

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie
Département Nutrition Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du Diplôme de :

Master académique

Spécialité : science du sol

Intitulé :

**Mise en valeur des terres périurbaines. Cas de la
ferme expérimentale de l'université de Tiaret**

Préparé par :

DAOUD Bouchra

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président :	LAHOUAL Nouredine	MCB	Université de Tiaret
Promoteur :	REGAGBA Zineb	Professeur	Université de Tiaret
Examineur :	ZERROUKI Mimouna,	MCB	Université de Tiaret

Année universitaire : 2023-2024

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères à Allah qui m'a donné le courage et la patience pour mener à terme mon projet de fin d'études afin d'obtenir le Diplôme de Master Académique, spécialité science du sol, auprès de la Faculté des sciences de la Nature et de la Vie de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret.

*Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à mon encadreur, Professeur **REGAGBA Zineb**, qui n'a ménagé aucun effort pour m'accompagner dans mon travail, tant sur le terrain qu'au niveau du laboratoire.*

*Mes remerciements les plus sincères s'adressent à **Dr. LAHOUAL Noureddine**, enseignant chercheur à l'université de Tiaret, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de soutenance de mon mémoire de Master.*

*Il m'est agréable d'adresser mes vifs et respectueux remerciements à **Dr. ZERROUKI Mimouna**, enseignante chercheuse à l'université de Tiaret, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner et d'évaluer mon travail.*

*Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à Mr le **Pr. MEDERBAL Khalladi**, **Mme SMAEL**, **Mme SALIMA** et **Mme SAMIRA** pour m'avoir aidé et soutenu durant la réalisation de ce travail au laboratoire de Géomatique et Développement Durable, LGéo2D, de l'Université Ibn Khaldoun Tiaret.*

Au terme de ce travail, je souhaite adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail par leur soutien et leurs conseils.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mon père,

Et ma chère mère,

Ma source de force et mon guide dans la vie, pour son amour éternel, sa présence, pour tous ses sacrifices, ses conseils, ses prières qui m'accompagne, pour sa confiance, ses encouragements durant mes études et sa patience pour nous montrer le bon chemin.

Que Dieu te protège, te garde en bonne santé et te donne le bonheur. Quoi que je fasse ou que je dis, je ne serais point te remercier comme il se doit je te serais toujours reconnaissante.

Mes chers frères,

Abdellah et Amin, Les piliers et les guides de ma réussite,

Ma famille,

Preuve de confiance qui m'a aidé et était présente à mes côtés avec tant de tendresse, pour son soutien, son grand amour, sa motivation et sa disponibilité.

Ma deuxième famille

ALI BOUMEDIENE, en témoignage de leur amour et de leur affection dont ils ont toujours fait preuve. En particulier Imen. Je vous souhaite tous un avenir plein de succès. Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

Mes Amis

*Pour leurs inductible soutien, pour tous les moments inoubliables qu'on a vécu ensemble durant ces années en particulier à **Fatima, Amina et Hanane** qui m'ont aidé et supporté dans les moments difficiles, pour leur amour. Que Dieu vous garde pour moi et vous protège.*

Bouchra

Table des matières

Table des matières	4
Liste des tableaux	7
Liste des Figures	7
Liste des abréviations	9
Résumé (Arabe)	10
Résumé (Anglais)	11
Résumé (Français)	11
Introduction générale	12
Partie 1. Synthèse bibliographique	13
Chapitre.1. Mise en valeur des terres	13
1.1. Définition du sol	13
1.2. Les facteurs environnementaux	13
1.2.1. Le climat	13
1.2.2. Le relief	14
1.2.3. La végétation	14
1.3. Notions de fertilité des sols	14
1.3.1. Fertilisation	14
1.3.2. Besoins essentiels d'une plante :	14
1.3.3. Couleur du sol :	14
1.3.4. Texture et structure du sol :	15
1.3.5. La structure du sol :	15
1.3.6. Les ennemis de la structure du sol :	16
1.3.7. Les pratiques favorisant une meilleure structure du sol :	17
1.3.8. Faune du sol :	17
1.3.9. Flore du sol :	17
1.3.10. Les sept fonctions du sol :	17
1.3.11. Différentes phases du sol :	18
1.3.12. La description d'un profil de sol et méthodes d'échantillonnage et prélèvement sur terrain : 19	
1.3.13. Domaines d'application des analyses des sols :	20
1.4. Opérations techniques pour la mise en valeur et l'amélioration des terres :	20
1.4.1. Défrichage et épierrage :	20
1.4.2. Protection contre les crues :	21
1.4.3. Drainage :	21
1.4.4. Nivellement et planage des terres :	22
1.4.5. Apports et amendements physiques, chimiques et organiques :	22
1.4.6. Lessivage bonifiant :	22
1.4.7. Durée de la période de bonification :	22

1.4.8.	Ouvrages d'irrigation :	22
1.5.	Les différentes analyses à effectuer :	23
1.5.1.	Analyse physico-chimique du sol :	23
1.5.2.	Le carbone organique :	23
1.5.3.	Le pH :	24
1.5.4.	Conductivité électrique :	24
1.5.5.	Le Calcaire :	24
1.5.6.	Calcaire actif :	25
1.5.7.	L'humidité du sol :	26
Chapitre 2. Le compostage		27
2.1.	Introduction.....	27
2.2.	Le compost.....	27
2.2.1.	Le compostage.....	27
2.2.2.	Objectifs du compostage	27
2.2.3.	Que peut-on composter ?.....	28
2.2.4.	Les modes et méthodes de compostage.....	28
2.2.5.	Comment choisir le type de compostage ?.....	30
2.2.6.	Conditions pour la confection du compost.....	30
Chapitre 3. Les plantes aromatiques et médicinales		31
3.1.	Les plantes aromatiques.....	31
3.1.1.	Le Citron.....	31
3.1.2.	L'Ajowan.....	32
3.1.3.	Le Safran	33
3.1.4.	La Menthe poivrée.....	34
3.1.5.	Le Gingembre.....	35
3.1.6.	Le Girofle	35
3.1.7.	Le Curcuma	36
3.1.8.	Le thym.....	37
3.1.9.	La Vanille	37
3.1.10.	Le Carvi	38
3.2.	Les plantes médicinales	39
3.2.1.	L'absinthe.....	39
3.2.2.	La camomille.....	40
3.2.3.	Le Lin	41
3.2.4.	La verveine	42
3.2.5.	L'ortie	43
3.2.6.	Le Basilic :.....	44
3.2.7.	Le tilleul :	45
3.2.8.	L'Eucalyptus ;.....	46

3.2.9. La Lavande	47
3.2.10. La cannelle.....	48
Partie2. Partie expérimentale.....	49
Chapitre 4. Matériels & méthodes	49
4.1. Présentation de la région d'étude.....	49
4.1.1 Situation géographique de la zone d'étude.....	49
4.1.2 Caractéristiques pédologiques de la région d'étude	50
4.1.3 Caractéristiques climatiques de la région d'étude	50
4.2 L'échantillonnage :	53
4.3 Les analyses physico chimiques du sol	53
Chapitre 5. Résultats et Discussion.....	65
5.1. Résultats.....	65
5.2. Discussion.....	70
Conclusion générale	72
Références bibliographiques	74
Annexes.....	77
Annexe1. Tableau récapitulant les résultats des analyses de sols	77
Annexe2. Histogramme visualisant la distribution des composants des sols analysés	77
Annexe3. Tableau visualisant les sols et les plantes correspondantes.....	77
Annexe 4. Illustration des résultats des analyses microbiologiques des sols	78

Liste des tableaux

Tableau 1. Dimensions des éléments grossiers	18
Tableau 2. Dimensions des éléments de la terre fine	18
Tableau 3. Normes d'interprétation du taux de calcaire dans le sol.....	25
Tableau 4. Données températures de Tiaret (Période : 1991 - 2021).....	51
Tableau 5. Données de pluviométrie de Tiaret (Période : 1991 - 2021)	51
Tableau 6. Taux de calcaire total.....	65
Tableau 7. Taux de calcaire actif.....	65
Tableau 8. Potentiel hydrogène des échantillons de sol.....	65
Tableau 9. Taux de pH KCl.....	66
Tableau 10. Taux de la conductivité électrique.....	66
Tableau 11. Résultats du carbone organique.....	67
Tableau 12. Résultat des analyses de la matière organique.....	67
Tableau 13. Résultats de l'humidité	67
Tableau 14. Résultats des analyses granulométriques.....	68
Tableau 15. Résultats des analyses microbiologiques.....	70

Liste des Figures

Figure 1. Formation du sol (Brady et al., 2002).....	13
Figure 2. Diagramme triangulaire des classes texturales de sol d'après les dimensions des Particules (Univa, 2005).....	15
Figure 3. Différentes structures de sol (Soltner et al., 2003)	16
Figure 4. Proportion des principaux composants de sol en volume (White, 2006).....	18
Figure 5. L'échelle de pH (pH KCl).....	24
Figure 6. Mesure de la conductivité électrique	24
Figure 7. Le compostage en fosse	28
Figure 8. Le compostage en tas	29
Figure 9. Le compostage en container.....	30
Figure 10. Citron (TEUSCHER.E &al, 2005).....	32
Figure 11. Ajowan (TEUSCHER.E &al, 2005)	33
Figure 12. La fleur de safran (TEUSCHER.E &al, 2005).	33
Figure 13.. Menthe poivrée. (Jesus Cardenas, 2017)	34
Figure 14. Gingembre. (Nathalie Guellier 2016).....	35
Figure 15. Gironfle (J. Valnet, 2023)	36
Figure 16. Curcuma, (Nathalie Guellier 2016).....	36
Figure 17. Fleur de thym. (TEUSCHER.E &al, 2005)	37
Figure 18. La vanille (TEUSCHER.E &al, 2005).....	38
Figure 19. L'Absinthe (Aminthe RENOUF, 2019)	40
Figure 20. Camomille (Santarome Bio,2023).....	41
Figure 21. Le lin (Jesus Cardenas,2017)	42
Figure 22. La verveine (Stéphanie RAYNAUD, 2022)	43
Figure 23. L'Ortie, (Irène Sulmont (St.), 2023)	44
Figure 24. Le tilleul. (Nathalie Guellier, 2019).....	46
Figure 25. Eucalyptus. (Paulette Vanier, 2012)	47
Figure 26. La lavande. (Jesus Cardenas,2017).....	48
Figure 27. La cannelle (Jesus Cardenas, 2017).....	48
Figure 28. Situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	49
Figure 29. Image Google Earth de la zone d'étude (ferme expérimentale de l'université de Tiaret) indiquant l'emplacement du prélèvement des cinq (05) échantillons de sol.....	50
Figure 30. Le climagramme d'Emberger	52

Figure 31. Présentation de la zone d'étude.....	53
Figure 32. Les échantillons de sol	55
Figure 33. Placement des échantillons dans l'étuve à 105°C.....	55
Figure 34. pH mètre.....	55
Figure 35. Agitateur	55
Figure 36.....	56
Figure 37. Mettre le petit tube dans l'erlenmeyer.....	56
Figure 38. Filtrage de la solution.....	57
Figure 39. Titrage.....	57
Figure 40. Pesage de l'échantillon de sol	58
Figure 41. Destruction de matière organique	58
Figure 42. Tamisage.....	58
Figure 43. Remplissage d'éprouvette	58
Figure 44. Eprouvette.....	58
Figure 45. Pipette de robinson.....	58
Figure 46. Remplissage de capsule	58
Figure 47. Pesage de NAF.....	59
Figure 48. La pompe de matière organique.....	59
Figure 49. Début de titrage.....	59
Figure 50. Fin de titrage	59
Figure 51. Les suspensions dilution	60
Figure 52. Agitation avec le Vortex	60
Figure 53. Préparation de milieux de culture (<i>Azotobacter</i>)	63
Figure 54. Milieux de culture (<i>Azotobacter</i>)	63
Figure 55. Ensemencement avec des suspensions diluées du sol.....	64
Figure 56. La solution mère.	64
Figure 57. Résultats de clostridium.....	70

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique
B : bore
°C : degré Celsius
Ca : calcium
C : Carbone
CaCO₃ : calcium carbonaté
Cm : centimètre
CO₂ : gaz carbonique
CH₄ : le méthane
FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
Fe : fer
H : hydrogène
Ha : hectare
HCl : chlorure d'hydrogène
H₂S : sulfure d'hydrogène
H₂O : eau
H₂SO₄ : Acid sulfurique
H₂O₂ : eau oxygénée
Ph : potentiel hydrogène
Etm : éléments traces métalliques
CaCO₃ : calcium carbonaté
M : mètre
MG : magnésium
MG SO₄ : sulfate de magnésium
MO : matière organique
Mm : millimètre
ms : millièmes
Cm : centimètre
NPK : azote, potassium, phosphore F
N, N₂ : azote
NaCl : chlorure de sodium
NaNO₃ : nitrate de sodium
NaPO₃ : Meta phosphate de sodium
Na₂HPO₄ : Hydrogénophosphate de sodium
NAF : fluorure de sodium
Na₂CO₃ : carbonate de sodium
KCl : chlorure de potassium
NO₃ : nitrate
NH₄ : ammoniac
O : oxygène
(NH₄)₂C₂O₄ : Oxalate d'ammonium
KMnO₄ : Permanganate de potassium
P, P₂O₅ : phosphore
°K : degree kelvin
K, K₂O : potassium
K₂ HPO₄
UFC : **Unité Formant Colonie**
VF :
% : pourcentage
µm : micromètre
Zn : zinc

Résumé (Arabe)

المخلص:

يهدف عملنا إلى تحسين الأراضي الحضرية المحيطة، متخذين من المزرعة التجريبية لجامعة تيارت كدراسة حالة. في الواقع، أمام مشكلة الأراضي الزراعية بسبب التوسع العمراني من جهة، وهدف توفير المنتجات الزراعية الطازجة للسكان المحليين من جهة أخرى، قمنا بإجراء بحثنا لتسليط الضوء على العديد من الجوانب المهمة المتعلقة، بشكل أساسي، بالخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لعينات التربة، بالإضافة إلى مدى توافقها مع زراعة النباتات العطرية والطبية المحتملة التي سيتم إدخالها. تكشف نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن التربة المدروسة جيرية بنسيج طيني (طيني-طموي)، مع نسبة رطوبة تتفاوت من عينة لأخرى، ودرجة حموضة قلوية إلى قلوية خفيفة، ونسبة توصيل كهربائي تشير إلى تربة غير مالحة؛ علاوة على ذلك، تشير كمية المادة العضوية العالية الموجودة في العينات إلى تربة خصبة، مع تنوع كبير من الكائنات الحية الدقيقة مثل الشعيات والأزوتوباكتر والكلوستريديوم التي تساهم في تحلل المادة العضوية وتخصيب التربة.

مع الأخذ بعين الاعتبار نتائج التحاليل المختلفة، وكذلك مواجهة البيانات المتعلقة بالمتطلبات البيئية والزراعية للنباتات، تم تحديد سبعة نباتات متوافقة مع ظروف المزرعة التجريبية. بالإضافة إلى هذه النتائج، تُقدم معلومات قيمة حول التسميد واختيار النباتات المزروع زراعتها في المزرعة التجريبية لجامعة تيارت، وبالتبعية، في المنطقة الحضرية المحيطة قيد الدراسة.

الكلمات المفتاحية: تحسين الأراضي الحضرية المحيطة؛ التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية؛ التسميد؛ النباتات العطرية والطبية؛ المزرعة التجريبية؛ جامعة تيارت؛ الجزائر.

Résumé (Anglais)

Abstract:

Our work aims at the enhancement of peri-urban lands, taking the experimental farm of the University of Tiaret as a case study. Indeed, faced with, on the one hand, the problem of agricultural land due to urbanization and, on the other hand, the objective of providing local populations with fresh agricultural products, we have undertaken our research to highlight several important aspects concerning, primarily, the physico-chemical and microbiological characteristics of soil samples, as well as their compatibility with the cultivation of potential aromatic and medicinal plants to be introduced. The results of the physico-chemical analyses reveal that the studied soils are calcareous with a loamy (silty-clay) texture, with a moisture content that varies from one sample to another, a slightly basic to basic pH, and an electrical conductivity rate that indicates non-saline soil; moreover, the presence of a high amount of organic matter in the samples suggests fertile soil, with a wide variety of microorganisms such as actinomycetes, azotobacters, and clostridia contributing to the degradation of organic matter and soil fertilization.

Taking into account the results of the various analyses, as well as the confrontation with data regarding the ecological and agronomic requirements of the plants, seven plants have been identified as compatible with the conditions of the experimental farm. Additionally, valuable information is provided on composting and the selection of plants to be cultivated at the experimental farm of the University of Tiaret and, by extrapolation, in the peri-urban area under study.

Keywords: Enhancement of Peri-Urban Lands; Physico-Chemical and Microbiological Analyses; Composting; MAP (Medicinal and Aromatic Plants); Experimental Farm; University of Tiaret; Algeria.

Résumé (Français)

Résumé :

Notre travail vise la mise en valeur des terres périurbaines en prenant comme cas d'étude la ferme expérimentale de l'université de Tiaret. En effet, devant, d'une part la problématique du foncier agricole par l'urbanisme et, d'autre part, l'objectif d'offrir aux populations locales des produits agricoles frais, nous avons entrepris notre recherche pour mettre en évidence plusieurs aspects importants concernant, en priorité, les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des échantillons de sol, ainsi que leur compatibilité avec la culture de plantes aromatiques et médicinales potentielles à introduire. Les résultats des analyses physico-chimiques révèlent que les sols étudiés sont calcaires avec une texture loimeuse (limono-argileuses), avec un taux d'humidité qui varie d'un échantillon à l'autre, un pH légèrement basique à basique et un taux de conductivité électrique qui indique un sol non salé ; en outre, la présence d'une quantité élevée de matière organique dans les échantillons suggère un sol fertile, avec une grande variété de microorganismes tels que les *actinomycètes*, les *azotobacters* et les *clostridium*s qui contribuent à la dégradation de la matière organique et à la fertilisation des sols.

En tenant compte des résultats des différentes analyses, ainsi que la confrontation avec les données concernant les exigences écologiques et agronomiques des plantes, il a été identifié sept plantes compatibles avec les conditions du milieu de la ferme expérimentale.

Additivement à ces résultats, des informations précieuses sont fournies sur le compostage et la sélection des plantes à cultiver dans ferme expérimentale de l'université de Tiaret et, par extrapolation, à la zone étudiée périurbaine.

Mots clés : Mise en valeur des Terres Périurbaines ; Analyses Physico-Chimiques et Microbiologiques ; Compostage ; PAM (Plante Aromatique et Médicinales) ; Ferme expérimentale ; Université de Tiaret ; Algérie.

Introduction générale

L'Algérie est le dixième plus grand pays du monde et le plus grand pays d'Afrique (World Bank, 2024). Le pays s'étend sur une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, dont plus de 85 % représente un désert saharien et sub-saharien avec un peu moins de 150 mm de précipitations par an (World Bank, 2024). Ce vaste territoire présente une mosaïque d'agroécosystèmes caractérisée par l'interpénétration d'éléments climatiques tropicaux, sahariens et méditerranéens. Ces agroécosystèmes contiennent des ressources biologiques riches et diverses, divisées en zones côtières, montagneuses, arides, semi-arides, et en désert sub-saharien (FAO, 2024). La région de Tiaret, située dans le nord-ouest de l'Algérie, est une zone semi-aride qui illustre bien cette diversité.

La mise en valeur des terres agricoles représente une initiative cruciale dans le contexte actuel de croissance démographique rapide, de changement climatique et de dégradation des sols. Elle vise à optimiser l'utilisation des terres pour améliorer la production agricole, tout en assurant la durabilité des écosystèmes et la sécurité alimentaire (IPCC, 2024). Tiaret est particulièrement concernée par ces enjeux. Sa diversité biologique élevée, incluant une riche variété de plantes aromatiques et médicinales, offre un potentiel considérable pour le développement agricole et économique (JAGE, 2024). Ces plantes sont exploitées pour la production d'huiles essentielles, de compléments alimentaires, de produits cosmétiques et de remèdes phytothérapeutiques. Leur diversité génétique permet également de développer de nouvelles variétés plus résistantes et productives, adaptées aux exigences des marchés locaux et internationaux (AfDB, 2024).

La diversité des plantes de cette région est liée à la diversité des sols, qui représentent un mélange complexe de roches altérées (cailloux, sables, limons, argiles), de matière organique (vivante ou morte), de gaz, d'eau et de minéraux solubles. Ce mélange s'est constitué au fil du temps en fonction du climat (température, humidité, vent, glace), de la roche mère, de la topographie et des organismes vivants. Pour déterminer les différents sols présents dans la région, il est essentiel de réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Ces analyses permettent de comprendre la composition et les caractéristiques des sols (Springer, 2024).

L'objectif de notre travail est de réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la zone afin de déterminer les plantes qui correspondent le mieux à ces sols. Cette approche permettra de mieux exploiter le potentiel agricole et biologique de la région, tout en promouvant des pratiques agricoles durables et adaptées aux conditions locales.

Pour la réalisation de ces objectifs, le plan de travail se structure en deux parties complémentaires :

Une partie bibliographique structurée en trois chapitres qui traitent ; la mise en valeur des terres, l'intérêt des plantes aromatiques et médicinales et les intérêts du compostage.

Une partie expérimentale dédiée à la présentation du terrain d'expérimentation, les caractéristiques du milieu, et plus particulièrement le milieu physique (climat, bioclimat, sols), matériels et méthodes et résultats et discussion

Enfin, pour finaliser ce travail, des recommandations et des suggestions, sont formulées dans une conclusion.

Partie 1. Synthèse bibliographique

Chapitre.1. Mise en valeur des terres

La mise en valeur des terres consiste en une série d'actions visant à améliorer la productivité, l'utilisation ou l'aspect des terres agricoles ou non agricoles. Cela inclut des activités telles que l'amélioration de la fertilité des sols, la mise en place de systèmes d'irrigation, la plantation d'arbres, l'aménagement paysager, ainsi que la construction d'infrastructures comme des routes ou des bâtiments. Ces actions visent à exploiter de manière plus efficace et durable les ressources naturelles d'un terrain donné (FAOHome2024)

1.1. Définition du sol

Le sol est défini comme la couche superficielle de la lithosphère terrestre, avec une épaisseur variant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est formé d'un mélange de matériaux minéraux et organiques et sert de support naturel pour la croissance des plantes. Selon **Wild (1993)**, le sol est un environnement complexe résultant de la désagrégation physique, chimique et biologique au fil du temps, sous l'influence de plusieurs facteurs génétiques, notamment :

La roche-mère : La roche-mère, ou matériau parental, est la source initiale des minéraux qui composent le sol. Elle influence fortement la texture, la structure et la composition chimique du sol. La désintégration de la roche-mère par des processus physiques (comme le gel et le dégel), chimiques (comme l'altération chimique) et biologiques (comme l'activité des racines des plantes et des micro-organismes) conduit à la formation du sol (**Brady & Weil, 2008**).

