

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département : Génie de l'environnement

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Génie des procédés .

Spécialité : Gestion des changements environnementaux en méditerranée

Par

➤ **BOUDARI MANEL**

Intitulé

**Stocks de carbone organique des sols dans la région de
SASSARI (ITALIE)**

Soutenu le : 19/09/2022.

Devant le Jury composé de :

Nom & Prénom	Grade	Qualité	Etablissement
M.FAID.H	MCA	Président	Univ-BBA
M.HELLATI.A	MCA	Encadreur	Univ-BBA
M.DILMI.A	MCB	Examineur	Univ-BBA

Année Universitaire 2021/2022



Dédicace

Je tiens à dédier ce mémoire :

Papa : Mon premier Idole merci pour l'amour et la sagesse que tu procures à notre famille, tu es la lumière qui me guide aux moments les plus obscures de ma vie je t'aime et je te respecte énormément.

Maman : Ma raison d'exister... la meilleure chose qui m'est arrivé, si je suis en vie, je respire, Je ressens, c'est grâce à toi ; si j'ai l'espoir et l'envie de vivre c'est parce que tu existeras dans mon petit monde... Merci d'être maman.

A ma chère sœur Sabeh , ses enfants et toute la famille BOUGARA

A ma chère sœur Karima , ses enfants et toute la famille MADAOUI

*A ma chère sœur Ikram et mon unique cher et mon soutien après mes parents ,
mon frère Abd el raouf*

*A mon cher grand -père et ma chère grand-mère رجبهما الله et toute la famille
BOUDARI*

*A toute la famille DIF , particulier a mon cher grand-père Mohammed et ma
chère grand-mère Saadia*

A mon cher oncle Lahsen (Hasona)

A ma chère amie , ma jumelle et sœur YOUSRA

A toutes la promotion LMD Génie des procédés Master professionnel 2021|2022.





Remerciement

*je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et
miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir
ce Modeste travail.*

*Avant tout, je remercie mes chères parents pour tous les sacrifices
qu'ils ont fait pour moi et pour mes études et ma réussite*

*Je tiens à remercier tous les professeurs de génie de l'environnement
pour tous les efforts déployés lors de notre voyage d'étude*

*Je n'oublie pas aussi mes amis (es) pour leur soutien et leurs
conseils pour atteindre*

mes objectifs.

*Ma gratitude aux membres de jury qui me font l'honneur de juger
mon*

travail de fin d'étude

A tous merci .



Résumé :

le sol est le milieu naturel pour la croissance des plantes. Le sol a également été défini comme un corps naturel comprenant des couches (horizons) qui sont composées de matériaux altérés minéraux, de matières organiques, d'air et d'eau.

Les sols sont différents d'un endroit à un autre. Ceci est dû aux facteurs qui ont conduit à la formation de chaque type de sol. Des facteurs pédogénétiques différents impliquent des processus pédogénétiques différents. Ceci, attribue au sol des caractéristiques différentes d'un endroit à un autre. Les différences sont d'ordres physiques, chimiques et biologiques.

A travers ce travail d'analyse du sol de différentes manières, et les résultats obtenus ,nous apprendrons le type de chaque échantillon que nous avons analysé , sont aptitude à planter différentes plantes .

Mots-clés : sol , Analyse , Agriculture .

Summary :

Soil is the natural medium for plant growth. Soil has also been defined as a natural body comprising layers (horizons) which are composed of mineral weathered materials, organic matter, air and water.

Soils are different from place to place. This is due to the factors that led to the formation of each type of soil. Different pedogenetic factors imply different pedogenetic processes. This gives the soil different characteristics from one place to another. The differences are physical, chemical and biological.

Through this soil analysis work in different ways, and the results obtained, we will learn the type of each sample that we have analyzed, are suitability for planting different plants.

Keywords: soil , Analysis , Agriculture .

ملخص

التربة هي الوسط الطبيعي لنمو النبات. تم تعريف التربة أيضًا على أنها جسم طبيعي يتكون من طبقات (أفاق) تتكون من مواد معدنية مجوية ومواد عضوية وهواء وماء.

تختلف التربة من مكان إلى آخر. ويرجع ذلك إلى العوامل التي أدت إلى تكوين كل نوع من أنواع التربة. تشير العوامل الوراثية المختلفة إلى عمليات وراثية مختلفة. هذا يعطي التربة خصائص مختلفة من مكان إلى آخر. الاختلافات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

من خلال عمل تحليل التربة هذا بطرق مختلفة ، والنتائج التي تم الحصول عليها ، سوف نتعرف على نوع كل عينة قمنا بتحليلها ، وهي مناسبة لزراعة نباتات مختلفة.

الكلمات المفتاحية: التربة ، التحليل ، الزراعة .

Sommaire

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
List des abréviations	
List des tableaux	
List des figures	
Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Les différent types des sols	
I.1-Sol sableux.....	5
I.1.1-Caractéristique des sols sableux.....	5
I.1.1.a-Texture des sols sableux.....	5
I.1.1.b-Strucrure des sols sableux.....	5
I.2-Sol argileux.....	6
I.2.1-Caractéristique des sols argileux.....	7
I.2.2-Définition d'une argile.....	7
I .2.3-Classification des argiles selon la couleur.....	8
I.2.3.a-Argile verte.....	8
I.2.3.b-Argile blanche.....	8
I.2.3.c-Argile rose.....	8
I.2.3.d-Argile rouge.....	8
I.2.3.e-Argile jaune.....	8
I.2.4- Les défferents types d'argile.....	9
I.3-Sol limoneux.....	9
I.3.1-Charactérickique des sols limoneux.....	9
I.3.1.a-Texture.....	9
I.3.1.b-Structure.....	9
I.3.1.c-Culture.....	9
I.4-Le défference entre les trois types des sols.....	10

Chapitre II: Matériaux et Protocole

II.1-Présentation de la zone d'étude	12
II.1.1-Emplacement	12
II.1.2-Territoire	12
II.1.3-Géographie physique	12
II.1.3.a-Climat	12
II.1.3.b-Economie	12
II.2-Présentation de laboratoire	13
II.3-Matériaux et protocole	14
II.3.1-Séchage et tamisage des sols	14
II.3.2-Détermination du PH	15
II.3.3-Détermination de conductivité électrique CE	17
II.3.4-Détermination du phosphore échangeable	18
II.3.5-Détermination de texture	22
II.3.6-Détermination de CEC	23
II.3.6.1-Titration EDTA	24
II.3.6.2-Détermination des cations (Mg,Ca,Na et K) par spectrophotomètre à flamme	26
II.3.6.2.a- Mg et Ca	26
II.3.6.2.b-Na et K	26
II.3.7-Détermination de CHN	27
II.3.7.1-L'affutage	27
II.3.7.2-CHN	27
II.3.8-Détermination des carbonates	28

Chapitre III : Résultats et Discussions

II.1-Introduction	30
III .2-PH	30
III.3-Conductivité électrique CE	31
III.4-Titrage EDTA	31

III.5-Ca.....	32
III .6-Mg.....	33
III.7-Na.....	33
III.8-K.....	34
III.9-Phosphore.....	35
III.10- Le rapport Mg/K.....	36
Conclusion.....	38
Référence Bibliographique.....	40

List des abréviations :

Ca : Calcium
CEC : Capacité d'échange cationique
CHN : Carbone , Hydrogène, Nitrogène
EDTA : Ethylène Diamine Tétra-Acétone
K : Potassium
Mg : Magnésium
Na : Sodium
NET : Noir Eriochrome T
pH : Potentiel hydrogène
UV-VIS : ultra violet-visible

List des figures :

Figure 1: Sol sableux.....	5
Figure 2 : Texture et structure des sol sableux.....	6
Figure 3 : sol argileux.....	6
Figure 4 : représente les différent sol argileux.....	7
Figure 5 : les différent couleur d'argile.....	8
Figure 6 : Sol limoneux.....	9
Figure 7 : Taille des particules des différent types des sols.....	10
Figure 8 : Structure des différent types des sols.....	10
Figure 9 : Texture des différent types des sols.....	10
Figure 10 : Map représente la localisation da santa maria la palma.....	13
Figure 11 : représente les deux zone de prélèvement des échantillons.....	13
Figure 12 : Laboratoire de département d'ingénierie de la section du territoire , géopédologie et géologie appliquée.....	14
Figure 13 : Université de Sassari faculté d'agriculture.....	14
Figure 14 : Matériel de séchage et tamisage des sols.....	15
Figure 15: pH-mètre.....	15
Figure 16 : Centrifuge.....	16
Figure 17 : Agitation magnétique.....	16
Figure 18 : Solution d'étalonnage de pH-mètre.....	16
Figure 19 : Le papier PH.....	17
Figure 20 : Conductimètre.....	17
Figure 21: Agitation des sols.....	17
Figure 22: Représente les résultats de centrifugation.....	18
Figure 23 : Représente les solutions d'étalonnage d'un conductimètre.....	18
Figure 24 : Représente la lecture de conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$).....	18
Figure 25 : Mesure du poids du sol et charbon actif.....	19

