

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

# Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

**Domaine** : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

**Filière** : Sciences biologiques

**Spécialité** : Biologie de la conservation

Intitulé du thème :

**Caractérisation physico-chimique des sols des  
formations végétales à *Marrubium vulgare* L.  
dans les monts de Tessala  
(Wilaya de Sidi Bel Abbès)**

Présenté par : **Melle** BOUZIANE Keltoum

**Melle** CHIKR EL MEZOUAR Roufaïda

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mme** FERAOUN Fatiha

(M.C.A/ UDL/SBA)

Examineur : **Mr** MELIANI Hbib

(M.C.A/ UDL/SBA)

Promoteur : **Mr** BOUZIDI Mohamed Ali

(Professeur/ UDL/SBA)

Co-Promoteur : **Mr** CHIHAB Mounir

(M.C.B/ Université d'Ain Témouchent)

Année universitaire 2019 - 2020

Session : « Septembre »

سَمِيعٌ عَلِيمٌ  
الْحَمْدُ لِلَّهِ  
الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

# Remerciement

*Nous remercions tout d'abord Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux, louange à vous qui nous a inculqué la force nécessaire et le courage pour mener à bien ce travail. Nous vous prions de nous aider d'avantage à percer dans la recherche du savoir.*

*Avec nos profonds sentiments de reconnaissance, nous tenons à présenter nos remerciements à **Pr BOUZIDI MOHAMED ALI** pour son aide. Nous avons eu le privilège de travailler parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Dr FARAOUN. F. A** le président de jury tout d'abord d'avoir accepté de jurer la qualité de notre travail et surtout pour sa précieuse aide sur terrain.*

*Nos remerciements vont également à l'examineur, **Dr MELIANI HBIB**. S d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier **Dr CHIHAB MOUNIR**, pour l'aide qui nous à apporté.*

*Je remercie enfin tous les gens qui ont contribués de près ou de loin pour la Réalisation de ce travail.*

# Dédicace

*Tout d'abord je dis un grand merci à **Dieu**, qui m'a donné la volonté et le courage de continuer.*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :*

*A ma tendre Mère, **Fatima** A mon très cher Père, **Antri** , qui ont été là pour moi, pour les sacrifices qu'ils ont toujours consentis à faire pour moi sans se plaindre afin que je réussisse dans la vie et dans les meilleures conditions.*

*A ma chère Tante **khaira**, A mes chers frères **Mohammed** et **Fodel** pour leurs soutiens & leurs aides permanent.*

*A toute ma famille paternelle & maternelle.*

*A mon cher binôme **Rofaida** , ainsi que tous mes amis & étudiants de ma promotion.*

*A tous ceux qui me sont chères.*

# Dédicace

*Tout d'abord je dis un grand merci à **Dieu**, qui m'a donné la volonté et le courage de continuer.*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :*

*A ma tendre Mère **Mokhtaria**, A mon très cher Père **Ali**, qui ont été là pour moi, pour les sacrifices qu'ils ont toujours consentis à faire pour moi sans se plaindre afin que je réussisse dans la vie et dans les meilleures conditions.*

*A mes chères sœurs **Nadéra, Asma, Lina**, A mon cher frère **Rafik** pour leurs soutiens & leurs aides permanant.*

*A toute ma famille paternelle & maternelle.*

*A mon cher binôme **Keltoum**, ainsi que tous mes amis & étudiants de ma promotion.*

*A tous ceux qui me sont chères.*

## Résumé

Le présent travail a été réalisé au niveau des monts de Tessala, wilaya de Sidi Bel Abbès. Cette région est caractérisée par sa grande biodiversité végétale.

L'espèce *Marrubium vulgare* L. qui appartient à la famille des lamiacées, elle est connue pour ses vertus médicinales, très intéressantes vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans ses extraits biologiques. Elle se trouve également au niveau de l'ouest algérien et se développe dans les montagnes, les forêts et sur les hauts plateaux ; elle pousse aussi sur les rochers, les pâturages et les cultures.

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'identification des caractéristiques physico-chimiques des sols occupés par l'espèce *Marrubium vulgare* L. et de tenter de mettre en évidence la relation sol-végétation qui pourrait les caractériser et comment les conserver.

Les résultats de l'étude ont montré que *Marrubium vulgare* L. se développe sur des sols à texture équilibrée, plus précisément sableuse et sablo-limoneuse, ces sols sont faibles en matière organique, avec des teneurs nul à très faible en calcaire total, et une fraction de calcaire assimilable également très faible, les sols sont non salés avec un pH moyennement basique.

L'ACP nous a permis d'identifier et de confirmer les conditions pédologiques qui favorisent l'existence et le développement de cette espèce.

**Mots clés :** Monts de Tessala, *Marrubium vulgare* L., Sol, Conservation, ACP, Caractéristiques physico-chimiques.

## **Abstract**

The present work was carried out at the level of the mountains of Tessala, wilaya of Sidi Bel Abbas. This region is characterized by its great plant biodiversity.

The species *Marrubium vulgare* L. which belongs to the lamiaceae family, it is known for its medicinal properties, which are very interesting given the pharmacological activities of the phytochemicals present in its biological extracts. It is also found in western Algeria and grows in mountains, forests and on the highlands; it also grows on rocks, pastures and crops.

The objective of this study is to contribute to the identification of the physicochemical characteristics of the soils occupied by the species *Marrubium vulgare* L. and to attempt to highlight the soil-vegetation relationship that could characterize them and how to conserve them.

The results of the study showed that *Marrubium vulgare* L. thrives on soils with a balanced texture, more precisely sandy and sandy-silty, these soils are low in organic matter, with zero to very low levels of total limestone, and a fraction of assimilable limestone also very low, the soils are unsalted with a moderately basic pH.

The PCA has allowed us to identify and confirm the soil conditions that favor the existence and development of this species.

**Key words:** Tessala Mountains, *Marrubium vulgare* L., Soil, Conservation, PCA, Physico-chemical characteristics.

## ملخص

تم تنفيذ العمل الحالي على مستوى جبال تسالة بولاية سيدي بلعباس, تتميز هذه المنطقة بتنوعها البيولوجي النباتي الكبير.

ينتمي نوع *Marrubium vulgare* L. الذي ينتمي إلى عائلة *lamiaceae* ، وهو معروف بخصائصه الطبية المثيرة للاهتمام نظرًا للأنشطة الدوائية للمواد الكيميائية النباتية الموجودة في مستخلصاته البيولوجية. كما توجد في غرب الجزائر وتنمو في الجبال والغابات والمرتفعات, كما تنمو على الصخور والمراعي والمحاصيل.

الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في التعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة التي يشغلها نوع *Marrubium vulgare* L. ومحاولة إبراز العلاقة بين التربة والنباتات التي يمكن أن تميزها وكيفية الحفاظ عليها.

أظهرت نتائج الدراسة أن *Marrubium vulgare* L. يزدهر في تربة ذات قوام متوازن ، وبشكل أكثر دقة رملية ورملية - طينية ، هذه التربة منخفضة في المواد العضوية ، مع مستويات من صفر إلى منخفضة جدًا من إجمالي الحجر الجيري ، و جزء من الحجر الجيري القابل للاستيعاب منخفض جدًا أيضًا ، والتربة غير مملحة بدرجة حموضة قاعدية معتدلة.

لقد مكنتنا L'ACP من تحديد وتأكيد ظروف التربة التي تفضل وجود وتطور هذا النوع.

**الكلمات المفتاحية:** جبال تسالة، *Marrubium vulgare* L. ، التربة ، الحفظ ، PCA ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

- Figure 1** : Répartition mondiale des lamiacées
- Figure2** : *Marrubium vulgare* L
- Figure3** : la feuille de *Marrubium vulgare* L
- Figure4** : Fleurs de *Marrubium vulgare* L
- Figure5** : Tiges de *Marrubium vulgare* L
- Figure6** : Calices de *Marrubium vulgare* L
- Figure7** : Différents horizons d'un profil de sol
- Figure8** : les constituants d'un sol
- Figure9** : Texture du sol selon le triangle de Jamagne
- Figure10** : Position géographique des monts de Tessala
- Figure11** : Vision du massif de Tessala en 3 dimensions
- Figure12** : Carte des principales unités lithologiques de la commune de Tessala
- Figure 13** : Localisation des stations d'échantillonnage
- Figure14**: Les stations S1 à S6dans les monts de Tessala
- Figure15**: Les stations S7 à S12dans les monts de Tessala
- Figure 16** : Echelle de salure en fonction de la conductivité
- Figure17**: Pourcentages des différentes composantes de la terre fine des stations étudiées dans les monts de Tessala
- Figure18**: Pourcentage d'humidité du sol des différentes stations dans les monts de Tessala
- Figure 19** : Cercles de corrélations des variables édaphiques
- Figure 20** : Axes factoriels de l'analyse en composantes principales des profils pédologiques.
- Figure21** : le dosage du calcaire actif
- Figure22** : mesure du pH
- Figure23** : mesure de la conductivité

**Figure24** : Tamiseur

**Figure25** : sel de MOHR

**Figure26** : Oxalate

**Figure27** : KMNO<sub>4</sub> d'amonium hydraté

**Figure28** : Acide sulfurique

**Figure29** : Eprovettes

**Figure30** : Agitateur magnétique

**Figure31** : Chauffe ballon

**Figure32** : papiers filtre

**Figure33** : : pH mètre

**Figure34** : solution d' HCL

**Figure35** : Conductivimètre

**Figure36** : Eau distillée

**Figure37** : Hexamétaphosphate

**Figure38** : Pipette de ROBINSON

**Figure39** : Réaction d'effervescence

**Figure40** : la balance de précision

**Figure41** : verre à montre

**Figure42** : CaCo<sub>3</sub>

**Figure43** : préparation de solution

**Figure44** : Séchage du sol

**Figure45** : pesée du sol

**Tableau 1:** Type de structure de sol

**Tableau 2:** Répartition des organismes vivants suivant la classification de T.

**Tableau 3 :** Caractéristiques stationnels des différentes stations dans les monts de Tessala.

**Tableau 4:** Normes d'interprétation du taux de calcaire dans le sol.

**Tableau 5 :** Texture du sol des stations étudiées dans les monts de Tessala

**Tableau 6 :** Couleur des stations étudiées dans les monts de Tessala

**Tableau 7 :** Potentiel hydrogène des sols des stations étudiées dans les monts de Tessala

**Tableau 8 :** Conductivité électrique du sol des stations étudiées

**Tableau 9 :** Taux du calcaire total et actif du sol des stations dans les monts de Tessala

**Tableau 10 :** Teneurs de matière organique des sols des stations étudiées dans les monts de Tessala

**Tableau 11 :** Données de la matrice de l'analyse en composantes principales

**Tableau 12 :** Matrice des corrélations entre les variables édaphiques

**Tableau 13:** estimation de la teneur en  $\text{CaCO}_3$

**Tableau 14:** échelle d'interprétation des carbonates de calcium

**Tableau 15 :** Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique

**HAP** : hydrocarbure aromatique polycyclique

**MOS** : la matière organique du sol

**CEC** :Capacité d'échange cationique

**ANAT** : Agence nationale d'aménagement du territoire

**S** : Station

**SW-NE.** : sud west- nord est

**O.N.M.** : Office nationale de météo

**PH** potentiel Hydrogène

**Alt** : Altitude

**Sab** : Sables

**Arg** : Argiles

**Lim** : Limons

**Hm** : Humidité

**C.E** : Conductivité électrique,

**M.O** : Matière organique

**C.T** : Calcaire total

**C.A** : Calcaire actif

**ACP** : Analyse en Composantes Principales

**APG** : l'Angiospermes Phylogénies

## TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Table des matières	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction .....	1
<b>Partie I : Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : <i>Marrubium vulgare L.</i></b>	
I- Historique .....	4
II- Généralité sur la famille des lamiacées.....	4
II-1. Distribution de la famille des lamiacées.....	5
II-2. Intérêt économique.....	5
III-Espèce <i>Marrubium vulgare L.</i> .....	6
III-1. Caractéristiques morphologiques et botaniques du genre <i>Marrubium</i> .....	6
III-2. Caractéristiques morphologiques et botaniques du <i>Marrubium vulgare L.</i> .....	7
III-3. Position systématique de l'espèce <i>Marrubium vulgare L.</i> .....	12
III-3.1. Classification préphylogénétique .....	12
III-3.2. Classification phylogénétique .....	12
III-4. Noms vernaculaires et synonymes taxonomiques .....	13
III-5. Habitat et origine .....	14
<b>Chapitre II : Généralités sur les sols</b>	
I-Définition.....	16
II- Origines de la diversité des sols.....	16
III- Types d'horizons dans un profil du sol.....	16
IV- Constituants du sol.....	17
IV-1. Fraction minérale.....	17
IV-2. Fraction organique.....	17
V- Différentes phases du sol .....	18
V-1. Phase solide .....	18
V-1.1. Eléments grossiers.....	18

V-1.2. Terre fine.....	19
V-2. Phase liquide .....	19
V-3. Phase gazeuse.....	19
VI-Texture du sol.....	20
VI-1. Texture minérale.....	20
VI-2. Texture organique.....	21
VII- Structure du sol.....	21
VII-1. Types de structure.....	21
VII-2. Stabilité structurale.....	22
VIII- Propriétés chimiques.....	23
VIII-1. Ph.....	23
VIII-2. Capacité d'échange cationique (CEC).....	23
VIII-3. Calcaire actif.....	23
VIII-4. Phosphore assimilable.....	23
VIII-5. Azote.....	23
IX-Matière organique (MO).....	24
IX-1. Rôle de matière organique.....	24
IX-2. Les facteurs influencent le contenu en matière organique.....	24
X- Activité biologique du sol.....	25
XI- Relation sol-végétation.....	26
XI-1. Action du sol sur la végétation.....	26
XI-2. Sol en tant que support.....	26
XI-3. Sol en tant que pourvoyeur.....	26
XI-4. Végétation et Pédogénèse.....	27
XI-5. Particularité édaphiques des plantes .....	27

### **Chapitre III : Présentation de la zone étude**

I- Position géographique.....	29
II- Géologie.....	30
III- Caractéristiques pédologiques.....	32
IV- Caractéristiques géomorphologiques.....	33
IV-1. Altitude.....	33
IV-2. Exposition.....	33
IV-3. Pentes.....	33
V- Climat.....	34

V-1. Précipitations.....	34
V-2. Températures.....	34
VI- Végétation.....	34
VII- Différent type de menaces.....	35
VII-1. Incendies.....	35
VII-2. Surpâturage.....	35
VII-3. Erosion.....	36
VII-2. Influences anthropiques.....	36

**Partie II : Etude expérimentale**  
**Chapitre IV : Matériels et méthodes**

I- Etude pédologique.....	38
II-1. Structure du sol.....	42
II-2. Couleur.....	42
II-3. Humidité.....	42
II-4. Granulométrie.....	43
II-5. PH (potentiel Hydrogène).....	43
II-6. Conductivité électrique (CE).....	43
II-7. Calcaire total (CT).....	44
II-8. Calcaire actif (CA).....	44
II-9. Matière organique (MO).....	45
III- Etude statistique.....	45

**Chapitre V : Résultats et discussion**

I- Etude pédologique.....	47
I-1-Analyse granulométrique.....	47
I-2- Couleur.....	48
I-3- Humidité.....	49
I-4- pH (potentiel Hydrogène).....	50
I-5- Conductivité électrique.....	50
I-6- Calcaire total et Calcaire actif.....	51
I-7- Matière Organique.....	52
II Analyse statistique.....	53
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>59</b>



# Introduction

La biodiversité est l'expression de la vie sur terre, elle est définie comme suit : elle est la "variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes." (Sommet du Rio 1992)

Le monde végétal reste encore fascinant et sujet à des découvertes, il est connu que sous les plantes, la vie sur terre serait impossible, chaque plante est adaptée à son environnement. On trouve dans toutes les contrées du globe terrestre, des régions arctiques glacées jusqu'au terres tropicales chaudes et humides (Benabdeli, 2012).

D'après Benabdeli (2012), le végétal naît, se nourrit, se développe, se reproduit et meurt, cet ensemble d'attributs caractérise la vie ; donc le végétal est un être vivant. Dans le sol, il prélève des éléments minéraux qui sont d'abord le carbone, l'hydrogène et l'oxygène pour synthétiser sa matière organique et des éléments minéraux. Le sol est un support important et un support incontournable du végétal.

Dans le cadre d'une meilleure connaissance de l'espèce faisant l'objet de l'étude soit *Marrubium vulgare* L., ainsi que dans un objectif de conservation de la biodiversité, nous sommes intéressées à travers notre étude à caractériser les sols occupés par cette espèce au niveau des monts de Tessala.

En effet, cette zone joue un rôle écologique important par ses caractéristiques physiques et biologiques. Comme tous les espaces naturels cet espace est soumis à une pression importante par les activités humaines pouvant menacer sa pérennité. Il a fait l'objet de plusieurs études dont nous citons ceux réalisés par les chercheurs des laboratoires de recherches de département des sciences de l'environnement de notre faculté, à savoir le laboratoire d'écodéveloppement des espaces, et le laboratoire de biodiversité végétale : conservation et valorisation (Bouzidi *et al.*, 2009 ; Cherifi *et al.*, 2013 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Faraoun *et al.*, 2016 ; Chihab *et al.*, 2018...)

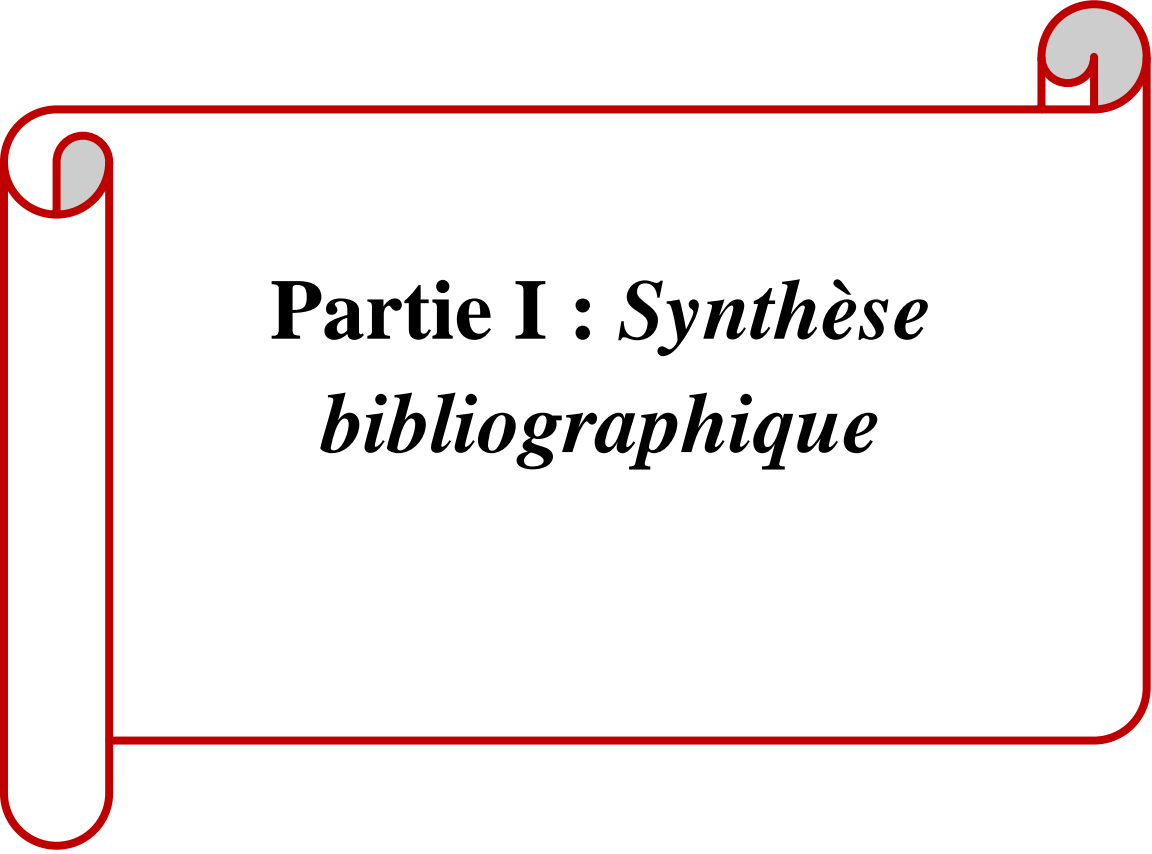
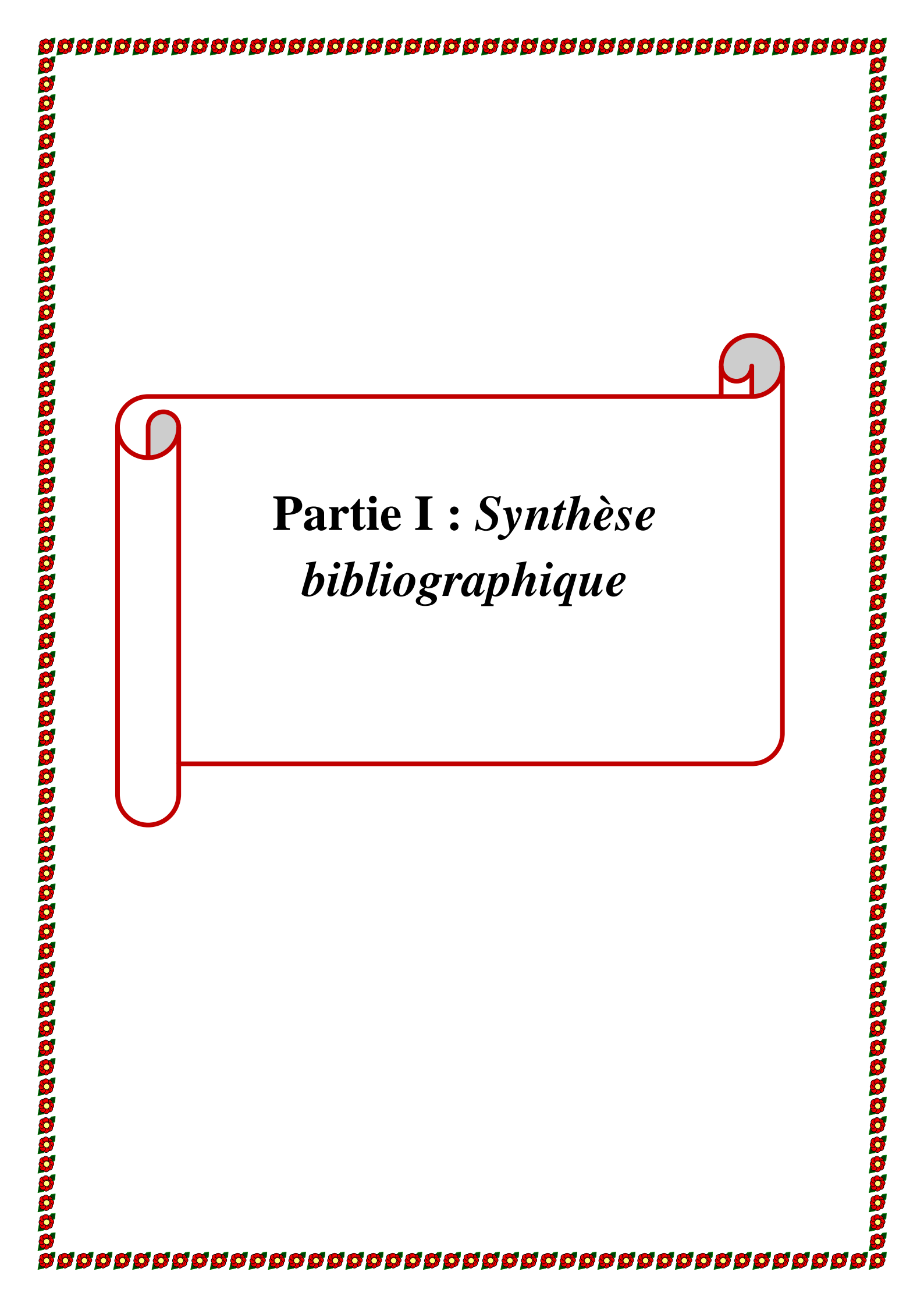
Donc, notre intérêt s'est porté sur cette espèce de lamiacées, déjà étudiée par Bouterfas en 2015, afin de mieux connaître les caractéristiques Eco pédologiques qui permettant son installation sur le site étudié.

