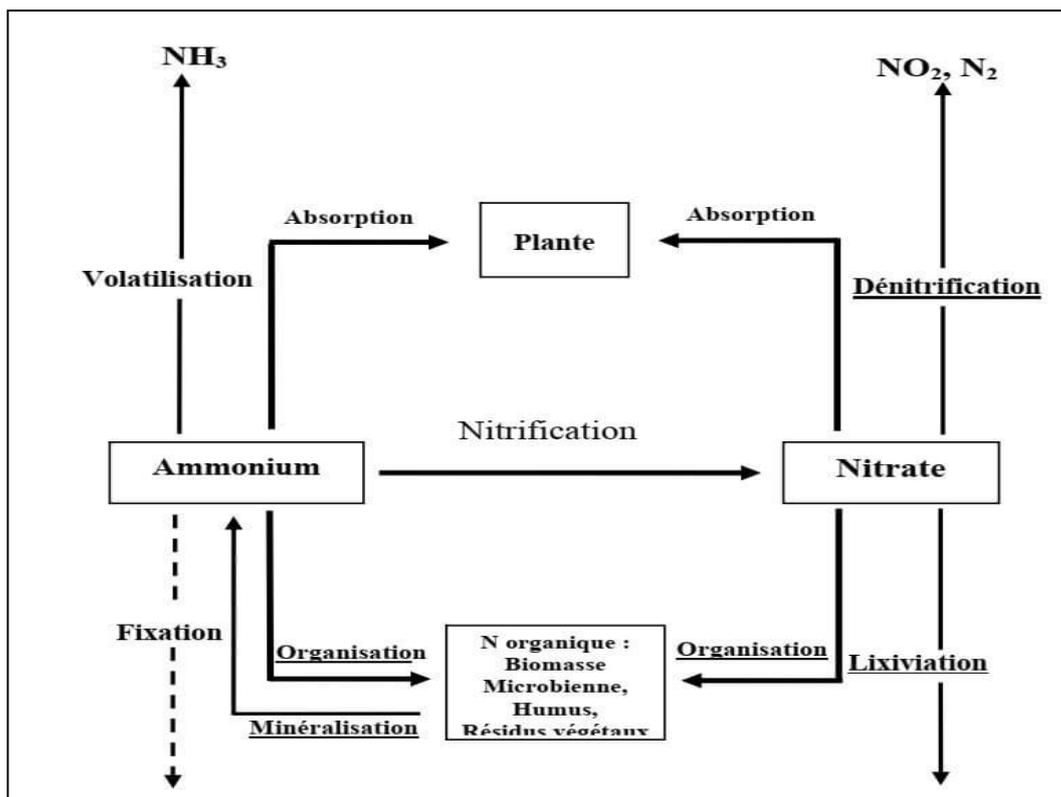
C'est une forme que le sol ne retient pas. Il se transforme sous l'effet d'une hydrolyse en  $\text{NH}_4^+$  (ammonium).

#### **F. L'azote ammoniacal ou ammonium**

Sa formule chimique  $\text{NH}_4^+$  est très proche de celle du gaz ammoniac  $\text{NH}_3$  qui se volatilise dans l'air. Cette transformation est plus rapide lorsque la température augmente et lorsque le pH autour du granulé d'engrais est supérieur à 7,5.

#### **G. L'azote nitrique ou nitrate**

C'est la forme la plus disponible pour les plantes. Dans le sol, il se présente généralement sous la forme de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), qui est très mobile et qui peuvent facilement être lixiviée avec les eaux de percolation, notamment pendant la saison pluviale (**Spiess, 2005**).



**Figure 8 :** Formes d'azotes et transformations dans le système sol – plante (Recous *et al.*, 1995).

#### H. Les sols algériens

Les sols d'Algérie peuvent ainsi être regroupés, en fonction du facteur climatique dominant dans leur formation, en trois grands groupes de sols zonaux ayant chacun leurs caractères propres déterminés par les conditions du milieu commandant les processus de pédogenèse :

- Sols sahariens où le facteur dominant de formation des sols est le vent ; mais peut-on considérer comme négligeable, comme le dit l'auteur, la température et la sécheresse qui permettent justement l'action du vent et dont l'action propre fournit le matériel meuble.
- Sols des régions semi-arides où le sol zonal serait dû à l'équilibre climatique vent-pluie;
- Sols des régions telliennes humides où humidité et végétation deviennent les principaux facteurs de formation des sols zonaux. (Sedes, Paris, 1952).

**MATERIEL**  
**ET**  
**METHODES**

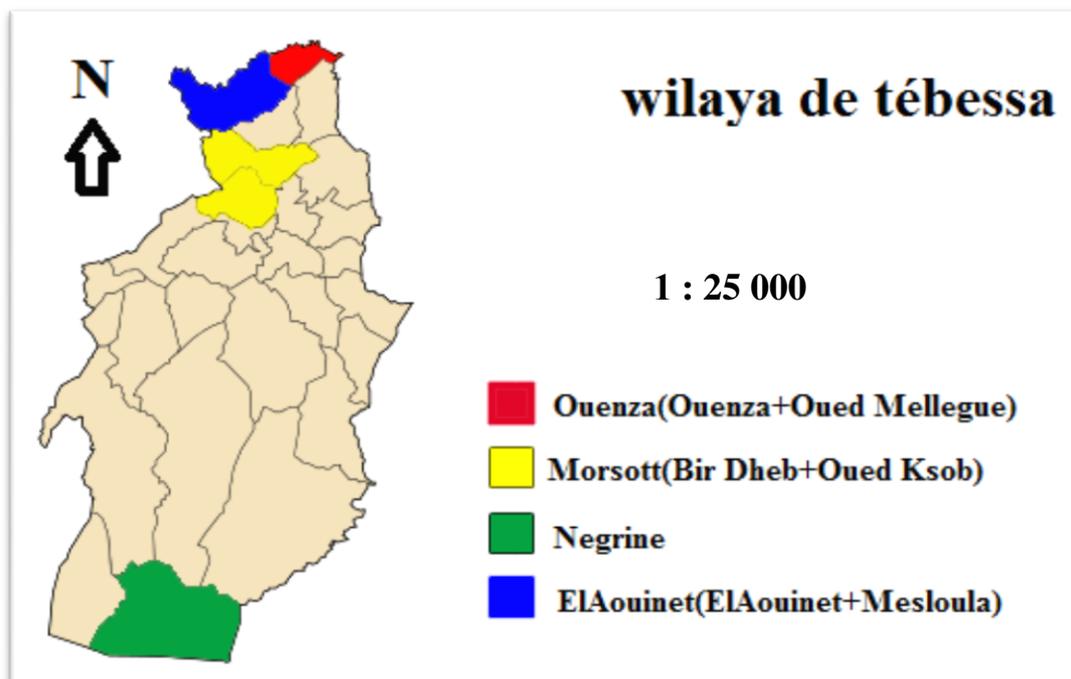
## **Matériel et méthodes**

---

### **1. Description de la zone d'étude**

#### **1.1. Situation géographique**

La wilaya de Tébessa qui occupe une superficie de 13.878 km<sup>2</sup>. Située à l'extrême Est de l'Algérie, à 40 km de la frontière Algéro-Tunisienne. Elle est limitée au nord par la wilaya de Souk-Ahras, au sud par la wilaya d'El-oued, à l'est par la Tunisie et à l'ouest par la wilaya de Khenchela d'Oum el bouagi.



**Figure 9** : sites d'étude de la wilaya de Tébessa.

## Matériel et méthodes

Les coordonnées des sites d'échantillonnage sont indiquées dans le tableau 2

**Tableau 2** : les Coordonnées des sites d'étude.

Région	Altitude Par Rapport Au Niveau De La Mer(M)	Latitude(Nord)	Longitude(Est)
ElAouinet	641	35°50'59.57"N	7°51'47.36"E
Mesloula	714	35°52'08.03"N	7°50'08.52"E
Bir Dheb	910	35°32'39.39 "N	7°58'38.97"E
Ouenza	524	35°54'52.89 "N	8°7'36.50"E
Negrine	614	34°32'42.84 "N	7°58'28.43"E
Oued Mellegue	493	35°56'43.98 "N	8°11'18.74 "E
Oued Ksob	1142	35°28'26.87 "N	8°17'22.20 "E

