

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologique set des Sciences Agronomiques**

## **Mémoire de fin d'étude**

**Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques et  
Agronomiques.**

**Spécialité : Biologie de la Conservation.**

### **Thème**

**Inventaire de la flore en fonction de la qualité  
du sol en Kabylie (Tizi-Ouzou), Cas de  
Redjaouna, Sidi Ali Bounab et Mizrana**

**Réalisé par :**

**M<sup>lle</sup> LANNABI Cylia**

**M<sup>lle</sup> LOUNES Imane**

**Soutenu le 13-10-2022**

**Devant le jury composé de :**

<b>Présidente</b>	<b>M<sup>me</sup> MEDJDOUB F.</b>	<b>professeur à UMMTO</b>
<b>Promotrice</b>	<b>M<sup>me</sup> LEMBROUK L.</b>	<b>MCB à UMMTO</b>
<b>Examinatrice</b>	<b>M<sup>lle</sup> GUERMAH D.</b>	<b>MCB à UMMTO</b>

**Promotion : 2021/2022**

# *Remerciement*

*En premier lieu nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé, et le courage pour réaliser ce travail.*

*Nous avons l'honneur de remercier notre promotrice Mme LEMBROUK L. MCB à l'Université Mouloud Mammeri, de nous avoir orienté et corrigé notre mémoire. Qu'elle trouve ici l'expression de notre très vive reconnaissance pour sa disponibilité, son aide, ses conseils, ainsi qu'à ses qualités relationnelles et humaines.*

*Nos plus profonds remerciements s'adressent à Mme MEDJDOUB F. professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, d'avoir eu l'honneur d'accepter de présider ce travail.*

*Nous voudrions témoigner tout particulièrement notre reconnaissance à Mlle GUERMAH D., MCB à l'Université Mouloud Mammeri, pour nous avoir examiné ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à Mme TEBBICH G. ingénieur du Laboratoire G2 d'Agronomie et Mme TABET ingénieur du Laboratoire Commun G2 de Biologie à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou.*

*Un remerciement particulier à Monsieur ASLA T. et Monsieur RAMDINI R. de nous avoir accueillis et aidé durant la réalisation de ce travail et nous avoir permis de le mener dans la bonne condition.*

*Sans oublier de remercier nos chers parents et tous les membres de nos familles respectives de nous soutenu et encouragé pour terminer le présent travail.*

# *Dédicaces*

*A la lumière de mes yeux et aux ailes de mes voltiges papa et maman qui n'ont jamais cessé de me chérir et me soutenir durant toutes mes années d'études. Je vous dis merci et que Dieu vous garde.*

*A mes sœurs Ryma, Kamélia et Mélissa*

*A mon oncle Mohamed Merabet*

*A mes cousins Wali, Louenes et Rayane*

*A mes amis spécialement Aziz, chaima et Mariem.*

*Imane*

# Dédicaces

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut pour exprimer ma gratitude, mon amour, mon respect et ma reconnaissance, c'est tout simplement que je dédie mon modeste travail :*

*A l'être le plus cher de ma vie ma mère, et à celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon père, aucune dédicace ne pourrait être exprimée à leur juste valeur ainsi que la gratitude et l'amour que je vous porte, que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mon frère Yacine et mes sœurs Dyhia et Mélissa qui m'ont toujours soutenu, sans oublier les petits Ishaq et Maria.*

*A mon cher fiancé Moumouh qui m'a aidé et soutenu avec tout son amour, et à ma belle sœur Farida.*

*A toute ma famille, mes amies, et à tous ceux qui me sont chers.*

*Cylia*

## **Abreviation**

**CEC : Capacité D'échange Cationique.**

**MO : matière organique.**

**MOS : matière organique du sol**

**MOV : Matières Organiques Vivantes.**

**MOF : Matière Organique Fraîches.**

**MO stable : Composés Organiques Stabilisés.**

**DCTO : Direction De Commerce De Tizi-Ouzou.**

**K: Potassium.**

**C: Carbone.**

**Q<sub>2</sub> : Quotient Pluviothermique.**

**UMMTO : Université MOULOUD MAMMERI Tizi-Ouzou.**

**CE : Conductivité Electrique.**

**CaCO<sub>3</sub> : Calcaire total.**

**RS : Richesse Spécifique.**

**Ar % : Abondance Relative Des Espèces.**

**ACP : Analyses En Composantes Principales.**

**CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.**

**Fig : Figure**

Introduction .....	1
<b>Chapitre I Synthèse bibliographique sur le sol et la flore</b>	
1. Définition du sol .....	3
2. Propriétés des sols .....	3
2.1. Propriétés physiques .....	3
2.1.1. Texture du sol .....	3
2.1.2. Structure du sol .....	4
2.1.3. La porosité .....	4
2.1.4. Perméabilité .....	5
2.1.5. Humidité du sol .....	5
2.1.6. Température du sol .....	5
2.2. Propriété chimique .....	5
2.2.1. pH du sol .....	5
2.2.2. Capacité d'échange cationique (CEC) .....	6
2.2.3. Pouvoir tampon des sols .....	6
2.3. Propriétés biologiques .....	6
2.3.1. Matière organique .....	6
2.3.1.1. Définition .....	6
2.3.1.2. Nature et forme des constituants organiques du sol .....	7
2.3.1.3. Rôle et fonction des matières organiques dans le sol .....	7
3. Sels minéraux dans le sol .....	9
3.1. Principaux cations échangeables dans le sol .....	9
3.1.1. Calcium .....	9
3.1.2. Magnésium .....	9
3.1.3. Potassium .....	9
3.2. Principaux anions dans le sol .....	10
3.2.1. Phosphore .....	10
3.2.2. Azote .....	10
3.2.3. Soufre du sol .....	11
4. Fertilité des sols .....	11
5. Santé du sol .....	12
6. Hétérogénéité des sols .....	12
6.1. Formes d'hétérogénéités des sols et importance de l'évaluation de leur qualité .....	13

6.1.1. Hétérogénéité spatiale du sol.....	13
6.1.2. Hétérogénéité temporelle du sol.....	13
6.1.3. Hétérogénéité fonctionnelle du sol.....	13
7. Relation sol-végétation.....	13

## **Chapitre II Présentation de la zone d'étude**

1. Présentation de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	15
2. Situation géomorphologique de la région d'étude .....	15
3. Caractéristiques de la zone d'étude .....	17
3.1. Couvert végétal .....	17
3.2. Hydrographie.....	18
3.3. Aspect géologique de la zone d'étude.....	18
3.4. Climatologie .....	18
3.4.1. Précipitation .....	19
3.4.2. Régime saisonnier des précipitations .....	19
3.4.3. Températures.....	20
3.4.4. Vent .....	21
3.4.5. Synthèse climatique.....	21

## **Chapitre III Matériel et méthodes**

3.4.6. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger.....	22
1. Matériel et outils utilisés .....	24
2. Méthode d'échantillonnage des sols.....	24
3. Méthode d'échantillonnage de la flore .....	25
4. Identification des espèces végétales récoltées.....	26
5. Analyses physico-chimiques du sol .....	26
5.1.1. pH .....	26
5.1.2. Calcaire total.....	27
5.1.3. Conductivité électrique (CE).....	29
5.1.4. Matière organique.....	29
5.2. Analyse physique .....	30
5.2.1. Granulométrie.....	30
5.3. Analyse écologique .....	33
5.3.1. Richesse spécifique .....	33
5.3.2. Abondance relative des espèces (Ar %) .....	33

---

5.3.3. Equitabilité .....	33
5.4. Analyse statistique.....	33
5.4.1. Analyse en composantes principales (ACP) .....	34
5.4.2. Classification ascendante hiérarchique .....	34
<b>Chapitre IV Résultat et discussion</b>	
1. Analyses physico-chimiques des sols.....	35
1.1. Granulométrie.....	35
1.2. Résultats des analyses chimiques .....	35
1.2.1 pH.....	36
1.2.2. Conductivité électrique.....	37
1.2.4. Calcaire totale .....	38
1.2.5. Matière organique.....	39
2. Analyse écologique .....	40
2.1. Abondance Relative .....	40
2.2. Richesse spécifique .....	44
2.2.1. La richesse spécifique de la station de Mizrana .....	46
2.2.2. La richesse spécifique de la station de Redjaouna.....	48
2.2.3. La richesse spécifique de la station de Sidi Ali Bounab.....	50
2.3. Equitabilité .....	52
3. Analyses statistiques .....	53
3.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) .....	53
3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) .....	55
4. Discussion .....	54
Conclusion.....	56
Annexes	
Références	
Résumé	

<b>Figure 1</b> : Rôles des matières organiques du sol (Chenu et Balabane, 2001) .....	8
<b>Figure 2</b> : Localisation géographique de la wilaya de TO en Algérie (Google Earth, 2022)..	15
<b>Figure 3</b> : Localisation géographique des stations d'étude Sidi Ali Bounab, Redjaouna et Mizrana (Google Earth, 2022).....	16
<b>Figure 4</b> : Précipitations mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010-2020) .....	19
<b>Figure 5</b> : Distribution saisonnière de la pluviométrie pour la wilaya de Tizi Ouzou. ....	20
<b>Figure 6</b> : Evolution des températures moyennes mensuelles dans la région de Tizi-Ouzou. ....	20
<b>Figure 7</b> : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010-2020) .....	21
<b>Figure 8</b> : Climagramme d'Emberger de la Wilaya de Tizi-Ouzou. ....	23
<b>Figure 9</b> : Matériels d'échantillonnage (originelle, 2022).....	24
<b>Figure 10</b> : Méthode d'échantillonnage du sol (originelle, 2022).....	25
<b>Figure 11</b> : Méthode d'échantillonnage des plantes (originelle, 2022).....	25
<b>Figure 12</b> : matériel utilisé pour mesurer le pH (originelle, 2022).....	26
<b>Figure 13</b> : étapes du dosage de calcaire total (originelle, 2022) .....	28
<b>Figure 14</b> : Etapes de mesure de la Conductivité électrique (originelle, 2022) .....	29
<b>Figure 15</b> : matériels utilisé pour mesuré la matière organique (originelle, 2022) .....	30
<b>Figure 16</b> : première étape de l'analyse granulométriques (originelle, 2022).....	31
<b>Figure 17</b> : deuxième étape de l'analyse granulométrique (originelle).....	31
<b>Figure 18</b> : Troisième étape de l'analyse granulométrique (originelle) .....	32
<b>Figure 19</b> : quatrième étape de l'analyse granulométrique (originelle) .....	32
<b>Figure 20</b> : Variation du pH dans la région d'étude (Mizrana, Redjaouna et Sid Ali Bounab).36	
<b>Figure 21</b> : Variation de la conductivité électrique des sols étudiés dans les trois stations (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).....	37
<b>Figure 22</b> : Variations des teneurs du calcaire total des sols étudiés (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).....	38
<b>Figure 23</b> : Variation des teneurs de la matière organique des sols étudiés dans les trois stations d'étude (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab) .....	39
<b>Figure 24</b> : Abondance relatives des familles des espèces végétales à la station de Mizrana. ....	40
<b>Figure 25</b> : Abondance relative des familles végétales de la station de Redjaouna .....	41
<b>Figure 26</b> : Abondance relative des familles des espèces végétales à la station de.....	43
<b>Figure 27</b> : la richesse spécifique mensuelle de mois d'avril et mai dans les stations étudiées (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab) .....	44
<b>Figure 28</b> : Equitabilité de distribution des espèces végétales des stations (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).....	52

<b>Figure 29</b> : ACP représentative de la distribution des stations d'étude.....	53
<b>Figure 30</b> : ACP représentative de la distribution des variables de sol.....	53
<b>Figure 31</b> : Dendrogramme visualant les relations entre les stations d'étude .....	54
<b>Figure 32</b> : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des groupes d'espèces végétales dans les trois stations.....	55

<b>Tableau 1</b> : La répartition de la terre fine selon le diamètre ( $\phi$ ) .....	4
<b>Tableau 2</b> : Résultats de l'analyse granulométrique.....	55
<b>Tableau 3</b> : Résultats d'analyses chimiques du sol des trois stations d'étude .....	55
<b>Tableau 4</b> : Résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues dans la station de Mizrana durant mois d'Avril et Mai .....	44
<b>Tableau 5</b> : Résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues dans la station de Redjaouna durant mois d'Avril et Mai .....	46-47
<b>Tableau 6</b> : Résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues dans la station de sidi Ali Bounab durant mois d'Avril et Mai.....	48-49

La végétation est le regroupement de certaines plantes en formations végétales déterminées par une flore spécifique et la dominance d'un type biologique. Elle s'établit par des relations complexes avec leur environnement biotique et abiotique (Suty, 2015).

La végétation botanique a pour but la connaissance de la distribution des végétaux à la surface du globe surtout qu'elle est loin d'être la même dans toutes les contrées mais au contraire très diversifiée. Aussi, elle imprime l'aspect des régions où elle présente souvent un caractère frappant ; tels que les palmiers qui indiquent toujours un pays chaud, ainsi que les sapins qui ne se trouvent que dans les pays tempérés froids (Jodra, 2015).

La flore Algérienne est diversifiée et riche en espèces botaniques méditerranéennes et sahariennes appartenant au domaine de la flore d'Afrique (Abdelguerfia et *al.*, 2009). Cette dernière est le résultat d'un climat méditerranéen au Nord et d'un climat saharien au Sud (Matari et *al.*, 2007).

Tizi Ouzou est centrée au Nord de l'Algérie, elle occupe une place importante avec la fertilité de ses sols et sa richesse spécifique suite aux espèces végétales qu'elle comprend dont certaines sont endémiques (Vela et *al.*, 2007). Elle bénéficie d'un climat méditerranéen, à variante tempérée et chaude en raison des massifs montagneux qui l'entoure comme SIDI Ali Bounab et Redjaouna (Anonyme, 2022).

Le sol est un milieu à découvrir pour mieux construire l'avenir de la plante et permette son développement, sa diversification et son renouvellement à la surface des continents, où les plantes sont en forte interaction avec leur milieu (Ruellan, 2010). De ce fait, l'objectif principal de notre étude est d'avoir la répartition des espèces végétales de la région de Tizi Ouzou par l'étude de trois stations : Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab après la perception de la qualité physico-chimique du sol afin de cerner l'interaction des plantes avec leur milieu de vie.

Pour cela, ce travail est organisé en quatre chapitres qui font la comparaison entre trois stations d'échantillonnage au niveau la région de Tizi Ouzou par l'inventaire de la flore selon la qualité du sol.

- ❖ Le 1<sup>er</sup> chapitre présente une synthèse bibliographique qui traite des données sur la flore et la qualité physicochimique des sols.
- ❖ Le 2<sup>ème</sup> chapitre présente la localisation géographique et la synthèse climatique de la région d'étude subdivisée en trois stations : Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab.

- ❖ Le 3<sup>ème</sup> chapitre concerne le matériel et les méthodes utilisés lors de l'échantillonnage du sol et de la flore durant la saison printanière 2022, ainsi que les protocoles expérimentaux nécessaires au dosage des paramètres physicochimiques du sol.
- ❖ Le 4<sup>ème</sup> chapitre expose les résultats obtenus ainsi que leur discussion, pour finir avec une conclusion générale.

# **Chapitre I**

Synthèse bibliographique sur  
le sol et la flore

La recherche scientifique explore chaque année de nouvelles pistes pour l'évaluation de la qualité et la santé des sols, à travers des avancées technologiques via la recherche de nouveaux indicateurs physico-chimique en relation avec la matière organique (Martin et *al.*, 2008). Les connaissances du sol est encore lacunaire, cet écosystème est difficile à étudier et à observer, d'autant que la recherche scientifique sur les sols, bien qu'en pleine expansion notamment d'indicateur de leur santé (Hermon et *al.*, 2018).

## 1. Définition du sol

Le sol est décrit comme la couche supérieure de la croûte terrestre, provenant de l'altération du matériau-parent sous des processus climatiques, physiques, chimiques et biologiques. Il est composé de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants (Baize et *al.*, 2011). Sa composition dépend de nombreux facteurs abiotiques et biotiques qui conditionne son drainage, son soutirage, son engorgement, sa fertilité et sa minéralisation (Pomel, 2013).

## 2. Propriétés des sols

Le sol est l'épiderme vivant et vital des continents de la terre ; Il se forme lentement, mes ses propriétés évoluent rapidement, malgré qu'elles soient conférées par les constituants du sol. le fonctionnement de système est influencé par leurs proportions, leur variabilité spatio-temporelle et la vitesse des flux (Gobat et *al.*, 2010).

### 2.1. Propriétés physiques

#### 2.1.1. Texture du sol

Selon Taïda (2016), la texture d'un sol est la composition granulométrique de la terre fine en sable, limon et argile dont les particules ont moins de 2 mm de diamètre. Les particules à diamètre supérieur à ce dernier constituent les éléments grossiers, qui gênent le travail du sol et l'expansion des racines lorsque leur quantité est supérieure à 20% du poids de la terre. La fertilité du sol est ainsi faible ou médiocre lorsque la proportion de la terre fine est inférieure à 30%.

**Tableau 1** : La répartition de la terre fine selon le diamètre ( $\phi$ ).

$\phi < 0,002$ mm	argile
$0,002 < \phi < 0,02$ mm	Limon fin
$0,02 < \phi < 0,05$ mm	Limon grossier
$0,05 < \phi < 0,2$ mm	Sable fin
$0,2 < \phi < 2$ mm	Sable grossier

La texture du sol est en fonction de l'importance des proportions relatives du sable, du limon et de l'argile, par exemple pour qualifier un sol de limono-sableux lorsqu'il s'agit d'un sol ayant 10% d'argile, 60% de limon et 30% de sable (Taïda, 2016). Pour la lecture de cette texture il faut utiliser le triangle de texture (Annexe 1).

### 2.1.2. Structure du sol

La structure du sol est le résultat de l'équilibre entre les phénomènes de tassement, de fragmentation, d'agrégation et de déplacement du sol par son travail. Cette structure n'est pas nécessairement permanente, elle peut se modifier en fonction des circonstances (pluie, vent, tassement par les engins et le piétinement des animaux,...), la stabilité de la structure représente la capacité d'un sol à conserver l'arrangement de sa phase solide et de sa porosité quand il est exposé à des stress. La stabilité structurale est une caractéristique importante du sol, elle est le plus souvent évaluée à l'échelle des agrégats (Sghir et Fertassi, 2017).

### 2.1.3. Porosité

La porosité d'un sol est définie par l'ensemble des vides que comportent l'horizon, en d'autre terme, c'est le volume occupé par les constituants liquides et gazeux. C'est un élément essentiel pour évaluer l'état de sa structure, il est liée à l'organisation des composants élémentaires du sol (argile limon, sable et ciment) qui peut se maintenir grâce à l'action de plusieurs facteurs tels que la fissuration sous l'effet du climat, l'action des racines, l'activité biologique et le processus d'agrégation (Biozart et *al.*, 2015).

#### 2.1.4. Perméabilité

La perméabilité est une caractéristique physique qui représente la facilité qu'un matériau va permettre le transfert de fluide à travers d'un réseau connecté. Elle peut être considérée comme significative de la surface utilisable pour l'écoulement, elle dépend de la structure et de la texture du sol (Foucault et *al.*, 2006).

#### 2.1.5. Humidité du sol

L'humidité d'un sol est la quantité d'eau qu'il contient, elle peut être exprimée de diverses manières par rapport à sa masse solide, à sa masse totale, au volume de solides, au volume total et au volume des pores (Zaaboubi, 2007).

La capacité de rétention de l'eau dans le sol varie en fonction de sa porosité où l'eau disponible est retenue par les particules solides de la matrice du sol grâce à une force de rétention plus faible que les plantes. Celles-ci y puisent l'eau nécessaire pour couvrir leur besoins hydrauliques et l'air dont elles ont besoin pour une croissance normale (Bréda et *al.*, 2002).

#### 2.1.6. Température du sol

La température du sol a un aspect significatif sur le taux de croissance et le taux de décomposition des plantes et des déchets organiques ainsi que d'autres processus biologiques, physiques et chimiques qui ont lieu dans le sol, la température du sol dépend de la température de la surface qui se refroidit par convection, par évaporation ou fusion et par rayonnement surtout. Inversement, elle s'échauffe par condensation ou congélation d'humidité, par conduction, radiation et par rayonnement (Colin, 2007).

### 2.2. Propriété chimique

#### 2.2.1. pH du sol

Le potentiel hydrogène représente la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité en chimie d'une solution ou d'un milieu, mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium  $H_3O^+$ . C'est une unité chimique qui mesure l'activité des ions  $H^+$ , en ajoutant ceux qui sont libres dans la solution du sol (acidité réelle) qui se fixent sur le complexe d'échange des cations (acidité potentielle), en générant la valeur de l'acidité totale, le négatif du logarithme en base 10 de ces ions d'hydrogène [ $\log_{10}(H^+)$ ] fournit une valeur sur une échelle entre le 0 et 14, en différenciant trois rangs de pH selon les valeurs atteints : (pH < 6,5) sol acide ; (entre 6,6 et 7,5) sol neutre ; (pH > 7,5) sol basique ou alcaline (Catalan, 2016).