Les principaux objectifs de l'étude sont :

- Contribuer à une meilleure connaissance des exigences écologiques de l'espèce *Marrubium vulgare* L. entre autres, à travers la détermination de ses caractéristiques édaphiques.
- Observer et noter sur terrain la répartition de l'espèce.

Cette étude s'articule sur deux parties :

- Une première partie expose la synthèse bibliographique, qui met en évidence essentiellement des généralités sur l'espèce *Marrubium vulgare* L., ainsi que des généralités sur le sol. Et une présentation de la zone d'étude.
- Une deuxième partie expérimentale, qui est consacrée à la présentation du matériel et méthodes, ainsi que les résultats et discussion.



**Partie I : *Synthèse  
bibliographique***



# Chapitre I:

*Marrubium vulgare L.*

## I- Historique

Dans l'Égypte Ancienne, le marrube blanc était déjà reconnu pour ses propriétés apaisantes, contre la toux (propriétés expectorantes et mucolytiques) et dans le traitement des affections chroniques du foie. Les prêtres Egyptiens l'utilisaient également comme insectifuge et comme antidote contre plusieurs poisons, et lui donnaient le nom de « graine d'Horus » (Ducros, 1930).

Les Grecs de l'Antiquité l'utilisaient contre les morsures de chiens enragés, il était connu sous le nom de « prasion ». Le médecin Grec Dioscoride (40-90 apr. J.C.) le préconisait en décoction pour soigner la tuberculose, l'asthme et la toux. Il était déjà considéré comme le remède spécifique des affections de l'appareil respiratoire dans l'Égypte ancienne et la Grèce antique.

Pline l'Ancien (23-79 apr. J.C.) l'indique contre les morsures de serpents et contre la plupart des poisons et conseille son utilisation dans les affections de la poitrine au dernier degré et contre les morsures de chiens.

Au I<sup>er</sup> siècle, le médecin romain Aulus Cornelius Celsus indique que les propriétés antiseptiques de cette plante peuvent être utilisées pour traiter les affections respiratoires. Il recommande l'utilisation du « jus de marrube » (In Bouterfes, 2015).

## II- Généralité sur la famille des lamiacées

Les labiées ou lamiacées constituent une famille de plantes angiospermes dicotylédones herbacées ou légèrement ligneuses et comprennent selon les auteurs, plus de 233 genres (Heywood *et al.*, 2007) et de 6900 à 7200 espèces (Grayer *et al.*, 2003 ; Heywood *et al.*, 2007), qui se répartissent aussi bien dans les zones tropicales que dans les zones tempérées du monde. La plus grande diversité est rencontrée selon cet ordre : le bassin méditerranéen, l'Asie centrale, le continent américain, les îles du pacifique ; l'Afrique équatoriale et la Chine. C'est une famille très importante en Algérie, représentée par 28 genres et 146 espèces (in Biliami, 2016)

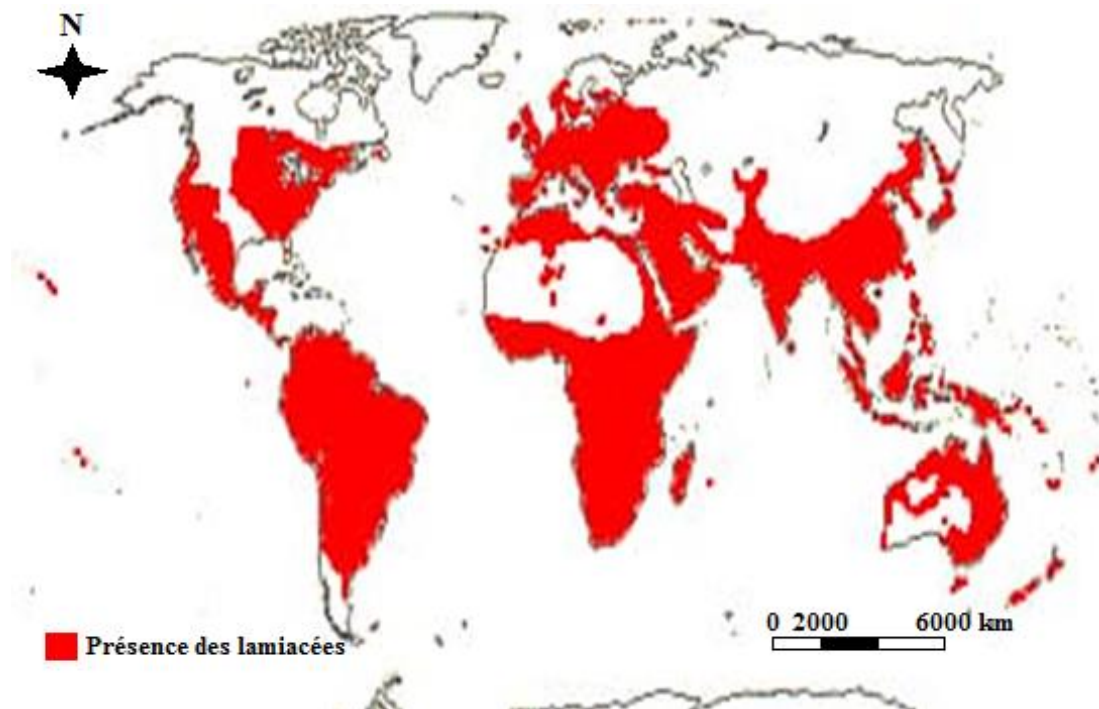
Parmi les plus importants genres de cette famille, le genre *Marrubium* qui comprend environ 75 espèces répandues dans une grande partie du globe : l'Europe, la Méditerranée et l'Asie ; parmi elles 50 espèces poussent sur le pourtour de la Méditerranée (Greuter *et al.*, 1986).

Selon Judd *et al.* (2002), la distribution géographique des lamiacées est cosmopolite. Les lamiacées sont rencontrées sous tous les climats, à toutes les altitudes.

Les labiées sont des arbustes, sous arbrisseaux, ou plante herbacées en générale odorantes, à tige quadrangulaires, feuilles en général opposées sans stipules. Fleurs pentamères en générale hermaphrodites. Calice à cinq divisions. Corolle en générale bilabée longuement tubuleuse parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre, lèvre inférieure trilobée, la supérieure bilobée. Étamines 4, la cinquième nulle ou très réduite, parfois deux étamines et deux staminodes. Ovaire super à carpelles originellement bi-ovulés, ensuite uniovulés par la constitution d'une fausse cloison (Quézel et Santa, 1963).

### II-1. Distribution de la famille des lamiacées

Les lamiacées est une famille des plantes dicotylédones gamopétales dont l'aire de répartition est extrêmement étendue (**Figure 1**), elle est considérée comme cosmopolite avec une concentration importante dans les régions méditerranéennes tels est le cas du Thym, de la Lavande, du Basilic, de la Sauge, de la Mélice et du Romarin qui caractérisent la flore des guarigues. Les labiées sont par contre très rares dans les régions actriques et en hautes montagnes (Dupont et Guignard, 2007). Ce sont généralement des plantes des milieux ouverts (Spichiger *et al.*, 2004).



**Figure 1** : Répartition mondiale des lamiacées (Stevens, 2010).

### II-2. Intérêt économique

La famille renferme de nombreuses espèces économiquement importantes soit par leurs huiles essentielles, soit pour leur usage condimentaire, elles appartiennent aux genres *Mentha* (la Menthe), *Lavandula* (la Lavande), *Marrubium* (le Marrube), *Nepeta* (L'Herbe aux

chats), *Ocimum* (le Basilic), *Origanum* (l'Origan), *Rosmarinus* (le Romarin), *Salvia* (la Sauge), *Satureja* (la Sarriette) et *Thymus* (le Thym). Les tubercules de quelques espèces de *Stachys* sont comestibles. *Tectona* (le Tek) fournit un bois d'œuvre important. De nombreux genres contiennent des espèces ornementales : on peut citer parmi eux *Ajuga*, *Callicarpa*, *Clerodendrum*, *Monarda*, *Salvia*, *Scutellaire* et *Vitex* (Judd et al., 2002).

Un très grand nombre de genres de la famille des *Lamiaceae* sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et iridoïdes glycosylés. Le genre *Phlomis* comptant près de 100 espèces est particulièrement riche en flavonoïdes, phényléthanoïdes, phénylpropanoïdes et en iridoïdes glycosylés.

Le genre *Salvia*, comprenant près de 900 espèces majoritairement riche en diterpénoïdes et le genre *Marrubium* avec environ 30 espèces réparties dans un grand nombre de pays du globe (Bonnier, 1990).

### III-Espèce *Marrubium vulgare L.*

#### III-1. Caractéristiques morphologiques et botaniques du genre *Marrubium*

L'origine de l'expression « Marrube » vient des mots hébreux «Mar» veut dire «suc» et «rob» signifiant «amer». Le nom « *Marrubium* » signifie aussi une ville italienne des Marse, qui passe pour de grands magiciens (Bouterfes, 2015).

Le genre *Marrubium* comporte quelque 40 espèces, répandues principalement le long de la méditerranée, les zones tempérées du continent eurasiatique et quelques pays d'Amérique Latine (Rigano, 2006, Meyre, 2005). Par rapport aux autres genres de la famille des lamiacées, le genre *Marrubium* est muni d'un calice à 10 dents, dont les 5 commissurales plus courtes, toutes terminées en pointe épineuse. C'est un Arbuste à tiges et face inférieure des feuilles blanches tomenteuses. Les inflorescences sont en glomérules verticillés. Les bractées sont linéaires aigues. Les fleurs sont blanches.

En Algérie, selon les travaux de Quézel (1963), ce genre est représenté par 6 espèces *Marrubium supinum L.*, *Marrubium pergrinum L.*, *Marrubium alysson L.*, *Marrubium alyssoides L.*, *Marrubium deserti de Noé L.* et *Marrubium vulgare* qui fait l'objet de notre travail.

Ce sont des plantes vivaces, leur aspect général est tomenteux, ligneux. Parmi les caractéristiques du genre *Marrubium*. Les feuilles ont toutes un pétiole, crénelées-dentées, rugueuses-réticulées et nervures en réseau (**Figure 2**). Les fleurs sont blanches, petites, disposées en verticilles axillaires, munies de bractéoles. Le calice est tubuleux à dents non épineuse, au nombre de 10 ou de 20 (plus rarement de 5), à 10 nervures principales. La

corolle dont le tube est renfermé dans le calice présente une lèvre supérieur dressée et presque plane terminée par deux lobes et une lèvre inférieure à 3 lobes dont le médian est plus grand. Les 4 étamines sont toutes de même longueur (courtes), renfermées dans le tube de la corolle, à filets parallèles, à anthères toutes fertiles. Les 4 parties du fruit sont arrondies au sommet (Marmey, 1958 ; Quézel et Santa, 1963 ; Coste, 1998) (In Bouterfes, 2015).



**Figure 2 :** *Marrubium vulgare L.* (Cliché : Bouziane et Chikr el mezouar, 2020)

### III-2. Caractéristiques morphologiques et botaniques du *Marrubium vulgare L.*

*Marrubium vulgare L.* (Marrube blanc ou Marrube commun) est une plante herbacée, pérenne, vivace de 30 à 80 cm de hauteur, d'aspect blanchâtre ressemblant légèrement à la menthe, à odeur forte, pénétrante, agréable, légèrement musquée, sa saveur est à la fois chaude et amère. Parmi les caractéristiques de cette plante (Quézel et Santa, 1963 ; Kaabeche, 1990 ; Bellakhdar, 1997) :

- **Les feuilles :** Ont toute une longueur de 2 à 5 cm, elles sont opposées et sont pétiolées. Leur forme générale est ovale ou arrondie, dite « suborbiculaires ». Elles sont feutrées, cotonneuses et de couleur blanchâtre à leur face inférieure (recouvertes d'un duvet blanc abondant) ; leur face supérieure est de couleur vert clair (**Figure 3**) ; elles sont gaufrées, leur nervation est réticulée et leur bordure est crénelée.



**Figure 3 :** Feuille de *Marrubium vulgare L.* ( Cliché : Bouziane et Chikr el mezouar, 2020).

- **Floraison :** Elle est amenée dans divers verticilles axillaire superposé tirsoïdi le long de l'arbre (jusqu'à 10 tours) et peu espacées (oreille selvedge interrompu). Chaque volute se compose de plusieurs fleurs (20-30) sessile circulairement disposé (formé des glomérules légèrement aplati) et reposant sur deux grandes feuilles normales (garniture de loin l'inflorescence) légèrement détaché réel et plus ou moins pétiolée. La bractées verticille des éléments suivants sont disposés d'une manière alternée. Il y a aussi des bractées linéaires de long, 2 - 3 mm principalement placé à la base de calice (Judd *et al.*, 2002).
- **Les fleurs :** Blanches comme beaucoup d'autres lamiacées, relativement petites, apparaissent du mois de mai jusqu'au mois de septembre, et parfois encore en hiver. Les petites bractées qui accompagnent les fleurs sont très étroites et crochues dans leurs parties supérieures (Figure 4). L'inflorescence est faite en glomérules compacts verticillés (disposés en anneau au niveau de la tige).

La floraison de formule. Pour cette espèce la formule floral la famille est la suivante:  
X, K (5), [C (2 + 3), A 2 + 2], G (2), pendant, drupes, 4 nucole (Judd et *al.*, 2002).



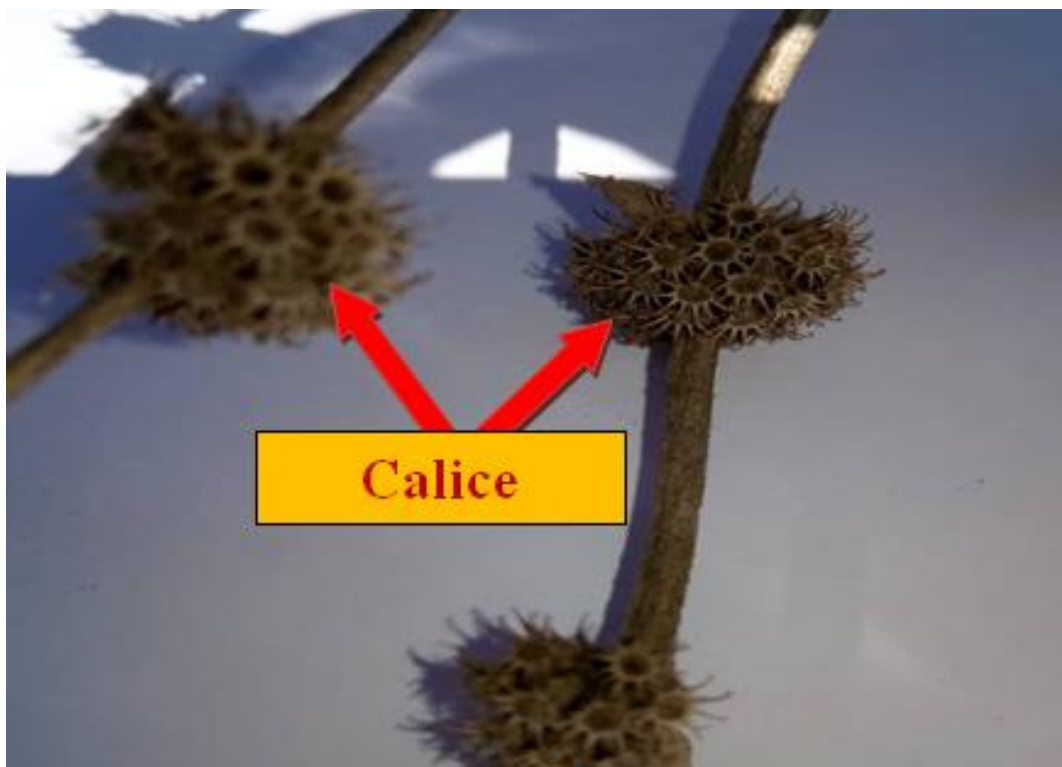
**Figure 4 :** Fleurs de *Marrubium vulgare L.* (Cliché : Bouziane et Chikr elmezouar, 2020).

- **Les tiges :** Mesurent 30 à 80cm de long, elles sont cotonneuses, très feuillées épaisses, rameuses à la base. Elles sont dites « tétragone » ou « quadrangulaires ». Elles sont carrées comme beaucoup d'autres lamiacées (Figure 5).



**Figure 5 :** Tiges de *Marrubium vulgare* L. (Cliché : Bouziane et Chikr elmezouar, 2020).

- **Le limbe :** est fortement ridé en réseau, irrégulièrement crénelé, à contour largement ovale ou arrondi, se rétrécissant en coin à sa base, velu, cotonneux et blanchâtre sur la face inférieure, poilu mais vert (rarement blanchâtre) sur la face supérieure.
- **Le calice :** est velu, cotonneux, avec un anneau de poils vers l'intérieur en haut du tube, il est terminé par 6 à 10 dents crochues (Figure 6).



**Figure 6 :** Calices de *Marrubium vulgare* L. (Cliché : Bouziane et Chikr elmezouar, 2020)

- **La corolle :** est blanche, bilabiée, couverte de petits poils à l'extérieur, présente un tube courbé, resserré vers le milieu et ayant à ce niveau, à l'intérieur, un anneau de poils, qui est disposé transversalement.
- **L'androcée :** est à quatre étamines, renfermées dans le tube de la corolle.
- **La récolte :** des extrémités fleuries (tige, feuille et fleur au sommet de la plante) se fait en juillet ; on vend généralement soit ses sommités fleuries en petits bouquets, soit seulement leurs feuilles mondées.
- **Le fruit :** est un nucula acheniforme (schizocarpe) ; de plus, il est précisément drupe (à savoir un écrou) avec quatre semence (un pour ovule dérivé de deux carpelles fendues au milieu). Ce fruit dans le cas de *Lamiaceae* « Clausa » est appelée. Les quatre parties qui divise le fruit principal, les fruits sont encore (partiel), mais monospermici (Un semence) Et sans endosperme. La forme est trigona, cunéiforme-obovate, à sommet tronqué avec une surface lisse et glabra. Ils sont situés à l'intérieur du calice persistant (Judd *et al.*, 2002).

**III-3. Position systématique de l'espèce *Marrubium vulgare L.*****III-3.1. Classification préphylogénétique**

<b>Embranchement :</b>	Spermaphytes (plantes à graine)
<b>Sous embranchement :</b>	Angiospermes ( plantes à ovaire)
<b>Classe :</b>	Dicotylédone
<b>Sous-classe :</b>	Gamopétales (pétales soudés)
<b>Série :</b>	Superovariées Tétra cyclique (ovaire supère, 1 seul verticale d'étamines)
<b>Ordre :</b>	Lamiales
<b>Famille :</b>	Lamiacées ( <i>lamiaceae</i> )
<b>Genre :</b>	<i>Marrubium</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Marrubium vulgare L.</i>

**III-3.2. Classification phylogénétique**

Selon la classification APG III (2009), *Marrubium vulgare L.* est classé comme suit :

<b>Règne :</b>	Végétal
<b>Sous- règne :</b>	Plantes vasculaires
<b>Embranchement :</b>	Spermatophytes
<b>Division :</b>	Magnoliophytes
<b>Classe :</b>	Magnolipsides
<b>Sous- classe :</b>	Astérides
<b>Ordre :</b>	Lamiales
<b>Famille :</b>	Lamiacées
<b>Genre :</b>	<i>Marrubium</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Marrubium vulgare L.</i>
<b>Nom commun :</b>	Marrube blanc

Selon la classification APG IV (2016), *Marrubium vulgare L.* est classé comme suit :

<b>Domaine :</b>	Eucaryotes
<b>Règne :</b>	Plantes
<b>Clade :</b>	Angiospermes
<b>Clade :</b>	Eudicots
<b>Clade :</b>	Superasteridées
<b>Clade :</b>	Astéridées
<b>Ordre :</b>	Lamiales
<b>Famille :</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Sous-famille :</b>	<i>Lamioideae</i>
<b>Genre :</b>	<i>Marrubium</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Marrubium vulgare L.</i>

#### III-4. Noms vernaculaires et synonymes taxonomiques

*Marrubium vulgare L.* a beaucoup de noms vernaculaires et de noms arabes :

- En Algérie, il est connu par les noms de : *Marriout, Marriwa, Marriouat el Kelb, Achbet el Kelb, Frasioum, Oum er roubia* (Quézel et Santa, 1963 ; Merad, 1973), en petite Kabylie on la nomme *Berriut* et en grande Kabylie *Meriut* (Brette, 1985),
- Au Maroc c'est *Merrîwut* (Bellakhdar, 1997),
- En Tunisie : *Marroubia* (Boukef, 1986),
- En France, cette plante est connue sous les noms communs de : Marrube blanc, Marrube commun, Marrube vulgaire, Marrube des champs, Bonhomme, grand Bonhomme,
- En Angleterre: White Horehound ou Wild Horehound,
- En Allemagne: Andorn, Weisser Andorn, Gottvergessen, Mauerandorn.

A cette plante se réfèrent un grand nombre de synonymes taxonomiques (I.N.P.N, 2010). Nous pouvons citer :

- *Marrubium vaillantii* Coss. et Germ.,
- *Marrubium lanatum* Benth.,
- *Marrubium kusnetzowii* Popov.,
- *Marrubium germanicum* Schrank.,

- *Marrubium ballotoides* Boiss. et Balansa.,
- *Marrubium apulum* Ten.,
- *Marrubium album* St.-Lag.,
- *Prasium marrubium* E.H.L.Krause.

### III-5. Habitat et origine

Originnaire d'Eurasie, *Marrubium vulgare* L. est cosmopolite, elle est répartie dans toute l'aire méditerranéenne surtout en Afrique du Nord (Quézel et Santa, 1963 ; Bellakhdar, 1997), en Egypte (Ducros, 1930), en Libye (Kotob Hussein, 1979), en Tunisie (Le Floc'h, 1983), en Algérie et au Maroc (Bellakhdar, 1997).

Elle pousse presque dans toute l'Europe surtout dans ses régions méditerranéennes et dans l'Europe méridionale et médiane (Quézel et Santa, 1963 ; Bellakhdar, 1997), au Centre et Sud-ouest de l'Asie. En Algérie, elle est très commune presque dans tout le pays surtout en stations chaudes et ensoleillées (Quézel et Santa, 1963).