Figure 26 : Filtration à l'aide d'un papier filtre.....	19
Figure 27 : Représente les différent étapes de filtration selon la deuxième méthode.....	20
Figure 28 : Avant et après filtration selon la deuxième méthode.....	20
Figure 29 : Les solutions utilisée dans la préparation de mélange.....	21
Figure 30 : Représente le changement de la couleur après l'ajoutement de mélange préparer	21
Figure 31 : spectrophotomètre UV-VIS.....	22
Figure 32 : Agitation des sols pour détermination de texture.....	23
Figure 33 : Granulométrie automatique.....	23
Figure 34 : chlorure d'ammonium-hydroxyde d'ammonium.....	25
Figure 35 : NET.....	25
Figure 36 : Les étapes de changement de couleur.....	25
Figure 37 : La préparation des échantillon.....	26
Figure 38 : Spectrophotomètre à flamme.....	27
Figure 39 : Préparation des boules dans des petits tubes.....	27
Figure 40 : Four tour à température très élevée (900 °C).....	28
Figure 41 : Les résultats de CHN.....	28
Figure 42 : Courbe représente la variation du PH.....	30
Figure 43 : Courbe représente l'évolution de conductivité électrique d'un sol à l'autre.....	31
Figure 44 : Courbe représente le volume d'EDTA de chaque échantillon.....	32
Figure 45 : Courbe représente la variation de calcium de chaque échantillon.....	32
Figure 46 : Courbe représente la variation de magnésium de chaque échantillon.....	33
Figure 47 : Courbe représente la variation de sodium de chaque échantillon.....	34
Figure 48 : Courbe représente la variation de potassium de chaque échantillon.....	35
Figure 49 : Courbe représente la variation de phosphore de chaque échantillon.....	36
Figure 50 : Histogramme représente l'évolution de rapport Mg/K.....	37

List des tableaux :

Tableau III1 : Représente les résultats du PH.....	30
Tableau III2 : Représente les résultats du conductivité électrique.....	31
Tableau III3 : Représente le volume d' EDTA obtenu par le titrage.....	31
Tableau III4 : Représente les résultats du calcium.....	32
Tableau III5 : Représente les résultats du magnésium.....	33
Tableau III6 : Représente les résultats du sodium.....	33
Tableau III7 : Représente les résultats du potassium.....	34
Tableau III8 : Représente les résultats du phosphore.....	35
Tableau III9 : Représente les résultats du rapport Mg/K.....	36

Introduction Générale

Introduction Générale :

Le sol joue un rôle essentiel dans la fonction de l'écosystème terrestre. C'est une ressource importante qu'il convient de protéger tenant compte de l'accélération de sa dégradation liée, souvent à l'activité humaine.

Les pédologues définies le sol comme un corps naturel qui a subi une évolution, résultat d'une dégradation de la roche mère. Il considère le sol avec ses horizons pédologiques. Il classifie les sols en regard de leur environnement naturel avec une attention particulière à leur utilisation pratique en agriculture et foresterie [1].

Les définitions du sol sont liées à son utilisation. Pour un ingénieur civil le sol est un support sur lequel sont construites les routes et sont fondés les bâtiments. Pour un ingénieur d'assainissement le sol est un récipient d'égouts domestiques et municipaux. Pour l'hydrologue ou l'hydrogéologue le sol est un manteau vivant et végétalisé permettant le cycle de l'eau. Pour l'écologue le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interactions chimiques, biochimiques et biologiques. On a d'ailleurs de plus en plus tendance à considérer le sol comme un écosystème à part entière, et non plus comme une composante d'un écosystème dont la base serait la végétation [2].

L'utilisation des sols recoupe plusieurs approches, avec deux « écoles » principales. La dimension fonctionnelle renvoie à la description des zones selon leur finalité socio-économique : superficies à vocation résidentielle, industrielle ou commerciale, agricole ou forestière, destinées aux loisirs ou à la préservation, etc. Des liens avec l'occupation peuvent être établis ; il est possible de déduire l'utilisation d'un sol à partir de son occupation, et inversement. Mais les situations sont souvent compliquées et le lien n'est pas toujours évident. L'approche séquentielle a été surtout développée pour les statistiques agricoles. Elle englobe une série d'opérations humaines visant à tirer des produits et/ou des bénéfices des ressources du sol. Exemple : une séquence d'opérations telles que le labourage, l'ensemencement, les traitements herbicides et fertilisants, et la récolte [3].

La fertilité d'un sol peut être définie comme l'ensemble des caractéristiques physicochimiques (structure du sol, matière organique, éléments minéraux) et biologiques d'un sol (organismes vivants) qui interagissent dans le temps et dans l'espace selon les conditions pédoclimatiques et de gestion. La gestion de la fertilité du sol est une partie intégrale de la gestion des systèmes de cultures avec ses caractéristiques spatiales et temporelles particulières. La fertilité est habituellement vue en tant qu'équivalent de la capacité du sol à fournir des éléments nutritifs aux

plantes. Selon [4], la fertilité en un sens plus étroit a trait aux aspects nutritifs du sol, et plus souvent seulement des macroéléments, habituellement l'azote et phosphore et parfois le potassium. [5]

parlent eux plutôt du capital d'éléments nutritifs qui se définit comme les stocks d'azote, de phosphore et d'autres éléments essentiels au sol qui deviennent disponibles aux plantes pendant une période de 5 à 10 ans.

Le sol est un réservoir de carbone inorganique de 700 à 750 Gt de CO₂- provenant principalement des carbonates lithogéniques [6]. A cela s'ajoute le carbone organique de l'ordre de 2 400 Gt, sur 2m de profondeur. C'est 3 fois la réserve de carbone atmosphérique et plus de 4 fois la réserve biotique. Le sol est donc le plus gros réservoir de carbone organique sur terre [7].

Les animaux et les végétaux sont les vecteurs qui permettent le transfert du carbone atmosphérique vers le sol. Mais c'est par la photosynthèse que le carbone entre dans les écosystèmes [8].

Cette photosynthèse permet à la plante de créer de la matière organique à partir du CO₂ atmosphérique. Lorsque les animaux et les végétaux meurent, cette biomasse fournit de la matière organique au sol. Sous l'action des décomposeurs, le carbone organique se minéralise et retourne dans l'atmosphère sous forme de CO₂ et de CH₄.

Ainsi, le stockage du carbone dans un sol dépend des entrées (les pertes par mortalité et les déjections animales) et des sorties (respiration des micro-organismes, perte de carbone organique dissout dans l'eau de drainage, perte de carbone particulaire et production de CH₄). Si les entrées sont supérieures aux sorties, alors le sol joue le rôle de puits en stockant du carbone. Dans le cas contraire il s'agit d'une source, c'est-à-dire que le sol émet du carbone.

Objectif :

L'objectif principale de ce travail est l'étude des différents types des sols ,on fait plusieurs analyses pour connaître la nature de sol et leur caractéristique, pour l'amélioration et l'utilisation dans le domaine d'agriculture.

Les travaux de recherche dans cette mémoire sont présentés sous forme de 3 chapitres :

Le premier chapitre : représente des différents types des sols.

INTRODUCTION

Le dixieme chapitre : représente les différents analyses fait sur les sols dans l'université de sassari , département d'agrigulture.

Le troisieme Chapitre : résume toutes les conclusions des résultats et interprétations obtenus.

Conclusion :

Il contient tous les résultats obtenus grace aux différentes analyses que nous avons faites, et les différentes solutions proposées pour apprendre à exploiter le sol pour l'agriculture.

Chapitre I :

Les différent types des sols

On peut regrouper les sols en trois grands types :

- Sol sableux
- Sol limoneux
- Sol argileux

I.1-Sol sableux :

Le sol sableux (également appelé sol siliceux) se compose d'au moins 70% de sable, n'est ni trop clair ni trop foncé et a une texture rugueuse . Il est facile à utiliser,mais ne retient pas d'eau. Très difficile, voire impossible à compacter, il glisse entre les doigts (comme du sable) [9].

Ce type de sol a de très grosses particules et il y a peu ou pas d'argile. Comme ce type de sol a des particules granulaires et que les particules ont une plus grande taille, elles ne réalisent pas le compactage requis par l'argile et le limon dans le sol. C'est pourquoi les sols sableux ne sont pas recommandés pour la construction [10].



Figure 1: Sol sableux

I.1.1-Caractéristique des sols sableux :

I .1.1.a- La texture du Sol sableux

Contient surtout du sable sol très poreux qui ne retient pas l'eau; sèche et se réchauffe en peu de temps. Un sol sableux ne peut pas stocker beaucoup d'eau, mais l'absorption est facile et l'eau est évacuée rapidement vers le bas- ceci peut être un problème car cela occasionne des pertes en nutriments.

I.1.1.b-Structure du sol sableux:

Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage. Les sols sableux sont durs à structurer .La structure se dégrade facilement (il faut de l'activité biologique et des racines)[11].