### 2.2.2. Capacité d'échange cationique (CEC)

C'est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) qui sont liés à la surface des feuillets d'argile par des forces électrostatiques et possèdent la propriété d'être échangeables. L'intensité de ces liaisons dépend de la valence de ces cations, qui est probablement le facteur déterminant dans la capacité d'échange ou de remplacement des cations plus élevé qui peuvent remplacer facilement les cations de valeurs plus faibles (Calvet, 2003).

### 2.2.3. Pouvoir tampon des sols

Le pouvoir tampon est la capacité du sol à limiter les variations du pH due à une acidification, il est principalement dû aux minéraux argileux et aux substances humiques (Calvet, 2003), Ce pouvoir tampon est d'autant plus élevé que le CEC est grande, teneur en matière organique est élevée, notamment sa richesse en acides humiques.(Gobat et *al.*, 2010).

## 2.3. Propriétés biologiques

La biologie des sols dépendent de la matière organique où l'humus qui désigne le mélange complexe de matières organiques dans le sol. Ils constituent la composante biologique du sol qui comprend des algues, des macros organismes, la microfaune du sol, la méso-faune et la mégafaune. Tous ces organismes participent à la formation et à l'évolution du sol ainsi qu'à son fonctionnement (Roger-Estrade, 2013).

### 2.3.1. Matière organique

#### 2.3.1.1. Définition

La matière organique du sol (MO) désigne une large gamme de composés et regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non et présents dans le sol. Ces constituants représentent en général 1 à 10% de la masse des sols. C'est en quelque sorte, un « continuum de matières plus ou moins complexes en perpétuel renouvellement » (Bernoux et *al.*, 2011). La MO représente le plus important réservoir du carbone (C) continental, elle est composée en moyenne de 58% de carbone organique. Ce dernier étant plus facilement déterminable au laboratoire et c'est par le biais de cette variable que les MOS sont couramment quantifiées (Cardinal, 2015).

### 2.3.1.2. Nature et forme des constituants organiques du sol

Selon Bounouara (2018), les MO se répartissent en trois groupes :

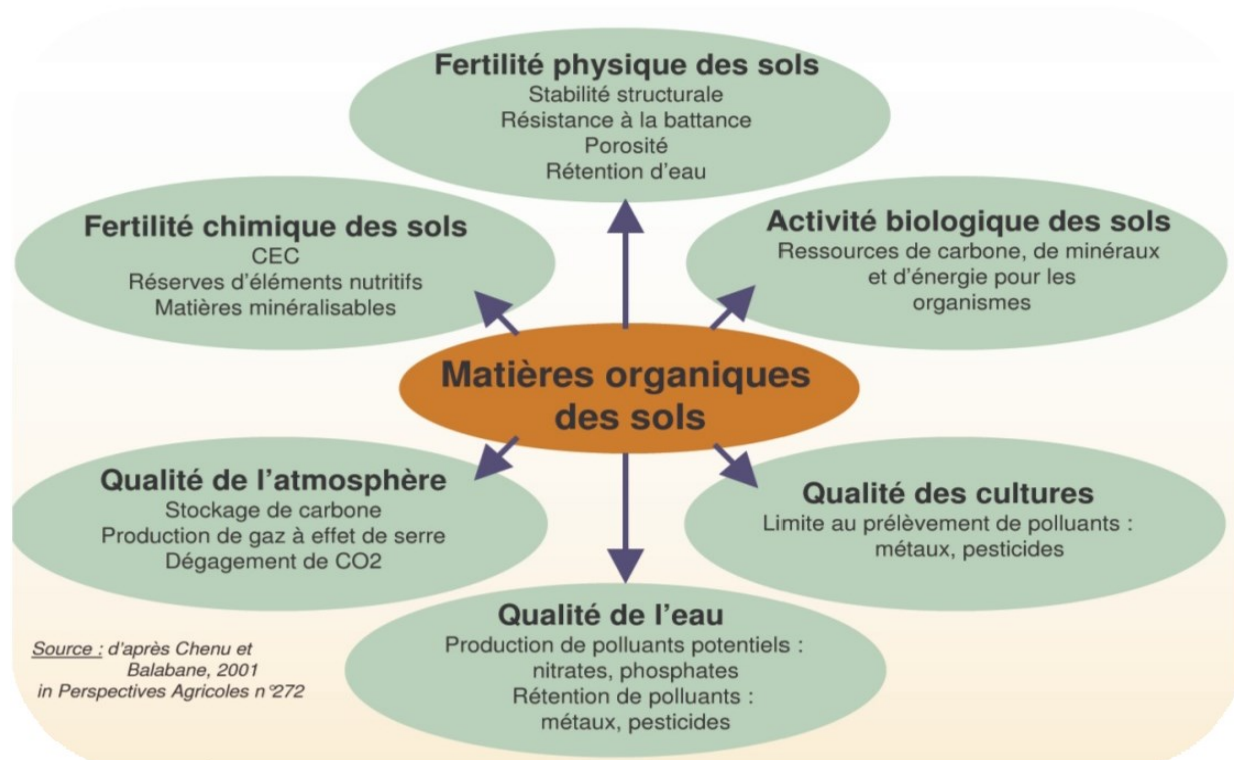
**Les matières organiques vivantes (MOV)** animales, végétales, fongiques et microbiennes englobant la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microflore du sol, etc.).

**Les débris d'origine végétale** (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavre, exsudats) appelés « matière organique fraîches » (MOF) en association avec les composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), les MOF constituent les MO facilement décomposables.

**Les composés organiques stabilisés (MO stable)**, les matières humiques ou humus, qui proviennent de l'évolution des matières précédentes et qui représentent 70 à 90% du total.

### 2.3.1.3. Rôle et fonction des matières organiques dans le sol

Les matières organiques sont d'une part, un élément essentiel de la fertilité des sols et une source de nutriments pour les plantes où leur recyclage est un facteur clé de la productivité d'un écosystème. D'autre part, elles affectent aussi la structure et la porosité du sol, ainsi que l'infiltration de l'eau et la réserve utile du sol. De même, elles constituent une source de nourriture pour tout un ensemble d'organismes du sol qui jouent un rôle majeur dans le fonctionnement biologique du sol (Bounouara, 2018). De manière synthétique, les MO assurent dans le sol, de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales (Fig.1) (Chenu et Balabane, 2001).



**Figure 1** : Rôles des matières organiques du sol (Chenu et Balabane, 2001).

Les matières organiques jouent des rôles très importants dans le sol :

- Elles forment avec les argiles le « complexe argilo-humique » qui, grâce à ses charges négatives de surface, adsorbent une part des cations de la solution du sol (Ca, Mg, K, Na, etc.), cette propriété désignée par la « capacité d'échange cationique ».
- Elles assurent par minéralisation le stockage et la mise à disposition des éléments nutritifs dont la plante a besoin.
- Elles stimulent l'activité biologique, étant à la fois source d'énergie et d'éléments nutritifs pour les organismes du sol.
- Elles déterminent la structuration du sol et participent à sa stabilité vis-à-vis des agressions extérieures (pluie, tassement,...) en limitant notamment l'érosion hydrique.
- Elles favorisent le réchauffement du sol.
- Elles contribuent à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau.
- Elles influencent également la qualité de l'air, par le stockage ou l'émission de gaz à effet de serre.
- Leur rôle est fondamental pour les autres compartiments de l'environnement par leur participation ou maintien de la qualité d'eau par leur forte capacité de rétention des polluants organiques (pesticides, hydrocarbure, etc.) et minéraux. Toutefois inversement, elles peuvent être source de polluants potentiels, comme les nitrates et les phosphates.

### 3. Sels minéraux dans le sol

#### 3.1. Principaux cations échangeables dans le sol

Il existe trois principaux cations échangeables dans le sol : le calcium, le magnésium et le potassium.

##### 3.1.1. Calcium

D'après Soltner (2005), le calcium est un oligoélément pour les micro-organismes des plantes et des animaux, il joue un rôle majeur dans la formation de l'humus et dans les mécanismes adsorbants, ainsi que d'autres rôles sont tenus par les différentes formes du calcium dans le sol (4 formes qui dérivent les une des autres) :

**Calcaire inactif** (carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ ) rencontré à l'état de grossier : blocs, graviers ou sables calcaires voire même des roches.

**Calcaire actif** (carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ ) rencontré à l'état de fine particules, de la taille du limon ou d'argile granulométrique, qui sont facilement solubilisées.

**Calcium soluble** qui représente la source des ions  $\text{Ca}^{2+}$  sous diverses formules chimiques dans le sol, qui sont plus au moins solubles où la partie soluble se dissocie aussitôt en cations  $\text{Ca}^{2+}$ .

**Calcium échangeable** constitué les ions adsorbés sur le complexe adsorbant, en équilibre avec les ions  $\text{Ca}^{2+}$  libres dans la solution du sol. Ces cations représentent en général 80 à 90% de la somme des cations échangeables.

##### 3.1.2. Magnésium

Selon Weil et *al.* (2009), le magnésium est le principal associé du calcium, il est insoluble, présent dans les carbonate de magnésie et la dolomie ou sous forme échangeable (ions  $\text{Mg}^{2+}$ ). Le niveau de magnésium dépend beaucoup de la texture du sol où les argiles en sont beaucoup plus riches que les sables. Ce qui peut être à l'origine de carence (lorsque le niveau de magnésium dans le sol est moins de 200 Kg/ha) ce qui est en général le cas dans des sols légers.

##### 3.1.3. Potassium

Selon Faucher (2017), le potassium (K) joue un rôle important dans la fabrication des protéines et contribue à la résistance aux maladies et à la sécheresse. Se présente sous 3 réservoirs dans le sol on retrouve trois réservoirs de potassium :

Le potassium échangeable (1 à 2% du k du sol) ;

Le potassium fixé à l'intérieur des feuillets d'argile (1 à 10% du K du sol);

Le potassium de réserve contenu dans les minéraux du sol, et qui libère très lentement (90 à 98% du k du sol).

### 3.2. Principaux anions dans le sol

Les anions dans le sol sont sous forme : le phosphore, l'azote et le soufre

#### 3.2.1. Phosphore

Selon Soltner (2005), le phosphore peut exister sous quatre formes principales dans le sol :

**Phosphore assimilable** qui se trouve dans la solution du sol sous forme d'anions, bien qu'ils soient à faible concentration. Il y constamment remplacés par d'autres provenant de deux sources : le phosphore lié au complexe adsorbant et constituant la « réserve minérale », et le phosphore lié aux matières organiques constituant la « réserve organique ».

**Phosphore facilement échangeable** qui est lié à des adsorbants par plusieurs sortes de liaisons chimiques.

**Phosphore difficilement échangeable** qui il est insoluble en milieux acides ou basiques.

**Phosphore organique** qui les représente 20 à 60% du phosphore totale d'un sol, d'où le pouvoir fixateur du phosphore diffère d'un sol à l'autre : le phosphore est bien retenu par les sols tants que la concentration de sa solution reste plus élevée, c'est l'exemple des sols riches en aluminium qui ont un pouvoir fixateur très élevé, contrairement aux sols calcaires qui ont un pouvoir fixateur moyen, et aux sols sableux ont un faible pouvoir fixateur.

#### 3.2.2. Azote

Selon Baize (2013), l'azote est d'origine atmosphérique et organique, il peut exister sous plusieurs formes :

**Azote totale** : c'est l'ensemble de toutes les formes d'azotes minéral et organique présentes dans un échantillon de sol, excepté l'azote gazeux (essentiellement représenté par le diazote  $N_2$ ).

**Azote ammoniacal** : est présent sous forme d'ions ammonium ( $NH_4^+$ ). Certains ions ammonium sont associés de façon échangeable au complexe adsorbant tant dit que d'autres sont fixés sur les minéraux argileux mais non échangeables. L'azote ammoniacal non fixé est

peu assimilable directement par les plantes mais, pour une part il se transforme rapidement en azote nitrique (nitrification).

**Azote nitrique** : est présent sous forme de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), c'est une forme aisément disponible pour l'absorption par les racines des plantes. Il s'agit des sels solubles donc facilement entraînés vers la profondeur. La teneur est très variable au cours de l'année, en fonction des flux entrants (nitrification, fertilisation et pollution) et sortant (nutrition et lixiviation).

**Azote minéral** : est la somme de l'azote nitrique et de l'azote ammoniacal, ces deux formes sont présentes dans la solution du sol est facilement extractibles au laboratoire.

**Azote organique** : c'est celui qui est intégré à des macromolécules organiques plus au moins complexes résultant de la décomposition des matières végétales, animales ou microbienne. C'est également celui qui compose la biomasse vivante du sol. L'azote organique représente plus de 95% de l'azote total, dans la plupart des sols.

**Azote labile (métabolites microbiens)** : est une forme d'azote issue des activités de dégradation des micro-organismes, constituants labiles d'un compartiment intermédiaire entre la biomasse microbienne et les substances humiques, identifiées comme étant métabolites microbiens.

### 3.2.3. Soufre du sol

Le soufre est un élément essentiel pour la croissance et le développement des plantes la quasi-totalité du soufre est absorbé par les racines des plantes à partir de la solution du sol sous formes d'ions sulfate  $\text{SO}_4^-$ , qui seront réduit comme les nitrates en vue de la synthèse de la matière végétale. Les fonctions du soufre sont étroitement liées à celles de l'azote et les deux éléments agissent en synergie, il constitue un élément-clé dans le métabolisme (Niknahad-gharmakher, 2008).

## 4. Fertilité des sols

La fertilité des sols n'est pas une notion facile à définir, puisque elle est le résultat de l'expression des composantes biologiques, physiques et chimiques des sols et leurs interactions. Elle est décrite comme la capacité des sols à fournir les éléments nécessaires à l'alimentation des plantes (Recous et *al.*, 2018).

Diagnostiquer la qualité du sol que l'on souhaite végétaliser revient à évaluer sa fertilité qui est fondée sur les constituants du sol (matière minérale et organique) et la manière dont il s'organise (agrégation) (Cannova et *al.*, 2016).

Les fertilités dans le système sol-plante fournissent des indicateurs agronomiques permettant d'évaluer la capacité du sol à subvenir aux besoins en eau et en éléments minéraux de la plante. La fertilité chimique du sol ou encore la fertilité nutritive peuvent se décliner à partir de la notion de biodisponibilité appliquée à l'élément nutritif (les macroéléments N, P, S, Ca, Mg, K ; et les oligo-éléments mineurs Fe, Mn, Cu, Zn, B, ...), et sont liés à deux processus : La libération à partir de la minéralisation de matière organique (MO) et le déstockage à partir de la capacité d'échange cationique. La teneur souhaitable d'un sol en matière organique comprise entre 2 et 3% en fonction de la texture de ce sol, il est donc recommandé de faire des apports quand la teneur est trop faible (Cannova *et al.*, 2016).

### 5. Santé du sol

La santé des sols correspond à la capacité du sol à fonctionner sur le long terme comme un système vivant capable d'assurer une productivité de biomasse végétale compatible avec le maintien à long terme des fonctionnalités écologiques de l'écosystème naturel ou cultivés, de même que les processus connexes, en participant à la préservation des ressources naturelles (l'air, l'eau et la biodiversité) dans leurs dimensions quantitatives et qualitatives et à la santé des plantes, des animaux et de l'Homme en favorisant les processus physiologiques impliqués dans leur systèmes d'autodéfense (Biozart, 2015).

Le sol est à la base de la production végétale. Pour obtenir une bonne croissance des plantes, il faut donc que la structure, la porosité, l'aération et l'activité biologique seront par les conditions pour nourrir les plantes, les racines doivent pouvoir se développer de façon extensive dans un grand volume afin de puiser les éléments nutritifs nécessaires permet aux plantes d'être moins sensible à la sécheresse (Weil *et al.*, 2009).

### 6. Hétérogénéité des sols

Les sols sont des milieux hétérogènes, générées par les interactions multiples entre les différents facteurs qui les composent. Elle est exprimée par des distributions spatiales et temporelles des facteurs biotiques et abiotiques, et à travers l'implication de ces facteurs dans les différents compartiments fonctionnels (Massoudi *et al.*, 2019).

Les difficultés de l'étude des processus pédologiques est liée à la variété des facteurs mis en jeu. Chaque processus résulte de la multiple interaction entre une grande diversité des composants qui se réalisent à différentes échelles du temps et de l'espace. Il est donc nécessaire de connaître les formes de cette hétérogénéité pour intégrer la variabilité des sols (Massoudi *et al.*, 2019).

## 6.1. Formes d'hétérogénéités des sols et importance de l'évaluation de leur qualité

### 6.1.1. Hétérogénéité spatiale du sol

L'hétérogénéité spatiale des sols intervient à différentes échelles plus ou moins larges (continent ou de la région) où les quelques cartes pédologiques révèlent les effets des facteurs de formation des sols (climat, topographie, roche mère et végétation) sur leur distribution. Tandis qu'à l'échelle de la parcelle, la topographie, le matériau d'origine, le drainage local sont les principaux facteurs à l'origine d'une succession verticale des horizons constituant les profils pédologiques. Aussi les microreliefs peuvent être considérés comme une petite échelle de distribution des propriétés édaphiques des sols (Duchaufour, 1997).

### 6.1.2. Hétérogénéité temporelle du sol

L'hétérogénéité temporelle du sol influence la végétation, en relation avec la capacité des plantes à atteindre, coloniser et exploiter efficacement ces divers horizons aux conditions abiotiques et biotiques variables (Hodge, 2004).

Aucune propriété du sol n'est permanente, mais les taux et les fréquences de leur évolution varient en fonction de leur nature. Les caractéristiques édaphiques varient également avec l'évolution du fonctionnement de l'écosystème. Le comportement dynamique du sol est caractérisé par sa variabilité dans le temps. Qui est le plus sujette aux conséquences des activités anthropiques et qui sont fortement influencées par certaines pratiques agricoles (Bouafia, 2013).

### 6.1.3. Hétérogénéité fonctionnelle du sol

Les rhizosphères constituent un système biologique régulateur de certains processus pédologiques qui créent une importante hétérogénéité fonctionnelle et structurale, où le milieu est enrichi en matières organiques grâce aux racines. Il est estimé que 40% de C assimilé par les plantes au cours de photosynthèse est alloué au compartiment souterrain, avec des variations importantes suivant les espèces végétales et leur environnement (Hinsinger et al., 2010).

## 7. Relation sol-végétation

L'ensemble des plantes partagent de nombreuses fonctions, parmi lesquelles la synthèse de composés carbonés organiques et le largage d'oxygène dans l'atmosphère. Néanmoins, le règne végétal est très diversifié, des algues unicellulaires jusqu'aux arbres géants. Pour comparer les interactions de l'ensemble de ces plantes avec leur environnement

et le sol en particulier, il est possible de recourir à des mesures quantitatives ou qualitatives communes à une majorité de plantes (Garnier et Navas, 2013).

L'utilisation du concept de traits permet de rendre compte d'une part de la capacité de certaines plantes à survivre et persister dans un environnement donné ( par exemple en milieu sec, la capacité à acquérir l'eau du sol est conditionné par l'architecture racinaire, avec des conséquences sur la compétitive et la survie des plantes), et d'autre part des réponses morphologiques, physiologiques ou encore phénologiques des plantes à des variations de tels ou tels facteurs environnementaux ( par exemple l'influence du pH du sol sur la morphologie racinaire) (Freschet et *al.*, 2014).

# **Chapitre II**

Présentation de la zone d'étude

## 1. Présentation de la wilaya de Tizi-Ouzou

Notre zone d'étude est située dans la wilaya de TO en Algérie appartenant à l'Afrique du Nord, se situe à 100 Kilomètre de la capitale Algérienne, elle s'étend sur une superficie 2985 Km<sup>2</sup> dominée par des ensembles montagneux (Fig.2), un potentiel agricole cultivable très faible (32%), la wilaya de Tizi-Ouzou compte le plus grand nombre de communes à l'échelle nationale (21 Daïrates et 67 communes) (DCTO, 2013).

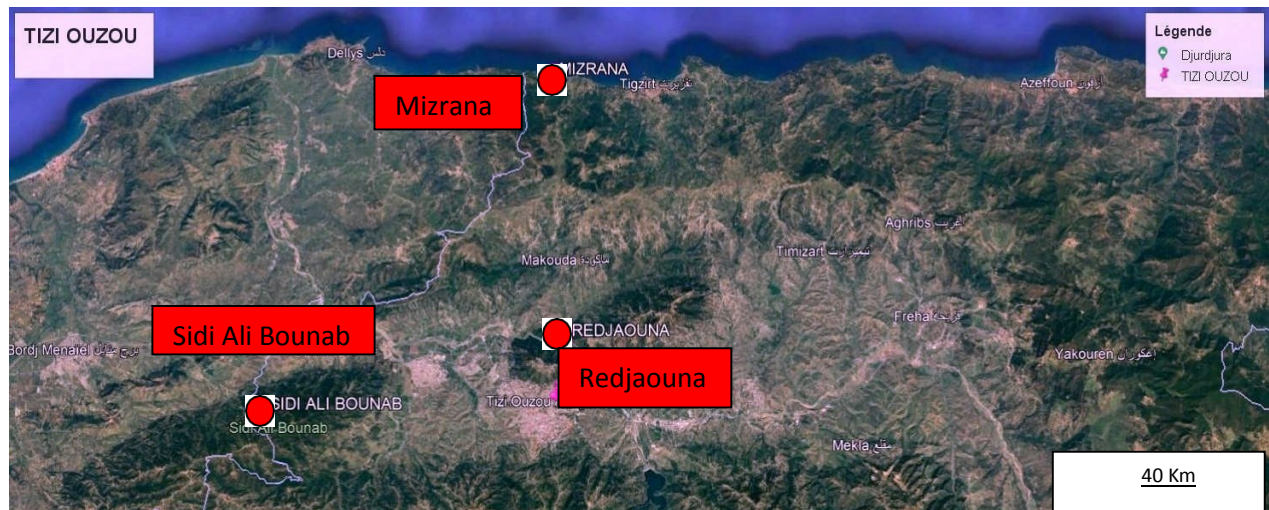


**Figure 2** : Localisation géographique de la wilaya de TO en Algérie (Google Earth, 2022).

## 2. Situation géomorphologique de la région d'étude

Selon la Direction du commerce de la wilaya de Tizi-Ouzou (2013), la wilaya s'étend sur un relief montagneux à 80% la vallée du Sebaou longue de 50 Km, avec l'agglomération de Tizi-Ouzou et le couloir de Draa El Mizan-Boghni concentrent l'essentiel de l'activité agricole, industrielle et de services de la wilaya, limitée au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaia, à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes, au Nord par la mer méditerranée. La ville de TO est construite à une altitude de 200 m (altitude minimale : 81m, altitude maximale : 726 m).

