

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
بلحاج بوشعيب جامعة عين تموشنت
Université–Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Sciences de la nature et de la vie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie végétal et environnement
Thème

**Prétraitement des échantillons pour analyse du sol des formations
végétales a *Marrubium vulgare L.* a Hammam
Bouhadjar (Wilaya d'Ain Témouchent).**

Présenté Par :

- 1) Melle . MOHAMED Belarbi Amel .
- 2) Melle .HAMEDI Manel.

Devant le jury composé de :

Dr. AMARA Mohamed	MCB UAT.B.B (Ain Témouchent)	Président.
M. BARDADI Abdelkader	MCB UAT.B.B (Ain Témouchent)	Examinateur.
Dr. CHIHAB Mounir	MCB UAT.B.B (Ain Témouchent)	Encadrant.

Année Universitaire 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir ce modeste travail.

*Nos remerciements s'adressent en particulier à notre encadrant **Docteur de thèse CHIHAB MOUNIR** qui nous a encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. Sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous a accordé, nous a permis de réaliser ce travail.*

*Mes remerciements reviennent également à **Docteur AMARA Mohammed** pour avoir honoré de sa présidence du jury.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Monsieur BARDADI Abdelkader** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous exprimons notre gratitude à tous les enseignants rencontrés lors de notre cycle universitaire.

Dédicaces

Cie tout d'abord, Allah, le tout puissant et clément de m'avoir aidé à réaliser ce travail.

Je dédie ce mémoire

A ma chère mère

A mon cher père

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes chères sœurs et mons cher frères, Fouzia, Nadia, Fatima Naziha, Mohamed, Hamoudi.

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

Amon cher mari, Si Amar Ammara ,

Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.

A mes tantes et mes oncles de la famille Mohamed belarbi ainsi que de la famille

Abd lhakem et Si amar.

Pour leurs mots d'encouragement et leur gentillesse.

A mon cher binôme, Manal,

Qui je souhaite et sa sympathie.

A tous mes camarades de l'université Belhadj-Bouchaib spécialement ma promotion.

Amel

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A ma chère mère

A mon cher père

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler
pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

A mes chères sœurs et mon cher frère, Nassima, Chaima, Mohamed,

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mon cher mari, Ben Moussa Youcef,

Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.

A mes tantes et mes oncles de la famille Hamedi ainsi que de la famille

Bouchicki et Ben Moussa

Pour leurs mots d'encouragement et leur gentillesse.

A ma chère binôme, Amel,

Qui je souhaite et sa sympathie.

A tous mes camarades de l'université Belhadj-Bouchaib spécialement ma promotion.

Manal

Résumé

L'espèce *Marrubim vulgare* L, et parmi les plantes médicinales recensées auprès des populations et bénéficiant de bonnes renommées thérapeutique et qui de ce fait devront être mises à l'épreuve d'investigations sérieuses de décryptages chimiques et 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 roches, les pâturages et les cultures.

Le but de l'étude est de contribuer à la connaissance et à l'identification des principaux caractères physiques et chimiques des sols occupés par l'espèce *Marrubium vulgare* L. au niveau de la commune de Hammam Bouhadjer, wilaya d'Ain Témouchent. Et de tenter de mettre en évidence la relation sol-végétation qui pourrait les caractériser et comment conserver.

Les résultats de l'étude ont montré que *Marrubium vulgare* L. se développée sur les sols à texture équilibrée, plus précisément limoneuse et limono-sableuse, ces sols qui ont des teneurs de calcaire important (calcaire totale), et une fraction de calcaire assimilable très faible, les sols sont non salé avec 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 : Hammam Bouhadjer, *Mrrubium vulgare* L, sol, caractéristiques physico-chimiques, ACP.

الملخص

نبات حشيش الكلب من بين النباتات الطبية التي تم تحديدها بين السكان والاستفادة من السمعة العلاجية الجيدة والتي سوف يتعين بالتالي أن توضع على المحك من التحقيقات الخطيرة من فك التشفير الكيميائية والبيولوجية. كما توجد في غرب الجزائر وتنطور في الجبال والغابات والمرتفعات. كما ينمو على الصخور والمراعي والمحاصيل.

تهدف الدراسة إلى المساهمة في معرفة وتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية الرئيسية للتربة التي يحتلها نبات حشيش الكلب. في بلدية حمام بوحجر بولاية عين تموشنت. والمحاولة تسليط الضوء على العلاقة بين التربة والغطاء النباتي التي يمكن أن تميزها وكيفية الحفاظ عليها.

وأظهرت نتائج الدراسة أن نبات حشيش الكلب يتطور على التربة مع نسيج متوازن ، أكثر دقة الطمي والطيني الرملي على وجه التحديد ، هذه التربة التي تحتوي على محتويات الحجر الجيري كبيرة (مجموع الحجر الجيري)، وجزء الحجر منخفضة جدا، والتربة غير مملحة مع درجة الحموضة الأساسية معتدلة.

تحليل المكونات الرئيسية سمح لنا لتحديد وتأكيد ظروف التربة التي تفضل وجود وتطوير هذا النوع.

الكلمات الرئيسية: حمام بوحجر، التربة، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، نبات حشيش الكلب، تحليل المكونات الرئيسية.

Abstract

The species *Marrubim vulgare* L, and among the medicinal plants identified among the populations and benefiting from good therapeutic reputations and which will therefore have to be put to the test of serious investigations of chemical and biological decryptions. It is also found in western Algeria and develops in the mountains, forests and highlands; it also grows on rocks, pastures and crops.

The aim of the study is to contribute to the knowledge and identification of the main physical and chemical characteristics of the soils occupied by the species *Marrubium vulgare* L. in the commune of Hammam bouhadjer, wilaya of Ain Témouchent. And to try to highlight the soil-vegetation relationship that could characterize them and how to conserve.

The results of the study showed that *Marrubium vulgare* L. develops on soils with a balanced texture, more precisely silty and limono-sandy, those soils that have significant limestone contents (total limestone), and a very low assimilable limestone fraction, the soils are unsalted with moderately basic pH.

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

Keywords: Hammam Bouhadjer, *Mrrubium vulgare* L, soil, physico-chemical characteristics, ACP.

TABLE DES MATIERS

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : *Marrubium vulgare* L.

I - Historique.....	4
II -Généralité sur la famille des lamiacées	4
II - 1.Répartition des lamiacées dans le monde	5
II - 2.Intérêt économique :.....	5
III - Espèce <i>Marrubium vulgare</i> L.	6
III -1.Caractéristiques morphologiques et botanique du genre <i>Marrubium vulgare</i> L :	6
III -3.Position systématique de l'espèce <i>Marrubium vulgare</i> L:.....	12
III - 3. 1. Classification préphylogénétique.....	12
III -3. 2. Classification phylogénétique :.....	12
III -4.Noms vernaculaires et synonymes taxonomiques	13

Chapitre II : Généralités sur les sols

I-Définition.....	16
II-Origines de la diversité des sols	16
III-Types d'horizons dans un profil du sol.....	17
IV-Constituants du sol.....	18

IV-1 Fraction minérale	19
IV-2 Fraction organique	19
V-Différentes phases du sol	20
V-1.Phase solide.....	20
V-1.1.Eléments grossiers.....	20
V-1.2.Terre fine.....	21
V-2.Phase liquide	21
V-3.Phase gazeuse.....	21
VI-Texture du sol	22
VI-1.Texture minérale.....	22
V-2.Texture organique	23
VII-1.Types de structure.....	24
VII-2.Stabilité structurale.....	26
VIII-Propriétés chimiques	27
VIII-1.PH.....	27
VIII-2.Capacité d'échange cationique.....	27
VIII-3.Calcaire actif	27
VIII-4.Phosphore assimilable.....	28
VIII-5.Azote	28
IX-1.Rôle de matière organique	29
IX-2.Les facteurs influencent le contenu en matière organique.....	29
X-Activité biologique.....	30
XI-Relation sol-végétation	30
XI-1.Action du sol sur la végétation	31
XI-2.Sol en tant que support	32
XI-3.Sol en tant que pourvoyeur	32
XI-4.Végétation et Pédogénèse	32
XI-4.Particularité édaphiques des plantes	33

Chapitre III : présentation de la zone étude

I -Position géographique	35
II -Géologie	36
III - Caractéristiques géomorphologiques	37
III -1. Altitude	37

IV -Climat	37
IV -1.Précipitation	37
IV-2.Températures	38
V -Végétation	38
VI-Différent type de menaces	39
VI-1.Incendies	39
VI- 2.Surpâturage	40
). VI- 3.Erosion.....	40
VI-3 .Influences anthropiques	41

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

I -Localisation des stations d'échantillonnage.....	44
II - Etude pédologique	46
II- 1. Structure du sol.....	47
II- 2. Couleur	47
II- 3. Humidité.....	47
II- 4. Granulométrie.....	48
II-5. PH (potentiel hydrogène)	48
II -6. Conductivité électrique (CE).....	49
II-7.Calcaire total (CT).....	49
II -8. Calcaire actif (CA)	50
III- Etude statistique	50

Chapitre V : Résultats et discussion

I - Etude pédologique :	53
I - 1. Analyse granulométrique :	53
I - 4-PH (potentiel hydrogène)	56
I - 5.Conductivité électrique	56
I - 6.Calcaire totale et Calcaire actif.....	57
Conclusion.....	60
Références bibliographiques	61
Annexe	

Liste des abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales.

Arg : Argiles.

Alt : Altitude.

C.A : Calcaire actif.

C.E : Conductivité électrique.

CEC : Capacité d'échange cationique.

C.T : Calcaire totale.

Hm : Humidité.

Lim : Limon.

M.O : Matière organique.

MOS : la matière organique du sol.

PH : potentiel hydrogène.

S : Station.

Sab : Sables.

Liste des figures

Figure 1: Carte de répartition géographique de la famille des Lamiacées (en rouge).....	5
Figure 2 : <i>Marrubium vulgare</i> L. (photo: Mohamed Belarbi Amel et Hamdi	7
Figure 3: Feuille de <i>Marrubium vulgare</i> L. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamdi Manal 2021).....	8
Figure 4: Fleurs de <i>Marrubium vulgare</i> L. (photo : Mohamed belarbi amel et Hamedi manal 2021).....	9
Figure 5: Tiges de <i>Marrubium vulgare</i> L. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamedi Manal 2021).....	10
Figure 6: Calice de <i>Marrubium vulgare</i> L. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamedi Manal 2021).....	11
Figure 7: schéma d'un coup de sol (web master 1).....	17
Figure 8: les horizons du sol (web master2).....	18
Figure 9: Triangle des textures selon USDA (Clap et al 1978 ; Morel 1989).....	23
Figure 10: Carte de Situation géographique de Hammam Bouhadjar. CDF (2020).	35
Figure 11 Carte géologique de la région de Hammam Bouhadjar. (D'après la carte géologique d'Ain T'émouchent, 1987, modifiée et complétée par des observations sur le terrain (Craag, 2005)).	36
Figure 12 Localisation des stations d'échantillonnage.....	44
Figure 13: Les stations S1 à S6 dans les communes de Hammam Bouhadjar (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamdi Manal 2021).....	45
Figure 14 : Echelle de salure en fonction de la conductivité (Aubert, 1978).....	49
Figure 15: Pourcentage des différentes composantes de la terre fine des stations étudiées dans la région de Hammam Bouhadjar.....	53
Figure 16 : Pourcentage d'humidité du sol de différentes stations échantillonnées dans la région du Hammam Bouhadjar.	55

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification texturale USDA par classes de tailles de grains (Guymon, 1994).	22
Tableau 2: type de structure de sol (Khedim, 2013).	25
Tableau 3: Caractéristique stationnels des différentes stations dans la commune de Hammam Bouhadjar.	46
Tableau 4: Normes d'interprétation du taux de calcaire dans le sol.	50
Tableau 5: Texture du sol des stations étudiées dans la région de Hammam Bouhadjar.	54
Tableau 6: Couleur des stations étudiée dans la région du Hammam Bouhadjar.	55
Tableau 7: Potentiel hydrogène des sols des stations étudiées dans la commune de Hammam Bouhadjar.	56
Tableau 8: Conductivité électrique du sol des stations étudiées.	57
Tableau 9: Taux de calcaire total et actif du sol des stations dans la zone d'étude.	57
Tableau 10: données de la matrice de l'analyse en composantes principales.	58
Tableau 11: Matrice des corrélations entre les variables édaphiques.	59

Introduction

La biodiversité englobe toutes espèces vivantes sur terre, leur relation entre elles ainsi que les différents gènes, écosystèmes et espèces. La biodiversité est l'une des plus grandes richesses de la planète, et pourtant la moins reconnue comme telle (Willson, 1992) cité par (Dajoz, 2008).

Le concept de la biodiversité va plus loin que la simple description de la diversité du vivant (Armsworth et al, 2004). La biodiversité est une affaire d'interactions au sein de chaque niveau fonctionnel entre les échelles fonctionnelles mais aussi avec les sociétés humaines (Levrei, 2007).

L'Algérie, pays connu par ces ressources naturelles dispose d'une flore riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémique et appartenant à plusieurs familles botaniques (Gausson, 1982).

Notre choix s'est porté sur le *Marrubium vulgare* L, c'est une plante spontanée très répandue dans la région méditerranéenne. Elle est très utilisée en médecine traditionnelle pour des fins thérapeutiques. (bellakhdar, 1997).

L'objectif du présent travail vise à effectuer des analyses primaires des échantillons de sol correspondant aux formations végétales à *Marrubium vulgare* L de la région de Hammam Bouhadjar. Notre travail s'articule sur deux parties:

- La première partie qui correspond à la synthèse bibliographique (chapitre sur le *Marrubium vulgare* L, chapitre sur les généralités des sols, chapitre sur la présentation de la zone d'étude)
- La deuxième partie qui correspond à la partie expérimentale (chapitre sur le matériel et la méthode, chapitre sur les résultats et discussion).

Enfin, on termine par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : *Marrubium*
vulgare L.

I - Historique

Dans l'Égypte de la haute Antiquité, le marrube était déjà reconnu pour ses propriétés calmantes contre la toux (propriétés expectorantes et mucolytiques) et dans le traitement des affections chronique du foie. Les prêtres Egyptiens l'utilisaient également comme insectifuge et remède contre nombreux poisons, et ils l'appelaient le nom de « graine d'Horus » (Ducros, 1930).