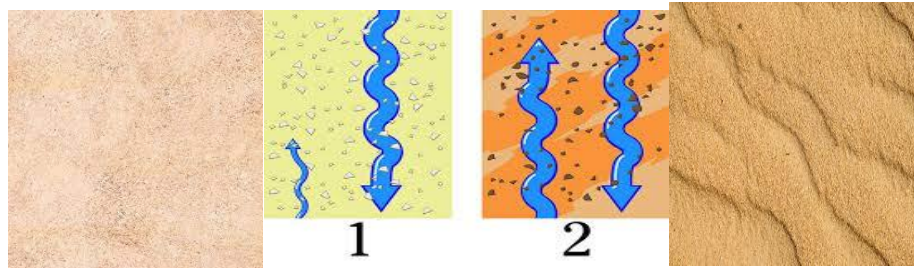


Figure 2 : Texture et structure des sol sableux

Ce sont des sols granuleux, sans structure, qui ne s'agglomèrent pas. Ce sont des sols très perméables à l'eau et à l'air. Ils sont très poreux très faciles à travailler. L'eau ne stagne jamais.

Le sol sableux sèche et réchauffe facilement. Ils sont très drainants. Ils ne retiennent donc pas l'eau, ni les éléments nutritifs, Il faut donc les amender régulièrement pour qu'ils restent fertiles, notamment parce qu'ils sont facilement lessivés lors des grandes pluies.

La qualité structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydoréduction de ce sol. Cette valeur oriente la nature et l'intensité de la population microbienne.

Les sols sableux contiennent un pH situé au-dessus de 7 ce qui joue considérablement sur la nutrition minérale de la plante. Le pH est l'abréviation du potentiel Hydrogène. Sur une échelle de 1 à 14, il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité de la terre. Un sol sableux est neutre lorsque le pH est égal à 7, est alcalin ou basique le pH est supérieur à 7.

I.2-Sols Argileux :

Les sols argileux sont reconnus comme des sols sensibles aux variations hydriques subies au cours des cycles saisonniers, pouvant engendrer des désordres importants sur les constructions à travers le monde. [12].



Figure 3 : Sol argileux

L'argile est un sol lourd, humide et visqueux qui non seulement retient l'eau, mais empêche également le dessèchement . On reconnaît ce type de sol à la présence de pâquerettes, de liseron et de boutons d'or .



Figure 4 : Réprésente les déffirent sols argileux

Un sol argileux peut contenir certains minéraux argileux ou tout autre minéral.

Les sols argileux sont généralement plastiques et cohérents .Selon le a Unified Soil Classification System N (USCS) un sol est considéré fin lorsque sa granulométrie est inférieure à 0,075 mm (tamis No 200) [13]. Le USCS regroupe les silts et argiles dans cette même catégorie. Or, même si les silts sont des sols à grains fins, ils ont le comportement des sols granulaires; ils sont pulvérulents et non plastiques [14].

L'eau influence leur comportement puisqu'ils sont dilatants, mais contrairement aux argiles, leur plasticité est a peu près nulle. Il est alors correct de dire que leur résistance est pratiquement indépendante à leur teneur en eau, ce qui les rapproche aux caractéristiques des sables.

I.2.1-Caractéristique des sols argileux :

Les argiles se caractérisent par une capacité élevée d'adsorption, d'échange ionique et de gonflement ainsi que par des propriétés rhéologiques particulières. Elles sont employées dans différents domaines ; y compris celles des céramiques, du forage pétrolier, du secteur minier, des peintures, des revêtements, des absorbants, du métal et du papier; les argiles sont difficiles à caractériser dû à leur petite taille, leur composition structurale variable et leur cinétique de formation et d'altération relativement lente[15].

I.2.2-Définition d'une argile :

L'argile se définit comme une terre grasse et molle contenant un ensemble de particules fines (de taille inférieure à 2 μm) constituée essentiellement de minéraux à structure en feuillets. L'argile présente une plasticité à l'état humide et durcit par séchageou par chauffage.[15]

I.2.3-classification des argile selon la couleur :

La couleur n'est pas suffisante pour identifier le type d'argiles parce qu'elle peut être attribuée à plusieurs types d'argiles. Par exemple, la couleur verte par exemple est retrouvée chez la montmorillonite, l'illite ou encore le chlorite, etc. Ainsi, [16] a montré que la concentration en oxyde de fer (Fe O) est responsable de la variation de couleur de l'argile comme va l'expliquer cidessous.

I.2.3-a) Argile verte :

Les argiles vertes présentent une faible teneur en fer, ce sont généralement les montmorillonites, les illites et les smectites.

I.2.3-b) Argile blanche :

Les argiles blanches sont le plus souvent des kaolinites et également des smectites [17].

I.2.3-c) Argile rose :

Ces roches argileuses ne sont pas retrouvées au naturel. Il s'agit d'un mélange d'argile rouge et d'argile blanche [18].

I.2.3-d) Argile rouge :

Généralement des illites, ces argiles sont riches en oxyde de fer [19].

I.2.3-e) Argile jaune :

Ces illites riches en oxyde de fer et magnésie [19].



Figure 5 : les différent couleur d'argile

I.2.4-Les différents types d'argiles :

Il existe de nombreux types d'argiles dans la nature en raison de la diversité de leurs caractéristiques et il est difficile de les énumérer, mais nous mentionnerons les groupes souvent rencontrés en géotechnique. [20].

- a) Kaolinites
- b) Smectites
- c) Chlorite
- d) Lites

I.3-Sols limoneux :

Les sols limoneux sont composés de sable fin et de limon, avec moins de 10 % d'argile. Ils sont riches, fertiles, perméables à l'eau et l'air. Cependant, ils ont tendance à former une croûte en surface sous l'effet des précipitations et de l'irrigation. Dans ce cas ils deviennent imperméables à l'eau et à l'air, ce qui mène à l'asphyxie des racines des plantes et des organismes vivants dans le sol [21].

I .3.1-Caractérisrique des sols limoneux :

I .3.1.a-Texture: Contient surtout du limon; adhésion partielle des particules du sol qui se désagrègent en petits morceaux sous l'effet de l'environnement; porosité moyenne.

I .3.1.b-Structure: Particules relativement serrées permettant à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement; sujet à la formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration d'eau, tout en favorisant le ruissellement; très pentes grande sensibilité à l'érosion par l'eau, surtout là où les sont abruptes.

I .3.1.c-Culture: Convient à la culture du blé, du maïs, des betteraves, etc.[22]



Figure 6 : Sol limoneux

I.4- Le différence entre les trois types des sols :

- ✓ Différence de la taille des particules :

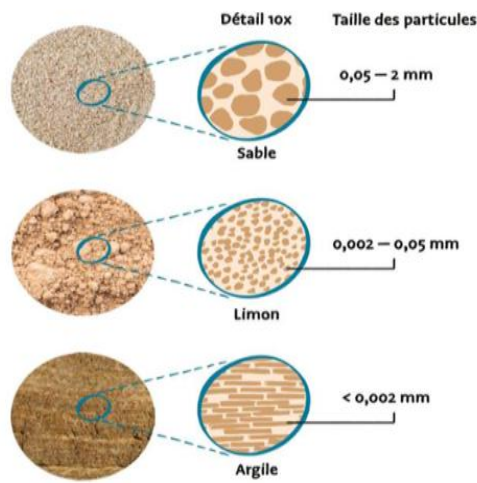


Figure 7 : Taille des particules des des différents types des sols

- ✓ Différence de structure et texture :

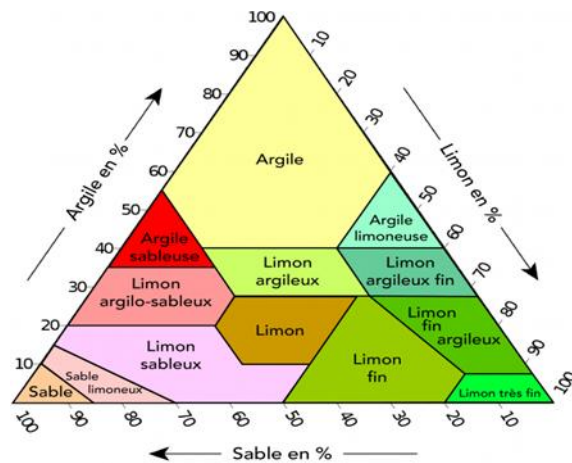


Figure 8 : Structure des différents types des sols Figure 9 : Texture des différents types des sols.

Chapitre II :

Matériaux et protocole

II.1- Présentation de la zone d'étude :

Santa maria la palma (SMLP) :

Santa Maria La Palma est une fraction d'environ 1 000 habitants de la municipalité d'Alghero, située à environ 15 km de la ville d'Alghero .

Il y a la paroisse de la Nativité de la Bienheureuse Vierge Marie et à quelques kilomètres se trouve l'aéroport d'Alghero-Fertilia.