Cette plante s'est depuis longtemps répandue un peu partout dans l'hémisphère Nord, notamment aux Etats-Unis et au Canada où elle est naturalisée (Bonnier, 1934).

Comme habitat, *Marrubium vulgare* L. préfère les décombres, les haies, les clôtures et les terrains vagues. Cette plante est forte commune des lieux incultes, les bords des chemins, dans les fossés, les pâturages, les voisinages des habitations, les villages mêmes (Bellakhdar, 1997).



**Chapitre II :**  
*Généralités sur les sols*

## I-Définition

Le sol fait partie de la biosphère, dynamique et vivant, c'est le résultat d'une évolution lente au cours de laquelle le climat, le relief et les organismes ont participé à le façonner en altérant la roche mère et en la faisant interagir avec la matière vivante (Soltner, 1992).

Le sol constitue le support pédologique de la plante et sa base de vie et de production (Dagadi, 2011).

Selon Plamondon (2009), la couverture au sol est l'ensemble de débris ligneux ou bois morts, de litières, de la végétation basse constituée des espèces des sous-bois excepté les espèces de la strate arborescente se trouvant à la surface du sol.

## II- Origines de la diversité des sols

Les sols résultent de transformations affectant les matériaux de l'écorce terrestre. Les climats successifs, l'activité biologique et l'homme en sont les agents directement responsables ; leur effet dépend non seulement de la nature des roches et de leurs formations dérivées, mais aussi du relief et de la migration de la matière à l'état de solution ou de suspension dans l'eau (Mirsal, 2004).

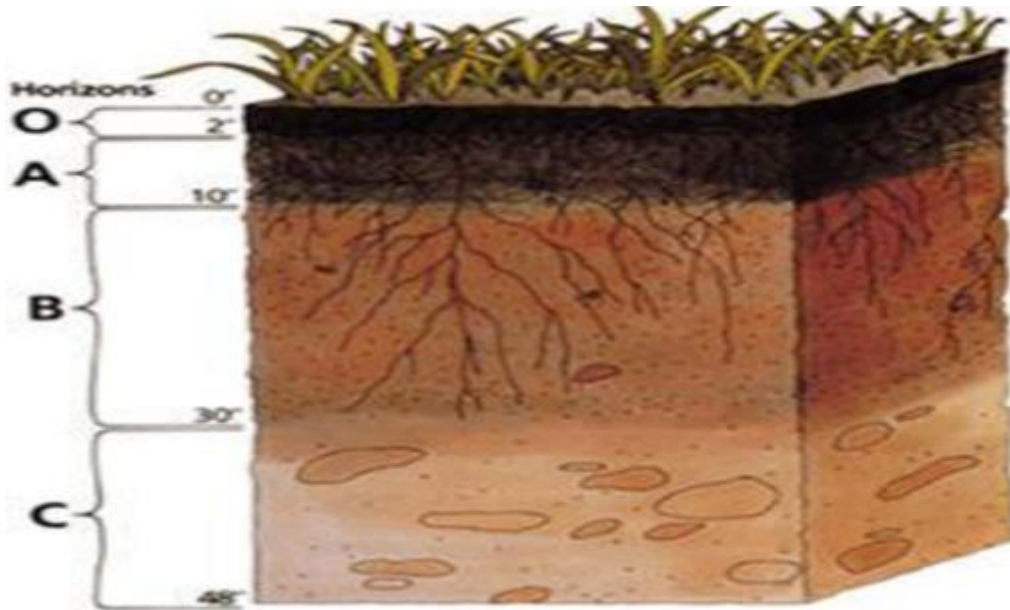
L'organisation originelle des matériaux géologiques disparaît pour laisser place à une organisation entièrement nouvelle d'origine pédologique. Force est de constater que les sols actuels sont essentiellement un héritage du passé. Le processus de différenciation d'un sol au dépend d'un matériau géologique est connu sous la dénomination de pédogenèse ; les facteurs de cette pédogenèse sont ; les matériaux originels, le climat, le relief, l'occupation végétale, le facteur temps et essentiellement les influences anthropique (Mirsal, 2004).

## III- Types d'horizons dans un profil du sol

La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs écologiques conduisent à la différenciation des strates successives par la texture, structure et de couleurs appelées horizons. L'ensemble des horizons s'appelle « profil » (**Figure 7**). Les sols présentent une grande diversité et constituent une véritable mosaïque, seuls les horizons superficiels sont importants pour la végétation (Halitim, 1985).

- **Horizon O** : horizon organique formé surtout à partir de mousses et de débris végétaux
- **Horizon A** : horizon minéral formé près de la surface, dans la zone de perte des matériaux en solution ou en suspension, et / ou d'accumulation du carbone organique.
- **Horizon B** : horizon minéral, enrichi ou horizon illuvial, où l'on observe une accumulation d'argile silicatée, de fer, d'aluminium ou d'humus

- **Horizon C** : horizon correspondant à la roche-mère. Cet horizon est généralement peu touché par les processus pédogénétiques en cours dans les horizons A et B (Web master 1)



**Figure 7** : Différents horizons d'un profil de sol (Web master 1)

#### IV- Constituants du sol

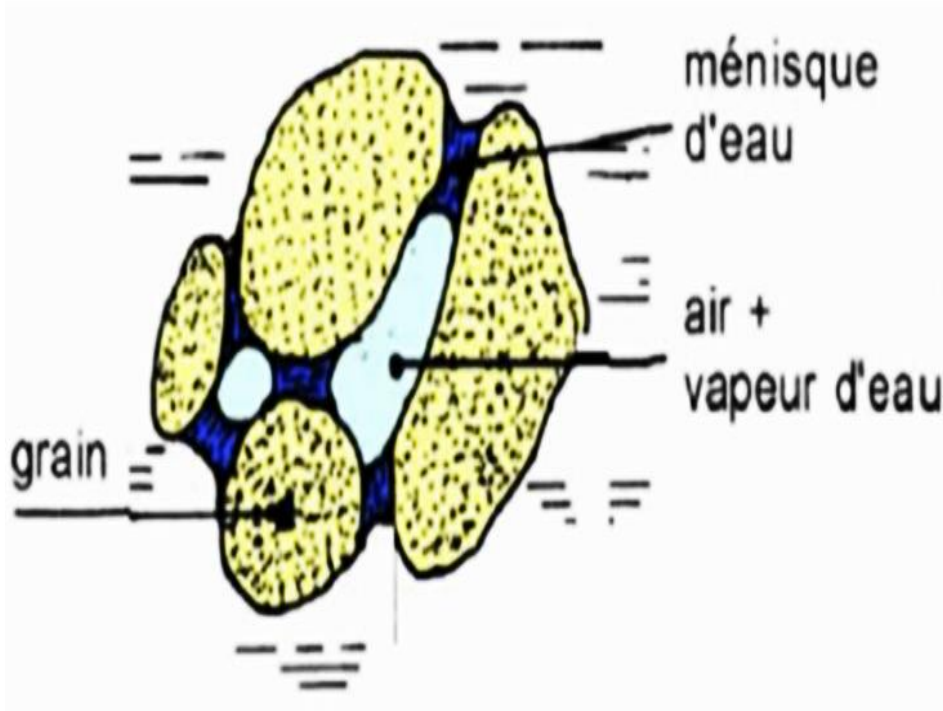
Le sol est en majeure partie constitué en masse, comme en volume, de particules minérales de taille et de nature minéralogique différentes (**Figure 8**). Il est aussi formé de constituants organiques allant de fragments de végétaux ou d'animaux à des macromolécules organiques complexes (Stenggel, 2009). Le sol est un corps vivant composé de deux fractions :

##### IV-1. Fraction minérale

La fraction minérale est principalement constituée de minéraux primaires (quartz, micas, feldspaths...) et de minéraux secondaires, les oxydes métalliques ou les argiles (Duchaufour, 2001). Mirsal (2004), rapporte que la fraction minérale n'intervient pas ou peu dans la sorption des polluants organiques sauf quand la teneur en carbone organique du sol est faible.

##### IV-2. Fraction organique

La fraction organique est formée en grande partie de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de tanins en plus faibles pourcentages, venant de la matière décomposée. Cette matière organique contient également de petites quantités de protéines et des fragments d'hydrates de carbone, des composés aminés, phénoliques ou aromatiques issus de l'activité biologique (Mirsal, 2004). Gabet (2004), atteste que cette fraction intervient fortement dans la sorption des composés organiques tels que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique).



**Figure 8** : Les constituants d'un sol (Lemière et *al.*, 2000).

## V- Différentes phases du sol

Le sol correspond à un mélange complexe de fragments de roches de granulométries variées, d'organismes et d'humus (ensemble complexe de résidus de matière organique partiellement décomposée et transformée) (Campbell, 2004).

D'après Soltner (1992), et pour mieux l'appréhender, on peut le décomposer en plusieurs fractions :

### V-1. Phase solide

Cette phase est constituée de deux types d'éléments distincts ; les éléments minéraux, ou « constituants mécaniques », qui proviennent essentiellement de l'altération mécanique et chimique de la roche mère. Ils se présentent sous la forme de pierres, de graviers, de sables grossiers ou fins, de limons, d'argiles, de calcaire ou encore d'oxyde de fer. Cette fraction minérale est très dominante sur le plan quantitatif (de 80 à 99% en masse) et relativement stable en composition (Mustin, 1987).

Selon Calvet (2003), la phase solide du sol est en général majoritairement minérale qui comprend :

#### V-1.1. Eléments grossiers

Ce sont les éléments  $> 2\text{mm}$  et on les classe par dimensions :

- 0,2 cm à 2 cm : graviers ;
- 2 à 5 cm : cailloux ;
- 5 à 20 cm : pierres ;

- > 20 cm : blocs.

Leur expression se fait en pourcentage, qu'on donne sur le terrain en fonction du volume et en laboratoire en fonction de la masse (sur un échantillon de sol, au laboratoire, on estime le pourcentage après passage au tamis de 2mm).

### V-1.2. Terre fine

La terre fine est la fraction de terre qu'il reste lorsqu'on retire les éléments grossiers (donc < 2 mm, au tamis). On peut classer les éléments de la terre fine par dimensions :

- 2mm à 0,2 mm : sable grossiers ;
- 0,2 mm à 50  $\mu\text{m}$  : sable fins ;
- 50  $\mu\text{m}$  à 20  $\mu\text{m}$  : limons grossiers ;
- 20  $\mu$  à 2  $\mu$  : limons fins ;
- < 2  $\mu$  : argiles.

Les éléments organiques, ou la matière organique du sol (MOS). Cette fraction de compositions très variables au cours du temps, peut-être plus ou moins abondante dans le sol (de 0% dans les déserts à sols minéraux à plus de 95% dans les tourbières) (Mustin, 1987).

### V-2. Phase liquide

Appelée aussi « solution du sol », représente l'eau contenue dans le sol et dans laquelle sont dissoutes les substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des MOS (matière organique du sol) et des apports extérieurs tels que les fertilisants et pesticides. Cette fraction est le lieu des réactions chimiques permanentes indispensables à l'évolution de la matière organique et à la croissance des végétaux. Il y a trois types de solutions :

- Liquide libre qui s'écoule à travers le sol et qui percole par gravité ;
- Liquide utilisable par les végétaux qui est retenu plus ou moins fortement par les particules du sol, il occupe les petites lacunes et imbibe les particules par capillarité ;
- Liquide inutilisable par les végétaux qui est très fortement lié aux particules solides du sol (Mustin, 1987).

### V-3. Phase gazeuse

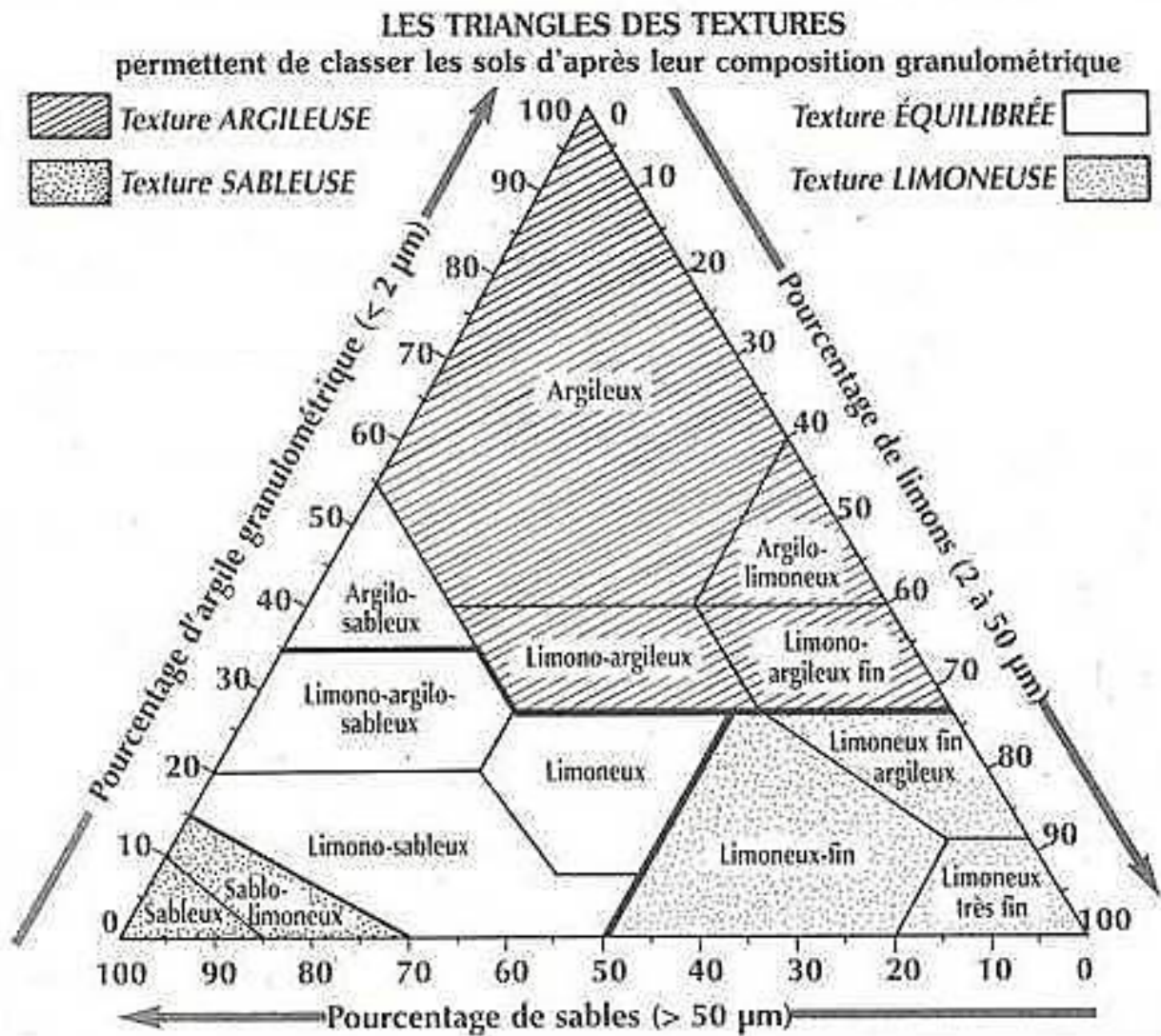
Ou l'« atmosphère du sol », est composée des mêmes gaz que l'air aux quels s'ajoutent certains gaz provenant de la décomposition des MOS (méthane et ammoniac)

**VI-Texture du sol**

La texture c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (Gobat *et al.*, 2010). Elle reflète la part respective des constituants triés selon leur taille.

**VI-1. Texture minérale**

Elle s'exprime par un terme, simple (ex. sableuse, argileuse) ou composé (ex. limon-sableuse, argilo-limoneuse), repéré dans un triangle des textures minérales (**Figure 9**), au sein duquel des catégories sont délimitées.



**Figure 9** : Texture du sol selon le triangle de Jamagne (1967).

## VI-2. Texture organique

La texture organique est aussi déterminée dans un triangle, qui permet l'attribution de l'échantillon aux domines fibrique, mésique ou saprique, bases de la classification des tourbes (Gobat *et al.*, 1991). En plus d'indication granulométrique, elle fournit - c'est là une différence par rapport à la texture minérale -des informations sur la microstructure du matériel (Gobat *et al.*, 2010). Les constituants du sol interagissent pour lui conférer ses propriétés (Gobat *et al.*, 2005). L'agencement des trois fractions décrites ci-dessus contrôle les fonctions de transfert (eau, soluté et gaz) et les propriétés mécaniques des sols (stabilité structurale, résistance à la compaction). La texture d'un sol se définit par les proportions relatives des constituants triés selon leur taille (Gobat *et al.*, 1998).



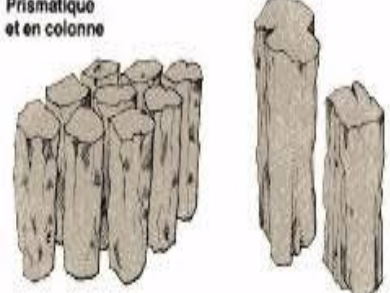
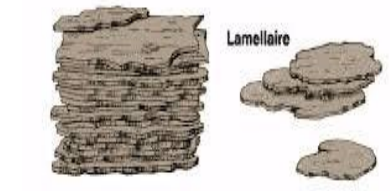
## VII- Structure du sol

La structure est un état du sol qui varie avec le temps selon la texture mais aussi selon le taux d'humidité, l'état des colloïdes et la présence de matière organique,...(Gobat *et al.*, 1998). La porosité qui en découle subit de nombreuses modifications : fissuration par les racines, labourage sous l'action des organismes fouisseurs et des vers de terres, fissuration suite à alternance pluie/dessèchement ou gel/dégel et enfin labourage ou compactage par le travail de l'homme (Girard *et al.*, 2005).

### VII-1. Types de structure

Par définition, le type de structure décrit la forme des agrégats individuels. Les pédologues considèrent généralement sept types de structures du sol, mais nous n'en utiliserons que quatre, classés de 1 à 4 comme suit (**Tableau 1**) : (Khedim, 2013)

**Tableau 1 :** Type de structure de sol (Khedim, 2013)

Types de structure	Formes	Caractéristiques
<b>Structure granulaire et grumeleuse</b>	 <p>Granuleuse et grumeleuse</p>	<p>Les particules individuelles de sable, limon et argile s'agrègent en petits garnis presque sphériques. L'eau circule très facilement dans ces sols. On les trouve couramment dans l'horizon A des profils pédologiques</p>
<b>Structure anguleuse et subanguleuse</b>	 <p>Anguleuse et subanguleuse</p>	<p>Les particules s'agrègent en blocs presque cubiques ou polyédriques, dont les angles sont plus ou moins tranchants. Des blocs relativement gros indiquent que le sol résiste à la pénétration et au mouvement de l'eau. On les trouve couramment dans l'horizon B ou l'argile s'est accumulée.</p>
<b>Structure prismatique et en colonne</b>	 <p>Prismatique et en colonne</p>	<p>Les particules ont formé des colonnes ou piliers verticaux, séparés par des fentes verticales minuscules mais bien visibles. L'eau circule avec beaucoup de difficulté et le drainage est médiocre. On les trouve couramment dans l'horizon B ou s'est accumulée l'argile.</p>
<b>Structure Lamellaire</b>	 <p>Lamellaire</p>	<p>Les particules ont formé des colonnes ou piliers verticaux, séparés par des fentes verticales minuscules mais bien visibles. L'eau circule avec beaucoup de difficulté et le drainage est médiocre. On les trouve couramment dans l'horizon B ou s'est accumulée l'argile.</p>

### VII-2. Stabilité structurale

Au-delà de la structure, il y a la notion de « stabilité structurale » qui est particulièrement importante pour l'érosion. La stabilité structurale est une mesure de la résistance des agrégats à la désagrégation. Un sol dont les agrégats ont une forte cohésion possède une bonne stabilité structurale ; des agrégats avec une faible cohésion ont donc une faible stabilité structurale et ils se désagrègent facilement sous l'impact des gouttes de pluie. L'influence de la stabilité structurale se ressent surtout par son impact sur l'infiltration de l'eau dans le sol et la facilité avec laquelle le sol érodé. Les facteurs principaux qui influencent la stabilité structurale d'un sol cultivé sont la texture, la teneur en matières organiques et les types de cations présents dans le sol (Faraoun, 2014).

## VIII- Propriétés chimiques

### VIII-1. pH

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

### VIII-2. Capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique (CFC) est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables ( $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ) (Baize, 2004).

Les cations sont liés aux feuillets d'argile par des forces de nature électrostatique et possèdent la propriété d'être échangeables. Ces cations échangeables se fixent à la surface des feuillets et assurent la liaison entre eux. 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).

Par ordre de capacité de remplacement croissante, les ions se classent comme suit :  $Li^+ < Na^+ < H^+ < K^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Al^{3+}$ . D'après cette série, le lithium est le plus facile à remplacer alors que l'aluminium est le plus difficile (Calvet, 2003).

### VIII-3. Calcaire actif

La fraction de calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium est appelée calcaire actif. Une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes. On considère généralement que des problèmes sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50 pour mille (Pousset, 2000).

### VIII-4. Phosphore assimilable

Le phosphore (P) est un élément essentiel de tous les organismes vivants. Chez les végétaux, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques comme la croissance, la photosynthèse et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, il représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (Pousset, 2000).

### VIII-5. Azote

Contrairement à la plupart des autres éléments présents dans le sol, l'azote ne provient jamais de l'altération des roches sur lesquelles se sont élaborés les sols au cours du temps. L'azote est souvent le nutriment limitant dans le sol. Il est recyclé plusieurs fois par les organismes avant son assimilation par la plante. Lorsqu'on ajoute de l'azote dans le sol, il faut le faire pour les microbes et non pour la plante. Il s'agit toujours de petites quantités (10-20 U/ha) à mettre juste avant le démarrage de l'activité des microbes (Mirsal, 2004).

## **IX-Matière organique (MO)**

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

### **IX-1. Rôle de matière organique**

La matière organique du sol représente l'indicateur principal de la qualité des sols, à la fois pour des fonctions agricoles (c'est-à-dire la production et l'économie) et pour les fonctions environnementales parmi lesquelles la séquestration du carbone et la qualité de l'air. Elle est le principal déterminant de l'activité biologique. La quantité, la diversité et l'activité de la faune et des micro-organismes sont en relation directe avec sa présence.

La matière organique et l'activité biologique qui en découle ont une influence majeure sur les propriétés physiques et chimiques des sols (Robert, 1996). L'agrégation et la stabilité de la structure du sol augmentent avec le contenu en carbone des sols. Les conséquences directes sur la dynamique de l'eau et la résistance à l'érosion par l'eau et le vent. Le carbone des sols affecte aussi dynamique et la biodisponibilité des principaux éléments nutritifs (Robert, 2002).

### **IX-2. Les facteurs influencent le contenu en matière organique**

La matière organique du sol (MOS) joue un rôle fondamental dans le comportement global des sols et des agro écosystèmes qu'ils supportent :

- Stimulation de l'activité biologique des sols,
- Qualités physiques des sols,
- Stockage et mise à disposition de l'eau et des nutriments pour les plantes
- Régulation des polluants

La teneur en carbone organique des sols est généralement considérée comme l'indicateur principal de la qualité des sols.

Une perte de carbone organique, ou de MOS, se traduit invariablement par une perte de qualité des sols et une altération des fonctions associées, créant alors un cercle vicieux : dégradation des sols, déclin de la productivité agronomique, insécurité malnutrition et famine...