### 1.2. Le climat

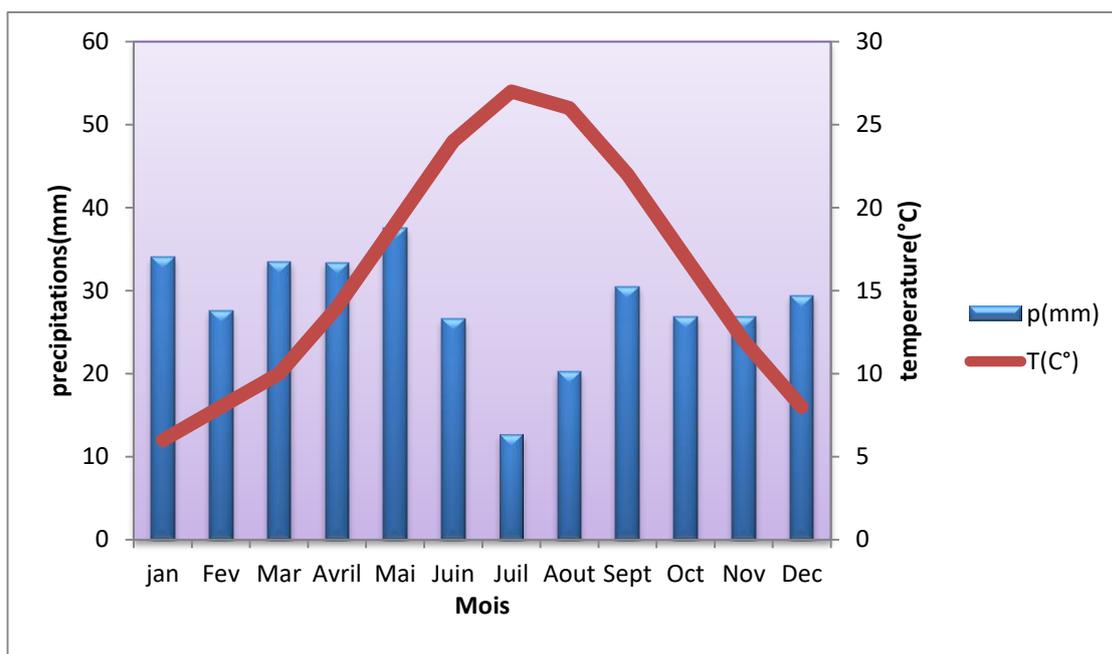
La superficie totale de la wilaya se divise en quatre étages bioclimatiques du côté des données climatiques, édaphiques et du couvert végétal.

- **Zone 1:** zone nord de la wilaya, caractérisée par une pluviométrie moyenne de 300 mm et une altitude de 800 m ; cette vocation céréale élevage, d'une superficie de 135000 ha (10 % de la superficie de la wilaya).
- **Zone 2:** zone pré-steppiques de hauts plateaux de la wilaya, caractérisée par une pluviométrie moyenne de 250mm une altitude de 1000m, la zone composée de hautes plaines est à vocation agro-pastorale, d'une superficie de 229450 ha (17% de la superficie de la wilaya).
- **Zone 3:** zone centrale de la wilaya qui couvre près de 50% de la superficie totale de la wilaya avec une pluviométrie moyenne de 200mm une altitude de 600m. C'est la zone parcours steppique par excellence (alfa, armoise, atriplex, etc..).

## Matériel et méthodes

- **Zone 4:** c'est la zone présaharienne qui représente 22% de l'étendue de la wilaya avec un relief plat et une pluviométrie inférieure à 100mm une altitude de 200m, d'une superficie de 202457 hectares.

Le diagramme ombrothermique (figure 2) sépare une période pluvieuse où la courbe des pluies passe au-dessus de celle des températures qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril, (Environ 6 mois), et une période sèche qui se situe entre les mois de Mai et Octobre.



**Figure 10 :** Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa l'année 2021.

## 2. L'étude du sol

### 2.1. Echantillonnage

On a effectué des sorties d'étude sur le mois de mai 2021 pour collecter les échantillons du sol

Dans chaque site et à l'aide d'un piochon, sur une profondeur de 15 à 20cm, les échantillons sont pris avec 3 répétitions au pied des arbustes de jujubier, après un séchage à l'ombre pendant 20 jours. Les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un tamis de 02 mm.

### **2.2. Les analyses physicochimiques du sol**

#### **2.2.1. pH**

##### **a. Principe**

On constitue une suspension de sol dans l'eau (pH-eau) dans laquelle on mesure le pH, c'est -à-dire la concentration en ions H<sup>+</sup> dans le liquide surnageant.

##### **b. Mode opératoire**

Dans un bécher, On pèse 10g de terre fine, on ajoute 50ml d'eau distillée (1\5), après l'agitation on laisse la solution reposer 30 mn. La lecture se fait a l'aide d'un pH-mètre. (Mathieu et pieltain, 2003)

#### **2.2.2 Conductivité électrique**

##### **a. Principe**

La conductivité permet de déterminer la salinité avec une grande précision, si la quantité des sels est grande dans une solution du sol, la conductivité est élevée.

##### **b. Mode opératoire**

Une solution de sol est obtenue par agitation des échantillons de sol (10g) dans L'eau distillée (50ml). La lecture de la conductivité électrique est établie Sur le fila solution sol avec un conductimètre (Mathieu et Pieltain, 2003).

#### **2.2.3 Texture de sol**

##### **a. Principe**

La texture est basée sur la composition granulométriques qui influe les propriétés du sol. Si les particules du sol sont petites, la rétention est plus élevée.

##### **b. Mode opératoire**

On détermine la texture par la méthode de sédimentation qui consiste à mélanger 100 g de sol avec 200ml de l'eau et on laisse le mélange décanter 10 jours, l'épaisseur de chaque couche formée permet d'estimer le pourcentage de sable, limon et argile (ITA, 1975).

### **c. Calcul**

Après la mesure de l'épaisseur de chaque couche à l'aide d'une règle, le calculer du pourcentage de chaque élément est effectué à l'aide des formules suivantes :

- % de sable = (épaisseur de la couche de sable en cm X 100) ÷ épaisseur totale du sol en cm
- % de limon = (épaisseur de la couche de limon en cm X 100) ÷ épaisseur totale du sol en cm
- % d'argile = (épaisseur de la couche d'argile en cm X 100) ÷ épaisseur totale du sol en cm

### **2.2.4 La matière organique**

#### **a. Principe**

Le carbone organique est dosé par la méthode de Anne (**Bonneau et Souchier, 1994**) par oxydation du carbone avec le bichromate de potassium en excès en milieu acide et dosage de la quantité de bichromate non consommée en retour par le Sel de Mohr. Le taux de la matière organique est estimé en multipliant le taux de carbone par 1.72 (**Mathieu et Pieltain, 2003**).



#### **b. Mode opératoire**

On met dans un erlen de 500 ml, (1 g) de sol tamisé, 10 ml d'une solution de bichromate de potassium et 15 ml d'acide sulfurique, on le laisse chauffer doucement, après refroidissement, on verse dans une fiole jaugée de 100 ml puis on ajoute 200ml d'eau distillée, on prélève 50ml dans un bécher et on ajoute 1g de NAF et 3 à 4 gouttes d'une solution de diphenylamine sulfurique. On effectue à la fin une titration par le sel de Mohr (X ml), et nous avons fait les mêmes étapes précédentes (sans sol) pour le témoin (y ml) (**Calvet, 2003**).

### c. Calcul

Nous exécutons la formule à la méthode d'Anne.

- $C\% = (Y-X) \times 0.615 \times (100/20) \times (100 /p) \times 1/1000$
- P : poids du sol
- Pour le calcul du taux de matière organique.
- %Matière organique =  $C\% \times 1.72$ .

### 2.2.5 Calcaire total

#### a. Principe

Ce dosage est basé sur la mesure de CO<sub>2</sub> dégagé suite à l'action d'un excès d'acide Chlorhydrique sur un poids connu de l'échantillon. L'attaque du carbonate de calcium qui se présente au niveau du sol par l'H Cl permet de libérer le gaz carbonique, Le volume du CO<sub>2</sub> dégagé permet de déterminer la quantité de CaCO<sub>3</sub>.



#### b. Mode opératoire

Dans un bécher contenant 10 ml de HCL dilué de poids connu (P1), on ajoute peu à peu 10 g de terre fine, on agite, on laisse reposer et on pèse de nouveau pour avoir le poids (P2).

#### c. Calcul

Le calcaire est calculé selon la formule suivante :

$\text{CaCO}_3 \text{ \%} = \text{poids du CO}_2 \text{ dégagé} \times 2,274 \times 100 / \text{poids du sol}$  (**Baize et Jabiol, 1995**).

$\text{Poids du CO}_2 \text{ dégagé} = P1 - P2$

### **2.2.6 Le calcaire actif**

#### **a. Principe**

Le calcaire actif correspond au calcaire  $\text{CaCO}_3$  fin facilement solubilisé. Au contact d'une solution d'oxalate d'ammonium. Ce calcaire fin se transforme en oxalate insoluble. le reste de solution d'oxalate d'ammonium non utilisé est dosé par une solution de permanganate de potassium. (Soltner, 2003)

#### **b. Mode opératoire**

Dans une erlen de 250ml on met 2g du sol et 100ml de la solution d'oxalate. Après une agitation de deux heures Le contenu est filtré. On prend 20 ml du filtrat, on y ajoute 100ml eau distillée et 5ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), puis on fait le titrage avec permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ) (0.2N=6.32g/l) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante (v ml).

Dans les mêmes conditions on prépare un témoin ne contient pas l'extrait ( $V'$  ml).