II.1.1- Emplacement :

- ✓ État Italie Italie
- ✓ Sardaigne Region-Stemma.svg Sardaigne
- ✓ Province Province de Sassari-Stemma.svg Sassari
- ✓ Municipalité d'Alghero-Stemma.svg Alghero

II.1.2-Territoire :

- ✓ Coordonnées 40° 39'39.56" N 8° 16'18.26" E
- ✓ Altitude 30 m au-dessus du niveau de la mer
- ✓ Habitants 1 059 (30-06-2007)

II.1.3-Géographie physique :

II.1.3.a-Climat :

Le climat du hameau est méditerranéen tempéré, avec des hivers doux et des étés chauds et secs. Les températures hivernales ne descendent pratiquement jamais en dessous de zéro, tandis que les températures estivales restent au-dessus de 35 degrés , et dépassent parfois 40. Cependant, les étés sont venteux en raison de la brise marine.

II.1.3.b- Économie :

La cave Santa Maria la Palma du même nom est située dans le hameau, l'une des caves les plus importantes de Sardaigne.

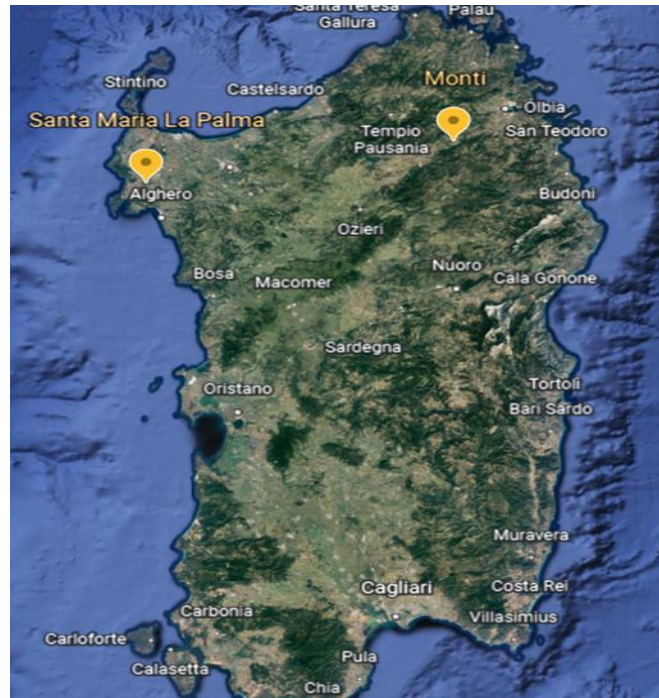


Figure 10 : Map représente la localisation da Santa Maria La Palma.



Figure 11 : représente les deux zone de prélèvement des échantillons

II.2- Présentation de laboratoire :

Les analyses des sols fait dans laboratoire de département d'ingénierie de la section du territoire ,géopédologie et géologie appliquée.



Figure 12 : Laboratoire de département d'ingénierie de la section du territoire ,géopédologie et géologie appliquée.

Université de Sassari faculté d'agriculture



Figure 13 : Université de Sassari faculté d'agriculture.

Cette laboratoire contient plusieurs salles :

1. Une salle pour séchage et tamisage des sols.
2. Une salle de balance.
3. Une salle pour faire les analyses des sols.
4. Une salle pour les analyses des eaux et minéralisation des sols ;
5. Une salle des instruments pour lire les valeurs de phosphore, les cations (Mg,Ca,K,Na) et CHN ;
6. Et une salle contient les réactifs dangereux .

II.3- Matériaux et protocole :

II.3.1- Séchage et tamisage des sols :

Après le prélèvement d'échantillon la première étape dans les analyse des sols est séchage de sol dans un four pendant 24h ,et après le séchage faire le tamisage à l'aide d'un tamis de 2 mm de diamètre.



Figure 14 : Matériel de séchage et tamisage des sols.

II.3.2-Détermination du pH :

Le pH (potentiel hydrogène) fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols après la texture bien sur .

Le pH est mesuré par voie électrique à l'aide du pH-mètre



Figure 15: pH-mètre

➤ Protocole :

- Dans des tubes à essai on met 5g de sol de diamètre 2 mm
- On ajoute 25 ml d'eau distillée

- Agitation pendant 2 h
- Faire la centrifugation pour séparer le sol et l'eau c'est-à-dire les phases solide et liquide à l'aide d'un appareil appelée centrifuge .



Figure 16 : Centrifuge

- Après centrifugation ,agitation magnétique quelque minutes.



Figure 17 : Agitation magnétique.

Et lire les valeurs de pH sur un ph-mètre , mais avant la lecture on fait de calibrage de ph-mètre selon les soluion suivants :

Ph=7 .00 ; ph= 4.01 ; et ph=10.01



Figure 18: Solution d'étalonnage de pH-mètre .

Remarque : Existe une autre méthode pour connaître le pH des sol ,cette methode fait sur place après le prélèvement de l'échantillon à l'aide de HCl ;



Figure 19 : Le papier pH.

II.3.3-Détermination de conductivité électrique :(CE)

La conductivité électrique d'une solution est la conductance de cette solution mesuré entre des électrodes de 1cm^2 de surface . elle permet de déterminer la salinité globale de la solution du sol. Elle est directement proportionnelle à la quantité de solides (les sels minéraux) dissous dans la solution du sol ,elle est mesuré à l'aide d'un conductimètre .



Figure 20 : Conductimètre.

➤ Protocole :

- Dans des tubes à essai on met 5g de sol de diamètre 2 mm.
- On ajoute 25 ml d'eau distillée.
- Agitation pendant 2 h à l'aide de l'appareil automatique suivant



Figure 21: Agitation des sols.

- Après 2h Faire la centrifugation pour séparer le sol et l'eau c'est-à-dire les phases solide et liquide à l'aide d'un appareil appelée centrifuge .
- Après la centrifugation on obtient la forme suivant



Figure 22: Représente les résultats de centrifugation.

- Faire le calibrage de conductimètre à partir des étalons suivant $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ et $12880\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 23 : Représente les solutions d'étalonnage d'un conductimètre.

- Lire la conductivité électrique de chaque échantillon.



Figure 24 : Représente la lecture de conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

II.3.4- Détermination du phosphore échangeable (pas totale) : P (ppm)

➤ Protocole :

- 2g sol +1g charbon actif (pour la purification et elle est nécessaire pour le changement des couleur de sol) .



Figure 25 : Mesure du poids du sol et charbon actif.

- On ajoute 40 ml de bicarbonate de sodium (0.5N) (42 g/l) NaHCO_3 (pH=8.5)
- Agitation pendant 30min
- Centrifugation 10 min
- Après centrifugation on fait la filtration selon deux méthode ,la premier méthode est filtration avec l'utilisation des papier filtre



Figure 26 : Filtration à l'aide d'un papier filtre.

Et la deuxième méthode c'est :

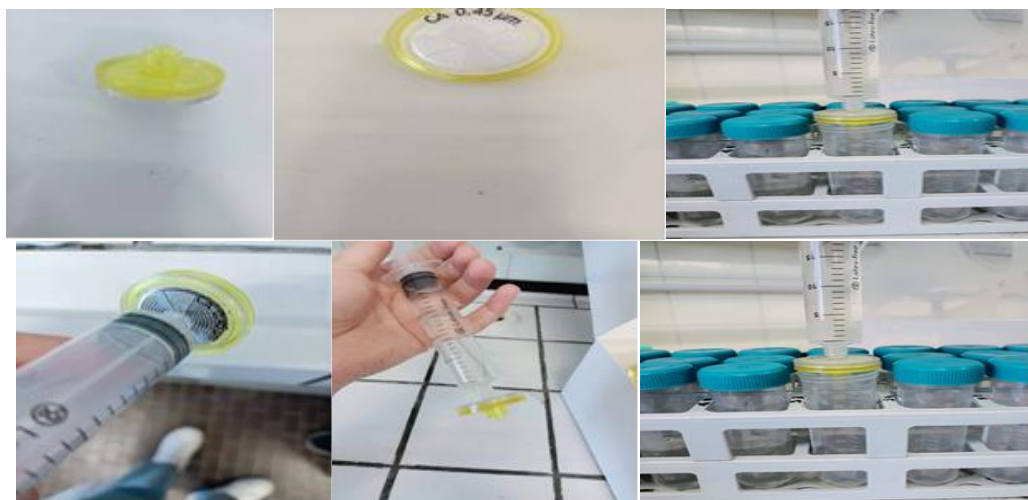


Figure 27 : Représente les différents étapes de filtration selon la deuxième méthode.



Figure 28 : Avant et après filtration selon la deuxième méthode.