Nous avons réalisé nos échantillons sur trois communes de la wilaya de Tizi Ouzou : Sidi Ali Bounab, Rdjaouna et Mizrana (Fig.3).



**Figure 3** : Localisation géographique des stations d'étude Sidi Ali Bounab, Redjaouna et Mizrana (Google Earth, 2022).

Sidi Ali Bounab qui est située à environ 18 Km à l'Ouest de Tizi-Ouzou, culmine à 800 mètres d'altitudes sur une série de collines verdoyantes. Le versant visible forme à l'horizon une barrière imposante, sombre d'une couleur vert foncé, couleur du feuillage des oliviers et châtaigniers qui y poussent (Souag, 2019).

Redjaouna est une montagne du massif du Djurdjura en Tizi-Ouzou, qui abrite le village de Sidi Balloua. Le mont de Redjaouna culminant à plus de 600 mètre d'altitude, domine la ville de Tizi-Ouzou. Il s'étend le long de la crête du piedmont Balloua. Le mont de Redjaouna est une formation du socle kabyle composé de roches magmatiques et métamorphiques (Zidane, 2021).

Selon Ben Belcaceem et Messaouden (2019), Mizrana se situe essentiellement sur deux communes, de la wilaya de Tizi-Ouzou (commune de Mizrana et la commune de Tigzirt) et une partie minime de la forêt se situe au niveau de la commune d' Afir (située dans la Daïra de Dellys, wilaya de Boumerdes). Cette forêt couvre une superficie de 2904,71 ha. La forêt de Mizrana est située dans la zone littorale méditerranéenne de la Kabylie. Au Nord-Ouest, elle est limitrophe de la ville de Tigzirt, elle forme une bande d'une longueur (Est-ouest) d'environ 10 Km et 8 Km de largeur (Nord-Sud). Elle est limitée au Nord par une route coutière (Tigzirt-Dellys), au Sud par un talweg encaissé au niveau du village de Tibecharine, à l'Ouest par l'Oued Brika, et à l'Est par un cours d'eau oued Ighzer Hassan.

Les coordonnées géographiques de la wilaya de Tizi-Ouzou et des stations d'études sont illustrées dans le tableau 2.

**Tableau 2** : coordonnées géographiques de la wilaya de Tizi-Ouzou, Sidi Ali Bounab, Redjaouna et Mizrana.

Stations	Coordonnées géographiques (GPS)		Altitude (m)
Tizi-Ouzou	36,70°	N	200
	4,05°	E	
Sidi Ali Bounab	36,44°	N	700
	3,57°	E	
Redjaouna	36,43°	N	650
	4,33°		
Mizrana	36,44°	N	299
	4,9°	E	

### 3. Caractéristiques de la zone d'étude

#### 3.1. Couvert végétal

La wilaya de Tizi-Ouzou recèle une très grande richesse naturelle tant faunistique que floristique. La couverture végétale de la wilaya de Tizi-Ouzou s'étale sur une superficie de plus de 112 180 Hectares correspondant à un taux de boisement d'environ 38%. La répartition du patrimoine forestier, selon la nature juridique, se caractérise par une dominance des maquis soit 47% de superficie forestière totale. Les forêts dominables occupent la seconde place avec 27% soit plus de 15786 Ha, la plus petite superficie est occupée par les reboisements et les forêts séctionales avec respectivement 3 et 1% (Chenoune, 2017).

La Kabylie est une région forestière, on y trouve la plupart des subéraies (*Quercus suber*) ainsi que les principaux peuplements de chêne zen (*Quercus faginea*), de chêne afarés (*Quercus afares*) et de pin maritime (*pinus pinaster*). Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) est localisé au niveau du Djurdjura.

### 3.2. Hydrographie

L'hydrologie de la région est dominée par l'Oued Sebaou recueillant à travers ses affluents l'essentiel des eaux en provenance du Djurdjura (Ammiche et *al.*, 2018).

Les zones de glissement sont alimentées par des eaux d'origine naturelle précipitation, couvertures neigeuses et des eaux d'origine anthropique : fuites sur les réseaux d'eau potable et des eaux usées, rejets directs de celle-ci dans le milieu naturel (Bougdal et *al.*, 2013).

### 3.3. Aspect géologique de la zone d'étude

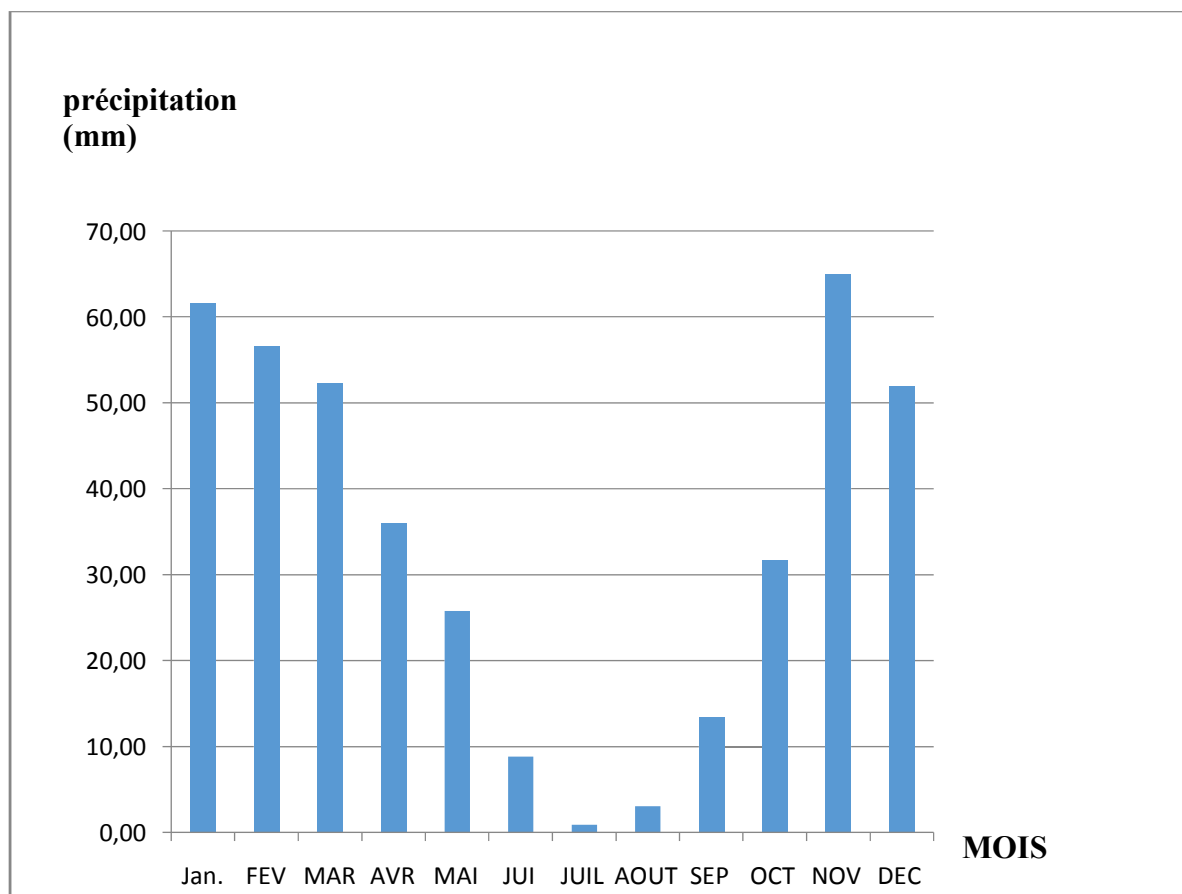
La région de la Kabylie, qui est située dans les zones internes de la chaîne des Maghrébines est connue par sa diversité géologique, elle est limitée au Sud par les formations métamorphiques de Grande Kabylie qui forment trois grands ensembles : le massif de Beloua, Aissa Mimoun et le massif de Sidi Ali Bounab. Au Nord par les terrains sédimentaires, par le miocène inférieur, oligomiocène marin suivi du crétacé inférieur et crétacé supérieur marin. A l'Est et au Nord-Est, par les grès quartzitiques du Numidien. Au centre, une vaste zone déprimée qui correspond au synclinal de Tizi-Ouzou où sont venus s'empiler les séries tendres de l'Eocène (Bouaziz, 2014).

### 3.4. Climatologie

Le climat est un facteur primordial de la pédogenèse ; la température intervient dans les processus physico-chimiques de l'altération et commande également la vitesse de décomposition des matières organiques, la pluviosité occasionne un appauvrissement progressif des sols. L'intensité de ces phénomènes ne dépend pas de la quantité totale des pluies mais surtout du bilan saisonnier entre les précipitations d'une part, l'évaporation et la consommation d'eau du couvert végétal d'autre part (Aubert et *al.*, 2022).

### 3.4.1. Précipitation

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la wilaya de Tizi-Ouzou durant la campagne 2010-2020 sont illustrées par (Fig.4).

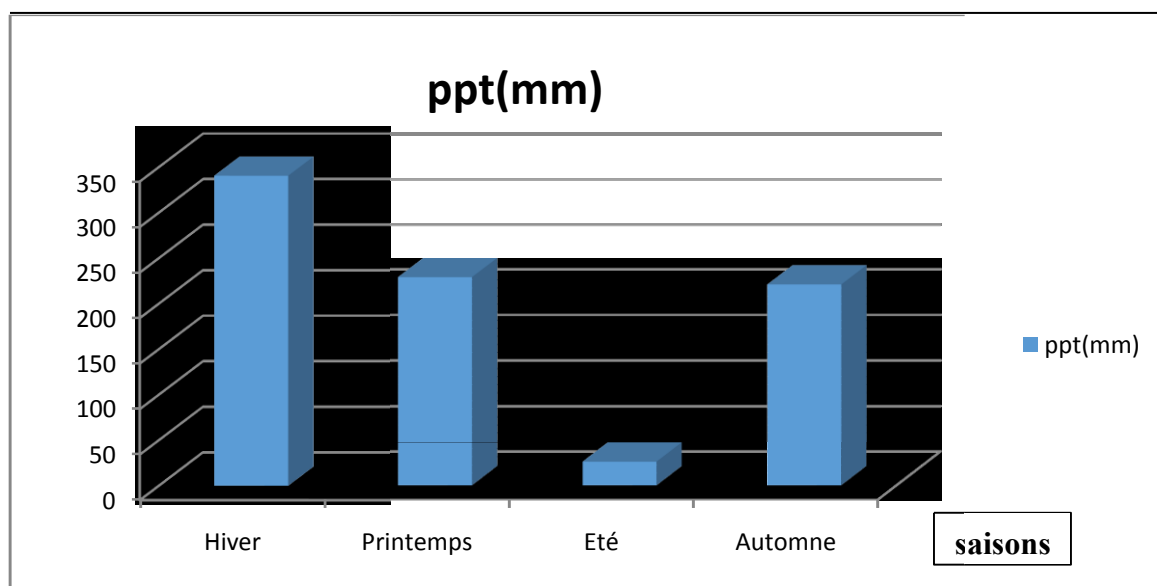


**Figure 4 :** Précipitations mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010-2020).

La période connaissant le plus de précipitation dure 8 mois, du mois de Septembre au mois de Mai, où le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre et le mois le plus sec est le mois de Juillet.

### 3.4.2. Régime saisonnier des précipitations

L'année pluviométrique a été subdivisée en quatre saisons conventionnelles, Hiver (Décembre, Janvier et Février), printemps (Mars, Avril et Mai), Eté (Juin, Juillet et Aout) et Automne (Septembre, Octobre et Novembre). Le classement par ordre décroissant de ces quartes saisons nous renseigne sur le régime saisonnier (Fig.5).

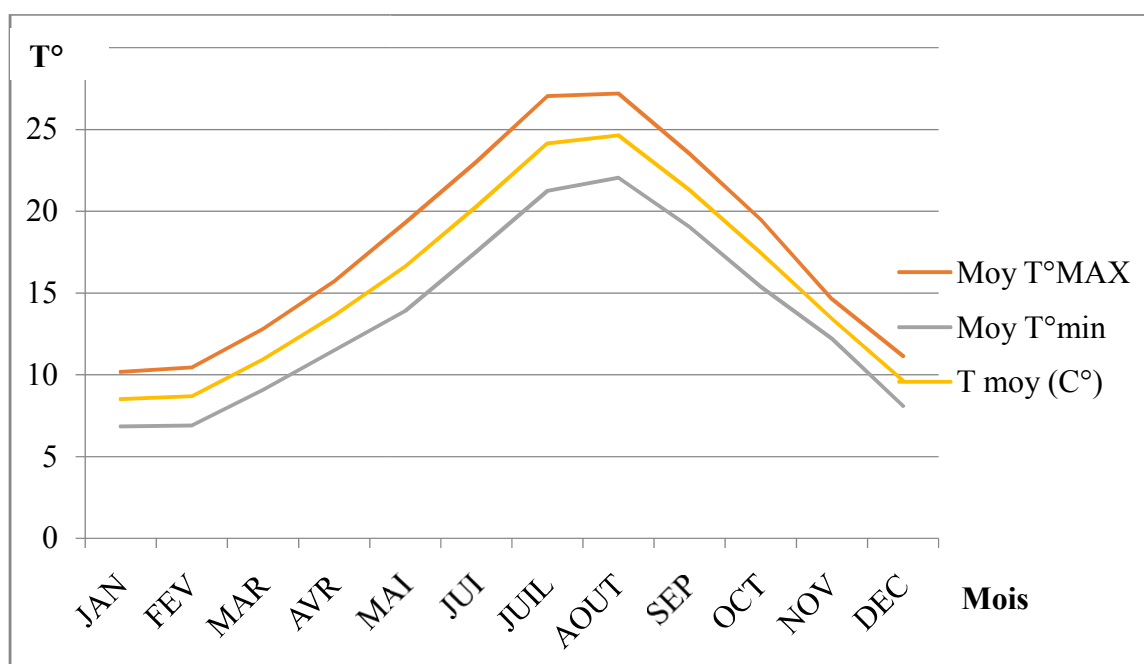


**Figure 5 :** Distribution saisonnière de la pluviométrie pour la wilaya de Tizi Ouzou.

Les analyses pluviométriques reflètent que la saison la plus pluvieuse est l'hiver. Le printemps et l'automne ont des quantités moyennes, par contre l'été est la saison la plus sèche avec le minimum de précipitations. Donc le régime pluviométrique est de type H.P.A.E

### 3.4.3. Températures

La température est un facteur qui influe sur l'activité d'un écosystème. (Fig.6) donne les températures moyennes mensuelles enregistrées dans la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période 2010-2020.



**Figure 6 :** Evolution des températures moyennes mensuelles dans la région de T.O

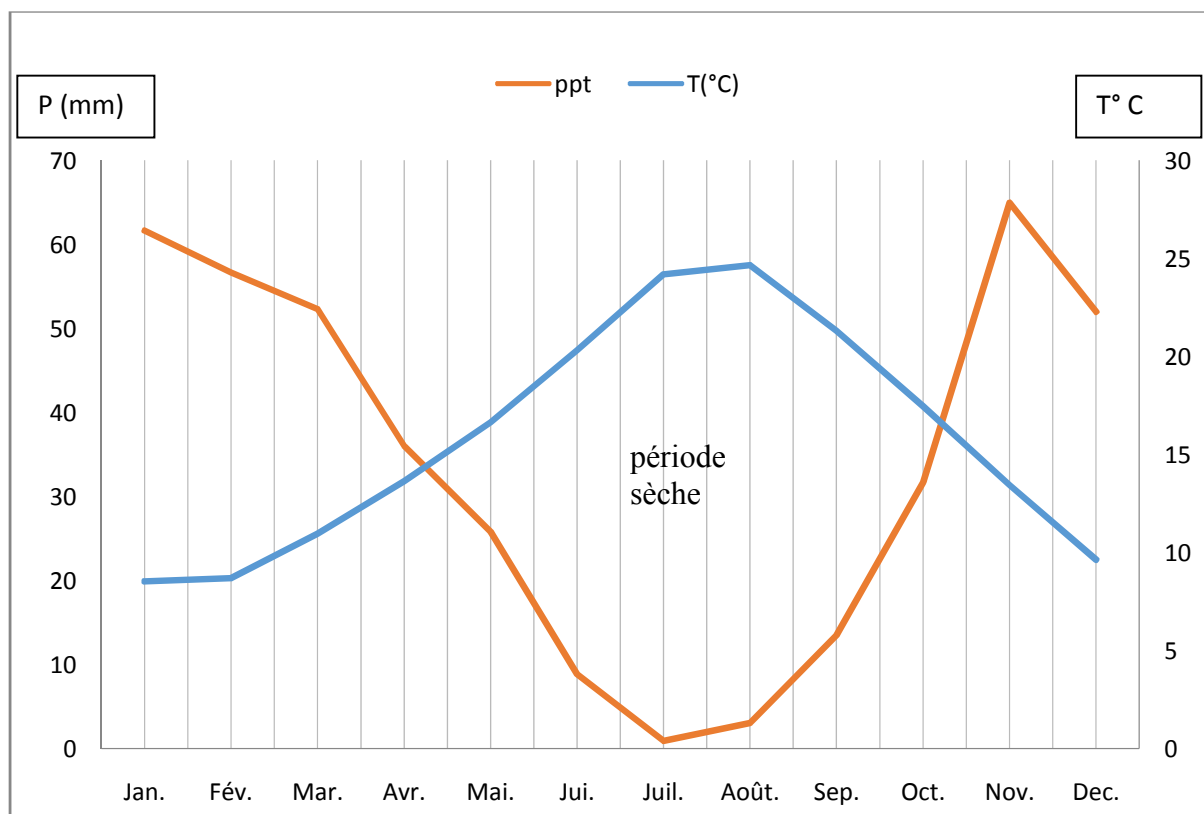
La saison la plus chaude dure 3 mois, de juin à Septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieur à 27 c°. Le mois le plus chaud de l'année à Tizi-Ouzou est le mois d'Août, avec la moyenne des Températures maximales de 27 c° et minimale de 6 c°.

#### 3.4.4. Vent

C'est un agent important de l'érosion qui provoque la désertification. Il augmente l'évapotranspiration et contribue à dessécher l'atmosphère. Le mois le plus venteux de l'année à Tizi-Ouzou est le mois de Décembre, le mois le plus calme de l'année est mois de Juin.

#### 3.4.5. Synthèse climatique

La synthèse climatique présente une classification des types de climats qui permet une meilleure compréhension du comportement de la végétation et de sa répartition. BAGNOULS et GAUSSEN (1953) représentent la synthèse climatique sous forme d'un graphe (Fig.7).



**Figure 7 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010-2020).**

A travers le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la période de 2010-2020, le climat de la région de Tizi-Ouzou est caractérisé par une période humide

s'étalant de mois d'Octobre à Avril et une période sèche qui s'étale sur une période de six mois allant du mois de Mai au mois d'Octobre.

### 3.4.6. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) élaboré par Emberger en 1930 est spécifique au climat méditerranéen. Il tient compte des précipitations et des températures. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q_2 = 100.P / (M+m) (M-m)/2$$

Cette formule a été simplifiée pour la méditerranée par STEWART (1969) :

$$Q_3 = 3,43. P / (M-m)$$

$Q_3$  : quotient pluviométrique.