Utilisé par les anciens Grecs contre les morsures de chiens enragés, il était connu sous le nom de « prasion ». Le médecin grec à recommandé Dioscoride (40-90 apr. J.C.) En décoction pour traiter la tuberculose, l'asthme et la toux. Il était déjà considéré comme le traitement spécifique des maladies de l'appareil respiratoire dans l'Égypte ancienne et la Grèce antique. Pline l'Ancien (23-79 apr. J.C.) est une indication contre les morsures de serpents et contre la plupart des poisons et conseille son utilisation dans les affections thoraciques au dernier degré et contre les morsures de chiens.

Au siècle dernier, le médecin romain Aulus Cornelius Celsus à indiquer que les propriétés antiseptiques de cette plante peuvent être utilisées pour traiter les affections respiratoires. Il recommande l'utilisation du « jus de marrube » (Bouterfès, 2015).

II - Généralité sur la famille des lamiacées

La famille des Lamiacées connue également sous le nom des Labiées, Labiées dérive du nom latin "labium" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles. (Bouhaddouda, 2016).

Les Labiées ou Lamiacées constituent une importante famille de plantes angiospermes dicotylédones herbacées ou légèrement ligneuses et comprennent, selon les auteurs, de 233 à 263 genres (Heywood et al., 2007) et de 6900 à 7200 espèces (Heywood et al., 2007 ; Graver et al., 2003), 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 (Bilami, 2016).

Selon (Greuter et al., 1986), 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.

II - 1. Répartition des lamiacées dans le monde

Les Lamiacées comprennent environ 2500 espèces dont l'aire de répartition est extrêmement étendue, elles sont particulièrement abondantes dans la région méditerranéenne (Crété., 1965). Les Lamiacées sont surtout des plantes méditerranéennes qui, au Sahara ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne et dans l'étage supérieur du Hoggar (Ozenda., 2004).

La distribution géographique des lamiacées est cosmopolite. Les Lamiacées sont rencontrées sous tous les climats, à toutes les altitudes (Judd et al., 2002), (**Figure1**).

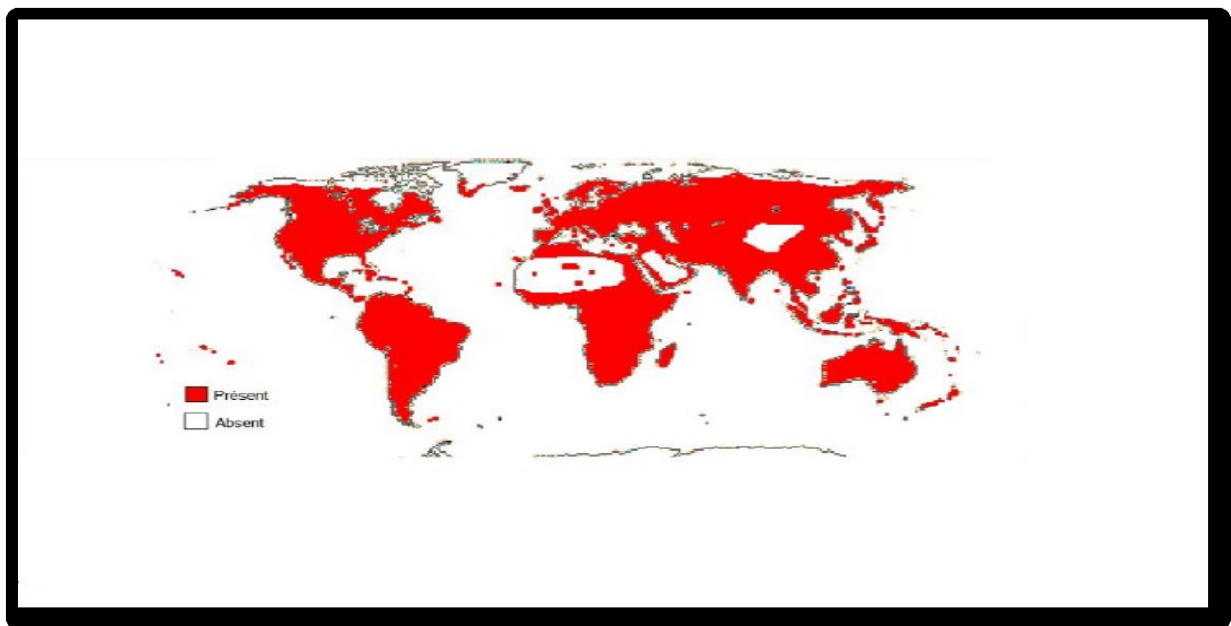


Figure 1: Carte de répartition géographique de la famille des Lamiacées (en rouge).

II - 2. Intérêt économique :

Économiquement parlant, la famille des lamiacées propose des utilisations économiques majeures par exemple les huiles essentielles, qui sont surtout utilisées dans l'utilisation des épices, 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. Plusieurs 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 riches sources en terpénoides, flavonoïdes et iridoides glycosylés. Le genre *Phlomis* comptant près de 100 espèces est particulièrement riche en flavonoides, phénylethanoides, phenylpropanoides et en iridoïdesglycosilés.

Le genre *Salvia*, comprend environ 900 espèces pour la plupart en diterpénoides et le genre *Marrubium* avec environ 30 espèces réparties dans un grand nombre de pays à travers le monde (Bonnier., 1990).

III - Espèce *Marrubium vulgare* L.

La source de termes « Marrube » vient des mots hébreux « Mar » veut dire « suc » et « rob » signifiant « amer ». Le nom « *Marrubium* » signifie aussi une ville italienne des Marseilles, qui passe pour de grands magiciens (Bouterfes, 2015).

III-1. Caractéristiques morphologiques et botanique du genre *Marrubium vulgare* L :

La famille des Lamiacées est composée de près de 258 genres et 6970 espèces d'herbes, d'arbustes et d'arbres, à tige quadrangulaire et à inflorescences verticillées. Les feuilles sont généralement opposées ou verticillées, simples ou très rarement pennatiséquées ; il n'y a pas de stipule. Les fleurs sont bisexuées et zygomorphes, les inflorescences sont en cymes bipares puis unipares (Par manque de place).

L'androcée peut consister soit en quatre étamines didynames, soit en seulement deux étamines soudées au tube de la corolle ou à la zone environnante en alternance avec les lobes. (Guignard., 2001, Quezel., 1963). Certains des 200 genres que compte la famille sont presque universels cosmopolites, tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte. Les lamiacées sont rarement concentrées dans les environnements forestiers tropicaux de la région méditerranéenne (Bruneton., 2001).

Le genre *Marrubium* (**figure 2**) comprend 40 espèces, réparties principalement le long de la Méditerranée, les régions tempérées du continent eurasiatique et certains pays d'Amérique Latine (Mayre, 2005, Rigano, 2006). Comparé 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 par une tache épineuse.

C'est un Arbuste à tiges et face inférieure des feuilles blanche stamenteuses. Les inflorescences sont en glomérules verticillés. Les bractées sont linéaires aigues. Les fleurs sont blanches.

En Algérie, 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* L et il fait l'objet de nos travaux. C'est une plante vivace, son aspect général est Tometeux, ligneux. Parmi les caractéristiques du genre *Marrubium*. Les feuilles ont toutes un pétiole, crénelées-dentées, disposées en verticilles axillaires, munies de réseau (Quézel., 1963).

Les fleurs sont blanches, petites, disposées en verticilles axillaire, garnies de peractol. Le calice est tubuleux à dents non épineuse, au nombre de 10 au 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 plus grandmilieu. Les quatreétamines sont toutes de même longueur (courtes), renfermées dans le tube de la corolle, (Coste, 1998 ; Marmey, 1958 ;Quézel et santa, 1963 ;), (Figure2).



Figure 2 : *Marrubium vulgare* L. (photo: Mohamed Belarbi Amel et Hamdi Manal 2021).

III - 2. Caractéristiques morphologies 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 musqué, sa saveur est à la fois chaude et amère. Parmi les caractéristiques de cette plante (Bellakhdar, 1997 ; kaabeche, 1990 ; Quézel et santa, 1963) :

- **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. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamdi Manal 2021).

- **Floraison** : Elle est amenée dans divers verticilles axillaire superposé tirsoïdi le long de l'arbre (jusqu'à 10 tours) et peu espacées. 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 bractée 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. Leurs parties bractées qui accompagnent les fleurs sont très étroites et crochues dans leurs parties supérieures (**Figure 4**). L'inflorescence est faire en glomérules compacts verticillés (disposés en anneau au niveau de la tige). La floraison de formule. Pour
- cette espèce la formule florale la famille est la suivante. $X, K(5)[C(2 + 3), A 2 + 2], G(2)$, pendant, drupes, 4 nucla (Judd et al., 2002).



Figure 4: Fleurs de *Marrubium vulgare* L. (photo : Mohamed belarbi amel et Hamedi manal 2021).

- **Les tiges** : Mesurent 30 à 80 cm 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**).

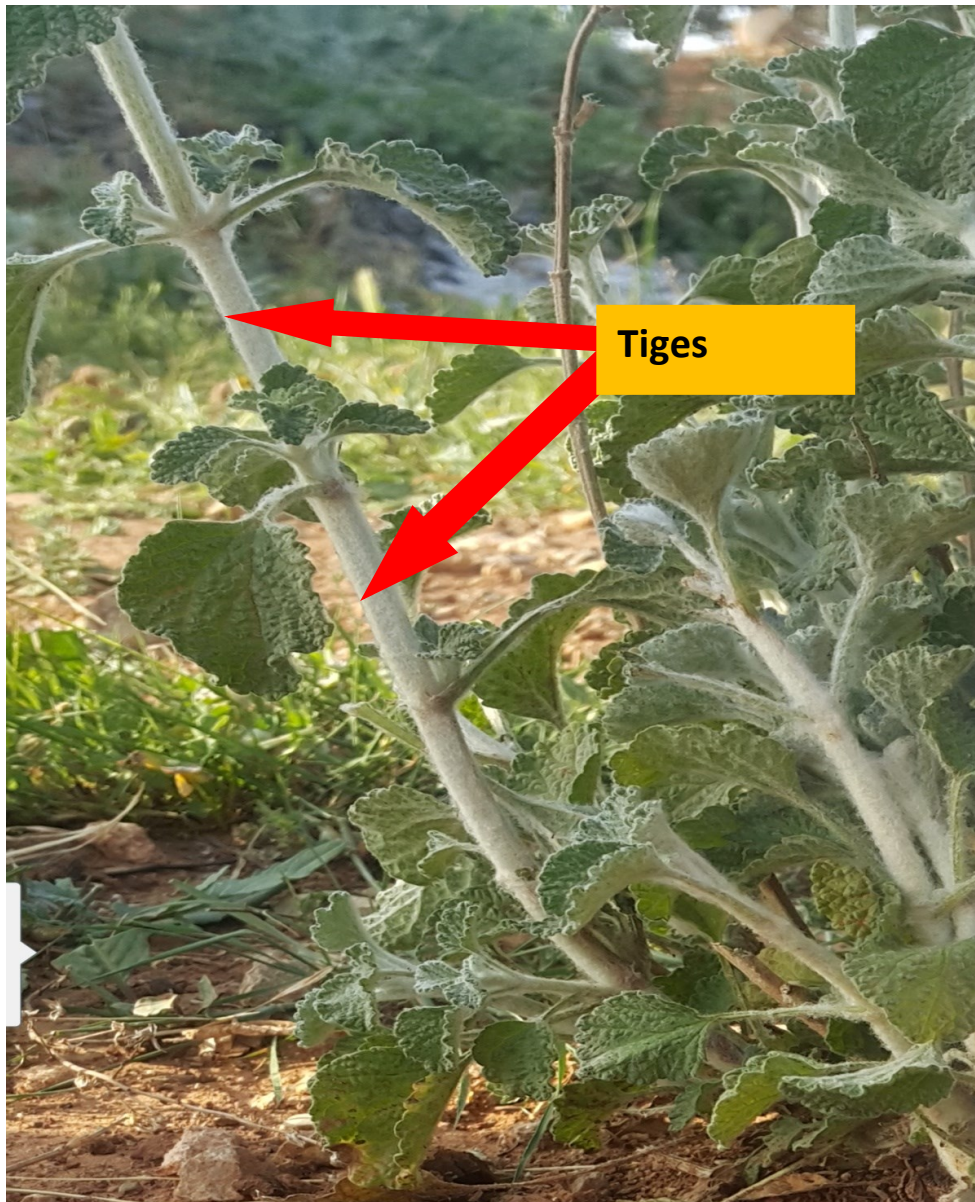


Figure 5: Tiges de *Marrubium vulgare* L. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamedi Manal 2021).

- **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**).

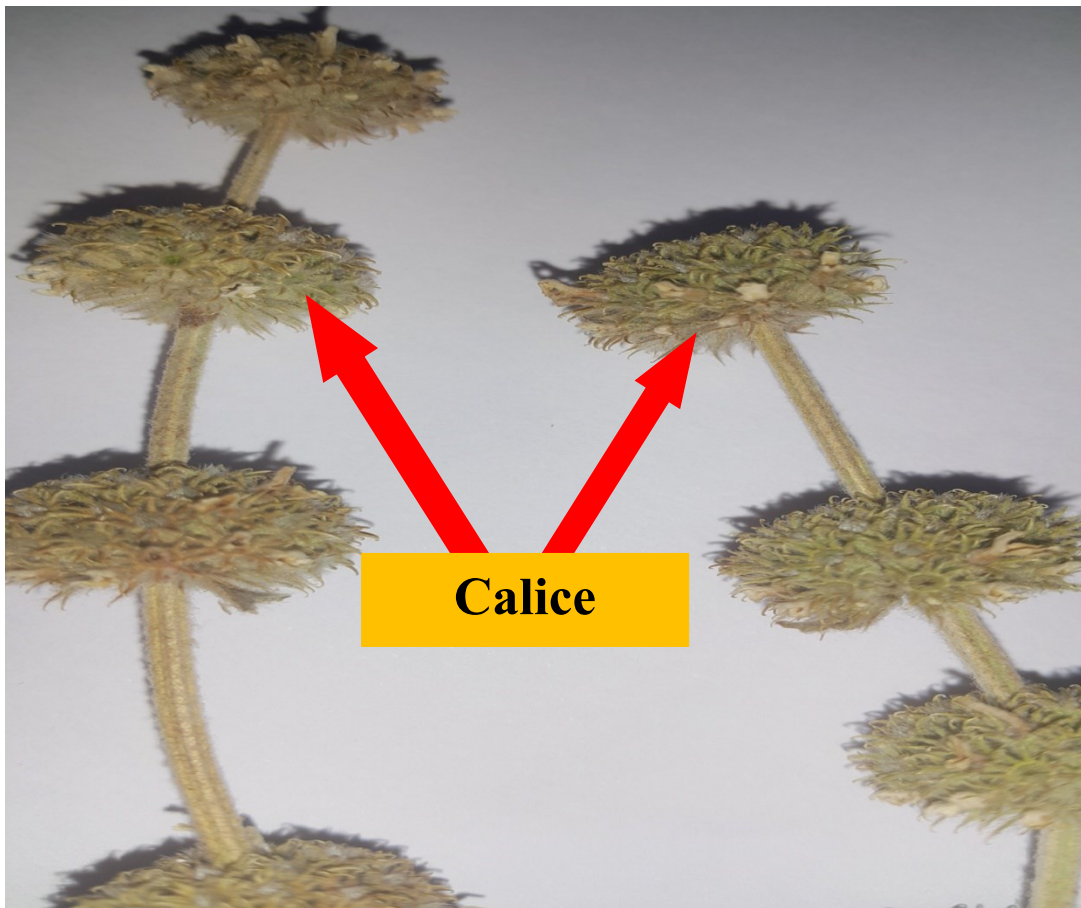


Figure 6: Calice de *Marrubium vulgare* L. (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamedi Manal 2021).