- On prend 5ml de solution filtrat + 3 gouttes $C_6H_5NO_3$ nitrophénol 1% comme indicateur coloré pour connaître le milieu acide, on a une couleur jaune.
- On ajoute l'acide sulfurique H_2SO_4 goutte à goutte, il réagit avec la solution et libère de petits boules.

on fait une petite mixation pour l'homogénéisation, continue l'ajoutement jusqu'à la couleur transparente ;

Préparation de blanc :

- 5 ml bicarbonate de sodium $NaHCO_3$ + 3 gouttes $C_6H_5NO_3$ nitrophénol 1% + l'acide sulfurique H_2SO_4 jusqu'à la couleur transparente.

Préparation des solutions standard 1 et 2 :

- **Standard 1 :** 0.5 ml d'étalon mono élément 1CP-MS P(phosphore) 10 mg/l dans H₂O+ 5 ml bicarbonate de sodium NaHCO₃ +3 gouttes C₆H₅NO₃ nitrophénol 1%+ l'acide sulfurique H₂SO₄ jusqu'à la couleur transparent .
- **Standard 2 :** 1 ml d'étalon mono élément 1CP-MS P(phosphore) 10 mg/l dans H₂O+ 5 ml bicarbonate de sodium NaHCO₃ +3 gouttes C₆H₅NO₃ nitrophénol 1% + l'acide sulfurique H₂SO₄ jusqu'à la couleur transparent.

Après tout on ajoute l'eau distillé pour les 8 échantillon , les solutions standard et le blanc jusqu'à le trait de 8.5 ml .

Préparation de mélange :

- 3.75 ml solution de molybdate d'ammonium 40 g/l + 12.5 ml solution d'acide sulfurique 2.5 N + 1.25 ml solution des tartrate de potassium et d'antimoine 1mg/ml + 7.5 ml d'acide ascorbique . Mélanger tout les solutions pour l'homogenation



Figure 29 : Les solutions utilisée dans la préparation de mélange

Prendre 1.5 ml de mélange préparer et mettez-la dans la solution de blanc et les deux standard 1 et 2. Le blanc reste blanc ,standard 1 prend une couleur bleu claire et le standard 2 prend une couleur bleu foncé .

C'est les troits condition vérifier la solution est bon .

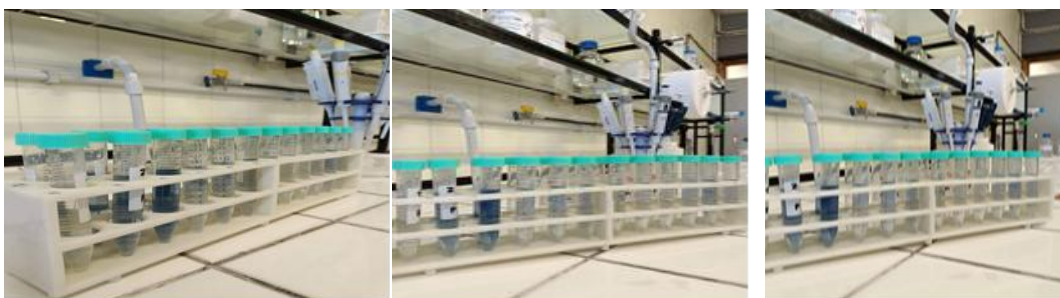


Figure 30 : Représente le changement de la couleur après l'ajoutement de mélange préparer.

Après 10 min on ajoute 1.5 ml de mélange préparé pour les 8 échantillon, on remarque la couleur des échantillon change (prend une couleur bleu), cet changement indique la présence de phosphore.

Après le changement de la couleur on prend les échantillon vers la salle des instrument pour lire la concentration de phosphore à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS; la premier chose on lire la concentration de blanc et les deux standard .



Figure 31 : spectrophotomètre UV-VIS.

Remarque :

1-Dans le cas d'un échantillon prend une couleur très foncé supérieure à la couleur de standard 2 c'est-à-dire la concentration est très élevée et l'inverse ,dans ce cas on fait la dilution de l'échantillon .

2-Dans le cas la valeur de concentration de phosphore égale 1 le résultat est perfect.

II.3.5-Détermination de texture :

➤ **Protocole :**

- Dans un erlenmayer on met 25 g sol + 50 ml phosphate d'hexane de sodium (Na PO_3)₆ 50 g/l + 50 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 10 g/l
- On ajoute l'eau distillée jusqu'à 150 ml
- Agitation pendant 2 hours à un jours sur l'appareil suivant



Figure 32 : Agitation des sols pour détermination de texture.

- Granulométrie automatique trace la courbe de masse distribution % en fonction de diamètre de sol (mm) .

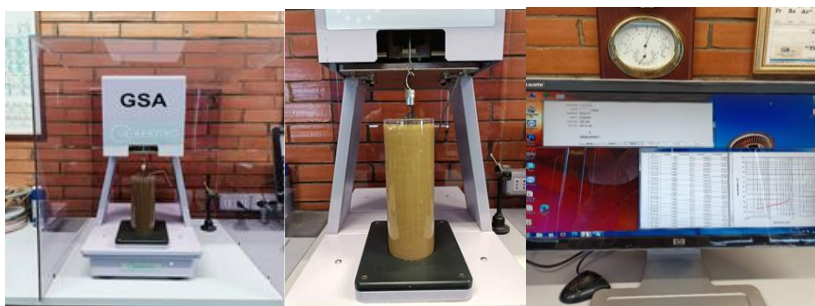


Figure 33 : Granulométrie automatique.

II.3.6-Détermination de CEC (capacité d'échange cationique) :

➤ **Protocole :**

Première fois :

- On met dans des tube à essai 2 g de sol (0.2 mm de diamètre)
- On ajoute 30 ml $BaCl_2$ Chlorure de baryum (100 mg/l) pour la stabilisation .
- Agitation pendant 1 h
- Centrifugation 10 min (X 4500 RPM)
- On fait la filtration de la solution obtenu après centrifugation dans des fiole à l'aide d'un papeir filtre « 41 »diametre (90 mm)

Remarque :

Melanger le sol et le chlorure de baryum avant l'agitation.

Deuxième fois :

Après filtration, le reste de sol dans les tube + les mêmes étapes que la première fois .

Troisième fois :

- Après la filtration de deuxième fois ,le reste de sol dans les tube + les mêmes étapes que la première et la deuxième fois.

Remarque :

3 fois parce que les tubes ils sont très petit et plus ils sont dispersés ,plus ils interagissent

Quatrième fois :

- Les mêmes tube à essai qui contient le reste de sol +30 ml d'eau (distributeur de chlorure de baryum)
- Agitation 10 min
- Centrifugation
- Filtration dans les meme fiole
- On ajoute l'eau jusqu'à le trait

Melanger les fiole pour l'homogénéation parce que différent densité entre le chlorure de baryum et l'eau , finalement on met les melange dans des tubes à essai numéroté de 1 jusqu 'à 8 et directement vers le réfrigérant .

Pour le blanc :

- 90 ml $BaCl_2$ + eau distillée
- Agitation ,centrifugation et filtration dans des fiole

Répéter les étapes quatre fois comme l'échantillon et met dans deux types à essai directement vers le réfrigérant .

II.3.6.1- Titration (EDTA) :**➤ Protocole :**

- 10 Bécher (2 pour le blanc et 8 pour l'échantillon).
 - a. **Dans les béchers de blanc :**
- 100 ml eau distillée +5 ml chlorure d'ammonium-hydroxyde d'ammonium + très ptite quantité de NET obtient une couleur rose + bareu magnétique pour l'homogénéisation.

- Titration avec EDTA jusqu'à la couleur bleue.

V_1 de blanc 1 et V_2 de blanc 2 C'est-à-dire le volume de blanc égale :

$$V_{\text{blanc EDTA}} = (V_1 + V_2) / 2$$

b. Les becher d'échantillon :

- Le sol reste dans les tube +25 ml sulfate de magnésium ($MgSO_4$).
- Agitation pendant 5 min.
- Centrifugation pendant 5 min à 4000 RPM.
- Après centrifugation dans chaque becher on met 5 ml d'échantillon
- On ajoute 5 ml chlorure d'ammonium-hydroxyde d'ammonium + petite quantité de NET (couleur rose) + eau distillée



Figure 34 : chlorure d'ammonium-hydroxyde d'ammonium



Figure 35 : NET

- On met dans les bechers des bareux magnétique pour l'homogénéisation
- Titration avec EDTA jusqu'à la couleur bleue et chaque fois noté le volume de l'EDTA
- La même opération pour les 8 échantillon .

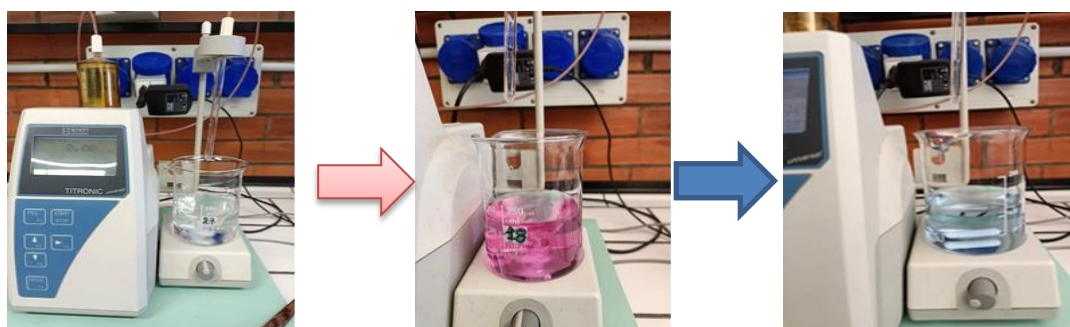


Figure 36 : Les étapes de changement de couleur.