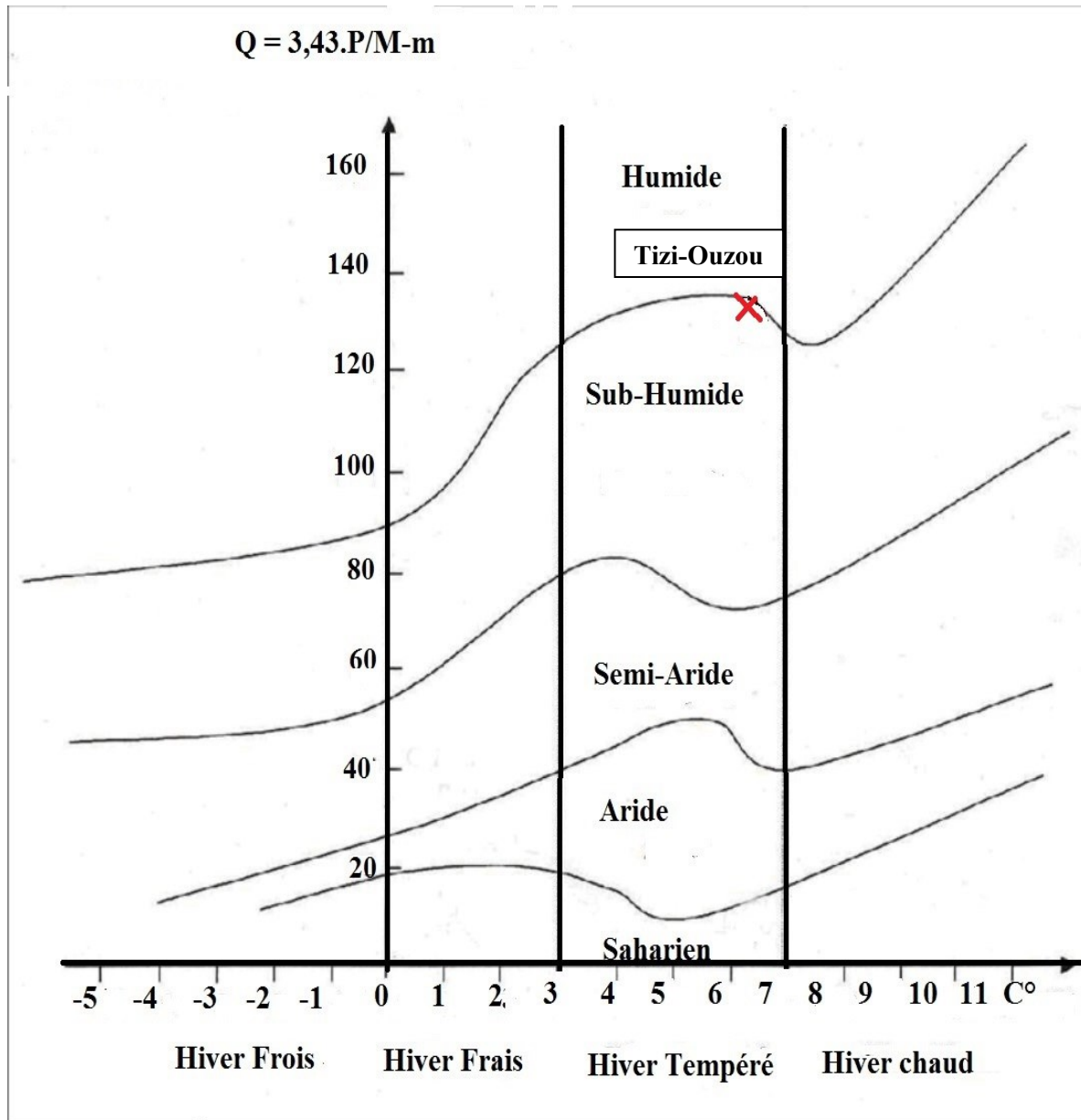
$P$  : précipitations annuelles (mm).

$M$  : température maximale du mois le plus chaud (°C).

$m$  : température minimale du mois le plus froid (°C).

$$Q_3 = 3,43. 814,28 / (26,8 - 6,5)$$

$$Q_3 = 137,1$$



**Figure 8 :** Climagramme d'Emberger de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Selon nos calculs, le  $Q_3$  de la commune de Tizi Ouzou est de 137,16. Sa projection sur le climagramme d'Emberger situe notre région d'étude dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré.

# **Chapitre III**

Matériel et méthodes

Pour réaliser un inventaire qualitatif de la flore au niveau de la région de Tizi-Ouzou, nous avons choisi trois stations selon la différence climatique et altitudinale. Notre travail est subdivisé en deux parties, dont la première est la récolte des espèces végétales sur le terrain et une deuxième partie réalisée au laboratoire.

### 1. Matériel et outils utilisés

Afin de réaliser notre échantillonnage, nous avons utilisé le matériel suivant (Fig.9).



**Figure 9 :** Matériels d'échantillonnage (original, 2022).

- Des sacs en plastique bien étiquetés pour assurer le transport des échantillons.
- Un piochant.
- Truelle ronde.
- Mètre ruban.

### 2. Méthode d'échantillonnage des sols

Les prélèvements des sols (1Kg) ont été effectués au mois d'Avril, au niveau de chaque station à l'aide d'un piochant sur une profondeur de 20 cm, puis mis dans des sachets étiquetés (Fig.10).



**Figure 10** : Méthode d'échantillonnage du sol (original, 2022).

### 3. Méthode d'échantillonnage de la flore

La récolte des espèces végétales a été effectuée au hasard durant la période allant du mois d'Avril au mois de Mai, où l'aire minimale d'échantillonnage a été fixée une fois qu'il n'y est plus apparition de nouvelles espèces à partir d'un échantillonnage préliminaire. Au niveau de Redjaouna et Sidi Ali Bounab l'aire minimale d'échantillonnage est déterminé par  $3\text{m}^2$  alors que à Mizrana nous nous sommes arrêté à  $1\text{m}^2$  suite à l'absence d'apparition de nouvelles espèces végétales (Fig.11). Les espèces récoltées sont photographiées et identifiées.



**Figure 11** : Méthode d'échantillonnage des plantes (original, 2022).

#### 4. Identification des espèces végétales récoltées

L'identification des espèces végétales récoltées a été faite au laboratoire par Monsieur Asla enseignant au département de biologie de l'UMMTO, et Plantnet qui est une application d'identification des espèces végétales que nous avons utilisé pour la détermination des plantes.

#### 5. Analyses physico-chimiques du sol

##### 5.1. Analyses chimiques du sol

Les propriétés chimiques d'un sol conditionnent son fonctionnement biologique. Toutes perturbations de ces propriétés (naturelle ou anthropiques) peuvent engendrer une réduction de la qualité biologique du sol et par voie de conséquence induire un dysfonctionnement de l'écosystème terrestre (Gros, 2004).

##### 5.1.1. pH

Le pH représente l'acidité de la solution du sol exprimée par la quantité d'ions  $H^+$  libre qu'elle contient. Il est mesuré au PH mètre avec un rapport sol/eau de 1/5. suivant la formule :

$$H = \text{Log} (1/H^+) p$$

Le protocole expérimental illustré par (Fig.12) est le suivant :

- Peser 10g de sol fin tamisé à 2mm.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée.
- Agiter pendant 10 min dans un agitateur va et viens.
- Laisser repose pendant 2h.
- Mesurer le pH des échantillons avec un pH-mètre déjà étalonné.

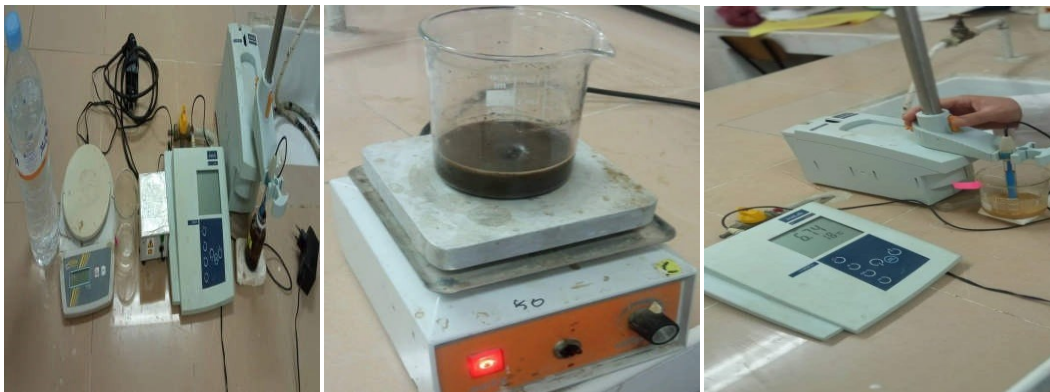


Figure 12 : matériel utilisé pour mesurer le pH (original, 2022).

### 5.1.2. Calcaire total

Le calcaire est la quantité de calcaire sous forme de carbonates dosée par destruction à l'acide chlorhydrique (Tebbiche, 2022). Afin de doser le calcaire total (Fig.13), nous avons entrepris le protocole suivant :

- Peser 1g du sol fin tamisé et le mettre dans un bécher de 250ml.
- Ajouter 20ml d'acide chlorhydrique (1N).
- Amener le volume à plus ou moins 100ml par ajout d'eau distillé.
- Porter les béchers sur le bain de sable à 60°C et agiter de temps à autre pendant 45min.
- Laisser bouillir pendant 3min.
- Après refroidissement, filtrer dans une fiole de 250ml.
- Bien laver le sol.
- Ajuster avec l'eau distillée à 250 ml.
- Prélever 100ml du filtrat et porter dans un bécher de 400ml.
- ajouter 4 gouttes de phénolphtaléine à 2%.
- titrer le reste d'acide chlorhydrique par la soude 1N jusqu'à l'obtention de la couleur rouge violacé.

Les étapes du dosage du calcaire total illustré par la figure 13.



**Figure 13** : étapes du dosage de calcaire total (original, 2022).

Le calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique, où son taux est donné par la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3(\%) = (V_t - V_e) * 12,5$$

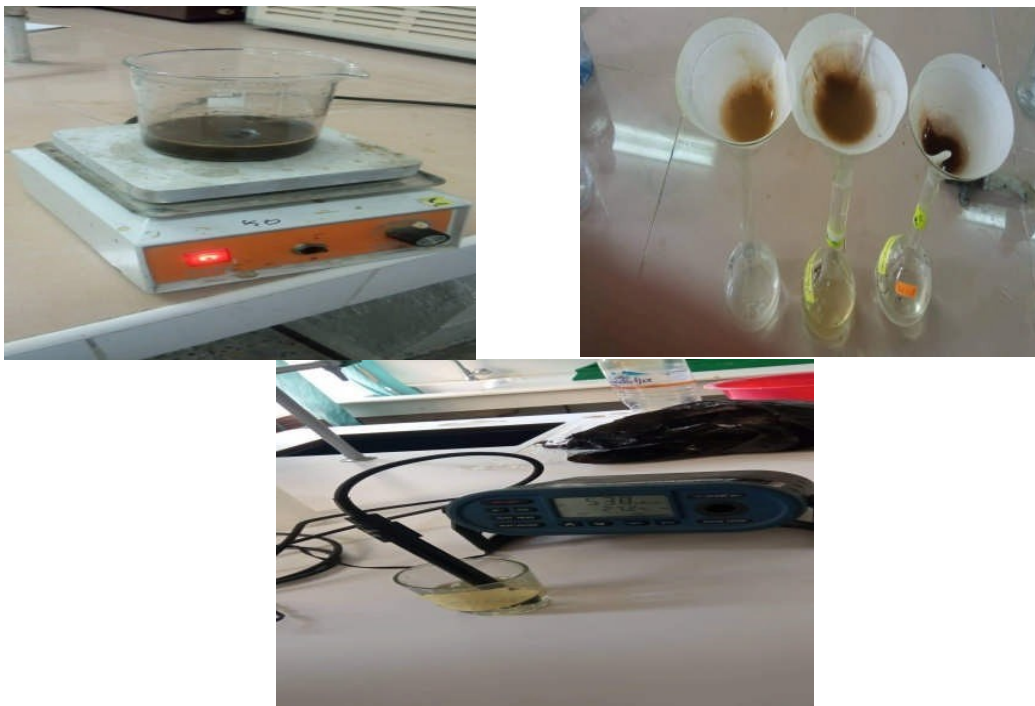
**V<sub>t</sub>** : volume témoin.

**V<sub>e</sub>** : volume échantillon.

### 5.1.3. Conductivité électrique (CE)

La Conductivité électrique (CE) est déterminée à l'aide d'un conductimètre sur un extrait aqueux au 1/5 du sol. Pour mesurer cette (CE) nous avons suivi les étapes suivantes illustrées par (Fig.14) :

- Peser 20g du sol tamisé à 2mm.
- Ajouter 100ml d'eau distillé.
- Agiter pendant 2min avec un agitateur va et vient.
- Laisser reposer pendant 30 min.
- Filtrer la solution jusqu'à l'obtention d'un filtrat clair.
- Mesurer la CE avec un conductimètre.



**Figure 14 :** Etapes de mesure de la Conductivité électrique (original, 2022).

### 5.1.4. Matière organique

C'est une mesure de la qualité des résidus en décomposition, exprimée en pourcentage (%). Afin de mesurer la matière organique des trois échantillons nous avons entrepris le protocole suivant illustrer par (Fig.15) :

- Chauffer les creusets durant 16h dans le four à 550°C.
- Peser les creusets vides  $M_0$ .
- Introduire 5g du sol.
- Mettre à l'étuve à 220°C durant 16H et notes le poids  $M_1$ .
- placer les creusets dans le four à 450°C pendant 4h.
- peser les creusets et note le poids  $M_2$ .



**Figure 15 :** matériels utilisé pour mesuré la matière organique (original, 2022).

Dans le cas général, le taux de matière organique est approximativement obtenu par la formule suivante :

$$\text{MO. (\%)} = 1.72\text{C(\%)}$$

## 5.2. Analyse physique

La qualité physique d'un sol est étroitement liée à sa structure et sa texture, c'est-à-dire à la façon dont les constituants minéraux et organiques sont assemblés les uns par les autres (Gros, 2004).

### 5.2.1. Granulométrie

L'analyse granulométrique a pour le but de déterminer les pourcentages des différentes fractions des particules minérales constituant les agrégats, tout en permettant l'évaluation de la stabilité structurale du sol.

Le protocole est le suivant, la première étape (Fig.16) est de :

- peser 20 g de sol tamisé à 2mm, le mettre dans un bécher de 600 ml de forme haute, ajouter 50 ml d'eau oxygénée à 20 volumes et laisser reposer une nuit.



**Figure 16 :** première étape de l'analyse granulométriques (original, 2022).

La deuxième étape de l'analyse granulométrique (Fig.17) est de :

- Porter les béciers au bain de sable, couvrir le bécier d'un verre de montre et agiter périodiquement. Quand la mousse a disparu la réaction est terminée.
- Après la destruction de la matière organique, transvaser le contenu du bécier dans la fiole d'agitation, et ajouter 40 ml d'hexamétaphosphate.
- Agiter pendant 4 heures à l'agitateur rotatif, et transvaser la suspension dans une éprouvette de 1 litre contenant 40 ml d'hexamétaphosphate et ajuster avec l'eau distillée.



**Figure 17:** deuxième étape de l'analyse granulométrique (original, 2022).

La troisième étape de l'analyse granulométrique (Fig.18) est de :

- Assurer une remise en suspension totale des particules par une agitation à l'aide d'une tige de verre, faire partir le chronomètre et noter le temps.

- Prélever à l'aide de la pipette de Robinson après le temps de sédimentation nécessaire et à la profondeur retenue.



**Figure 18 :** Troisième étape de l'analyse granulométrique (original, 2022).

Enfin, la dernière étape (Fig.19) est de :

- Récupérer le contenu de la pipette dans une capsule tarée et faire sécher à l'étuve à 105°C.



**Figure 19:** quatrième étape de l'analyse granulométrique (original,2022).

### 5.3. Analyse écologique

Pour le traitement de nos résultats, nous avons utilisé les indices écologiques pour caractériser la flore inventoriée.

#### 5.3.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique (S) est l'un des paramètres fondamentaux qui caractérise un peuplement. Il représente le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (RAMADE, 1984).

#### 5.3.2. Abondance relative des espèces (Ar %)

L'indice de l'abondance relative des espèces dans un peuplement, caractérise la diversité floristique d'un milieu donné. C'est un pourcentage des individus d'une espèce donnée par rapport au nombre total de l'ensemble des individus de peuplement considéré (Djaoz, 1971).

L'abondance relative des espèces est estimée par la formule suivante (blondel, 1975) :

$$Ar (\%) = Ni/N \times 100$$

Ar : abondance relative de l'espèce prise en considération.

Ni : nombre des individus d'une espèce.

N : nombre totale des individus de toutes les espèces confondues.

#### 5.3.3. Equitabilité

L'indice d'équitabilité correspond au rapport entre la diversité observée (H') et la diversité maximale (H' max) (Blondel, 1979). Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = H'/H'max$$

Avec H max= log S où S est la richesse totale.

D'après RAMADE (1982), l'équitabilité varie de 0 à 1. Si E tend vers 0, ça signifie qu'il y a dominance de quelques espèces ; mais si E tend vers 1, toutes les espèces présentent la même dominance.

### 5.4. Analyse statistique

Des analyses en composantes principales (ACP) ont permis d'observer simultanément les relations entre plusieurs caractéristiques physico-chimiques des sols et une classification ascendante (CAH) qui a permis de classer les individus et les stations d'études.

#### 5.4.1. Analyse en composantes principales (ACP)

Proposée par Robert en 1989, c'est une méthode essentiellement descriptive des données quantitatives qui permet de représenter, sous forme de graphiques, le maximum d'informations contenues dans un tableau de données tout en minimisant les pertes d'informations (Saporta, 1996).

#### 5.4.2. Classification ascendante hiérarchique

La classification ascendante hiérarchique est une méthode qui permet de détecter des classes de formes diverses, selon la distance. Elle a l'avantage qu'elle permet de classer des individus, des variables et encore des centres de classes obtenues en sort d'un algorithme des centres mobiles (Tufféry, 2012).

# **Chapitre IV**

Résultat et discussion

L'analyse des résultats est une étape déterminante afin d'en tirer hypothèse, certitude et conclusion sur les facteurs influençant les variations ou la confirmation d'absence de relation entre le sol et la végétation.

### 1. Analyses physico-chimiques des sols

Les résultats des analyses physico-chimiques des sols des stations étudiées (Redjaouna, Mizrana et Sidi Ali Bounab), sont indiqués dans les tableaux (2 et 5) et dans les figures 20-23.

#### 1.1. Granulométrie

Les résultats des analyses granulométriques des trois stations étudiées sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Résultats de l'analyse granulométrique.

Sols	Argile (%)	Limon fin(%)	Limon grossier (%)	Sable fin(%)	Sable grossier (%)	Texture
Redjaouna	16.18	27.36	22.34	11.68	22.44	LS
Mizrana	09.08	19.26	33.97	11.56	16.13	LS
Sidi Ali Bounab	17.37	40.06	01.53	18.04	23	LS

D'après le triangle texturale (USDA) de l'annexe 1, la texture du sol de nos stations d'étude est identique, il est d'une texture limono-sableuse.

#### 1.2. Résultats des analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques des trois stations étudiées sont présentés dans la tableau 3.

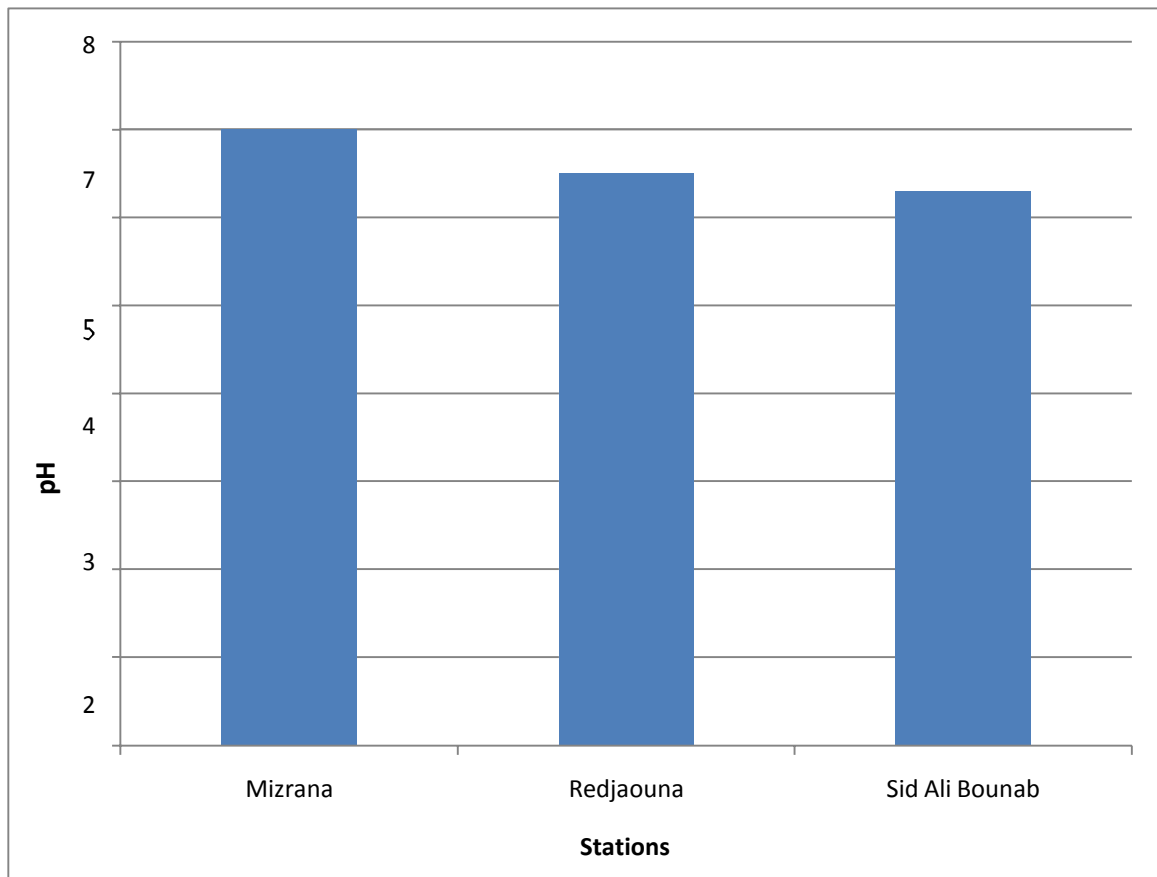
**Tableau 3 :** Résultats d'analyses chimiques du sol des trois stations d'étude

Stations	Paramètres Chimiques	pH	Conductivité électrique (%)	Calcaire totale(cm/m)	Matière organique (%)
	Redjaouna		6.5	244	13.75
Mizrana		7	541	1.88	8.151
Sidi Ali Bounab		6.3	111.1	5.63	8.001

### 1.2.1 pH

Le pH est une mesure physico-chimique indicatrice des déversements anormaux d'un rejet fortement basique ou acide.