- **La corolle** : est blanche, bilabée, couverte de petits poils à l'extérieur, présente un tube courbé, ressemé 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 (tiges, 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 nuculaa cheniforme (schizocarpe) ; de plus, il est précisément drupe (à savoir un écrou) avec quatre semence (un pour ovule dérivé de deux carpelles fendes au milieu). Les quatre parties qui divisent le fruit principal, les fruits sont encore (partiel), mais monospermici (Une semence) et sans endosperme. La forme est trigona, cunéiforme-obovate, à sommet tronqué avec une surface lisse 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**

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

III -3. 2. Classification phylogénétique :

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

Règne :	Végétal
Sous-règne :	Plantes vasculaires
Embranchement :	spermatophytes
Division :	Magnoliophytes
Classe :	Magnoliopsides
Sous-classe :	Astérides
Ordre :	Lamiales

Famille :	Lamiacées
Genre :	Marrubium
Espèce :	<i>Marubium vulgare</i> L
Nom commun :	Marrube blanc.

III -4.Nomsvernaculaires et synonymes taxonomiques

En Algérie : En arabe elle est connue par le nom Marrioua (Quezel et Santa, 1963)

En kabyle : par le nom de Marrnouyeth.

Au Maroc : c'est Merrîw (Novak et al, 1966)

En Tunis : Marroubia (Bellakhdar, 1997)

En français : Marrube blanc

En Anglais : Harehound,

En Italien : Marrubbio (Quezel et Santa, 1962, 1963).

Le *Marrube vulgaire* [synonyme : *Marrubium album* (Cariot et Saintlarge)] est une plante, d'aspect blanchâtre à odeur forte et désagréable.

Chapitre II : Généralités sur les sols

I-Définition

Le sol est défini comme la couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes. Cependant le sol est un milieu vivant, complexe et dynamique, en évolution constante sous l'effet de différents paramètres tels que le climat, la topographie, la végétation et l'action de l'homme. Il joue un rôle d'interface entre les phases liquides et gazeuses dans l'environnement où il intervient comme système source, système transformateur, et système de transfert des éléments en trace (Berthelin et Leyval, 2000). Le sol est composé de constituants minéraux et organiques, d'eau et de gaz. Les constituants minéraux se divisent en deux catégories : des minéraux primaires résultant directement de la désagrégation de la roche mère, et des minéraux secondaires néoformés. Les matières organiques du sol, quant à elles, se composent d'une fraction organique vivante (flore du sol, faune et racines végétales) de taille grossière (20 mm), non évoluée et d'une fraction organique morte (des résidus d'origine animale et végétale) en perpétuelle évolution, composées de substances humiques et de biomolécules issus d'organismes non transformées (polysaccharides) (Robert, 1996).

Mais aussi au regard de l'altération des minéraux donc des processus initiateurs de la pédogenèse, grâce à l'activité des microorganismes (Berthelin, 1998).

II-Origines de la diversité des sols

La biodiversité du sol est la variété des formes de vie, animales, végétales et microbiennes, présentes dans un sol par au moins une partie de leur cycle biologique. La biodiversité du sol inclut Les habitants de la matrice du sol ainsi que ceux des « annexes du sol » (litière, bois morts en décomposition, cadavres d'animaux, déjections) (Gobat et al., 2010).

C'est une partie de la biodiversité souterraine qui inclut aussi la vie des milieux cavernicoles, karstiques, des aquifères, de certaines failles et fillettes, etc. Près d'un cinquième de toute la biomasse (microbienne notamment) pourrait être souterraine et vivant dans les sédiments,

méconnue, mais jouant un rôle majeur en tant que puits de carbone, producteur de sol, et dans , les cycles biogéochimiques terrestres. Les progrès de la méta génomique appliqués aux sols, aux sédiments et aux nappes phréatiques ont récemment montré que la majorité des

phylums bactériens connus sont aussi présents sous la surface des terres émergées, et 47 lignées de nouveaux phylums y ont été en outre récemment découvertes, permettant de progressivement mieux comprendre la distribution et les voies de pénétration/circulation des organismes du sol et milieux souterraines connexes. L'identification, le comptage et la caractérisation de la diversité des organismes vivants des sols permettent de définir des indicateurs (ou bio indicateurs) de la qualité des sols et de l'environnement souterrain (et aérien parfois) (Kallmeyer et al., 2012).

III-Types d'horizons dans un profil du sol

Les horizons du sol : Les différentes strates (couches) du sol. Elles se distinguent l'une des autres par leur composition et leur épaisseur.

Le profil du sol : Le tout que les horizons du sol forment.

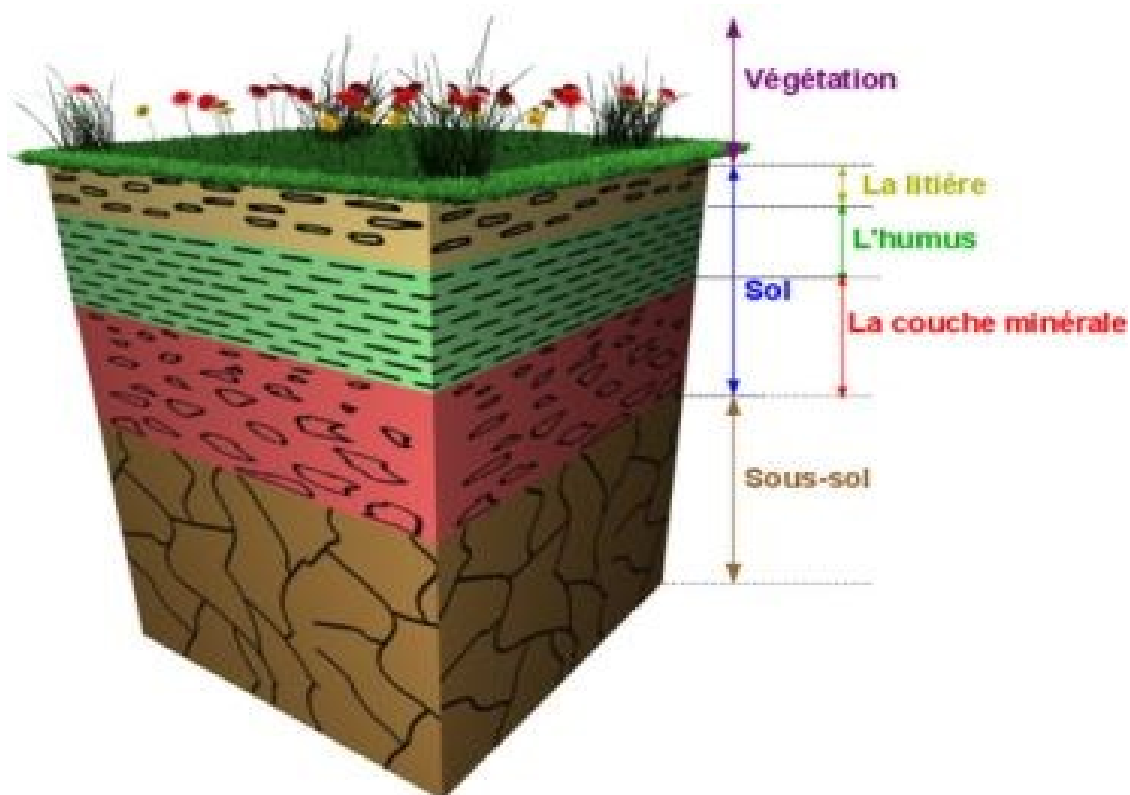


Figure 7: schéma d'un coup de sol (web master 1).

Selon (Doucet, 2006), Le plus souvent, on divise le sol en trois horizons que l'on désigne par les lettres A, B et C.

- L'horizon A est un horizon de surface. Il contient de la matière organique, mais il est souvent appauvri en colloïdes (argiles), en fer et en chaux par lessivage. Les sols cultivés n'ont pas d'horizon A différencié.
- L'horizon B diffère de l'horizon A par sa structure généralement plus compacte et par l'absence de matière organique. Il diffère du matériau originel par son altération plus profonde. Il est riche en colloïdes, notamment en argile et en fer, mais il l'est moins en humus.
- L'horizon C constitue la roche mère ou matériau originel peu altéré, le plus souvent de type agglomérat.

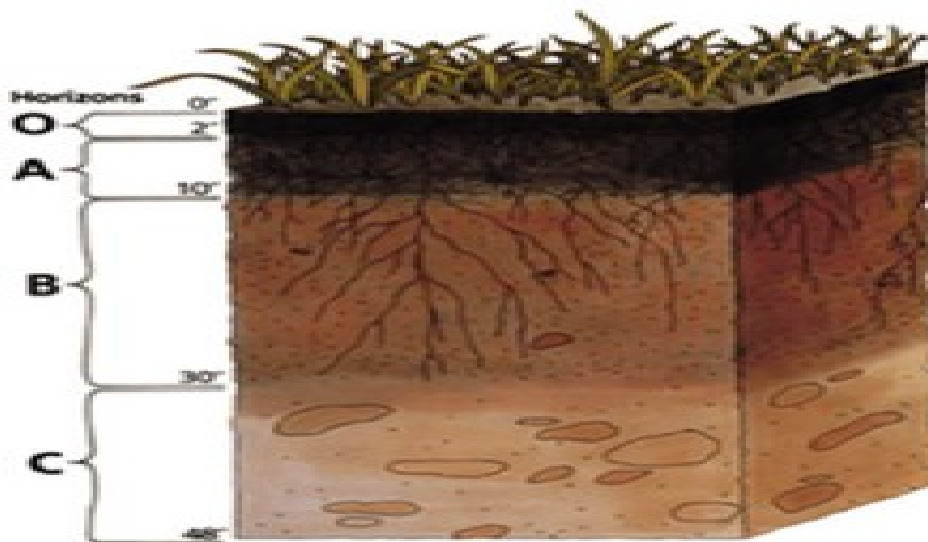


Figure 8: les horizons du sol (web master2).

O : horizon organique, A : horizon organo minérale, B : horizon illuvial (enrichi d'éléments des horizons extérieurs, C : matériau parental altéré

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 n°2. Secondairement, il est 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

Les minéraux constituent, en général, de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse avec des tailles granulométriques différentes (Queneau, 2004) :

- Sable ($\varnothing = 2000$ à $50 \mu\text{m}$)
- Limon ($\varnothing = 50$ à $2 \mu\text{m}$).
- Argile granulométrique ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$).

La texture d'un sol correspond à la répartition des minéraux par catégorie de grosseur, indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. Les sols sont classés suivant leurs proportions relatives en particules argileuses, limoneuses et sableuses (Atlas et Bertha, 1992).

IV-2 Fraction organique

La matière organique du sol (MOS) est la matière organique provenant à 99 % de la décomposition et du métabolisme d'êtres vivants végétaux, animaux et microbiens (fongiques, bactériens), le % (pourcentage) restant correspondant à des organismes vivants. (Rick Parker, 2009). Le terme MOS est préféré à humus depuis la fin du XX^e siècle pour désigner ces constituants organiques végétaux, animaux et microbiens fortement décomposés ou non par l'humification (Christian Feller, 1997).

Elle est composée d'éléments principaux (carbone-C, hydrogène-H, oxygène-O et azote-N), d'éléments secondaires (soufre -S, phosphore-P, potassium-K, calcium-Ca et magnésium-Mg), ainsi que d'oligoéléments. Le carbone organique du sol (COS) (Lal et al., 2000) qui comprend notamment les substances humiques est le principal constituant de cette matière organique.

Il représente deux fois plus de carbone que celui actuellement contenu dans l'atmosphère et trois fois plus que celui dans la végétation terrestre.

Cette matière organique dont la vulnérabilité relève de sa nature, de sa composition et de son état de liaison avec la fraction minérale, joue un rôle important dans les sols qui « sont devenus l'une des ressources les plus vulnérables du monde » (Clara Lefèvre et al., 2018).

V-Différentes phases du sol

V-1.Phase solide

Le sol est constitué d'une fraction solide (composée de matières minérales et de matières organiques, cette fraction est caractérisée par sa nature et sa texture) et d'une fraction fluide (fraction liquide ou solution du sol contenant les éléments minéraux sous forme d'ions ou de molécules d'eau, et fraction gazeuse) qui jouent un rôle primordial au niveau de l'agrégation des constituants du sol, de la stabilité de la structure du sol et des propriétés physiques qui en découlent (porosité, aération...) (Rick Parker, 2009).

La composition idéale d'un sol agricole comporte en volume : 25 % d'air, 25 % d'eau, et 50 % de solides (45 % d'éléments minéraux — argile, limon, sable —, et 5 % de matière organique) (John, 1966). La phase solide (constituée à de plus de 95 % par la fraction minérale) occupe 40 % (sol très fragmenté) à 70 % (sol très compacté) du volume du sol, le reste correspondant à la phase fluide (liquide et gazeuse). Les proportions des phases gazeuse et liquide dépendent de l'hydratation du sol (Raoul Calvet, 2003).

V-1.1.Eléments grossiers

Ce sont les éléments > 2mm et on les classe par dimensions :

- ∪ 0,2 cm à 2 cm : graviers
- ∪ 2 à 5 cm : cailloux
- ∪ 5 à 20 cm : pierres
- ∪ > à 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 < à 2mm, au tamis). On peut classer les éléments de la terre fine par dimensions :

υ de 2mm à 0,2 mm : sables grossiers

υ de 0,2 mm à 50μm: sables fins

υ de 50 μm à 20 u : limons grossiers

υ de 20 u à 2 u : limons fins

υ < à 2 u : argile

V-2. Phase liquide

La phase liquide est constituée d'eau et d'éléments dissous. L'eau est sous trois états dans le sol : l'eau gravitaire (dite aussi eau de saturation, eau de percolation ou eau libre) qui circule dans la macroporosité, l'eau capillaire (dite aussi eau pendulaire) qui occupe essentiellement la méso porosité et l'eau pelliculaire (dite aussi eau liée) qui occupe la microporosité (Marie-France Cicéri et al., 2012).