Remarque :

Il est nécessaire $V_{\text{EDTA Blan}}$ supérieur à $V_{\text{échantillon}}$

II.3.6.2-Détermination des cations (Mg ,Ca,K et Na) par spectrophotomètre à flamme :

➤ Protocole :

II.3.6.2.a . Mg et Ca :

- Dans des tubes à essai on met 0.5 ml d'échantillon +0.2 ml chlorure de lanthane (LaCl_3) + eau jusqu'à 10 ml
- Pour le blanc 2.5 ml de blanc préparer +0.4 ml LaCl_3 + 50 ml eau distillée
- **Standard 1** : 2.5 ml de standard 1 +0.4 ml LaCl_3 +0.25 ml (mix Ca 100 ppm ,Mg 20 ppm , Na 50 ppm et K 100 ppm) + eau distillée jusqu'à 50 ml
- **Standard 2** : 2.5 ml de standard 2 +0.4 ml LaCl_3 +0.25 ml (mix Ca 100 ppm ,Mg 20 ppm , Na 50 ppm et K 100 ppm) + eau distillée jusqu'à 50 ml



Figure 37 : La préparation des échantillon.

Remarque :

1. On met le blanc et les standards 1 et 2 dans des fioles de 50 ml .
2. Le blanc et les standards 1 et 2 préparer pour l'étalonnage des instrument.

II.3.6.2. b. Na et K :

- Dans des tubes à essai on met 1 ml d'échantillon +0.2 ml LaCl_3 +9 ml d'eau.
- Pour le blanc 5 ml de blanc préparer avec les échantillons + 0.4 ml LaCl_3 + L'eau distillée jusqu'à le trait 50 ml (fiole de 50 ml).
- **Standard 1** : 5 ml blanc +0.25 ml multistandard pour l'absorption atomique dans l'acide nitrique al 2% +0.4 ml LaCl_3 +l'eau distillée (fiole 50 ml).
- **Standard 2** : 5 ml blanc +0.25 ml multistandard pour l'absorption atomique dans l'acide nitrique al 2% +0.4 ml LaCl_3 +l'eau distillée (fiole 50 ml).

Après la préparation des échantillons de Mg ,Ca , K ,et Na on prendre directement vers la salle des instrument pour lire les valeurs des cations à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme .



Figure 38 : Spectrophotomètre à flamme.

II.3.7- Détermination de CHN :

Avant la détermination de CHN il est nécessaire l'affûtage des sols .

II.3.7.1-Affûtage :

➤ **Protocole :**

Sol de 2 mm de diamètre transféré vers un sol de 0.2 mm de diamètre selon l'étape suivant :

- On met 4 cuve de sol dans chaque presse pour l'équilibre dans la machine .
- On met les deux presse à la machine pendant 20 second et frequence 250 Hz

Après 20 second on obtient un sol de 0.2 mm de diametre pour faire le CHN.

- On Cline les presses par l'acétone ($\text{CH}_3\text{CO CH}_3$) et l'eau normale .

II.3.7.2- CHN :

➤ **Protocole :**

- On met dans un papier comme l'aluminium une masse de 0.1100 g de sol obtient par l'affutage .
- on fait des petites boules et le mettre dans un petit tube.



Figure 39 : Préparation des boules dans des petits tubes.

- on prendre les échantillons directement vers la salle des instrument et utilisée un four toure à 900 °C.



Figure 40 : Four toure à température très élevée (900 °C).

- On met tout les boules à l'aide d'un logiciel lire la quantité de CHN.



Figure 41 : Les résultats de CHN.

Remarque :

- 1- L'air elle est nécessaire pour le nitrogène .
- 2- Il est nécessaire d'entrer le poids que nous avons mesuré pour chaque boule et pour chaque échantillon .

II.3.8- Détermination des carbonates :

➤ Protocole :

- Dans le cas de pH supérieur à 7 on fait le mesure de carbone , c'est le carbone existe dans le sol ,on faire tout les analyses .
- On fait le test par l'acide hydrochlorique HCl sur les sols de diamètre 0.2 mm.
- La présence des bables indique que le sol contient le carbone .

Chapitre III : Résultats et Discussions

II.1-Introduction :

Ce chapitre représente les résultats obtenus selon les différentes analyses des sols .

III.2- pH :

Tableau III.1 : Représente les résultats du pH.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
pH(H ₂ O)	6.79	6.82	6.49	6.7	6.91	6.9	6.4	6.7

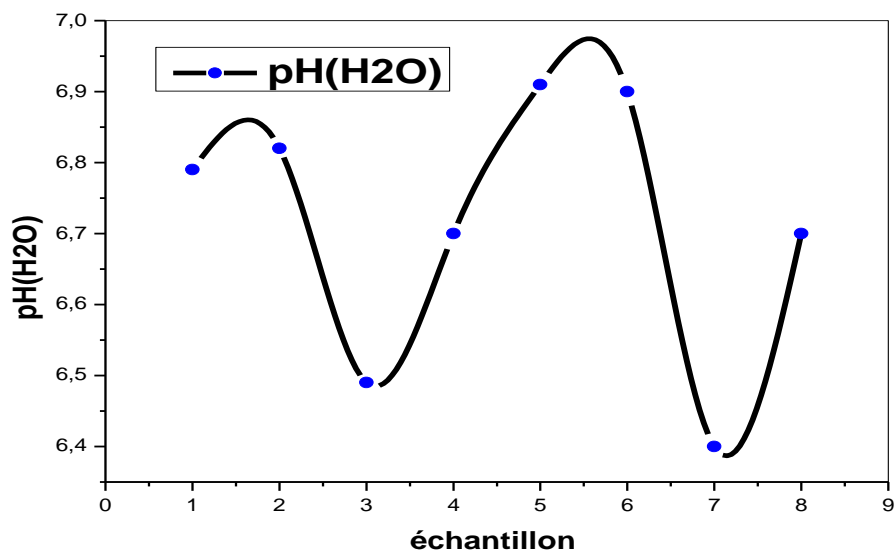


Figure 42 : Courbe représente la variation du pH

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que les valeurs de pH diffèrent d’un échantillon à l’autre, mais dans de petits pourcentages. Étant donné que toutes les valeurs obtenues sont inférieures à 7, cela signifie que le sol que nous avons analysé ne contient pas de carbone .

III.3-Conductivité électrique CE :

Tableau III.2 : Représente les résultats du conductivité électrique.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
CE (µs/cm)	33.7	59.8	27.31	8.4	48.8	89.3	60	267

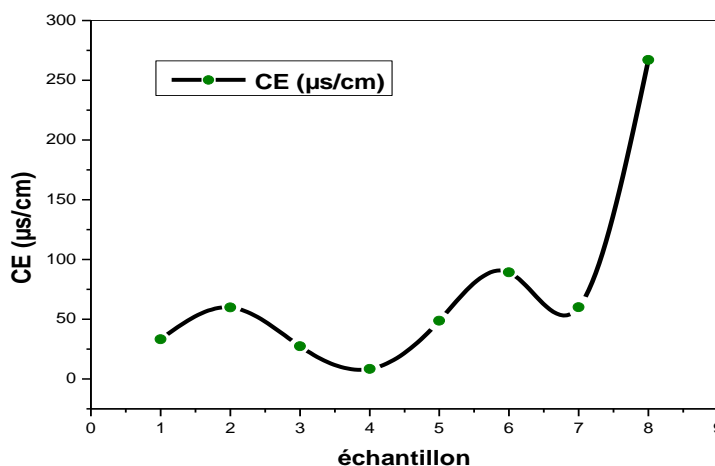


Figure 43 : Courbe représente l'évolution de conductivité électrique d'un sol à l'autre .

Interprétation :

D'après les résultats ci-dessus, on remarque que les valeurs de conductivité électrique CE diffèrent d'un échantillon à l'autre ,où l'on remarque l'échantillon numéro 4 prendre une valeurs très petits cela indique que ce sol souffre d'un manque de minéraux, contrairement à l'échantillon numéro 8 qui contient une grande quantité de minéraux.

III.4-Titrage EDTA :

$$V_{EDTA\ blan} = 9.95\ ml$$

Tableau III.3 : Représente le volume d' EDTA obtenu par le titrage .