Au contraire, augmenter la MOS améliore directement la qualité et la fertilité du sol contribuant ainsi à la résilience et la durabilité de l'agriculture et, de fait, à la sécurité alimentaire des sociétés tout en séquestrant du carbone (Olivier, 2013).

## X- Activité biologique du sol

L'existence des sols nécessite la présence d'une activité biologique qui constitue un facteur majeur de leur évolution et influe sur nombreuses de leurs propriétés. Ces organismes vivants, nombreux et très divers, trouvent dans les sols une grande diversité de biotopes permettant leurs développements, adaptés à leurs tailles et à leurs besoins. La couverture pédologique constitue ainsi un vaste écosystème complexe et varié (Chaussod, 1996).

Au sein de cette diversité, les bactéries et les champignons prédominent largement puisqu'ils représentent plus de 80% de la biomasse présente dans la couverture pédologique (**Tableau 2**). Une très grande variété d'espèces d'organismes vivants peut se développer dans tous les sols, y compris dans des parties de la couverture pédologique exposées à des conditions jugées extrêmes de salinité, de température, de pollution, de sécheresse, et d'humidité. D'une situation à l'autre, la composition (biodiversité spécifique) et l'abondance de la population des organismes vivants varient de façon très importante.

La couverture pédologique constitue donc une extraordinaire réserve de biodiversité et abrite de très nombreuses espèces dont beaucoup sont encore inconnues, puisqu'on estime ne pas connaître actuellement plus de 1% des espèces de microorganismes vivants dans les sols. La plus grande biodiversité terrestre se trouve donc dans la couverture pédologique

**Tableau 2 :** Répartition des organismes vivants suivant la classification de T. Cavalier-Smith (1998) et ordre de grandeur des quantités correspondantes (Chaussod R, 1996)

Empires	Règnes	Abondance (Nombre d'individus)	Biomasse (g/m <sup>2</sup> )
Procaryotes	Bactéries	10 <sup>6</sup> à 10 <sup>9</sup> /g de terre	2 à 200
Eucaryotes	Protozoaires	10 <sup>4</sup> à 10 <sup>6</sup> /g de terre	30 à 40
	Chromistes	Indéterminé	---
	Champignons	10 <sup>4</sup> à 10 <sup>6</sup> /g de terre	100 à 150
	Algues	10 <sup>2</sup> à 10 <sup>4</sup> /g de terre	5 à 20
	Animaux	250.10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	50 à 500

## **XI- Relation sol-végétation**

Pour assurer sa croissance et son développement, la plante sélectionne et prélève les éléments dont elle a besoin dans le milieu environnant, le sol fournit l'essentiel de l'eau et des éléments nutritifs sous forme d'ions minéraux. Les racines absorbent ces éléments de façon sélective et généralement les concentrent à partir de l'eau du sol qui constitue une solution très diluée en ions (N, P, K, Ca, Mg, S et oligoéléments) (Schmid, 1970).

Le couvert végétal joue un rôle très important vis-à-vis la protection du sol et par conséquent l'environnement. Le végétal fournit au sol la matière organique et le protège surtout contre l'érosion et de la battance (Schmid, 1970).

La végétation stabilise le sol en le protégeant notamment de l'énergie cinétique des pluies. Elle exerce aussi une action sur la perméabilité du sol, sur l'écoulement des eaux de ruissellement (Schmid, 1970).

Une étude sur les relations entre la végétation et le milieu édaphique peut se limiter au relevé des caractères de la couverture végétale apparaissant régulièrement associés à certaines propriétés de son support. Ainsi des prospecteurs, géologues ou pédologues, s'attacheront-ils à distinguer dans un paysage les éléments propres à faciliter la localisation d'un type bien défini du terrain. Ainsi, par une démarche inverse, un botaniste, pour établir la distribution d'une espèce, sera-t-il amené à se référer à des données d'ordre pétrographique (Schmid, 1970).

### **XI-1. Action du sol sur la végétation**

L'action du sol sur le végétale ne peut être étudiée sans tenir compte de l'influence de l'environnement pétrographique, topographique ou climatologique : la prise en considération de l'ensemble des phénomènes conditionnant au niveau du sol la vie de la plante conduit à la notion de milieu édaphique. Dans ce complexe, le sol joue un rôle essentiel, intervenant à la fois comme support et comme pourvoyeur (Schmid, 1970).

### **XI-2. Sol en tant que support**

Pour constituer un bon support, un sol doit être relativement meuble et profond : une porosité excessive, une forte compacité à faible distance de la surface ne permettent pas à une végétation continue et puissante de s'implanter solidement. Il faut encore qu'il présente une bonne stabilité mécanique et structurale. Il faut enfin que par rapport aux horizons sous-jacents, l'horizon supérieur ne soit pas trop riche, ce qui amènerait les racines à s'y développer de manière exclusive (Schmid, 1970).

### **XI-3. Sol en tant que pourvoyeur**

Le sol pourvoit aux besoins de la végétation en mettant à sa disposition l'eau et diverses substances minérales. Dans l'examen de ce rôle de pourvoyeur, deux ensembles de propriétés sont à prendre en considération : les propriétés concernant l'existence ou la

constitution des réserves. Celles concernant la mobilisation des réserves. L'importance des réserves en eau dépend du volume et de la périodicité des apports, directement ou indirectement d'origine atmosphérique, et de la capacité d'absorption et de rétention du sol, sa richesse en constituants minéraux utiles varie avec la composition des matériaux dont il est issu et avec les processus pédogénétiques, la liaison entre l'importance des réserves et la composition de la roche-mère présentant un caractère plus général dans le cas du phosphore et du potassium, que dans celui du calcium, du magnésium ou des oligo-éléments. Quant aux teneurs en azote, elles dépendent dans une large mesure de la composition de la couverture végétale (Schmid, 1970).

#### **XI-4. Végétation et Pédogénèse**

Les systèmes racinaires et, surtout, la matière organique issue des litières interviennent très activement dans les phénomènes de décomposition et de transport qui sont à la base de la formation des sols ; en outre, la couverture végétale en réduisant l'érosion superficielle rend possible l'accumulation sur place des produits d'altération et, par voie de conséquence, la différenciation des horizons (Schmid, 1970).

Le rôle de la végétation dans la pédogénèse apparaît donc au début essentiellement constructif ; mais sur une longue période de temps, il ne présente pas des aspects positifs. En effet, l'approfondissement continu du profil, s'accompagnant généralement, en milieu équatorial ou tropical humide, d'un appauvrissement chimique, et la différenciation de plus en plus accentuée des horizons entraînant l'isolement des couches supérieures du sol, les seules qui soient accessibles aux racines, par rapport à la roche-mère, source première des substances minérales indispensables. Au terme de l'évolution, on trouve en surface une couche de terre riche en matière organique et en éléments assimilables mais dépourvue de réserves, constituant avec la couverture végétale une sorte de complexe symbiotique et reposant sur des horizons morts ou très peu de racines pénètrent (Schmid, 1970).

L'influence de la végétation sur la pédogénèse est telle que, à supposer qu'un changement de climat ait entraîné une modification de la couverture climacique, le profil porte la marque de chacune des formations qui se sont succédé au même emplacement. L'étude du sol permet alors de reconstituer l'histoire de la végétation. Ainsi, en Côte-d'Ivoire, l'existence dans la zone forestière de sols peu ferrallitisés, au Sud du pays Baoulé, confirme l'hypothèse d'une extension de la savane jusqu'à la zone littorale au cours de la dernière période sèche du Quaternaire (Mangenot et Leneuf, 1959).

### **XI-5. Particularité édaphiques des plantes**

Si les végétaux supérieurs du sol n'ont fait l'objet d'aucune présentation particulière, à l'inverse des bactéries, des champignons, des algues ou des invertébrés, c'est qu'il est impossible de définir une « plante du sol » comme on le fait des champignons ou des bactéries. Intervenant à la fois en profondeur par leurs racines et au-dessus par leurs organes aériens, les végétaux influencent le sol autant par les processus actifs de leur nécromasse et de leur litière. Avec lui, ils échangent en permanence de l'eau et des substances dissoutes, absorbée par sécrétion et excrétion (Jean-Michel *et al.*, 2003).

En effet, la végétation, en raison de ses liens étroits avec le milieu édaphique, constitue une source d'informations précieuse sur les sols et sur leur productivité ainsi que sur les conditions pétrographiques et hydrologiques qui ont présidé à leur genèse.

L'utilisation de la photographie aérienne, qui prend de plus en plus d'importance dans l'établissement des cartes géologiques, géomorphologiques ou pédologiques, est basée sur l'examen du tapis végétal qui reflète dans ses différents aspects les variations de son support. En principe, à tout changement de végétation, s'agissant au moins du couvert naturel, correspond une modification du terrain, le tracé des lignes de contact souvent difficiles à localiser par elles-mêmes, se trouvant ainsi grandement simplifié. L'étude de la couverture végétale en tant que témoins des conditions édaphiques facilite non seulement la délimitation mais aussi la reconnaissance des principaux types de sols et peut aider à préciser certains de leurs caractères ; encore convient-il d'être alors très prudent (Jean-Michel *et al.*, 2003).



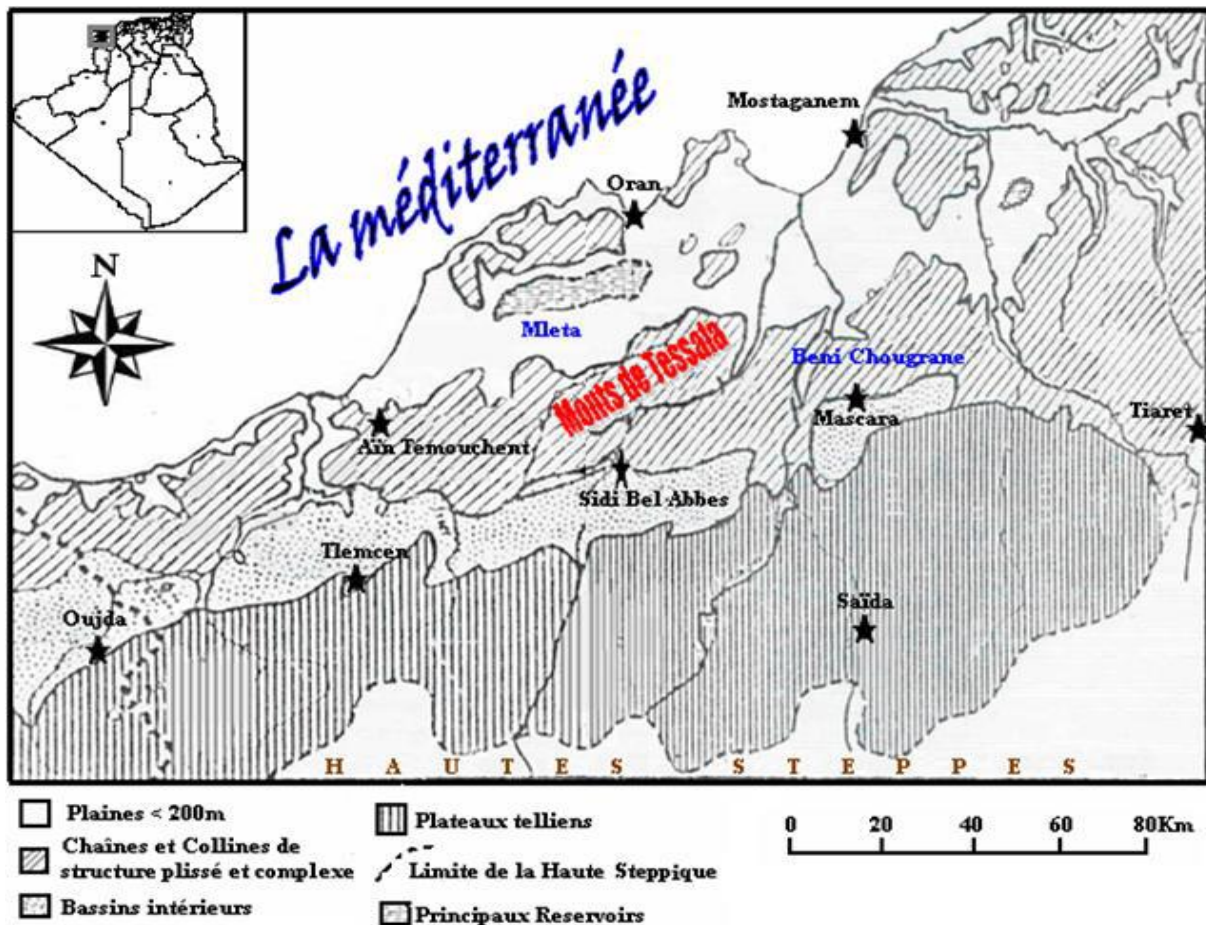
# Chapitre III :

## *Présentation de la zone étude*

I

## I- Position géographique

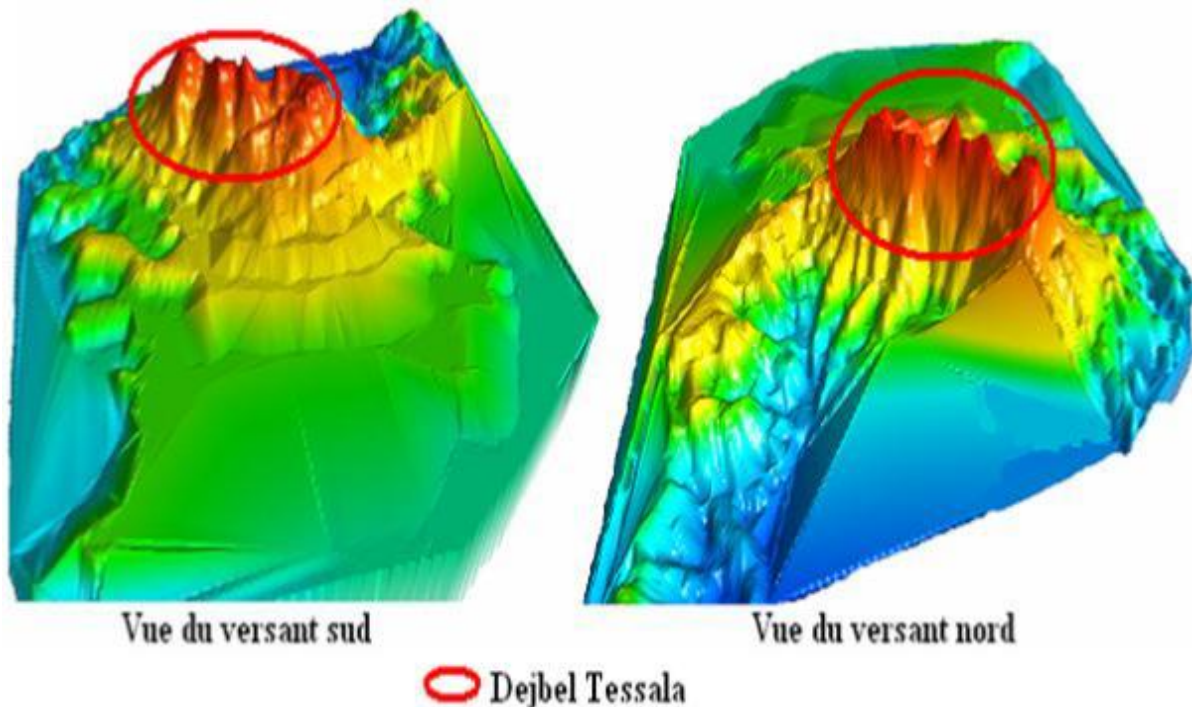
Les monts de Tessala présentent un secteur de grande diversité biologique. Situé au à 15 km au nord-ouest du chef-lieu de la wilaya de Sidi Bel Abbés, les monts de Tessala offrent un relief relativement accidenté s'étirant sur une distance de 50 à 60 km. Limités au nord par la plaine de la Mleta et la sebka d'Oran, à l'est par les monts des Béni Chougrane, à l'ouest par les monts des Sebaa Chioukh et au sud par la plaine de Sidi Bel Abbés (**Figure 10**). Ces monts se prolongent entre 3 communes "Tessala, Aïn trid et Sehal« (Beneder, 1990).



**Figure 10** : Position géographique des monts de Tessala  
(Kiecken, 1962 ; modifiée par Bouzidi, *et al.*, 2009)

En effet, la zone montagneuse de Tessala est limitée à l'Ouest par les monts de Berkèche et au sud par la plaine de Sidi Bel Abbés, la chaîne montagneuse de Tessala est orientée du SW-NE. Elle est caractérisée par des sommets qui atteignent des altitudes moyennes de 600 mètres. Le djebel Tessala culmine à 1061m. Ils présentent un paysage très accidenté agencé en reliefs. Des dénivellations passent du Nord vers le sud de 800 m à 450 m en moyenne (**Figure 10**) (Bouzidi *et al.*, 2009).

Les terrains sont généralement instables en tenant compte de la nature lithologique des substrats (marnes, argiles et calcaire marneux). Cette lithologie favorise la formation des nappes aquifères peu abondantes (Benyahia *et al.*, 2001).



**Figure 11 :** Vision du massif de Tessala en 3 dimensions (Image en MNT)  
(Bouzidi *et al.*, 2009)

## II- Géologie

La faible altitude de cette chaîne, et la mollesse générale du modèle s'expliquent par leur constitution géologique. Les formations prédominantes sont les marnes, les argiles et les grès tendres du néogène et du transgressif sur les marnes et les calcaires marneux du paléogène et du crétacé. Les jointements du trias, toujours très bouleversés et dont la présence est presque toujours exclusive au travers des séries fortement plissées, sont les marques d'une tectonique d'extrême violence de laquelle résulte la structure très compliquée de cette chaîne (Kiekken, 1962). Le fond essentiel est la très grande extension des formations peu résistantes, très érodables surtout les marnes et grès tendre oligocène (Dellaoui, 1952).

Au sud de Tessala, les mouvements du pliocènes ont provoqué un rajeunissement considérable des failles, on trouve également une structure synclinale grossière développé entre le massif de Tessala et Aïn Trid qui est occupé par des formations éocènes (Benyahia *et al.*, 2001).

L'âge des formations n'est pas justifié mais simplement repris des dernières publications géologiques de la région de Sidi Bel Abbés. Les monts de Tessala sont considérés comme une grande structure anticlinale d'une direction SW-NE. Certains auteurs du levé géologique considèrent les monts de Tessala comme le domaine plissé de l'orogénèse alpine accidentée par une flexure sur la bordure de nord (Kiekken, 1962) (ANAT, 2007).

Selon Benyahia *et al.* (2001), l'importance hydrogéologique de la description stratigraphique des différentes formations, et distinguent très schématiquement par :

✓ **A -Le quaternaire** : représenté par les terrains où dominant les limons, les argiles sableuses dans le centre et la partie nord de la plaine des monts de Tessala ;

✓ **B -Le plio-quaternaire** : trois formations peuvent être attribuées à cette ère géologique avec présence d'argile, d'argiles sableuses et argiles siliceuses ;

✓ **C -Le pliocène** : débute par une dalle conglomératique à ciment calcaréo-détritique avec au-dessous des graviers, du sable et d'argilites rouges ;

✓ **D -Le miocène** : constitue la série messiniène est présenté dans le Tessala avec des marnes bleues ou vertes et jaunes parfois à affleurement intercalé de bancs de grès roux très développés vers le sommet de la formation ;

✓ **E -L'éocène** : il se débite par un faciès qui commence par un entretien moyen supérieur avec une succession de calcaire marneux et grès alternant avec des marnes bleues noires ;

✓ **F -Le crétacé** : son développement couvre la majeure partie des monts de Tessala, la délimitation des étages est un peu difficile. Le crétacé supérieur est représenté par un ensemble de cénonanien turonien avec des marnes très calcaires alternant avec des calcaires argileux, le crétacé inférieur présente un albien marno-calcaire ;

✓ **G -L'aptien** : est localisé avec des marnes grises ou verdâtres représentées par le néocomien barrémien ;

✓ **H -Le trias** : se caractérise par un ensemble chaotique de terrain sédimentaire et éruptif avec des évaporites gypse, dolomie noire et des argilites. Le complexe triasique est associé surtout aux unités éocènes et crétacées.

Les principales unités lithologiques de la commune de Tessala à laquelle appartient notre zone d'étude sont représentées sur la **figure 12**.

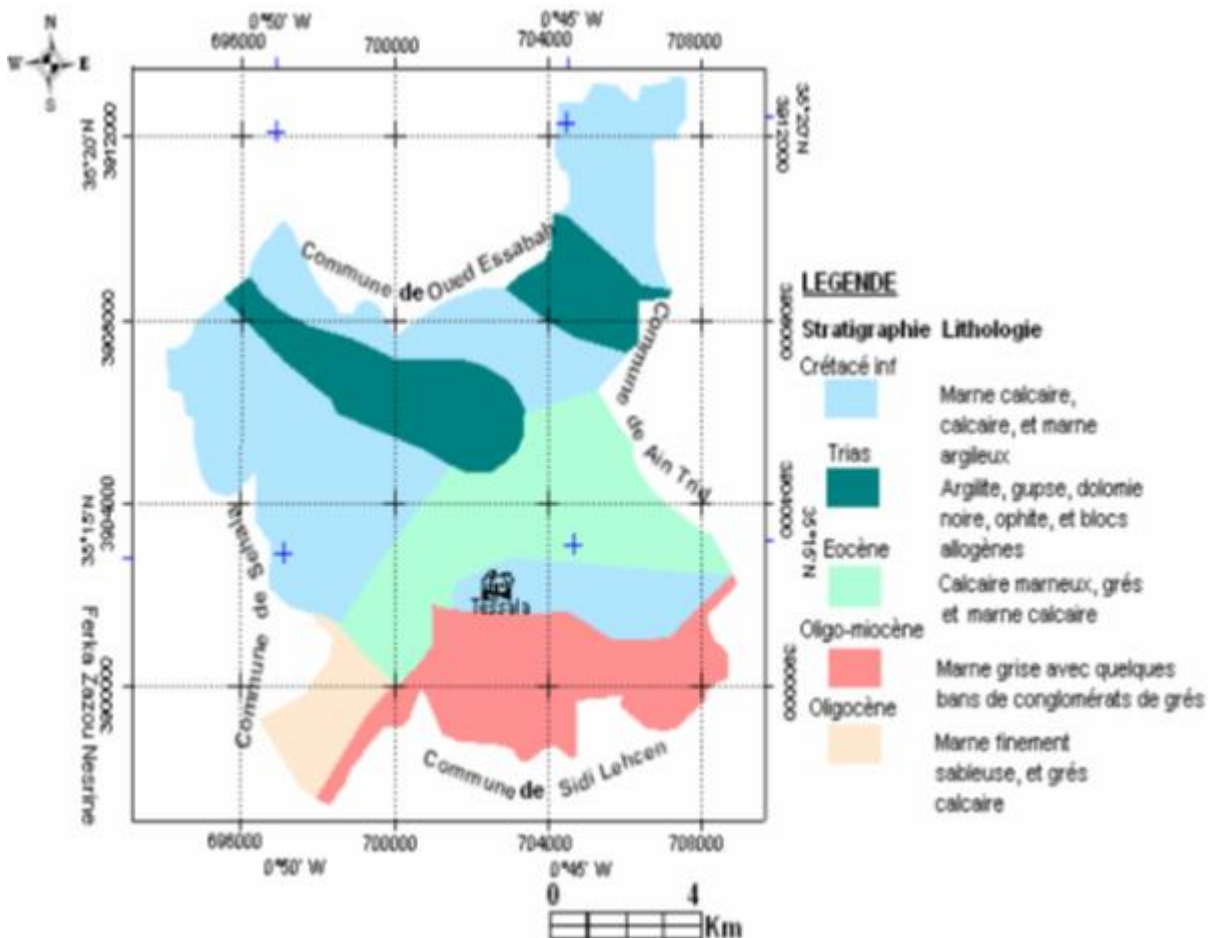


Figure 12 : Carte des principales unités lithologiques de la commune de Tessala (Talbi *et al.*, 2011)

### III- Caractéristiques pédologiques

Les principaux types de sols qui se forment sur les formations géologiques superficielles sont des sols lourds et peu évolués des versants médians et des bas versants aux pentes fortes, généralement soumis à des phénomènes d'érosions assez intenses. Tous les espaces tant naturels que productifs restent relativement menacés par l'érosion. Les sols de type bruns rouges, bruns calcaires, régosols et lithosols sont affectés par le ruissellement diffus et linéaire

(Pouquet, 1952).