#### **C. Calcul**

On calcule le calcaire actif selon la formule suivante :

- $\text{CaCO}_3\% = (V' - V) \times 0.2N \times 100/10 \times 50/1000 \times 100/2.$
- $\text{CaCO}_3\% = (V' - V) \times 5$

### **2.2.7 Humidité**

#### **b. Mode opératoire**

C'est la teneur en eau de l'échantillon, On détermine l'humidité par différence de poids. Une prise d'essai (P1) est prélevée et passée à l'étuve à  $105^\circ\text{C}$  pendant 24h. Après 24h l'eau contenue dans l'échantillon s'évapore, l'échantillon est pesé de à nouveau (P2).

### **c. Calcul**

- %Humidité= $P1-P2/P2 \times 100$

### **2.2.8. Phosphore assimilable**

#### **a. Principe**

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode d'Olsen (**Mathieu et Pieltain, 2003**) suite à une extraction avec une solution de bicarbonate de sodium à 0.5 M.

#### **b. Mode opératoire**

On mélange 5g de sol tamisé avec 100ml de bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0,5N. Après l'agitation (30minutes) et la filtration, on prélève 5ml du filtrat et on ajoute 5ml de molybdate d'ammonium, on dilue avec l'eau distillée jusqu'à 24ml. On effectue la lecture au spectrophotomètre à 660 nm après l'ajout d'un ml de chlorure d'étain dilué. La gamme d'étalonnage est réalisée à base de phosphate mono potassique (**Mathieu et Pieltain, 2003**).

#### **c. Calcul**

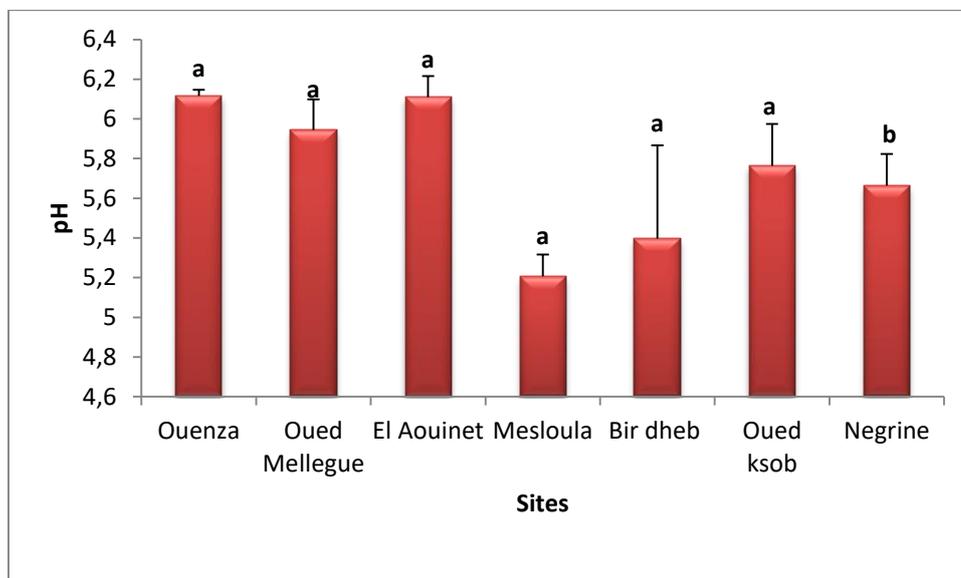
Le calcul du taux de phosphore assimilable est basé sur la formule suivante (annexe1).

La droite de régression :  $Y = 0,1002x + 0.0077$  avec  $R^2 = 0,9996$

# RESULTATS

### 1. pH

Les résultats de la (**Figure 11**), illustrent le taux du pH dans le sol selon les sites, Ce paramètre a atteint une valeur moyenne maximale de 6.11% dans les sites de Ouenza et El Aouinet et une valeur minimale de 5.39% et 5.20% dans les sites de Bir Dheb et Mesloul.



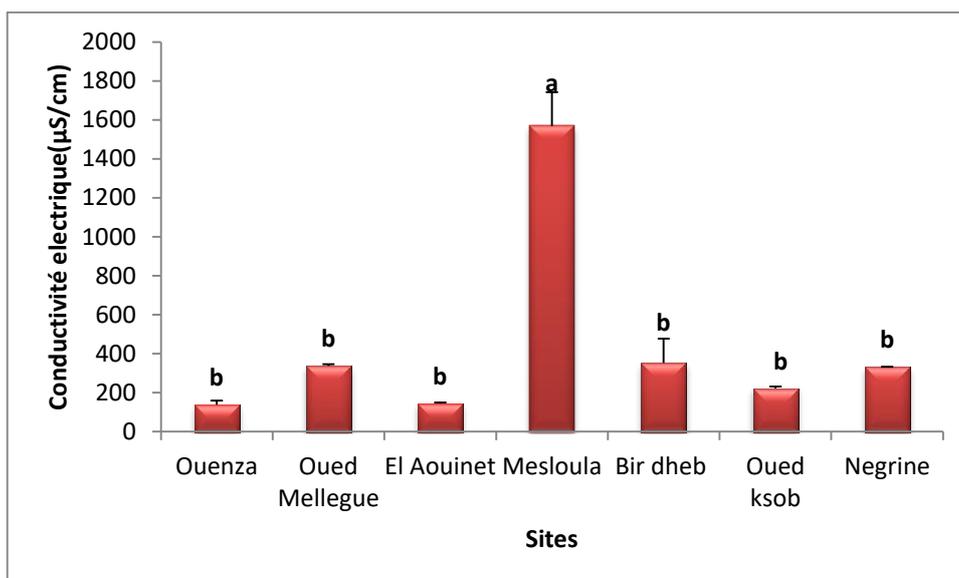
**Figure 11** : variation des valeurs de pH en fonction de sites

(s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes)

L'analyse statistique de la variance du taux de pH en fonction du sites illustre une différence hautement significative ( $\alpha=0.05$ ).le test de Tukey montre cinq 5 groupes homogènes (Annexe 2).

### 2. Conductivité électrique

Les résultats relatifs à ce paramètre sont indiqués sur la Figure 12. Le taux de la conductivité a atteint une valeur maximale ( $1569\mu S$ ) dans le site de Mesloul, et une valeur moyenne de ( $338.33\mu s$ ) dans le site de Oued Mellegue , et il a baissé totalement dans le site de Ouenza avec une valeur de ( $138.66\mu s$ ).



Sites

**Figure 12 :** variation des valeurs de Conductivité électrique dans le sol en fonction de sites

(s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes)

L’analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative sur la variation du taux de la conductivité électrique ( $\alpha=0.05$ ). Avec deux groupes homogènes par le test de Tukey (annexe 2).

### 3. Texture

**Tableau 3 :** La variation de la texture dans les différents sites est signalée.

SITE	Bir Dheb	Ouenza	Oued Ksob	Oued Mellegue	Mesloul	El Aouinet	Negrine
SABLE	41,66±4,72	40,33±3,78	48.33±8.02	38±6.55	41±4.58	45±1.52	0±0
LIMON	42±3,6	44±7	41.66±7.23	42.33±10.96	49.33±6.02	38±4.35	51±12.5
ARGILE	16,34±7,05	15.66±10.69	10±4	19.67±5.68	9.66±2.88	17±3.46	49±12.28
type de texture	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	Argilo-limoneuse	sableuse

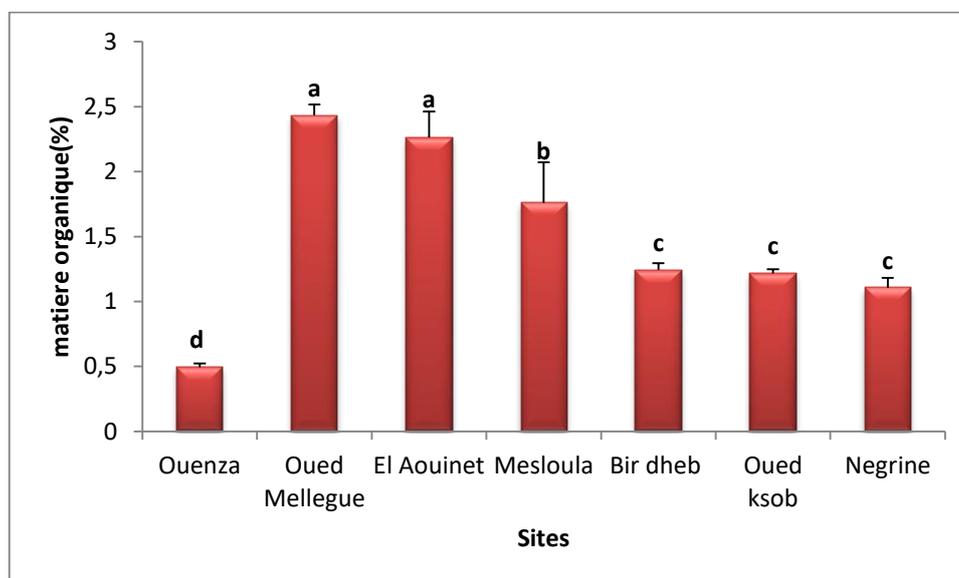
La variation de la texture dans les différents sites est signalée par

Le tableau, selon le triangle textural (annexe 1), la texture limoneuse est dominante dans les sites de Bir Dheb, Oued Ksob, Oued Mellegue et Mesloulou, on ce qui concerne le site de El Aouinet on observe un type textural argileux –limoneux, et finalement une texture sableuse dans le site de Negrine.