L'eau capillaire et l'eau pelliculaire forment l'eau de rétention (eau retenue dans tous les horizons pédologiques), le ressuyage consistant à éliminer l'eau gravitaire. Cependant, seule l'eau capillaire correspond à la réserve utile en eau d'un sol, l'eau pelliculaire étant inutilisable par les plantes car retenue très énergiquement (phénomène d'adsorption) sous forme de films très minces autour des particules de terre (Marie-France Cicéri et al., 2012).

V-3. Phase gazeuse

La phase gazeuse du sol est souvent appelée l'atmosphère du sol. Sa composition est souvent voisine de celle de l'air mais elle peut être très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, c'est-à-dire la profondeur dans le sol et l'activité biologique.

L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique (Soulas et al., 1983).

Les sols bien aérés contiennent environ 180 à 205 ml d'O₂ par litre d'air mais cette teneur peut être abaissée à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans des microenvironnements

alentours des racines des plantes.

La teneur en CO₂ est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol et peut atteindre 100 ml par litre d'air en profondeur ou au voisinage des racines et en milieux saturés en eau. L'air du sol contient également d'autres substances, telles que NO, N₂O, NH₃, CH₄, H₂S et, parfois, des composés organiques volatils (Calvet, 2000).

VI-Texture du sol

La texture du sol est donc définie par une analyse de la distribution de taille de particules par différentes méthodes représentatives. En général, les méthodes sont utilisées pour séparer les particules de sol en trois différentes classes : sable, limon et argile. La classification donnée par le Département d'Agriculture des États-Unis (USDA) est montrée dans le (tableau 1).

Tableau 1 : Classification texturale USDA par classes de tailles de grains (Guymon, 1994).

Matériau (Texture)	Diamètre minimal	Diamètre maximal
Cailloux, galets	20 mm	200 mm
Graviers, gravillons	2 mm	20 mm
Sable grossier	0,5 mm	2 mm
Sable moyen	250 µm	500 µm
Sable fin	100 µm	250 µm
Sable très fin	50 µm	100 µm
Limon (moyen, grossier)	20 µm	50 µm
Limon fin (Silt)	2 µm	20 µm
Argile	0	2 µm

VI-1.Texture minérale

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

La (figure 9) présente le triangle standard USDA (Singeret Munns, 1996 USDA, 1999) mais d'autres sont aussi utilisés (Clap et al., 1978 ; Morel 1989)

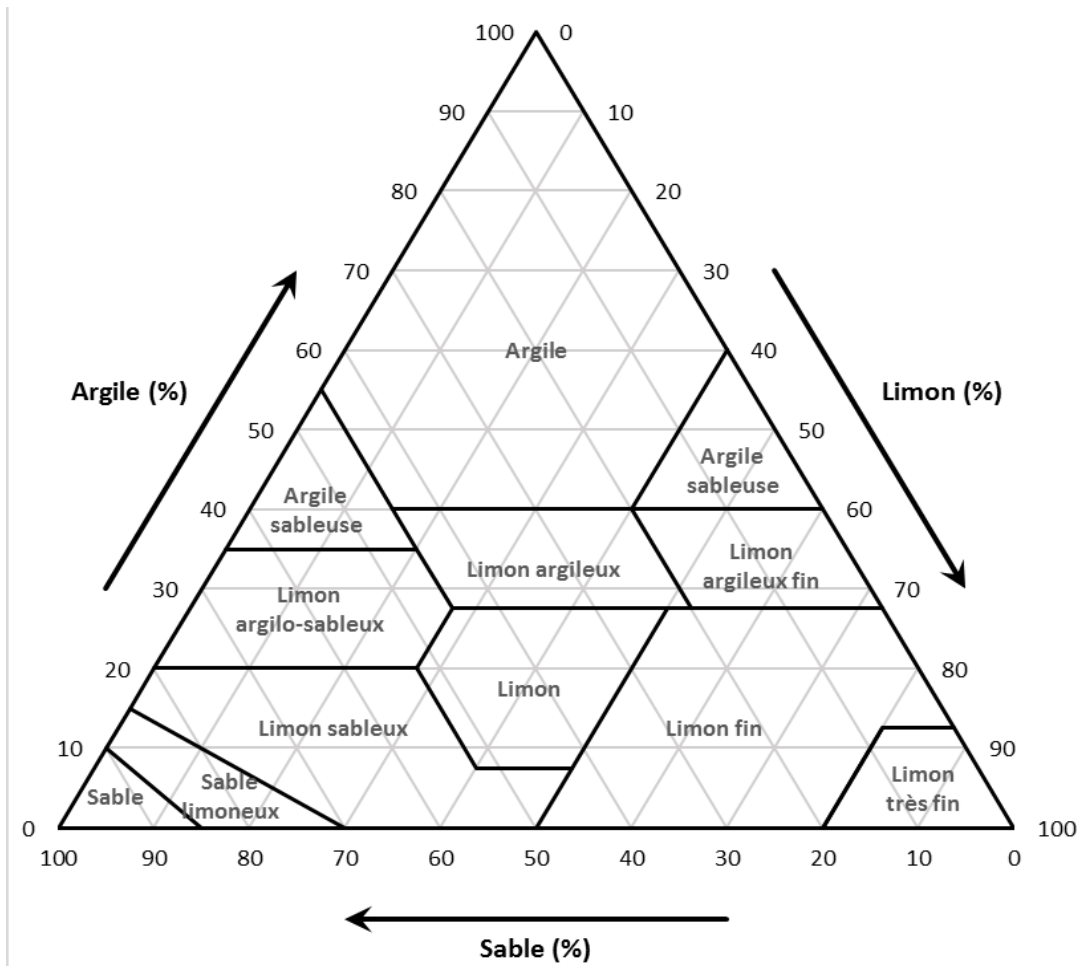


Figure 9: Triangle des textures selon USDA (Clap et al 1978 ; Morel 1989).

V-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 R 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 du sol est l'arrangement des particules minérales du sol en agrégats sous l'effet de liaisons par des colloïdes (minéraux argileux, substances humiques) ou des hydroxydes de fer ou d'aluminium. Cette structure peut être particulière (ou absence de structure), comme pour le sable meuble ; fragmentaire ou grumeleuse (cas le plus courant), les constituants étant rendus solidaires par le complexe argilo-humique qui forme des agrégats (sol à structure sphérique, angulaire, lamellaire) et des mottes (Claire Chenu, 2001).


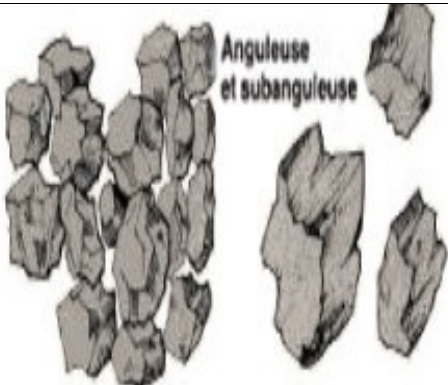
(Les éléments structuraux formés par les actions de fragmentation et de compactage des outils) ; massive (ou continue) comme le limon « battant », les argiles (Marcel Jamagne, 2011).

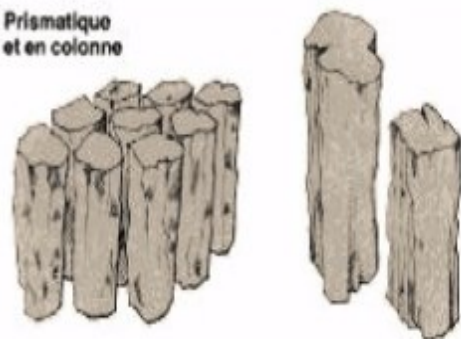
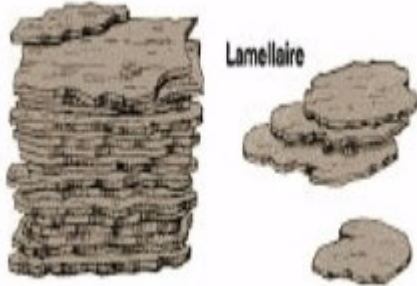
La description précise de cette structure est difficile d'autant qu'elle varie souvent d'un emplacement à l'autre. Si l'analyse structurale à l'échelle des mottes est possible (état interne et mode d'assemblage) (Gautronneau et al., 1987) .Cette difficulté a conduit les pédologues à caractériser la structure par des données mesurables (stabilité structurale, porosité et perméabilité, rétention en eau, indice de battance...) (Robert Morel, 1996).

VII-1.Types de structure

Le type de structure décrit la forme des agrégats individuels. Les pédologues considèrent généralement sept types de structures du sol, mais n' utiliserons que quatre, classés de 1à4 comme suit (**tableau 2**) : (Khedim, 2013).

Tableau 2: type de structure de sol (Khedim, 2013).

Type de structure	Formes	Caractéristiques
Structure granulaire et grumeleuse		<p>Les particules individuelles de sable, limon et argile s'agrègent en petits grains presque sphériques. L'eau circule très facilement dans ces sols. On les trouve couramment dans l'horizon A des profils pédologiques.</p>
structure anguleuse et subanguleuse		<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 où l'argile s'est accumulée.</p>

<p>Structure 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 où s'est accumulée l'argile.</p>
<p>Structure lamellaire</p>		<p>Les particules s'agrègent en fines plaquettes ou lamelles superposées horizontalement. Les plaquettes se chevauchent souvent, gênant considérablement la circulation de l'eau. On les trouve fréquemment dans les sols forestiers, dans une partie de l'horizon A et dans les sols à claypan.</p>

VII-2.Stabilité structurale

La stabilité structurale correspond à la capacité d'un sol à conserver son arrangement entre particules solides et vides lorsqu'il est exposé à différentes contraintes. Ces contraintes peuvent être de différentes natures et de différentes intensités, comme par exemple l'impact d'une pièce d'un outil de travail du sol,

l'impact de gouttes de pluie ou l'humectation (Le Bissonnais, 1996). Dans la plupart des cas, le terme de stabilité structurale est synonyme de stabilité des agrégats, l'évolution de la porosité correspondant à l'évolution du volume du sol non occupé par les particules solides (Dexter, 1991).

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

La capacité d'échange cationique (CEC) est une mesure du nombre de cations pouvant être retenus à la surface des particules du sol. Les charges négatives à la surface des particules de sol lient les atomes ou molécules (cations) chargés positivement, mais leur permettent d'échanger avec d'autres particules chargées positivement dans l'eau du sol environnant. C'est l'une des façons dont les matériaux solides du sol modifient la chimie du sol. La CEC affecte de nombreux aspects de la chimie du sol et est utilisée comme mesure de la fertilité du sol, car elle indique la capacité du sol à retenir plusieurs éléments nutritifs (par exemple K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+}) sous forme végétale. Il indique également la capacité à retenir les cations polluants (par exemple Pb^{2+}) (Ramos, 2018).

VIII-3.Calcaire actif

Le taux du calcaire actif est plus important à connaître que celui du calcaire total. C'est la forme de calcaire qui peut passer dans la solution du sol sous l'action de l'eau chargée de CO_2 et d'acides humiques (Gros, 1979). Sa détermination est selon la méthode (Drouineau-Galet, 1942), utilisant l'oxalate d'ammonium pour complexer le calcium sous forme d'oxalate de calcium insoluble. L'excès d'oxalate d'ammonium est dosé par le permanganate de potassium ($KMnO_4$) en milieu sulfurique.

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, 2002).

VIII-5. Azote

L'azote représente l'un des éléments chimiques majeurs qu'utilisent les plantes dans le cadre de leur nutrition minérale ; c'est aussi le quatrième constituant de la masse végétale après l'oxygène, l'hydrogène et le carbone, qui est utilisé dans certaines voies métaboliques telles que l'élaboration des macromolécules importantes comme les protéines, les nucléotides, les acides nucléiques et la chlorophylle (Epstein, 2002).

Dans cet ordre d'idées, l'azote favorise l'utilisation des hydrates de carbone, stimule le développement et l'activité racinaire et favorise ainsi l'absorption des autres minéraux et la croissance des plantes. (Stevenson, 1986).

IX-Matière organique(MO)

La matière organique (MO) est la matière fabriquée par les êtres vivants (végétaux, animaux, champignons et autres décomposeurs dont micro-organismes). La matière organique compose leurs tissus (tige, coquille, muscles, etc.). Elle compose la biomasse vivante et morte (nécro masse) au sein d'un cycle décomposition/biosynthèse où une part de cette matière est fossilisée (charbon, pétrole, gaz), minéralisée ou recyclée dans les écosystèmes et agro-écosystèmes. Elle est à l'origine de la couleur thé (acides humiques) des eaux s'écoulant dans les forêts ou tourbières, et de la couleur noire des sols riches en humus ou de certains sédiments très riches en matière organique. Via les complexes argile-humiques, elle joue un rôle important dans la cohérence et la stabilité des sols (Guerif et al., 1988).

Elle peut être localement concentrée dans les sédiments et dans le noyau vaseux des estuaires, avec alors un comportement et une évolution biochimique particuliers (Saliot et al., 1984), notamment lors du passage de l'eau douce à l'eau salée. Améliorer le taux de carbone d'un sol améliore sa fertilité (Novotny et al., 2009).

IX-1. Rôle de matière organique

L'évolution de la matière organique du sol dépend d'un grand nombre de transformations physico-chimiques et biologiques qui affectent le devenir du carbone et de l'azote, éléments qui ont une origine soit endogène (résidus de culture, exsudats racinaires) soit exogène (amendement, organique, d'origine animal, végétal ou microbienne). (Nicolardot et al., 1996).

Pour la plus grande part, cette matière organique est biologiquement stable (humus) soit parce qu'elle se présente sous forme de composés organiques de faible dégradabilité soit parce qu'elle forme des associations avec les éléments minéraux du sol (argile $-Ca^{+2}$, ion métallique) qui protègent, physiquement les composés organiques de la dégradation microbienne (Chaussod et al., 1986), ont signalé que les êtres vivants du sol, regroupés sous le terme générique de biomasse microbienne est une partie importante de la matière organique du sol ; celle-ci représente 3 à 4% du carbone et 6% de l'azote total du sol.