Les résultats obtenus dans (Fig.20) représentent la variation des valeurs du pH du sol dans les trois stations étudiées Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab.

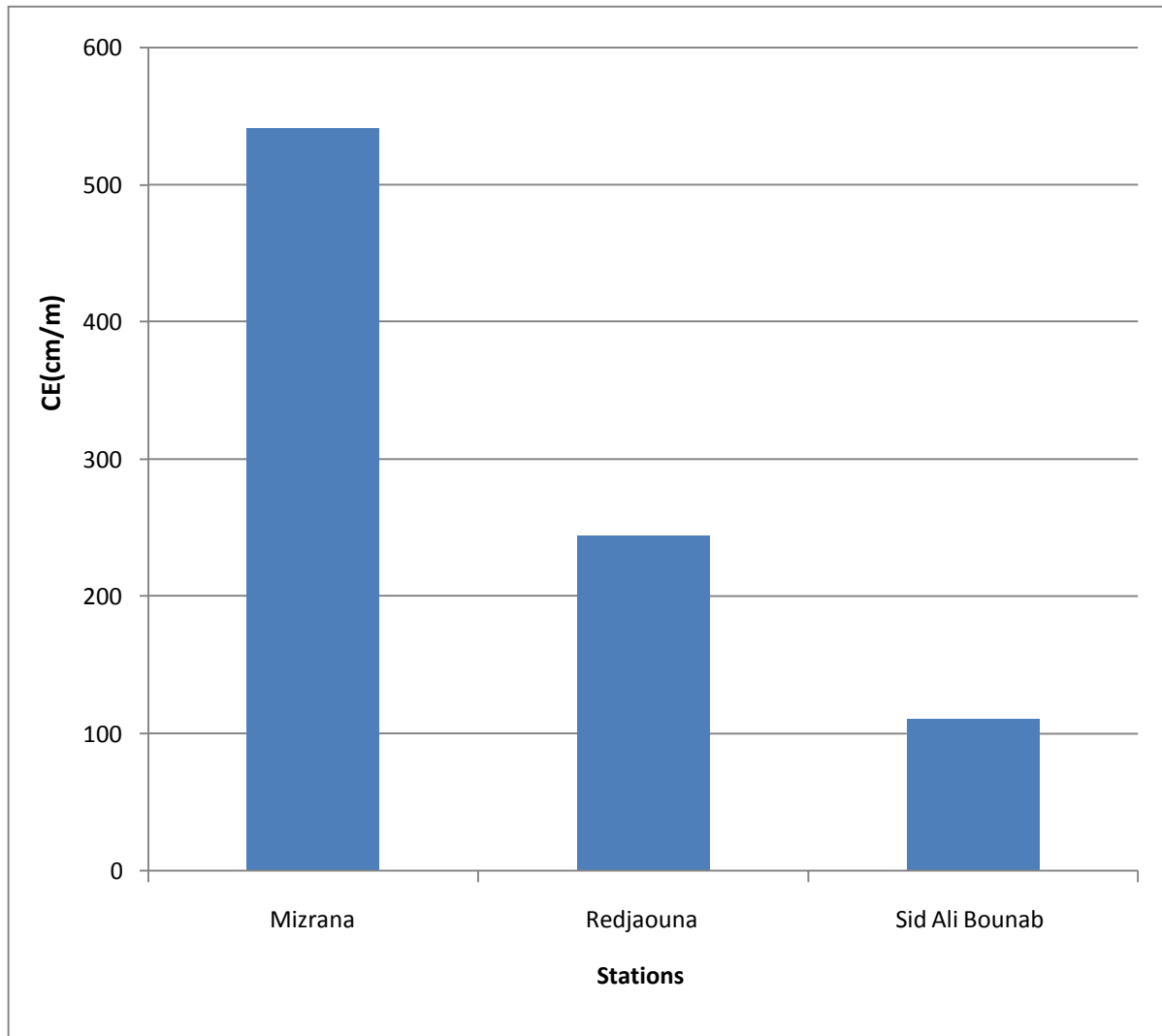


**Figure 20** : Variation du pH dans la région d'étude (Mizrana, Redjaouna et Sid Ali Bounab).

Selon les résultats obtenu, il ressort que le pH obtenu dans les différentes stations étudiées tant vers la neutralité, il varie entre 6.3 et 7 où le maximum est enregistré à Mizrana (pH = 7) et le minimum à Sidi Ali Bounab (pH = 6,3).

### 1.2.2. Conductivité électrique

Les résultats obtenus dans (Fig.21) représentent l'analyse chimique des sols, réalisée avec les moyennes de la conductivité électrique des trois stations étudiées.

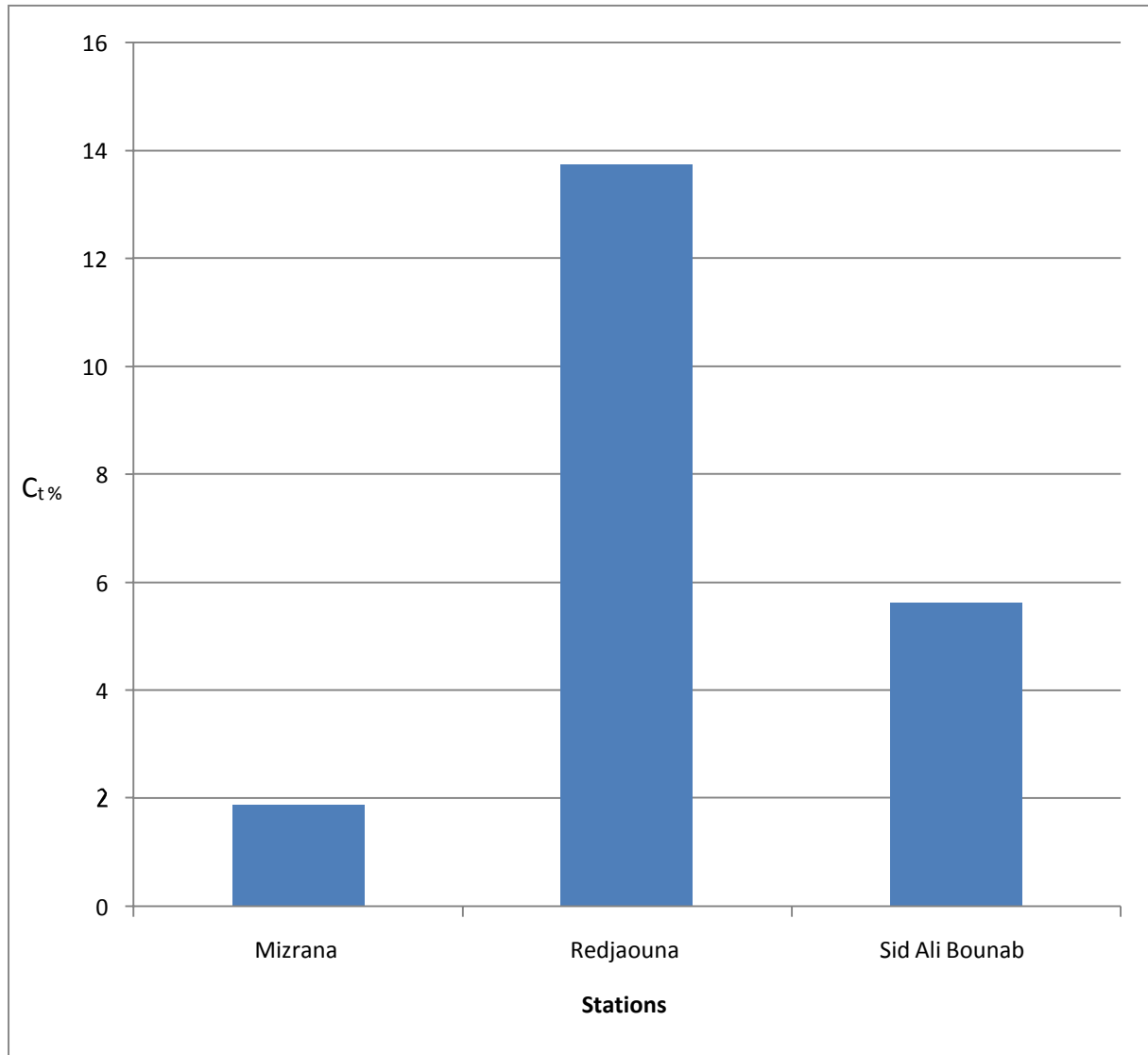


**Figure 21 :** Variation de la conductivité électrique des sols étudiés dans les trois stations (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).

Les résultats obtenus montrent que la valeur de la conductivité électrique du sol de Mizrana est la plus élevée avec une valeur de 541ms/m tant dit que celle observée dans le sol de Redjaouna et Sidi Ali Bounab est faible, elle est d'une teneur de 111.1 ms/m.

#### 1.2.4. Calcaire total

La variation des teneurs du calcaire total obtenues dans nos stations d'étude sont illustrées dans (Fig.22).

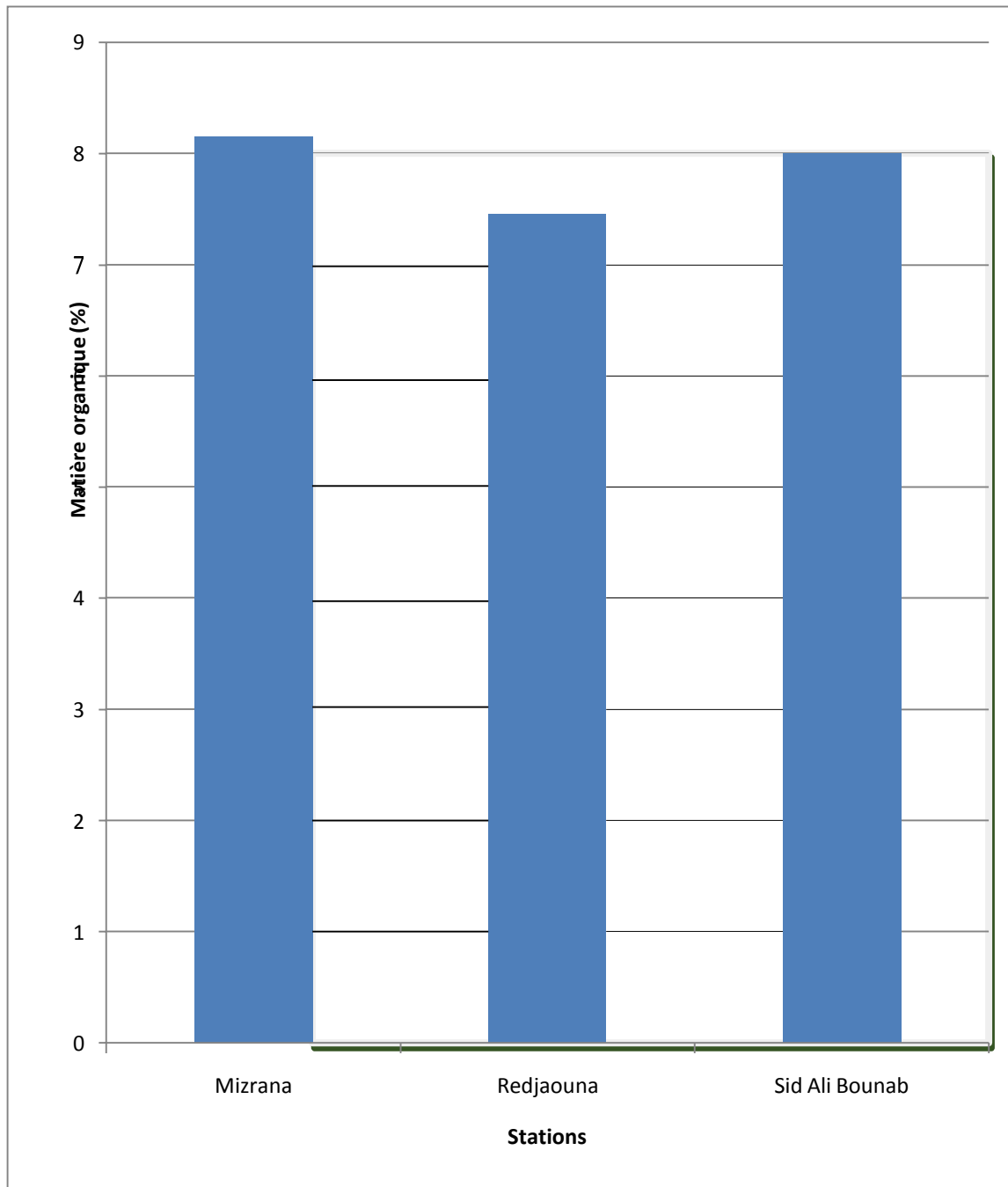


**Figure 22 :** Variations des teneurs du calcaire total des sols étudiés (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab)

Les résultats obtenus montrent que la valeur du calcaire total du sol de Redjaouna est la plus importante avec une teneur de 13,75% tant dit que celle observée dans le sol de Mizrana est faible, elle est d'une valeur de 1,88%.

### 1.2.5. Matière organique

La variation des teneurs en matière organique dans les sols étudiés est illustrée dans (Fig.23).



**Figure 23 :** Variation des teneurs de la matière organique des sols étudiés dans les trois stations d'étude (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).

Les résultats obtenus montrent que le taux de matière organique est plus important dans la station de Mizrana avec une quantité de 8,15% alors que la valeur minimale est celle enregistrée à Redjaouna (7,45%).

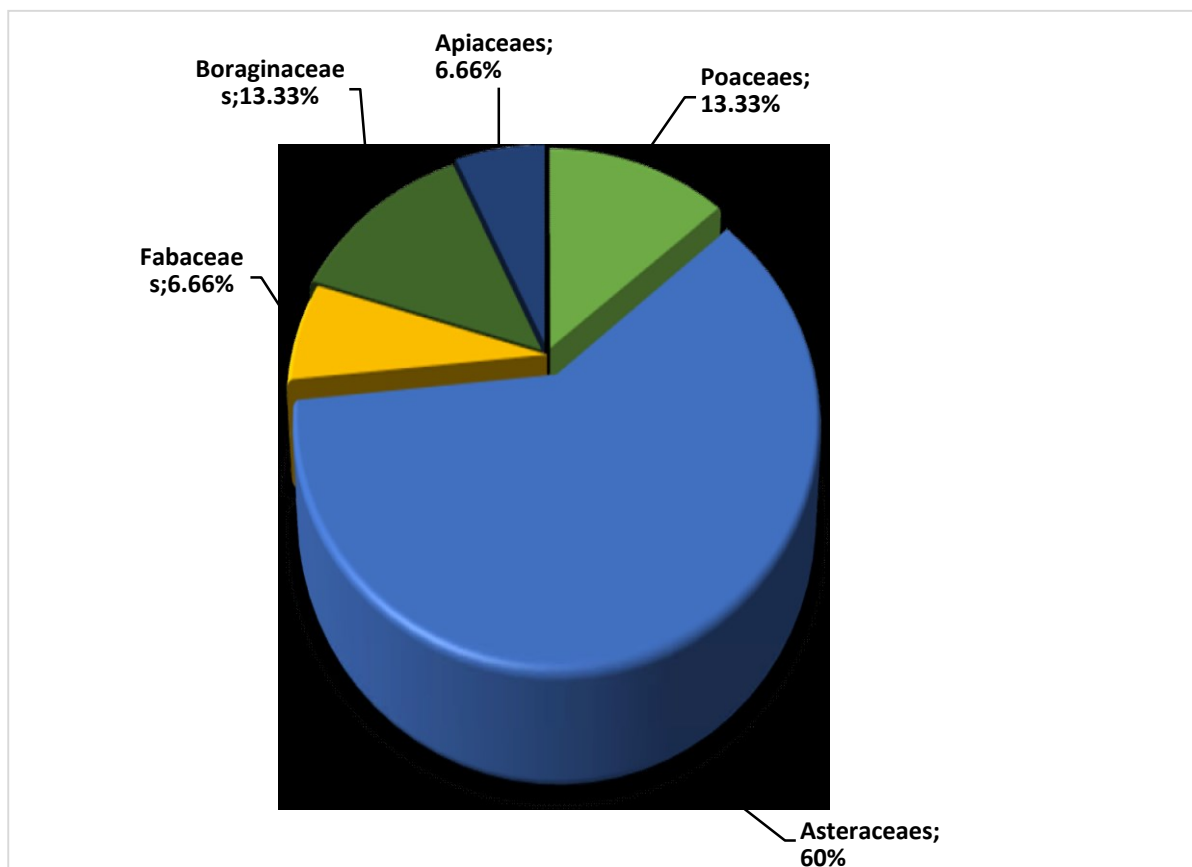
## 2. Analyse écologique

- 1<sup>ère</sup> station : Mizrana

La flore de notre région d'étude englobe plusieurs espèces de végétaux spontanés. Les espèces végétales inventoriées sont classés par règne, division, classe, ordre, famille, genre affectés à chaque espèce.

### 2.1. Abondance Relative 1<sup>ère</sup> station : Mizrana

Les résultats de l'abondance relative obtenus après inventaire qualitatif des familles des espèces végétales récoltées dans la station de Mizrana sont illustrés dans la figure 24.

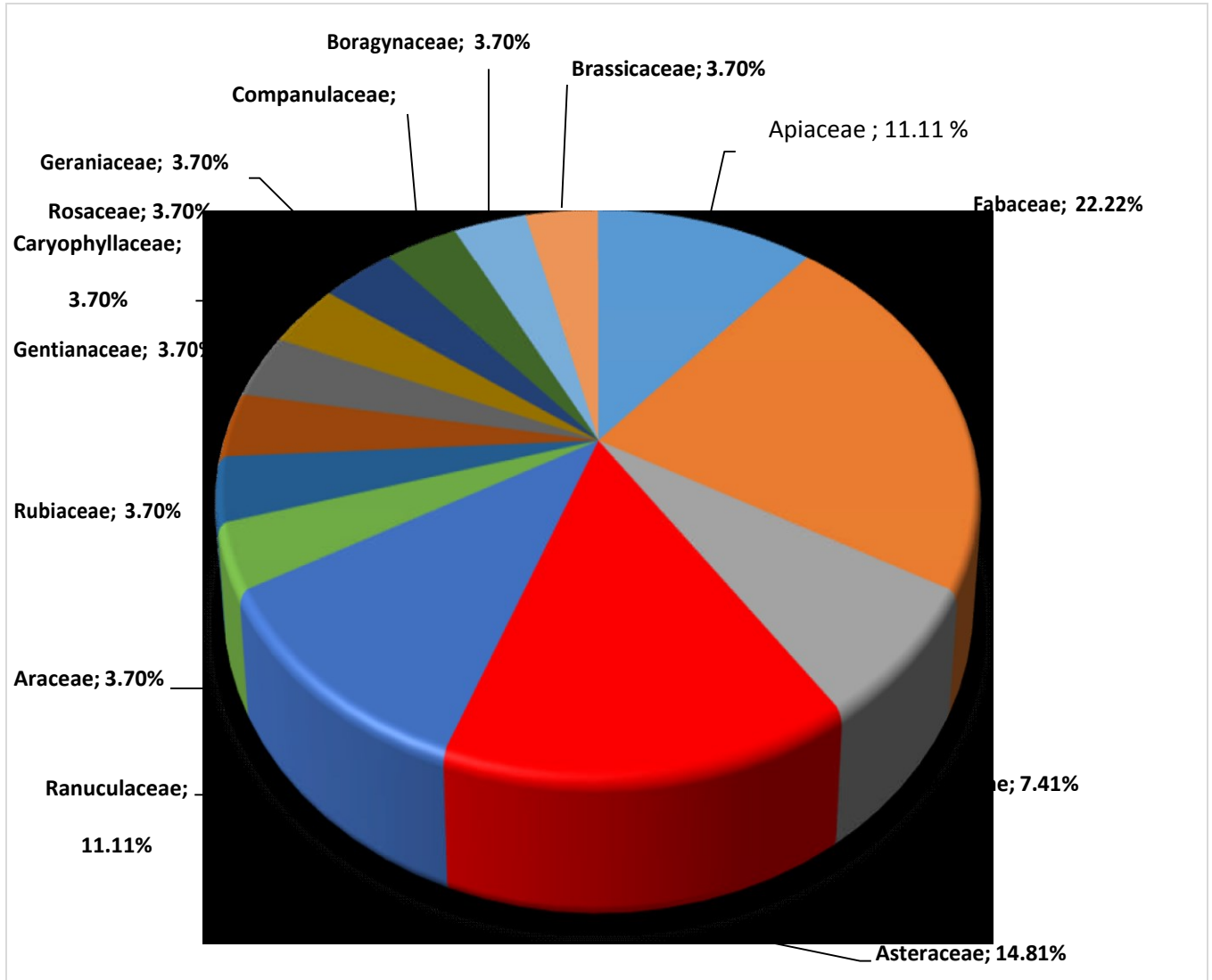


**Figure 24** : Abondance relatives des familles des espèces végétales à la station de Mizrana.

D'après (Fig.24), la station de Mizrana est riche en Asteraceae, Poaceae, Boraginaceae, Apiaceae et Fabaceae où dominent les Asteraceae, avec 60%, qui renferment 9 espèces (*Taraxum dens lionis*, *Sonchus asper*, *Camomilla sp*, *Galactites tomentosa*, *Cichorium intybus* et *Scolymus hispanica*). Les Apiaceae et Fabaceae sont les familles les moins abondantes avec un taux de 6,6% et qui ne présentent qu'une seule espèce respectivement *Oenanthe sp* et *Vicia sp*.