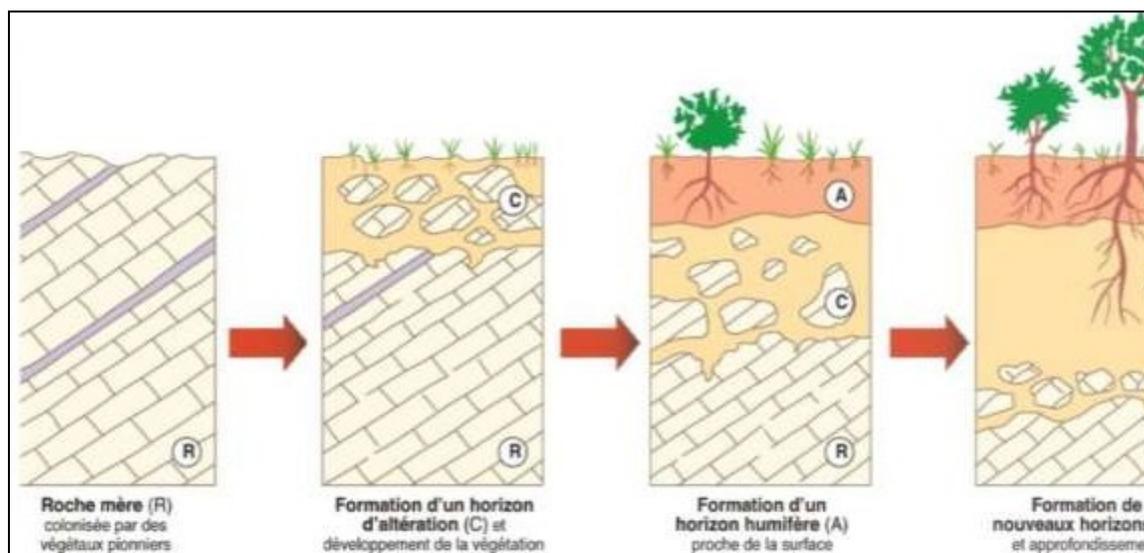


Figure 1. Formation du sol (**Brady et al., 2002**)

1.2. Les facteurs environnementaux

1.2.1. Le climat

Le climat, incluant la température et les précipitations, joue un rôle crucial dans le développement du sol. Les variations climatiques influencent les taux de désagrégation et d'altération de la roche-mère, ainsi que la décomposition de la matière organique. Par exemple, les sols des régions humides et chaudes se forment plus rapidement que ceux des régions froides et sèches en raison de l'accélération des processus chimiques et biologiques (**Jenny, 1941**).

1.2.2. Le relief

Le relief ou la topographie affecte la formation et la distribution des sols en influençant le drainage de l'eau, l'érosion et le dépôt de matériaux. Les sols sur les pentes raides tendent à être moins profonds en raison de l'érosion, tandis que les sols dans les vallées peuvent accumuler des matériaux érodés et être plus profonds et plus fertiles (**Brady & Weil, 2008**).

1.2.3. La végétation

La végétation contribue à la formation du sol en ajoutant de la matière organique par la décomposition des feuilles, des racines et d'autres débris végétaux. Elle influence également la structure du sol par l'action des racines et des organismes du sol. Les différentes plantes apportent différentes quantités et types de matière organique, modifiant ainsi la composition et la fertilité du sol (Wild, 1993).

1.3. Notions de fertilité des sols

1.3.1. Fertilisation

La fertilisation représente l'action consistant à fournir des nutriments aux plantes via des apports d'engrais organiques ou minéraux, nécessaires pour leur bon développement. Les engrais, souvent composés de mélanges d'éléments minéraux, sont destinés à apporter aux plantes des compléments nutritifs pour améliorer leur croissance, augmenter le rendement des cultures et améliorer la qualité des produits. Les engrais permettent d'apporter en quantité voulue un ou plusieurs éléments fertilisants tels que l'azote (N), le phosphore (P), la potasse (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), ainsi que des oligo-éléments (**Brady & Weil, 2008; Havlin et al., 2014**).

1.3.2. Besoins essentiels d'une plante :

Les plantes ont besoin d'air et d'eau. Elles sont composées d'environ 85 % d'eau et de 15 % de matière sèche. La matière sèche contient des fibres, des sucres et des protéines. Les éléments de base comme le carbone (C), l'oxygène (O) et l'hydrogène (H) comptent pour environ 13 % du poids total de la plante. Les minéraux tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le soufre (S) constituent environ 2 % du poids de la plante et sont essentiels pour son développement, ces éléments sont appelés éléments majeurs. Les plantes ont aussi besoin d'oligo-éléments comme le bore (B), le fer (Fe) ou le zinc (Zn) provenant des engrais de ferme ou des engrais minéraux (**Marschner, 2012**).

Les éléments nutritifs doivent être sous des formes assimilables par les plantes :

L'azote sous forme de nitrate (NO_3) ou d'ammonium (NH_4) est très lessivable et ne s'accumule pas dans le sol.

Le phosphore sous diverses formes de phosphate (P ou P_2O_5) est retenu par les argiles et la matière organique, pouvant s'accumuler à des niveaux élevés.

Le potassium sous forme de potasse (K ou K_2O) est également retenu par les argiles et la matière organique, peu lessivable et peut s'accumuler à des niveaux élevés (**Brady & Weil, 2008**).

1.3.3. Couleur du sol :

Couleur foncée : Généralement due à la matière organique.

Couleur blanche : Souvent associée au calcaire.

Couleur brune : Résultant de la brunification des sols sous les climats tempérés, liée à la formation d'hydroxyde de fer.

Couleur rouge : Due à l'oxydation du fer, pouvant aussi être héritée de la roche-mère (**Buol et al., 2011**).

1.3.4. Texture et structure du sol :

Les particules minérales et la matière organique confèrent au sol ses deux principales propriétés : la texture et la structure.

Texture : La texture du sol, selon **Gobat et al. (2003)** et **Girard et al. (2005)**, se réfère à la taille des particules du sol, catégorisée qualitativement (grossier ou fin) et quantitativement (proportion des différentes tailles de particules). La classification texturale est déterminée par la proportion de sable, de limon et d'argile :

Sol à texture fine ou légère si les particules sont petites ($< 2 \mu\text{m}$).

Sol à texture grossière ou lourde, avec des particules de 2 à $50 \mu\text{m}$ (**Hillel, 1984**).

Les matériaux du sol sont classés selon leur nature organique ou minérale et le type d'altération subi. Chaque matériau est désigné par sa classe texturale, déterminée par les rapports de masse des fractions principales : sable, limon et argile. Cette classification aide à comprendre les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, essentielles pour évaluer son aptitude à soutenir la croissance des plantes (**Gobat et al., 2003; Girard et al., 2005**).

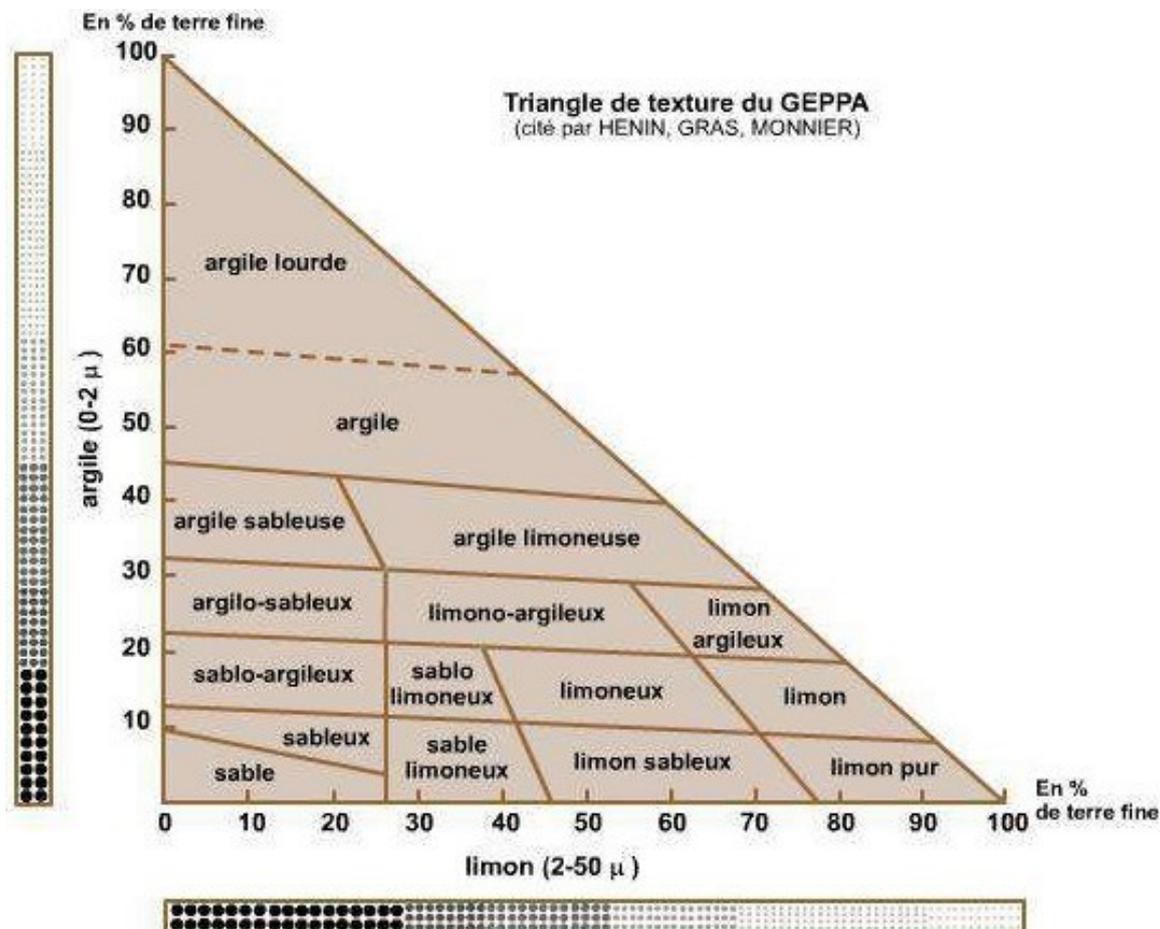


Figure 2. Diagramme triangulaire des classes texturales de sol d'après les dimensions des Particules (Univa, 2005).

1.3.5. La structure du sol :

La structure du sol peut être définie selon deux approches complémentaires : la première se concentre principalement sur l'arrangement des éléments constitutifs de la phase solide du sol, tandis que la seconde se concentre sur la description du réseau d'agrégats généré par la structuration du sol (Musy et al., 1991).

Selon leur mode de formation et d'arrangement des éléments, les structures du sol sont classées en cinq grandes catégories (Baize et Jabiol, 1995):

Structures organo-minérales : Ces structures sont observées dans des matériaux organo-minéraux. la structure massive ou cohérente, où les éléments constitutifs du sol sont fortement liés, et la structure particulaire ou élémentaire, où les éléments sont dispersés de manière aléatoire.

Structures grumeleuses : Cette structure est favorable à la fertilité du sol. On parle notamment de la structure grumeleuse, où les agrégats ont une forme arrondie ou ovale et sont répartis de manière régulière dans le sol.

Structures prismatiques : Les structures de ce type résultent de processus physiques affectant les argiles, tels que les alternances de gonflement. Les agrégats présentent des arêtes anguleuses et une disposition moins régulière dans le sol.

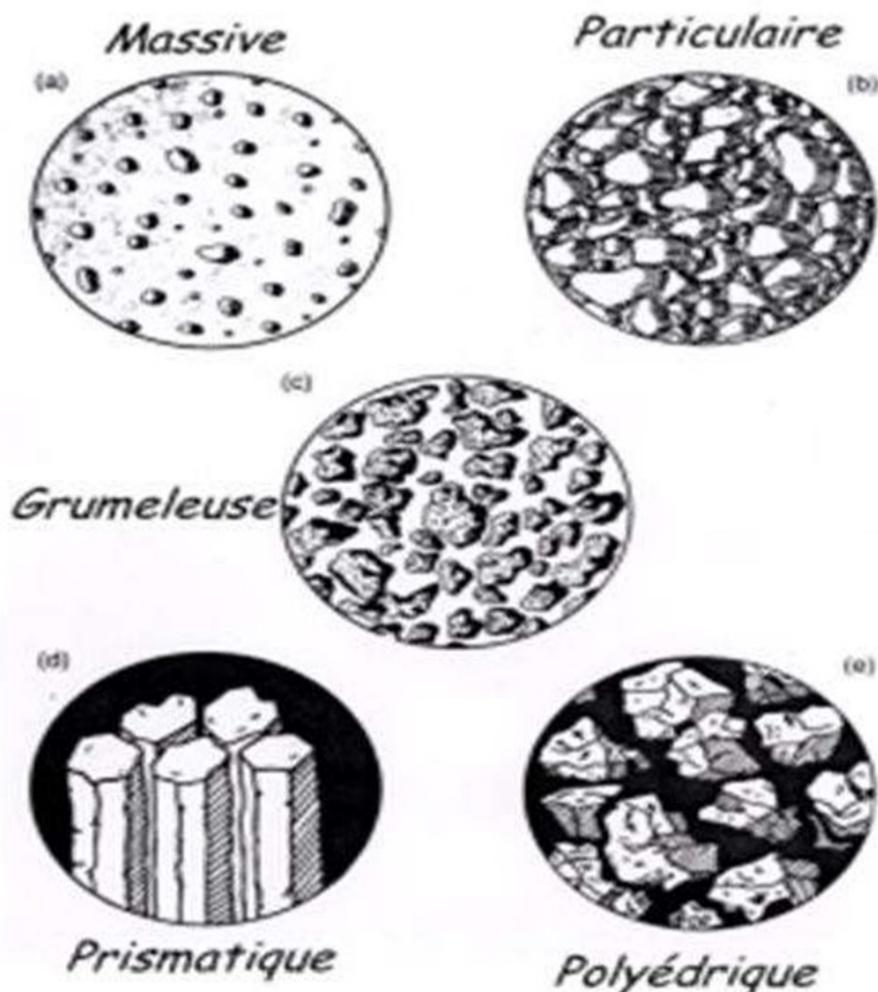


Figure 3. Différentes structures de sol (Soltner et al., 2003)

1.3.6. Les ennemis de la structure du sol :

Les ennemis de la structure du sol sont nombreux et comprennent des pratiques telles qu'un travail du sol excessivement intensif au printemps, ce qui entraîne un émiettement excessif du sol, ainsi que la circulation de machinerie ou d'équipement lourd dans des conditions humides, pouvant causer un compactage nuisible. De plus, un drainage inadéquat peut compromettre la structure du sol, tout comme une faible teneur en matière organique, qui est souvent définie comme étant inférieure à 3 %. En outre, un pH du sol trop acide peut également nuire à sa structure. Pour promouvoir une structure du sol optimale, il est essentiel d'adopter des pratiques de gestion appropriées, telles que l'ajout régulier de matière organique, l'amélioration du drainage, et la surveillance et l'ajustement du pH du sol.

1.3.7. Les pratiques favorisant une meilleure structure du sol :

Pour favoriser une meilleure structure du sol, plusieurs pratiques peuvent être mises en œuvre. Tout d'abord, il est recommandé de retourner au sol de la matière organique régulièrement, car cela aide à enrichir sa composition et à favoriser l'activité biologique bénéfique. Favoriser l'activité microbienne est également crucial, car les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique et la formation d'agrégats du sol. De plus, chauler régulièrement le sol peut aider à maintenir un pH optimal, favorisant ainsi une structure du sol saine. Il est également important de corriger tout problème de drainage, car un drainage inadéquat peut entraîner un compactage excessif du sol. Enfin, si nécessaire, la décompactation mécanique du sol peut être entreprise pour améliorer sa structure et sa perméabilité. En combinant ces pratiques, il est possible de favoriser un sol bien structuré et propice à la croissance des plantes.

L'activité biologique dans le sol est un aspect crucial de sa santé et de sa fertilité. Voici quelques points importants concernant la faune et la flore du sol.

1.3.8. Faune du sol :

Le macrofaune du sol comprend une variété d'organismes tels que les rongeurs, les arthropodes, les mollusques et les annélides. Parmi eux, les vers de terre (lombriciens) jouent un rôle particulièrement important en améliorant la structure et la porosité du sol.

La microfaune du sol, composée de microorganismes tels que les bactéries et les champignons, est principalement responsable de l'enfouissement et du mélange de la matière organique dans le sol. Ils contribuent à la décomposition des débris végétaux et au recyclage des éléments nutritifs.

1.3.9. Flore du sol :

La flore du sol comprend une variété d'organismes tels que les algues, les champignons, les actinomycètes et les bactéries. Les champignons et les actinomycètes sont impliqués dans les processus de formation de l'humus et de stabilisation des agrégats du sol.

Les bactéries, en particulier, sont responsables de la dégradation des matières organiques et jouent un rôle crucial dans le cycle des éléments fertilisants tels que l'azote, le phosphore et le soufre.

1.3.10. Les sept fonctions du sol :

Les sept fonctions du sol sont essentielles pour maintenir l'équilibre des écosystèmes et soutenir la vie sur terre :

1- Support pour les plantes et pour les constructions : Le sol fournit un support vital pour l'enracinement des plantes, permettant ainsi leur croissance. La profondeur du sol nécessaire varie selon les besoins spécifiques de chaque plante.

2- Banque d'éléments nutritifs pour les plantes : Le sol agit comme une réserve pour les éléments nutritifs essentiels tels que le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, l'azote, le phosphore et les oligo-éléments. Ces éléments sont disponibles pour les plantes au fur et à mesure de leurs besoins, en grande partie grâce à la matière organique et à la composition minérale du sol.

3- Régulateur de température : Le sol atténue les variations de température de l'air, offrant ainsi un environnement plus stable pour les organismes vivants qui y résident.

4- Réservoir pour l'eau : Le sol a une capacité de rétention d'eau importante, assurant ainsi un approvisionnement régulier en eau pour les plantes, même pendant les périodes de sécheresse.

5- Épuration biologique : L'activité biologique du sol, notamment celle des macrofaunes et des microfaunes, décompose les matières organiques telles que les débris végétaux et le fumier, recyclant ainsi les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes.

6- Stockage de carbone : Les sols jouent un rôle crucial dans le cycle du carbone en stockant une quantité importante de carbone organique, contribuant ainsi à la régulation des niveaux de CO₂ dans l'atmosphère et à la mitigation du changement climatique.

7- Stockage des produits toxiques : Le sol a la capacité d'adsorber et de stocker les produits toxiques provenant de diverses sources, y compris agricoles et industrielles, ce qui contribue à protéger les écosystèmes et la santé humaine.

1.3.11. Différentes phases du sol :

Ces fonctions du sol sont déterminées par la composition et la structure du sol, qui sont influencées par ses trois principales phases : solide, liquide et gazeuse.

Le sol est composé de trois phases distinctes : la phase solide (minérale et organique), la phase liquide et la phase gazeuse (Fig. 2) (White, 2006).

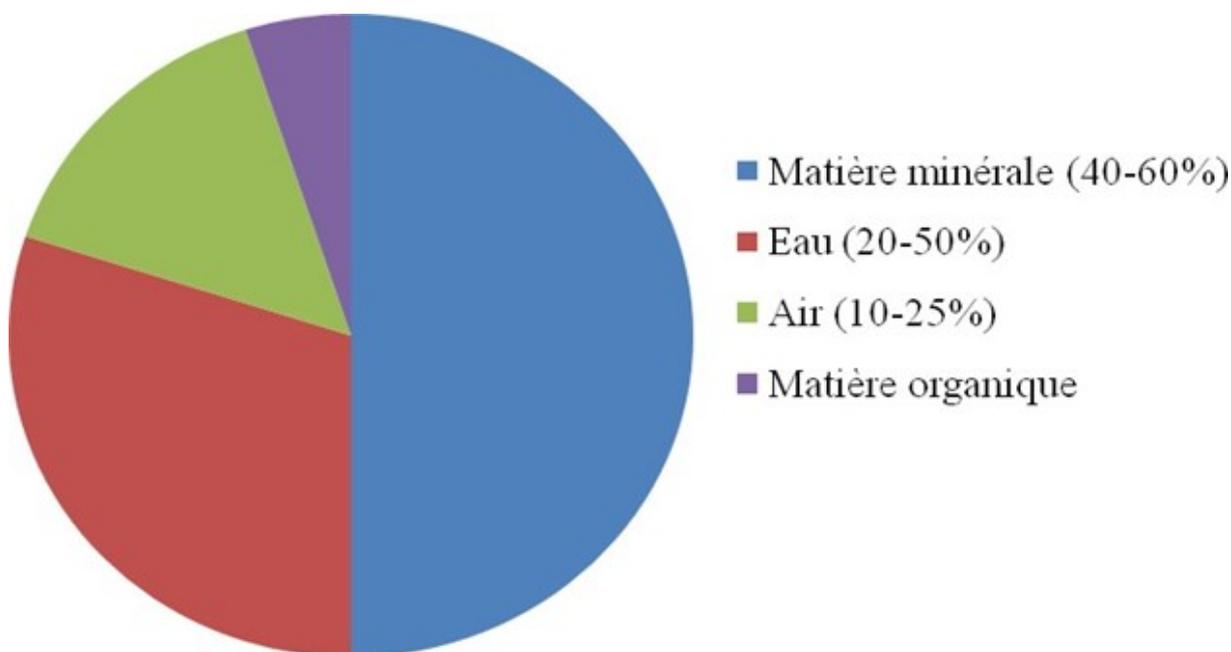


Figure 4. Proportion des principaux composants de sol en volume (White, 2006)

1- Phase solide :

Cette phase comprend des minéraux et des matières organiques dans des proportions variables. Les organismes vivants du sol peuvent également être considérés comme faisant partie de la phase solide, car ils ne sont ni gazeux ni liquides (Calvet R., 2000).