#### 4. Matière organique

La figure montre la variation du taux de la matière organique au niveau des sites d'études.

Ce paramètre a atteint une valeur moyenne maximale de (2.43%) dans le site d'Oued Mellegue, et une valeur minimale de 0.49% dans le site d'Ouenza.



**Figure 13 :** Variation de la MO dans le sol en fonction de sites

(s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes).

L'analyse statistique de taux de la matière organique dans le sol en fonction de sites (tableau 20) montre une différence très hautement significative ( $\alpha=0.05$ ). Le test de Tukey montre quatre groupes homogènes (annexe 2).

### 5. Calcaire total

D'après la Figure 14, les sites d'étude se caractérisent par une légère fluctuation du taux de calcaire total, la valeur maximale a été enregistré dans le site de Bir Dheb avec un taux de 37.67%, et une valeur minimale avec un taux de 30.08% pour El Aouinet.

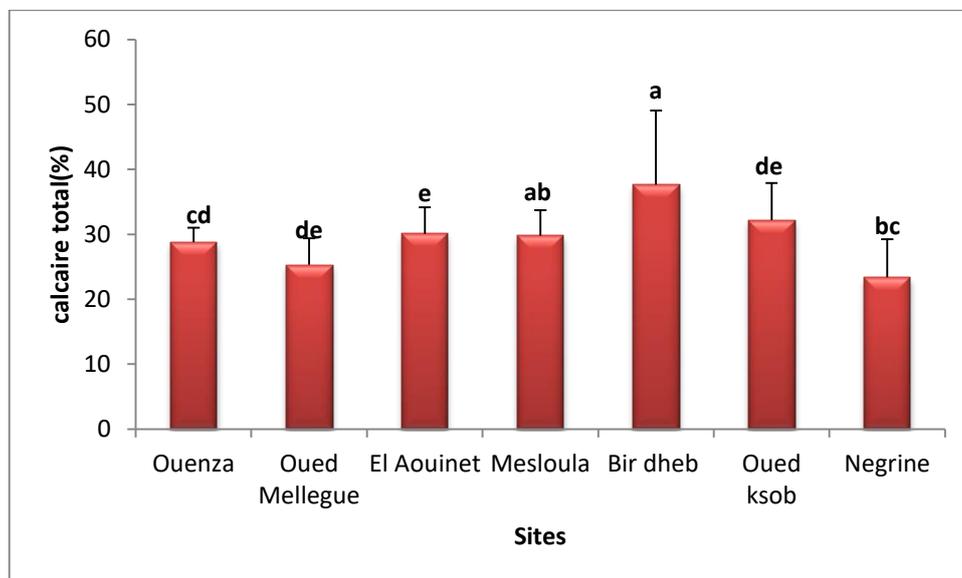


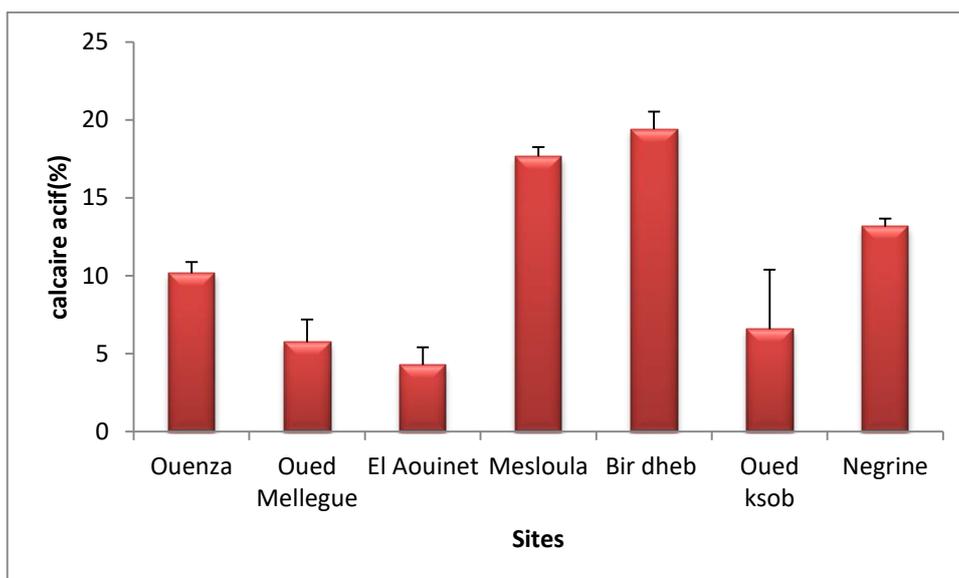
Figure 14 : variation des valeurs de calcaire total en fonction de sites

(ns : non significatif)

L'ANOVA ne montre pas de différences significatives entre les sites ( $\alpha=0.05$ ) (Annexe2).

### 6. Calcaire actif

Selon la (Figure 15), on observe un pourcentage élevé (19.41%) dans le site de Bir Dheb; par rapport au site de El Aouinet qui montre une valeur inférieure de l'ordre de (4.28%).



**Figure 15:** variation des taux de calcaire actif en fonction de sites

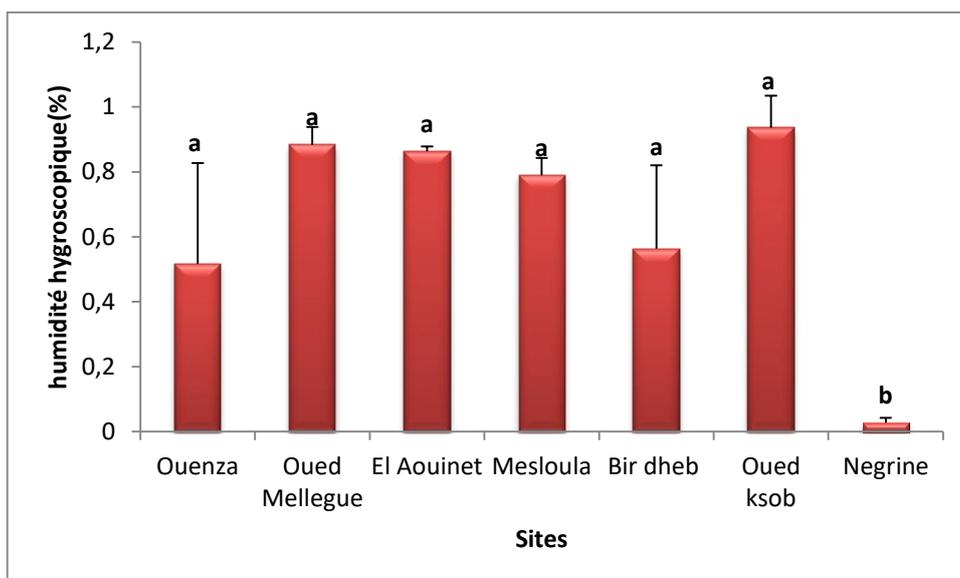
(s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes).

L'analyse statistique de variance du taux de calcaire actif en fonction du site illustre une différence très hautement significative ( $\alpha=0.05$ ).le test de Tukey montre cinq 5 groupes homogènes (Annexe 2).

## 7. Humidité

Les résultats analytiques illustrés dans la (**figure 16**) montrent les variations du taux d'humidité hygroscopique dans le sol selon les sites.

Ce paramètre a atteint une valeur moyenne maximale de 0,93% dans le site d'Oued ksob et une valeur minimale de 0,027 % dans le site de Negrine.