Les différents types de sols dans les monts de Tessala sont :

✓ **Sols à sesquioxydes de fer** : ce sont des sols rouges ou bruns rouges, leur profondeur varie de 50 à 80 cm. La texture est équilibrée et leur structure grumeleuse. Ce sont des sols peu touchés par l'érosion mais affectés par le décapage des horizons humifères. Ces sols sont occupés par les céréales et les fourrages.

✓ **Sols bruns calcaires** : leur profondeur est inférieure à 50cm, de texture argileuse avec un horizon superficiel très lessivé. Les pierres de surfaces y sont nombreuses, essentiellement des débris de croûtes. Ces sols sont occupés surtout par les céréales et la jachère, cependant les pratiques culturales, surtout sur forte pente, (labour dans le sens de la pente) ont tendance à aggraver leur pauvreté et les phénomènes d'érosions multiples qui les affectent.

✓ **Vertisols** : ce sont des sols lourds à couleur noirâtre ou brun foncé, leur texture limonoargileuse est de structure généralement grumeleuse. Leur profondeur varie entre 30 et 50 cm, parfois ils dépassent les 50cm quand ils sont localisés au bas des versant, leur principale caractéristique et leur faible hydromorphie de surface (caractère vertique), ils sont colonisés par les céréales, des fourrages et de jachères, tandis que l'arboriculture et la vigne s'étendent sur des surfaces réduites (Benyahia *et al.*, 2001 ; Ferka-Zazou, 2006 ; In Bouzidi, 2013).

#### **IV- Caractéristiques géomorphologiques**

##### **IV-1. Altitude**

La commune de Tessala est constituée d'unités topographiques hétérogènes. Les côtes varient largement, elles ont des valeurs maximales dans les parties Sud-Ouest (Djebel Tessala 1061m) la chaîne s'arrête abruptement à côté de la plaine de Mleta (ANAT, 2007).

##### **IV-2. Exposition**

Conjuguée à une altitude importante du point de vue impact sur les précipitations et la brise marine, l'exposition à un effet sur les conditions écologiques des monts de Tessala. Le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée (dépassant les 6 mois). Le versant nord bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus clémentes, une brise marine avec ses effets adoucissant en été, une faible évaporation, des sols relativement équilibrés et une pluviométrie intéressante (Bouzidi *et al.*, 2009).

##### **IV-3. Pentes**

La morphologie des pentes est en fonction de la structure asymétrique des monts de Tessala. La pente au sud se caractérise par un relief doux avec des oueds saisonniers et des ravins plus profonds, par contre, vers le nord elle est caractérisée par des vallées profondes, étroites et des oueds permanents ainsi que d'entailles nettement visibles dans les ravins (ANAT,2007).

## V- Climat

### V-1. Précipitations

La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides (Djebaili, 1984). Une étude diachronique comparée entre l'ancienne période (1913-1938) en se référant aux données de Seltzer et la période actuelle (1980-2015) en se référant aux données de l'O.N.M. (2016) permet de confirmer ou d'infirmer l'évolution des facteurs climatiques (In Dadach, 2016).

### V-2. Températures

La température est un élément écologique fondamental en tant qu'un facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces. Cette température dépend de la latitude, de l'altitude, des masses d'air, et de la couverture végétale. Elle dépend aussi du type du sol (sol chaud et froid, sol clair et sombre) (Emberger, 1955 ; In Benaoum, 2018).

## VI- Végétation

La végétation constitue une source très importante du milieu physique. D'ailleurs, elle n'est que le reflet de la qualité du sol et du climat (Benabdelli, 1996).

Du point de vue floristique, les monts de Tessala présentent une diversité appréciable. Parmi les formations végétales qui s'y trouvent, nous distinguons (Bouzidi *et al.*, 2009 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Cherifi *et al.*, 2013 ; Faraoun *et al.*, 2016) :

**A-** des formations pré-forestières à base de *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Phillyrea angustifolia*, *Crateagus oxyacantha*, en plus de ces espèces on peut citer le caroubier (*Ceratonia siliqua*), l'Acacia (*Acacia pycnantha* et *cyanopphylla*), le Tamarix (*Tamarix gallica*), et plusieurs variétés d'Eucalyptus qui sont localisés dans le versant Sud.

**B-** des matorrals occupés essentiellement par des formations basses de chêne vert regroupant les espèces suivantes : *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Crateagus oxyacantha*, *Daphne gnidium*, *Cistus salvifolius*, *Calycotome villosa*, *Calycotome spinosa*, *Ampelodesma mauritanica* et accessoirement d'alfa (*Stipa tenacissima*).

**C-** des formations basses représentées essentiellement par : *Daphne gnidium*, *Calycotome Spinosa*, *Ampelodesma mauritanica*, *Asparagus acutifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Chamaerops humilis*, *Stipa tenacissima* et *Urginea pancration*.

## VII- Différent type de menaces

### VII-1. Incendies

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne et méditerranéenne est sans contexte l'incendie (Madoui, 2002 ; Missoumi *et al.*, 2002). La surface parcourue annuellement par le feu varie entre 20.000 et 30.000 hectares. Le feu présente une force écologique ancienne qui a modelé la plupart des communautés végétales, ainsi que les paysages du bassin méditerranéen (Trabaud, 1970). Selon Benabdelli (1998), les incendies et un facteur de dégradation redoutable, qu'aucun effort n'a pu juguler ce phénomène d'autant plus que la composition floristique des forêts algérienne est à dominance de résineux « *Pinus halepensis* ».

Ces incendies destructeurs sont le produit du climat méditerranéen qui favorise le déclenchement et la propagation du feu, il est caractérisé par une période estivale sèche transformant le sous-bois en matériaux très combustible, ainsi que d'autres facteurs comme la foudre et le vent (Benabdelli, 1996).

Notre zone d'étude est caractérisée par une saison sèche, surtout les deux mois de juillet et août. L'incendie est très fréquent, durant cette période où la température arrive à son maximum et le dessèchement de la strate herbacée est accentué ce qui provoque un déclenchement des feux, les incendies n'ont jamais cessé de perturber les différentes formations végétales (Cherifi *et al.*, 2013).

### VII-2. Surpâturage

Le pâturage est considéré, à tort, comme une activité normale en forêt, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables (Le Houerou, 1980). Par contre, le surpâturage, causant un broutage excessif de la végétation et des jeunes plants forestiers empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion (Dadach, 2016).

Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du nord, le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (Le Houerou, 1968).

En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures (Montero *et al.*, 1998). Pour cela « nos forêts sont souvent sollicitées, par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail » (Benabdelli, 1996).

Dans les monts de Tessala, le surpâturage provoque une dégradation des écosystèmes sylvo- pastoraux et de leur biodiversité, surtout dans les régions de forte concentration du cheptel. Il en résulte l'érosion des sols, la dégradation des ressources en eau et la perte de la biodiversité, ce qui donne lieu en cas d'aggravation à un processus de désertification avancé (Cherifi, 2013).

### **VII-3. Erosion**

L'érosion est l'ensemble des actions chimiques physiques et organiques qui aboutissent à la destruction des roches et au nivellement progressif du terrain. C'est une usure superficielle de l'écorce terrestre ; l'eau et le vent sont les principaux agents. En Algérie, ce phénomène a été pleinement étudié par (Saccardyl, 1950 ; Putod, 1956 ; Greco, 1979 ; Roose *et al.*, 1993).

Au niveau de notre zone d'étude, Bachir-Bouidjra *et al.* (2011), expliquent qu'on peut classer les différentes catégories de sensibilité à l'érosion sur la base de quatre critères distincts : la pente, le substrat, le couvert végétal et l'action anthropique. Avec un substrat calcaire et une végétation forestière, le sol reste relativement protégé et peu sensible à l'érosion.

Sur un complexe marno-calcaire, le sol est menacé quand il est occupé par les céréales et la sensibilité est moyenne à forte selon les systèmes de production pratiqués. Sur substrat argileux ou marneux, le sol est sérieusement menacé et érodé surtout quand il est occupé par des cultures annuelles (Benabdelli, 1983).

### **VII-2. Influences anthropiques**

Le milieu humain reste un élément déterminant dans la maîtrise de l'occupation des sols et l'identification des espaces (Benbrahim *et al.*, 2004). Une connaissance de quelques paramètres déterminants sur la dynamique de la population s'impose et permet d'appréhender l'utilisation rationnelle des sols et des espaces de sorte que la répartition de la population reste une donnée écologique fondamentale constituant un indicateur important du rôle que jouent chaque espace et de son utilisation (Cherifi *et al.*, 2011).



# Partie II : *Etude expérimentale*

I



**Chapitre IV :**  
*Matériels et méthodes*

Le principal aspect de notre étude est d'identifier les différentes caractéristiques de l'habitat, représenté par le sol, contenant l'espèce *Marrubium vulgare* L. dans les Monts de Tessala. Pour ce faire, nous avons divisé le travail en deux parties : le premier consiste à faire une recherche afin de localiser l'espèce et de faire une étude des sols. Le deuxième consiste à effectuer un traitement statistique afin de définir les relations qui existent entre l'espèce et les paramètres du sol qui l'abrite.

### I- Localisation des stations d'échantillonnage

Une sortie a été réalisée le 09/02/2020 au niveau des monts de Tessala, durant laquelle nous avons prospecté le terrain dans le but de trouver notre espèce (*Marrubium vulgare* L.).

Les résultats de notre recherche ont révélé la présence de l'espèce dans le versant Sud au niveau de dix endroits choisis comme stations de prélèvement (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 et S10). Et dans deux endroits (S11 et S12) choisies comme station d'échantillonnage dans le versant Nord (Figures 13, 14, 15).

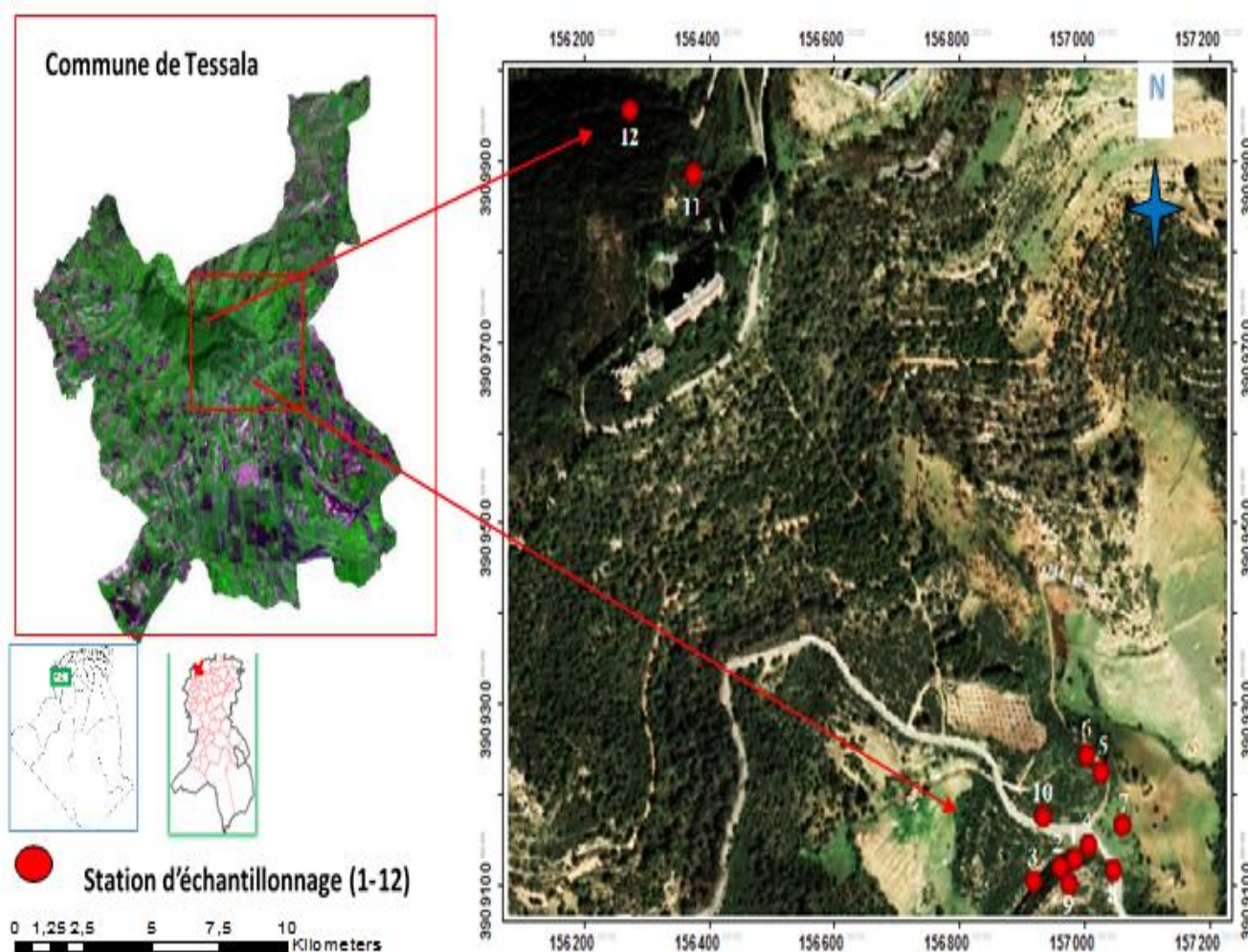
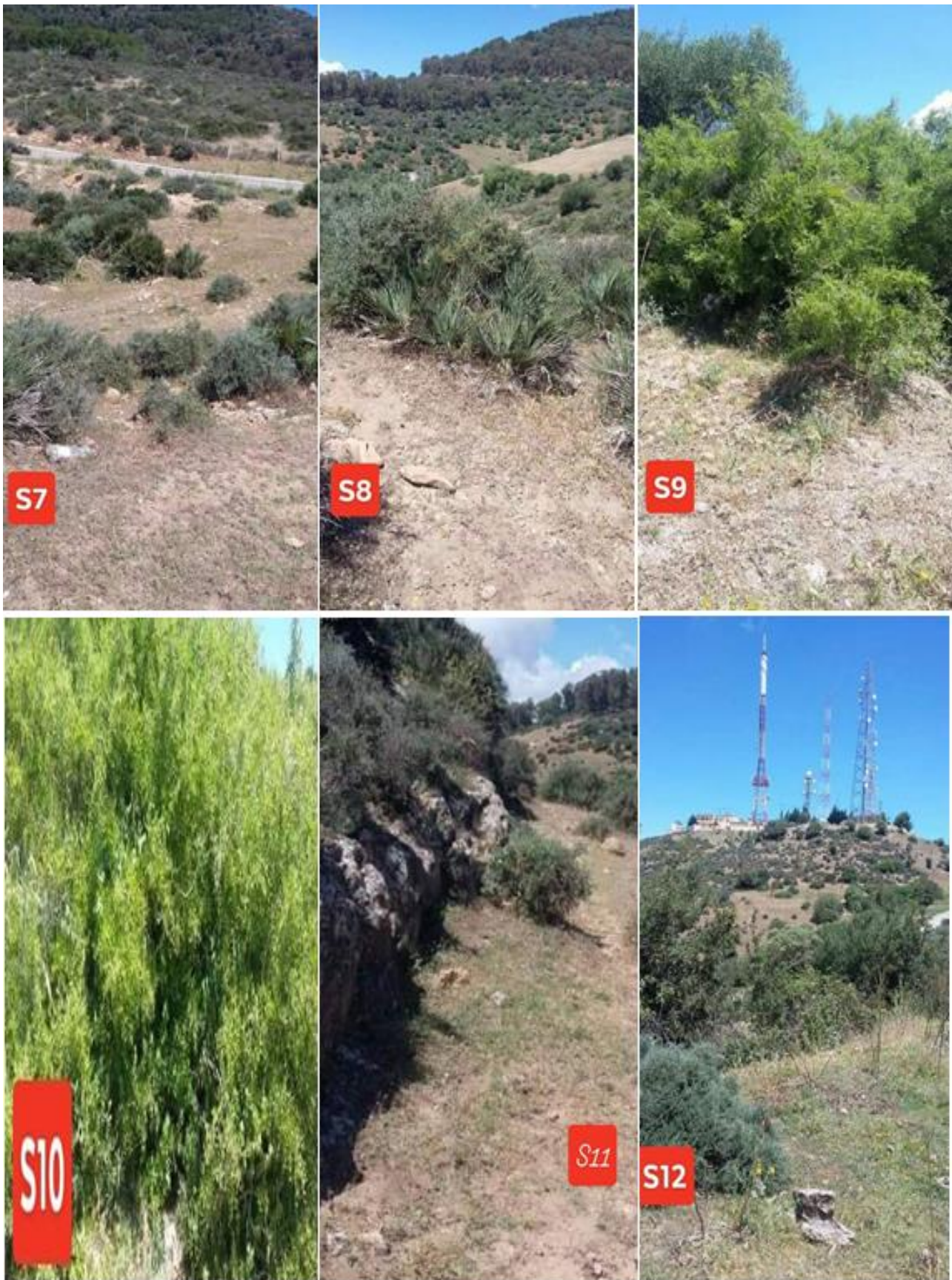


Figure 13 : Localisation des stations d'échantillonnage



**Figure 14** : Les stations S1 à S6 dans les monts de Tessala  
(Cliché Bouziane et Chikr elmezouar, 2020)



**Figure 15 :** Les stations S7 à S12 dans les monts de Tessala  
(Cliché Bouziane et Chikr elmezouar, 2020)

Pour chaque station, sont notés la localisation géographique, l'altitude et l'exposition (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Caractéristiques stationnels des différentes stations dans les monts de Tessala.

Stations	Latitude (Nord)	Longitude (Ouest)	Altitude (m)	Exposition
S1	35°16'08",5	0°46'14",2	760	Sud
S2	35°16'08",2	0°46'15"	787	Sud
S3	35°16'07",7	0°46'16",5	785	Sud
S4	35°16'09"	0°46'13",4	786	Sud
S5	35°16'11",6	0°46'12",7	800	Sud-Est
S6	35°16'12",2	0°46'13",5	790	Sud-Est
S7	35°16'09",7	0°46'11",5	779	Sud-Est
S8	35°16'08",1	0°46'12"	781	Sud-Ouest
S9	35°16'07",6	0°46'14",5	786	Sud-Ouest
S10	35°16'10",1	0°46'17",4	795	Sud-Est
S11	35°16'33",1	0°46'35",7	990	Nord
S12	35°35'04"	0°46'39",3	964	Nord

## II- Etude pédologique

L'étude du sol est très indispensable, ce dernier constitue le principal support pour le développement de la végétation (Chamley, 2002). Le choix de l'emplacement de la fosse pédologique est important car le profil doit être représentatif du type de sol dominant de la parcelle ou de la région (Pauwels *et al.*, 1992).

Selon Aubert (1989), la composition de l'horizon de surface, surtout en région méditerranéenne, joue un rôle important sur le comportement de la végétation. Vu les perturbations humaines, agricoles ou pastorales, la plupart des descripteurs de sol concernent surtout l'horizon superficiel (Devineau, 2001). Ainsi, toutes les caractéristiques morphologiques et analytiques de cet horizon ont une répercussion directe sur la composition floristique. A cet effet, pour chaque station étudiée, nous avons effectué un prélèvement du sol de l'horizon superficiel afin de déterminer les différentes caractéristiques pédologiques.

L'objectif de notre étude est de déterminer les conditions édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la répartition de l'espèce *Marrubium vulgare* L.. Les analyses physico-chimiques des échantillons des sols, prélevés entre 10 et 20 cm de profondeurs, dans la zone d'étude ont été effectuées au niveau du laboratoire de pédologie du département de science de l'environnement (Faculté science de la nature et de la vie) de l'université de Sidi Bel Abbés

La nature et les propriétés générales d'un sol sont définies par plusieurs caractères fondamentaux, d'ordre physique, chimique et biologique. Si certaines de ces caractéristiques peuvent être dégagées, de manière approximative, directement sur le terrain, toute étude

pédologique approfondie nécessite un ensemble d'analyses détaillées au laboratoire (Belhacini, 2011).

### II-1. Structure du sol

On appelle structure d'un sol, l'ensemble de ses agrégats ou de ses unités structurales de différentes grosseurs, formes et porosités (Duchaufour, 2001). Selon Baize, (1988), la structure du sol peut prendre les différents aspects suivants :

- ✓ **Granulaire** : petits fragments.
- ✓ **Polyédrique** : gros fragments.
- ✓ **Feuilletée** : plaques horizontales.
- ✓ **Colonnaire** : grandes colonnes de sol, de forme circulaire grossière, au sommet rond.
- ✓ **Prismatique** : le sol est composé de fentes verticales, assez régulières.

### II-2. Couleur

En pratique et sur terrain, elle est estimée à l'œil. Aussi il est recommandé d'observer surtout la couleur de l'échantillon à l'état sec. Cette dernière condition est nécessaire pour distinguer plus aisément les différentes couleurs, également pour déterminer la couleur, on utilise le code international de Munsell.

### II-3. Humidité

L'humidité correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol séché à l'étuve pendant 24 heures. Elle est exprimée en pourcentage pondéral par rapport à 20g de terre séchée à 105°C. (Couchat, 1974). Elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{Eau \%} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - B} \times 100$$

Où :

- ✓ **B** : Poids bécher vide ;
- ✓ **P1** : Poids bécher + terre séchée à l'air.
- ✓ **P2** : Poids bécher + terre séchée à 105°C.

#### II-4. Granulométrie

La granulométrie est définie comme étant la classification des éléments constitutifs d'un sol selon leur taille et la détermination de la quantité et le pourcentage respectif des différents éléments constituant (sables, limons, argiles). L'analyse granulométrique du sol consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur, et de déterminer le pourcentage de chaque fraction (**Soltner, 1988**).