Éléments grossiers :

Ce sont des particules de sol de taille supérieure à 2 mm. Ils sont classés en fonction de leurs dimensions, ce qui peut inclure des éléments tels que les cailloux, les graviers et les débris végétaux grossiers. (Calvet R., 2000).

Tableau 1. Dimensions des éléments grossiers

Graviers	Cailloux	Pierre	Blocs
0,2 à 2cm	2cm à 5cm	5cm à 20cm	>20cm

La terre fine :

La terre fine est la fraction de sol qui reste après le retrait des éléments grossiers, c'est-à-dire ceux dont la taille est inférieure à 2 mm, comme déterminé par un tamisage. Les éléments de la terre fine peuvent être classés en fonction de leurs dimensions.

Cette fraction de sol, souvent appelée fraction fine, joue un rôle crucial dans la texture et la structure du sol. (Calvet R., 2000).

Tableau 2. Dimensions des éléments de la terre fine

Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers
<2µm	2µm à 20µm	20µm à 50µm	50µm à 0,2mm	0,2mm à 2mm

2- Phase liquide :

La phase liquide représente l'eau contenue dans le sol, dans laquelle sont dissoutes les substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques du sol (MOS) et des apports extérieurs tels que les fertilisants et pesticides. Cette fraction est le lieu des réactions chimiques permanentes indispensables pour de nombreux processus biologiques et chimiques dans le sol. **(Mustin ,1987),**

L'eau circulant dans les pores du sol, également appelée eau de percolation, transporte une grande diversité de matériaux dissous ou en suspension, comprenant des substances organiques, inorganiques et organo--minérales. Les échanges ioniques entre l'eau et le substrat solide, en particulier avec les argiles, jouent un rôle crucial dans la nutrition des plantes. Cette interaction entre l'eau et les minéraux du sol contribue à la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes en modifiant leur forme chimique et leur mobilité dans le sol.

Ainsi, la phase liquide du sol est un environnement dynamique où se déroulent des processus vitaux pour la croissance des plantes et l'équilibre de l'écosystème. Son importance réside dans sa capacité à transporter et à fournir des éléments nutritifs aux plantes, ainsi que dans son rôle dans le cycle des éléments dans le sol. **(Frontier et Pichod-Viale, 1995)**

3- Phase gazeuse :

L'air du sol contient généralement les mêmes substances que l'air atmosphérique, telles que le dioxyde de carbone (CO₂), le dioxygène (O₂) et l'azote (N₂). Cependant, la composition de l'air dans le sol diffère significativement de celle de l'air atmosphérique en raison de l'activité biologique exercée par les microorganismes du sol. **(Frontier et Pichod-Viale, 1995)**

En plus du CO₂ et de l'O₂, l'air du sol peut contenir d'autres substances, notamment des composés organiques volatils tels que l'ammoniac (NH₃), le méthane (CH₄) et le sulfure d'hydrogène (H₂S). La présence de ces substances dépend des processus biologiques et chimiques spécifiques se déroulant dans le sol. **(Calvet, 2000)**

1.3.12. La description d'un profil de sol et méthodes d'échantillonnage et prélèvement surterrain :

Le sol est un milieu complexe, qui a plusieurs fonctions et qui peut être observé de multiples façons, en fonction des objectifs qu'on lui donne.

L'observation du sol se mène comme une enquête policière : l'observateur recherche le maximum d'indices pour répondre à la question qu'il se pose. Plus les indices sont concordants, plus la réponse est précise. La recherche se fait sur le terrain, avec l'agriculteur, en laboratoire et avec l'aide de la bibliographie.

Un sol en « bonne santé » permet de faire des économies d'intrants (travail du sol [fuel, matériel, temps de travail], engrais, phytosanitaires, irrigation, drainage,). Il permet ainsi d'obtenir de belles récoltes en quantité et en qualité

Un sol qui fonctionne bien c'est un sol qui a une bonne activité biologique, avec un comportement favorable à notre environnement (diminution de l'érosion, du ruissellement et des inondations ; qualité des eaux ; dégradation des phytosanitaires ; épuration des déchets et rétentions des nitrates et engrais,).

L'analyse de sol est couramment pratiquée en vue de connaître les potentialités d'exploitation durable du sol de façon à économiser et gérer les pertes par érosion et de protéger l'environnement :

- Sur des sols agricoles, on s'intéresse aux nutriments NPK, au pH, à la structure du sol, à sa granulométrie, ses capacités de rétention de l'eau et éventuellement aux ETM (éléments traces métalliques), etc. ;
- Sur les sols pollués ou suspectés d'être pollués ; pour l'évaluation environnementale et la

caractérisation d'une pollution, par des laboratoires spécialisés, on recherche par exemple des traces d'hydrocarbures, dioxines, furanes, métaux lourds, radionucléides, biocides, etc...

1.3.13. Domaines d'application des analyses des sols :

La partie des méthodes analytiques des sols (physico-chimiques et biologiques) dont le but n'a été que d'aider l'agriculture, elle s'est développée peu à peu et a pleinement évolué des techniques et le progrès scientifique.

Les domaines d'application de la pédologie sont très variés :

- **Agriculture.**
- **Géotechnique.**
- **Hydrologie.**

Ces applications ne seront efficaces que si des études approfondies du sol sont réalisées au préalable.

1.4. Opérations techniques pour la mise en valeur et l'amélioration des terres :

Pour mettre en valeur des terres en vue de l'agriculture irriguée, il faut entreprendre des opérations techniques spécifiques à chaque zone ; ces opérations techniques sont déclinées en huit rubriques :

1. Défrichage et épierrage ;
2. Protection contre les crues ;
3. Drainage ;
4. Nivellement et planage des terres ;
5. Apports et amendements physiques, chimiques et organiques ;
6. Lessivage bonifiant ;
7. Durée de la période de bonification ;
8. Ouvrages d'irrigation.

1.4.1. Défrichage et épierrage :

Dans les zones boisées à rocheuses et, hormis les aspects techniques qui seront présentés, d'autres facteurs sont à considérer dans une opération de défrichage : (I) le coût du défrichage ; (II) la valeur du bois ou autres produits ; (III) les dégâts causés à la terre par suite des opérations de défrichage et les conséquences ultérieures pour l'utilisation des terres.

- **Défrichage des zones boisées**

La destruction de la couche superficielle est grave si elle a une épaisseur très faible et renferme l'essentiel de la matière organique, et si elle recouvre un sous-sol quasiment stérile. Cette couche superficielle contient la majeure partie des éléments nutritifs ; elle doit donc être protégée. Si l'on emploie des méthodes de défrichage mécanisées, on risque d'enlever le sol arable avec la souche, et il ne restera qu'un sol souvent acide, stérile et inapte à la culture. Dans la région saharienne, steppique, tellienne ou littorale, le sous-sol est parfois constitué d'argiles inutilisables. Le défrichage mécanisé risque de compacter fortement l'argile ; la couche superficielle, avec ses caractéristiques physiques plus favorables, peut se trouver enlevée ou mélangée avec la terre moins bonne.

- **Débroussaillage :**

Il consiste à couper au plus près du sol, toutes les herbes, les lianes, les arbres de petit diamètre (inférieur à 10-15 cm) pour ouvrir la voie aux équipes qui travailleront avec les scies mécaniques et obtenir, quand les branches mortes auront séché, des matériaux bien secs qui brûleront facilement.

- Abattage :

Après le débroussaillage, les équipes de tronçonnage (généralement un opérateur et deux assistants) coupent toute la végétation le plus près possible du sol. La hauteur des souches varie selon la dimension du contrefort. Il faut, si possible, abattre tous les arbres dans la même direction pour faciliter les opérations suivantes et éviter d'encombrer les voies d'eau naturelles.

- Brûlage :

Il a comme but d'éliminer toutes les feuilles et un maximum de branches. On laisse sécher la végétation coupée et abattue avant de la brûler, ce qui prend généralement de 6 à 8 semaines selon l'ensoleillement et l'humidité. Il ne faut pas attendre plus de trois mois car la repousse des feuilles vertes empêche le brûlage. Il vaut mieux profiter de la saison sèche pour faire ce travail. Il est important de réunir le brûlage car il est beaucoup plus difficile de remettre le feu à une végétation à demi-calcinée et d'y effectuer les diverses opérations nécessaires.

- Empilage :

Après brûlage, on découpe le bois restant en morceaux pour faciliter leur transport. Ces bûches seront déposées sur les souches et on y remettra le feu. De cette façon, une grande partie de la souche elle-même disparaîtra sans laisser un trou béant. Les très grosses pièces doivent être découpées de façon qu'elles puissent être roulées vers la périphérie de la zone défrichée où on les laissera pourrir. Il est parfois nécessaire de répéter plusieurs fois l'opération d'empilage et de brûlage avant d'obtenir un résultat satisfaisant.

- Défrichage des zones occupées par des mauvaises herbes vivaces :

Afin de détruire les mauvaises herbes vivaces dans le cadre d'une opération de bonification des terres, on trouve trois méthodes principales qui peuvent être utilisées séparément ou conjointement : 1- la préparation du sol par des moyens mécaniques ; 2- La submersion ; 3. le désherbage chimique.

- Epierrage

L'épierrage se fait de multiples façons : à la main, avec des machines, par concassage ou aux explosifs. On enlève généralement les pierres (20-40 cm de diamètre) et les cailloux (7 - 20 cm de diamètre) des zones cultivées, encore que certaines cultures, comme les pâturages et les vergers, n'en soient guère affectées.

Si l'on utilise le système métrique, on peut prendre une superficie de 10 x 10 m (0.01 ha) ; toute pierre de 26,7 cm trouvée sur cette superficie correspondra à environ 1 m³ de pierres par hectare.

1.4.2. Protection contre les crues :

Les risques de débordement des rivières et des canaux de drainage ont souvent une incidence sur les terres aménagées et mise en valeur ; les terres situées dans des zones exposées à ce genre de dommages doivent être évaluées du point de vue des avantages et des coûts des mesures de protection contre les inondations. Il peut s'agir de mesures simples comme la construction de petites digues de terre, l'installation d'un drainage de surface supplémentaire, de gabions (structures grillagées remplies de pierres), ou d'ouvrages plus complexes. Dans beaucoup de cas, les dommages dus aux inondations seront supprimés par la construction, en amont, des ouvrages qui font partie des mesures prises pour accroître la quantité d'eau disponible pour l'irrigation. Les grands projets ont souvent l'avantage d'atténuer ou de supprimer les inondations.

1.4.3. Drainage :

Pour évacuer l'eau et les sels en excédent dans un bassin hydrographique irrigué, il faut un réseau de drainage superficiel ou souterrain.

Le drainage joue un rôle important dans les zones arides ou semi-arides où il faut maîtriser la salinité et la modicité.

Les études de drainage ont comme objectif d'établir la profondeur, la pente et les fluctuations du niveau

phréatique. Elles servent également à vérifier la présence ou l'absence de nappes captives (eau sous pression au-dessous de strates faiblement perméables), l'épaisseur et la perméabilité du sol et des couches sous-jacentes susceptibles de ralentir le déplacement d'eau.

1.4.4. Nivellement et planage des terres :

Les besoins de nivellement et planage des terres sont établis en fonction d'une appréciation de la topographie et des modifications à lui apporter compte tenu de la technique d'irrigation choisie pour le type d'utilisation des terres.

1.4.5. Apports et amendements physiques, chimiques et organiques :

La mise en valeur des terres peut nécessiter l'emploi de traitements physiques, chimiques et organique ; on peut ranger ces améliorations particulières des terres en deux grandes catégories.

- Moyens physiques de bonification :

Le labourage profond : particulièrement indiqué pour des sols stratifiés contenant des couches perméables et des couches imperméables, ou pour des sols comportant des couches gypseuses accessibles à la charrue ;

Le sous-solage : essentiellement employé pour briser un horizon B induré ou une couchecalcaire ;

L'inversion du profil : utiliser quand la partie supérieure du sol sous-jacent est dotée de propriétés indésirables (on inverse la partie supérieure et la partie inférieure des couches sous-jacentes, puis on remet en place la couche superficielle).

Le sablage : consiste à épandre du sable puis à le mêler aux horizons supérieurs des sols à texture fine (ne s'applique pas aux sols argileux lourds).

- Amendements chimiques et organiques :

Dans la bonification des sols sodiques/salins et des sols sodiques, des amendements chimiques sont très souvent nécessaires pour neutraliser le sodium libre et pour fournir un cation qui prendra la place du sodium dans le complexe échangeable. Le gypse est de loin l'amendement le plus couramment utilisé. Parmi les autres amendements utiles figurent le chlorure de calcium, le carbonate de calcium, et la chaux résiduaire. Certains agents acidifiants, comme l'acide sulfurique, le soufre et le sulfate de fer servent à bonifier les sols sodiques car ils neutralisent le carbonate de sodium et réagissent avec la chaux des sols calcaires pour produire du gypse, qui donne le taux de calcium soluble souhaité.

Une autre façon de solubiliser le CaCO_3 dans le même sol est d'accroître la teneur de matière organique en cultivant des engrais verts ou en appliquant une fumure organique. La façon la plus efficace d'améliorer les sols salins/sodiques après lessivage est bien souvent d'y pratiquer une culture bonifiante. Le paillage à l'aide de matériaux organiques peut aussi donner des résultats spectaculaires.

1.4.6. Lessivage bonifiant :

La concentration en sels de certains sols avant irrigation est parfois si élevée qu'un lessivage initial est nécessaire avant leur mise en culture. La quantité d'eau à apporter pour bonifier par lessivage une zone racinaire saline dépend principalement du degré initial de salinité du sol et de la technique d'arrosage.

1.4.7. Durée de la période de bonification :

Les terres qui doivent être bonifiées par nivellement ou lessivage ne sont pas toujours immédiatement aptes à la culture et à l'utilisation souhaitées. Il passera parfois plusieurs années avant que les rendements deviennent optimaux. Elle peut avoir une incidence considérable sur la faisabilité d'un projet. En règle générale, plus elle sera courte mieux cela vaudra. Pendant les premières années, le développement des cultures ne sera pas très homogène et il peut être indiqué de faire des cultures de valeur moindre, mais qui enrichissent le sol en matière organique et en éléments nutritifs.

1.4.8. Ouvrages d'irrigation :

L'évaluation de l'aptitude des terres du point de vue de la technique de l'irrigation comporte deux cas de la mise en valeur de nouvelles terres en vue de l'irrigation et la remise en état de périmètres d'irrigation.

1.5. Les différentes analyses à effectuer :

Les analyses de laboratoires permettent de préciser et de compléter de nombreux points. Le choix des analyses se diversifie pour les agriculteurs, agronomes, écologistes ou environnementalistes selon le but de leurs études :

1.5.1. Analyse physico-chimique du sol :

- La granulométrie :

La granulométrie du sol implique la classification des éléments constitutifs du sol en fonction de leur taille, ainsi que la détermination de la quantité et du pourcentage respectif de chaque fraction, notamment les sables, les limons et les argiles. Cette analyse est cruciale pour comprendre les caractéristiques physiques et chimiques du sol, ce qui est essentiel pour diverses applications telles que l'agriculture, la construction et la géologie.

Les pédologues utilisent des intervalles de diamètres pour diviser les différentes fractions de sol, comme suit :

Sables grossiers : de 2 mm à 200 µm Sables fins : de 200 µm à 50 µm Limons grossiers : de 50 µm à 20 µm
Limons fins : de 20 µm à 2 µm Fraction argileuse : inférieure à 2 µm

En déterminant le pourcentage de chaque fraction dans un échantillon de sol donné, les chercheurs peuvent mieux comprendre sa composition et ses propriétés, ce qui aide à prendre des décisions appropriées en matière de gestion des terres et d'utilisation des sols. (Soltner,1988)

- Matière organique :

La matière organique joue un rôle crucial dans le fonctionnement optimal du sol. Elle contribue de manière significative à ses propriétés physiques, chimiques et biologiques, ce qui est essentiel pour soutenir la croissance des plantes et maintenir la santé globale du sol.

Physiquement, la matière organique aide à stabiliser la structure du sol en formant des complexes organo-minéraux stables. Cela permet de résister à des phénomènes tels que la désagrégation, le tassement et la compaction, assurant ainsi une bonne aération et une porosité adéquate du sol. Une bonne porosité favorise la circulation des flux gazeux et liquides nécessaires aux processus biologiques du sol, tels que la respiration des micro-organismes et l'échange de nutriments avec les racines des plantes.

Chimiquement, la matière organique contribue à la fertilité du sol en fournissant des nutriments essentiels aux plantes, tels que l'azote, le phosphore et le potassium, ainsi que d'autres micronutriments. Elle favorise également la rétention d'eau dans le sol, aidant ainsi à maintenir un bon équilibre hydrique pour les plantes.

Biologiquement, la matière organique fournit un habitat et une source de nourriture pour une variété de micro-organismes bénéfiques présents dans le sol, tels que les bactéries, les champignons et les vers de terre. Ces organismes contribuent à la décomposition de la matière organique, libérant ainsi des nutriments pour les plantes, et jouent un rôle clé dans la régulation des cycles biogéochimiques du sol. En résumé, la matière organique est un élément fondamental pour la santé et la productivité des sols, et sa gestion durable est essentielle pour garantir des sols fertiles et résilients sur le long terme. (Coleman D 2017).

1.5.2. Le carbone organique :

La méthode Anne implique l'oxydation du carbone organique à l'aide de bichromate de potassium en milieu sulfurique. Ensuite, l'excès de bichromate est titré avec un réducteur, qui est le sel de Mohr (sulfates de fer et d'ammonium), en présence de diphénylamine et de fluorure de sodium.

1.5.3. Le pH :

C'est une mesure de l'acidité ou de la basicité d'une solution, y compris une solution de sol. Dans le contexte de l'agriculture, l'acidification des sols est une préoccupation importante car elle peut affecter la fertilité des sols cultivables. Les activités humaines telles que la pollution atmosphérique et l'utilisation d'engrais peuvent accélérer ce processus. (Benmezroua, 2014).

Le pH influence significativement les propriétés chimiques du sol et la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. Un pH inférieur à 7 indique une solution acide, tandis qu'un pH supérieur à 7 indique une solution basique ou alcaline.

Pour mesurer le pH d'une solution de sol, on utilise un pH-mètre. Le principe de mesure repose sur la détermination de la force électromotrice de la solution aqueuse du sol (rapport eau/sol). Un pH-mètre permet de mesurer cette force électromotrice et d'obtenir une valeur de pH.

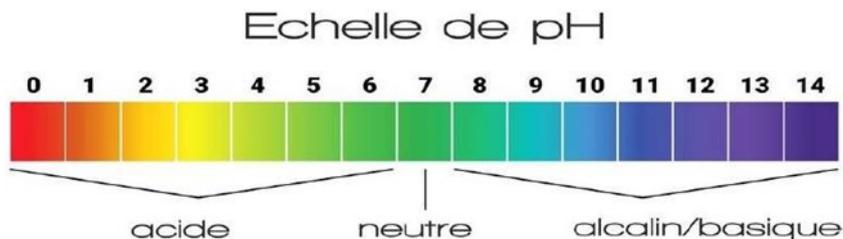


Figure 5. L'échelle de pH (pH KCl)

Pour effectuer la mesure du pH KCL, une méthode courante consiste à ajouter une solution de chlorure de potassium (KCL) à la solution de sol, à agiter pendant un certain temps, puis à laisser reposer avant de faire la lecture du pH. Cette étape permet de stabiliser la mesure et d'obtenir une lecture plus précise du pH de la solution de sol.

1.5.4. Conductivité électrique :

La conductivité électrique du sol mesure la capacité du sol à conduire un courant électrique, ce qui est influencé par la quantité et la nature des sels solubles présents dans le sol. En d'autres termes, elle est une indication de la salinité globale du sol.

Une forte conductivité électrique peut indiquer une forte concentration de sels solubles, ce qui peut être préjudiciable aux plantes car cela peut entraîner une mauvaise absorption d'eau et de nutriments. La conductivité électrique est donc un paramètre important à surveiller en agriculture, car elle peut fournir des informations sur la santé et la fertilité du sol, ainsi que sur la nécessité éventuelle de pratiques de gestion appropriées pour maintenir des conditions optimales pour la croissance des plantes. (Baize, 1988).

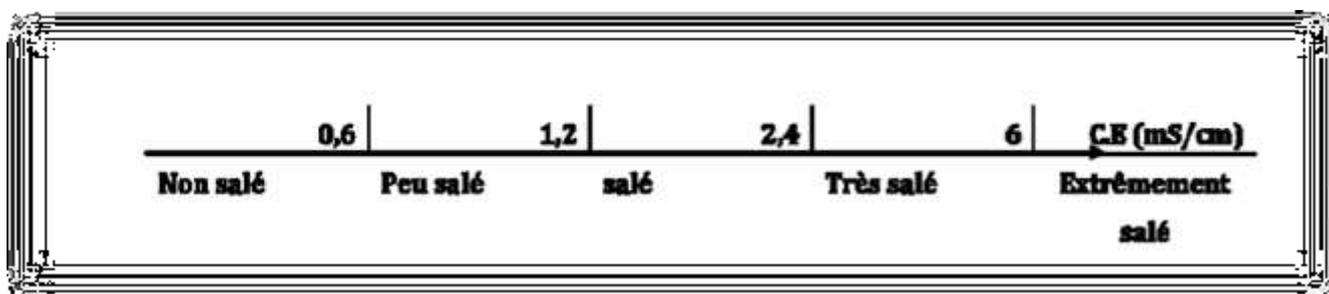


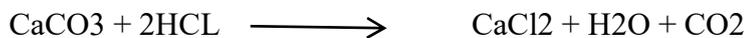
Figure 6. Mesure de la conductivité électrique

1.5.5. Le Calcaire :

Le calcaire total est un composant essentiel du sol qui peut se présenter sous différentes formes, telles que des grains grossiers et durs ou des particules fines. Sa présence dans le sol peut avoir un impact significatif sur divers aspects de la qualité du sol et de sa capacité à soutenir la croissance des plantes. Pour mesurer la quantité de calcaire dans le sol, la méthode volumétrique est souvent utilisée. Une méthode courante est l'utilisation du Calcimètre de Bernard, un appareil conçu spécifiquement pour

cette mesure. Cette méthode implique généralement l'utilisation d'une solution d'acide pour dissoudre le calcaire présent dans l'échantillon de sol, et la mesure du volume de dioxyde de carbone libéré. À partir de cette mesure, la concentration de calcaire dans le sol peut être déterminée.