Les matières organiques présentes et incorporées dans le sol exercent des effets sur ses propriétés en modifiant sa fertilité. Les actions sont attribuées globalement aux matières organiques bien que la nature, l'intensité et la durée dépendent de la fraction considérée ; les effets des matières organiques s'exercent sur les propriétés chimiques, physiques, biologiques et plus globalement sur la fertilité du sol (Villain, 1989).

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

Les facteurs qui influent sur le contenu en MO des sols sont à la fois naturels et anthropiques. Les facteurs naturels les plus importants sont le climat, le type de roche mère, la topographie et la couverture végétale. Les facteurs anthropiques ont trait surtout à l'utilisation du sol (types de système agricole, aménagements forestiers...) (Olivier, 2013).

- Simulation 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

Le contenu en carbone organique des sols est généralement considéré 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 antithétique, augmenter le 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

Les différents compartiments du sol vivant ont diverses fonctions, qui assurent le bon fonctionnement de celui-ci. Ainsi, les bactéries sont des régulatrices essentielles des équilibres gazeux et des cycles biogéochimiques du sol. Les champignons transportent des quantités importantes d'eau et de substances, participent à la dégradation de la litière et à sa transformation en humus. Quant à la faune du sol, son rôle fondamental réside dans la transformation de la matière organique et dans son action mécanique sur les sols : formation de galeries, porosité, structuration des agrégats (Lavelle et al., 2006).

Ces interactions biologiques procurent au sol une propriété d'auto-structuration, qui s'exprime à différentes échelles, allant des films microbiens jusqu'aux macro-galeries des vers de terre. Les invertébrés du sol étant qualifiés alors de groupe clé de l'organisation et du fonctionnement des sols, on parle alors d'organismes ingénieurs. La contribution de ceux-ci est multiple : incorporation de la litière au sol, protection des plantes contre certains bio agresseurs, activation sélective de l'activité microbienne, création de structure favorable à la vie du sol (incubateurs de microorganismes). En bref, l'activation biologique de certains groupes vise à dynamiser l'ensemble du système et améliorer son fonctionnement et sa production primaire. (Lavelle et al., 2006).

XI-Relation sol-végétation

Les communautés végétales sont à la base des interactions trophiques des écosystèmes. Généralement, les effets des plantes sur les communautés d'organismes

du sol varient selon leur production primaire (notamment les quantités et composition de litières et d'exsudats produits) ainsi que par leurs traits fonctionnels (Wardle et al., 2004). Ces caractéristiques, variables entre espèces de plantes, influencent l'abondance, l'activité et la diversité des consommateurs primaires et secondaires du sol, de leurs symbiontes, ainsi que celle des organismes décomposeurs (Deyn et Putten, 2005).

Par exemple, il a été montré que différentes espèces de plantes diffèrent dans la composition microbienne de leurs rhizosphères, avec des conséquences sur l'abondance des communautés microbiennes dans le sol et de leurs prédateurs (Bardgett et Wardle, 2010).

Plus généralement, la diversité des communautés végétales semble être à l'origine d'une plus grande hétérogénéité spatiale et temporelle des propriétés des sols (à de multiples échelles) et favorise ainsi une plus grande biodiversité de la micro et macrofaune souterraine (Wardle et al., 2004). Ces effets positifs de la biodiversité des plantes ne sont cependant pas toujours observés, ce qui pourrait s'expliquer par l'existence de l'effet prédominant de certaines espèces de plantes plutôt que d'un effet de la diversité des plantes elle-même. Il semblerait également que les effets positifs attendus de la diversité des plantes sur la diversité des organismes du sol soient découplés dans le temps, la colonisation des sols par les organismes souterrains étant largement retardée en regard de celle des plantes de par leur faible taille et mobilité (Deyn et Putten, 2005).

Le rôle joué par les plantes dans la biodiversité et l'activité des communautés du sol, mais également le rôle réciproque des communautés microbiennes sur la diversité des plantes (Vander, 2008) est aujourd'hui un champ de recherche prioritaire.

XI-1. Action du sol sur la végétation

L'opération du sol sur le végétal ne peut être étudiée sans tenir compte de l'influence de l'environnement pédrographique, 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 réunir 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 végétation dans la pédogénèse apparaît 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 succédées 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 du Quaternaire (Mangenot et Leneuf, 1959).

XI-4.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).

***Chapitre III : présentation de
la zone étude***

I -Position géographique

Hammam Bouhadjar est connue principalement pour son Hammam et ces sources thermales. Située à 20 km d'Ain Témouchent, 45 km de Sidi Bel Abbès et 65 km d'Oran, elle constitue un véritable carrefour entre les trois wilayas

- La zone d'étude est limitée administrativement par :

- La wilaya de Tlemcen au Sud et au Sud-ouest

- La wilaya de Sidi Bel Abbès à l'Est.

- La Sebkhia d'Oran au Nord-est

- La Méditerranée au Nord et au Nord-Ouest Elle occupe une superficie d'environ 65.07

km²(figure 10). CDF (2020).



Figure 10: Carte de Situation géographique de Hammam Bouhadjar. CDF (2020).

II -Géologie

La géologie est importante pour connaître et étudier l'environnement. Hammam Bouhdjar se caractérise par le fait que sa partie sud est limitée par des dépôts rocheux calcaires en forme de " fer à cheval " d'une profondeur de 800 mètres environ ; l'épaisseur des 2 chainons est de 6 à 8 m, surplombant d'une douzaine de mètres les terrains environnants ; les 2 branches du " fer à cheval " présentent de nombreuses sources thermales. Des géologues tels que (Stéphane Get al., 1951) se sont intéressés à ce qu'était hammam Bou-Hdjar dans l'antiquité. Des silex taillés, des amphores et des débris de bassins ont permis d'établir que ces eaux chaudes étaient utilisées par les Romains. Terre labourable rougeâtre peu sablonneuse ; sous-sol glaiseux ; terrain peu pierreux à l'exception de quelques monticules. La zone est composée dans sa majorité par des roches argileuse et sablonneuse et de calcite, elle se trouve dans le dénommé l'Atlas.

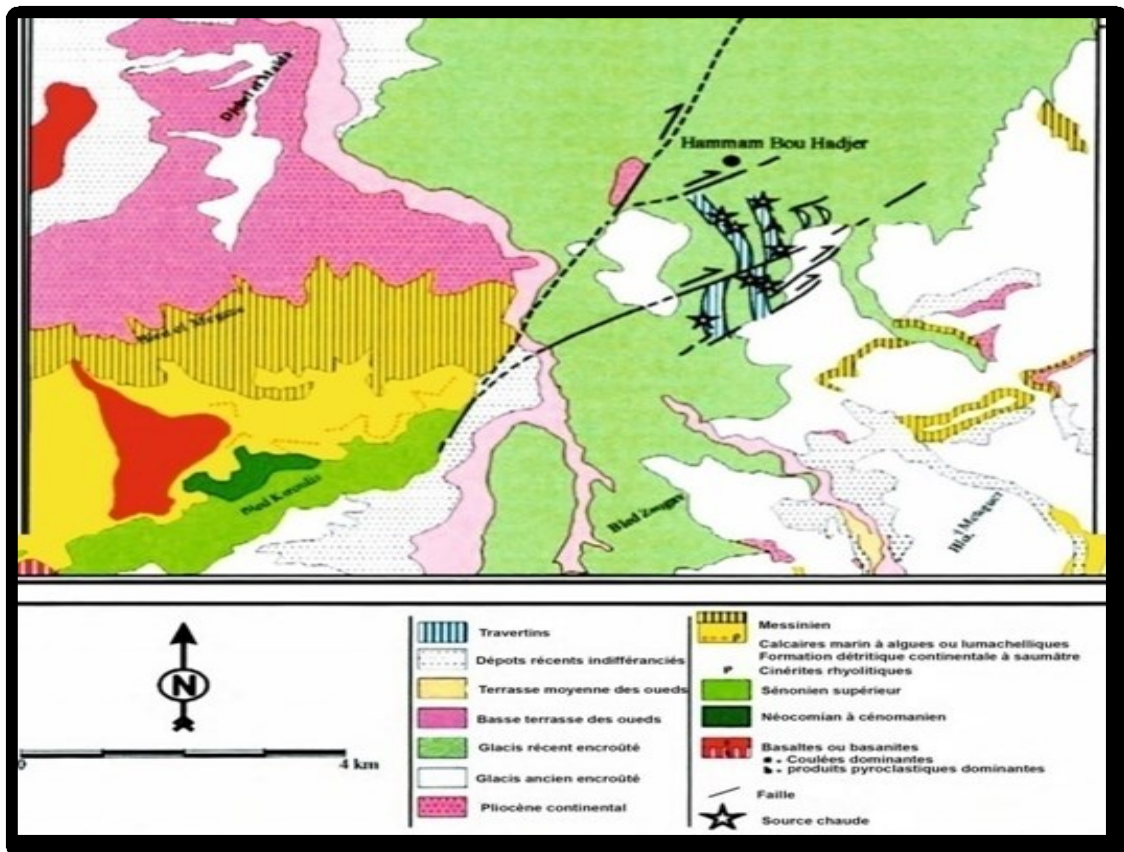


Figure 11 Carte géologique de la région de Hammam Bouhadjar. (D'après la carte géologique d'Ain T'émouchent, 1987, modifiée et complétée par des observations sur le terrain (Craig, 2005)).

III - Caractéristiques géomorphologiques

III-1. Altitude

La commune de hammam bouhdjar constituée d'unités topographiques hétérogènes, s'élève sur une altitude de 150 mètres et s'étend au milieu des vignobles et d'oliviers. La région de Hammam Bouhdjar est localisée dans l'étroite dépression dessinant la plaine de la M'léta, connue pour être un espace « géologiquement effondré », ménagé, après la mise en place des nappes telliennes, entre les massifs littoraux oranais, au Nord, et les monts des Tessala, au Suda été mené par Mr Djellit (maitre de recherche,CRAAG).

IV -Climat

IV -1.Précipitation

(Djebaili, 1978) définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, celle-ci conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par phénomène d'érosion d'autre part ; notamment, au début du printemps.

La saison connaissant le plus de précipitation dure 8,1 mois de la région d'Ain Témouchent, du 15 septembre au 20 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 12 %. La probabilité de précipitation culmine à 23 % le 20 novembre. La saison la plus sèche dure 3,9 mois, du 20 mai au 15 septembre. La probabilité de précipitation la plus basse est 1% le 19 juillet. Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 23 % le 30 novembre (EDD, 2020).

La station météo de Béni Saf (2001/2012), montre les précipitations mensuelles pour Hammam Bouhajar que le mois le plus pluvieux c'est le mois de novembre alors que le mois le plus fable de juillet. Les différences saisonnières dans la distribution des précipitations sur une échelle interannuelle montrent que l'hiver et l'automne sont les saisons les plus humides, et l'été la saison la plus sèche.

IV-2.Températures

Généralement les températures jouent un rôle écologique et physiologique très important. (Duchauffour, 1983), a considéré que la température est le deuxième facteur important sur le climat. Elle est directement responsable de la répartition, de la croissance, de la reproduction des végétaux et de l'évolution des sols (pédogénèse).

La saison extrêmement chaude de la région d'Ain Témouchent, s'étale du 24 juin ou 18 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le jour le plus chaude de l'année est le 6 août, avec une température moyenne maximale de 31 °C et minimale de 20 °C. La saison fraîche dure 4 mois, du 23 novembre ou 21 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 14 janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 15 °C, (EDD, 2020).

La station météo de Béni Saf (2001/2012), montre les températures moyennes mensuelles pour Hammam Bouhdjar que le mois le plus froid est celui de Janvier, Le mois le plus chaud est celui d'Aout.

V -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). Le couvert végétal, d'une manière générale dans la région de Nord-Ouest Algérien, voit sa surface régresser. Cette intense dégradation est due pour une grande partie à une action conjuguée de l'homme et du climat.

Selon le (CDF, 2021). La couverture végétale de la wilaya A'in Témouchent est composée la principale essence des peuplements forestiers à savoir :

- Le Pin d'Alep espèce dominante avec un taux de 92 %
- Le thuya de berbérie et le genévrier : 2%
- Les eucalyptus : 3 %
- L'acacia et le tamarix : 2%
- Le Cyprès espèce démunie avec un taux : 1%.

Également les maquis sont composés essentiellement d'arbustes de chêne Kermès, de lentisque, de genêt et de pistachier de l'Atlas.

VI-Différent type de menaces

VI-1.Incendies

L'incendie n'est pas un phénomène récent et il a largement contribué à façonner le paysage végétal. Pendant des siècles, ce facteur principal de l'anthropisation a toujours été présent dans le paysage rural et a été utilisé pour des activités agricoles et pastorales, qui formaient des discontinuités entre les massifs forestiers. Le feu est un facteur déterminant de la dynamique de la végétation dans la région méditerranéenne (Trabaud, 1970).

Trente foyers ont été enregistrés durant la campagne de lutte contre les feux de forêts pour l'année 2020 les pertes enregistrées sont de 34,69 ha toutes végétations confondues. Aussi il importe de souligner que cette superficie n'est pas entièrement perdue, compte tenu du fait qu'elle n'est pas parcourue par le feu dans sa majorité et donc entre (80% et 90%) va enregistrer une reprise végétale (CDF, 2020)

Ces incendies destructeurs sont le produit du climat méditerranéen qui favorise 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 comme la foudre et le vent (benabdelli et al., 2013).

A l'instar des autres campagnes, le forêt demeure la formation végétale la plus touchée, avec 4,63ha parcourus par le feu, se plaçant ainsi en troisième position. Les maquis se placent en seconde position avec 09,59 ha. En premier position on trouve les broussailles avec 20,472 ha. En plus des pertes écologiques inestimables.

Les conséquences des incendies sur le sol ont été signalées par (Auber 1991), à savoir : le changement de structure de l'horizon humifère, la réduction de la capacité de rétention d'eau, l'élévation du PH, l'accroissement du taux de calcaire par éclatement de

La roche mère et la diminution de capacité totale d'échange.

VI- 2.Surpâturage

Le (Houérou,1969) définit le surpâturage comme étant une action qui consiste à prélever sur une végétation donnée une quantité de fourrage supérieure à la production annuelle.

Le surpâturage est dû à l'accroissement du cheptel lié à une réduction de l'offre fourragère. Par ailleurs, l'exploitation des forages et des points d'eau à grand débit, sans organisation pastorale, provoque de grandes concentrations des troupeaux autour des forages. L'impact du surpâturage sur la végétation est important aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. Autrement dit, le surpâturage agit sur l'écosystème quantitativement par la réduction du couvert végétal et qualitativement par la modification de la composition floristique qui peut se traduire par la disparition des espèces consommées et leurs remplacements par d'autres moins appréciées (Le Houérou, 1981 et Benabdelli, 1996).