La granulométrie est faite par tamisage par vibration de la colonne de tamis de type RETSCH AS 200 digit. Selon **Afnor (1996) in Baize, (2000)**, les pédologues divisent les différents agrégats selon leurs diamètres en :

- ✓ **Sables grossiers** :  $2 \text{ mm} > \text{Ø} > 200 \text{ }\mu\text{m}$
- ✓ **Sables fins** :  $200 \text{ }\mu\text{m} > \text{Ø} > 50 \text{ }\mu\text{m}$
- ✓ **Limons grossiers** :  $50 \text{ }\mu\text{m} > \text{Ø} > 20 \text{ }\mu\text{m}$
- ✓ **Limons fins** :  $20 \text{ }\mu\text{m} > \text{Ø} > 2 \text{ }\mu\text{m}$
- ✓ **Fraction argileuse** :  $\text{Ø} < 2 \text{ }\mu\text{m}$

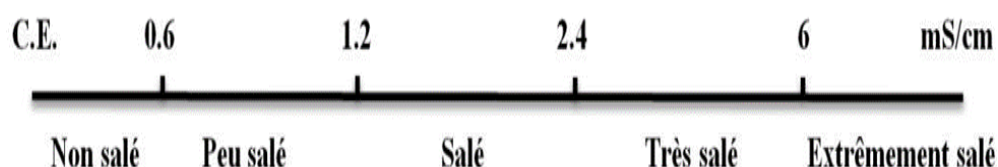
#### II-5. pH (potentiel Hydrogène)

Le pH est une mesure de l'acidité d'un sol. Il dépend de la concentration en protons ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) dans la solution du sol : plus il y a de protons dans un sol, plus il est acide, et inversement. En théorie, une mesure de pH peut varier de 0 à 14 sur une échelle logarithmique : un pH de 7 est dit neutre, en dessous, le sol est dit acide et au-dessus basique. En outre le pH est universellement reconnu, comme un facteur d'importance primordiale pour la mobilité des éléments traces et leur disponibilité vis-à-vis des êtres vivants (Rieu et Chevery, 1976). La mesure du pH est faite par la méthode électrométrique en utilisant un pH mètre de type HANNA pH209-209R sur une suspension de terre avec de l'eau distillée, afin d'apprécier l'alcalinité ou l'acidité du sol.

#### II-6. Conductivité électrique (CE)

Elle définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (**Baize, 1989**).

Elle est déterminée selon le rapport (1/5). La mesure est effectuée sur le surnageant obtenu après centrifugation, à l'aide d'un conductimètre, les lectures sont exprimées en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figure 16**).



**Figure 16** : Echelle de salure en fonction de la conductivité (Aubert, 1978).

### II-7. Calcaire total (CT)

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

Cette technique est basée sur le dosage des carbonates dont la quantité est proportionnelle au volume de CO<sub>2</sub> dégagé lors de leur réaction avec l'acide chlorhydrique selon la réaction ci-dessous :



Les normes d'interprétation du taux de calcaire du sol sont résumées dans le **tableau 4** ci-dessous (Baize, 1989).

**Tableau 4** : Normes d'interprétation du taux de calcaire dans le sol.

Carbonates%	Charge en calcaire
<1%	Sol non calcaire
1 à 5%	Sol peu calcaire
5 à 25%	Sol modérément calcaire
25 à 50	Sol fortement calcaire
50 à 80%	Sol très fortement calcaire
> 80%	Sol excessivement calcaire

### II-8. Calcaire actif (CA)

Le dosage du calcaire actif est réservé uniquement aux échantillons contenant plus de 5% de calcaire total. Il s'agit de ne doser que la fraction chimiquement active du calcaire du sol ou bien c'est la fraction susceptible de se dissoudre facilement et rapidement dans la solution du sol.

La terre est mise en contact avec un réactif spécifique. A cet effet, le dosage repose sur le titrage par oxydoréduction qui utilise le permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>) et l'oxalate d'ammonium [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O] (Afnor, 1987).

### II-9. Matière organique (MO)

Le carbone de la matière organique est oxydé par bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique et d'humus dans le sol (Le rapport % humus / % CO<sub>x</sub> = 1.724) (Duchauffour, 2001)

### III- Etude statistique

Les analyses multi variées sont actuellement les outils incontournables pour étudier les données provenant de nombreuses observations faites sur plusieurs variables. Elles ont pour but de résumer l'information contenue dans les données reflétant au mieux les proximités entre les observations et les variables (**Lincy, 2003**).

Les méthodes multi variées comme l'analyse multidimensionnel sont actuellement considérées comme les mesures les plus sensibles pour ce qui est de la détection des changements affectant la structure de la communauté, notamment si on compare aux mesures traditionnelles de la biodiversité (**Clarke & Warwick, 2001**).

Compte tenu des données disponibles, l'analyse statistique pouvant répondre à nos traitements est l'analyse en composantes principales (ACP) qui rend compte des affinités entre des ensembles caractérisés statistiquement. Dans notre cas, c'est entre les paramètres pédologiques.



**Chapitre V : *Résultats***  
***et discussion***

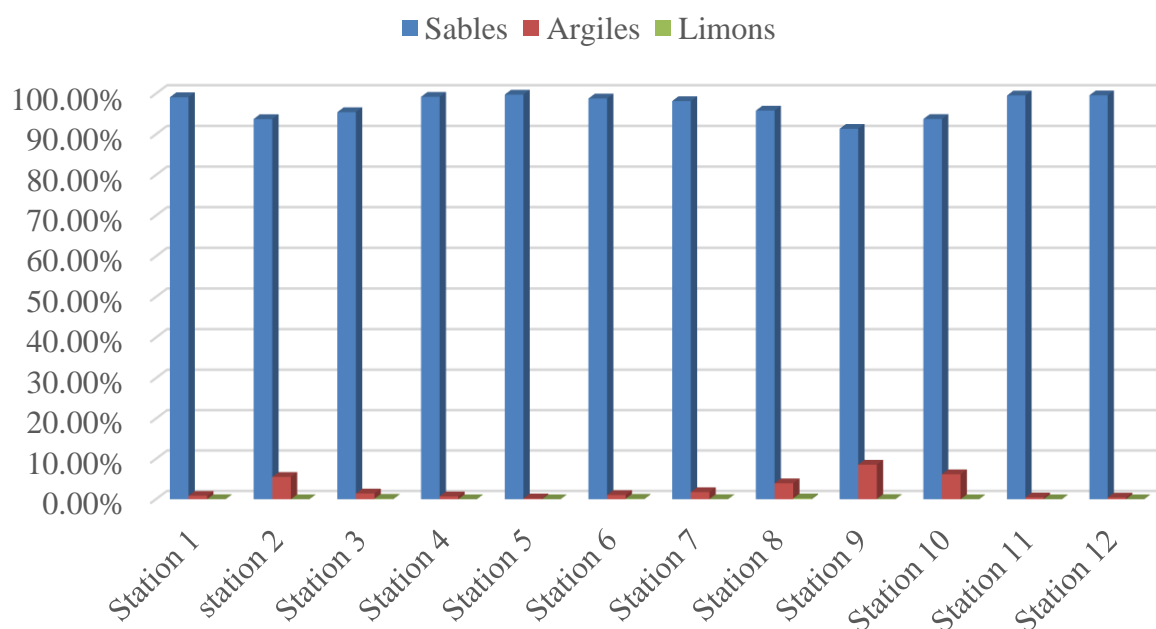
## I- Etude pédologique

L'étude du sol comme facteur édaphique et de la végétation permet de déterminer d'une part, les caractéristiques du sol et de son environnement immédiat (topographie) dont l'action est déterminante sur la végétation (approche phytoécologique), d'autre part, l'influence de la communauté végétale sur le sol dans les conditions climatiques actuelles (Pouget, 1980).

### 1-1. Analyse granulométrique

La caractérisation granulométrique des différents échantillons prélevés au niveau des stations dans les deux zones d'études est faite par le triangle de Jamagne (1967), Cette dernière repose sur les pourcentages des composantes de la terre fine (Sable fin, argile et limon), c'est pour cette raison que seul ces composant du sol seront déterminées dans notre travail.

Les résultats relatifs aux analyses granulométriques dans les monts de Tessala indiquent une nette dominance des sables avec des pourcentages de l'ordre de 91.35%, 93.74%, 93.76% 95.44%, 95.83%, 98.17%, 98.80%, 99.12%, 99.22%, 99.58%,99.54% et 99.78% respectivement dans les stations 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 (Figure 17), suivie par les limons avec de faibles taux de l'ordre de 0.02%, 0.04%, 0.05%, 0.12%, 0.13% et 0.21% respectivement dans la station 1, 3, 6, 7, 8 et 9. Enfin l'argile avec un taux maximal de l'ordre de 8.57% dans la station 9.



**Figure 17 :** Pourcentages des différentes composantes de la terre fine des stations étudiées dans les monts de Tessala

L'exportation de ces résultats sur le triangle de Jamagne nous a permis d'identifier des Textures sableuse pour les stations (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12) et une texture sablo-limoneuse pour les stations 9 et 10 (**Tableau 5**).

**Tableau 5** : Texture du sol des stations étudiées dans les monts de Tessala

Stations	Texture
Station 1	sableuse
Station 2	sableuse
Station 3	sableuse
Station 4	sableuse
Station 5	sableuse
Station 6	sableuse
Station 7	sableuse
Station 8	sableuse
Station 9	Sablo-limoneuse
Station 10	Sablo-limoneuse
Station 11	sableuse
Station 12	sableuse

D'après les résultats granulométriques, nous avons constaté que la texture sableuse prédomine dans la plupart des stations d'étude. Les mêmes résultats ont été signalés par d'autres travaux réalisés ultérieurement (Bouzidi *et al.*, 2009 ; Bachir-Bouidjra *et al.*, 2011 ; Cherifi *et al.*, 2013 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Faraoun *et al.*, 2016 ; Chihab *et al.*, 2018...). Selon Benyahia, *et al.* (2001), la dominance des sables dans les monts de Tessala est due principalement à la nature et l'origine des matériaux du sol et ces propriétés environnementales.

L'abondance des sables permet une bonne aération du sol et facilite la pénétration de l'eau dans ce dernier. Soltner (1988), signale que lorsque les sables sont abondants dans un sol, il devient filtrant et sensible à l'érosion. Ces mêmes constatations ont été signalées au niveau de la zone d'étude par Bachir-Bouidjra *et al.* (2011). Selon Aïdoud *et al.* (1999), l'augmentation du taux de la fraction sableuse peut être attribuée généralement au départ de la fraction texturale suite à une destruction du sol.

### 1-2. Couleur

Les couleurs des sols étudiés dans les différentes stations dans les monts de Tessala sont hétérogènes, on y rencontre des sols jaune (station 4 et 5), marron (station 2,7,8,9 et 10) et marron clair (station 1,3et11), marron foncé (station 6,12) (**Tableau 6**). Ces mêmes résultats sont signalés par d'autres auteurs dans cette région, ils expliquent que cette diversité en couleurs des sols est due généralement à la nature de la roche et les mécanismes complexes

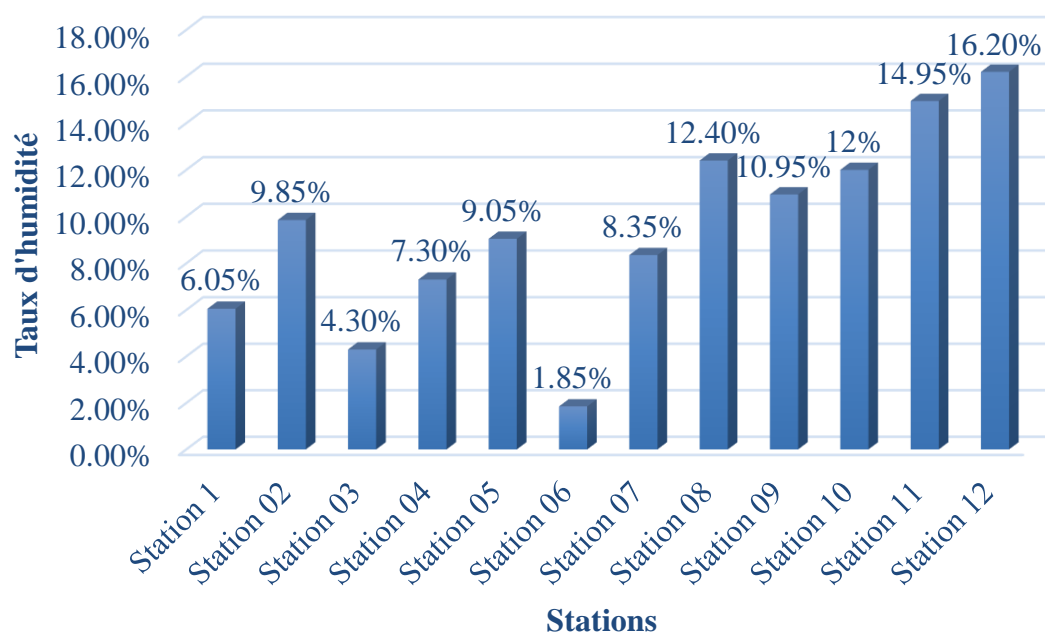
de la pédogenèse dans la région méditerranéenne (Bouzidi, *et al.* 2009 ; Bachir-Bouidjra *et al.*, 2011 ; Cherifi, 2013 ; Faraoun *et al.*, 2016).

**Tableau 6** : Couleur des stations étudiées dans les monts de Tessala

Stations	Couleur
Station 1	Marron clair
Station 2	Marron
Station 3	Marron clair
Station 4	Jaune
Station 5	Jaune
Station 6	Marron foncé
Station 7	Marron
Station 8	Marron
Station 9	Marron
Station 10	Marron
Station 11	Marron clair
Station 12	Marron foncée

### 1-3. Humidité

Le taux d'humidité varie d'une station à une autre dans les monts de Tessala, la valeur la plus basse caractérise la station 6 avec un taux de 1.85% et la valeur la plus élevée est enregistrée dans 16.20% caractérisent la station 12 (**Figure 18**). Cela s'explique par la localisation des lieux de prélèvement où les taux d'humidité les plus importants sont enregistrés dans les stations qui appartient au versant nord.



**Figure 18** : Pourcentage d'humidité du sol des différentes stations échantillonnées dans les monts de Tessala

En effet, d'après nos constatations, l'humidité augmente dans les stations nord et diminue dans le versant sud, cela peut être expliqué par l'exposition du versant nord aux vents humides venant de la mer méditerranée, ce qui favorise l'augmentation de l'eau dans le sol. Le versant sud est exposé au soleil et aux vents chauds, entraînant une évaporation de l'humidité (Benyahia, *et al.*, 2001).

La teneur en humidité dépend en effet du type de sol, de sa richesse en matière organique, de la période et du lieu de prélèvement (Aubert, 2003).

#### 1-4. pH (potentiel Hydrogène)

La valeur du pH est moyennement alcaline, elle varie de 8.7 dans la station S6 à 8.2 dans la station S3 dans les monts de Tessala (**Tableau 7**).

**Tableau 7** : Potentiel hydrogène des sols des stations étudiées dans les monts de Tessala

Stations	pH
Station 1	8.5
Station 2	8.4
Station 3	8.2
Station 4	8.5
Station 5	8.4
Station 6	8.7
Station 7	8.3
Station 8	8.5
Station 9	8.6
Station 10	8.5
Station 11	8.3
Station 12	8.4

En générale le pH est légèrement basique dans la plupart des échantillons des sols pour les zones d'étude, avec un maximum de 8.7 enregistré dans la station 6.

Le pH n'est pas une caractéristique stable du sol, mais dépend de différents cations absorbés également par la nature du couvert végétal et les conditions climatiques (Dajoz, 1982), et dépend aussi des caractères du complexe argilo-humique (Cohen, 1992).

#### 1-5. Conductivité électrique

Les résultats de la conductivité électrique obtenus montrent des sols non salés avec des valeurs de 0.06 ms/cm (**Tableau 8**).

**Tableau 8** : Conductivité électrique du sol des stations étudiées

Stations	C.E (ms/cm)
Station 1	0.06
Station 2	0.09
Station 3	0.37
Station 4	0.11
Station 5	0.14
Station 6	0.06
Station 7	0.23
Station 8	0.18
Station 9	0.10
Station 10	0.11
Station 11	0.15
Station 12	0.13

Les résultats de la conductivité électrique pour la zone d'étude indiquent des sols non salés dans l'ensemble des échantillons. Ces mêmes résultats ont été signalés par d'autres travaux (Bouzidi *et al.*, 2009 ; Bachir-Bouidjra *et al.*, 2011 ; Cherifi *et al.*, 2013 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Faraoun *et al.*, 2016 ; Chihab *et al.*, 2018...). En effet, le taux des sels solubles dans les sols est en fonction de la profondeur, de la texture, de l'évapotranspiration ainsi que de l'humidité du profil (Bendaanoun, 1981).

#### 1-6. Calcaire total et Calcaire actif

Le taux du calcaire total dans les monts de Tessala varie de 3 à 30 avec un sol peu calcaire pour les stations 9 et 12 avec des valeurs respectives de l'ordre de 6% et 3% (**Tableau 8**). Alors que les stations 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 et 11 présentent des valeurs respectives de 9%, 12%, 12%, 12%, 15%, 18%, 18%, 18%, 24% et 30% allant des sols modérément à fortement calcaire.

Le contenu en calcaire actif affiche des valeurs maximales de 6.12 % pour la station 11 et un minimum de 1.12% pour la station 1 (**Tableau 9**).

**Tableau 9** : Taux du calcaire total et actif du sol des stations dans les monts de Tessala

Stations	C.T (%)	C.A (%)
Station 1	24	1.12
Station 2	9	3.25
Station 3	12	3.37
Station 4	15	1.37
Station 5	18	4
Station 6	18	4.25
Station 7	18	4.37
Station 8	12	2.87
Station 9	6	4.62
Station 10	30	5.75
Station 11	12	6.12
Station 12	3	-

Les taux du calcaire total présentent dans les échantillons des sols des zones d'études restent très hétérogènes où nous soulignons des sols légèrement calcaires, peu calcaires, modérément calcaires et autres fortement calcaires indiquant ainsi la nature de la roche mère.

Ce constat explique l'une des causes majeures de l'installation des garrigues issues de la dégradation des formations forestières méditerranéennes (Benabdelli, 1983).

### 1-7. Matière Organique

Les résultats de la teneur en matière organique dans les monts de Tessala sont importants dans les stations 9 et 11 avec des valeurs respectives de 0.12% et 0.15%. Pour les stations restantes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12), la teneur en matière organique reste toujours faible avec des pourcentages compris entre 0.03% et 0.11% (Tableau 10).

**Tableau 10** : Teneurs de matière organique des sols des stations étudiées dans les monts de Tessala

Stations	M.O (%)
Station 1	0.06
Station 2	0.05
Station 3	0.06
Station 4	0.06
Station 5	0.03
Station 6	0.015
Station 7	0.09
Station 8	0.15
Station 9	0.12
Station 10	0.11
Station 11	0.08
Station 12	0.13

Il faut noter que la quantité de la matière organique dépend de l'âge et du type du groupement, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers. Ces derniers ont pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices (Stambouli, 2010). Selon Belkacem *et al.* (1998), la forme de la matière organique varie selon la diversité et la richesse spécifique du couvert végétal, les conditions climatiques et la nature du substrat.

## II- Analyse statistique

La prospection de la couverture pédologique sur les stations retenues et les résultats expérimentaux obtenus expriment indéniablement des hétérogénéités et des diversités entre les sols étudiés confirmées par l'analyse des composantes principales. Pour cela, nous nous sommes basé sur l'ensemble des données des résultats physicochimiques des sols qui ont été considérés comme variables pour les traitements statistiques (**Tableau 11**), ce qui a pour objectif l'analyse des affinités au sein de la composante pédologique.

**Tableau 11** : Données de la matrice de l'analyse en composantes principales

	Alt	Hm	Lim	Arg	Sab	pH	C.E	M.O	C.T	C.A
<b>S1</b>	760	6,05	0,02	0,85	99,12	8,5	0,06	0,06	24	1,12
<b>S2</b>	787	9,85	0	5,52	93,74	8,4	0,09	0,05	9	3,25
<b>S3</b>	785	4,3	0,13	1,43	95,44	8,2	0,37	0,06	12	3,37
<b>S4</b>	786	7,3	0	0,73	99,22	8,5	0,11	0,06	15	1,37
<b>S5</b>	800	9,05	0	0,22	99,76	8,4	0,14	0,03	18	4
<b>S6</b>	790	1,85	0,12	1,05	98,8	8,7	0,06	0,015	18	4,25
<b>S7</b>	779	8,35	0,04	1,75	98,17	8,3	0,23	0,09	18	4,37
<b>S8</b>	781	12,4	0,21	3,95	95,83	8,5	0,18	0,15	12	2,87
<b>S9</b>	786	10,95	0,05	8,57	91,35	8,6	0,1	0,12	6	4,62
<b>S10</b>	795	12	0	6,18	93,76	8,5	0,11	0,11	30	5,75
<b>S11</b>	990	14,95	0	0,45	99,54	8,9	0,15	0,08	12	6,12
<b>S12</b>	964	16,2	0	0,41	99,58	8,4	0,13	0,13	3	0

**Alt** : Altitude, **Sab** : Sables, **Arg** : Argiles, **Lim** : Limons, **Hm** : Humidité, **pH** : Potentiel hydrogène, **C.E** : Conductivité électrique, **M.O** : Matière organique, **C.T** : Calcaire total, **C.A** : Calcaire actif ; **S** : station

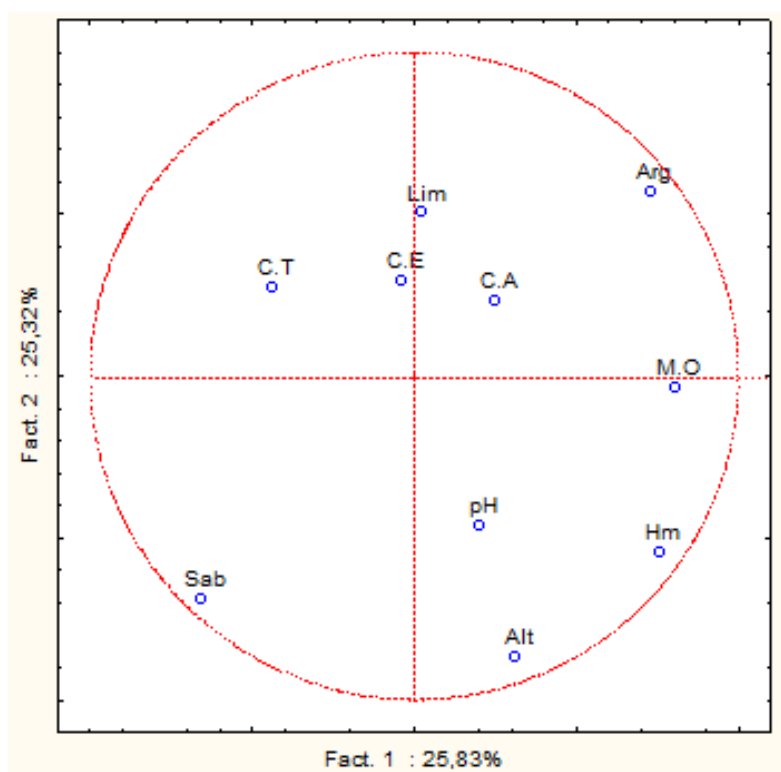
La matrice et le cercle de corrélation (**Tableau 12, Figure 19**) entre les variables où l'information est représentée sur l'axe 1 avec 25.83% d'inertie, montrent l'existence d'une corrélation entre les argiles et les sables (-0.951) qui sont étroitement liés indiquant le rôle que joue l'origine de la roche mère dans l'augmentation des proportions de ces éléments dans le sol (**Chamley, 2002**). Une autre corrélation est observée entre l'altitude et l'humidité (0.686), entre l'humidité et la matière organique (0.723), le pH et la conductivité (-0.558) caractérisant ainsi un groupe indiquant le rôle que joue l'altitude et l'humidité favorisant l'augmentation ou

la diminution de la matière organique dont le pH joue un rôle prépondérant dans le sol (Limaux *et al.*, 1998).