La connaissance de la quantité de calcaire dans le sol est importante pour plusieurs raisons, notamment parce que le calcaire peut influencer le pH du sol, sa structure et sa capacité à retenir l'eau et les nutriments. En agriculture, la gestion du calcaire est donc un aspect crucial de la gestion des sols pour garantir des conditions optimales pour la croissance des cultures.



$$P' \times V \text{ CaCO}_3(\%) = \frac{\text{CO}_2 \text{ dégagé}}{P \times V}$$

$$P \times V'$$

Dans laquelle :

P' = prise d'essai de CaCO₃ pur.

V' = le volume de CO₂ dégagé par CaCO₃ pur.

V = le volume de CO₂ dégagé par la terre.

P = prise d'essai de terre.

1.5.6. Calcaire actif :

Tableau 3. 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

Pour la détermination du calcaire actif, une méthode plus modérée est utilisée, contrairement à la méthode utilisée pour le calcaire total, qui implique une réaction violente et totale. Cette méthode modérée vise à ne concerner que les particules de calcaire les plus fines ou la surface des particules plus grossières. Il est donc essentiel de respecter les conditions conventionnelles d'agitation pour obtenir des résultats précis.

Pour doser le calcaire actif, on exploite la propriété du calcium de se combiner aux oxalates pour former de l'oxalate de calcium insoluble. Cette réaction permet de précipiter le calcium présent dans le sol sous forme d'oxalate de calcium, qui peut ensuite être mesuré pour déterminer la concentration de calcaire actif. Cette méthode, bien que moins agressive que celle utilisée pour le calcaire total, permet d'estimer plus précisément la quantité de calcaire réellement disponible pour les plantes, ce qui est important pour

comprendre son impact sur le sol et son potentiel agronomique. **(Drouineau, 1942).**

1.5.7. L'humidité du sol :

L'humidité du sol joue un rôle crucial dans la variation des propriétés des différents matériaux ou sols. Le taux d'humidité spécifique à un sol particulier influence significativement ses caractéristiques de diffusion et de stockage de l'eau. Un sol avec un taux d'humidité élevé peut présenter des propriétés de rétention d'eau plus importantes, tandis qu'un sol plus sec peut avoir des capacités de rétention d'eau réduites.

Analyses microbiologiques :

- Actinomycètes :

D'après **Dommergues** et **Mangenot** (1970), les actinomycètes sont des micro-organismes qui présentent des similitudes à la fois avec les bactéries (Eubactéries) et les champignons. Ils se caractérisent par leur structure mycélienne, similaire à celle des champignons, ainsi que par leur appareil nucléaire primitif et leur capacité à produire des organes de fructification. Ils jouent un rôle majeur dans les sols en raison de leurs diverses capacités :

Une capacité à dégrader les substances organiques non biodégradables par les champignons et les bactéries, ainsi qu'à produire des substances probiotiques, antibiotiques ou toxiques **(Oulbachir, 1997).**

- Les champignons :

Les champignons sont une partie importante de la fonction de l'écosystème, et il peut récupérer la matière organique et végétale dans les éléments minéraux qui peuvent être utilisés dans les plantes.

L'importance des champignons est très grande. En particulier, ils ont un intérêt aromatisé et un rôle important dans l'industrie alimentaire (fermentation de l'alcool); la biotechnologie (ADN de réorganisation) et l'industrie pharmaceutique interviennent dans de nombreux cycles de qualité biologique **(Carnavel, 2015).**

- Les Azotobacter :

Les Azotobacter sont des bactéries aérobies strictes présentes dans le sol, capables de fixer l'azote atmosphérique pour le rendre disponible aux plantes. Elles transforment l'azote atmosphérique en ammonium, une forme d'azote que les plantes peuvent utiliser pour leur croissance. Cette capacité de fixation de l'azote atmosphérique est bénéfique pour de nombreuses plantes, contribuant ainsi à améliorer la fertilité du sol et à favoriser la croissance des cultures. On estime que les Azotobacter peuvent fixer entre 20 et 40 kg d'azote par hectare. **(Robert et Chenu, 1992).**

- Les bactéries aérobies :

Les bactéries aérobies sont des micro-organismes qui ont besoin d'oxygène pour leur croissance et leur métabolisme. Elles se développent dans des environnements riches en oxygène, comme l'air ou les milieux aqueux bien oxygénés. Ces bactéries utilisent l'oxygène pour dégrader les composés organiques et produire de l'énergie. Leur présence est essentielle dans de nombreux processus naturels, tels que la décomposition de la matière organique, la purification de l'eau et la formation de compost. Les bactéries aérobies sont également utilisées dans des applications industrielles, notamment dans le traitement des eaux usées et la production alimentaire. **Madigan et al (2012)**

- Clostridium :

Clostridium est un genre de bactéries anaérobies souvent présentes dans le sol. Ces bactéries sont importantes pour le cycle de vie du sol car elles participent à la décomposition de la matière organique et au recyclage des éléments nutritifs. Certaines espèces de Clostridium sont également capables de fixer l'azote atmosphérique, contribuant ainsi à la disponibilité de cet élément essentiel pour la croissance des plantes. **(Pargett et al, 2020).**

Chapitre 2. Le compostage

2.1. Introduction

Le compostage est l'une des principales voies de valorisation de la fraction organique.

Il se présente comme un maillon indispensable de la chaîne de valorisation des déchets permettant non seulement la réduction de la fraction organique, mais aussi la production d'un engrais naturel, substitut des engrais chimique et très bénéfique aux sols. (Houot, 2001)

Outre les aspects pédologiques, environnementaux et écologiques, le compostage a des enjeux économiques ; à savoir, l'obtention d'un produit de qualité, à coût réduit, et la création d'activités et d'emplois. (Martinez-Blanco et al., 2010).

Il se présente en Algérie comme un marché prometteur, en particulier vu l'abondance de la matière première (55% du contenu de nos poubelles) et le besoin constant de nos sols en matière organique. (Kaci et al., 2013).

2.2. Le compost -

Le compost est un élément essentiel à la fertilité d'un sol, il représente un amendement organique riche en humus qui agit à long terme pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, et aussi un engrais.

Il se forme par la décomposition de biodéchets ; un procédé biologique de transformation sous l'action de microorganismes, d'insectes et de vers de terre en présence d'oxygène (aérobie). (Agence Nationale des Déchets, 2018).

2.2.1. Le compostage

Le compostage est le processus de décomposition et de transformation naturelle des matières organiques telles que les déchets de table ou du jardin, mis en place dans des conditions contrôlées, qui se transforme en sol fertilisant et très riche que l'on nomme le compost (Bernal et al., 2009).

2.2.2. Objectifs du compostage

- Le compostage permet de poursuivre un ou plusieurs des objectifs suivants :
- Réduction de la masse du déchet ; diminuer d'environ 40 % de son volume et ainsi réduire la quantité de camions se dirigeant vers les lieux d'enfouissement (Diaz et al., 2011)
- L'obtention d'un produit à grande valeur ajoutée économiquement viable. Tchobanoglous et al., 1993)
- Économiser des sommes importantes de coûts de cueillette, de transport et de gestion des sites d'enfouissement. (Zorpas et Vassilis, 2015).
- Réduire la pollution de l'air, de l'eau et des sols, ainsi que la quantité de gaz à effet de serre que produisent nos déchets de table dans les dépotoirs ;
- Enrichir la terre avec un excellent fertilisant naturel valorisable (compost) et un amendement organique des sols.
- Augmentation de sa résistance aux maladies et à la toxicité.
- Le compost aide la culture à mieux prélever les éléments nutritifs.
- Meilleure aération, stabilité du sol
- Une réduction des risques pour les cultures, des rendements plus élevés et une réduction des dépenses des agriculteurs pour l'achat d'engrais minéraux. Larney et Angers, 2012)

2.2.3. Que peut-on composter ?

Déchets de jardin et d'entretien des espaces verts :

Les fleurs fanées, les plantes, ...

Les feuilles, les tailles de haies et d'arbustes et le branchage de l'élagage (broyés).

(EPA, 2019)

Les déchets de cuisine, de cantines et de restauration :

Épluchures

Restes de légumes, de fruits,

Coquilles d'œufs

Filtres et marc de café, sachets d'infusions

Feuilles de thé.

Les déchets de marchés de fruits et légumes.

Marchandise non vendue ou en début de décomposition. (Tangara, 2012)

Laitages.

Les autres déchets : sciures, copeaux (non traités), papiers et cartons, fumiers d'animaux d'élevage. (Raviv et Lieth, 2007).

2.2.4. Les modes et méthodes de compostage

Les principaux modes de compostage à grande/ moyenne échelle, sont les suivants :

Le compostage en fosse :

Il s'agit du mode le plus simple et le mieux adéquat en zone semi-aride qui utilise une fosse comme site pour produire un engrais organique (compost à chaud)

Elle consiste à une décomposition anaérobie en superposant dans une fosse des couches successives de résidus végétaux, d'ordures ménagères décomposables et du fumier suivi d'arrosage abondant et régulier

Les fosses sont généralement couvertes de sable pour garder l'humidité à l'intérieur et éviter les odeurs

Cette technologie vise à produire de la fumure organique à faible coût à l'aide de matières végétales et minérales disponibles localement ; à améliorer la fertilité des sols et contribuer à améliorer les rendements de cultures (FAO, 2013).



Figure 7. Le compostage en fosse

Le compostage en tas :

C'est le système utilisé dans les stations de compostage à andains. Les andains peuvent être d'une hauteur de 1 à 2 m, à l'aire libre.

Il suffit de choisir un emplacement spacieux et reculé, plutôt à mi-ombre et bien drainé, puis d'y amonceler les déchets par petites couches successives. Avec le temps, nul doute que la nature fera son œuvre.

L'idéal est d'y déposer des matières organiques diverses et variées, avec toutefois quelques limitations : évitez les plantes traitées à l'herbicide ou tout autre produit chimique.

Éparpillez bien chaque apport sur toute la surface. Préférentiellement, il convient de retourner les tas tous les 4 à 6 mois.

En automne, dispersez les feuilles mortes, idéalement broyées au préalable, uniformément sur votre tas. Ainsi, il sera protégé des grands froids et restera chaud et actif.

Ce type de compostage s'applique à des échelles très différentes de quelques tonnes par an dans le cas des petites communautés ou d'un quartier à quelques dizaines de milliers de tonnes par an pour une région (Gobat et al., 2003). (Jean Michel GOBAT & al, 2003).



Figure 8. Le compostage en tas

Le compostage en container :

Le composteur est un cylindre disposé dans une zone semi ombragée permettant d'accélérer le processus de compostage. Ses limites sont la nécessité de brassage des déchets.

Les matières sont confinées dans plusieurs centaines fermés. Opéré en cuvées, chaque module est doté d'unité d'aération (est doté de tuyaux d'aération qui sont connectés à un ventilateur) et de contrôle distinct qui permet la recirculation d'une partie de l'air issue du procédé. Les matières séjournent de deux à trois semaines environ dans les conteneurs ou tunnels, après quoi comme tout système en enceinte fermée, les matières doivent subir une phase complémentaire de maturation à l'extérieur ou dans un bâtiment conçu à cet effet.

Le niveau de complexité de cette technologique est Élevé : requiert notamment des modules de traitement sophistiqués, un système d'aération contrôlé et un biofiltre Coûts Investissements et coûts d'opération plus élevés que les systèmes ouverts avec moins de superficie de terrain requise que pour les systèmes ouverts (Gaillard, 2005).



Figure 9. Le compostage en container (Gaillard, 2005).

2.2.5. Comment choisir le type de compostage ?

Le choix d'un type de compostage doit être adapté à plusieurs paramètres :

Le volume de déchets que l'on prévoit de composter

La superficie du terrain que l'on peut mobiliser et le dimensionnement de la station

Les moyens humains et matériaux

La finalité du produit (à usage personnelle ou commercial) et la clientèle visée.

2.2.6. Conditions pour la confection du compost

Le compost peut être confectionné dans toutes sortes d'endroits.

Cependant, quel que soit le type, les principes du compostage doivent toujours rester les mêmes : Il faut créer les conditions optimales d'un environnement dans lequel les microorganismes effectuent la décomposition des matières organiques.

L'aération (conditions d'oxygène) :

Il est souhaitable d'assurer une bonne oxygénation, la décomposition des matières organiques étant principalement le fait de microorganismes aérobies.

L'humidité :

Une certaine humidité est indispensable pour que les microorganismes effectuent le travail de décomposition des matières organiques, préférablement entre 50 et 60%.

Le pH :

Le pH doit se situer entre 6,5 et 8. Le milieu basique est le plus propice au compostage et la décomposition n'avance pas dans un milieu acide.

Le rapport carbone/azote :

Dans le processus de décomposition, les matières carboniques contenues dans les matières organiques sont utilisées par les microorganismes et rejetées sous forme de CO₂. Si, lors du processus de compostage, le rapport carbone / azote (rapport C/N) des matières organiques est inférieur à 15, une perte d'azote est à craindre. Si par ailleurs le rapport C/N est trop élevé, le processus de décomposition en est considérablement ralenti. Le rapport C/N optimal se situe entre 15 et 30.

Forme des composés carboniques :

La forme des composés carboniques influe sur la vitesse de la décomposition des matières organiques. Les glucides simples, les amidons, les hémicelluloses, les pectines ou encore les acides aminés etc. se décomposent aisément. Les celluloses sont plus résistantes et les lignines se décomposent difficilement. (Tahirou Tangara, 2012)

Effets de l'addition de composte sur les propriétés du sol :

Addition de composte à un sol modifier considérablement ses propriétés physiques, chimiques et biologiques, à court et long termes. (Jean Michel GOBAT &al, 2003)

Effets sur les propriétés physiques :

La capacité de rétention de l'eau et sa disponibilité pour les plantes sont augmentées de même que la stabilité structurale du sol.

Amélioration des qualités physiques du sol par le compost est plus lente et beaucoup plus durables que celle apporté par l'addition de tourbe. (Jean Michel GOBAT &al, 2003)

Effets sur les propriétés chimiques :

Par l'apport des matières humigènes du compost, la capacité d'échange cationique est augmentée :

Le sol retient plus de sels minéraux, ce qui favorise la nutrition des racines et s'oppose à l'exuviation des ions.

La teneur en sels minéraux des composts leur confèrent un pouvoir tampon élevé : ils stabilisent le pH et neutralisant les sols très acides. (Jean Michel GOBAT &al, 2003).

Effets sur les propriétés biologique :

Les composts mûrs renferment une communauté importante et diversifiée des micro-organismes mésophiles. Leur utilisation conduit à une augmentation significative des activités enzymatiques du sol qui dépend toutefois du type de composte utilisé.

Se pendant le compost est considéré comme une source d'aliment indigène du sol. (Jean Michel GOBAT &al, 2003).

Chapitre 3. Les plantes aromatiques et médicinales

3.1. Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques appartiennent à la fois au domaine des plantes médicinales et les matières premières industrielles d'origine végétale, et constituent des sources de substances naturelles complexes, destinées à apporter des caractères organoleptiques particuliers aux aliments. Les plantes aromatiques fraîches, séchées ou conservées peuvent servir à l'assaisonnement des mets et également donner naissance à des formes galéniques particulières que sont les extraits végétaux, les huiles essentielles ou les oléorésines. (TEUSCHER.E &al, 2005).

3.1.1. Le Citron

Synonyme : *Citrus limonum* RISSO.C. medica L.var.limonum(RISSO)WICHT et ARN.

Systématique : Espèce très polymorphe, avec des aiguillons plus ou moins gros et le plus souvent des pétioles non ailés

Famille: Rutaceae (TEUSCHER.E &al, 2005)

Sol : doit avoir une texture légère, sableuse et pauvre en sels, mais peut aussi être argileux et moyennement profond

Description : cette plante est d'une couleur jaunâtre, elle a une forme ovale mais aussi pointue à leur sommet, parce qu'ils portent à l'extrémité opposer au reste du pédoncule a ronflement appeler

mamelon; ils ont entre 7 à 10 cm de long, avec une odeur caractéristique et aromatique

La saveur : l'écorce est brûlante, celle de l'écorce confite est sucrée, concernent sont jus est très acide

Emploi : utiliser comme épice dans un filet de jus de citron sert à aromatiser les plats à base de viande et poisson, aussi à décorer les recettes sucrées ou épicées, il sert de confectionner des boissons rafraichissantes et permet à parfumer les grogs ou aromatiser les thés ou les tisanes.

En raison de la saveur aromatique et acide de son écorce, le citron règle l'appétit et stimule la digestion tandis que l'huile de citron sert à la fabrication des arômes alimentaires. (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 10. Citron (TEUSCHER.E &al, 2005)

3.1.2. L'Ajowan

Espèce : *trachyspermum ammi* (L.) SPRAGUE.

Synonymes : *carum copticum* (L.) BENTH.et HOOK. f. ex C.B CLARKE, *Carum ajowana* BAILL., *Trachyspermum copticum* (L.) LINK.

Famille : apiaceae (=Ombellifères).

Origine : l'Inde

Sol : sol bien drainé.

Description : Herbacée annuelle, atteignent jusqu'à 1.5 m de hauteur et ressemblent au persil sauvage. Ses tiges sont dressées, généralement glabres au très légèrement pubescentes. Les feuilles sont peu nombreuses, finement divisées en lobes multitudes linéaires, les fleurs sont de couleur blanche.

Une fois écrasés les fruits produisent une odeur prononcée celle de thym

La saveur : piquante et brûlante.

Emplois : L'ajowan est un condiment très populaire qui sert surtout à aromatiser de nombreux plats et à épicer les pâtisseries ainsi que les plats à base de haricots et de légumes secs, on peut également l'utiliser comme une tisane.

Les fruits sont aussi utilisés comme engrais ou comme aliment en pisciculture (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 11. Ajowan (TEUSCHER.E &al, 2005)

3.1.3. Le Safran

Espèce : *Crocus sativus* L.

Systematique : l'espèce se subdivise en plusieurs variétés qui se différencient par la longueur du pistil et la couleur des fleurs

Famille : Iridaceae

Sol : la texture du sol doit être légère, sablonneux ou argileux et perméable aérée pauvre en matière minérale mais riche en matières organiques, le sol devra être frais, humide et draine, les endroits ensoleillés et chauds (TEUSCHER.E &al, 2005).

Description : Plante herbacée pérenne de 8 à 30 cm de haut pourvue d'une sorte de bulbe arrondi, déprimé, charnu, très amyloïde, protégé à l'extérieur par des tuniques membraneuses brunes et portant à sa partie supérieure des débris de feuilles avec une odeur forte, aromatique et caractéristique.

La saveur : légèrement amère et piquante après mastication, la salive se colore en jaune orangé, épicé.

Emploi : il est utilisé comme épice et arôme dans plusieurs plats et aussi comme un colorant parfois il sert de pigment naturel dans l'industrie cosmétique et parfumerie.



Figure 12. La fleur de safran (TEUSCHER.E &al, 2005).

3.1.4. La Menthe poivrée

Espèce : *Mentha piperita* L.nm.piperita

Synonyme : *Mentha piperita* L.var.vulgaris.

Systématique : *Mentha piperita* L.est un hybride stérile issu du croisement entre la mentheaquatique (*M. aquatica* L.) Et la menthe verte (*M. Spicata* L.)

Origine : Angleterre et pays méditerranéens. (TEUSCHER.E &al, 2005)

Sol : sablonneux, argileux, pas trop secs mais riche en humus

Description : Plante vivace par son rhizome vigoureux formant de longs stolons traçant, les uns aérien les autres souterrains. Les tiges pouvant atteindre 90cm de hauteur, sont noueuses, quadrangulaire, souvent striée de violet foncé ; certains portent à leur partie supérieure des poils dressés en arrière, d'autre sont glabres. Des pousses latérales prennent naissance dans l'axe des feuilles, avec une odeur pénétrante et mentholé.

La saveur : aromatique et rafraichissante

Emploi : comme épice et arôme dans de nombreux plats et défèrent produits laitiers.

L'huile essentielle de menthe poivrée est employée en liquoristerie et en confiserie liqueur de menthe poivrée, bonbons, chewing-gum, dentifrice, bains de bouche, lotion corporelle et autres sucreries (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 13.. Menthe poivrée. (Jesus Cardenas, 2017)

3.1.5. Le Gingembre

Espèce : *Singiber officinale* L. **Synonyme :** *Amomune zingiber* L. **Famille :** zingiberaceae

Sol : Il se cultive dans un sol léger riche en humus suffisamment irrigué

Description : Herbacée vivace par son rhizome à croissance horizontal.

Ce dernier est charnu, irrégulier, allongé, formé de plusieurs articles tubéreux et noueux striés par des cicatrices foliaires et légèrement comprimé, odeur aromatique avec une note citronner

(TEUSCHER.E &al, 2005)

Saveur : aromatique, légèrement amère plus ou moins piquante

Emploi : Cuisine Frais ou séché, il agrémente agréablement bon nombre de plats, qu'ils soient salés ou sucrés.il sert à parfumer les pâtisseries et les confiseries. (TEUSCHER.E &al,2005).



Figure 14. Gingembre. (Nathalie Guellier 2016)

3.1.6. Le Girofle

Espèce: *Syzygium aromaticum* (L.) MERR.et L. M PERRY.

Synonyme : *caryophyllus aromaticus* L. *Eugenia aromatica* (L.) BAILL. non O.C. BERG. E. *Caryophyllata* THUNB., E *caryophyllus* (SPRENG.) BULL. et HARR., *Jambosa caryophyllus* (SPRENG.) NIEDENZU.

Famille : Myrtaceae

Sol : riche à la fois humide et poreux donc bien drainé situé sur des terrains chaudes et humide des tropiques (TEUSCHER.E &al, 2005)

Description : le girofler est un arbre pouvant atteindre une dizaine de mètres de haut, doté de feuilles ovales et coriaces ressemblant à celles du laurier. Il produit des fleurs à quatre pétales blanc rosé, caractérisées par leurs sépales rouges persistant, avec une odeur caractéristique épicé et sucrée.

Saveur : fortement aromatique, épicé, légèrement amère et brulante les clous mâches laisse en bouche une sensation d'engourdissement. (TEUSCHER.E &al, 2005)

Emploi : Prisé des cuisiniers du monde entier, il entre dans la composition de nombreux mélanges d'épices voués à relever les plats sucrés ou salés, le thé, les bouillons, le fromage et même le vin chaud. (Jean VALNET, 2023).