VI- 3.Erosion

L'érosion, le ruissellement et l'infiltration sont essentiellement dus à l'agressivité des pluies, à la nature des terrains, au taux et à la nature du couvert végétal. L'agressivité des pluies se traduit par l'énergie des gouttes et du ruissellement qui modifient la structure du sol et ses états de surface et en conséquence la porosité des horizons superficielles donc de la capacité d'infiltration des sols (Mazour et Roose, 2001).

Le phénomène de l'érosion connaît actuellement une grave amplification dans les zone de A'in Témouchent, y compris parmi elles la région de Hammam bouhdjar, à cause d'une importante sécheresse récente et répétée, les précipitations irrégulières et souvent violentes favorisent l'érosion, l'importance des pentes dans les nombreux secteurs de collines et de montagnes aggravent le phénomène ; les températures élevées accélèrent la minéralisation de la matière organique. Le couvert végétal est souvent réduit à cause de la dureté du climat et des actions anthropiques, avec une surexploitation des ressources naturelles de la région, aussi elles ont entraîné une dégradation plus ou moins poussée (pertes de matière organique, déstructuration, érosion hydrique ou éolienne, pollutions, etc.) qui peut aboutir, dans les cas extrêmes au quasi disparition des couches meubles du sol. (Halitim1988), souligne, que le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne les conséquences les plus graves à court et à long terme.

Selon (Fournier 1967), l'érosion par l'eau constitue un grave processus de dégradation du sol, même s'il ne s'agit que d'une érosion en nappe. Elle attaque principalement l'horizon supérieur, en général le plus riche non seulement en matière organique, mais aussi en éléments qui servent d'aliments pour les plantes et pour les cultures.

D'après (Roose et al. 1993), ces phénomènes acquièrent une dimension d'autant plus désastreuse qu'ils se produisent en zone méditerranéenne, à climats semi-aride à subhumide. Ils s'intensifient en fonction de la pente de terrain, la nature et la structure du sol, l'imperméabilité de sol, l'intensité des pluies et l'importance du tapis végétal.

VI-3 .Influences anthropiques

Les facteurs anthropiques jouent un rôle actuel majeur dans l'organisation des structures de végétation. En effet, un accroissement extrêmement rapide des populations, surtout rurales, a déterminé une transformation radicale de l'utilisation du milieu par l'homme et ses troupeaux. Déforestation, démantèlement, coupes anarchiques, mises en cultures incontrôlées, surpâturage excessif généralisé, ont profondément perturbé les équilibres écologiques qui existaient encore il y a une vingtaine d'années (Barbéro et al., 1990).

L'intense dégradation due à l'occupation humaine de la quasi-totalité des forêts depuis le Néolithique a entraîné une érosion importante des sols forestiers méditerranéens perturbant leurs cycles géochimiques et accentuant ainsi les fortes contraintes stationnelles auxquelles sont soumises les principales essences méditerranéennes, que ce soit pour leur maintien ou leur dissémination. Ces perturbations de fréquences et d'intensités variables, dues à l'action de l'homme et du troupeau mais aussi à des phénomènes naturels irréguliers (modifications climatiques, chablis, feux sauvages, ravageurs) sont des facteurs historiques essentiels de l'état des structures et architectures forestières (Tomasselli, 1981 in Quézel, 2000).

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

L'air principal de notre étude est d'identifier les différentes caractéristiques de l'habitat, représenté par le sol, contenant l'espèce *Marrubium vulgare* L. Dans la communauté de Hammam Bouhdjar. Pour cela, nous avons divisé le travail :

En premier la localisation de l'espèce dans la zone et mener une étude des sols. La seconde consiste à effectuer un traitement statistique pour déterminer les relations qui existent entre l'espèce et les paramètres du sol qu'elles abritent.

I -Localisation des stations d'échantillonnage

Une sortie a été effectuée le 04-04-2021 au niveau de la commune de Hammam Bouhdjar, durant laquelle nous avons inspecté 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 la partie Sud-ouest au niveau de six emplacements localisés comme stations de prélèvement (S1, S2, S3, S4, S5, S6), (**figure 12**).

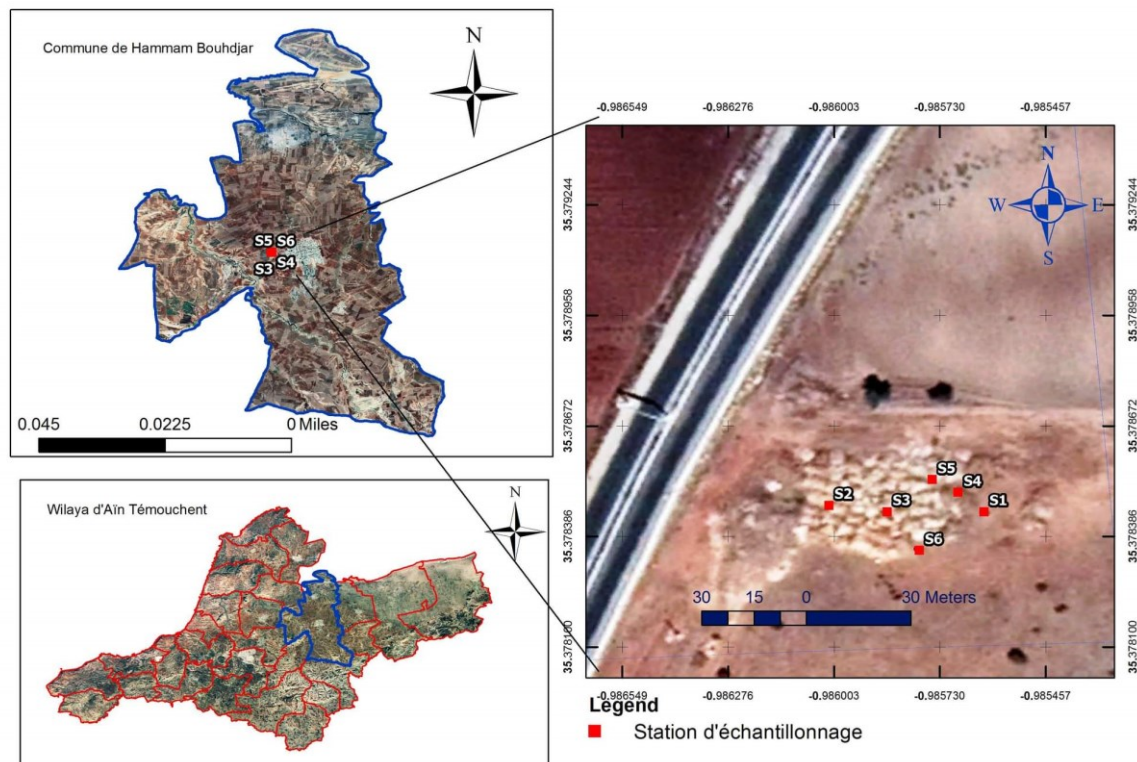


Figure 12 Localisation des stations d'échantillonnage.



Figure 13: Les stations S1 à S6 dans les communes de Hammam Bouhadjar (photo : Mohamed Belarbi Amel et Hamdi Manal 2021).

Pour chaque station, sont notés la localisation géographique, l'altitude et longitude

(tableau 3).

Tableau 3: Caractéristique stationnels des différentes stations dans la commune de Hammam Bouhadjar.

Stations	Latitude (Nord)	Longitude (Ouest)	Altitude (m)	Exposition
S1	35°22.707'	0°59.137'	141	Nord-ouest
S2	35°22.708'	0°59.161'	146	Nord-ouest
S3	35°22.707'	0°59.152'	144	Nord-ouest
S4	35°22.710'	0°59.141'	144	Nord-ouest
S5	35°22.712'	0°59.145'	138	Nord-ouest
S6	35°22.701'	0°59.147'	139	Nord-ouest

II - Etude pédologique

L'étude du sol est très importante, c'est le pilier du développement de la végétation (Chamely, 2002). Le choix du site la fosse pédologique est importante car le profil doit être représentatif du type de sol prévalant de la parcelle ou la zone (Pauwels et al., 1992).

La composition de l'horizon de surface, en particulier dans la région méditerranéenne, joue un rôle important sur le comportement de la végétation (Aubert 1989). En raison des perturbations humaines, agricoles ou pastorales, la plupart des descripteurs de sol surtout l'horizon superficiel (Devineau, 2001). Ainsi, toutes les caractéristiques morphologiques et analytiques de cet horizon ont une répercussion directe sur la composition floristique. En conséquence, pour chaque station étudiée, nous avons effectué un prélèvement du sol de l'horizon superficiel afin de déterminer les différents caractéristique pédologique. est de déterminer les conditions phylogénétiques susceptibles de jouer un rôle fondamental dans la distribution des espèces de *Marrubium vulgare* L.

Le but de notre étude est de déterminer les conditions édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental dans la distribution de l'espèce *Marrubium vulgare* L. Des analyses physico-chimiques d'échantillons de sol, prélevés à une profondeur de 10a 20 cm,

ont été réalisées. à la sortie de la zone d'étude ont été effectuées au niveau du laboratoire d'analyse des sols béni saf et laboratoire de pédologie du Département des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université d'Ain Témouchent.

La nature et les propriétés générales des sols sont déterminées par des propriétés fondamentales, physiques, chimiques et biologiques. Bien que de ces caractéristiques puissent être déterminées, presque directement, sur le terrain, toute étude approfondie des sols nécessite une série d'analyses de laboratoire détaillées (Belhacini, 2011).

II- 1. Structure du sol

On appelle structure d'un sol, l'ensemble de ses agrégats ou de ses unités structurales de différents 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 Munsel.

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 :

$$\text{Eau \%} = \frac{P1-P2}{P1-B} \times 100$$

Ou :

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

II-5. PH (potentiel hydrogène)

Le PH est une mesure de l'acidité d'un sol. Il dépend de la concentration en protons (H_3O) dans la solution du sol : plus il y a de protons dans le 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-dessous basique. En outre le Ph est universellement reconnu, comme un facteur d'importance

primordiale pour la mobilité des éléments traces et 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 sols 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, 1988). 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 $\mu\text{S/cm}$ (Figure).

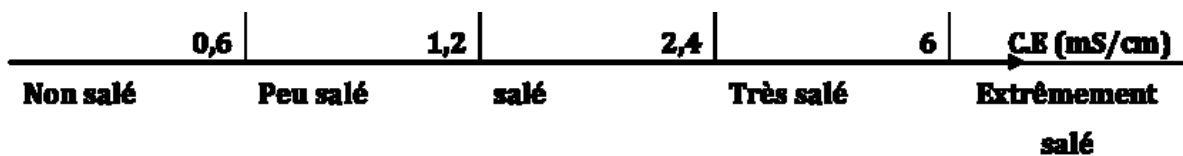


Figure 14 : Echelle de salure en fonction de la conductivité (Aubert, 1978).

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_2 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) et l'oxalate d'ammonium [(NH₄)₂ C₂O₄H₂O] (Afnor, 1987).

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 multidimensionnelle 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 :

D'autre part, l'étude du sol comme facteur formatrice et de la végétation permet de déterminer les propriétés du sol et de son environnement immédiat (topographie), dont l'effet spécifique est d'autre part sur le couvert végétal (sur le d'autre part, l'influence de la communauté végétale sur le sol dans les conditions climatiques actuelles (Pouget, 1980).

I - 1. Analyse granulométrique :

La propriété granulaire des différents échantillons prélevés aux stations dans la zones d'étude a été déterminée par le triangle de Jamagne (1967), ce dernier basé sur les pourcentages de composants du sol fin (sable fin, argile et limon), et pour cette raison uniquement le sol composants seront déterminés dans notre travail.

Les résultats relatifs aux analyses granulométriques dans la région de Hammam Bouhadjar indiquent la présence d'une quantité moyenne de sables avec le pourcentages de l'ordre de 32.4%, 39.8%, 32.4%, 44.4%, 44%, et 53.4% respectivement dans les stations 1, 2, 3, 4, 5, et 6 (**figure 14**), suivie par les limons avec en moyennes et variables taux de l'ordre 26.8%, 33%, 39.4%, 42.6%, 43%, et 27.2% respectivement dans la station 1, 2, 3, 4, 5, et 6. Enfin l'argile avec un maximal de l'ordre de 17% dans la station 2.

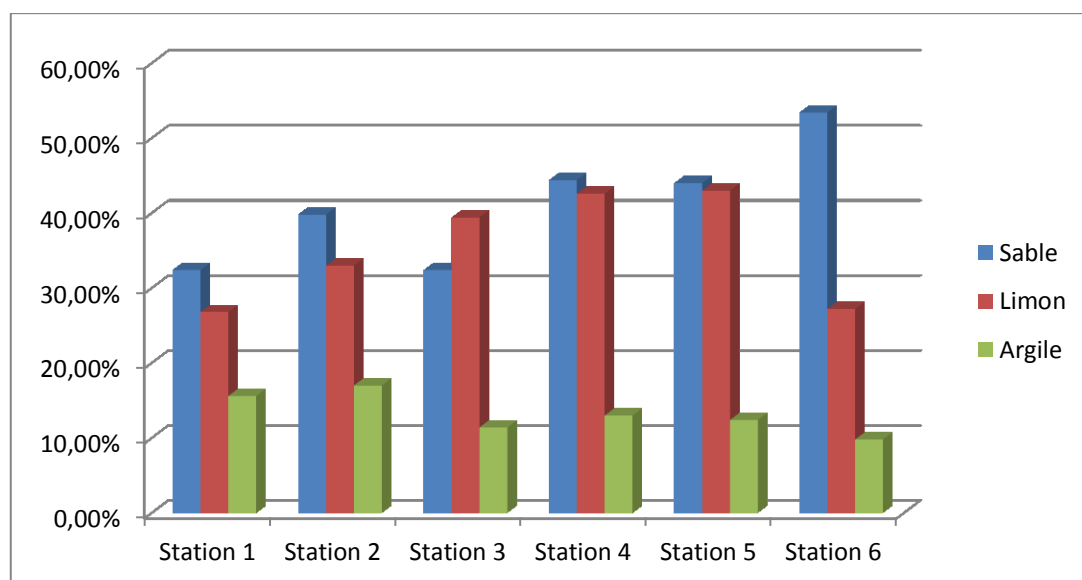


Figure 15: Pourcentage des différentes composantes de la terre fine des stations étudiées dans la région de Hammam Bouhadjar.