- 2<sup>eme</sup> station : Redjaouna.

Les résultats obtenus de l'abondance relative des familles végétales de la station de Redjaouna sont illustrées dans (Fig.25).



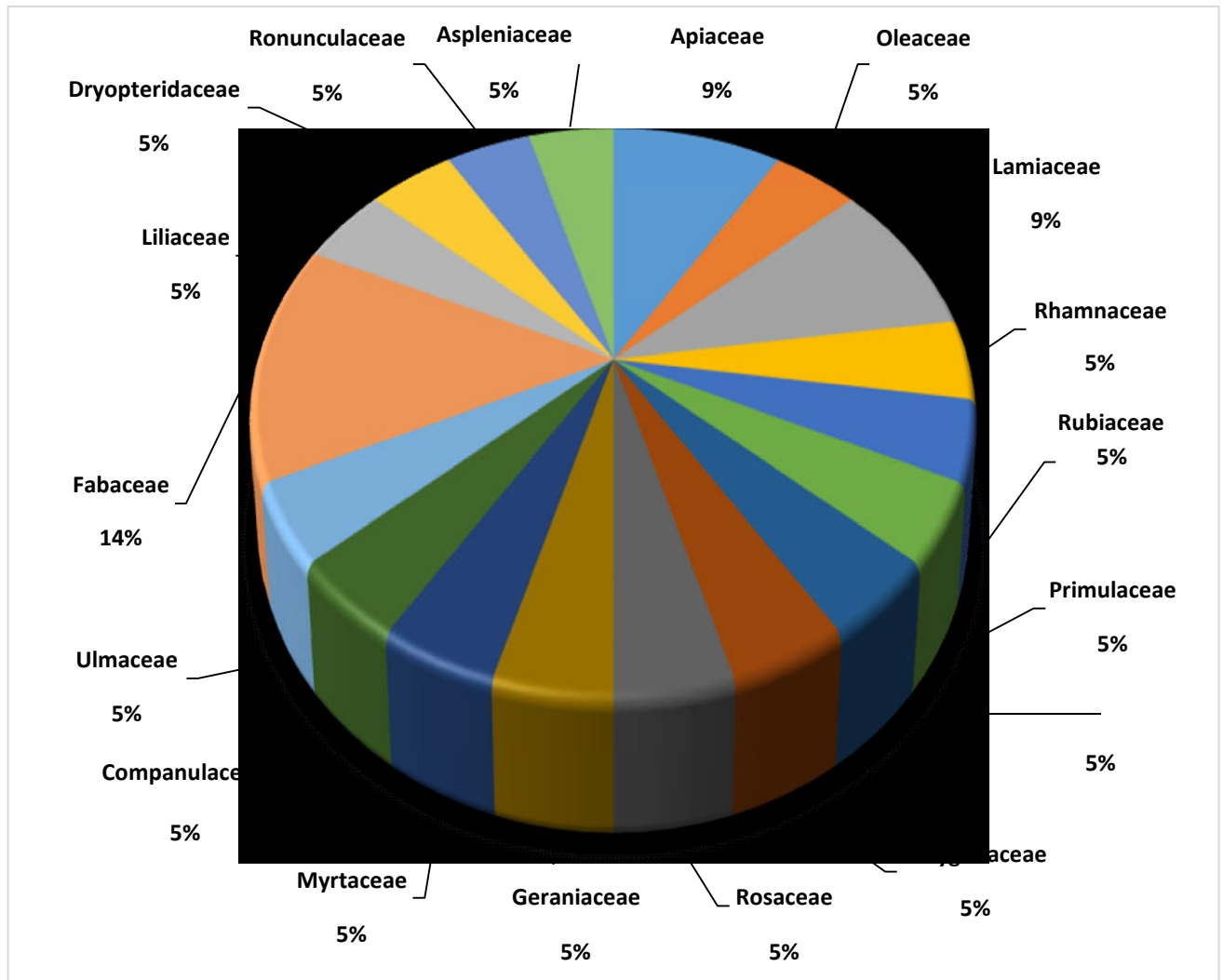
**Figure 25 :** Abondance relative des familles végétales de la station de Redjaouna.

D'après (Fig.26), la station de Redjaouna est riche en Fabaceae, Asteraceae, Ranunculus, Apiaceae, Poaceae, Araceae, Rubiaceae, Gentianaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Geraniaceae, Companulaceae, Boraginaceae Et Brassicaceae, avec la prédominance de la famille des Fabaceae qui est représentée avec un taux de 22.22%, correspondant à 05 espèces (*Lotus sp*, *Vicia sp*, *Vicia hirsuta*, *Trifolium repens* et *Tetragonolobus psophocarpus*). Les familles les moins abondantes apparaissent avec un faible taux (3.70%) telles que les Araceae (*Arum vulgare*, les Rubiaceae (*Rubia*

*perrigrinna*), les Gentinaceae (*Bachstonia perfoliatea*), les Caryophyllaceae (*Cerastium semidcandrum*), les Rosaceae (*Rosas emperviens*) , les Geraniaceae (*Geranium robertianum*), les Comanulaceae (*Companula rapunculus*), les Boraginaceae (*Echium austral*) et les Brassicaceae (*Synapis arvensis*).

• 3<sup>ème</sup> station: Sidi Ali Bounab.

Les résultats de l'abondance relative obtenus après inventaire qualitatif des familles des espèces végétales récoltées dans la station de Sidi Ali Bounab sont illustrés dans(Fig.26).



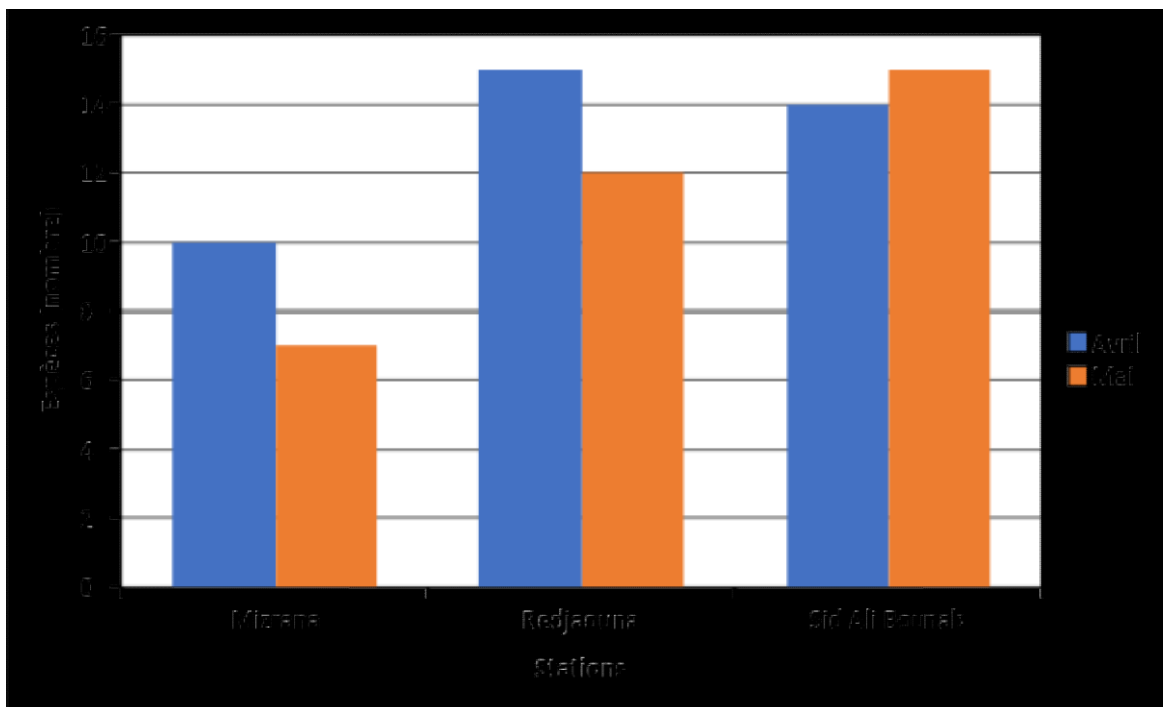
**Figure 26 :** Abondance relative des familles des espèces végétales à la station de Sidi Ali Bounab.

La figure 26 représente l'abondance relative des familles des espèces végétales au niveau de la station de Sidi Ali Bounab qui est riche en Fabaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Primulaceae, Asteraceae, Polypogonaceae, Rosaceae, Geraniaceae, Myrtaceae, Compositaceae, Ulmaceae, Liliaceae, Dryopteridaceae, Ranunculaceae et Asplaniaceae. La famille des Fabaceae prédomine avec un taux de 14%, qui est représentée avec 03 espèces (*Trifolium repens*, *Trifolium sp* et *Trifolium compestre*). Les familles les moins abondantes sont les Asteraceae(*Taraxacum dens leonis*), les

Polygonaceae (*Rumex sp*), les Rosaceae (*Craetegus monogyna*), les Geraniaceae (*Geranium robertianum*), les Myrtaceae (*Myrtus communis*), les Complanulaceae (*Companula ropunculus*), les Ulmaceae (*Ulmus pumella*), les Liliaceae (*Asparagus acutifolius*), les Primulaceae (*Anagallis arvensis*), les Rubiaceae (*Rubia perrigrina*), les Dryopteridaceae (*Dryopteris felixmass*), les Dioscoreaceae (*Tamus communis*), les Ranunculaceae (*Ranunculus sp*), les Aspleniaceae (*Asplenium adiantum*), les Oleaceae (*Olea europea*) et les Rhamnaceae (*Rhamnus alaternus*) avec un taux similaire de 5%.

## 2.2. Richesse spécifique

Les résultats de la richesse spécifique des espèces végétales récoltées dans les stations d'étude sont illustrés par (Fig.27) et les tableaux (4, 5 et 6).



**Figure 27 :** La richesse spécifique mensuelle de mois d'avril et mai dans les stations étudiées (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).

Selon la figure 27, les résultats de l'échantillonnage révèlent la présence d'un totale de 53 espèces floristique dans les différentes stations étudiées. Il ressort que la richesse spécifique durant le mois d'Avril est plus élevé dans les stations étudiées Redjaouna et Sidi Ali Bounab respectivement de 15 et 14 espèces. En mois de Mai, les stations de Mizrana et Redjaouna ont un faible nombre d'espèces respectivement 7 et 12 espèces. Nous constatons que ces espèces dépendent de leur milieu de vie parla disponibilité de

---

Certains facteurs édaphiques principalement l'humidité, la texture, la MO et le pH. Suite aux conditions climatiques favorables et défavorables.

### 2.2.1. La richesse spécifique de la station de Mizrana

Les résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues dans les trois stations étudiées sont présentés dans le tableau 4.

**Tableau 4 :** Résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues dans la station de Mizrana durant mois d'Avril et Mai.

règne	division	classe	ordre	famille	genre	Espèce	avril	mai	
Plantae	Magnoliophyt a	Liliopsida	Cyperales	Poaceae	Hordeum	<i>Hordeum mirinum</i>	+	-	
		Equisetopsida	Poales		Polypogon	<i>Polypogon monspeliensis</i>	+	-	
		Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae		Taraxacum	<i>Taraxacum denslionis</i>	+	-
						Sonchus	<i>Sonchus asper</i>	+	-
						Cichorium	<i>Cichorium intybus</i>	-	+
						Leontodon	<i>Leontodon hispidus</i>	+	-
						Scolymus	<i>Scolymus grandiflorus</i>	+	-
						Inula	<i>Inula viscosa</i>	+	+
						Chamaemelum	<i>Camomilla sp</i>	+	+
						Galactites	<i>Galactites tomentosa</i>	-	+
						Scolymus	<i>Scholymus hispanica</i>	-	+
						Fabales	Fabaceae	Vicia	<i>Vicia sp</i>
		Lamiales	Boraginaceae	Echium	<i>Echium australe</i>	-	+		
		Boraginales		Cynoglossum	<i>Cynoglossum officinalis</i>	+	-		
		Apiales	Apiaceae	Oenanthe	<i>Oenanthe sp</i>	-	+		

D'après les résultats obtenus dans le tableau 4, durant le mois d'Avril et Mai 15 espèces ont été recensées, appartenant à 5 familles (Poaceae Asteraceae Fabaceae, Boraginaceae, Apiceae), 6 ordre (Cyperales, Poales, Asterales, Fabales, Lamiales, Boraginales et Apiales) et sont classé en 3 classe (Liliopsida Equisetopsida et Magnoliopsida), leurs divisions sont des Magnoliophyta et du règne Plantae.



## 2.2.2. La richesse spécifique de la station de Redjaouna

Tableau 5 : Résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues de la station de Redjaouna en mois d'Avril et Mai.

Règne	Division	Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Avril	Mai		
Plantae	Streptophyta	Equisetopsida	Apiales	Apiaceae	Daucus	<i>Daucus carotta</i>	+	-		
					Eryngium	<i>Eryngium trispidata</i>	+	-		
					Ferula	<i>Ferula communis</i>	+	-		
	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabacées	Lotus	<i>Lotus sp</i>	+	-		
					Vicia	<i>Vicia sp</i>	+	-		
						<i>Vicia hirsute</i>	-	+		
					Trifolium	<i>Trifolium repens</i>	-	+		
					Psophocarpus	<i>Tetragonolobus psophocarpus</i>	-	+		
					Poales	Poacea	Brachypodium	<i>Brachypodium distachyon</i>	+	-
							Avena	<i>Avena sterilis</i>	-	+
			Asterales	Asteraceae	Echinops	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	+	-		
						<i>Echinops spinosa</i>	-	+		
					Galactites	<i>Galactites tomentosa</i>	+	+		
					Centauree	<i>Centaurea pullata</i>	+	-		
						Ranunculaceae	Ranunculus	<i>Ranunculus sp</i>	+	-

		<b>Ranunculales</b>		<i>Ranunculus palmata</i>	-	+	
			<b>Clematis</b>	<i>Clematis flammula</i>	-	+	
		<b>Arales</b>	<b>Araceae</b>	<b>Arum</b>	<i>Arum vulgare</i>	+	-
		<b>Gentianales</b>	<b>Rubiaceae</b>	<b>Rubia</b>	<i>Rubia perrigrinna</i>	+	-
			<b>Gentianaceae</b>	<b>Blackstonia</b>	<i>Blackstonia perfoliatea</i>	-	+
		<b>Caryophylla</b>	<b>Caryophyllaceae</b>	<b>Cerastium</b>	<i>Cerastium semidecandrum</i>	+	-
		<b>Rosales</b>	<b>Rosaceae</b>	<b>Rosa</b>	<i>Rosas empervirens</i>	+	-
		<b>Geraniales</b>	<b>Geraniaceae</b>	<b>Geranium</b>	<i>Geranium robertianum</i>	+	-
		<b>Campanulales</b>	<b>Companulaceae</b>	<b>Campanula</b>	<i>Campanula rapunculus</i>	-	+
		<b>Borginales</b>	<b>Boraginaceae</b>	<b>Echium</b>	<i>Echium austral</i>	-	+
		<b>Capparales</b>	<b>Brassicaceae</b>	<b>Sinapis</b>	<i>Synapis arvensis</i>	-	+

D'après le tableau 5, durant le mois d'Avril et Mai 26 espèces, appartenant à 14 familles, représentent 13 ordres (Apiales, Fabales, Poales, Asterales, Ranunculales, Arales, Gentianales, Caryophyllales, Rosales, Geraniales, Campanulales, Boraginales Et Capparales), sont classés en 2 classe Equisetospida et Magnoliopsida, leurs divisions est de Streptophyta et Magnoliophyta.

**2.2.3.La richesse spécifique de la station de Sidi Ali Bounab**

**Tableau 6 :** les résultats de l'échantillonnage des espèces obtenues de la station de Sidi Ali Bounab en mois d'avril et mai.

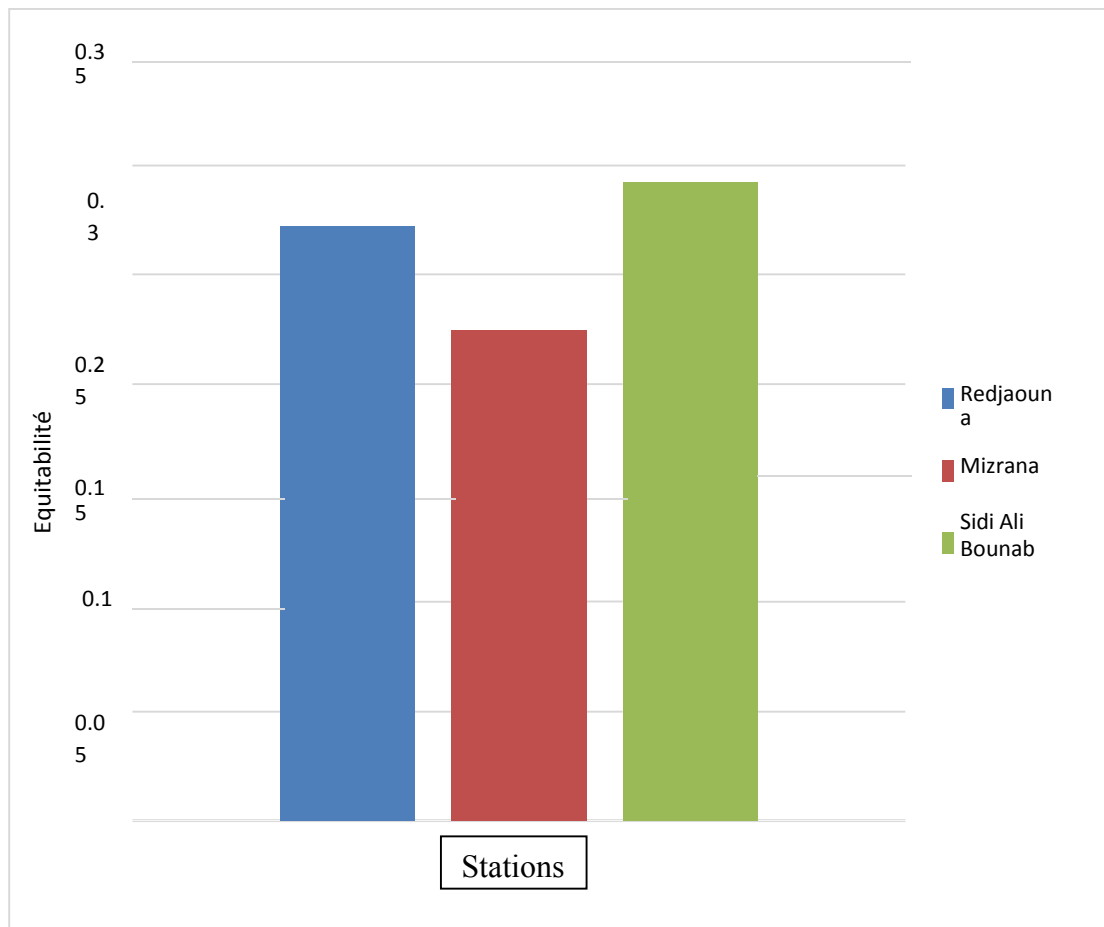
règnes	divisions	classes	ordre	famille	genre	espèce	avril	mai
Plantae	Streptophyta	Equisetopsida	Apiales	Apiaceae	Daucus	<i>Daucus carotta</i>	+	+
	Tracheophyta				Eryngium	<i>Eryngium tricuspdatum</i>	+	+
	Equisetophyta		Lamiales	Oleaceae	Olea	<i>Olea europea</i>	+	+
	Magnoliophyta	Magnoliopsida			Lamiaceae	Stachys	<i>Stachys ocymastrum</i>	-
			Menthe	<i>Mentha sp</i>	-	+		
		Rhamnales	Rhamnaceae	Rhamnus	<i>Rhamnus alaternus</i>	+	-	
		Gentianales	Rubiaceae	Rubia	<i>Rubia perigrina</i>	+	-	
		Ericales	Primulacées	Anagallis	<i>Anagallis arvensis</i>	+	-	
		Asterales	Asteraceae	Taraxacum	<i>Taraxacum dens leonis</i>	+	-	
		Ranunculales	Ranunculaceae	Ranunculus	<i>Ranunculus sp</i>	+	-	
		Polygonales	Polygonaceae	Rumex	<i>Rumex sp</i>	+	-	
		Rosales	Rosacea	Craetegus	<i>Craetegus monogyna</i>	+	+	
		Geraniales	Geraniaceae	Geranium	<i>Geranium robertianum</i>	+	+	
		Myrtales	Myrtaceae	Myrtus	<i>Myrtus communis</i>	-	+	
		Campanulales	Companulaceae	Companula	<i>Companula ropunculus</i>	-	+	
Urticales	Ulmaceae	Ulmus	<i>Ulmus pumella</i>	-	+			
Fabales	Fabaceae	Trifolium	<i>Trifolium compestre</i>	-	+			
			<i>Trifolium sp</i>	-	+			

					<i>Trifolium repens</i>	-	+
	<b>Liliopsida</b>	<b>Liliales</b>	<b>Liliaceae</b>	<b>Asparagus</b>	<i>Asparagus acutifolius</i>	+	+
			<b>Dioscoreaceae</b>	<b>Tamus</b>	<i>Tamus communis</i>	+	-
<b>Pteridophyta</b>	<b>Filicopsida</b>	<b>Polypodiales</b>	<b>Dryopteridaceae</b>	<b>Dryopteris</b>	<i>Dryopteris felixmass</i>	+	-
			<b>Aspleniaceae</b>	<b>Asplenium</b>	<i>Asplenium adiantum</i>	-	+

D'après le tableau 6, durant le mois d'Avril et Mai 23 espèces sont recensées, appartenant à 19 familles, 16 ordre( Apiales, Lamiales, Rhamnales, Gentianales, Ericales, Asterales, Ranunculales, Polygonales, Rosales, Geraniales, Mytrales, Campanulales, Urticales, Fabales, Liliales et Polypodiales). Elles sont classées en 4 classes (Equisetopsida, Magnoliopsida, Liliopsida et Filicopsida), 5 divisions (Streptophyta, Tracheophyta, Equisetophyta, Magnoliophyta et Pteridophyta).