Son l'huile sert à aromatiser quelques liqueurs, en particulier les digestives, aussi en parfumerie, en savonnerie ainsi que dans les industries pharmaceutique et alimentaire. (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 15. Gironfle (J. Valnet, 2023)

3.1.7. Le Curcuma

Espèce : *Curcuma domestica* VaL **Synonyme** : *curcuma longa* auct. Plur. non L **Famille** : zingiberacrae

Sol : frais mais pas trop humide

Description : Plante herbacée vivace par son rhizome, ces rhizomes présentent des cicatrices circulaires qui correspondent à l'endroit d'insertion des tiges feuillées desséchées.

Le Curcuma peut atteindre 2 mètres de hauteur. Il a de grandes feuilles engainantes qui jaillissent à la surface du sol, et un épi de fleurs blanchâtres ou jaunâtres au centre orange vif, avec des bractées teintées de rose ou de pourpre. Son rhizome est gris blanchâtre à l'extérieur, et d'un bel orange vif à l'intérieur, avec une odeur douce et épicée, légèrement brulante et amère (TEUSCHER.E &al, 2005)

Saveur : fortement aromatique, épicée, un peu piquante, elle colore la salive en jaune.

Emploi : il sert comme épices et colorant dans plusieurs plats, son l'huile est utilisée dans la parfumerie, l'extrais de cette plante est servi fréquemment comme un pigment naturel, notamment pour teindre le coton, la laine, la soie, cette épice colore également le cuire, il sert en ébénisterie et en marqueterie pour tendre certain bois (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 16. Curcuma, (Nathalie Guellier 2016)

3.1.8. Le thym

Espèce : *Thymus vulgaris* L.

Systematique : bien que le genre soit morphologiquement très variable, d'éventuelles subdivisions en sous-genres ou en variétés ne sont généralement pas admises

Famille : *Lamiaceae*

Saveur : aromatique

Sol : légère et calcaire mais il prospère tout aussi bien sur sol fertile argileux

Description : sous-arbrisseau touffu et dressé, pouvant atteindre 40 cm de hauteur, à tiges fortement ramifiées, ligneuses et tortueuses à la base portent des feuilles persistantes

Emploi : ingrédients importants pour nombreux plats il est aromatisant et les épice

Son huile essentielle sert en liquoristerie, pour parfumer les savons et pour préparer des bains aromatiques, elle entre également dans la composition d'eaux de Cologne, de bains de bouche, de déodorants et de lotions capillaire (TEUSCHER.E &al, 2005).



Figure 17. Fleur de thym. (TEUSCHER.E &al, 2005)

3.1.9. La Vanille

Espèce : *Vanilla planifolia* ANDR

Synonyme : *Vanilla fragrans* (SALISB.) AMES.

Famille : *Orchidaceae*

Sol : sablonneux riche en humus et profonds

Description : plante épiphyte, pluriannuel et persistante, ressemblant à une liane grimpante aux tiges vertes, cylindriques, flexueuses, charnues, de 2 à 3 cm d'épaisseur, Ces tiges portent des feuilles alternes, Ces tiges portent des feuilles alternes, cette plante possède une odeur fleurie très forte et exotique

Saveur : très aromatique, agréable (due principalement à la vanilline)

Emploi : sert à aromatiser et préparé de nombreux plats surtout en pâtisserie et utiliser dans les industries alimentaires et différentes boissons. (TEUSCHER.E &al, 2005)



Figure 18. La vanille (TEUSCHER.E &al, 2005)

3.1.10. Le Carvi

Espèce : *Carum catvi* L

Famille : apiaceae(=Ombellifere)

Sol : humide mai non détrompes, riche en humus de préférence calcaire

Description : herbacée bisannuelle ou pluriannuelle. Pouvant atteinte 0.3 à 1.0 m de hauteur, Avec une odeur douce, légèrement poivrée, intensifiée après frottement

Saveur : musquée, légèrement brulante, chaude et acre.

Emploi : comme épice dans les différentes cuisines du monde, utiliser également pour aromatiser certains mets sucré, dans l'industrie de la parfumerie est en savonnerie.

Son l'huile essentielle sert à confectionner certaines liqueurs. (TEUSCHER.E &al,2005)

L'être humain et les plantes vivent ensemble depuis sa création, faisant que différentes espèces de plantes ont toujours été très largement utilisées par l'homme qu'il apprécia aussi bien pour leurs qualités médicinales, nutritives que leurs qualités gustatives,

Ainsi sur chaque région se sont développées différentes traditions et différents rituels usant des plantes et qui se sont transmis et enrichis d'une génération à une autre.

L'Algérie est connue pour sa diversité d'espèces de plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart existent spontanément et sont largement utilisées dans tous les terroirs du pays.

Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), près de 6377 espèces de plantes sont utilisées en Afrique, dont plus de 400 sont des plantes médicinales qui constituent 90% de la médecine traditionnelle (Maryama Hachi & al, 2015).



Figure 19. Le carvi. (Jesus Cardenas, 2017)

3.2. Les plantes médicinales

Les plantes représentent un réservoir pour les pharmacopées du monde. Plusieurs médicaments importants sont fabriqués à partir des substances actives d'origine végétales.

Elles sont utilisées directement sous forme fraîche, sèche ou transformée, stabilisée, formulée ou extrait avec d'autres plantes ou excipients de synthèse. Elles constituent la base de la phytothérapie.

La liste des plantes médicinales est très large. En voici quelques exemples, nonexhaustifs, ainsi que les troubles contre lesquels elles peuvent agir :

3.2.1. L'absinthe

L'absinthe est une plante vivace avec un gout amer ses fleur sont d'une couleur jaune Les propriétés médicinales de cette plante des Alpes sont multiples et connues depuis l'Antiquité, on la retrouve dans les alpes suisses, en Afrique du nord et en Amérique. (*AbdelkaderBELOUED, 2009*).

- Caractères botaniques :

Noms communs : absinthe, grande absinthe, aluyme, armoise, herbe sainte, herbe aux vers, absinthe suisse, armoise amère

Nom anglais : Absinthe wormwood

Classification botanique : famille des astéracées (*Asteraceae*)

Formes et préparations : infusions, décoctions, teinture mère

- Les sols

L'absinthe se plaît dans les sols calcaires et fertiles, pas trop lourds et plutôt secs et bien drainés. Elle est très gourmande en azote et apprécie les situations ensoleillées. (Jesus Cardenas,2017).

- Propriétés médicinales de l'absinthe

Utilisation interne :

Tonifiante : prise en infusion, l'absinthe est utilisée pour lutter contre la fatigue ou dans le cadre d'une convalescence.

Antinauséuse : elle apaise les nausées ainsi que le mal de mer (ou le mal des transports).

Antiparasitaire : elle peut être absorbée en cas de vers intestinaux (ascaris ou oxyures).

Stomachique : cette plante diminue les troubles digestifs, les ballonnements et les flatulences.

On peut l'utiliser aussi contre l'anémie, la manque d'appétit, troubles hépatiques et la fièvre. (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014)

Utilisation externe :

Antiseptique : en décoction, l'absinthe sera appliquée avec une compresse sur une plaie ou une piqûre d'insecte. Elle s'utilise également en cataplasmes chauds. (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014).

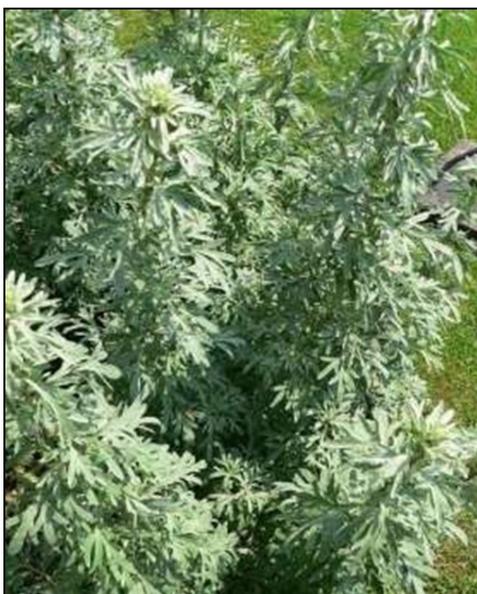


Figure 20. L'Absinthe (Aminthe RENOUF, 2019)

3.2.2. La camomille

Les camomilles sont des plantes médicinales courantes dans nos régions, vivace de 10 à 30 cm de haut avec des racines fortes, ses feuilles sont divisées en folioles très courtes, lobées et pointues, les fleurs en capitules solitaires à l'extrémité des rameaux. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014).

- Caractères botaniques

Noms scientifiques : *Chamaemelum nobile*, *Anthemis nobilis*

Noms communs : camomille romaine, camomille noble, camomille odorante, grande camomille, camomille, anthémis noble, camomille d'Anjou.

Noms anglais: *chamomile*, *Roman chamomile*, *English chamomile*, *garden chamomile*, *groundapple*, *low chamomile*, *whig plant*

Classification botanique : famille des astéracées (*Asteraceae*)

- Les différentes formes et préparations :

Tisanes, inhalations, collyres, collutoires, huiles essentielles, pommades, lotions, crèmes, granulés d'homéopathie. (Jesus Cardenas,2017)

Sol : Bien drainé, sablonneux. (*Clémentine Desfemmes ,2019*).

- Propriétés médicinales de la camomille

Propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes. Calme les douleurs menstruelles, en augmentant la fluidité du sang. Propriétés sédatives et action d'antidépresseur. Ouvre aussi l'appétit.

Antispasmodique digestif et utérin ; eupeptique ; cholagogue ; stimulant ; tonique amer ; Emménagogue ; sudorifique ; antianémique ; vermifuge ; fébrifuge ; antalgique et anti-inflammatoire. (*mahboubi MOUSAOUI, 2014*)

Utilisation externe :

Antinévralgique ; problèmes ophtalmiques (conjonctivites et blessures) ; vulnéraire. (*Jesus Cardenas,2017*).



Figure 21. Camomille (Santarome Bio,2023)

3.2.3. Le Lin

Le lin (*Linum usitatissimum*) fait partie des plantes connues depuis toujours, herbacée qui peut atteindre de 30 à 50 cm de haut, ces fleurs sont bleues, il est récolté après la floraison avant que les graines ne soient entièrement mures et ne tombent au sol. (*Mahboubi MOUSAOUI, 2014*).



Figure 22. Le lin (Jesus Cardenas,2017)

- Caractères botaniques :

Noms communs : lin, lin cultivé, lin domestique, lin usuel, lin des fleurs, lin de Riga

Noms anglais : *flax, common flax, linseed*

Classification botanique : famille des linacées (*Linaceae*)

- Type de sol :

Le lin préfère les sols légers et bien drainés, comme les sols sableux ou argileux. (*Mahboubi MOUSSAOUI, 2014*).

- Formes et préparations :

Graines, huiles, farines, cataplasmes

- Propriétés médicinales lin

Utilisation interne :

Laxatif d'action mécanique ; anti-inflammatoire ; ralentisseur de l'absorption du cholestérol; antispasmodique ; antioxydant ; nutritif ; calmant ; soulage les symptômes de la ménopause ;Emollient ; adoucissant (Jesus Cardenas,2017)

Utilisation externe : -

Eczéma, inflammations cutanées et répare les peaux sèches.

3.2.4. La verveine

C'est une plante vivace, mesurant 1 mètre de haut, aux tiges minces et raides avec de petites fleurs lilas disposées en épis.

- Caractères botaniques :

Nom scientifique : *Verbena officinalis*, la verveine est aussi connue sous d'autres appellations : verveine officinale, verveine commune, verveine sauvage, herbe sacrée, herbe aux enchantements, herbe aux sorciers, herbe de sang. Cette fleur, en

Classification botanique : appartient à la famille des verbénacées (*Verbenaceae*). Différentes sortes de fleurs existent, comme *Verbena hybrida* ou *Verbena bonariensis*, à différencier également de la verveine citronnelle. En phytothérapie, elle s'utilise sous plusieurs formes et préparations : gélules, infusions, huiles essentielles.

Sol : légers, bien drainés, perméables.

- Propriétés médicinales :

Utilisation interne :

La verveine offre une : Action sur le système digestif : digestions difficiles, maux de ventre, diarrhée. Action anti-inflammatoire : rhumatismes, douleurs. Action sur le système nerveux : anxiété, vertiges, insomnie.

Utilisation externe :

Contre les affections de la peau, érythèmes fessiers ou solaires, la peaux atopiques crevasses, gerçures, piqûres d'insectes, contusions et foulures. (Jesus Cardenas,2017)

Sont l'huile est utiliser en compresse pour le soin de plaies difficile à cicatriser.



Figure 23. La verveine (Stéphanie RAYNAUD, 2022)

3.2.5. L'ortie

C'est une plante aux nombreuses vertus, herbacée qui peut atteindre 1.50m de haut. Ses feuilles ont une forme dentelée et possèdent sur le dessus des petits poils ou aiguilles aux extrémités effilées. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014)

- Caractères botaniques :

Nom scientifique : *Urtica dioica*

Noms communs : ortie, ortie dioïque, grande ortie, ortie piquante, ortie commune

Noms anglais : *common nettle, stinging nettle*

Classification botanique : famille des urticacées (*Urticaceae*)

- Formes et préparations :

Extrait de feuilles, extrait de racines, nébulisat, teinture mère, gélules, poudre, tisanes
Sol : excessivement riche en matières organiques en décomposition, en azote et en minéraux, dont le fer fertile, humide et bien drainé, Riche en humus (Isabelle C,2021)

Utilisation interne :

L'ortie est diurétique, dépurative, antirhumatismale, anti-inflammatoire, antalgique, antimicrobienne, antiulcéreuse, antianémique, hépatoprotectrice, antioxydant, hypoglycémiant, antiallergique, immunostimulante, hypotensive, tonique, galactogène. (Amal Ait Haj Said, 2016).

Utilisation externe :

L'ortie offre des propriétés cicatrisantes, peut être utilisée pour traiter le cuir chevelu et arrêter le saignement du nez. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014).



Figure 24. L'Ortie, (Irène Sulmont (St.), 2023)

3.2.6. Le Basilic :

Une plante annuelle en forme de buisson, très aromatique, sa hauteur varie entre 20 et 60 cm, ses feuilles sont de couleurs verts pâles, sont groupées en grappes. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014).



Figure n°25 : le Basilic. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014)

- Caractères botaniques :

Noms scientifiques : *Ocimum basilicum*

Noms communs : basilic, basilic aux sauces, basilic commun, grand basilic, herbe royale
Noms anglais : basil , sweet basil , Thai basil.

Classification botanique : famille des lamiacées (Lamiaceae)

- Formes et préparations :

Sauces, infusions, tisanes, huile essentielle.

- Sols :

Glaieux et sableux, riche en humus (*TEUSCHER.E,2005*)

- Les propriétés médicinales du basilic :

Utilisation interne : Antioxydant, le basilic retarde le vieillissement cellulaire et prévient l'apparition des maladies cardio-vasculaires et de certains cancers. Tonique digestif, il traite les ballonnements, les indigestions ou les aigreurs d'estomac. Fébrifuge et stimulant, il diminue la fièvre, les états fébriles et la fatigue. Antispasmodique, il apaise les nausées, les vomissements, les spasmes digestifs et gastro-intestinaux.

Utilisation externe : Tonique et analgésique, il réduit les crampes, les douleurs musculaires et les états de fatigue musculaire. Antispasmodique, il réagit contre les piqures d'insectes. (*Mahboubi MOUSSAOUI, 2014*).

3.2.7. Le tilleul :

Le tilleul est un bel arbre atteignant 30 mètres de hauteur, dont la cime est très rameuse et les branches inférieures s'étalent presque horizontalement, L'écorce est lisse, de couleur brun-foncé, sans renflement, Les feuilles sont cordiformes à la base, entières, glabres à bord dentelé et deviennent pointues au sommet. (Marion Millot, 2010).

- Caractères botaniques :

Nom scientifique : *Tilia vulgaris*

Noms communs : tilleul, tilleul commun

Nom anglais : *linden*

Classification botanique : famille des tiliacées (*Tiliaceae*)

- Sol :

Frais, calcaire et riche en humus

Propriétés médicinales du tilleul

- Formes et préparations :

Infusions, décoctions, teintures mères, extraits aqueux, dilutionshoméopathiques, miel, gélules. (Jesus Cardenas,2017)

Utilisation interne :

Troubles nerveux : diminue les spasmes, les palpitations, les maux de tête, les tensions, les crises d'angoisse, l'anxiété, la fatigue.

Insomnie : favorise le sommeil et l'endormissement.

Troubles digestifs : diminue les spasmes et les troubles digestifs liés au stress.

Troubles ORL : traite le rhume, diminue les sécrétions nasales, recommandé pour faire baisser la fièvre. (Xavier Gruffat,2023)

Utilisation externe :

Dermatologie : indication apaisante dans le cas de démangeaisons cutanées, crevasses, gerçures.



Figure 25. Le tilleul. (Nathalie Guellier, 2019)

3.2.8. L'Eucalyptus ;

Sur un plan médicinal, l'eucalyptus présente de nombreuses vertus, on le trouve sous forme de petit buisson ou un arbre de très grande taille, leur taille varie de moins de 10 m pour les petits, jusqu'à 90m pour les plus grands. (mahboubi MOUSSAOUI, 2014)

- Caractères botaniques :

Nom scientifique : *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata*

Nom commun : gommier bleu, arbre à la fièvre, arbre au koala **Nom anglais :** *eucalyptus*

Classification botanique : : famille des myrtacées (*Myrtaceae*)

Formes et préparations : infusions, teintures, fumigations, huiles essentielles, gélules, pastilles

Sol :

Humifère légèrement acide, bien drainé, assez frais et profond. Il supporte aussi très bien les sols secs et rocheux, ayant même une croissance rapide dans un sol pauvre et dégradé.

Propriétés médicinales de l'eucalyptus

Utilisation interne :

- Utilisation :

Expectorant et fluidifiant : l'eucalyptus est utilisé pour traiter les bronchites, la toux, les pneumonies et, d'une manière générale, toutes les infections des voies pulmonaires.

Antiseptique : il soulage les personnes fiévreuses et traite l'état grippal. Très bon désinfectant des voies urinaires.

Astringent et antispasmodique : action stomachique sur les inflammations des muqueuses de l'appareil digestif et de l'intestin ; très bon remède contre la dyspepsie atonique. Apaise les maux de gorge.

En diffusion ou en fumigation, l'huile essentielle d'eucalyptus traite les infections respiratoires. En inhalation, il calme les rhinites et les sinusites, mais aide aussi à lutter contre l'asthme. (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014)

Utilisation externe : La teinture peut être utilisée pour désinfecter des plaies, les ulcères de la peau ou les brûlures superficielles. Cette plante est utilisée aussi comme répulsif à insecte (moustique, mouche). (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014)



Figure 26. Eucalyptus. (Paulette Vanier, 2012)

3.2.9. La Lavande

- Caractères botaniques :

Description : arbrisseaux haut de 30 à 60 cm, les tiges rameuses dès la base sont allongées et blanchâtres elles portent des feuilles opposées lancéolées et linéaires persistants dès le plus jeune âge porté par des tiges florifères, en épi terminales, les fleurs sont très adurantes de couleur mauve. (*mahboubi MOUSSAOUI, 2014*).

Nom scientifique : *Lavandula angustifolia*, *Lavandula vera* (*sauvage*), *Lavandula officinalis* (*cultivée*).

Noms communs : lavande officinale, lavande vraie, lavande fine

Nom anglais : *lavender*

Classification botanique : famille des labiées (*Labiatae*)

Formes et préparations : essences, huiles essentielles, décoctions, tisanes, poudres micronisées, gélules, alcoolatures, teintures, nébulisats

- Sol :

En moyenne calcaires et basse altitude. (*Mahboubi MOUSSAOUI, 2014*)

- Propriétés médicinales de la lavande

Utilisation interne :

Léger effet narcotique (coumarine) : insomnie, hystérie, troubles nerveux. Effet anti-spasmodique, grâce aux esters que la plante contient.

Troubles digestifs : digestion difficile liée au stress ou à la nervosité, ulcérations.

Troubles respiratoires : rhume, asthme. Apaise en cas de vertiges. Troubles cardio-vasculaires : calme un début d'angine de poitrine. Traitement des migraines et céphalées.

Utilisation externe :

Soulage certaines affections de la peau : eczéma, acné, brûlures légères, psoriasis, piqûres d'insectes, cicatrise et assainit les plaies et les ulcères.

Douleurs articulaires : entorses, foulures, contusions et rhumatismes.

Action antivenimeuse sur la morsure de vipère. Antiparasitaire (poux) et vermifuge. (*Mahboubi MOUSSAOUI, 2014*).



Figure 27. La lavande. (Jesus Cardenas,2017)

3.2.10. La cannelle

La cannelle présente de nombreuses vertus, connues et utilisées depuis longtemps par la médecine traditionnelle. C'est un petit arbre au feuillage persistant qui peut atteindre 8 à 10m de hauteur. Son écorce est grisâtre à l'extérieure rougeâtre à l'intérieure. (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014).

- Caractères botaniques :

Noms scientifiques : *Cinnamomum verum*, *Cinnamomum cassia*

Noms communs : cannelle de Saïgon, cannelle de Cochinchine, cannelle de Chine, fausse-cannelle, cannelle bâtarde, cannelle de Ceylan, cannelle de Padang

Nom anglais : *cinnamon*

Classification botanique : famille des lauracées (*Lauraceae*)

- Sol :

Profond, fiable, humide mai non détromper

- Propriétés médicinales de la cannelle

Formes et préparations : Bâtons, huiles essentielles, poudre moulue, tisanes, teintures, gélules, comprimés, solutions de rinçage dentaire

Utilisation interne :

Améliore le transit intestinal et favorise la disparition des nausées, des flatulences, des ballonnements et des gargouillements. Ses vertus permettent de calmer les douleurs dentaires. Diminue la fatigue (à la suite d'un état grippal ou d'un rhume), donne de l'énergie. Effet régulateur sur le diabète.

Utilisation externe :

Antioxydant : redonne de l'éclat aux peaux fatiguées. (Mahboubi MOUSSAOUI, 2014).