En effet, la présence suffisante de sable et de matière organique dans les sols favorisent la formation du complexe sableux-humique, seulement le faible taux de calcaire rend ce complexe fragile, vue que ce dernier constitue l'élément principal à sa cohésion et son renforcement, notamment par les ponts calciques. Ceci est directement lié, et explique parfaitement l'importance du risque d'érodabilité des sols au niveau des sites étudiés (Bachir-Boudjra *et al.*, 2011).

**Tableau 12 :** Matrice des corrélations entre les variables édaphiques

	Alt	Hm	Lim	Arg	Sab	pH	C.E	M.O	C.T	C.A
Alt	1,000									
Hm	<b>0,686</b>	1,000								
Lim	-0,332	-0,309	1,000							
Arg	-0,339	0,204	0,085	1,000						
Sab	0,386	-0,076	-0,200	<b>-0,951</b>	1,000					
pH	0,446	0,226	-0,095	0,020	0,144	1,000				
C.E	-0,013	-0,098	0,402	-0,176	-0,072	<b>-0,558</b>	1,000			
M.O	0,246	<b>0,723</b>	0,207	0,435	-0,363	-0,024	0,128	1,000		
C.T	-0,434	-0,363	-0,117	-0,067	0,116	0,018	-0,167	-0,286	1,000	
C.A	0,019	0,032	0,019	0,361	-0,345	0,401	0,104	-0,085	0,303	1,000



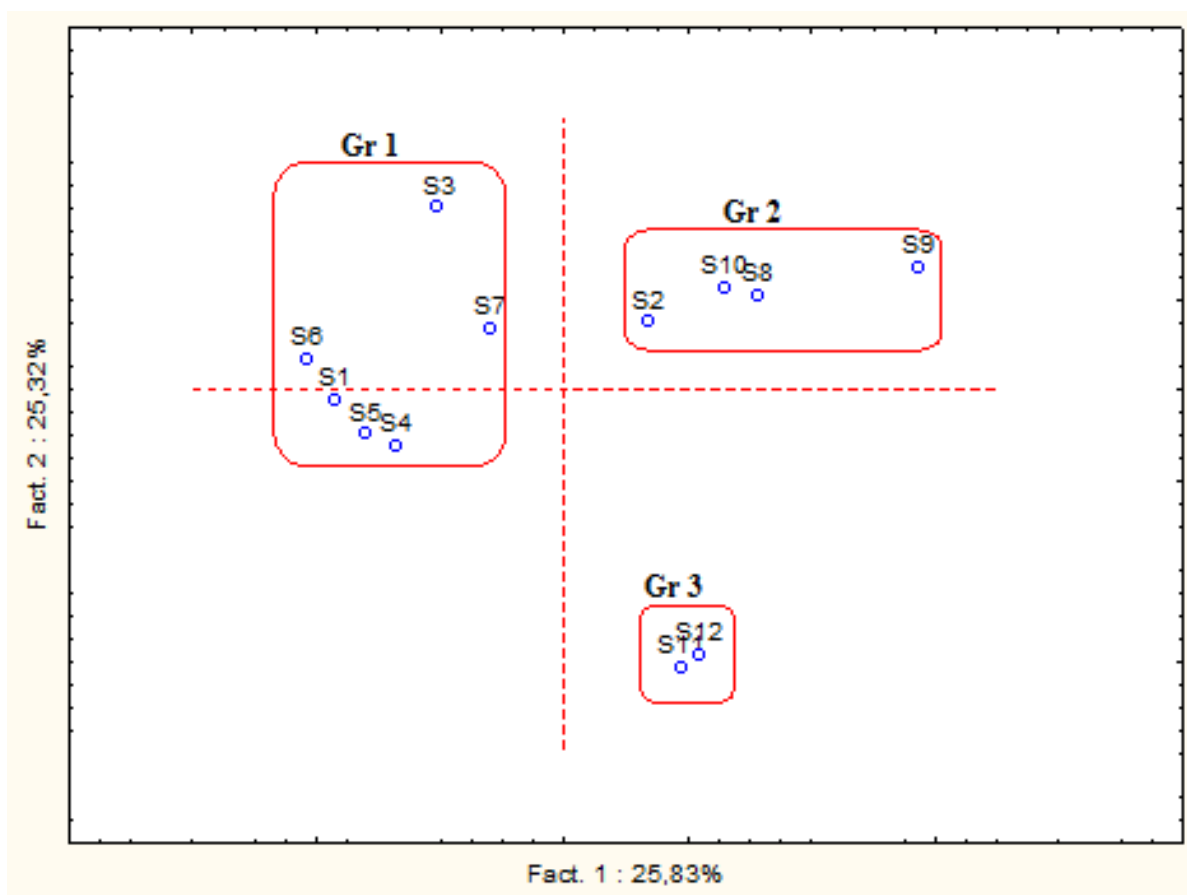
**Figure 19 :** Cercles de corrélations des variables édaphiques

Sur le plan 1-2, sont représentées les ségrégations secrétées par l'ACP concernant le sol dans les sept stations choisies dans le Djebel Tessala (**Figure 20**) ; les deux axes (Fact. 1 et Fact. 2) montrent que 25.83% de l'information est expliquée par l'axe 1, contre 25.32% donnée par l'axe 2.

La superposition du cercle de corrélation sur le plan factoriel a permis de noter l'existence de trois groupes avec des caractéristiques plus ou moins homogènes, à savoir :

- Un premier groupe (Gr 1) composé des sols des stations S1, et de la 3<sup>ème</sup> à la 7<sup>ème</sup> station corrélés au calcaire total et la conductivité.
- Un deuxième groupe (Gr 2) comprenant les sols dans les stations 2, 8, 9 et 10 qui offrent des taux importants en argiles, limons et calcaire actif.
- Un troisième groupe (Gr.3) qui rassemble le sol dans la 11<sup>ème</sup> et la 12<sup>ème</sup> station avec des proportions importantes en altitude et en humidité.

Ainsi l'ACP, par le traitement mathématique des données expérimentales souligne les nuances et les différences entre les unités pédologiques traitées.



**Figure 20** : Axes factoriels de l'analyse en composantes principales des profils pédologiques.



# Conclusion

Le sol est un milieu vivant, avec ses propres caractéristiques et au fonctionnement complexe, qui occupe une place privilégiée au sein de notre environnement.

Au même titre que l'eau, l'air ou la biodiversité, le sol est une ressource naturelle capitale. En effet, elle remplit de nombreuses fonctions, tant d'un point de vue environnemental qu'économique ou socioculturel. Par exemple, le sol fournit de l'eau et des nutriments aux plantes et abrite une grande biodiversité.

A partir des résultats de l'étude des sols occupés par *Marrubium vulgare* L. au niveau des monts de Tessala, les conclusions que nous pouvons formuler, néanmoins pour les sites étudiés sont les suivantes :

- ✓ Notre espèce se développe à des altitudes comprises entre 600 et 900 m, avec une importante répartition dans le versant sud par rapport au versant nord, et dans des basses altitudes par rapport aux fortes.
- ✓ L'espèce *Marrubium vulgare* L. se développe sur des sols à texture équilibrée, plus précisément sableuse, soit une texture classée sableuse et sablo-limoneuse, il s'agit de sols dotés d'un bon drainage qui permettent une bonne rétention d'eau sans accumulation ni engorgement.
- ✓ Elle peut se développer dans des sols faibles en matière organique.
- ✓ Les résultats révèlent aussi, que l'espèce se développe sur des sols non salés avec un pH moyennement basique.
- ✓ De plus, nous pouvons également remarquer, le taux de calcaire présents dans les échantillons du sol restent très hétérogènes (peu calcaire à modérément calcaire). Cette teneur se trouve liée à la nature de la roche mère qui est souvent calcaire.

Il ressort donc que *Marrubium vulgare* L. est une espèce d'un grand intérêt qui peut jouer un rôle important dans la promotion du patrimoine végétale et l'économie de notre pays. La présente situation doit nous inciter à prendre des mesures de mis en défend rigoureuse, à mettre en place un programme de valorisation et à œuvrer vers une législation qui protège et préserve cette ressource.

Ces outils de protection sont donc très importants. Ils doivent cependant être couplés à des actions de sensibilisation qui permettront progressivement de stopper l'ensemble des actes dégradant pour une bonne conservation de cette espèce en particulier et de l'écosystème montagnard de la région de Tessala en général.



*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

1. **Aubert G., 1978.** *Méthodes d'analyses du sol.* 2ème Edition. Ed. C.N.D.P. Marseille. 199p.
2. **Aubert G., 2003.** *Biodiversité et processus écologique à l'interface sol-végétation dans les hêtrais sur limon de haute Nomadie.* PHD thesis Univ. Roen, France.
3. **AFNOR., 1996.** *Méthodes statistique,* Vol 1, vocabulaire et symboles AFNOR, Paris, 408 pp.
4. **Aïdoud A, Slimani H, Aidoud-Lounis F and Touffet J., 1999.** Changement édaphiques le long d'un gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. *Ecologia Mediterranea*, 25 :163-171.
5. **Bachir Boudjra SE., El Zerey W. et Benabdelli K., 2011.** Etude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : Cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). *Physio-Géo-Géographie Physique et environnement.* V : 211-225.
6. **Baize D., 1988.** *Guide des analyses courantes en pédologie.* INRA. Paris. 172 p.
7. **Baize D., 2000.** *Guide des analyses en pédologie.* 2ème édition revue et augmentée. Technique et pratique. INRA. Paris. 257p.
8. **Baise D., 2000.** Guide Des Analyses En Pédologie 2ème (Ed). I.N.R.F. Paris.172 P.
9. **Belhacini Fatima., 2011.** *Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen.* Mém. Magis. Univ Tlemcen.
10. **Bellakhdar J (1997).** Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires, La pharmacopée marocaine
11. **Belkacem S., Nys C. et Dupouey J.L., 1998.** *Evaluation des stocks de carbone dans les sols forestiers.* Doc. INRA. 68p.
12. **Benabdelli K., 1983.** *Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène sur la végétation de la région de Télagh (Algérie).* Thèse Doc. 3ème cycle. Univ. Aix-Marseille. 183p.

- 12. Benabdelli K., 1998.** *Protection de l'environnement, quelques bases fondamentales, appliquées et réglementaire présentation d'une expérience réussie.* Édit. Graphi Pub, Sidi-Bel-Abbès, 243 p.
- 13. Benabdelli K., 1996.** *Aspects physico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers faces à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les mont Dhaya, Algérie occidentale.* Doc. Es-sci. Univ. Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés. 365 p
- 14. Benabdelli K** 50 connaissances pour préserver l'environnement. Sidi Bel Abbés. 51 pages
- 15. Benabdelli K, 2000.** Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevages sur l'espace et l'environnement steppique. Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbés, Algérie). *Rev. Opt. Médit. Ser. A.*, 39 : 129-141.
- 16. Benaouda, Z., Mehdadi, Z. & Bouchaour, I., 2005.** Influence pédoclimatique sur l'évolution des formations forestières en zone semi-aride (cas de la forêt de Tenira, Ouest algérien). *Sécheresse*, 16 (2) : 115-20
- 17. Benbrahim K.F., Ismaili M., Benbrahim S.F. et Tribak A., 2004.** Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : Impact du phénomène au Maroc. *Rev. Sécheresse*, 15 (4). 307-320
- 18. Benyahia M., Benbdelli K. et Moueddene K., 2001.** Géologie, pédologie et systèmes de production dans les monts de tessala (Sidi Bel Abbés). *Rev. Science de la nature et de l'environnement : Ecosystems*. 1 (1) : 70-75.
- 19. Bneder, 1990.** *Étude d'aménagement et de développement des zones de montagne de la wilaya de Sidi Bel Abbés : perspectives de développement des exploitations agricoles zone nord.* Rapport, 63 p.
- 20. Bonnier G (1990).** La grande Flore française Ed. Bllin ; Complète. Tome : 09. 25-26. La Végétation de la France, Suisse et Belgique
- 21. Boukef K. 2006.** Chemical composition and antibacterial and antimutagenic activity of Tunisian *Rosmarinus officinalis* L. oil from Kasrine. Food, Agriculture & Environment (JFAE).4:61-65. aine traditionnelle. Ed. Le Fennecet Ibio Press, impression : *Dunes France*.
- 22. Bouterfes, 2015.** Etude écobiochimique et activités biologiques des composés phénoliques de *Marrubium vulgare* L.
- 23. Bouterfas K., Mehdadi, Z., Latrèche, A. and Chérifi, K., 2013.** Autoecology of white Horehound (*Marrubium vulgare* L.) and characterization of plant biodiversity in Jebel Tessala (north-western Algeria). *Ecologia Mediterranean*, 39 (2):39-57.

- 24. Bouterfas K., Mehdadi Z., Latreche A., Cherifi K., 2013.** Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie Nord-occidentale). *ecologia mediterranea* 39 : 39-58
- 25. Bouzidi Mohamed Ali., 2013.,** *Ecologie Biochimie et Valorisation des espèces du genre Ruta de djebel de Tessala* Thèse de Doctorat en Sciences. Page 64 – 65.
- 26. Bouzidi M.A, Latrèche A, Attaoui I, Mehdadi Z, Benyahia M., 2009.** Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Urginea pancration* Phil. dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale). *Physio-Géo (Géographie Physique et Environnement)*, 3: 131-149.
- 28. Calvet R., 2003.** Le Sol, Propriété Et Fonction, Phénomènes Physiques Et Chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 P
- 29. Chamley H., 2002.** *Environnements géologiques et activités humaines*. Ed. Vuibert. Paris. 512p.
- 30. CHAUSSOD.R, 1996-**La Qualité biologique du sols, évaluation et implication. Edit. Revue. Etude et gestion des sols , N°03, Vol.04. pp.261-278.
- 31. Cherifi K., 2013.** *Impact de l'action anthropozoogène sur la biodiversité végétale de l'écosystème forestier du Djebel de Tessala (Algérie occidentale)*. Thèse de doctorat, Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés, Algérie. 108 p.
- 32. Couchat P. 1974.** *mesur neutronique de l'humidité des sol*, Thèse, Toulouse. p165
- 34. Cohen Jacob., 1992.** Analyse statistique de la puissance, (<https://doi.org/10.1111%2F1467-8721.ep10768783>)
- 35. Dadach mohammed., 2016.** These doctorat *Recherche des conditions optimales de la germination des graines de quelques labiées du mont de Tessala (Ouest Algérien)*
- 36. Dagadi ., 2011.** *Cours D'agriculture Durable*, G2 Isdr/Gl.
- 37. Dellaoui., 1952.** Géologie des monts de Tessala. *Ed. Sedes*. Paris. 385p.
- 38. De Martino L., Formisano C., Mancini E., De Feo V., Piozzi F., Rigano D., Senatore F. 2010.** Chemical composition and phytotoxic effects of essential oils from four *Teucrium* species. *Nat Prod Comm* 5: 1969–1976.
- 39. Devineau J.L., 2001.** Les espèces ligneuses indicatrices des sols dans les savanes et jachères de l'Ouest de Burkina Faso. *Phytocoenologia* 31 : 325-351.

- 40. Djazoz R., 1982.** Précis d'écologie. Ed. *Gauthier* .villars
- 41. Duchaufour P., 1994.** Pédologie : Sol, Végétation, Environnement. Masson Editeur 120, Boulevard Saint Germain 72380 Paris Cedex 06
- 42. Duchaufour P., 2001.** Introduction à la science du sol : sol, végétation, environnement. 6 -ème édition. *Ed. Dunod*. Paris. 331p.
- 43.(Ducros, 1930).Essai sur le droguier populaire arabe de l'inspectorat des pharmacies de caire mémoire d'ingénieur.institut Français d'archéologie orientale,1930,166p.
- 44. FARAOUNE F. ,2013.**évaluation de la fertilité et cartographie des sols agricoles, cas de l plaine de sidi bel Abbes (Algérie occidentale).mémoire de doctorat en écologie appliqué. Université de sidi bel Abbes.
- 45. Jamagne M., 1967.** Bases ET Techniques d'une cartographie ds sols-Ann. *Agro*. Vol.18. Hors series.
- Jean Claude Laberche ; 2005,**biologie végétale 2ème édition ,Dunod
- 46. Judd Walter S., Campbell Christopher S., Kellogg Elizabeth A., Stevens Peter (2002).** Botanique Systématique, une perspective phylogénétique. *Edition De Boeck Université* ,84 –87 ,396-399.
- 47. Halitim A., 1985.** *Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes plaines steppiques de l'Algérie)*. Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. These doctorat, Uni Rennes, 384p.
- 48. Heywood V. H., Brummitt R. K., Culham A and Seberg O (2007).** Flowering Plant Families of the World. Kew Publishing, Richmond.
- 49. <http://www.friendsofsylvania.org/soil.html>**
- 50. Ibrahim Mirsal A., 2004.** Soil Pollution.Origine, Monitoring And Remédiation. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- 51. Gabet S., 2004.** Remobilisation D'hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Hap) Présents Dans Les Sols Contaminés A L'aide D'un Tensioactif D'origine Biologique. Thèse De Doctorat, Université De Limoges.
- 52. Girard M C., C. Walter, J C. Remy, J. Berthelin Et J L. Morel., 2005.** Sols Et Environnement. Cours, Exercices Et Etudes De Cas. Dunod, Paris.

- 53. Gobat J. M., M. Aragno, W. Matthey., 1998.** Le Sol Vivant. Bases De Pédologie Biologie Des Sols. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, Lausanne.
- 54. Gobat J M., Argno M Et Mathey W., 2010.** Le Sol Vivant Bases De Pédologie– Biologie Des Sols (3eme Ed., Vol.1).Italie :Revu Et Augmentée Page 51-60.
- 55. Grayer RJ., Kite GC., Veitch NC., Eckert MR., Marin PD., Senanayake P and Paton AJ (2003).** Leaf flavonoid glycosides as chemosystematic characters in *Ocimum*. *Biochem Syst Ecol*.
- 56. Greuter W., Burdet H.M., Long G. 1986.** Eds. Med-Checklist. Conservatoire et Jardins Botaniques, Genève 3: 292–295.
- 57. Gréco J., 1979.** *La défense des sols contre l'érosion*. Paris, Maison Rustique, 183 p.
- 58. Guignard J.L., Dupont F. 2004.** Botanique: Systématique moléculaire. 13<sup>ème</sup> éd. Masson, 237 p.
- 59 .Kaabeche M. 1990.** Les groupements végétaux de la région Boussaâda. Thèse de Doctorat en Science. Univ. Paris Sud : Orsay. 162 p.
- 60. KHEDIM ,2013** *Contribution à l'étude de l'influence des caractères physico-chimiques du sol sur la stabilité structurale ; cas de la plaine de Sidi Bel Abbes*. Other thesis, CamPuce
- 61. Kiekken R., 1962.** *Géologie et stratigraphie des monts du Tessala*. Ed. Fouquet. Oran. 220p.
- 63. Le Houerou H.N., 1980.** L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne - *Forêt Méditerranéenne*. Tome II numéro 1, juillet 1980 - pp. 31-44.
- 64. Le Houerou, H.N., 1968.** La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. *Annales Algériennes de Géographie*, 6 : 2–27.
- 65. Lemièrre L J.J., Senguin C., Guern D., Guyonnet Ph., Baranger., 2000.** Guide Sur Le Comportement Des Polluants Dans Les Sols Et Les Nappes, Service Public Brgm, Étude N°3. 177 P.
- 66Li, CY& jackson,R.M.(2002).**Reactive species mechanisms of celluare hypoxiareoxygenation in jury .*Am.J.Physiol.-cellphysiol*,282,227-241.
- 67. Madoui A., 2002.** Les incendies de forêt en Algérie : Historique, bilan et analyse." *Forêt méditerranéenne* 23(1) : 23-30.

- 68. Michel-Pierre Faucon., 2009.** *Ecologie et biologie de la conservation des métallophytes. Le cas de Crepidorhopalon perennis et C. tenuis (Scrophulariaceae) des sols cupro-cobaltifères du Katanga*, thèse de doctorat page 1
- 69. Missoumi A., Mederbal, K., Benabdelli K., 2002.** Apport des Systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt domaniale de Kounteidat, Algérie." *Forêt méditerranéenne* 23(1) : 11-22
- 70. Montero, San Miguel, G. ; Cañellas, I., 1998.** *Système of méditerranéenne sylviculture (la Dehesa) in : Jimenez Diaz RM Lamo de Espinos J (eds). Agricultura Sostenible Mendi Prensa, Madrid.*
- 71. Mustin M., 1987.** *Le Compost, Gestion De La Matière Organique.* Editions François Dubusc, Paris.
- 72. OLIVIER, 2013** Dynamiques paradigmatiques des agricultures écologisées dans les communautés scientifiques internationales **pp.356-358.**
- 73. Pauwels J.M., Van Ranst E., Verloo M., et Mvondo Ze.A., 1992.** Manuel de laboratoire de pédologie : Méthodes d'analyses des sols et des plantes. Equipement, gestion des stocks de verrerie et produits chimiques. *Publications agricoles – 28.* AGCD, Bruxelles :265 p.
- 74. Plamondon A., 2009.** Bassins Versants Et Erosion : Application En Forêt Tropicale Humide, Notes De Cours, 3ème Graduat Foresterie, Faculté De Foresterie, De Géomatique Et De Géographie, Université Laval, Québec, 287p
- 75. Pouget M., 1980.** *Les relations sol végétation dans les steppes Sud Algéroises.* Travaux et documentation. OSTROM. N°116. Paris. 555p.
- 76. Pouquet J., 1952.** Les monts du Tessala (Chaînes sud-teliennes d'Oranie) : Essai morphogénétique. *Ed. Sedes.* Paris. 351p.
- 77. Pousset J., 2002.** Engrais Vert Et Fertilité Des Sols, 2ème Ed. Agri-Décisions, Paris
- 78. Putod R., 1956.** La protection des vignes contre l'érosion. *Rev. Agron. Afrique du Nord*, 19 : 567-576.
- 80. Quezel P., Santa S (1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. In: *CNRS (Ed.)*, Vol. 1-2. Paris.
- 81. Robert Pa., 2001.** *Les Insectes.* Delachaux Et Niestlé Sa. 461 P.
- 82. Roose E, Arabi M, Brahamia K, Chebbani R, Mazour M, Morsli B., 1993.** Erosion

en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne d'Algérie : synthèse de 50 parcelles. *Cah. ORSTOM Pédol*, 28,2: 289-308.

**83. Rieu M. et Chevery C., 1976.** Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. *Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Pédologie*. 14 (1) : 39-61.

**84. Saccardy L., 1950.** Note sur le calcul des banquettes de restauration des sols. *Terres et Eaux*, II: 3-19.

**85. Soltner 1988.** *Les grandes productions végétales. Les collections sciences et Techniques agricoles*, Ed.16ème éditions 464 P.

**86. Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M. 2000.** Botanique Systématique des Plantes à Fleurs. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.

**87. Stambouli H., 2010.** *Contribution à l'étude des groupements à psammophiles de la région de Tlemcen (Algérie occidentale)*. PHD thésis. Univ Tlemcen.