L'exposition de ces résultats sur le triangle de Jamagne nous a permis d'identifier des textures limoneuses pour les stations (2, 3, 4, 5) et deux textures limono-sableuses pour les stations 6 (**tableau 5**).

Tableau 5: Texture du sol des stations étudiées dans la région de Hammam Bouhadjar.

Stations	Texture
Station 1	Limono-sableux
Station 2	Limoneux
Station 3	Limoneux
Station 4	Limoneux
Station 5	Limoneux
Station 6	Limono-sableux

D'après les résultats granulométriques, nous n'avons constaté que la texture limoneuse (prédomine dans la plupart des stations d'étude (station 2, 3, 4 et 5). Le sol limoneux présente plusieurs avantages pour les végétaux, Il est riche et fertile. Il est léger mais se compacte facilement lorsqu'il est piétiné, Il est facile à travailler. Il se réchauffe vite dès les premiers ensoleillements printaniers. Il est perméable à l'eau et à l'air.

I - 2- Couleur

La couleur est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogénèse et parfois les vocations possibles du sol considéré (Aubert, 1978). Les couleurs des sols étudiés dans les différentes stations dans la région de Hammam Bouhadjar sont hétérogènes, on y rencontre des sols jaunes (station 6), marron (station 3) et marron clair (station 1 et 5), marron foncé (station 2 et 4) (**tableau 6**).

Tableau 6: Couleur des stations étudiée dans la région du Hammam Bouhadjar.

Stations	Couleur
Station 1	Marron claire
Station 2	Marron foncé
Station 3	Marron
Station 4	Marron foncé
Station 5	Marron claire
Station 6	Jaune

I- 3- Humidité

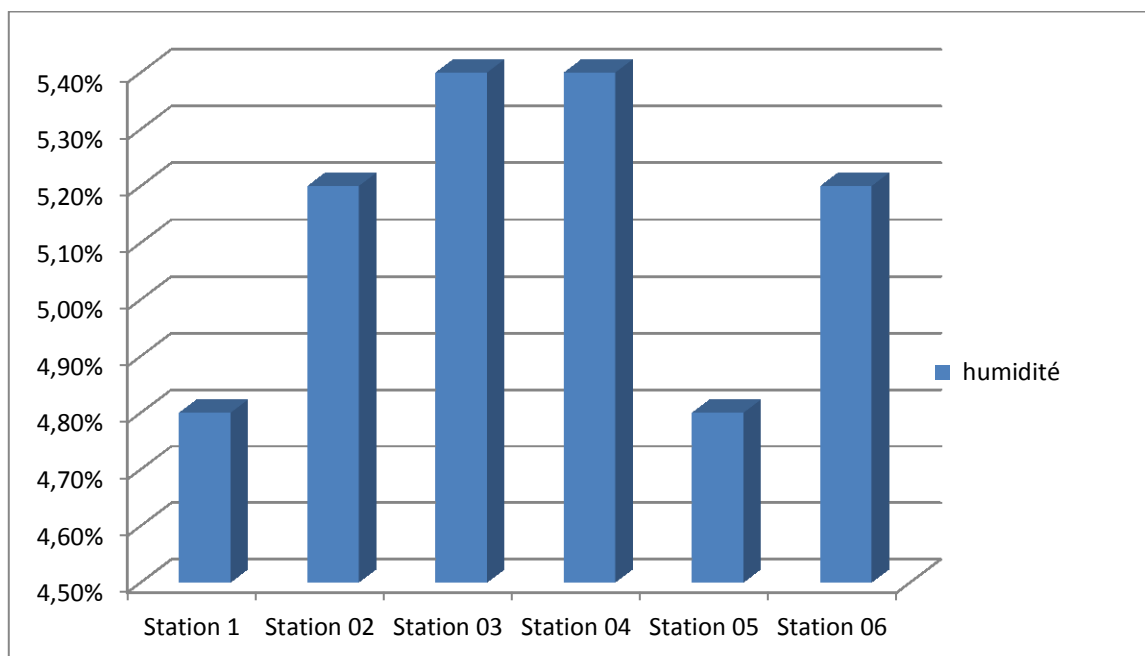


Figure 16 : Pourcentage d'humidité du sol de différentes stations échantillonnées dans la région du Hammam Bouhadjar.

Le taux d'humidité varie d'une station à une autre dans la commune de Hammam Bouhadjar, la valeur basse caractérise les deux stations 1 et 5 avec un taux 4,8% et les valeurs les plus élevée sont enregistrée dans les stations 3 et 4 (**figure 15**). Avec un taux de 5,4 %, Cela et du en générale de la période et le lieu de prélèvement et du type de sol (Aubert., 2003).

I - 4-PH (potentiel hydrogène)

La valeur du PH est moyennement alcaline, elle varie de 8,7 dans la station S6 à 8,1 dans la station de S5 dans la région de Hammam Bouhadjar (**tableau 7**).

Tableau 7: Potentiel hydrogène des sols des stations étudiées dans la commune de Hammam Bouhadjar.

Stations	PH
Station 1	8,3
Station 2	8,5
Station 3	8,6
Station 4	8,4
Station 5	8,1
Station 6	8,7

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 sable du sol, mais dépend de différents cations absorbés également par la nature de couvert végétal et les conditions climatiques (Dajoz, 1982).

I - 5. Conductivité électrique

Les résultats de la conductivité électrique obtenus montrent des sols non salés avec des valeurs 0.12ms /cm (tableau 8).

Tableau 8: Conductivité électrique du sol des stations étudiées.

Stations	C.E (ms /cm)
Station 1	0.12
Station 2	0.19
Station 3	0.18
Station 4	0.37
Station 5	0.17
Station 6	0.14

Les résultats de la conductivité électrique pour la zone d'étude indiquent des sols non salés dans l'ensemble des échantillons. 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 de profil (Bendaanoun1981).

I - 6. Calcaire totale et Calcaire actif

Le taux de calcaire totale dans la zone d'étude varie de 5 à 25 modérément calcaire pour les stations 1 ,2 et 4 avec des valeurs respectives de l'ordre de 24%, 11.5% et 22.50% (tableau 9). Alors que les stations 3, 5 et 6 présentent des valeurs respectives de 27.25% ,46.75% et 66%, allant des sols fortement à très fortement calcaire.

Le contenu en calcaire actif affiche des valeurs maximales de 4.75% pour la station 6 et un minimum de 1.06 pour la station1.

Tableau 9: Taux de calcaire total et actif du sol des stations dans la zone d'étude.

Stations	C.T (%)	C.A (%)
Station 1	24	1.06
Station 2	11.5	2.45
Station 3	27.25	2.11
Station 4	22.50	3.12
Station 5	46.75	3.31
Station 6	66	4.75

Le calcaire total montre une teneur très importante par rapport au calcaire actif, d'après (Pousset, 2002) un sol riche en calcaire total peut être très pauvre en calcaire actif. Le calcaire

actif est la fraction fine du calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium, elle enrichie la solution du sol en bicarbonates solubles qui vont progressivement saturer le complexe d'absorption du sol des quantités importantes d'argiles (Pousset, 2002, Vasant et al., 2009).

Analyse statistique

Nous avons réalisé cette étude à l'aide de logiciel STATISTICA, par l'ACP (Analyse des Composantes Principales), qui prend en considération les données quantitatives, L'analyse des Composantes Principales (ACP) est une méthode de la famille de l'analyse des données et plus généralement de la statistique multi variée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dite « corrélées » en statistique) en nouvelles variables corrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées « composantes principales », ou axes. Elle permet aux praticiens de réduire l'information en un nombre de composantes plus limité que le nombre initial de variables. Pour cela nous nous sommes basés sur l'ensemble des données des résultats physicochimique des sols qui ont été considérés comme variables pour les traitements statistiques (**tableau10**).

Tableau 10: données de la matrice de l'analyse en composantes principales.

	Alt	Hm	Sab	Lim	Arg	pH	C.E	C.T	C.A
S1	141	4,8	32,40	26,80	15,60	8,30	0,12	24	1,06
S2	146	5,2	39,80	33	17,60	8,50	0,19	11,50	2,45
S3	144	5,4	32,40	39,40	11,40	8,60	0,18	27,25	2,11
S4	144	5,4	44,40	42,60	13,40	8,42	0,37	22,50	3,12
S5	138	4,8	44	43	15,40	8,10	0,17	46,75	3,31
S6	139	5,2	53,40	27,20	9,80	8,70	0,14	66	4,75

AL : Altitude, **Sab** : Sables, **Arg** : Argiles, **Lim** : Limons, **Hm** : Humidité, **pH** : Potentiel hydrogène, **C.E** : Conductivité électrique, **C.T** : Calcaire totale, **C.A** : Calcaire actif, **S** : Station

La matrice de corrélation (**tableau11**) entre les variables où l'information est représentée et montrent l'existence d'une corrélation entre les argiles et les sables (-0.390) 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 observée entre l'altitude et humidité (0.648), entre le pH et humidité (0.742), caractérisant ainsi que un groupe indiquant le rôle que joue l'altitude et l'humidité favorisant l'augmentation ou diminution du pH dont l'humidité joue un rôle prépondérant dans le sol.(Limaux et al., 1998).

Tableau 11: Matrice des corrélations entre les variables édaphiques.

Variables	Alt	Hm	Sab	Lim	Arg	PH	CE	CT	CA
Alt	1								
Hm	0,648	1							
Sab	-0,439	0,112	1						
Lim	0,134	0,259	-0,040	1					
Arg	0,292	-0,477	-0,390	0,074	1				
PH	0,364	0,742	0,218	-0,397	-0,634	1			
CE	0,452	0,588	0,171	0,640	-0,006	-0,016	1		
CT	-0,841	-0,190	0,712	-0,185	-0,660	0,148	-0,352	1	
CA	-0,420	0,245	0,958	0,070	-0,547	0,327	0,141	0,769	1

Conclusion

Le sol est une ressource naturelle qui supporte la croissance des plantes et assure ainsi la production primaire dont dépend directement la population humaine, c'est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques, C'est une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes.

Dans ce travail, des analyses primaires des sols occupés par *Marrubium vulgare* L. ont été réalisées au niveau de la commune de Hammam Bouhadjer.

Les résultats obtenus nous ont révélés que :

- Notre espèce se tient à des altitudes comprises entre 138 et 146 m.
- L'espèce *Marrubium vulgare* L. se développe sur des sols à texture équilibrée, plus précisément entre une texture limoneuse et une texture limono-sableuse.
- Les résultats montrent aussi, que l'espèce se développe sur sols non salés avec un pH moyennement basique.
- De plus, nous pouvons également remarquer, le taux de calcaire présentes dans les échantillons du sol restant hétérogènes (fortement calcaire). Cette teneur se trouve liée à la nature de la roche mère qui souvent calcaire.

En conclusions *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 mise en défend rigoureuse, à mettre en place un programme de valorisation et à œuvrer vers une législation qui protège et préserve cette ressource.

Ces instruments de protection sont donc très nécessaires, 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.

Références bibliographiques

- Afnor., (1996). Méthodes statistique, Vol 1, vocabulaire et symboles AFNOR, Paris, 408 PP.
- Angenot, G. Leneuf, N, (1959). relation entre les sols et la végétation dans les tropiques humides -1 er coll.de la société Bo ta. De France-Paris.
- Atlas, R. M., and Bartha, R, (1992). Hydrocarbon biodegradation and oil-spill bioremediation. In: Marshall, K. C. (ed). Advances in microbial ecology. Plenum Press, New York. 12, 287-338.
- Aubert G., (1991). Effets de l'incendie sur les sols forestiers. Symposium « La forêt carbonisée, son présent, son futur » revue- les cahiers du conservatoire du littoraln'' « forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ? ».
- A. Zeggwagh, Y. Lahlou, and Y. Bousliman., (2013). Enquête sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par un herboriste à Fès, Maroc. The Pan AfricanMedicalJournal. 14.
- Barbéro M., Bonin G., Loisel R. et Quézel P., (1990).Changes and disturbances of forest ecosystems caused by humain activities in the western part of the mediterranean basins. Vegetatio, 87:151-173.
- Barbéro M., Loisel R. et Quézel P., (1990). Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbation induite par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méd XII (3). pp : 194–216.
- Bardgett, R.D. et Wardle, D.A., (2010). Aboveground–belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change. Oxford University Press,Oxford, UK.
- Baize D., (1988). Guides Des Analyse courantes en pédologie. INRA. Paris 172p.
- Baize D., (2000). Guides Des Analyse En pédologie. 2ème édition revue et augmentée Technique et pratique. INRA. Paris. 257p.

Références bibliographiques

- Baize D., (2000). Guide Des Analyses En Pédologie. 2ème (Ed). I.N.R.F. Paris. 172 P.
- Benabdelli K., (1996). Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya. Algérie occidentale. Thèse de doctorat ès Sciences. UDL, 356p.
- Bellakhdar J., (1997). Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires La pharmacopée marocaine traditionnelle. IBS Press. pp. 340-341.
- Belhacini F., (2011). Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorals du versant sud de la région de Tlemcen. Mém. Magir. Univ Tlemcen.
- Berthelin, J., et Leyval, C., (2000). Contamination des milieux par les éléments en traces. Les conséquences sur les sols et les eaux superficielles. C.R. Agric. Fr., 86, 25-37.
- Bonnier G., (1990). La grande Flore française Ed. Bllin ; Complète. Tome : 09. 25-26. La Végétation de la France, Suisse et Belgique.
- Bouhaddouda, N., (2016). Activités antioxydants et antimicrobienne de deux plantes du sol local : Origanum vulgare et Menthapulegium. thèse doctorat, univ. Annaba, p.24.
- Bourrelier, P.H. and Berthelin, J., (1998). Contamination des sols par les éléments traces: les risques et leur gestion. CR. Acc Sci, 42. Ed. Lavoisier, Paris.
- Bruneton J., (2001). Plantes toxiques : végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. 2ème Ed : TEC & DOC. Paris. 337 p.
- Calvet, R., (2000). Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83- Drouineau, G., 1942. Dosage rapide du calcaire actif du sol: nouvelles données sur la séparation et la nature des fractions calcaires. Ann. Agro., 12: 441-450p.90.
- CDF., (2020). Conservation des forêts, de la wilaya d'Ain Témouchent.
- Cohen Jacob., (1992). Analyse statistique des la puissance.