### 2.3. Equitabilité

L'équitabilité ou l'indice de diversité est calculé pour les trois stations étudiées (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab) où les résultats sont représentés dans la figure 28.



**Figure 28** : Equitabilité de distribution des espèces végétales des stations (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab).

D'une manière générale, l'équitabilité augmente avec le nombre d'espèces, c'est-à-dire qu'un indice faible est la conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou la dominance de quelques espèces.

Selon (Fig.28), nous constatons que l'équitabilité est inférieure à 1 pour les trois stations avec un pic de 0.29 à Sidi Ali Bounab et un minimum de 0.22 à Mizrana suite à un faible nombre d'espèces.

3. Analyses statistiques

3.1. Analyse en Composantes Principales (ACP)

Notre étude réalisée sur les trois stations : Sidi Ali Bounab, Redjaouna et Mizrana permet d'utiliser l'analyse en composantes principales (ACP). Afin d'obtenir une approche perspective (Fig.29-30).

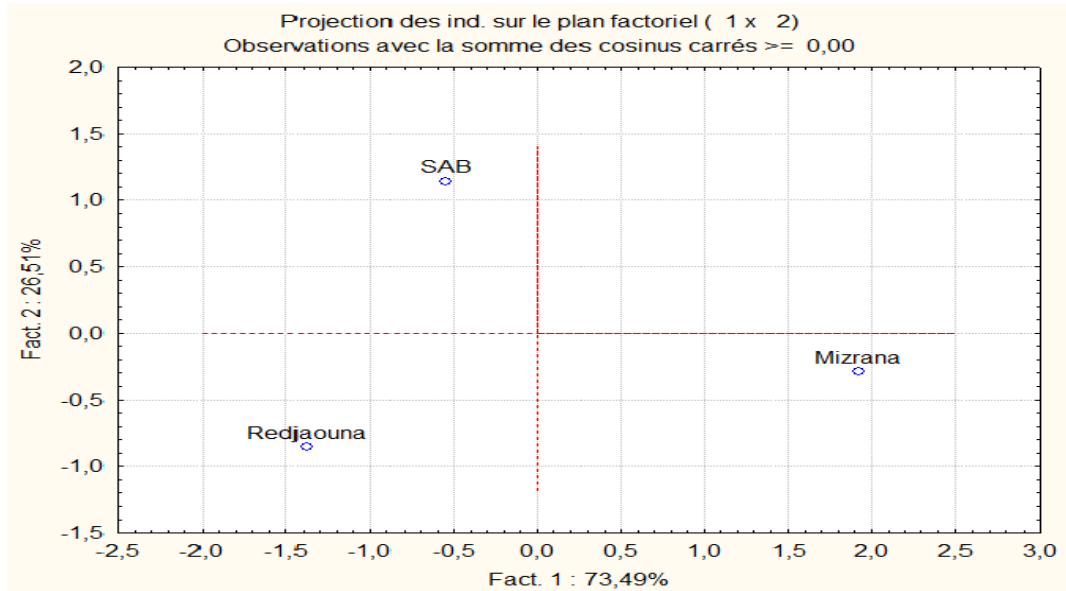


Figure 29 : ACP représentative de la distribution des stations d'étude.

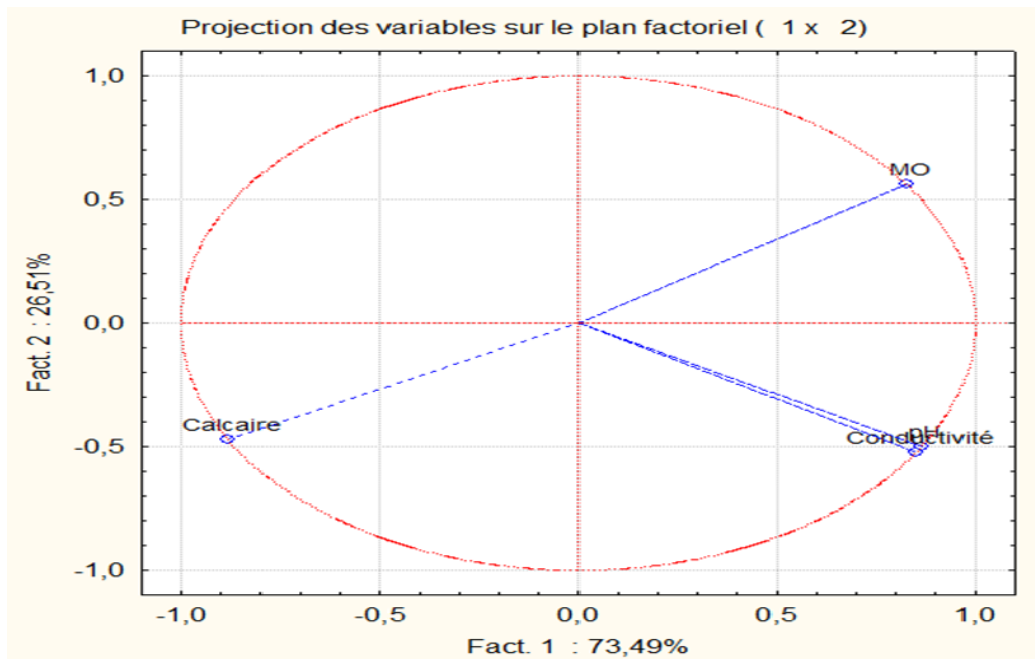
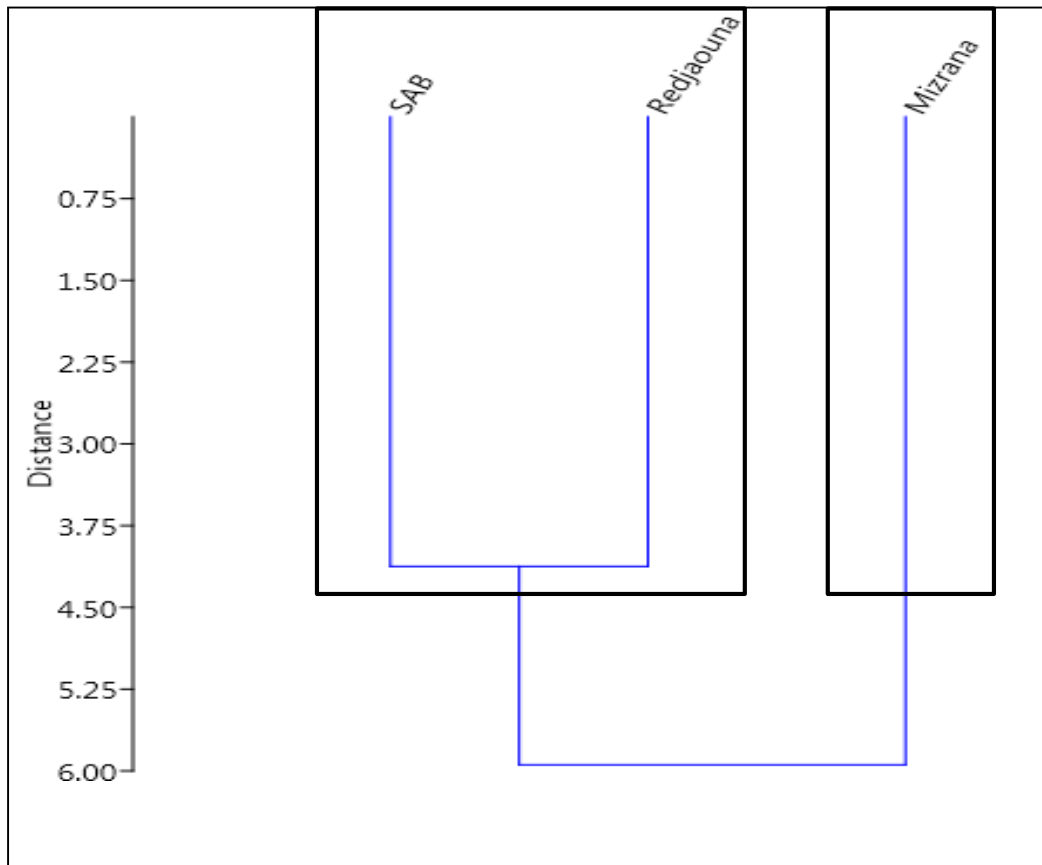


Figure 30 : ACP représentative de la distribution des variables de sol.

Ces variables de sol sont les suivants : Matière organique (%), pH, calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) et la conductivité électrique. La matière organique a été ajoutée comme variable indépendante.

L'ACP fait apparaître clairement dans l'espace (Fig.31-32) les deux facteurs significatifs  $F_1$  (axe 1 : 73,49%) et  $F_2$  (axe 2 : 26,51%) :

- la relation entre les différentes variables
- La distribution des paramètres physico-chimiques dans les stations étudiées.

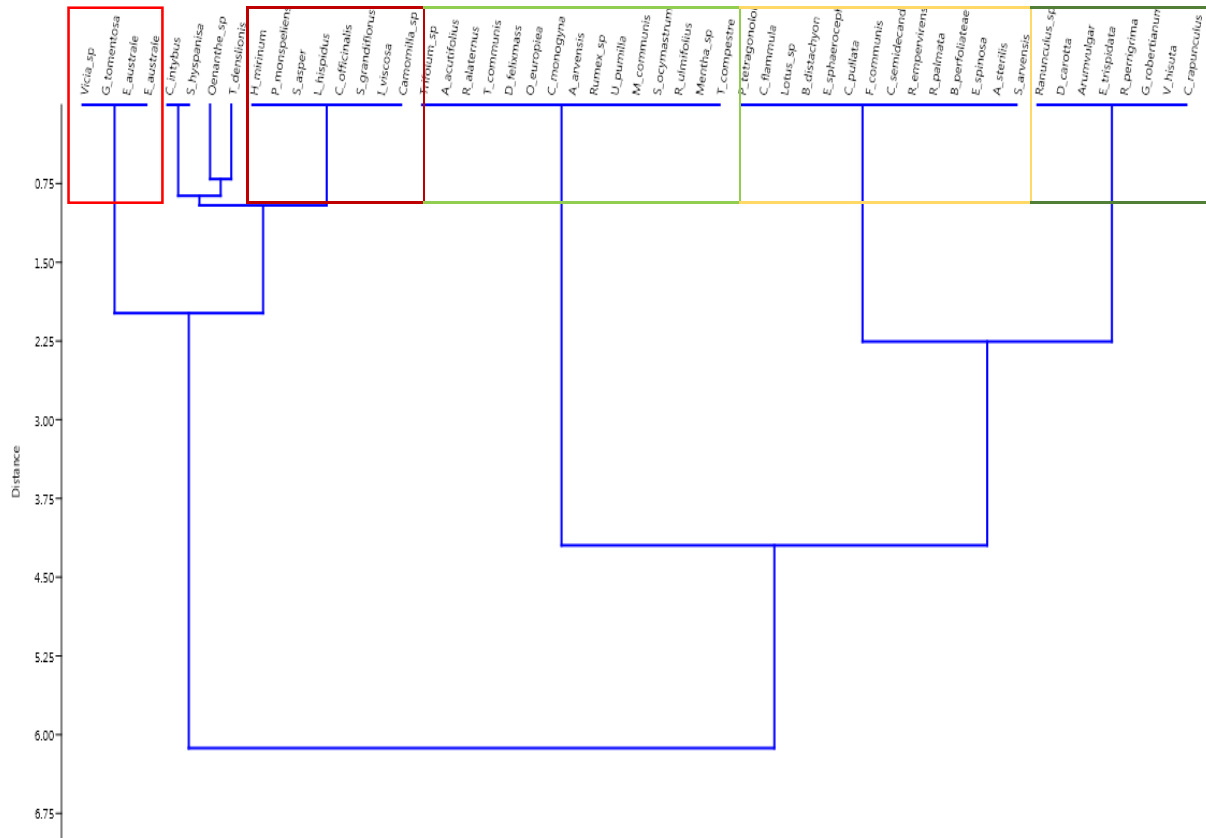


**Figure 31** : Dendrogramme visualant les relations entre les stations d'étude.

La classification ascendante hiérarchique représentée par (Fig.31) montre que les stations Sidi Ali Bounab et Redjaouana sont similaires du côté altitude et caractéristiques physico-chimiques du sol ainsi que la flore apparue le fait qu'elles sont situées en zone montagneuse, tant dit que la station de Mizrana est totalement différente suite à sa situation géographique littorale exposée aux courants d'air marins.

3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

L'ACP fournit un résumé objectif de l'ensemble des données et une classification ascendante hiérarchique (CAH) ce qui nous a permis d'identifier huit groupes homogènes (Fig.32).



**Figure 32 :** Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des groupes d'espèces végétales dans les trois stations.

La figure 32 présente la répartition des espèces végétales inventoriées selon leur apparition dans les stations étudiées ce qui fait ressortir huit groupes homogènes :

Groupe 1 : *Vicia-sp*, *Galactites tomentosa*, *Echium australe*, *Trifolium Repens* et *Asplenium adiantum*, Où les espèces de ce groupe sont les plus abondantes.

Groupe 2: *Cichorium intybus*, *Scholymus hispanica*

Groupe 3: *Oenanthe-sp.*

Groupe 4: *Taraxacum denslionis.*

Groupe 5 : *Hordeum mirinum*, *Polypogon monspeliensis*, *S. Sonchus asper*, *Leotodon hispidus*, *Cynoglossum officinalis*, *Scolymus grandiflorus*, *Inula viscosa*, *Camomilla-sp.*

Groupe 6 : *Trifolium-sp.*, *Asparagus acutifolius*, *Rhamnus alaternus*, *ferumla communis*, *Dryopteris felixmass*, *olea europea*, *Trifolium repens*, *Craetegus monogyna*, *Anagallis avensis*, *Rumex sp.*, *Ulmus pumella*, *Stachys ocymastrum*, *Mentha-sp.*, *Trifolium compestre.*

Groupe 7 : *Synapis avensis*, *Avena sterilis*, *Echinops spinosa*, *Blackstonia perfoliateae*, *Ranunculus palmata*, *Rosas emperviens*, *Cerastium flammula*, *Psophcarpus tetragonolobus*, *lotus sp.*, *Brachypodium distachium*, *echinops sphaerocephalus.*

Groupe 8 : *Ranunculus-sp.*, *Daucus carotta*, *Arum vulgare*, *Eryngium trispidata*, *Rubia perrigrina*, *Geranium robertianum*, *Vicia hirsute*, *Companula ropunculus.*

## Discussion

Les plantes sont en interactions directes avec le sol tout au long de leur existances sous l'influence des paramètres biotiques et abiotiques qui ont multiples implications en terme de genèse, d'organisation spatiale et de fonctionnement des sols, ainsi que de structuration des communautés des plantes (Freshet et *al.*, 2018). Pour cela nous avons mené notre étude dont le but est d'étudier la relation entre la végétation et la qualité physico-chimique du sol surtout que les stations sont prospectées pour la première fois.

La flore de nos stations étudiées (Mizrana, Redjaouna et Sidi Ali Bounab) est inventoriée du mois d'Avril au mois de Mai 2022, où nous avons recensé 54 espèces appartenant à 25 familles botaniques, 22 ordres, 4 classes (Liliopsida, Equidopsida, Magnoliopsida et Flicopsida), et 5 divisions du règne planteae. Nos résultats sont similaires aux résultats obtenus par Rebbas et *al.* (2010) au niveau du massif de Gouraya qui constitue l'un des points chauds de la biodiversité végétale de la Kabylie. Ainsi que Joimel et *al.* (2015) qui a réalisé son inventaire au niveau des régions françaises.

L'interprétation des résultats obtenus dans cette étude, reflète que la station de Redjaouna est la plus diversifiée avec 26 espèces où dominant la famille des Fabaceae où la croissance de ces espèces est influencée par l'altitude de cette station (650m). de même pour la station de Sidi Ali Bounab située en altitude (700m), qui révèle 23 espèces, caractérisée par la dominance des Fabaceae. Tandis que la station de Mizrana située au littoral en basse altitude (399m), fait sortir 15 espèces végétale où dominant la famille des Asteraceae, les espèces de cette station sont influencées par sa situation géographique et par le climat humide ainsi que son atmosphère qui est riche en HCL, ce qui est confirmé par Chapin et *al.* (2011) qui précise que de nombreux facteurs édaphiques influencent la végétation, il peut s'agir des facteurs physiques et chimiques ou la disponibilité en ressources. De ce fait la flore récoltée est adaptée à un sol de texture limono-sableuse, riche en matières organiques avec des valeurs supérieures à 5% et une forte disponibilité en élément minéraux, en particulier l'azote

Les sols étudiés ont un pH neutre et une conductivité électrique variable dans les trois stations où la station de Mizrana présente une forte conductivité (541 cm/m) provenant de la salinité du milieu littoral provoquée par le stress osmotique et la saturation en sodium et en chlore (Gardner et *al.*, 1999). Sidi Ali Bounab et Mizrana ont des sols faiblement calcaires contrairement à Redjaouna qui présente un sol modérément calcaire.

Selon la Classification ascendante hiérarchique (CAH) les stations Sidi-Ali-Bounab et Redjaouna sont similaires du point de vue relief montagneux présentant un sol à caractéristiques physico-chimiques communes, ainsi que la composition floristique, tant dit que la station de Mizrana est totalement différente à ces deux dernières par sa position géographique littorale à climat thermo-méditerrané. Cette classification a faite sortir 8 groupes homogènes :

Groupe 1 : *Vicia-sp*, *Galactites tomentosa*, *Echium australe*, *Trifolium Repens* et *Asplenium adiantum*.

Groupe 2 : *Cichorium intybus*, *Scholymus hispanica*

Groupe 3 : *Oenanthe-sp*.

Groupe 4 : *Taraxacum denslionis*,.

Groupe 5 : *Hordeum mirinum*, *Polypogon monspeliensis*, *S. Sonchus asper*, *Leotodon hispidus*, *Cynoglossum officinalis*, *Scolymus grandiflorus*, *Inula viscosa*, *Camomilla-sp*.

Groupe 6 : *Trifolium-sp*, *Asparagus acutifolius*, *Rhamnus alaternus*, *ferumla communis*, *Dryopteris felixmass*, *olea europea*, *Trifolium repens*, *Craetegus monogyna*, *Anagallis avensis*, *Rumex sp*, *Ulmus pumella*, *Stachys ocymastrum*, *Mentha-sp*, *Trifolium compestre*.

Groupe 7 : *Synapis avensis*, *Avena sterilis*, *Echinops spinosa*, *Blackstonia perfoliateae*, *Ranunculus palmata*, *Rosas emperviens*, *Cerastium flammula*, *Psophcarpus tetragonolobus*, *lotus sp*, *Brachypodium distachium*, *echinops sphaerocephalus*.

Groupe 8 : *Ranunculus-sp*, *Daucus carotta*, *Arum vulgare*, *Eryngium trispidata*, *Rubia perrigrina*, *Geranium robertianum*, *Vicia hirsute*, *Companula ropunculus*.

Les espèces de groupe 1 sont les plus abondantes et celles de groupe 3 et 4 sont les moins abondantes.

Les valeurs d'équitabilité calculées au niveau des trois stations tendent vers 1, ce qui signifie que toutes les populations sont équilibrées.

## Conclusion

Dans le but d'acquérir des connaissances sur la flore de Tizi-Ouzou nous avons réalisé un inventaire qualitatif des espèces végétales au niveau de trois stations dans la wilaya de Tizi-Ouzou, après la perception de la qualité physico-chimique du sol afin de cerner l'interaction des plantes avec leur milieu de vie.