**88. Schmid, B., 1985.** Clonal growth in grassland perennials. 2.Growth form and finescale colonizing ability. *Journal of Ecology* 73: 809–18.

**89. Soltner D., 1992.** Les Bases De La Production Végétale. Tome 1 : Le Sol. Collection Sciences Et Techniques Agricoles, 19è Edition, Sainte Gemmes Sur Loire.

**90. Stenggel P., 2009.** Le Sol. Éditorial. Institut Des Sciences De La Terre D'orléans.P 75.

**91. Talbi D., Ferka-Zazou N., Benabdelli K., 2011.** Caractérisation pédologique et édaphique des sols argileux et analyse de leur occupation dans la région de Tessala

**92. Trabaud L., 1970.** Quelques valeurs et observations sur la phyto-dynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc. (Premiers résultats). *Naturalia monspeliensia*, Sér. Bot. 21 : 213-242.



**Annexe**

## PROTOCOLES DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

### 1. Calcaire total (Ct)

#### 1.1. Mode opératoire

##### 1.1.1. Estimation de la teneur en calcaire (caco3)

- Mettre 1 ou 2 pincés de terre fine dans un verre à montre.
- Verser des gouttes de HCL à 30% sur la terre fine.
- Observer la réaction et noter les effets de son intensité pour connaître le poids de la terre fine à prendre pour le dosage du caco3.

**Tableau 13:** estimation de la teneur en caco3

Les stations	Poids de sol	Réactions
Station 1	0.5 g	Moyenne
Station 2	0.5 g	Moyenne
Station3	0.5 g	Moyenne
Station4	0.25 g	Forte
Station5	0.25 g	Forte
Station6	0.25 g	Forte
Station7	0.5 g	Moyenne
Station8	0.25 g	Forte
Station9	0.25 g	Forte
Station10	0.25 g	Forte
Station11	0.25 g	Forte
Station12	0.5 g	Moyenne

**Tableau 14:** échelle d'interprétation des carbonates de calcium (AFNOR, 2004)

Carbonates%	Charge en calcaire
<1%	Sol non calcaire
1 à 5%	Sol peu calcaire
5 à 25%	Sol modérément calcaire
25 à 50	Sol fortement calcaire
50 à 80%	Sol très fortement calcaire
> 80%	Sol excessivement calcaire

### 1.1.2. Etalonnage de l'appareil (Calcimètre de BERNARD)

- L'étalonnage de l'appareil s'effectue avant chaque série de mesure avec 0.3 de  $\text{CaCO}_3$  pure et sec.
- Régler le tube gradué et l'ampoule de l'appareil au même niveau.
- Remplir le tube gradué avec l'eau jusqu'à la graduation 0.
- Peser 0.3 g de  $\text{CaCO}_3$  pur et sec.
- Introduire la pesée dans un flacon à doigt légèrement humidifié.
- Remplir à l'aide d'une pissette ou d'une pipette au 2/3 le doigt du flacon avec l'HCL à 30%.
- Fermer le doigt du flacon avec le bouchon en caoutchouc du tube gradué.
- Amener le liquide du tube gradué au niveau 0 en abaisse ou en soulevant l'ampoule à eau.
- Verser progressivement l'HCL sur la terre en inclinant le flacon.
- Maintenir la pression égale à la pression atmosphérique ou abaissant l'ampoule : c'est-à-dire pour que le liquide dans le tube gradué et l'ampoule soit toujours au même niveau.
- Agiter de temps en temps le flacon à doigt pour activer la réaction.
- Quand la réaction est terminée, lire sur le tube gradué à chaque division s'est arrêté le liquide.
- Noter le volume dégagé (v) de  $\text{CO}_2$ . (témoin)

### 1.1.3. Dosage du calcaire total du sol

- Prendre un poids (P) de terre fine (0.25 à 10 g) suivant la teneur en  $\text{CaCO}_3$  du sol. (voir estimation de la teneur en calcaire).
- Faire l'essai de la même façon que l'échantillonnage sans ajouter l'eau de l'appareil.
- Soit V le volume de  $\text{CO}_2$  obtenus.

### 1.1.4. calcul

Pour que le résultat soit correct, il est nécessaire que v et V soient du même ordre de grandeur:

Taux de calcaire total % =

$$\% = \frac{0.3 \cdot V \cdot 100}{V \cdot P} \quad \text{soit :}$$

- p = 0.3 g = poids de  $\text{CaCO}_3$
- P = poids de sol
- V = volume dégagé
- v = 16 ml = volume  $\text{CaCO}_3$  dégagé avec :

**S1 : P = 0.5 g ; V = 3 ml ; p = 0.3g et v = 16 ml ; remplaçons les inconnues :**

$$\% \text{ Ct} = \frac{0.3 \cdot 4.5 \cdot 100}{10 \cdot 0.5}$$

$$\% \text{ Ct} = 24\%$$

## 2. Calcaire actif (Ca)

### 2.1. Mode opératoire : (Méthode DROUINEAU)

Cette méthode ne concerne que les sols peu humifères ; parce que certains composés humifères donnent en effet une coloration brune à la solution d'oxalate d'ammonium qui masque le virage et rend le dosage impossible.

Cette méthode ne contient donc qu'aux sols contenant peu de fer et la matière organique (moins de 2%) car les résultats obtenus par cette méthode sont aussi enroués dans les sols riches en fer par formation d'oxalate de fer oxydé par le permanganate.

### 2.1. Essai :

- Peser 10 g de terre fine
- Introduire cette terre dans un bécher de 500 ml
- Ajouter 250 ml d'oxalate d'ammonium N/5 (à 0.2 N)
- Agiter 1h à l'aide d'un agitateur magnétique.

- Filtrer à l'aide d'un entonnoir en verre et du papier filtre la solution dans un bécher de 500 ml, en écartant les premiers millilitres du filtrat.
- Prélever avec une pipette 10 ml de filtrat et les verser dans un bécher de 250 ml.
- Ajouter 10 ml d'acide sulfurique.

### **2.2. Essai témoin :**

- Traiter de la même façon 10 ml de la solution d'oxalate d'ammonium employée avec 10 ml d'acide sulfurique.
- Soit N le nombre de millilitres de  $\text{KMnO}_4$  utilisé.



**Figure 21** : le dosage du calcaire actif  
(Cliché Chikr el mezouar et Bouziane )

### **2.3. Calcul :**

- $(N-n)$  = Quantité d'oxalate de calcium précipité , c'est-à-dire la quantité d'oxalate d'ammonium qui a réagit avec le calcium actif.
- 1 ml  $\text{KMnO}_4$  à 0.1 N 0.005 g  $\text{CaCO}_3$ .
- Dans 10 ml de filtrat  $(N-n)*0.005$  en g e calcaire actif

- $(10/250=1/25$  de solution totale)
- Dans 10 g de terre  $(N-n)*0.005*25$  en g de calcaire actif.
- $(10/1000) = (1/100)$
- Dans 1000 g de terre  $(N-n)*0.005*20*100= (N-n)*12.5$  de calcaire soit :
- $(N-n)*12.25$  g de calcaire actif dans 1000g de terre.
- $(N-n)* 1.25$  g de calcaire actif dans 100 g de terre.
- **%Ca A =  $(N-n)*1.25$  avec N = témoin = 8.9 ml =  $(8.9-n)*1.25$**

### 2.3.1. Calcul le pourcentage de calcaire actif des échantillons

**Remarque : on remplace le n par prés chaque titrage**

**Station 1 :**

$$\begin{aligned}\%Ca A &= (N-n)*1.25 \text{ avec } N = \text{témoin} = 8.9 \text{ ml et } n = 8 \text{ ml} \\ &= (8.9-n)*1.25 \\ &= (8.9-8)*1.25\end{aligned}$$

$$\%Ca A = 1.12\%$$

## 3. Carbone et Matière organique

### 3.1. Mode opératoire :

#### 3.1.1. Préparation de sel de MOHR (0.2 N)

- Dans un erlen78 g de sel de MOHR + 500 ml d'eau distillée + 20 ml d'acide sulfurique.
- Après compléter avec l'eau distillée à 1000 ml.

**1ère étape :**

- Peser 1 g à 0.25 g de terre fine, suivant sa teneur présumée en matière organique.
- Mettre cette terre dans un ballon de pyrex de 100 à 500 ml
- Ajouter à l'aide d'une pipette avec poire 10 ml de Bichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$  à 8% et 15 ml de  $H_2SO_4$  concentré pur.
- Relier le ballon au réfrigérant ascendant.
- Ouvrir le robinet d'eau.
- Chauffer à l'aide de la chauffe ballon.
- Dès que la solution commence à bouillie attendre 5 min exactement.
- Enlever le ballon du réfrigérant et le laisser refroidir.
- Transvaser à l'aide d'un entonnoir et d'une pissette le contenu du ballon dans une fiole de 100 ml, en le rinçant plusieurs fois avec un peu d'eau distillée.

- Ajouter avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml
- Agiter bien et laisser reposer la fiole pendant 30 min.

**2ème étape :**

- Prélever à l'aide d'une pipette avec poire 20 ml du surnageant dans un bécher de 400 ml.
- Compléter avec l'eau distillée jusqu'à 200 ml.
- Ajouter 5 gouttes d'acide sulfurique.
- Ajouter 5 gouttes de Diphelamine baryum sulfate.
- Effectuer le titrage avec une solution de MOHR à (0.2N). la liqueur primitive, brun noirâtre

ou violette vire au vert (virage très sensible)

- On trouve **X** ml de sel de MOHR utilisé.

**Essai témoin :**

Il est effectué dans les mêmes conditions, mais sans sol. On trouve **Y** ml.

**1ere étape**

- Mettre dans un bécher de 400 ml à l'aide d'une pipette avec poire 10 ml de  $K_2Cr_2O_7$  à 8% et

15 ml de  $H_2SO_4$ , concentré pur

- Agiter une minute, laisser reposer.
- Ajouter l'eau distillée jusqu'à 100 ml.

**2ème étape**

- Prélever à l'aide d'une pipette avec poire 20 ml du surnageant dans un bécher de 400 ml.
- Compléter avec l'eau distillée jusqu'à 200 ml
- Ajouter 5 gouttes d'acide sulfurique.
- Ajouter 5 gouttes de Diphelamine baryum sulfate.
- Effectuer le titrage avec une solution de MOHR à (0.2N). la liqueur primitive, brun noirâtre

ou violette vire au vert (virage très sensible)

- On trouve **Y** ml de sel de MOHR utilisé.

**3.2. Calculs :**

1 ml de solution de MOHR 0.615 ml de C

Donc la prise d'essai est :

$$C = (Y-X) \times 0.615 \times 5 \text{ (en mg)}$$

**5 : facteur de dissolution**

$$C\% = \frac{(y - x) * 0.615 * 5 * 100}{\text{poid de la terre (en mg)}}$$

- On admet que la matière organique (**M.O**) représente deux fois la masse de carbone.
- Alors le pourcentage en matière organique du sol est :

$$\text{M.O} = (Y-X) \times 0.615 \times 5 \times 2 \text{ (en mg)}$$

$$\% \text{ M.O} = \%C \times 2$$

#### **4. Potentiel Hydrogène pH**

##### **4.1. Mode opératoire :**

**pH dans l'eau distillée :**

- Peser 10 g de terre fine séchée à l'air et les introduire dans un bécher de 100 ml.
- Ajouter 25 ml d'eau distillée bouillie.
- Brasser énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension, avec un agitateur magnétique durant 30 min et laisser sédimenter pendant 20 min
- Avant de procéder à la mesure du ph, procéder à l'étalonnage du ph mètre (**voir l'utilisation du ph mètre**).
- Etalonner les ph mètre à pH=7 puis vérifier pH= 4.
- La lecture du ph se fait lorsque l'aiguille de l'appareil s'est stabilisée. En général la

stabilisation est acquise au bout de quelques minutes.

- Après chaque mesure rincer les électrodes avec de l'eau distillée et les essuyer avec du papier joseph ou papier mouchoir (en cas d'absence de papier Joseph).



**Figure 22 : mesure du pH**

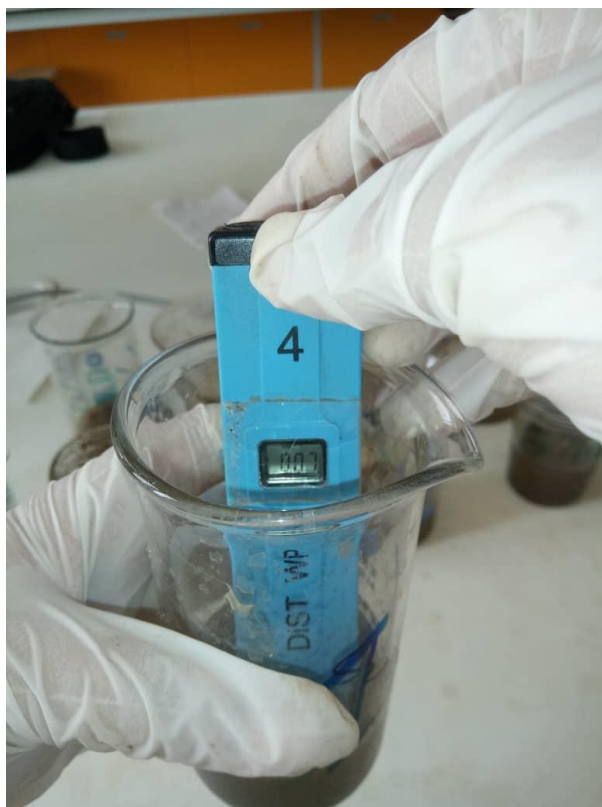
(Cliché Chikr el mezouar et Bouziane )

## **5. Conductivité CE:**

### **5.1. Mode opératoire**

#### **CE dans l'eau distillée :**

- Peser 10 g de terre fine séchée à l'air et les introduire dans un bécher de 100 ml.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée.
- Brasser énergiquement la terre de manière à obtenir une suspension, avec un agitateur magnétique durant 30 min et laisser sédimenter pendant 20 min
- La lecture de la CE se fait lorsque l'aiguille de l'appareil s'est stabilisée.
- Après chaque mesure rincer les électrodes avec de l'eau distillée et les essuyer avec du papier joseph ou papier mouchoir (en cas d'absence de papier Joseph).



**Figure 23** : mesure de la conductivité  
(Cliché Chikr el mezouar et Bouziane )

**Tableau 15** : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique (Aubert 1978)

CE (ms /cm)	Degré de salinité
CE < 0,6	Sol non salé
0,6 <CE 02	Sol peu salé
02 <CE 2<,4	Sol salé
2,4 < CE <06	Sol très salé
CE >06	Sol extrêmement salé

## 6. LA TEXTURE :

### 6.1. Mode opératoire :

#### 6.1.1. Destruction de la matière organique :

- Peser 10 g de terre fine séchée
- Ajouter 50 ml d'eau oxygénée
- Mettre à l'étuve à 105°C pour le séchage ( du 04-05-2016 jusqu'à 08-05-2016)

- Mettre dans un bécher 15 ml d'Hexamétaphosphate + 150 ml d'eau distillée (agitation pendant 1 heure) ; puis transvaser à l'aide d'un jet de pissette son contenu dans une éprouvette à 1 L et jaugé à 750 ml et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à trait de jauge (750 ml)
- Agiter le tout puis commencer le prélèvement

## ANNEXE IV : Verreries et réactifs (Cliché Chikr el mezouar et Bouziane)



Figure 24 : Tamiseur

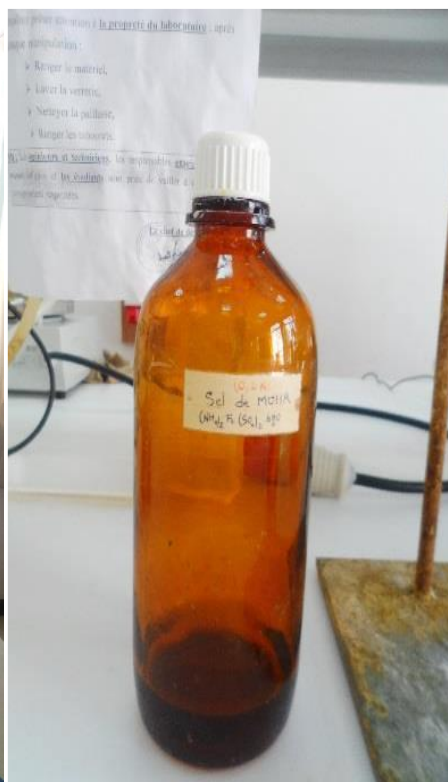


Figure 25 : sel de MOHR

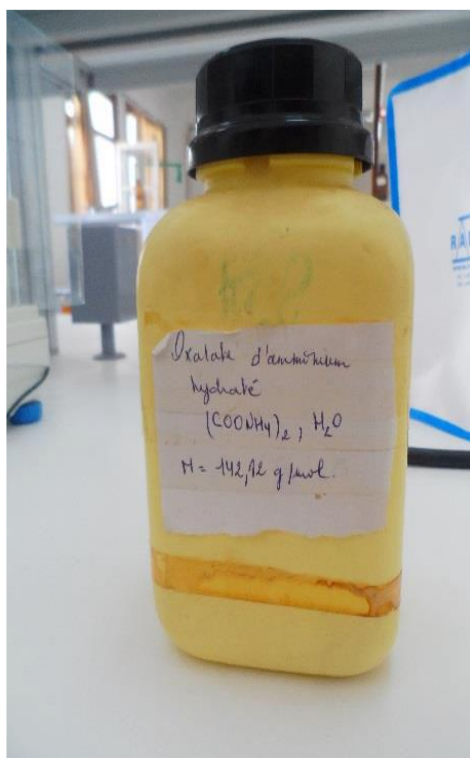
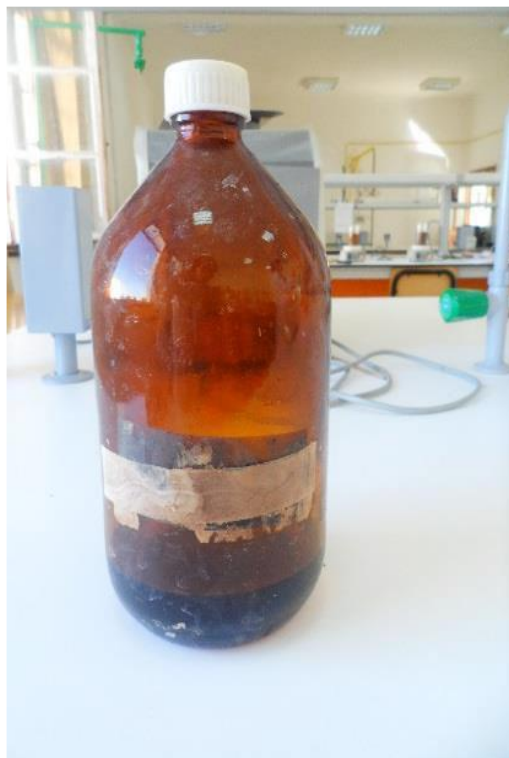


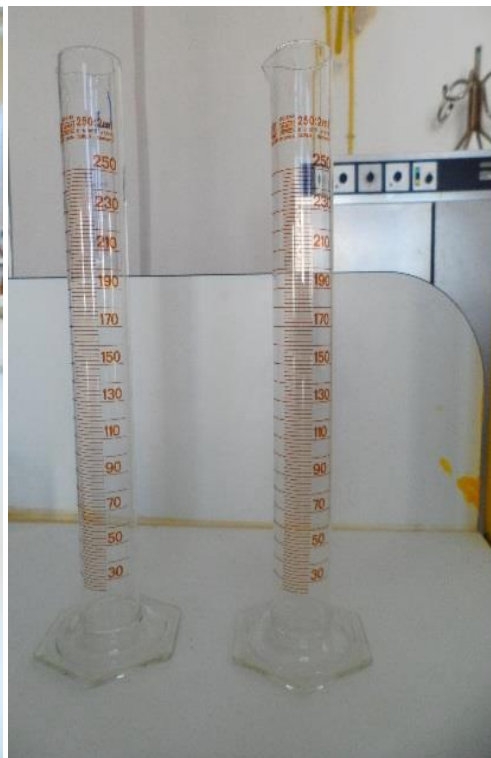
Figure 26 : Oxalate



Figure 27 : KMNO4 d'amonium hydraté



**Figure 28 :** Acide sulfurique



**Figure 29 :** Eprouvettes



**Figure 30 :** Agitateur magnétique



**Figure 31:** Chauffe ballon



**Figure 32 :** papiers filtre



**Figure 33 :** pH mètre



**Figure 34:** solution d' HCL



**Figure 35 :** Conductivimètre



Figure 36: Eau distillée

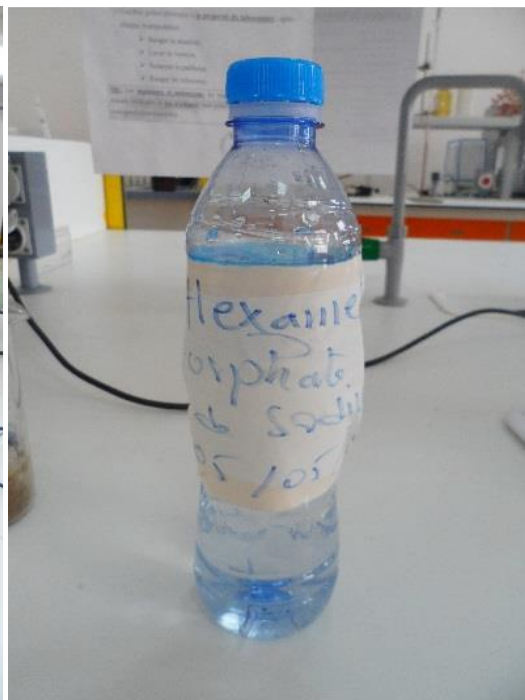


Figure 37 :Hexamétaphosphate



Figure 38 : Pipette de ROBINSON



Figure 39 : Réaction d'effervescence

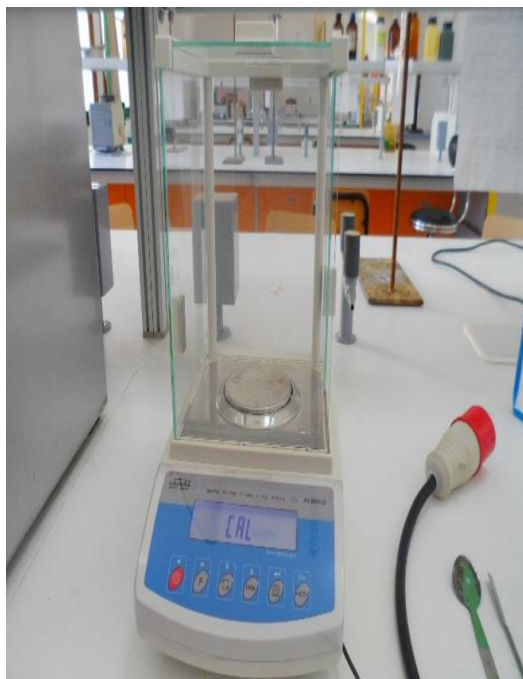


Figure 40 : la balance de précision



Figure 41 : verre à montre



Figure 42 :  $\text{CaCO}_3$



Figure 43: préparation de solution



**Figure 44 :** Séchage du sol



**Figure 45:** pesée du sol