Références bibliographiques

- Chaussod R, Nicolardot B, ET catroux G. «a», (1986). Relations entre les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de quelques sols cultivés. Rev. Sci. Du sol N° 2, pp : 213-226.
- Chamely H., (2002). Environnements géologiques et activités humaines. Ed. Vuibert. Paris 512p.
- Christian Feller, (1997). « La matière organique des sols : aspects historiques et état des conceptions actuelles », Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, vol. 83, n° 6, p. 85-98.
- Clara Lefèvre, Fatma Rekik, Viridiana Alcantara et Liesl Wiesel, (2018). Carbone organique du sol. Une richesse invisible, Food & Agriculture Org. P. 1.
- Clapp, R.B. et Hornberger, M., (1978). Empirical equations for some soil hydraulic properties, Water Resources Research, Vol . 14, No. 4, pp. 601-604.
- Claire Chenu, (2001). « Le complexe argilo-humique des sols: état des connaissances actuelles », Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France. 87 (3): 3-12.
- Couchat., (1974). Mesur neutronique de l'humidité des sols, Thèse, Toulouse. P165.
- Créte P., (1965). Précis de Botanique : Systématique des Angiospermes. Tome II. 2e Ed: Masson, Paris. pp. 368-371.
- Djazoz R., (1982). Précis d'écologie. Ed. Gauthier. Villars.
- 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.
- DE Deyn, G.B. et Van Der Putten, W.H., "Linking aboveground and belowground diversity", Trends in Ecology & Evolution, 20, 625-633, 2005.
- Djebaili S., (1978). Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien. Thèse doct. Univ. Sc. Tech. Languedoc. Montpellier. 229p.
- Duthil J, (1973). Elément d'écologie. Ed JB. Baillière Tome III.

Références bibliographiques

- Dommergues Y.R., Mangenot F.G., (1970)- Ecologie microbienne du sol.
- Drouet.TH, (2010). Pédologie; BING-F-302.
- Doucet. R, (2006). le climat et les rôles agricoles, Berger édition A.C ; p.116.
- Dexter A.R.1991.Amélioration of soil by natural processes. Soil & Tillage Research, 20, 87-100.
- Duchaufour Ph., (1983). Pédologie. 2e éd. rev.Act. Et augm. Tome I. Pédogenèse et classification. Masson et Cie, Paris. P.419
- Duchaufour, Ph., (2001). Introduction à la science du sol. Sol, Végétation, environnement. 6 éd. De l'abrégé de pédologie. Dunod. 331p.
- Duchaufour, Ph., (1976). Atlas écologique des sols du Monde. Ed. Masson et Cie: 178P. Paris.
- EDD, (2020). Etude de danger, Unité de Transformation des produits alimentaires SARL BOIRA., Réaliser par : BET EURL QUALITEXPERT.12 p
- Essai sur le droguier populaire arabe de l'inspection des pharmacies de caire mémoire d'ingénieur. Institut Français d'archéologie orientale, 1930, 166p.
- Epstein., (2002). Isolation incultivable micro-organismes in pure culture in a simulâtes naturel environnement sciences. 296 (5570) ,1127-1129.
- Fournier A., (1967).La recherche en érosion et conservation des sols sur le continent Africain. Sol Afr. 12 (1), 5-53.
- Gautronneau Y, H. Manichon, Geara et Ceref, (1987). Guide méthodique du profil cultural , p.21-22.
- Grayer R. J., Eckert M. R., Veitch N. C., Kite G. C., (2003) The chemotaxonomic significance of two bioactive caffeic acid esters, Nepetoidins A and B, in the Lamiaceae. Phytochemistry, 64, 519-528.
- Greuter W., Burdet H.M., Long G. (1996). Ed's _ Med-Chechlist. Conserva- toire et Jardins Botaniques, Genève 3 : 292_295.
- Gros, A., (1979). Guide pratique de la fertilisation .La maison rustique .Paris.

Références bibliographiques

- Guerif, J., Royère, J. et Grison, D., Résistance en traction des agrégats terreux: influence de la texture, de la matière organique et de la teneur en eau, *Agronomie*, 1988, 8(5), 379-386.
- Guignard J. L., Dupont F., (2004) *Botanique Systematique moleculaire*. 13e edition. Masson, Paris.
- Guignard J.L., (2001). *Biochimie végétale*. 2ème Ed. De l'abrégé Dunod, Paris, pp.177-185.
- Guymon, G.L., (1994). *Unsaturated Zone Hydrology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. p .210.
- 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.
- Gobat J. M., M. Aragno, W. Matthey., 1998. *Le Sol Vivant. Bases De Pédologie Biologie Des Sols*. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Halimi A., (1980). *L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux*. O.P.U. Alger. 484 P.
- Halitim A., (1980). *Sols des regions- arides Algérie*. O.P.U. Alger. 384p.
- Heywood V. H., Brumitt R. k., Culham A., Seberg O., (2007) *Flowering plant families of the world*. Royal botanicGardens, Kew.
- Ibrahim Mirsal A., (2004). *Soil Pollution.Origine, Monitoring And Remédiation*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- In Bouterfes, (2015). *Etude écobiochimique et activités biologiques des composés phénoliques de Marrubiumvulgare L*.
- Jamagne M., (1967). *Bases Et Technique d'une cartographie des sols-Ann. Agro. Vol.18. Hors series*.
- Jean-Michel Gobat, Michel Aragno et Willy Matthey, (2010). *Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols*, PPUR Presses polytechniques.

Références bibliographiques

- John Herbert Anthony Butler, (1966), Functional Groups of Soil Humid Acids, University of Illinois, p 148.
- Jean Michel, Jauze, (2003), espaces, sociétés et environnement. Université de la réunion, Faculté des lettres et des sciences Humaines. « Travaux et Documents », p266.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P., (2002) Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. 1ere Ed : Paris et Bruxelles. pp. 369-384.
- Kaabeche M., (1990). Les Groupements Végétaux de la région de Bousaada, Thesis Université Paris Sud (1990).
- Kallmeyer, J., Pockalny, R., Adhikari, R. R., Smith, D. C. ET D'Hondt (2012) S. Global distribution of microbial abundance and biomass in subseafloor sediment. Proc. Natl Acad. Sci. USA 109, 16213–16216.
- Khedim, (2013). contribution à l'étude de l'influence des caractères physico-chimiques du sol sur la stabilité structurale ; cas de la plante.
- Lavelle, P, T. Decaens et al., (2006). Soil invertebrates and ecosystems services, Eur. J. of Soil Biol., n°42, p. 3-15.
- Lal R, Kimble JM, Eswaran H, (2000). Global climate change and pedogenic carbonates, Lewis Publishers, p. 291–302.
- Le Houérou H.N., (1969). La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Ager. Tun. 42, 5. pp: 1-624.
- Le Houérou H.N., (1981). Long term dynamics in arid land vegetation and ecosystems of Nord Africa in: Arid land ecosystem (Goodale D.W et Perry R.A). Vol.2, pp. 357-384. Camb. Univ. Press. Cambridge.
- Le Houérou H.N., (1981). Long term dynamics in arid land vegetation and ecosystems of Nord Africa in: Arid land ecosystem (Goodale D.W ET Perry R.A). Vol.2, pp. 357-384. Camb. Univ. Press. Cambridge.
- Le bissonnais, Y., (1996). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. Eur. J. Soil Sci.,n° 47,p 425-437.
- Marcel Jamagne, (2011). Grands paysages pédologiques de France, éditions quae , p 14.

Références bibliographiques

- Marie-France Cicéri, Bernard Marchand, Sylvie Rimbart, (2012). Introduction à l'analyse de l'espace, p. 121-123.
- Mazour M. et Roose E., (2001). Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des sols sur parcelles d'érosion dans des bassins versants du Nord-Ouest de l'Algérie. Lab ; CES, Dept Foresterie, Fac. Des Sci. Uni. Tlemcen. Algérie.Pp.321.
- Novotny, E. H., Bonagamba, T. J., de Azevedo, E. R., ET Hayes, M. H. B. (2009). Solid-State ¹³C Nuclear Magnetic Resonance Characterisation of Humic Acids Extracted from Amazonian Dark Earths (Terra Preta De Índio) [archive]. In Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision (p. 373-391). Springer, Dordrecht
- Novak, I. Buzas, G.; Minker, E.; Kolfai, M. et Szendrei, K. *Planta med.*, (1966). Untersuchung der wirkstoffe der *Rutagraveolens* II. *Planta Medica*, 14, p: 57.
- N. Ghedadba, et al. (2014). Évaluation de l'activité hémostatique in vitro de l'extrait aqueux des feuilles de *Marrubiumvulgare* L. *Algerian Journal of Natural Products*. 2(2): 64- 74.
- Nicolardot B., Mary B., Houot S., Recous S., (1996). La dynamique de l'azote dans les sols cultivés. In : maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. Ed INRA Paris.
- Olsen, S.R. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. United States Department of Agriculture; Washington.
- Ozenda P., (2004). Flore et végétation des sahara. 3ème Ed : CNRS édition. Paris. pp.399-402.
- 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.
- Pouget M., (1980). Les relations sol végétation dans les steppes Sud Algéroises. Travaux et documentation. OSTROM. N°116. Paris 555.
- Pousset J., (2002). Engrais Vert Et Fertilité Des Sols, 2ème Ed. Agri-Décisions, Paris.

Références bibliographiques

- Queneau, K., (2004). Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'une chronoséquence forêt/maïs (CESTAS, Sud-ouest de la France). Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).
- Quezel P. et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1, Edition CNRS, Paris.
- Ramos, FT; Dores EFGC; Weber OLS; Beber DC; Campelo Jr JH; Maia JCS (2018) "La matière organique du sol double la capacité d'échange cationique des sols tropicaux en agriculture sans labour au Brésil". J Sci Food Agric.
- Raoul Calvet, (2003). Le sol : propriétés et fonctions, France Agricole Editions, p. 82-84.
- Robert, M., (1996). Le sol : Interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Paris : Masson. p .244.
- Robert Morel, (1996). Les sols cultivés, Tec & Doc-Lavoisier, p. 121.
- Roose E., Arabi M., Brahamia K., Chebbani R., Mazour M. et Morsli B., (1993). Erosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. Réduction des risques érosifs et intensification sur la production agricole par la GCES: synthèse des campagnes 1984-1995 sur un réseau de 50 parcelles d'érosion. Cahiers ORSTOM, série Pédologie, 28(2) : 289-308.
- Rick Parker, (2009). Plant & Soil Science, Engage Learning, p. 111.
- Rick Parker, (2009). Plant & Soil Science, Cengage Learning, p. 111.
- 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.
- Rigano D., Apostolides A. N., Bruno M., Formisano C., Grassia A., Piacente S., Piozzi F., Senatore F_ Phenolic compounds of *Marrubium globosum* ssp. *libanoticum* from Lebanon. *Biochemical Systematics and Ecology*. 34: 256-260 (2006).
- Saliot, A., Lorre, A., Marty, J. C., Scribe, P., Tronczynski, J., Meybeck, M., ... et Somville, M., Biogéochimie de la matière organique en milieu

Références bibliographiques

- estuarien : stratégies d'échantillonnage et de recherche élaborées en Loire (France), *Oceanologica Acta*, 1984, 7(2), 191-207.
- Soulas, G., Codaccioni, P. et Fournier, J.C., 1983. Effect of crosstreatment on the subsequent breakdown of 2,4-D, MCPA and 2, 4, 5-T in the soil. Behaviour of the degrading microbial populations. *Chemosphere*, 12 (7/8): 1101-1106.
 - Stéphane Gsell et Mac Carthy, SANSMANE Hanri, (1951).raport fin de travaux comicariat a l'énergie atomique Hammam Bouhdjar sources thermominérales.
 - Schlempher V (1996). « Antispasmodie effects of hydroalcoholic extract of *Marrubium vulgare* on isolated tissues » *Phytomedecine*, 3 (2), 211-216.
 - Soltner., (1988). Les grandes productions végétales. Les collections sciences et Techniques agricoles, Ed. 16ème éditions 464 P.
 - Stenvenson F J, (1986). Cycles of soil : carbon, nitrogen, sulfur, micronutients. J Wiley et Sons Ed., New-York, 1-44.
 - Stenggel P., (2009). Le Sol. Éditorial. Institut Des Sciences De La Terre D'orléans.P 75.
 - Trabaud L., (1970). Le comportement du feu dans les incendies de forêts. *Revue Technique du Feu*, 103 : 1-15.
 - Van Der Heijden, M.G.A., Bardgett, R.D. et Van Straalen, N.M, "The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems", *Ecology Letters*, 11, 296-310, 2008.
 - Vilain M, (1989). La production végétale. Vol 2 : La maîtrise technique de la production. Ed. JB. Baillière.
 - Vasant G., Krichamurthy V. N., Sudha G., Manik D. & Paranjape K. (2009). *The fertilizer encyclopedia*. New Jersey : John Wiley and Sons edition.
 - Wardle, D.A, Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W. H. et Wall, D.H., 2004 "Ecological linkages between aboveground and belowground biota", *Science*, 304, 1629-1633.

Références bibliographiques

- **BiblioNet**
- <https://doi.org/10.1111%2F1467-8721.ep10768783>).

Annexe

Annexe

Détail du mode opératoire.

Analyse chimique (N° 1).

Afin de s'assurer de la qualité de la matière, le chimiste doit faire l'analyse chimique.

Prélever l'échantillon au niveau de l'aérogliissiere (N°2).

A chaque heure, au niveau de l'aérogliissiere du broyeur cru ou clinker, l'aide chimique doit prélever plusieurs échantillons à des endroits différents à l'aide d'une cuillère. Le tout est mi dans un pot métallique.

Mélanger (N° 3)

Avant de peser une quantité pour analyse, le chimiste doit bien mélanger la matière manuellement.

Peser l'échantillon (N° 4)

A chaque prélèvement, on pèse 20 grs de matière pour analyse moyenne.

Analyser l'échantillon (N° 5)

A - BROYEUR CRU

Titre

- Peser 0.5 grs de matière et la mettre dans un erlen.
- Ajouter 20 ml d'acide chlorhydrique 0.5 N et de l'eau distillée.
- Chauffer jusqu'à ébullition sur une plaque chauffante et ajouter quelques gouttes de l'indicateur phénolphtaléine jusqu'à la coloration rose.
- Titrer avec la soude caustique à 0.25N jusqu'au virage rose.

$$\underline{\text{Titre CaCo}_3 = (-2.5 * V_{ml}) + 100}$$

Refus

Annexe

-Peser 100 grs de matière la verser sur un tamis de 100 microns.

-Laver cette matière avec de l'eau de robinet jusqu'à disparition complète.



Etuve isothermique



La balance de précisions.



Broyage de sol



Solution de Hcl et NaOH.

Annexe



Séchage du sol.



Tamissage et séchage du sol.