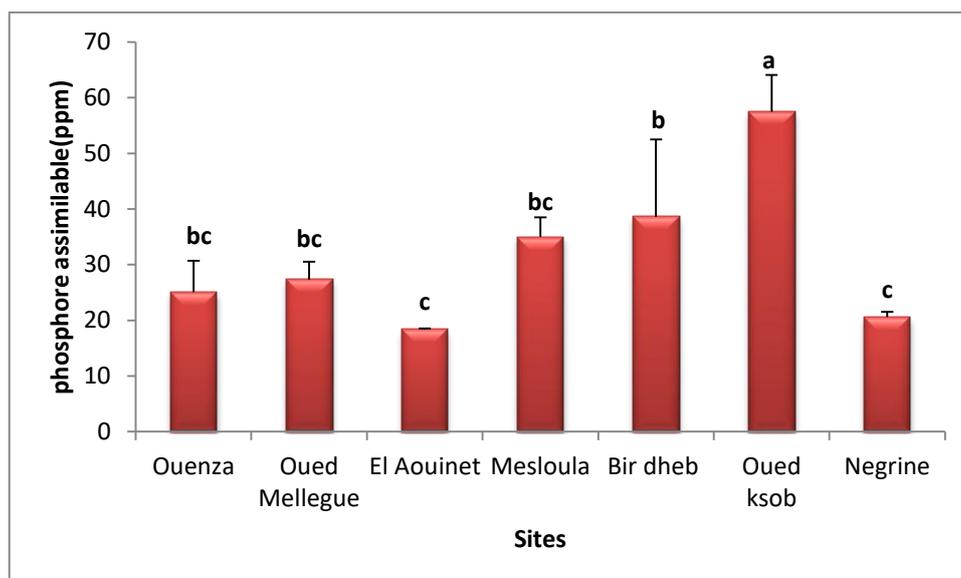
**Figure 16** : variation des valeurs de humidité hygroscopique en fonction des sites (s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes)

Les résultats statistiques ont révélé des effets significatifs sur la variation de ce paramètre. Avec deux groupes homogènes par le test de Tukey (Annexe.2).

### 8. Phosphore assimilable

La variation de la teneur en phosphore assimilable dans les différents sites est signalée par la (**Figure 17**).

Dans le site de Oued Ksob, la teneur en phosphore assimilable est de 57.46ppm, Elle diminue au site d'El Aouinet, pour afficher une valeur de 18.40ppm.



**Figure 17 :** Variation de la teneur en phosphore assimilable dans les sites étudiées (s : significatif ; lettres alphabétiques: groupes homogènes).

L'analyse de la variance a révélé des effets hautement significatifs sur la variation de la teneur en phosphore en fonction de sites ( $\alpha=0.05$ ).

Le test de Tukey a révélé trois 3 groupes homogènes (Annexe 2).

# DISCUSSION

## *Discussion*

---

Ce travail vise à établir une étude descriptive des caractères physicochimiques du sol de la plante *Ziziphus lotus*, provenant de 7 sites localisés dans la région de Tébessa

- **Le pH**

Le pH fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car la spéciation, la mobilité et la disponibilité des éléments de traces métalliques sont liées à la valeur du pH.

D'après les valeurs des pH enregistrées et selon le référentiel pédologique de **Baize et Jabiol (1995)**, (annexe1), le sol est faiblement acide dans les tous les sites.

Des études similaires ont montré que les sols de la région de Tébessa (site Mesloula) est légèrement acide (**Daheche et Malek , 2022**).

- **La conductivité électrique**

Les valeurs de la conductivité électrique des échantillons de sols révèlent un sol non salé (annexe1) sauf dans le site de Mesloula qui enregistre une valeur élevée, Cette valeur indique une présence de sels soluble (sol légèrement salé) (**Mathieu et Pieltain, 2003**). **Daheche et Malek (2022)** ont enregistré que le sol de la région de Tébessa (station Mesloula) est salé à cause de présence des minéraux polluants (métaux lourds).

- **La texture du sol**

L'analyse granulométriques a pour but de mesurer la répartition par taille de particules d'un sol. A la lumière de résultats obtenus, la texture du sol majoritairement limoneuse (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloula),sauf le site de Negrine qui se caractérise par une texture sableuse et le site El Aouinet de qui présente une texture Argilo-limoneuse (les classes texturales sont représentées sur le triangle de texture annexe1)

- **Matière organique**

La quantité de la matière organique dépend de l'Age et de type du groupement du sol, mais aussi de la nature du couvert végétal (**Baize et Jabiol, 1995**).

## *Discussion*

---

D'après la classification de **(Soltner, 1981)** (annexe1)

Le sol de site Ouenza est très pauvre en matière organique. les sites (Bir Dheb, Oued Ksob Mesloula et Negrine) sont pauvre en matière organique tandis que les sites (Oued Mellegue et El Aouinet) enregistrent un taux moyen de la matière organique.

**(Criquet et al., 2002 ; Anderson et al., 2004)** Ont soulignent que Le taux de la matière organique est régulé notamment grâce à l'activité de diverses communautés microbiennes présentes dans la litière.

**Neffar et al., (2013)** indiquent que les sols de Tébessa sont squelettiques et de texture sableuse, pauvres en matière organique.

- **Calcaire total**

En se basant les résultats obtenus, et selon Classification **(Baize et Jabiol, 1995)** (annexe1),

Le sol de la majorité des sites d'étude est fortement calcaire. Il faut dire aussi, que dans cette étude le sol est modérément calcaire, cette observation rejoint celle de **(Neffar et al., 2013)** qui rapporte aussi la même tendance sur le sol de la même région

- **Calcaire actif**

On considère dans notre cas d'étude que le taux du calcaire actif estimé dans le sol étudié est élevé. Selon **(Baize, 1995)**.

Dans cette étude le taux du calcaire actif est modérée, le résultat observé est proche à celle trouvée par **(Messai, 2019)** qui est égale à 12.04%.

Le jujubier pousse sur les collines sèches, pierreuses et de préférence sur calcaire.

- **L'humidité hygroscopique**

L'eau joue un rôle essentiel dans tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol.

Les valeurs moyennes de l'humidité hygroscopique ont montré la faible rétention de l'eau par le sol, L'humidité dépend généralement des conditions climatiques (sécheresse et précipitation insuffisante et irrégulière) au moment des prélèvements et la texture du sol

## *Discussion*

---

Le jujubier sauvage s'adapte à une large gamme d'environnements et exige des quantités minimales en eau pour sa croissance et son développement (**Sudharsan et Ashkanani, 2009**).

Des résultats similaires ont révélé que *Ziziphus lotus* est bien adaptée à la diminution de l'eau du sol par le développement d'une série de mécanismes d'adaptation permettant de tolérer des conditions sévères (**Maraghni 2011 ; Torres-García 2021**).

- **Phosphore assimilable**

Il s'agit évidemment de la quantité de phosphore en solution pouvant être absorbée par les racines des plantes (Bioassimilable).

D'après **Olsen (1954)**, les valeurs observées sont élevées et riches en phosphore assimilable au sites (Bir Dheb ,Ouenza ,Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloula et Negrine ) et moyenne au site El Aouinet .

Le jujubier sauvage supporte tous les types de sols, mais préfère les sols sableux profonds bien drainés présentant un pH neutre ou légèrement alcalin (**FAO, 1982**). C'est un arbuste qui pousse dans n'importe quel sol et supporte la sécheresse et les températures négatives (-20°) (**Hammiche, 2014**).

**Gorai (2010)**, indique que le jujubier sauvage est une espèce tolérante à la sécheresse atteignant de faibles potentiels hydriques pendant les mois les plus secs de l'été. il occupe la plupart des types de sols en Tunisie.

D'après **Boussaid et al., (2018)**, le jujubier présente une large adaptation pour diverses gammes de climats et de sols ; Surtout L'aridité et la teneur en sable du sol.

Le *Ziziphus lotus* pousse spontanément sur des sols argileux profonds propices à la formation d'arbustes (**Nasri-Ayachi et Nabli, 2008**).

**Selon Hammer (2001)**, Le genre *Ziziphus* appartient à la famille des Rhamnaceae, est largement adapté aux stress environnementaux tels que les climats secs et chauds, ce qui le rend propice à la croissance dans des environnements difficiles caractérisés par des terres dégradées et des ressources en eau limitées.

# CONCLUSION

## **Conclusion**

---

### **En Conclusion :**

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la caractérisation du sol de la plante *Ziziphus lotus* dans la région de Tébessa (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloulou , El Aouinet, Negrine).

Le jujubier montre une grande tolérance et il se développe dans différents types des sols.

- Un sol faiblement acide dans les tous les sites.
- un sol non salé dans les sites (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, El Aouinet, Negrine). un sol Extremement salé le site de Mesloulou.
- la texture du sol majoritairement limoneuse (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloulou), texture sableuse dans le site de Negrine et une texture Argilo-limoneuse dans le site El Aouinet de qui présente.
- Le sol très pauvre en matière organique de site Ouenza, pauvre en matière organique dans les sites (Bir Dheb, Oued Ksob Mesloulou et Negrine) et taux moyen de la matière organique dans les sites (Oued Mellegue et El Aouinet).
- Le sol de la majorité des sites d'étude est fortement calcaire.
- Dans cette étude le taux du calcaire actif est modéré.
- La faible rétention de l'eau par le sol dans tous les sites.
- Sol riche en phosphore assimilable au sites (Bir Dheb, Ouenza, Oued Ksob, Oued Mellegue, Mesloulou et Negrine ) , et sol moyenne en phosphore au site El Aouinet.