Figure 28. La cannelle (Jesus Cardenas, 2017)

Partie2. Partie expérimentale

Chapitre 4. Matériels & méthodes

4.1. Présentation de la région d'étude

4.1.1 Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude retenue est la wilaya de Tiaret, située dans la région du centre ouest algérien ; Tiaret ou Tihert, capitale des Rostémides a été fondée en 787 par Ibnou Rostoum ; elle fait partie intégrante de la région physiographique des hauts plateaux ; distante à plus de 300 kilomètres au sud-ouest de la capitale Alger, elle côtoie plusieurs wilayas et constitue un relais entre les régions du nord-ouest et celles du sud (Achir, 2009).

Sur le plan administratif, la wilaya de Tiaret compte 14 Daïras et 42 communes et elle est délimitée par plusieurs wilayas à savoir Tissemsilt et Relizane au Nord, Laghouat et El Bayadh au Sud, Mascara et Saida à l'Ouest et Djelfa à l'Est.

La population de la wilaya est de 851.426 habitants répartis sur une superficie de 13.480 km², la densité de population dans la wilaya de Tiaret est de 63,2 habitants par km². Parmi les 42 villes qui composent la wilaya de Tiaret, Tiaret, Sougueur et Freneda sont les plus grandes.

Le territoire de la wilaya est localisé, par les coordonnées géographiques, au Nord (x : 2° 40' 19" E ; y : 35° 43' 09"N), au Centre (x : 1° 35' 1.7" E ; y : 34° 53' 41"N) et au Sud (x : 0° 31' 4,34" E; y : 34° 03' 37"N).

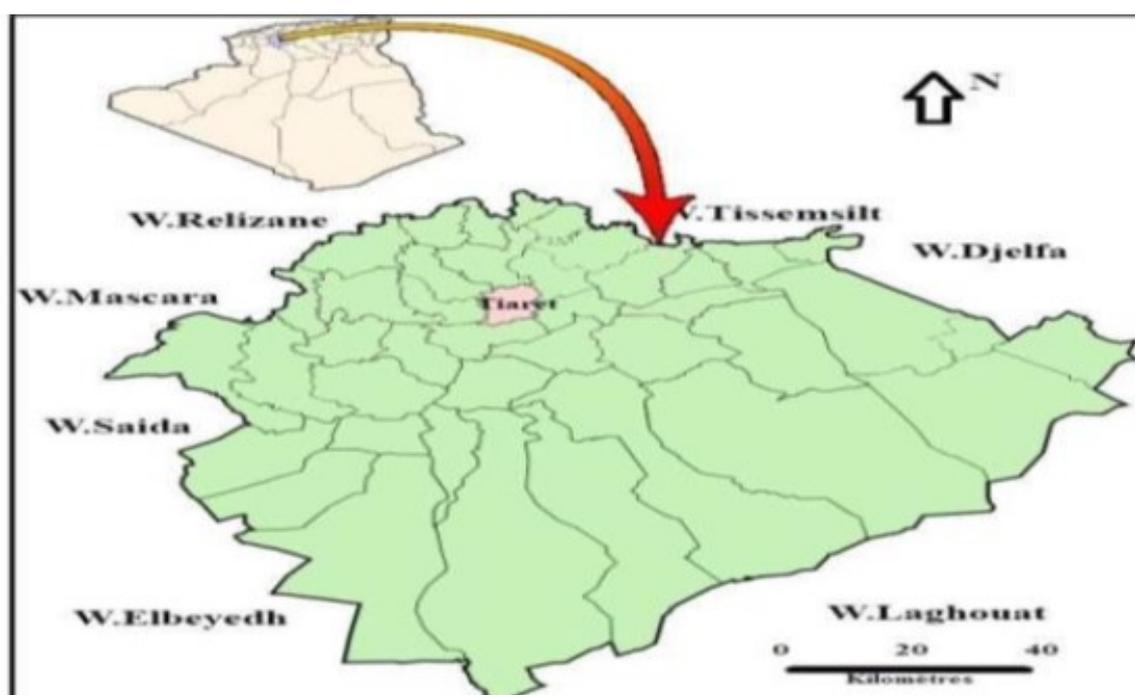


Figure 29. Situation géographique de la wilaya de Tiaret



Figure 30. Image Google Earth de la zone d'étude (ferme expérimentale de l'université de Tiaret) indiquant l'emplacement du prélèvement des cinq (05) échantillons de sol

4.1.2 Caractéristiques pédologiques de la région d'étude

Les communes sont situées dans une zone dite hautement potentielle ; elles se caractérisent par des sols hétérogènes profonds, généralement à profil argileux, limoneux de très haute valeur agricole (Ouddene, 2013).

4.1.3 Caractéristiques climatiques de la région d'étude

- Le climat général :

La région de Tiaret est caractérisée par un climat du type méditerranéen, à hiver froid et humide et un été chaud et sec ; elle se situe entre les isohyètes 250 mm au sud et 600 mm au nord ; les précipitations sont faibles et irrégulières du point de vue répartition et quantité. La région de Tiaret se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride avec, parfois, des chutes de neige, des gelées en hiver, et du vent desséchant en été (Ouddene, 2013).

- Le régime thermique :

La température est un facteur climatique important qui affecte la richesse la faune et la flore et, plus particulièrement, les plantes médicinales ; la température été défini par Péguy (1970) comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable.

La caractérisation de la température, en un lieu donné, se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes (Nouar, 2015) :

- Température moyenne mensuelle « T ».
- Température maximale « M ».
- Température minimale « m ».

Tableau 4. Données températures de Tiaret (Période : 1991 - 2021)

Source : fr.climate-data.org

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	11.2	12	15.7	19.2	23.6	29.6	34	33.4	27.9	23	15.2	12.1
m (°C)	2	2.4	5	7.4	11.2	15.8	19.5	19.6	15.9	12	6.3	3.5
Tmoy	6.6	7.2	10.35	13.3	17.4	22.3	26.75	26.5	17.5	17.5	10.75	7.8

- Les précipitations :

En moyenne, la volume de la variation de la quantité des précipitations varie sur toute l'année avec un maximum en mois de Mars 47mm et la plus faible enregistrée en mois juillet 8mm (fr.climate-data.org).

Tableau 5. Données de pluviométrie de Tiaret (Période : 1991 - 2021)

Source : fr.climate-data.org

Mois	J	F	M	A	M	J	J	Ao	S	O	N	D
Pmm	46	41	47	46	36	16	8	13	30	35	45	38

- L'humidité de l'air

L'humidité relative la plus élevée est mesurée en décembre (73.68%) et la plus bas en juillet (35.53%) (fr.climate-data.org).

Ces informations soulignent une saisonnalité marquée dans les précipitations à Tiaret, avec une période de pluie plus intense au printemps et en automne, tandis que les mois d'été sont généralement plus secs avec une température moyenne de 26.9 °C, le mois de juillet est le plus chaud de l'année à Tiaret. En revanche, janvier est le mois le plus froid, avec une température moyenne de 6.2 °C à cette période. Cette variation significative de température tout au long de l'année reflète les saisons bien définies dans la région, avec des étés chauds et des hivers plus frais.

- La synthèse climatique :

Quotient pluviothermique d'Emberger :

Pour conforter davantage le résultat fourni par le diagramme de Bagnouls et Gaussen, on a calculé le Quotient pluviothermique d'Emberger.

Ce Quotient, calculé en utilisant la formule ci-dessous, permet de déterminer l'étage bioclimatique correspondant à la région.

$$Q2 = [2000P / M2 - m2]$$

Q2 : quotient pluviothermique d'Emberger

M : la température maximale du mois le plus chaud en degré Kelvin (°K)

m : la température minimale du mois le plus frais en degré Kelvin (°K)

P : pluviométrie annuelle en mm

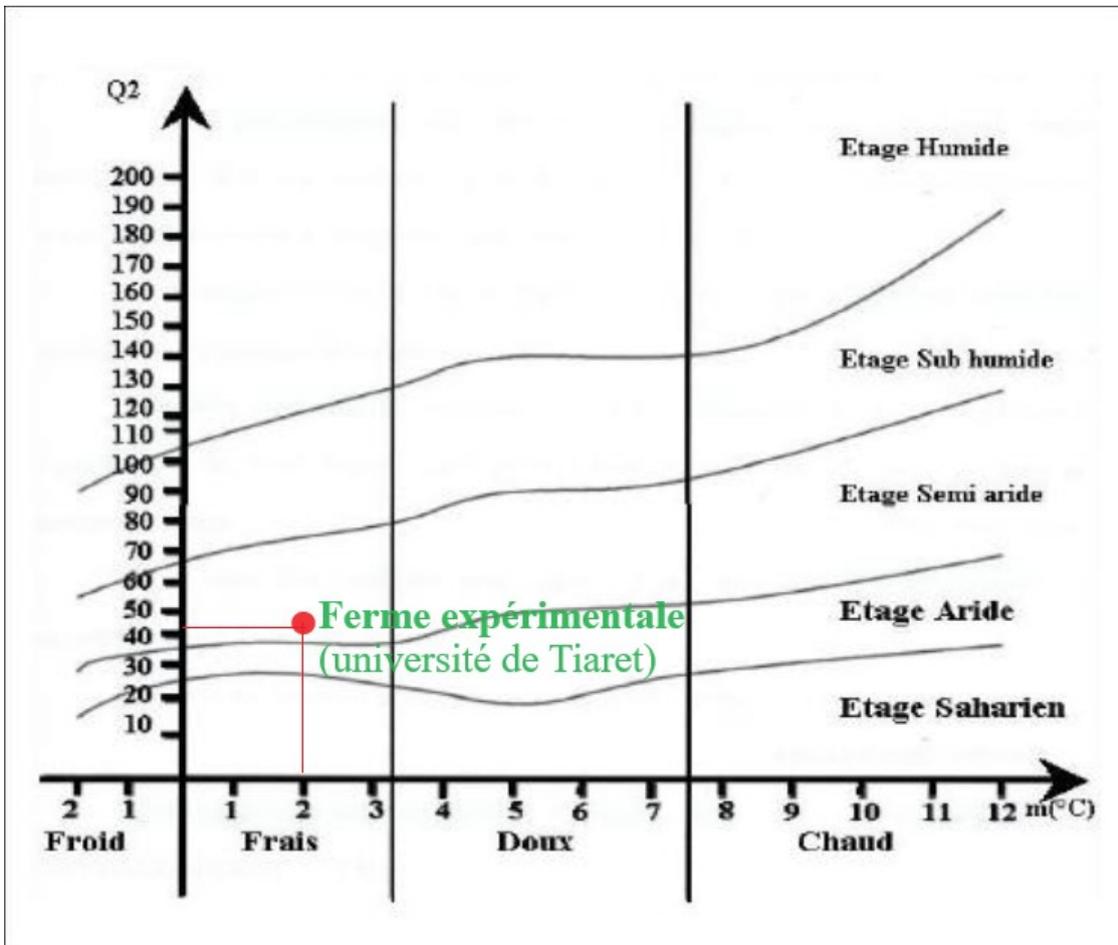


Figure 31. Climagramme d'Emberger

D'après les résultats du calcul de Q2 et d'après le climagramme d'Emberger, le bioclimat de la ferme expérimentale de l'université de Tiaret est semi-aride à hiver frais.

Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le diagramme Ombrothermique établi pour la région d'étude permet de déterminer la période de sécheresse.

Selon Bagnouls et Gaussen (1943), la sécheresse se produit lorsque les précipitations sont faibles par rapport à de fortes températures ; lorsque la quantité totale des précipitations mensuelles est égale ou inférieure au double de la valeur des températures, le mois est sec.

A la lecture de diagramme ci-dessous, on remarque que la période sèche s'étale du 22 mai au 15 août, soit une durée d'environ trois mois ; le mois de juillet est le mois le plus sec de l'année, avec seulement 14 mm ; en avril, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 46 mm ; durant cette période, des apports en eau sont nécessaires pour les plantes.

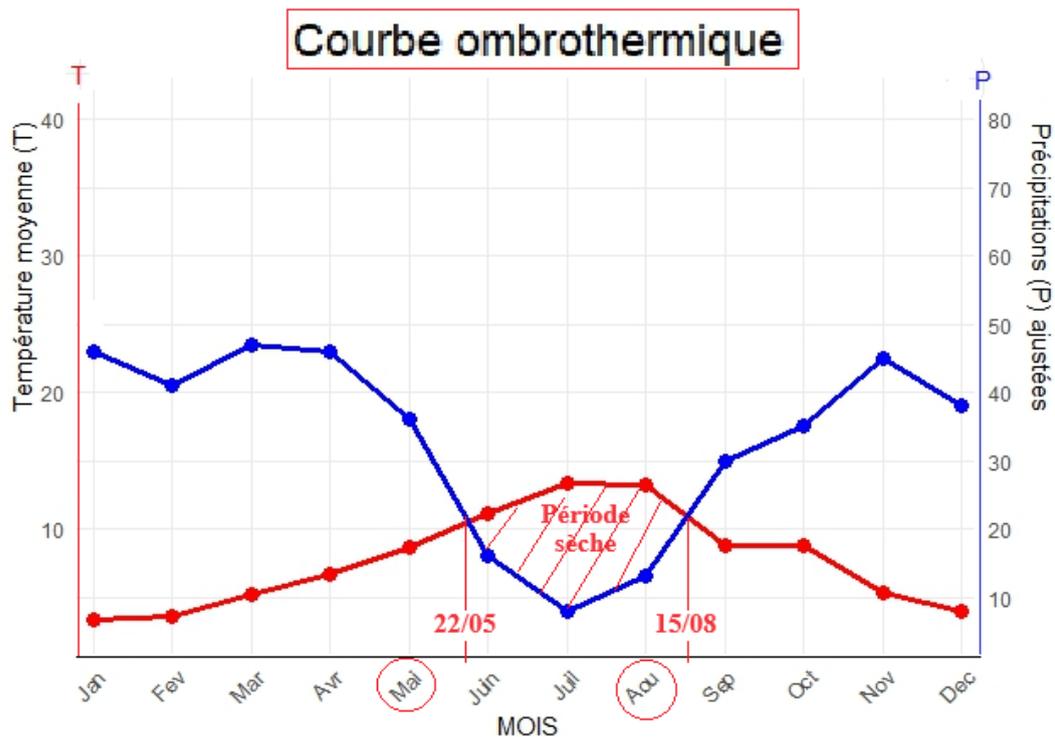


Figure 32. Courbe ombrothermique de la zone d'étude

4.2 L'échantillonnage :

Pour réaliser notre expérimentation, nous avons choisi la ferme expérimentale de l'université de Tiaret qui répond parfaitement à notre choix d'une zone périurbaine ; la ferme est située au sud-est de l'agglomération de Tiaret ville.

Nous avons choisi d'effectuer un échantillonnage aléatoire dans le but d'assurer une variabilité maximale des données. En optant pour une telle approche, nous avons exposé notre échantillon à diverses conditions environnementales et opérationnelles rencontrées dans une exploitation agricole réelle. Cette démarche nous permettra d'obtenir des données représentatives et diversifiées, reflétant au mieux la réalité du terrain et garantissant ainsi la fiabilité et la validité de nos résultats. De plus, nous avons prévu de prélever cinq échantillons (5) après deux ou trois jours de pluie, afin d'éviter l'impact négatif de ce facteur environnemental sur nos observations.

4.3 Les analyses physico chimiques du sol

- Humidité :

La détermination de l'humidité du sol selon la méthode gravimétrique implique plusieurs étapes :

Prélèvement d'échantillons de sol : Des échantillons de sol sont collectés dans la zone d'intérêt, généralement à différentes profondeurs pour représenter la variabilité du sol.

Mesure du poids initial de chaque échantillon (poids frais) : Chaque échantillon est pesé immédiatement après avoir été prélevé pour obtenir son poids frais. Cela inclut à la fois le poids du sol humide et de l'eau qu'il contient.

Séchage des échantillons : Les échantillons sont ensuite placés dans une étuve à une température spécifique, généralement autour de 105°C, pour évaporer toute l'eau présente dans le sol. Ce processus de séchage peut prendre plusieurs heures jusqu'à ce que le poids des échantillons ne change plus, indiquant qu'ils sont complètement secs.

Mesure du poids des échantillons séchés (poids sec) : Une fois que les échantillons ont été

complètement séchés, leur poids est mesuré à nouveau pour obtenir leur poids sec, qui ne comprend que le poids du sol sec, sans eau.

Calcul de la différence de poids : En soustrayant le poids initial (poids frais) du poids séché (poids sec) pour chaque échantillon, on obtient la quantité d'eau évaporée pendant le processus de séchage. Cette différence représente l'humidité du sol, souvent exprimée en pourcentage d'humidité par rapport au poids sec initial de l'échantillon.

Ces étapes permettent de déterminer avec précision le contenu en eau du sol, ce qui est crucial pour de nombreuses applications en agriculture, en génie civil et en recherche environnementale.

Expression de la teneur en eau des échantillons en pourcentage, en utilisant la formule :

$$H\% = \frac{Poids_{frais} - Poids_{sec}}{Poids_{sec}} \times 100$$

Où %H% représente le pourcentage d'humidité, $Poids_{frais}$: est le poids initial de l'échantillon et $Poids_{sec}$: est le poids de l'échantillon après séchage. (Benahmed Mohamed, 2017).

$$\%H = \frac{Poids_{frais} - Poids_{sec}}{Poids_{sec}} \times 100$$

Où :

- %H représente le pourcentage d'humidité du sol.
- Poids frais est le poids initial de l'échantillon de sol.
- Poids sec est le poids de l'échantillon après séchage.

Cette formule calcule la différence entre le poids initial (humide) et le poids final (sec) de l'échantillon, puis on divise cette différence par le poids final (sec) et la multiplie par 100 pour obtenir le pourcentage d'humidité.

La mesure du pH et de la conductivité du sol est une étape importante dans l'analyse de la qualité du sol et de sa capacité à soutenir la croissance des plantes. Voici un développement plus détaillé du protocole et des équipements nécessaires pour effectuer ces mesures :

Produits et Matériel :

Eau distillée

Solution de KCl (chlorure de potassium)

pH mètre

Conductivité mètre

Mode Opératoire :

Préparation de l'échantillon : Prélever 10g d'échantillon de sol dans un bécher propre et sec.

Ajout d'eau distillée : Ajouter 50ml d'eau distillée à l'échantillon de sol dans le bécher. Agiter vigoureusement pendant environ 5 minutes pour assurer une bonne dispersion du sol dans l'eau. Ensuite, laisser reposer le mélange pendant environ 30 minutes pour permettre aux particules de sol en suspension de se déposer.

Mesure du pH et de la conductivité : Une fois le mélange reposé, introduire l'électrode du pH mètre dans le bécher, en veillant à ne pas l'immerger directement dans le sol. Effectuer la lecture du pH en suivant les instructions du fabricant du pH mètre. En même temps, mesurer la conductivité électrique du sol en utilisant le conductivité mètre. Cette mesure de conductivité permet d'évaluer la quantité de sels dissous dans le sol, ce qui peut être un indicateur de sa fertilité et de sa salinité.

En suivant ces étapes, vous pouvez obtenir des informations importantes sur la réaction acido-basique du sol (pH) ainsi que sur sa conductivité électrique, ce qui est essentiel pour évaluer sa qualité et son aptitude à la culture des plantes.



Figure 33. Les échantillons de sol



Figure 34. Placement des échantillons dans l'étuve à 105°C

Sur la solution précédente ajouter 1,895 du kcl et agiter 5 minutes et laisser reposer 30 minutes puis faire la lecture de pH KCl



Figure 35. pH mètre



Figure 36. Agitateur

- Dosage du calcaire total

Mode opératoire :

Remplir l'ampoule par NaCl (300g/l) de manière à ce que le niveau soit légèrement en dessous du zéro.

Introduire 0,3g de CaCO₃, pur et sec ou fond de l'Erlenmeyer et va servir à étalonner l'appareil

Remplir le petit tube ou d HCl (1/2 dilué) que l'on déplace délicatement ou moyen de pincettes dans l'erenmeyer en ayant soin qu'aucune goutte ne tombe le CaCO₃

Boucher soigneusement l'erenmeyer en le mettant ainsi en relation avec la burette.

Décrocher l'ampoule. Faire correspondre le niveau (faire la lecture du niveau de la burette), Soit V₀ le niveau lu

En inclinant l'erenmeyer verser HCl sur le CaCO₃, marquant le dégagement de gaz carbonique.

Décrocher l'ampoule, mettre en correspondance les niveaux et faire seconde lecture, soit v₁ le niveau lu.

Le volume opère la réaction, $V = V_1 - V_0$

Dosage du calcaire total dans l'échantillon de sol on opère de même façon que pour « essai témoin » en remplaçant le calcaire pur par 1g de sol broyée et tamisé = 0.2mm. Soit V1 le volume dégager par l'échantillon de sol.

Calcul : (%) $\text{CaCO}_3 = (\text{PT.VS} / \text{V.PS}) \times 100$ Ou:

PT : poids de CaCO_3 pur. P : poids de sol

VS: volume de CO_2 produit par le sol

V: volume de CO_2 produit par le CaCO_3



Figure 37.



Figure 38. Mettre le petit tube dans l'erenmeyer

- Dosage du calcaire actif

Produits :

Acide sulfurique concentré

Oxalate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, H_2O à 0,2 et N = 14,2 g/l

Permanganate de potassium KMnO_4 à 0,2N 61,32 g/l

Mode opératoire :

Introduire dans un flacon 1g de terre fine

Ajouter 100ml de la solution d'oxalate

Agiter 2 heures

Filtrer la solution, reprendre les premières du filtrant et les refiltrer

Prélever 20ml de la solution, les verse dans un bécher

Ajouter 100ml d'eau distillée puis 5 ml de H_2SO_4

Chauffer jusqu'à 60°C

Titrer avec la solution de permanganate jusqu'à coloration rose persistante

Prélever 20ml de la solution oxalate, 100ml d'eau distillée + 5ml de H_2SO_4 puis chauffer puis titrer.