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
V(ml)	9.05	9.61	9.91	10.29	10.31	9.56	9.49	9.46

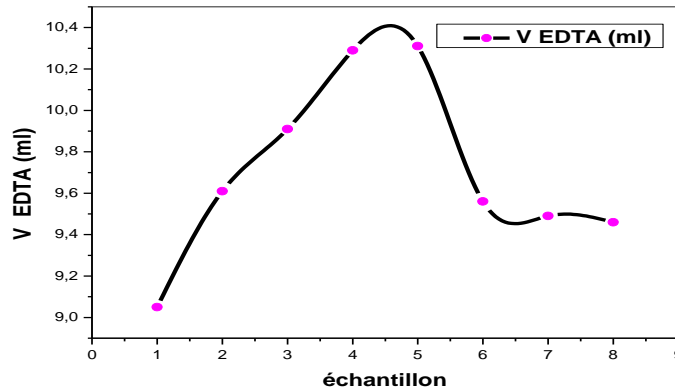


Figure 44 : Courbe représente le volume d’EDTA de chaque échantillon.

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que le volume d’EDTA différent d’un échantillon à l’autre, cette différence montre le pourcentage de présence des cations. Mais ces résultats sont bons car le volume d’EDTA pour les échantillon est inférieur à le volume d’EDTA pour le blanc.

III.5- Ca :

Tableau III.4 : Représente les résultats du calcium.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Ca(ppm)	1.30	0.84	0.38	0.16	0.25	0.86	0.6	0.18

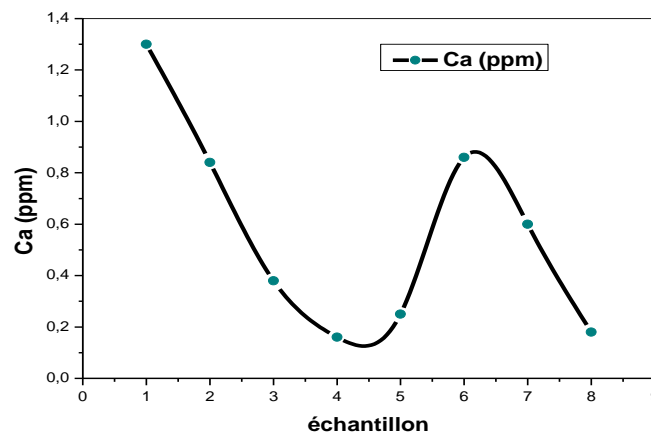


Figure 45 : Courbe représente la variation de calcium de chaque échantillon.

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que les valeurs de calcium diffèrent d’un échantillon à l’autre. Où l’échantillon numéro 1 à la plus grande proportion de calcium contrairement au reste des échantillons, en particulier l’échantillon 4 il n’ya presque pas de calcium.

III6-Mg :

Tableau III.5 : Représente les résultats du magnésium.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Mg(ppm)	0.25	0.08	0.06	0.03	0.05	0.08	0.02	0.08

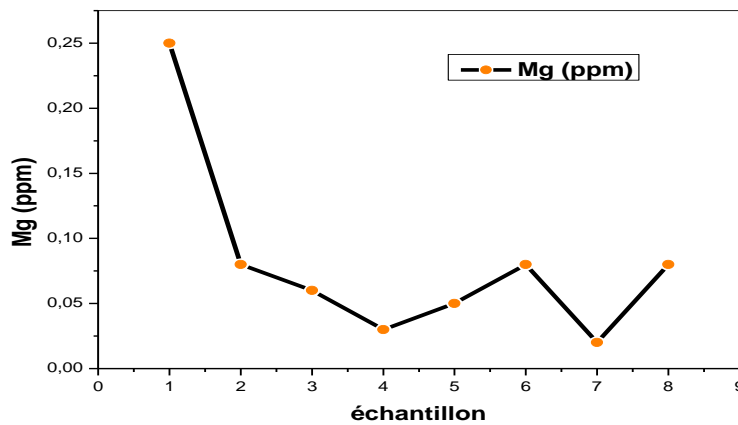


Figure 46 : Courbe représente la variation de magnésium de chaque échantillon.

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que les valeurs de magnésium diffèrent d’un échantillon à l’autre. Mais en général, presque tous les échantillons manquent de magnésium.

III.7- Na :

Tableau III.6 : Représente les résultats du sodium.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Na(ppm)	0.05	0.03	0.06	0.06	0.02	0.01	0.03	0.02

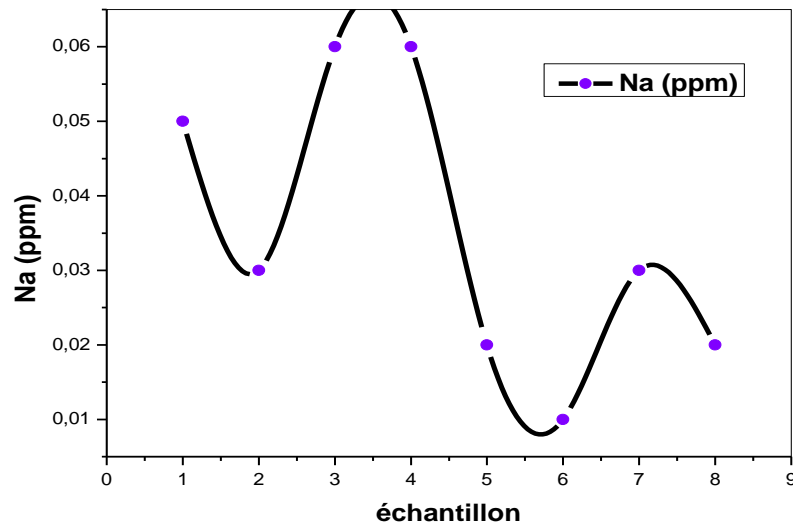


Figure 47 : Courbe représente la variation de sodium de chaque échantillon.

Interpritation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que les échantillons contiennent des différentes quantités de sodium, mais dans de très petites proportions inférieures à 0.1 ppm.

III.8- K :

Tableau III.7 : Représente les résultats du potassium.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
K(ppm)	0.15	0.33	0.25	0.05	0.13	0.35	1.09	2.33

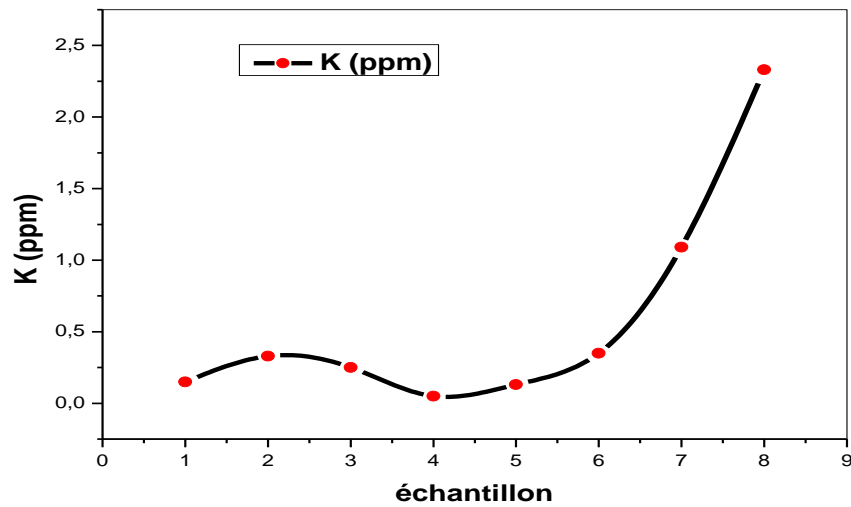


Figure 48 : Courbe représente la variation de potassium de chaque échantillon.

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque les valeurs de potassium différent d’un échantillon à l’autre . On remarque que l’échantillon numéro 1 contient une très faible quantité contrairement à l’échantillon numéro 8 .

III.9- Phosphore :

Tableau III.8 : Représente les résultats du phosphore .

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
P(ppm)	0.15	0.09	0.06	0.14	0.36	0.19	0.06	0.16

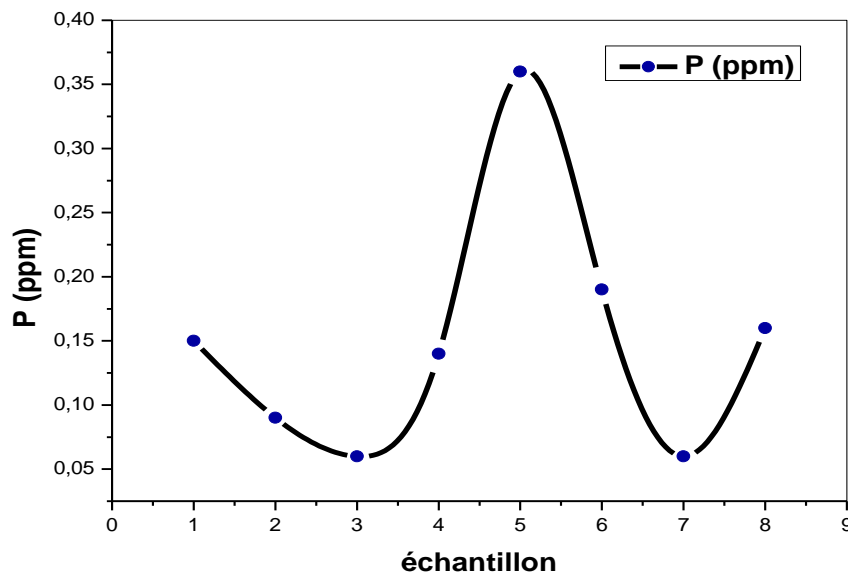


Figure 49 : Courbe représente la variation de phosphore de chaque échantillon.