Les résultats restent préliminaires, Il serait plus judicieux et souhaitable de compléter ce travail par :

- Des essais complémentaires tel que la porosité, la densité, une détermination des teneurs en tous les éléments minéraux dans le sol ...
- Etude de l'effet de l'espèce *Ziziphus lotus* sur la fertilité du sol et la biodiversité des zones semi-arides.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographique

- **Boizot N et Charpentier J-P. (2006).**Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des Techniques de l'Inra.pp79-82.
- **Borgi W et Chouchane N .(2006).** Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.).Revue des Régions Arides ,283-286.
- **Borgi W et Chouchane N .(2006).** Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.).Revue des Régions Arides ,283-286.
- **Borgi W., Bouraoui A ., Chouchane N.(2007(b)).** Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts, *Journal of Ethnopharmacology*,12:228-231.
- **Borgi W., Ghedira K., Chouchane N.(2007(a)).** Antiinflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks . *Fitoterapia*.78:16-19.
- **Catoire C ., Zwang H ., Bouet C. (1999).**Les jujubiers ou le *Zizyphus* fruits oubliés .article du n01.
- **Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J-M., Zeches M., Le Men-Olivier L. (1995).**Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*.*Phytochemistry* ,38 :767-772.
- **Lahlou M ., El Mahi M ., Hamamouchi J. (2002).**Evaluation des activités antifongiques et molluscide de *Zizyphus lotus* (L.) Desf.du Maroc.*Journal des annales pharmaceutiques française* ,60 :410-414.
- **Rsaissi N et Bouhache M. (2002).** La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed).n0 94.Rabat ,4p.
- **Wong S-P ., Leong L-P ., William Koh J-H. (2006).**Antioxidant activities of extracts of selected plants.*Food chemistry*.99:775-783.
- **Abdoul-Azize, S. (2016).** Potential benefits of jujube (*Zizyphus Lotus* L.) bioactive compounds for nutrition and health. *Journal of nutrition and metabolism*, 2016.
- **Alexandrov, A., Benidis, K., Bohlke-Schneider, M., Flunkert, V., Gasthaus, J., Januschowski, T., ... & Wang, Y. (2020).** GluonTS: Probabilistic and Neural Time Series Modeling in Python. *J. Mach. Learn. Res.*, 21(116), 1-6.
- **Amiard, J. C. (2011).** *Les risques chimiques environnementaux. Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes.* Lavoisier.
- **Aubert, J. F. (1978).** *Les Ichneumonides Ouest-Paléarctiques et leurs hôtes: Banchinae et Suppl. aux Pimplinae.* OPIDA.
- **Baize, D., & Girard, M. C. (1995).** Référentiel pédologique. *INRA, Paris.*

## Références bibliographique

- **Bamouh, A., Noufiri, H., Zeggaf, T., & Moutawakil, H. (2002).** Développement et application d'un modèle de simulation du bilan hydrique (AGROSIM) à la prévision des rendements de la fève et du pois chiche en zone semi-aride marocaine. In *Proceedings de la Conférence Internationale* (pp. 638-665).
- **Bettahar, D., & Boussaid, W. (2017).** *Inventaire des champignons épiphytes des rameaux de Zizyphus lotus de la région de Djebba (Ouaguenoun, Tizi-Ouzou)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Bonneau, M., & Souchier, B. (1994).** *Pédologie. 2. Constituants et propriétés du sol* (No. 631.4 B716 1994). Masson.
- **Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018).** Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian journal of chemistry*, 11(2), 265-274.
- **Bovei, B. ANNEXE:** Plantes potentiellement dangereuses pour les ruminants en Algérie (nomenclature, répartition, habitat et abondance selon QUÉZEL et SANTA, 1962-1963).
- **Brady, N. C., Weil, R. R., & Weil, R. R. (2008).** *The nature and properties of soils* (Vol. 13, pp. 662-710). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- **Bross, L., Fukita, Y., McBlane, F., Démollière, C., Rajewsky, K., & Jacobs, H. (2000).** DNA double-strand breaks in immunoglobulin genes undergoing somatic hypermutation. *Immunity*, 13(5), 589-597.
- **Bryson, M. (2022).** Woman is the Measure of All Things: Authoritarianism and Anti-Humanism in the Criticism of Anglo-Saxon Poetry. In *The Routledge Companion to Humanism and Literature* (pp. 173-190). Routledge.
- **Cailleau, G., Braissant, O., Dupraz, C., Aragno, M., & Verrecchia, E. P. (2005).** Biologically induced accumulations of CaCO<sub>3</sub> in orthox soils of Biga, Ivory Coast. *Catena*, 59(1), 1-17.
- **Cailleau, G., Braissant, O., Dupraz, C., Aragno, M., & Verrecchia, E. P. (2005).** Biologically induced accumulations of CaCO<sub>3</sub> in orthox soils of Biga, Ivory Coast. *Catena*, 59(1), 1-17.
- **Calvet, R. (2003).** *Le sol: propriétés et fonctions. Phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales* (Vol. 2). France Agricole Editions.
- **Carof, M. (2006).** *Fonctionnement de peuplements en semis direct associant du blé tendre d'hiver (Triticum aestivum L.) à différentes plantes de couverture en climat tempéré* (Doctoral dissertation, INAPG (AgroParisTech)).
- **Castillo, E. F., Dekonenko, A., Arko-Mensah, J., Mandell, M. A., Dupont, N., Jiang, S., ... & Deretic, V. (2012).** Autophagy protects against active tuberculosis by suppressing bacterial burden and inflammation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(46), E3168-E3176.
- **Criquet, S., Ferre, E., & Farnet, A. M. (2004).** Annual dynamics of phosphatase activities in an evergreen oak litter: influence of biotic and abiotic factors. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(7), 1111-1118.

## Références bibliographique

- **Djouadi, D., Meddouri, M., Chelouche, A., Hammiche, L., & Aksas, A. (2014).** Structural and morphological characterizations of ZnO nanopowder synthesized by hydrothermal route using inorganic reactants. *Journal of Semiconductors*, 35(12), 123001.
- **Duchaufour, P. (2001).** Introduction à la science du sol.
- Excoffier, L., Laval, G., & Schneider, S. (2005). Arlequin (version 3.0): an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary bioinformatics*, 1, 117693430500100003.
- **Fao. (1982).** *Residus de pesticides dans les produits alimentaires 1981: rapport de la reunion conjointe du groupe Fao d'experts des residus de pesticides dans le produits alimentaires et l'environnement et du groupe OMS d'experts des residus de pesticides tenue a Geneve 23 novembre 2 decembre 1981* (Vol. 37). Food & Agriculture Org..
- **Fardeau, J. C., Morel, C., & Boniface, R. (1991).** Cinétiques de transfert des ions phosphate du sol vers la solution du sol: paramètres caractéristiques. *Agronomie*, 11(9), 787-797.
- **Fave-Bonnet, M. F., & Clerc, N. (2001).** Des «Héritiers» aux «nouveaux» étudiants: 35 ans de recherches. *Revue française de pédagogie*, 9-19.
- **Gattinoni, L., Finkelstein, S. E., Klebanoff, C. A., Antony, P. A., Palmer, D. C., Spiess, P. J., ... & Restifo, N. P. (2005).** Removal of homeostatic cytokine sinks by lymphodepletion enhances the efficacy of adoptively transferred tumor-specific CD8+ T cells. *The Journal of experimental medicine*, 202(7), 907-912
- **Ghazanfar, S. A. (1994).** Novitates from the flora of the Sultanate of Oman. *Edinburgh Journal of Botany*, 51(1), 59-63.
- **Ghosn-El-ben, B. E. K. K. O. U. C. H. E.** Synthèse analytique des travaux phytochimiques nationaux réalisés sur la plante Sedra (*Zizyphus lotus*).
- **Granier, A., Biron, P., & Lemoine, D. (2000).** Water balance, transpiration and canopy conductance in two beech stands. *Agricultural and forest meteorology*, 100(4), 291-308.
- **Grimaud, E., & Paré, Z. (2011).** Le jour où les robots mangeront des pommes. *Petra, Paris*.
- **Hammer, R., Burton-Jeangros, C., & Kellerhals, J. (2001).** Le lien de parenté dans les jeunes générations suisses: lignées, structure et fonctions. *Population*, 56(4), 515-537.
- **Hurst, T. P., & Conover, D. O. (1998).** Winter mortality of young-of-the-year Hudson River striped bass (*Morone saxatilis*): size-dependent patterns and effects on recruitment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(5), 1122-1130.
- **Ionesco, T., & Sauvage, C. (1969).** Fichier des espèces climax. *Al Awamia*, 32, 105-124.
- **Itä, M. (1975).** Sur l'unicité du cône convexe divisible constitué par de noyaux de convolution de Dirichlet. *Nagoya Mathematical Journal*, 57, 127-152.
- **Ivorra, S., Foti, D., Bru, D., & Baeza, F. J. (2015).** Dynamic behavior of a pedestrian bridge in Alicante, Spain. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 29(5), 04014132.