Figure 39. Filtrage de la solution

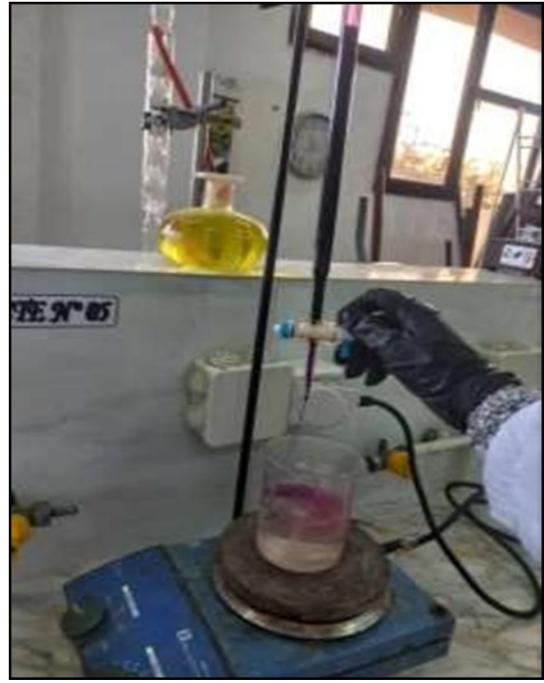


Figure 40. Titrage

- Analyse granulométrique

Produit :

Eau oxygénée H_2O_2 à 30%

Pyrophosphate de sodium $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$, 20 g/l.

Cas particulier :

Pour les sols calcaires on utilise le Calgon mélangé de : 39,2 de métaphosphate de sodium $NaPO_3$ et 10,8g de carbonate de sodium Na_2CO_3 par litre

Mode opératoire :

Peser 20g de terre fine

Destruction de matière organique : verser 50ml de H_2O_2 en la laissant agir toute une nuit, ajouter encore 20ml de H_2O_2 en chauffant sur bain sable jusqu'à disparition de la mousse.

Ajouter 25ml de la solution pyrophosphate. Pour les sols calcaires en n'ajoute pas pyrophosphate mais 50ml de la solution calgon

Agitation 2 heures

Peser 5 capsules vides et mettre de coter

Sur poser de tamis un de 0.2mm et le deuxième de 0.05mm.

Verser la terre fine dans le tamis de 0.2 mm puis le résultant dans le deuxième

Mettre le sable restant dans les tamis dans des capsules puis les mètre dans l'étuve à $105^\circ C$ pendant 15 heures

Mettre le reste dans l'éprouvette et ajouter l'eau distillée jusqu'au trait de 1litre ;

Agiter puis mettre l'éprouvette en dessous la pipette de Robenson et le dessoudre jusqu'a10cm et prendre un prélèvement et le mettre dans une capsule et les metre dans l'étuve à $105^\circ C$ pendant 15 heures

Agiter l'éprouvette 10 fois pendant 4min 40 secondes

Refaire la même étape une deuxième fois et agiter l'éprouvette 10 fois et laisser reposer 4h

Refaire les mêmes étapes présentes une troisième fois.

Peser les capsules et faire les calculs.



Figure 41. Pesage de l'échantillon de sol



Figure 42. Destruction de matière organique



Figure 43. Tamisage



Figure 44. Remplissage d'éprouvette



Figure 45. Eprouvette



Figure 46. Pipette de robinson



Figure 47. Remplissage de capsule

- Matière Organique

Mode opératoire :

Prendre 1g dans un ballon de 100ml

Ajouter 10ml de bicarbonate de potassium 8%

Ajouter 15ml de H₂SO₄

Chauffer le tout.

Durant 5' (après la chute de la première goutte)

Laisser refroidir

Dans une fiole de 100ml, ajouter 100ml d'eau distillée.

Prélever 20ml dans un bêcher 400ml en ajoutant 200ml d'eau distillée + 1,5g de NAF + 03 à 04 gouttes de diphenylamine et agiter le tout.

Titrer avec la solution de sel de mohr à 0.2 N

La couleur passe du brun au violet puis vert.



Figure 48. Pesage de NAF



Figure 49. La pompe de matière organique



Figure 50. Début de titrage



Figure 51. Fin de titrage

- Analyses Microbiologiques :

Le processus de préparation des dilutions décimales pour l'analyse microbiologique pour 5 échantillons de sol :

Préparation de la solution mère :

Prendre 1g de chaque échantillon de sol et ajouter-les dans des tube stériles contenant 9 ml d'eau physiologique stérile.

Agiter vigoureusement le tube à l'aide d'un vortex pendant 4 à 5 minutes à vitesse maximale pour bien disperser le sol dans l'eau.

Dilutions décimales :

Une fois que les suspensions sont homogènes, elles sont considérées comme des solutions mères.

Pour préparer les dilutions décimales pour chaque échantillon, prenez 1ml de la solution mère et transférez-la dans un nouveau tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile.

Agiter le nouveau tube pour obtenir une dilution 10 fois moins concentrée que la solution mère. Cela représente la dilution 10^{-1} .

Répéter ce processus pour chaque dilution successive jusqu'à atteindre la dilution souhaitée, par exemple, 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , et 10^{-5}

S'assurer de bien mélanger chaque dilution en agitant le tube avant de passer à la dilution suivante.



Figure 52. Les suspensions dilution



Figure 53. Agitation avec le Vortex

- Champignons

Milieu de culture :

Produits :

3g de NaNO₃ 1g de K₂HPO₄ 1g de MgSO₄ 10g de KCl

30g de Saccharose

15g de gélose ou l'agar 100 ml d'eau distillée 10g glucose

Méthodes :

Culture en surface :

Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2boîtes pour chaque échantillant);

Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol :

Déposez 0,1 ml de chaque dilution (10^{-2} 10^{-3}) pour les échantillon 1,2 et5, (10^{-3} 10^{-4}) pour 3ème échantillon, (10^{-2} 10^{-4}) pour le 4 -ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface du milieu gélosé ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des champignons.

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes.

Culture en profondeur :

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol et Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2 boîtes pour chaque échantillon);

Déposez 1 ml de chaque dilution ($10^{-3}10^{-4}$) pour les échantillons 1,2 et4, ($10^{-2}10^{-4}$) pour 3ème et5ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface de la boîte ; Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des champignons.

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes et faites les calculs pour tous les résultats obtenus.

- Actinomycètes

Milieu de culture :

Produits :

10g de saccharose ;

10g de glutamate de Na

01g de $K_2H_2PO_4$ ou Na hpo415g de gélose ou agar

1000 ml d'eau distillée

Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2boîtes pour chaque échantillon);

Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol :

Déposez 0,1 ml de chaque dilution ($10^{-2}10^{-3}$) pour les échantillons 1,2 et5, ($10^{-3}10^{-4}$) pour 3ème échantillon, ($10^{-2}10^{-4}$) pour le 4 -ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface du milieu gélosé ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des Actinomycètes.

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes.

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol et Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2boîtes pour chaque échantillon);

Déposez 1 ml de chaque dilution ($10^{-2}10^{-4}$) pour les échantillons 1,2,3 et5, ($10^{-3}10^{-4}$) pour 4ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface de la boîte ;

Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des Actinomycètes

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes.

- Azotobacters

Milieu de culture :

Produit :

05g de glucose 0.1g de Mg SO4 0.1g de K2HpO4

0.05 g de K2SO42.5g de CaCO3

75g de Gélose ou l'Agar500ml d'eau distillée

Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2boits pour chaque échantillant);

Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol :

Déposez 0,1 ml de chaque dilution ($10^{-2}10^{-3}$) pour les échantillons 1,2 et5, ($10^{-3}10^{-4}$) pour 3ème échantillon, ($10^{-2}10^{-4}$) pour le 4 -ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface du milieu gélosé ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des Azotobacters.

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes.



Figure 54. Préparation de milieux de culture (*Azotobacter*)



Figure 55. Milieux de culture (*Azotobacter*)

- Bactéries aérobies :

Milieu de cultures

Produits

- 10 g de glucose ou saccharose
- 0.5 de K₂HPO₄ ou Na₂HPO₄ 0.2g de MgSO₄
- 1.5g de glutamate de Na
- 0.2 de CaCO₃.

15 g de glucose d'agar 1000ml d'eau distillée

Préparation du milieu solide :

Préparez 10 boîtes de Pétri (2boits pour chaque échantillant);

Versez le milieu gélosé stérile dans les boîtes de Pétri et laissez-le solidifier ;

Ensemencement avec des suspensions diluées du sol :

Déposez 0,1 ml de chaque dilution ($10^{-2}10^{-3}$) pour les échantillon 1,2 et5, ($10^{-3}10^{-4}$) pour 3ème échantillon, ($10^{-2}10^{-4}$) pour le 4 -ème échantillon sur la surface de chaque boîte de Pétri en proximité d'une flamme pour éviter les contaminations.

Étalez soigneusement la suspension diluée sur toute la surface du milieu gélosé ;

Incubation :

Placez les boîtes de Pétri dans l'étuve réglé à 28°C, la température optimale pour la croissance des Bactéries aérobies.

Laissez les boîtes d'incuber pendant 7 jours.

Examen des boîtes :

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque boîte à l'œil nu Comptez le nombre de colonies développées sur chaque boîte.

Pour chaque dilution, déterminez la moyenne du nombre de colonies développées sur les deux boîtes.



Figure 56. Ensemencement avec des suspensions diluées du sol

- Clostridium :

Produits :

200ml de solution mère Sulfite de sodium Allume de fer Vf

Méthode :

Verser 200 ml de solution mère dans les tubes

Mettre les tubes dans bain marie a 80°C pendant 10 min et laisser refroidir jusqu'à l'obtention du choc thermique

Ajouter du vf , sulfite de sodium et allume de fer dans les tubes.

Placer les tubes dans l'étuve réglé à 28°C et les laisser incuber pendant 7 jours.

Après 7 jours d'incubation, examinez successivement chaque tube à l'œil nu l'apparition des bulles.



Figure 57. La solution mère.

Chapitre 5. Résultats et Discussion

5.1. Résultats

- Résultats du calcaire total :

Le taux de calcaire total dans la zone d'étude varie de 9,57% à 79 pour les 5 échantillons L'échantillon 1 est de 9,59%, le 2 -ème présente un taux de 14%, 3 -ème est de 33,6%.

Cependant le 4 et 5ème échantillons sont de 21% et 79%.

Tableau 6. Taux de calcaire total

Echantillon	CT%
Echantillon 01	9,57%
Echantillon 02	14%
Echantillon 03	33,6%
Echantillon 04	21%
Echantillon 05	79%

Selon les résultats obtenus nous concluons que le sol est calcaire.

- Résultats de calcaire actif :

Les résultats obtenus par l'analyse du calcaire actif montrent que son taux varie entre 14%et 18.20 % dans les échantillons de sols

Tableau 7. Taux de calcaire actif

Echantillon	Calcaire actif
Echantillon 01	18,20
Echantillon 02	17,60
Echantillon 03	16
Echantillon 04	17
Echantillon 05	14

- Résultats du pH :

La valeur du pH pour les 5 échantillons est légèrement basique à basique, elle varie entre 7,65et 7.98 (tableau n°06)

Tableau 8. Potentiel hydrogène des échantillons de sol

Echantillon	PH
Echantillon 01	7,65
Echantillon 02	7,82
Echantillon 03	7,99
Echantillon 04	7,85
Echantillon 05	7,98

On remarque que le pH dans les échantillons des sols pour la zone d'étude, est d'une valeur basique avec un maximum de 7.99 enregistré dans l'échantillon 05.

la valeur du pH d'un sol est une caractéristique dynamique influencée par un ensemble complexe de facteurs. Les cations absorbés, la nature du couvert végétal et les conditions climatiques interagissent pour déterminer le pH du sol, influençant ainsi sa fertilité et son comportement écologique (Dajoz, 1982)

- Résultats de pH KCL :

Tableau 9. Taux de pH KCl

Echantillon	pH KCl
Echantillon 01	6,83
Echantillon 02	6,59
Echantillon 03	6,77
Echantillon 04	6,89
Echantillon 05	6 ,95

- Résultats de la conductivité électrique :

Tableau 10. Taux de la conductivité électrique

Echantillon	C.E (ms /cm)
Echantillon 01	0,19
Echantillon 02	0,13
Echantillon 03	0,10
Echantillon 04	0,14
Echantillon 05	0,11

Les résultats de la conductivité électrique présentent des sols non salés dans l'ensemble des échantillons de la zone d'étude.

- Résultats du carbone organique :

Selon les résultats enregistrés du carbone organique dans les échantillons des sols On remarque que le taux du carbone varie entre 5.09% et 13.43%

Tableau 11. Résultats du carbone organique

Echantillon	Carbone organique
Echantillon 01	5,09
Echantillon 02	5,41
Echantillon 03	6,76
Echantillon 04	13,43
Echantillon 05	8,50

- Résultats des analyses de la matière organique :

Nous avons constaté que le pourcentage le plus élevé de matière organique est présent dans l'échantillon 4, où il atteint 23.09%, et le pourcentage diminue dans l'échantillon 1 avec une valeur de 8,75%.

Tableau 12. Résultat des analyses de la matière organique

Echantillon	M.O%
Echantillon 01	8,75%
Echantillon 02	9,30%
Echantillon 03	11,62%
Echantillon 04	23,09%
Echantillon 05	14,62%

Nous concluons que le pourcentage de matière organique confiné entre **(8,75%-23,09%)** donc notre sol est un sol riche en matière organique. La forme de la matière organique varie selon la diversité et la richesse spécifique du couvert végétal, les conditions climatiques et la nature du substrat. **(Belkacem et al. 1998)**.

- Résultats de l'humidité :

Le taux d'humidité diffère d'un échantillon à un autre, la valeur basse caractérise le 05^{ème} échantillon d'une valeur de 17,45%, cependant le 02,03 et 04^{-ème} échantillons ont une valeur de 30 à 32% et la valeur la plus élevée est enregistrée dans l'échantillon 01 avec un taux de 48,49%.

Tableau 13. Résultats de l'humidité

Echantillon	Humidité
Echantillon 01	48,49%
Echantillon 02	32,29%
Echantillon 03	30,96%
Echantillon 04	30,09%
Echantillon 05	17,45%

- Résultats des analyses granulométriques :

Tableau 14. Résultats des analyses granulométriques

Sols	Echantillon01	Echantillon02	Echantillon03	Echantillon04	Echantillon05
Sable grossier	25,91%	9,85%	11,69%	18,35%	9,35%
Sable fin	31,02%	24,21 ² %	18,91%	22,07%	21,47%
Limon grossier	0,44%	0,61%	0,60%	0,59%	0,59%
Limonfin	0,45%	0,59%	0,59%	0,62%	0,58%
Argile	0,22%	0,19%	0,42%	0,21%	0,20%

Les résultats sont exprimés dans le triangle de texture ci-dessous :

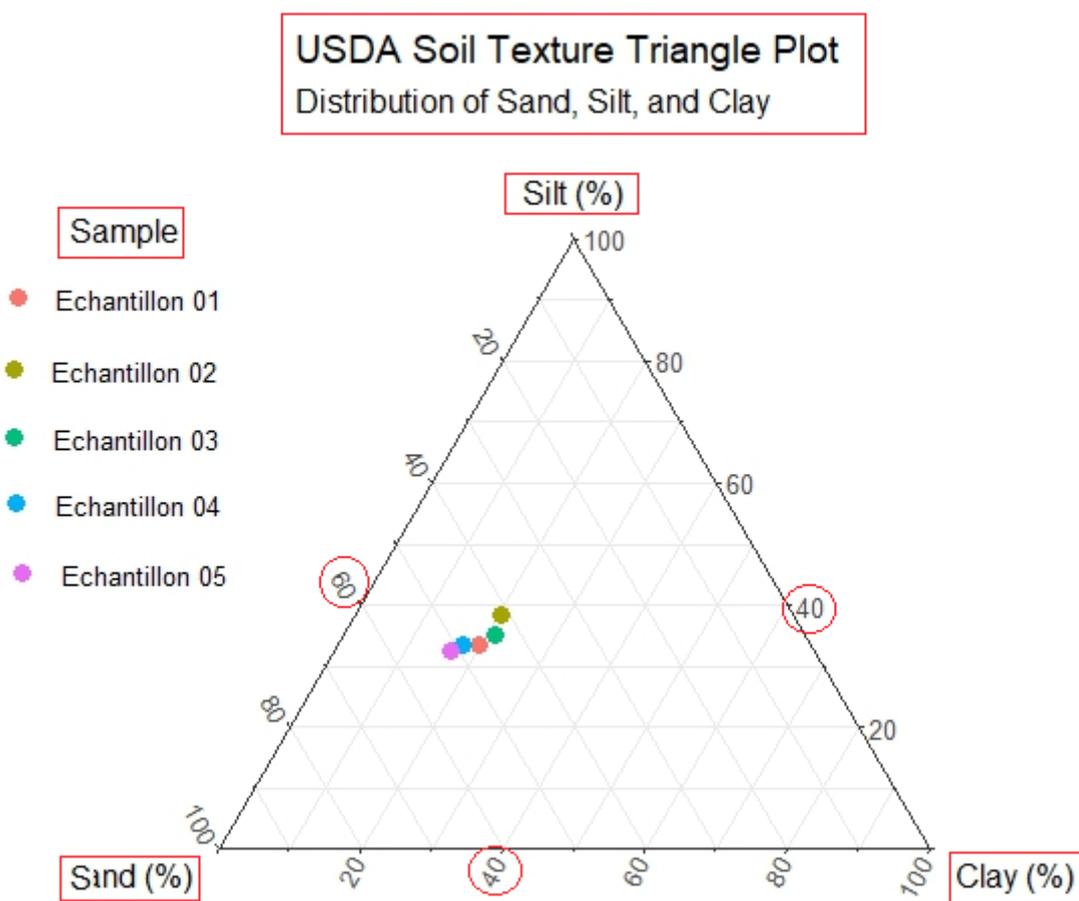


Figure 58. Triangle de texture des 05 échantillons de sols analysés (version 1)

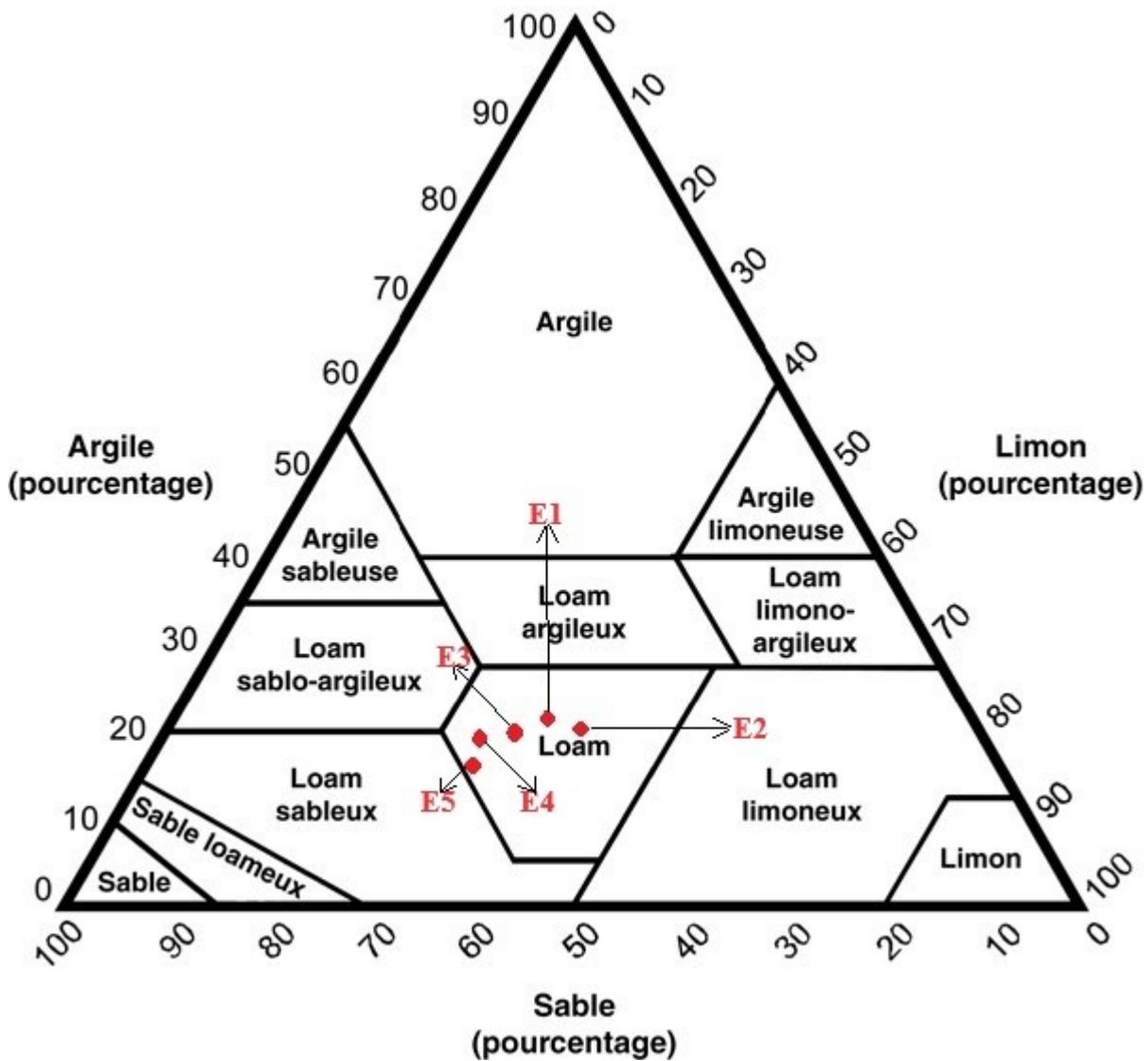


Figure 59. Triangle de texture des 05 échantillons de sols analysés (version 2)

- Résultats des analyses microbiologiques :

Les résultats microbiologiques des échantillons montrent que le taux des colonies de champignons varie entre 398000 et 1600000 ufc/g de sol en profondeur et entre 58500 et 2620000 ufc/g de sol en surface.

Ainsi que celui des Actinomycètes varie entre 69000 et 1255400 ufc/g de sol en profondeur et entre 537000 et 6775000 ufc/g de sol en surface

Pendant le taux des colonies de Bactérie aérobies varie entre 460000 et 7380000 ufc/g de sol en surface

Le résultat des colonies Azotobacter est entre 523000 et 6170000 ufc/g de sol en surface Le résultat de clostridium est positif.