Interprétation :

D’après les résultats ci-dessus, on remarque que les valeurs de phosphore diffèrent d’un échantillon à l’autre. Mais ces résultats ne sont pas acceptables car le phosphore idéal à la valeur 1ppm.

III.10- Le rapport Mg/K :

Tableau III.9 : Représente les résultats du rapport Mg/K.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Mg/K	1.66	0.24	0.24	0.6	0.38	0.22	0.01	0.03

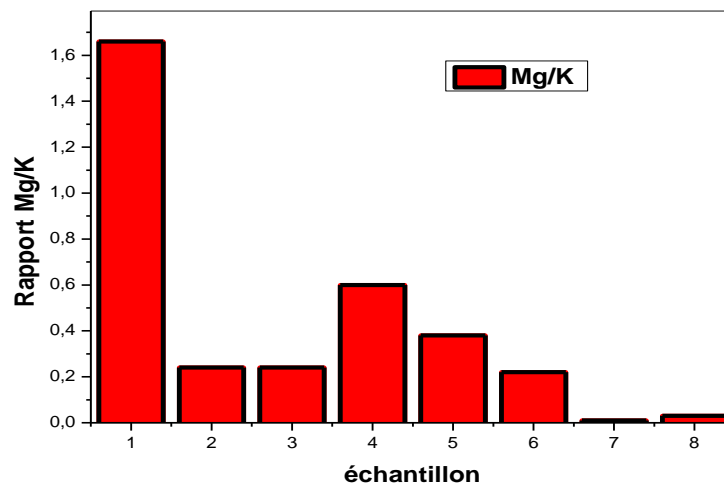


Figure 50 : Histogramme représente l'évolution de rapport Mg/K.

Interpétation :

D'après les résultats ci-dessus, On remarque que le rapport Mg/K différent d'un échantillon à l'autre, Là où l'échantillon numéro 1 prend le plus pourcentage, contrairement à l'échantillon 7, il est presque nulle.

Cette augmentation indique que l'échantillon 1 contient une quantité importante de magnésium, supérieure à la quantité de potassium.

Les échantillons 7 et 8 contiennent des proportions très importantes de potassium, bien plus que de magnésium. Aussi important soit-il, trop de potassium peut être malsain pour les plantes car il affecte la façon dont le sol absorbe d'autres nutriments importants.

Conclusion

Conclusion :

Lorsque les conditions de croissance appropriées sont disponibles, on note que la plante pousse naturellement sans intervention humaine et obtient sa nourriture (les nutriments) par la décomposition des résidus végétaux et la désintégration des roches et autres composés du sol, et sur cette base le sol restaure sa fertilité automatiquement, partiellement.

Et lorsque le besoin humain en nourriture a augmenté, il a commencé à exploiter intensivement la terre en plantant des cultures successives et stressantes, ce qui a entraîné une diminution de la fertilité des sols et une faible production. une grande partie de ces éléments sans que la plante en profite, ou parfois des cas d'intoxication des plantes peuvent survenir suite à l'accumulation de certains nutriments dans le sol.

A travers ce travail d'analyse du sol pour détecter le carbone et savoir si ce sol est adapté à l'agriculture ou non, nous concluons que :

Les résultats du pH obtenus montrent que ces échantillons que nous avons analysés ne contiennent pas de carbone.

Les résultats des cations et du phosphore obtenu, qui diffèrent d'un échantillon à l'autre, ne signifient pas que ce sol n'est pas propice à la culture, car il n'est possible de juger le sol qu'après avoir connu le type de plante à planter.

Il est nécessaire de connaître les caractéristiques de chaque plante et le type de sol avant la plantation afin de fournir le milieu approprié pour la croissance et le développement des plantes.

Les solutions proposées sont d'améliorer le sol et de modifier sa fertilité pour obtenir un produit de haute qualité.

Bibliographique

- [1]. H.PIERRICK , "Sol (pédologie)-Définition issu de sante-Médecine (santemedecine.commentcamarche.net) " ,2014.
- [2]. M. Mouffok, " mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem " , l'espace littoral ouest de Mostaganem cas de la zone des sablette-Ouréah en vue d'une orientation touristique, P34et35, 2003.
- [3]. C.A. MÜCHER, T.J. STOMPH , and L.O. Fresco, " Proposal for a global land use classification FAO" , Rome, P37, 1993 .
- [4]. L. Lamboni, " Approche participative et utilisation du modele QUEFTS pour la gestion de la fertilité des sols du village de Seve-Kpota au Sud du Togo, Memoire d'ingenieur agronome " , UL-ESA, Lomé, P117, 2003.
- [5]. M.C.S. Wopereis, and A. Maatman, " Improving farming livelihoods in sub-Saharan Africa: the case for integrated soil fertility management in : IFDC " , Proc of the ISFM training, IFDC-Division Afrique, Lomé, P 25, 7-12 Octobre 2002.
- [6]. D. SPARKS, " Environmental Soil Chemistry (éd. Second) " , New-York: Academic Press, 2003.
- [7]. S. BANWART, E. Noellemeyer, et E. Milne, " Soil carbon - science, management and policy for multiple benefits. Croydon: SCOPE " , 2015.
- [8]. G.S.B. JACQUES, " Les puits de carbone " , Lavoisier, 2008.
- [9]. D. Bencheikhe et A. Moumene , " Etude comparative de la litière forestière dans la région de Mahouna (Guelma) et dans la forêt du Lac Tonga (El-Kala) : Cas du chêne zeen et de chêne liège " , Département : Ecologie Génie de L'Environnement, Université de 08 Mai 1945 – Guelma, P12, juillet 2021 .
- [10]. H. Belkaaloul et K. Araba, " Etude comparative de l'affaissement de deux sols, un a base d'argile rouge, et l'autre a base de kaolin par la methode de double consolidation " , filiere : genie civil, universite mohamed el-bachir el-ibrahimi bordj bou-arrerdj, P12, 2019-2020.
- [11]. Y. CHEMSA, " Contribution à l'étude de évolution d'un sol sableux améiore avec bio-charbon d'origine végétal dans la région d'El-oued " , Département de Biologie, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED , P19 , 2018/2019 .
- [12] . N. BAKROUNE, " Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations : El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron

- (Solanacées) sous abris - plastique. Mémoire Magister "", Université Mohamed Kheider Biskra, P124, 2012.
- [13]. A.K. Howard, "Soil Classification Handbook, Unified Soil Classification System (USCS). Bureau of reclamation, engineering and research center. Denver, Colorado. Geotechnical branch training manual No ", P6.81, 1986 .
- [14]. R.D. Holtz, W.D. Kovacs, et J. Lafleur, " introduction à la géotechnique. Édition de l'&ole Polytechnique de Montréal. Montréal, Québec ", P808, 1991.
- [15]. R. Belhend, "L'étude de la propagation des fissures d'une argile sous dessiccation ", Filière : Génie civil, Université Mohamed khider – Biskra, P3, 2019-2020.
- [16]. Villieras, " Argiles : histoire d'avenir ", éditions Récréateurs, dépôt légal, 2008.
- [17] . D. Merabet, et H. Belkacemi, " Caractérisation minéralogique et chimique du kaolin de Tamazert (Algérie). In Annales de Chimie Science des Matériaux ", No longer published by Elsevier, vol. 28 ,No. 5,P.61-83, 2003.
- [18]. Cousin, " Argile, éditions Eyrolles", ISBN : 978-2-212-55642-1, dépôt légal : avril 2013.
- [19]. P. Ségalen, "Contribution à la connaissance de la couleur des sols à ses quioxydes de la zone intertropicale: sols jaunes et sols rouges", Cah. Orstom, Sér. Pédol, 7(2), 225- 236, 1969.
- [20]. T. Camille, " Caractérisation et quantification des minéraux argileux dans les sols expansifs par spectroscopie infrarouge aux échelles du laboratoire et du terrain ", THESE présenté en vue de l'obtention du doctorat de l'université de toulouse, 2010.
- [21]. K. Mahmoud, "Caractérisation hydrodynamique des sols en vue d'une recherche des conditions de reconstitution de parcelles d'infiltration", Rapport de stage, École Centrale de Nantes, Nantes, P104, 2011.
- [22]. A. kerromi et A. saadaoui, "Comparaison physico chimique et biologique de sols de trois régions de la wilaya d'Adrar : Tsabit, Reggan, et Ouled Aissa Timmi ", departement des sciences de la matiere, universite d'adrar, P8, 2016-2017.