## Références bibliographique

- **Jabiol, B., & Baize, D. (2011).** Guide pour la description des sols. *Guide pour la description des sols*, 1-430.
- **Krifa, M., Alhosin, M., Muller, C. D., Gies, J. P., Chekir-Ghedira, L., Ghedira, K., ... & Mousli, M. (2013).** Limoniastrum guyonianum aqueous gall extract induces apoptosis in human cervical cancer cells involving p16INK4A re-expression related to UHRF1 and DNMT1 down-regulation. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 32(1), 1-10.
- **LAAMOURI, L. K., & GHARBI, J. E. (2008).** L'impact de l'imagerie mentale générée par un site Web marchand sur la valeur perçue et l'intention de comportement. *7ème congrès sur les tendances Marketing*.
- **Lahlou, S., Figueiredo, A. F., Magalhães, P. J. C., & Leal-Cardoso, J. H. (2002).** Cardiovascular effects of 1, 8-cineole, a terpenoid oxide present in many plant essential oils, in normotensive rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 80(12), 1125-1131.
- **Lahmar, M., & Benjaafar, S. (2007).** Sequencing with limited flexibility. *IIE Transactions*, 39(10), 937-955
- **Leprun, J. C. (1988).** Matière organique et conservation des sols Exemples brésiliens (11).
- **Mainguet, M. (2003).** Hommage à Jean Tricart (1920-2003). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 9(3), 191-195.
- **Maraghni, M. G. M. N. M., Gorai, M., & Neffati, M. (2010).** Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of Ziziphus lotus. *South African Journal of Botany*, 76(3), 453-459.
- **Mathieu, C., Pieltain, F., & Jeanroy, E. (2003).** *Analyse chimique des sols: Méthodes choisies*. Tec & doc.
- **McLennan, V., Ryan, K., & Randall, C. (2018).** Ethical dilemmas experienced by Australian rehabilitation counsellors. *Journal of Health Ethics*, 14(1), 7.
- **Meeske, K. A., Siegel, S. E., Globe, D. R., Mack, W. J., & Bernstein, L. (2005).** Prevalence and correlates of fatigue in long-term survivors of childhood leukemia. *Journal of Clinical Oncology*, 23(24), 5501-5510.
- **Meghraoui, M., Morel, J. L., Andrieux, J., & Dahmani, M. (1996).** Tectonique plio-quaternaire de la chaîne tello-rifaine et de la mer d'Alboran; une zone complexe de convergence continent-continent. *Bulletin de la Société géologique de France*, 167(1), 141-157.
- **Mekdache, A., & Messaoudi, A. (2017).** *Inventaire des Champignons endophytes des rameaux de Zizyphus lotus de la région de Djebba (Tizi-Ouzou, Algérie)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Meriche, M. A., Attia, H., Messai, A., Mitu, S. S. I., & Denidni, T. A. (2019).** Directive wideband cavity antenna with single-layer meta-superstrate. *IEEE Antennas and Wireless Propagation*
- **Olsen, S. R. (1954).** *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate* (No. 939). US Department of Agriculture. *Letters*, 18(9), 1771-1774.

## Références bibliographique

- Mirsal, H., Kalyoncu, A., Pektaş, Ö., Tan, D., & Beyazyürek, M. (2004). Childhood trauma in alcoholics. *Alcohol and alcoholism*, 39(2), 126-129.
- model for real multi-component fuel droplets. *Journal of the Institute of Energy*, 72(493), 134-142. *research*, 44(D1), D447-D456.
- MR LAOUEDJ, A. (2018). *Apport de l'essai SPT au dimensionnement des pieux isolés sous charge latérale monotone-analyse expérimentale et numérique des courbes de réaction py* (Doctoral dissertation, Université de Tizi Ouzou-Mouloud Mammeri).
- Najjaa, H., Ben Arfa, A., Elfalleh, W., Zouari, N., & Neffati, M. (2020). Jujube (*Zizyphus lotus* L.): Benefits and its effects on functional and sensory properties of sponge cake. *PloS one*, 15(2), e0227996.
- Nasri-Ayachi, M. B., & Nabli, M. A. (2008, September). Floral biology study of *Zizyphus lotus* L. In *I International Jujube Symposium 840* (pp. 337-342).
- Neffar, S., Chenchouni, H., Beddiar, A., & Redjel, N. (2013). Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecologia Balkanica*, 5(2).
- Paris, R., & Dillemann, G. (1960). Les plantes médicinales des régions arides. *Collection: Recherches sur la zone aride—XIII, Deuxième partie: Les plantes des régions arides, concernées surtout du point de vue pharmacologique*, 57-94.
- Recous, S., Robin, D., Darwis, D., & Mary, B. (1995). Soil inorganic N availability: effect on maize residue decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(12), 1529-1538.
- Rettura, A., Rosati, P., Nonino, M., Fosbury, R. A. E., Gobat, R., Menci, N., ... & Ford, H. C. (2010). Formation epochs, star formation histories, and sizes of massive early-type galaxies in cluster and field environments at  $z=1.2$ : insights from the rest-frame ultraviolet. *The Astrophysical Journal*, 709(1), 512.
- Rhimi, M., Messaoud, E. B., Borgi, M. A., & Bejar, S. (2007). Co-expression of L-arabinose isomerase and D-glucose isomerase in *E. coli* and development of an efficient process producing simultaneously D-tagatose and D-fructose. *Enzyme and Microbial Technology*, 40(6), 1531-1537.
- Saadoudi, M. (2008). *Etude de la fraction glucidique des fruits* (Doctoral dissertation, Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des sciences).
- Ségalen, P., Dabin, B., Maignien, R., Combeau, A., Bachelier, G., Schmid, M., ... & Verdier, P. (1970). *Pédologie et Développement: Techniques Rurales en Afrique* 10. *Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères, Paris*.
- Souty, N., & Rode, C. (1987). Aspect mécanique de la croissance des racines. I.- Mesure de la force de pénétration. *Agronomie*, 7(8), 623-630.
- Sudharsan, C., Jibi, S., Al-Sabah, L., Al-Baijan, D., & Al-Melhem, S. (2018, August). Selection and multiplication of an elite genotype of *Zizyphus spinachristi* from seedling populations in Kuwait. In *XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Culinary Herbs and 1287* (pp. 243-248).
- Vizcaíno, J. A., Csordas, A., Del-Toro, N., Dianas, J. A., Griss, J., Lavidas, I., ... & Hermjakob, H. (2016). 2016 update of the PRIDE database and its related

## ***Références bibliographique***

tools. *Nucleic acids* Catoire, F., Gauthier, J. E. D., Bardon, M. F., & Benaissa, A. (1999). Quasi-steady-state evaporation

# ANNEXES

**ANNEXE 1 : Classification du sol**

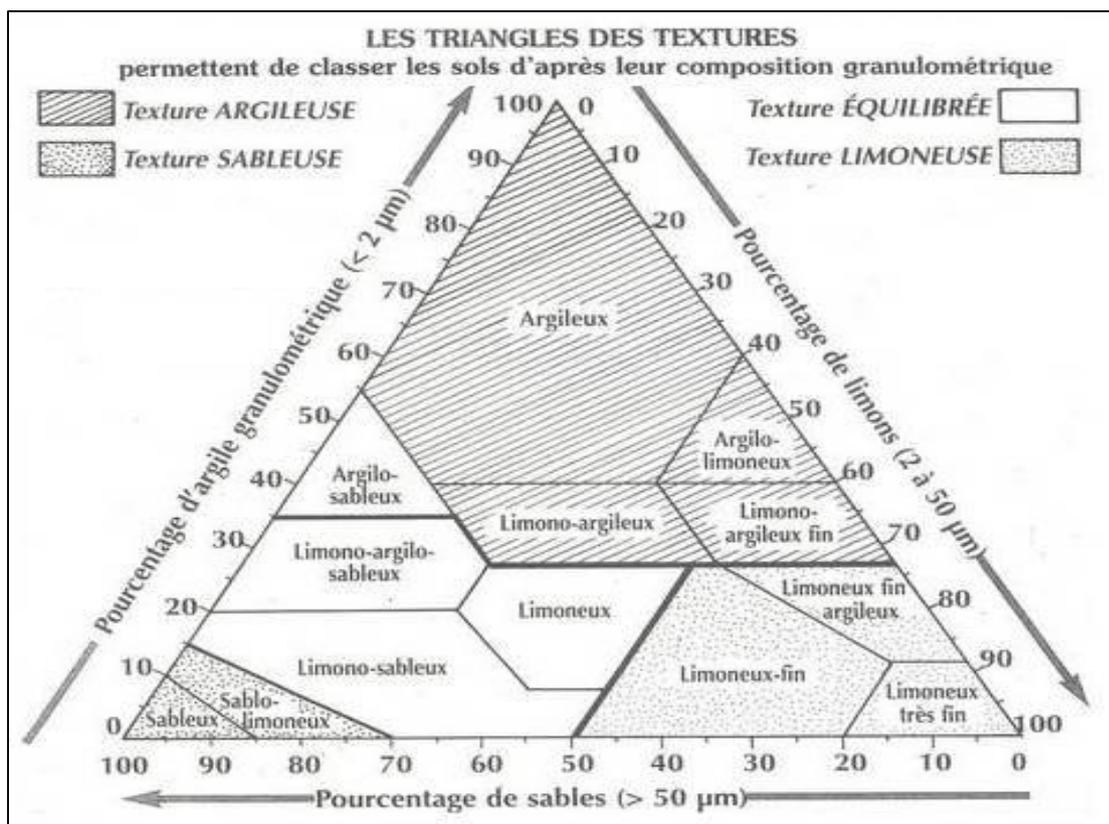
**1. Classification du pH selon le Référentiel pédologique (Baize et Jabiol, 1995)**