Notre étude sur la relation sol-végétation est menée dans trois stations différentes : Mizrana située dans le littoral, Redjaoua et Sidi Ali Bounab situées dans le massif montagneux de la Kabylie. Elles constituent un refuge écologique comportant une diversité floristique et paysagère sous un climat méditerranéen à variante sub-humide.

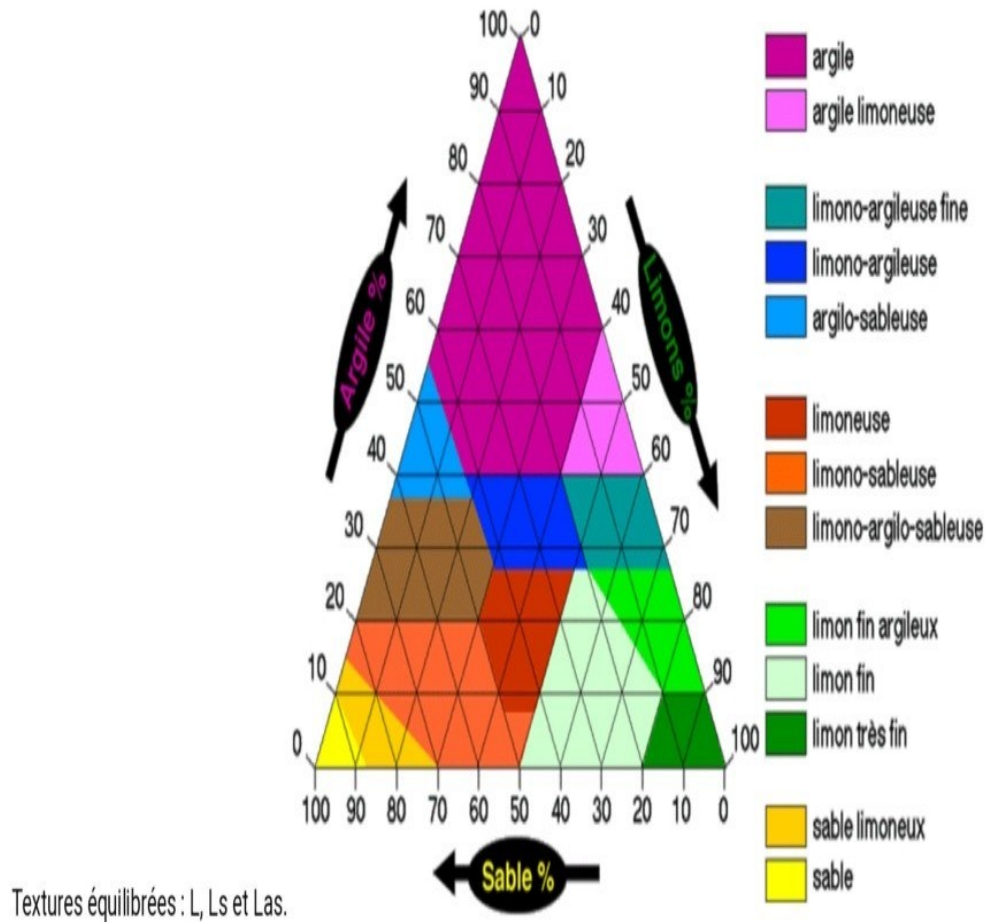
Les stations de Redjaoua et Sidi Ali Bounab, reflètent une richesse floristique plus importante par rapport à la station de Mizrana, qui présente une relative diversité systématique qui comprend des espèces de divers types biologiques. Cet inventaire écologique nous a permis de recenser 53 espèces végétales, appartenant à 22 ordres, 4 classes et 5 divisions. La répartition et l'association de ces espèces dans ces stations d'études sont essentiellement dépendantes de la disponibilité de l'eau, des minéraux et des caractéristiques physico-chimiques du sol ainsi que la géomorphologie et l'altitude.

La famille des Fabaceae est la plus abondante dans les deux stations Redjaoua et Sidi Ali Bounab, suite aux caractéristiques physico-chimiques favorables des sols à savoir : la texture limono-sableuse, le pH neutre, un taux de calcaires suffisant, une bonne richesse en MO et une conductivité électrique moyenne. La famille des Asteraceae est la plus abondante à Mizrana suite à leur recherche de la salinité et le taux de calcaire qui favorisent leur développement puisqu'il s'agit d'espèces végétales halophiles. Pour cela, il est souhaitable d'approfondir l'étude afin de mieux comprendre les différentes relations sol-végétation.

# **Annexes**

## Annexe I

Textures argileuses : A et Al. Textures limoneuses : Lfa, Lf et Lf. Textures sableuses : Sl et S. Textures de transition : laf, la et as.



**Figure 1** : Triangle des textures du sol (BIOECO, 2022).

## Annexe II

**Tableau 1** : Normes d'interprétation de la réaction du sol (pH).

Valeurs du pH	Qualification
4.5	Extrêmement acide
4.5 à 5	Très fortement acide
5.1 à 5.5	Fortement acide
5.6 à 6.75	Faiblement acide
6.75 à 7.3	Neutre
7.4 à 7.8	Légèrement alcalin
7.9 à 8.4	Moyennement alcalin
8.5 à 9	Fortement alcalin
9.1	Très fortement alcalin

**Tableau 2** : Normes d'interprétation du calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ).

Calcaire (%)	Qualification
< 1	Horizon non calcaire
1 à 5	Horizon peu calcaire
5 à 25	Horizon modérément calcaire
25 à 50	Horizon fortement calcaire
50 à 80	Horizon très fortement calcaire

## Annexe III

Tableau 3 : Les précipitations de la wilaya de Tizi-Ouzou par saison (2010-2020).

saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Ppt (mm)	340,481818	228,090909	25,5636364	220,145455

Tableau 4 : moyenne des précipitations mensuelle de la wilaya de Tizi-Ozou (2010-2020).

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Ppt (mm)	61,61	56,64	52,30	35,98	25,77	8,83	0,91	3,05	13,47	31,68	64,93	51,99

Tableau 5 : Températures mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou (2010-2020).

Tmp mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moy T° <sub>MAX</sub>	10,19	10,47	12,82	15,72	19,32	23,05	27,05	27,21	23,54	19,50	14,65	11,16
Moy T° <sub>min</sub>	6,85	6,91	9,08	11,52	13,93	17,55	21,27	22,07	19,05	15,40	12,22	8,11
T moy (C°)	8,52	8,69	10,95	13,62	16,63	20,30	24,16	24,64	21,30	17,45	13,44	9,64

Tep : la température.

Moy : moyenne.




T<sub>max</sub> : température maximale (c°).





T<sub>min</sub> : température minimal






T moy : température moyenne.






## Annexez IV






Tableau6 : Classification des espèces végétales.





Règne	Division	Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	photo
Plantae	Streptophyta	Equisetopsida	Apiales	Apiaceae	Daucus	Daucus carotta	
					Eryngium	Eryngium trispidata	
	Magnoliophyta				Oenanthe	Oenanthe sp	





					Ferula	Ferula communis	
			Poales	Poaceae	Polypogon	Polypogon monspeliensis	
		Liliopsida	Cyperales		Hordeum	Hordeum Mirinum	
					Brachypodium	Brachypodium distachyon	





					Avena	Avena sterilis	
		Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Taraxacum	Taraxacum dens leonis	
					Sonchus	Sonchus asper	
					Cichorium	Cichorium intybus	
					Leontodon	Leontodon hispidus	





					Scolymus	Scolymus grandiflorus	
					Inula	Inula viscosa	
					Camomilla	Camomilla sp	
					Golactites	Golactites tomentosa	
					Scholymus	Scholymus hispanicus	






					Echinops	Echinops sphaerocephalus	
					Echinops	Echinops spinosa	
					Centaurea	Centaurea pullata	
			Fabales	Fabaceae	Vicia	Vicia sp	
						Vicia hirsuta	






					Lotus	Lotus sp	
					Trifolium	Trifolium repens	
						Trifolium sp	
						Trifolium compestre	





					Tetragonolobus	tetragonolobus psophocarpus	
			Boraginales	Boraginaceae	Echium	Echium australe	
					Cynoglossum	Cynoglossum officinalis	
			Ranunculales	Ranunculaceae	Ranunculus	Ranunculus sp	



					Ranunculus palmata	
				Clematis	Clematis flammula	
		Arales	Araceae	Arum	Arum vulgare	
		Gentianales	Rubiaceae	Rubia	Rubia perrigrinna	

			Gentianaceae	Blackstonia	Blackstonia perfoliatea	
		Caryophyllales	Caryophyllaceae	Cerastium	Cerastium semidecandrum	
		Rosales	Rosaceae	Rosa	Rosa sempervirens	
				Rubus	Rubus ulmifolius	

			Craetegus	Craetegus monogyna		
		Geraniales	Geraniaceae	Geranium	Geranium robertianum	
		Companulales	Companulaceae	Campanula	Campanula rapunculus	
		Capparales	Brassicaceae	Synapis	Synapis arvensis	
		Lamiales	Oleaceae	Olea	Olea europea	

			Lamiaceae	Stachys	Stachys ocymastrum	
				Mentha	Mentha sp	
		Rhamnales	Rhamnaceae	Rhamnus	Rhamnus alaternus	
		Ericales	Primulaceae	Anagallis	Anagallis arvensis	
		Polygonales	Polygonaceae	Rumex	Rumex sp	

			Myrtales	Myrtaceae	Myrtus	Myrtus communis	
			Urticales	Ulmaceae	Ulmus	Ulmus pumella	
		Liliopsida	Liliales	Liliaceae	Asparagus	Asparagus acutifolius	
				Dioscoreaceae	Tamus	Tamus communis	

	Pteridophyta	Filicopsida	Polypodiales	Dryopteridaceae	Dryopteris	Dryopteris filix-mas	
				Aspleniaceae		Asplenium adiantum	

### Références bibliographique

Anonyme., 2021. Historique de la météo pour Aéroport d'Alger Houari Boumediene. ([Fr.weatherspark.com](http://fr.weatherspark.com)). consulté le 10/09/2022.

Aubert G., Baize D., Dosso M., Jamagne M., 2022. Pédologie encyclopaedia universalis.3p. (<https://www.universalis.fr>).

Baize D., Jabiol B., 2001. Guide pour la description des sols. Edition QUAE,43p.Baize D., 2018. Guide des analyses en pédologie. Edition QUAE, N°3,63p.

Ben Belcaceem R., Messaouden N., 2019. Etude de la typologie des peuplements : cas de subéraies de la forêt de Mizrana -wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'étude, UMMTO, 24p.

Bernoux M., Chenu C., Blanchart E., Eglin T., Bispo A., Bardy M., King D., 2011. Le programme GESSOL 2 : impacts des pratiques agricoles sur les matières organiques et les fonctions des sols. Etude Gest des sols, 137-145p.

Blondel J., 1975. Biogéographie et écologie. Edition Masson, Paris, 73p.

([BIOECO.free.fr](http://BIOECO.free.fr)) consulté 30/08/ 2022.

Bouafia A., 2013. Application de la dynamique des sols-problèmes résolus. Edition OPU, 18-26p.

Bouaziz N., 2014. Caractérisation de l'alea glissement de terrain en Kabylie (Tizi-Ouzou) Algérie. Document polycopie du module de la conférence de la journée nationale de Géotechnique et de Géologie de l'ingénieur, Beavais.

Bougdal R., Larriere A., Pincet M., Bentabet A., 2013. Les glissements de terrain du quartier Bélouizdad, Constantine, Algérie Bull Eng Geol Environ, 189-202p.

Bounouara Z., 2018. Origine et évolution de la matière organique dans les sols des zones subhumides (cas de la région de Skikda-Algérie). Thèse Doctorat, université BATNA,7p.

Biozart H., Chenu C., Roger J., 2015. Porosité et techniques simplifiées. N°425,36p.

Brédat N., LefevreY., Bandeau V., 2022. Réservoir en eau des sols forestiers tempérés : spécificité et difficulté d'évaluation. Edition La Houille Blanche, 25p.

Calvet J., 2003. Le sol propriété et fonction contribution et structure, phénomène aux interfaces. Edition France agricole, Tome 1, 88p.

Cannova P., Charpentier S., 2016. Diagnostique de la qualité des sols. Ed jardin France, Paris, 22p.

Cardinal R., 2015. stockage de carbone et dynamique des matières organiques des sols en agroforesterie sous climat méditerranéen et tempéré. Thèse Doctorat, université pary-sclay, 1p.

Colin A., 2007. L'information géographique. 112p.

Chapin, F.S.I., Matson, P.A.& Vitousek, P.M., 2011. PRINCIPLES Of Terrestrial Ecosystem Ecology, Ed. Springer, New-York, 120p.

Chenoune O., 2017. Evaluation socioéconomique des projets de développement rural durable des territoires. Thèse Doctorat, université Mouloud Mammeri, 26p.

Chenu C., Balabane M., 2001. Une approche des matières organiques par leurs fonctions, perspective agricole, 244 : 42-45p.

Catalan G., 2016. Etude de pH du sol. Ed Agropal, 2p.

Chapin F., Matson P, Vitrousek P., 2011. principes of terrestrial ecosystem ecology. Edition springer, N° 2, New-York, 224p.

Djaoz R., 1971. Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 343p. Direction du Commerce de la wilaya de Tizi-Ouzou, 2016, 5p. (copyright© 2013).

Duchaufour., 1997. Abrégé de pédologie : sol, végétation, environnement. Edition Masson, N° 5, paris, 291p.

Fertassi N., Sghir I., 2017. Etat de dégradation de structure du sol de Mazagan. Mémoire de fin d'étude, université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 4p.

Faucher Y., 2017. Parlons Potassium. Edition agriculture pêche et Alimentation, Québec, 37p.

Foucault A., François J., 2005. Dictionnaire de la géologie, Edition Masson, N°6, 380p.

Freschet G-T., Ostlund L., Kichenin E., Wardle D-A., 2014. Aboveground and belowground legacies of native Sami land-use on boreal forest in northern Sweden 100 years after abandonment. *Ecologie*, 95p.

Freshet, G.T., Violle, C., Roumet, C. & Garnier, E. (2018). Interaction entre le sol et la végétation : structure des communautés de plantes et fonctionnement du sol. *Les sols au cœur de la zone critique : écologie* (eds P. Lemanceau & M. Blouin), ISTE édition, pp. 83-99.

Garnier E., Navas M-L., 2013. Diversité fonctionnelle de plantes traitées des organismes, structure des communautés, propriétés des écosystèmes. De Boeck, Bruxelles, 65p.

Gobat J.M., Aragno M., Matty W., 2010. *Le sol vivant*. Edition N°3. Revue augmentée, 165p.

Gobat J.M., Aragno M., Matty W., 2011. *Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols*, revue augmentée. Edition N°3, 82p.

Gobat R., 2004. *Fonctionnement et qualité des sols soumis à des perturbations physiques et chimiques d'origine anthropique : réponse du sol, de la flore et de la microflore bactérienne tellurique*. Thèse doctorat, Centre Interdisciplinaire Scientifique de la Montagne, Savoie, 101p.

Grandner, C.M., Laryea, K.B. & Unger, P.W., 1999. "Soil physical constraints to plant growth and crop production". (eds. Land And Water Development Division, Food And Agriculture Organization., 229p.

Hermon C., 2018. *Service écosystémique et protection des sols : analyses juridique et éclairage agronomiques*. Edition QUAE, 326p.

Hodge A., 2004. The plastic plant : root responses to heterogeneous supplies of nutrients. *New phytologist*, 162 : 9-24p.

Hinsinger P., Dessaux P., Lemanceau P., 2010. *Rhizosphere achievement and challenge* springer. 535p.

Joil S., 2015. *Biodiversité et caractéristiques physico-chimiques des sols associatifs urbains français*. Thèse Doctorat ; université de lorraine, 143p.

Lembrouk L., 2012. *Impact de la pollution industrielle générée par l'Electro-Industries d'Azazga et l'Entreprise Nationale des Industrie Électroménagères d'Oued Aissi sur la faune du sol*. Mémoire du Magister, université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 48p.

Martin G., 2008. D'une obligation porter rem de protection de l'environnement. Revue juridique de l'environnement, 21p.

Massoudi A., Mezouar N., Haddid M., Louami N., 2019. Effet des hétérogénéités du sol sur les réponses sismiques en champ libre. Edition N°61, 53-61p.

Niknahad-gharmakher N., 2008. Minéralisation du soufre associée à la décomposition des matières organiques dans les sols et relations avec les dynamiques du carbone et de l'azote. Thèse doctorat, institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, paris, 6p.

Pomel S., 2013. Les sols entre nature et activité humaines. 82p.

Ramade F., 1982. Elément d'écologie –Ecologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. Edition MC GRAW-HILL, Paris, 422p.

Rebbas. K, & Vela .E., 2010. Richesse Floristique Du Parc National De Gouraya ( Bejaia , Algerie). PROJECT Inventorying And Delimitation Of Algerian IPA, 55p.

Recous S., Chabbi A., Vertès F., Thiébeau P., Chenu C., 2015. Fertilité des sols et minéralisation de l'azote : sous l'influence des pratiques culturales, quels processus et interventions sont impliquées. Edition fourrage, 190p.

Roger-estrade J., 2013. Le sol patrimoine vivant. Edition N° 220, 55p.

Saporta G., 1996. L'analyse de données évolutives, méthodes et applications. Edition TEC, 223p.

Souag L., 2019. Sidi Ali Bounab : Différence entre les révisions, 2p.

Soltner D., 2005. Les bases de la production végétale. Tome 1 : le sol et son amélioration. Edition collection sciences et techniques agricoles, N°24, 472p.

Taïda P., 2016. agrécologie et gestion durable des sols en Afrique Soudano-Sahélienne. Edition L'harmattan, paris, 28p.

Tebbiche G., 2022. Travaux pratiques d'acro- pédologie : détermination de calcaire totale. 7p.

Tufféry S., 2012. Data Mining et Statistique décisionnelle : l'intelligence des données. Edition TECHNIP, N° 4. Faculté d'agro-biologie, UMMTO, 1p.

Weil A., Duval J., 2009. Gestion du sol et de l'eau. Edition Equiterre, 2p.

Weil A., Duval J., 2009. Amendement et fertilisation. Edition Equiterre, 6p.

Zaaboubi S., 2007. Effets comparatifs de deux outils aratoires (disques-dents) et de différents précédents culturels sur les propriétés physiques d'un sol cultivé en céréales dans la région de Timgad. Université El-Hadj Lakhdar, Batna, 18p.

Zidane M., 2021. La géographie de l'Algérie et la montagne. 3p.

## **Résumé :**

Dans le but de caractériser la relation sol-végétation dans la Kabylie un inventaire qualitatif des espèces végétales a été mené dans les stations : Sidi Ali Bounab, Redjaoua et Mizrana (Tizi-Ouzou) du mois d'Avril au mois de Mai (2022) ainsi que analyses physico-chimiques du sol (texture, calcaire total  $\text{CaCO}_3$ , pH, conductivité électrique et la matière organique). L'inventaire de la flore récoltée a permis de dresser une liste systématique de 53 espèces, 26 espèces sont recensées au niveau de la station de Redjaoua, 23 espèces au niveau de la station de Sidi Ali Bounab et 15 espèces au niveau de la station de Mizrana. Ils appartiennent à 25 familles, 22 ordres, 4 classes et 5 divisions. L'analyse de la qualité des sols par détermination de leurs propriétés physiques et chimiques révèle qu'il sont favorable à l'installation et la diversification de la flore grâce à leur texture limono-sableuse riche en matières organiques et leurs pH neutre ainsi que leurs conductivité électrique, ce qui est confirmé par l'analyse écologique (une équitabilité qui tend vers 1) et l'analyse statistique par ACP et CAH. Cette dernière fait sortir huit groupes homogènes d'espèces végétales en interaction avec leur milieu selon les caractéristiques édaphiques, climatiques et altitudinales.

**Mots clés :** Inventaire, flore, sol, analyse, Kabylie.

## **ABSTRACT**

In order to carry out a study of the soil-vegetation relationship in Kabylia, a qualitative inventory of plant species was carried out in the stations : Sidi Ali Bounab, Redjaoua and Mizrana (Tizi-Ouzou) from April to May. Physico-chemical analyzes of the soil were carried out, namely, texture, total limestone  $\text{CaCO}_3$ , pH, electrical conductivity and organic matter. The analysis of the flora collected has made it possible to draw up a systematic list of 53 species in the stations studied, 26 species at the level of Redjaoua divided into 14 families, 23 species at the level of Sidi Ali Bounab divided into 19 families and 15 species at the level of the Mizrana station divided into 5 families. The study of soil quality was carried out by analyzing their physical and chemical properties. The harvested flora is adapted to a loamy-sandy soil rich in organic matter, the soils studied have a neutral pH and variable conductivity in the three stations. Statistical analyzes (ACP) and (CAH) allow us to bring out eight groups of homogeneous species, where the two stations Sidi Ali Bounab and Redjaoua are similar in terms of altitude and climate, tending that Mizrana is different from these last two. The equitability values calculated at the level of the three stations tend toward 1, which means that all the populations are balanced.

**Keywords:** inventory, flora, soil, analyze, Kabylie.