Tableau 15. Résultats des analyses microbiologiques

	Echantillon (01)		Echantillon (02)		Echantillon (03)		Echantillon (04)		Echantillon (05)	
	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
BactériesAérobies		517000 UFC/ gde sol		275000 UFC/ gde sol		7380000 UFC/ gde sol		3674500 UFC/ gde sol		460000 UFC/ gde sol
Champignon	398000 UFC/ gde sol	235000 UFC/ gde sol	302000 UFC/ gde sol	58500 UFC/ gde sol	861600 UFC/ gde sol	2620000 UFC/ gde sol	905000 UFC/ gde sol	898000 UFC/ gde sol	1600000 UFC/ gde sol	62500 UFC/ gde sol
Actinomycète	69000 UFC/ gde sol	6775000 UFC/ gde sol	177800 UFC/ gde sol	1274000 UFC/ gde sol	1255400 UFC/ gde sol	442000 UFC/ gde sol	537000 UFC/ gde sol	4458000 UFC/ gde sol	862500 UFC/ gde sol	3308000 UFC/ gde sol
Azotobacter		541000 UFC/ gde sol		523000 UFC/ gde sol		6170000 UFC/ gde sol		2420000 UFC/ gde sol		1246500 UFC/ gde sol



Figure 60. Résultats de clostridium

5.2. Discussion

Les résultats obtenus démontrent que le sol étudié bénéficie d'une grande variété de microorganismes, ce qui contribue à une bonne structure du sol. Ces microorganismes jouent un rôle crucial dans la décomposition de la matière organique, le cycle de l'azote et la fertilité globale du sol. Cette diversité microbienne est un indicateur positif de la santé et de la qualité du sol, facilitant ainsi la croissance et le développement des plantes compatibles avec ces conditions pédologiques.

Compatibilité des Plantes avec les sols étudiés :

Après comparaison des résultats obtenus avec les données spécifiques des plantes, nous avons identifié les espèces qui sont les mieux adaptées à ces sols. Les plantes sélectionnées sont : la consoude, l'absinthe, la lavande, l'achillée millefeuille, le romarin, la menthe poivrée et le thym. Chaque plante présente des préférences spécifiques en termes de pH, de teneur en calcaire, d'humidité, de matière organique, de conductivité électrique et de conditions microbiennes.

1-Consoude (*Symphytum officinale*) :

- **pH** : Tolérante à une large gamme de pH, préfère légèrement acide à basique (6.0-8.0).
- **Calcaire** : Tolérante aux sols calcaires avec un bon drainage.

- **Humidité** : Préfère les sols bien drainés, mais tolère une certaine humidité.
- **Matière Organique** : Préfère les sols riches en matière organique.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Favorable à une diversité microbienne équilibrée.

2-Absinthe (*Artemisia absinthium*) :

- **pH** : Légèrement alcalin (7.0-8.0).
- **Calcaire** : Tolérante, mais préfère les sols bien drainés.
- **Humidité** : Tolérante à la sécheresse une fois établie.
- **Matière Organique** : Préfère les sols riches en matière organique.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Tolérante à une gamme de conditions microbiennes.

3-Lavande (*Lavandula* spp.) :

- **pH** : Préfère légèrement alcalin à neutre (7.0-8.0).
- **Calcaire** : Prospère souvent dans les sols calcaires.
- **Humidité** : Relativement sec, nécessite un bon drainage.
- **Matière Organique** : Tolérante, mais préfère les sols pauvres à moyennement riches.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Préfère les sols bien aérés avec une activité microbienne modérée.

4-Achillée Millefeuille (*Achillea millefolium*) :

- **pH** : Préfère légèrement alcalin à neutre (7.0-8.0).
- **Calcaire** : Tolérante, mais préfère les sols bien drainés.
- **Humidité** : Tolérante à la sécheresse une fois établie.
- **Matière Organique** : Tolérante, mais préfère les sols moyennement riches.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Tolérante à une gamme de conditions microbiennes.

5-Romarin (*Rosmarinus officinalis*) :

- **pH** : Préfère légèrement alcalin à neutre (7.0-8.0).
- **Calcaire** : Tolérante, mais préfère les sols bien drainés.
- **Humidité** : Tolérante à la sécheresse une fois établie.
- **Matière Organique** : Tolérante, mais préfère les sols pauvres à moyennement riches.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Préfère les sols bien aérés avec une activité microbienne modérée.

6-Menthe Poivrée (*Mentha × piperita*) :

- **pH** : Tolérante à une large gamme de pH, mais préfère légèrement acide à neutre (6.0-7.5).
- **Calcaire** : Tolérante, mais préfère les sols frais et bien drainés.
- **Humidité** : Tolérante à des sols humides à modérément secs.
- **Matière Organique** : Préfère les sols riches en matière organique.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés à élevés.
- **Microorganismes** : Tolérante à une gamme de conditions microbiennes.

7-Thym (*Thymus vulgaris*) :

- **pH** : Préfère légèrement alcalin à neutre (7.0-8.0).
- **Calcaire** : Tolérante, mais préfère les sols bien drainés.
- **Humidité** : Tolérante à la sécheresse une fois établie.
- **Matière Organique** : Tolérante, mais préfère les sols pauvres à moyennement riches.
- **Conductivité Électrique** : Tolérante à des niveaux modérés.
- **Microorganismes** : Préfère les sols bien aérés avec une activité microbienne modérée.

Conclusion générale

La conclusion de notre étude met en évidence plusieurs aspects importants concernant les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des échantillons de sol étudiés, ainsi que leur compatibilité avec la culture de plantes aromatiques et médicinales. Voici un développement détaillé de cette conclusion :

Caractéristiques physico-chimiques du sol :

Les résultats des analyses physico-chimiques révèlent que les échantillons de sol étudiés présentent une texture loameuse, indiquant un équilibre entre les proportions de sable, de limon et d'argile. De plus, le taux d'humidité varie d'un échantillon à l'autre, ce qui peut influencer la disponibilité en eau pour les plantes. La présence élevée de calcaire dans les échantillons indique un sol calcaire, ce qui peut affecter le pH du sol et la disponibilité des nutriments pour les plantes. Le pH légèrement basique à basique ainsi que le taux de conductivité électrique indiquent des conditions favorables à la croissance des plantes dans l'ensemble des échantillons. De plus, la présence d'une quantité élevée de matière organique dans les échantillons suggère un sol fertile et propice à la croissance des plantes.

Diversité microbienne du sol :

Les résultats du dénombrement des différents groupes microbiens révèlent une grande variété de microorganismes présents dans le sol. L'activité biologique et la population microbienne sont étroitement liées aux caractéristiques physico-chimiques du sol, en particulier à l'humidité, à la salinité et à la teneur en matière organique. Les conditions environnementales du milieu jouent un rôle déterminant dans la dynamique de la colonisation du sol par ces populations microbiennes.

Compatibilité avec la culture des plantes :

En tenant compte des résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques, ainsi que des comparaisons avec les données des plantes, il a été identifié que sept plantes sont compatibles avec les échantillons de sol étudiés. Cette compatibilité est probablement due aux caractéristiques favorables du sol, telles que sa texture loameuse, son pH légèrement basique à basique, sa conductivité électrique modérée et sa richesse en matière organique. La diversité microbienne présente dans le sol contribue également à créer un environnement propice à la croissance des plantes.

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des échantillons de sol étudiés suggèrent qu'ils sont bien adaptés à la culture de plantes aromatiques et médicinales. Ces résultats fournissent des informations précieuses pour la mise en valeur des terres, le compostage et la sélection des plantes à cultiver dans la zone étudiée (terre périurbain la ferme expérimentale de l'université de Tiaret).

En perspective on propose l'installation d'une pépinière pour la production des plants

La pépinière joue un rôle essentiel dans la production de plants pour répondre aux besoins en plantes médicinales des habitants ainsi que des animaux présents dans cette ferme expérimentale, notamment les vaches. En tant que centre de propagation des plantes, la pépinière permet de cultiver et de multiplier une grande variété d'espèces végétales, y compris les plantes médicinales, dans des conditions optimales. En fournissant des plants sains et de qualité, la pépinière contribue à assurer un approvisionnement régulier en plantes médicinales, qui sont utilisées pour traiter divers maux et promouvoir la santé humaine et animale. De plus, la pépinière peut jouer un rôle clé dans la préservation de la biodiversité en cultivant des espèces indigènes et en participant à des programmes de conservation des plantes. Ainsi, en fournissant une source fiable de plants de qualité, la pépinière contribue non seulement à répondre aux besoins en plantes médicinales, mais également à promouvoir la santé et le bien-être des habitants et des animaux de la ferme expérimentale.

Sur le plan économiques et social :

La Réhabilitation de la Ferme de l'Université de Tiaret

L'intégration d'un programme de plantation de plantes médicinales(l'installation d'une pépinière) peut transformer la ferme de l'Université de Tiaret en une entité économiquement rentable et écologiquement durable. Les plantes médicinales, telles que la lavande, le romarin et la menthe poivrée, ont une grande valeur ajoutée sur le marché des produits naturels et pharmaceutiques

Plan économique :

Diversification des Revenus : La production de plantes médicinales offre une nouvelle source de revenus pour l'université. Les produits dérivés, comme les huiles essentielles, les tisanes et les extraits, peuvent être commercialisés à des prix élevés sur les marchés nationaux et internationaux

Création d'Emplois : Le développement d'une chaîne de production de plantes médicinales peut créer de nouveaux emplois dans la région, de la culture à la transformation et à la commercialisation

Tourisme Écologique : L'aménagement de la ferme en un centre de démonstration pour l'agriculture durable et la culture de plantes médicinales peut attirer des visiteurs et des chercheurs, générant ainsi des revenus supplémentaires par le biais de l'écotourisme

Plan social :

Formation et Éducation : La ferme peut servir de plateforme éducative pour les étudiants et la communauté locale, offrant des formations sur les pratiques agricoles durables et la culture de plantes médicinales

Amélioration de la Santé : La disponibilité locale de plantes médicinales peut améliorer l'accès aux remèdes naturels et promouvoir une approche holistique de la santé parmi la population locale

Références bibliographiques

- FAO Home. (2024).** <https://www.fao.org/home/en/> consulté le 26/05/2024) (Etat en Ile-et-Vilaine <https://www.ille-et-vilaine.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Agriculture-et-developpement-rural/L-agriculture/Foncier-agricole/Terres-incultes>)
- African Development Bank. (2024).** Algeria's diverse agroecosystems. African Development Bank Group. Retrieved May 26, 2024, from <https://afdb.org>
- Agence Nationale des Déchets. (2018).** Guide du compostage. Agence Nationale des Déchets, Algérie. DOI : 10.13140/RG.2.2.25176.34564
- Ait Haj Said, A., Sbai El Otmani, I., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2016).** Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.). *Hegel*, 3(3), 280-292. Retrieved from <https://www.cairn.info/revue-hegel-2016-3-page-280.htm>
- Baize, D., & Jabiol, B. (1995).** Les sols d'Alsace. Éditions de l'INRA.
- Benmezroua, M. (2014).** Contribution à l'étude de la gestion des déchets en milieu urbain en Algérie. *Journal of Environmental Management*, 125(4), 223-234.
- Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2009).** Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444-5453. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.11.027
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008).** *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson Education.
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C., & McDaniel, P. A. (2011).** *Soil Genesis and Classification* (6th ed.). Wiley.
- Calvet, R. (2000).** *Soil pollution processes and dynamics*. Springer.
- Cardenas, J. (2017).** Plante médicinale : Camomille romaine. Retrieved from <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/camomille-romaine.htm>
- Cardenas, J. (2017).** Plante médicinale : Lin. Retrieved from <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/lin.htm>
- Carnavelt, D. (2015).** *L'agriculture biologique en France*. Éditions Buissonnières.
- Coleman, D. C., Callahan, M. A., & Crossley Jr, D. A. (2017). *Fundamentals of soil ecology*. Academic press.
- Desfemmes, C. (2019).** Camomille. Récupéré de <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/camomille.php>
- Diaz, L. F., Savage, G. M., & Eggerth, L. L. (2011).** *Composting and recycling municipal solid waste*. CRC Press. DOI : 10.1201/9781420017349
- Doctissimo. (n.d.).** Jesus Cardenas. Récupéré de <https://www.doctissimo.fr/equipe/les-experts-de-doctissimo/jesus-cardenas>
- Doctissimo. (n.d.).** Huile essentielle de verveine odorante. Récupéré de <https://www.doctissimo.fr/sante/aromatherapie/guide-huiles-essentielles/huile-essentielle-de-verveine-odorante>
- Dommergues, Y., & Mangenot, F. (1970).** *Microbiologie du sol*. Masson.
- Drouineau, G. (1942). Étude de la répartition des sols en France. *Annales agronomiques*, 11(3), 289-304.
- Dufresne, A., & Philippe, M. (2018).** Contribution to the study of the flora of Algeria. *Journal of Plant Research*, 55(6), 1143-1154. Doi:10.1111/plr.12835
- FAO, (2013).** *Guide to composting on a large scale*. Food and Agriculture Organization of the United

Nations, Rome. DOI : 10.4060/ca2595en

FAO Home (2024)

Frontier, P., & Pichod-Viale, D. (1995). Techniques de gestion des espaces naturels. Lavoisier

Gaillard, J. F. (2005). Les technologies de compostage : guide de choix. Tec & Doc. DOI : 10.1007/978-2-8178-0007-1

Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (2003). Le sol vivant : Bases de pédologie, biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes. DOI : 10.1007/978-2-88915-759-7

Gruffat, X. (2023, August 14). Tilleul. Retrieved from <https://www.creapharma.ch/tilleul.htm>

Guellier, N. (2016, June 21). Le curcuma (*Curcuma longa*), en cas de troubles digestifs. Retrieved from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-858-bienfaits-atouts-sante-curcuma.html>

Guellier, N. (2019, June 6). Gingembre (*Zingiber officinale*), piquant mais frileux. Retrieved from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2746-gingembre.html>

Guellier, N. (2019, March 29). Le tilleul : bien plus qu'apaisant. Retrieved from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2611-tilleul-bienquapaisant.html>

Hachi, M. (2015). Contribution à l'étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale utilisée au niveau de la ville de Khenifra, Maroc. ISSR Journals. Retrieved from <https://www.researchgate.net/profile/Jamila-Dahmani/publication/344541107>

Hillel, D. (1984). Introduction to Environmental Soil Physics. Academic Press.

Houot, S. (2001). Valorisation des matières organiques en agriculture: Compostage et effets sur les sols et les cultures. Éditions INRA. DOI : 10.1016/S0993-1934(01)00036-4

Isabelle C. (2021, March 4). Quels intérêts à avoir de l'ortie au jardin ? Retrieved from https://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage_naturel/ortie-jardin-avantages,2188.html

JAGE, Journal of Agricultural and Environmental Ethics. (n.d.). Economic potentials of medicinal plants in Algeria. Retrieved May 26, 2024, from <https://link.springer.com/journal/10806>

Kaci, A., Belarbi, L., & Bouderbala, A. (2013). Gestion des déchets ménagers en Algérie : état des lieux et perspectives. Management of Environmental Quality: An International Journal, 24(4), 520-531. DOI: 10.1108/MEQ-11-2012-0078

Larney, F. J., & Angers, D. A. (2012). The role of organic amendments in soil reclamation: A review. Canadian Journal of Soil Science, 92(1), 19-38. DOI : 10.4141/CJSS2010-064

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2012). Brock Biology of Microorganisms (13th ed.). Pearson.

Marschner, P. (Ed.). (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.

Martinez-Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, T. H., Muñoz, P., & Rieradevall, J. (2010). Composting versus incineration: A life cycle assessment of carbon footprint and energy performance. Journal of Cleaner Production, 18(8), 829-841. DOI : 10.1016/j.jclepro.2010.01.016

Millot, M. (2010). Le tilleul. Actualités Pharmaceutiques, 49(494), 53-55. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0515370010706510>

Moussaoui, M. (2014). Plantes médicinales de Méditerranée et d'Orient. ISBN: 987-2-9542435-0-4.

Musy, A., & Soutter, M. (1991). Hydrologie des surfaces continentales. Presses polytechniques et universitaires romandes.

Oulbachir, A. (1997). Étude sur les sols algériens. Annales de Géographie, 106 (1), 71-84.

Pargett, D., Renberg, R. L., Silber, S. J., Biller, S. J., & Thompson, A. W. (2020). Cyanobacteria

- and cyanophage contributions to carbon and nutrient cycling in an oligotrophic oxygen-deficient zone. *The ISME Journal*, 14(4), 1212-1225. doi:10.1038/s41396-020-0605-2
- Raviv, M., & Lieth, J. H. (2007).** *Soilless culture: Theory and practice*. Elsevier. DOI : 10.1016/B978-044452975-6/50001-5
- Raynaud, S. (2022, May 7).** Verveine officinale : qu'est-ce que c'est. Retrieved from <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-verveine-officinale-11220/>
- Renouf, A. (2019).** L'Absinthe (*Artemisia absinthium* L.) : Approche ethnobotanique. Retrieved from <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas02459122v1/document?fbclid=IwAR3UVSItaXo2QW4h06lYNfPXgnMog91X9K7irhiWgzsmquCmQLkFIHolkSQ>
- Robert, M., & Chenu, C. (1992).** Interactions between soil minerals and microorganisms. In *Soil Biochemistry* (Vol. 7, pp. 307-378). Marcel Dekker, Inc.
- Santarome Bio. (2023, July 27).** Les multiples bienfaits de la camomille : une herbe apaisante pour le corps et l'esprit. Retrieved from <https://www.santarome.fr/blogs/conseils-sante/les-multiples-bienfaits-de-la-camomille-une-herbe-apaisante-pour-le-corps-et-lesprit>
- Soltner D., (2003).** Les bases de la production végétale. Tome I. Le sol et son amélioration. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 23ème. Ed, Paris. 472p.
- Soltner., (1988).** Les grandes productions végétales. Les collections sciences et
- Springer. (2024.).** Soil analysis techniques in agroecosystems. Retrieved May 26, 2024, from <https://springer.com>
- Sulmont, I. (2023, April 13).** L'ortie, cette divine plante herbacée. Retrieved from <https://www.lesoir.be/507150/article/2023-04-13/lortie-cette-divine-plante-herbacee>
- Tangara, T. (2012).** Guide pratique du compostage domestique. Éditions L'Harmattan, Paris. DOI : 10.3917/harm.pousc.2012.01.0231
- Tangara, T., Coulibaly, A., et al. (2012).** Technique du compostage. Japan International Research Center for Agricultural Sciences.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993).** Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues. McGraw-Hill, New York. DOI : 10.1016/0956-053X(93)90045-W
- Teuscher, E., Anton, R., & Lobstein, A. (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et leurs huiles essentielles. Paris, France : Ed. Tec & Doc (SCIRP) (Graphy Online) (Graphy Online)
- Univa Edition (2005).** « Le sol et ses constituants » Vitro to in silico (review article). *Microbiology*. 145: 2183-2202
- Vanier, P. (2012, January).** Herbiere médicinale : l'eucalyptus. Retrieved from https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HerbierMedicinal/Plante.aspx?doc=eucalyptus_hm&fbclid=IwAR0jyL2tThc0CueO7layCPwcpmHSBZqZM2WA_SxYHztOdK1Px7yLNtx04lo
- White R.E., (2006).** Principles and practice of soil science. The soil as a natural resource. Fourth edn: Blackwell Publishing
- Wild, A. (1993).** *Soils and the Environment: An Introduction*. Cambridge University Press.
- World Bank. "Algeria Country Overview."** Accessed May 26, 2024. World Bank.
- Xavier Gruffat, 14.08.2023,** Tilleul, <https://www.creapharma.ch/tilleul.htm>
- Zorpas, A. A., & Vassilis, I. L. (2015).** Municipal solid waste management and composting: A review. *Waste Management & Research*, 33(12), 1049-1064. DOI : 10.1177/0734242X15612462

Annexes

Annexe1. Tableau récapitulant les résultats des analyses de sols

Sols	Echantillon01	Echantillon02	Echantillon03	Echantillon04	Echantillon05
Sable totale	46.77 %	41.17%	43.52%	49.09%	50.73%
Limon totale	33.38 %	38.33%	35.24%	33.33%	32.12%
Argile	19.85 %	20.51%	21.24%	17.58%	50.73%
Sable total = S + S' - Limon total = Pi + 4min40s - Argile = 4h - Total= S + S' + Pi + 4min40s+4h					

Annexe2. Histogramme visualisant la distribution des composants des sols analysés

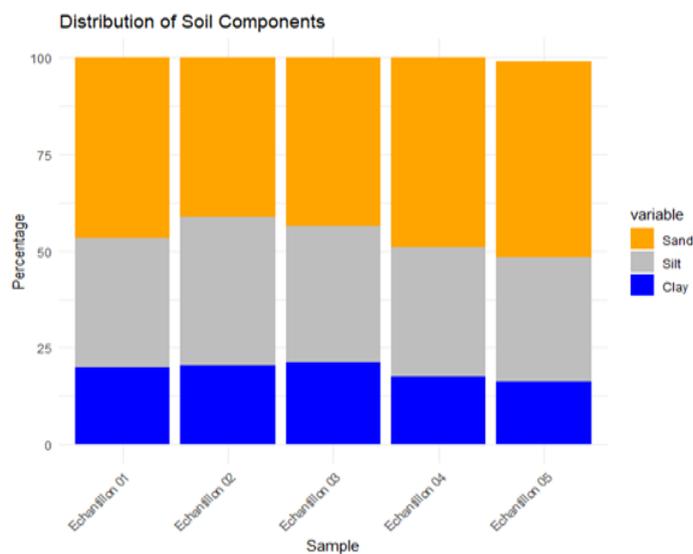


Figure.

Annexe3. Tableau visualisant les sols et les plantes correspondantes

Sols	01	02	03	04	05
Plantes	La lavande 	Romarin  Absinthe 	Thym 	Achillée Millefeuille  Consoude 	Menthe poivrée 

Figure.

Annexe 4. Illustration des résultats des analyses microbiologiques des sols



culture des champignons



culture des bactérie aerobies



culture des Azotobacters



culture des champignons



culture de bactérie



culture des champignons



culture des champignons



culture des champignons



culture des champignant



culture des actinomycetes

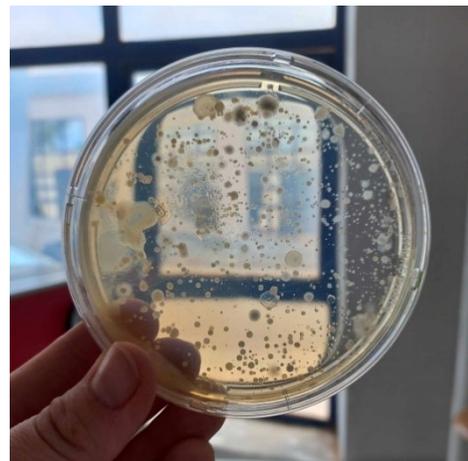
culture des champignant



culture des bactérie aerobie



culture des champignons



culture des actinomycetes



Culture des actinomycètes



culture des champignons