<b>pH</b>	<b>Classe</b>
<3.3	Hyper acide
3.5-4.2	Très acide
4.2-5	Acide Faiblement Acide
5-6.5	Neutre

**2. Classification de la Conductivité selon (Mathieu et Pieltain, 2003)**

<b>Conductivité (mmhos/cm)</b>	0.6	1	2	3	4
<b>CE (1/5)</b>	Non salé	Légerement salé	Salé	Très salé	Extrêmement salé

3. Le triangle de la texture du sol



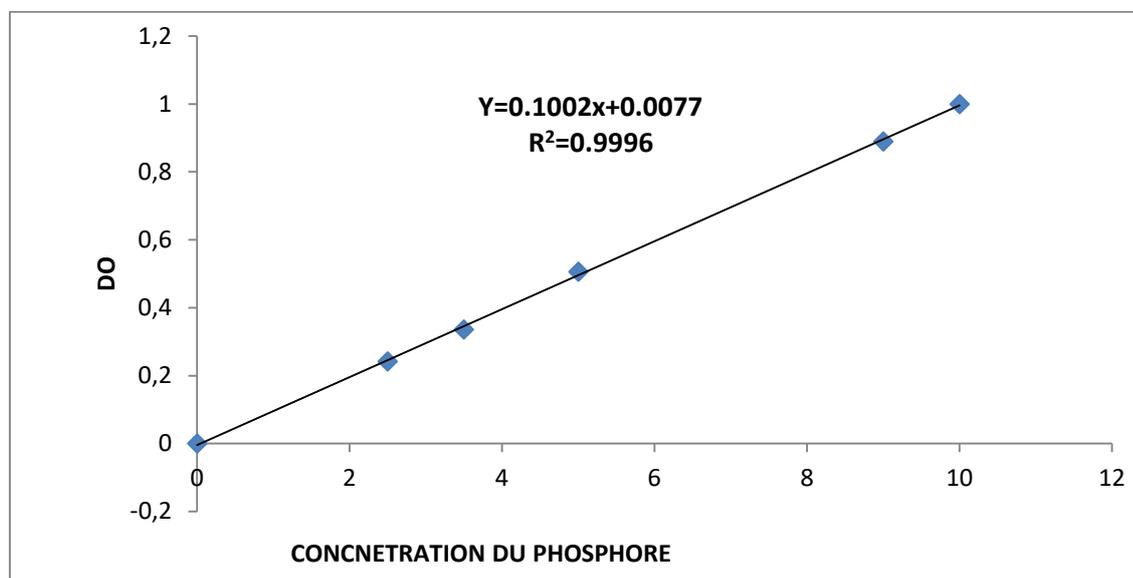
4. Classification de la matière organique (Soltner, 1981)

<b>Taux de matière organique(%)</b>	<1	1-2	2-4	>4
<b>Terre</b>	Très pauvre	Pauvre	Moyenne	Riche

5. Classification du Calcaire total(baize,2010)

<b>Calcaire total(%)</b>	>0.5	0.5	5	10	25	50
<b>terre</b>	Non calcaire	Très faible en calcaire	Faible en calcaire	calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire

### 6. Droit de régression du phosphore assimilable



**Figure 10** Gamme d'étalonnage du phosphore assimilable

### 7. Classification du phosphore assimilable (Olsen, 1954)

<b>Teneur (ppm)</b>	10>	20 -10	>20
<b>classe</b>	Terre pauvre	Terre moyenne	Riche

ANNEXE 2 : les analyses statistiques

1. Analyse de la variance pour pH

ANOVA pH								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	P	Partial eta-squared	Non-centrality	Observed power (alpha=0,05)
site	2,1864	6	0,3644	7,51	0,000950	0,763037	45,08	0,991743
Error	0,6790	14	0,0485					

Tukey HSD test; variable pH Homogenous Groups, alpha =0 ,05000 Error: Between MS = 0,04850 , df = 14,000					
site	pH - Mean	1	2	3	
Mesloula	5,206667	C			
BirDheb	5,396667	C	B		
Negrine	5,663333	C	B	A	
Oued Ksob	5,763333	C	B	A	
Oued Mellegue	5,943333		B	A	
El Aouinet	6,110000			A	
Ouenza	6,116667			A	

2. Analyse de la variance pour la conductivité électrique

ANOVA. Conductivité électrique alpha =0 ,05000								
	SS	Degree. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta- squared	Non- centrality	Observed power (alpha=0,05)
site	4611 976	6	76866 3	109,4657	0,000000	0,979129	656,7939	1,000000
Error	9830 7	14	7022					

Tableau 2: Tukey HSD test; variable Conductivité électrique Homogenous Groups, alpha =0 ,05000			
Error: Between MS = 7022,0, df = 14,000			
site	CE - Mean	1	2
Ouenza	138,667	B	
El Aouinet	144,667	B	
Oued ksob	222,333	B	
Negrine	301,333	B	
Oued Mellegue	338,333	B	
BirDheb	352,000	B	
Mesloulou	1569,000		A

## Annexes

### 4. Analyse de la variance pour la matière organique

ANOVA matière organique								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta- squared	Non- centrality	Observed power (alpha=0,05)
Site	8,506 78	6	1,417 80	66,9 67	0,0000 00	0,966330	401,805	1,000000
Error	0,296 40	14	0,021 17					

Tukey HSD test; variable matière organique Homogenous Groups, alpha =0 ,05000 Error: Between MS =0 ,02117, df = 14,000					
site	MO - Mean	1	2	3	4
Ouenza	0,493333	D			
Negrine	1,106667		C		
Oued ksob	1,216667		C		
BirDheb	1,243333		C		
Mesloulou	1,760000			B	
El Aouinet	2,263333				A
Oued Mellegue	2,433333				A

### 5. Analyse de la variance pour le calcaire total

ANOVA CALCAIRE TOTAL								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta- squared	Non- centrality	Observed power (alpha=0,05)
Site	387,	6	64,	1,80	0,169	0,436245	10,8335	0,481005

## Annexes

	93		66	56	803			
Error	501,32	14	35,81					

### 6. Analyse de la variance pour le calcaire actif

ANOVA Calcaire actif								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta-squared	Non-centrality	Observed power (alpha=0,05)
site	638,284	6	106,381	36,8892	0,000000	0,940510	221,3355	1,000000
Error	40,373	14	2,884					

Tukey HSD test; variable Calcaire actif							
Homogenous Groups, alpha =0 ,05000 Error: Between MS = 2,8838, df = 14,000							
site	CA - Mean	1	2	3	4	5	
El Aouinet	4,28667	E					
Oued Mellegue	5,74667	E	D				
Oued Ksob	6,58000	E	D				
Ouenza	10,16667		D	C			
Negrine	13,16333			C	B		
Mesloula	17,66333				B	A	
BirDheb	19,41333					A	

7. Analyse de la variance pour l'humidité

ANOVA Humidite hygroscopique								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta- squared	Non- centrality	Observed power (alpha=0,05)
site	1,843 805	6	0,307 301	12,04 53	0,000 079	0,837723	72,2721	0,999891
Error	0,357 168	14	0,025 512					

Tukey HSD test; variable HH Homogenous Groups, alpha =0 ,05000 Error: Between MS = 0,025512, df = 14,000				
	site	HH - Mean	1	2
	Negrine	0,027333	B	
	Ouenza	0,516667		A
	BirDheb	0,563333		A
	Mesloulou	0,790000		A
	El Aouinet	0,863333		A
	Oued Mellegue	0,883333		A
	Oued Ksob	0,936667		A

8. Analyse de la variance pour le phosphore assimilable

ANOVA Phosphore assimilable								
	SS	Degr. of - Freedom	MS	F	p	Partial eta- squared	Non- centrality	Observed power (alpha=0,05)
Site	3256,18	6	542,70	13,0494	0,000050	0,848315	78,2965	0,999961
Error	582,23	14	41,59					

Tukey HSD test; variable Phosphore assimilable Homogenous Groups, alpha =0 ,05000 Error: Between MS = 41,588, df = 14,000

site	PHOSPHORE - Mean	1	2	3
El Aouinet	18,40333	C		
Negrine	20,60333	C		
Ouenza	25,08333	C	B	
Oued Mellegue	C	C	B	
Mesloula	34,99667	C	B	
BirDheb	38,64000		B	
Oued Ksob	57,46333			A