

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA – Bejaïa



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Spécialité : Biodiversité et Sécurité Alimentaire

Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Thème

Etude de l'évolution de l'acidité d'échange, d'un sol limono-argileux, soumis à un apport de fumier de bovin, sur une période de trois mois.

Présenté par :
FENGAL KARIMA & AOURAGH SOUAD

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Mr. BENHAMICHE Nadir	MCA	Président
Mr. SIDI Hachemi	MCA	Encadreur
Mme. MANKOU Nadia	MCB	Examinatrice

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu tout puissant, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme nos études et pouvoir réaliser ce travail de fin de cycle.

Nous tenons à remercier profondément les membres du jury, Mr BENHAMICHE, Président de jury et Mme MANKOU, examinatrice pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promoteur Mr SIDI Hachemi, pour sa précieuse aide, Ses orientations et ses conseils éclairés.

Dédicaces

Je dédie ce travail avec vif plaisir à ceux qui sont proches à mon cœur et qui sont la raison pour laquelle je suis arrivé ici et qui ont tout fait pour me rendre toujours heureuse et m'aimer en toute sincérité.

A mes très chers parents, qui sans, eux je ne serai rien.

*A mon chère frère **HABIB***

*A mes belles sœur **SALIMA. NADIA. NABILA. SOUAD. HASSIBA et DJAOUIDA***

*A mes petits : **Aissa. Lounis. Amer. Ramzi. Djafir. Amira. Nihad. Wardia***

*A tous mes amis(es) et à toute la famille **Fengal***

*A ma binôme **souad***

KARIMA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail, particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tout ce qu'ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.

A mes très chers grands-parents

A mes très chères sœurs : Nabila, Katia, Amel

A mon unique frère et sa femme : Mouloud, Souad

A mes neveux : Amine, Farees

A ma nièce : Elina

A mes cousines et cousins

A toutes mes amis(es) : Siham, Lidia, Fifi, Rosa, Sana, Amira, Nadjat

A tous ma famille

A tous ceux qui m'ont aidé

A tous ceux que j'aime

A ma binôme

SOUAD

Table de matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Le sol03

I.1.1. Définition du sol.....03

I.1.2. Les constituants de sol.....03

I.1.2.1. La phase solide.....04

I.1.2.2. La phase liquide.....04

I.1.2.3. La phase gazeuse.....05

I.1.3. Quelques caractéristiques physique du sol.....05

I.1.3.1. L'humidité.....06

I.1.3.2. Le PH.....07

I.1.3.3. La texture07

I.1.3.4. La structure.....08

I.1.3.5. La porosité.....09

I.1.3.6. La perméabilité.....10

I.1.4. Le sol limono-argileux.....10

I.1.4.1. Les mécanismes gonflement/ retrait des argiles.....10

I.1.4.1.1. Le gonflement au sens physico-chimique.....11

I.1.4.1.2. Le retrait des argiles au sens physico-chimique.....12

I.1.4.2. Le complexe argilo-humique.....12

I.2. La matière organique.....	13
I.2.1. Définition.....	13
I.2.2. Les différents types de la matière organique.....	14
I.2.2.1. Le fumier.....	14
I.2.2.2. La litière	14
I.2.2.3. Le lisier.....	14

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude.....	15
II.2. Matériels d'étude.....	15
II.2.1. La terre.....	15
II.2.2. La matière organique.....	16
II.2.3. Mélange terre / matière organique.....	16
II.3. Protocole expérimental.....	17
II.4. Méthode expérimentales.....	18
II.4.1. Mesure du Ph_{eau}	18
II.4.1.1. Principe	18
II.4.1.2. Mode opératoire.....	19
II.4.2. Mesure du Ph_{kcl}	19
II.4.2.1. Principe.....	19
II.4.2.2. Mode opératoire.....	20
II.4.3. Dosage du carbonate et du calcium.....	20
II.4.3.1. Principe.....	20
II.4.3.2. Mode opératoire.....	21

Chapitre III : Résultats et Interprétations

III.1. Détermination du Ph et du calcaire total.....	22
III.1.1.Mesure du calcaire total.....	22
III.1.2.Les résultats de la mesure du Ph et de calcaire	22
III.2. Caractéristique granulométrique.....	23
III.3. Résultats analytique du Ph _{eau} et Ph _{kcl} et ΔPh.....	25
III.4. Interprétation des résultats	27
III.4.1. Evolution du Ph _{eau}	28
III.4.2. Evolution du Ph _{kcl}	29
III.4.3. Evolution du ΔPh.....	30
Conclusion.....	32
Références Bibliographiques.....	35

Annexes

Résumés

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Triangle des textures minérales (Gobat et al., 2010)	08
02	Le complexe argilo-humique dans le sol (De Wouters et Lorent, 2002).	13
03	Station BARBACHA (Ait-Sidi-Ali) « Google eath 2016).	15
04	Les étapes de préparation des échantillons prélevés des parcelles expérimentales	15
05	Les étapes de préparation la matière organique (Fumier de bovin) pour mélange avec le terre.	16
06	Schéma du Parcellaire du dispositif expérimental	17
07	Poids 20grs du sol séchée	18
08	Ajout de l'eau distillée sur le sol	18
09	Agitation énergique de la suspension	19
10	Mesure du Ph_{eau}	19
11	Pesée de 3,72grs de kcl	20
12	Mesure du Ph_{kcl}	20
13	Le triangle des textures (USDA) (Duchaufour, 1965)	24
14	Evolution du Ph_{eau} dans les différentes parcelles, en fonction du temps d'expérimentation	27
15	Evolution du Ph_{kcl} dans les différentes parcelles, en fonction du temps d'expérimentation	28
16	Evolution du ΔPh dans les différentes parcelles, en fonction du temps d'expérimentation.	29

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Page
I	principaux constituants du sol (Buttler, 1992)	05
II	classification des porosités (Schoeler, 1955)	11
III	Les valeurs de mesure le calcaire total du sol limono-argileux	22
IV	Résultats analytiques du Ph et du calcaire total de sol limono-argileux	22
V	Analyse granulométrique de sol	23
VI	Evolution (*) dans le temps du Ph_{eau} et Ph_{kcl} dans les différentes parcelles, durant l'expérimentation.	26

Liste des abréviations

Abréviation	Significations
R1	Répétition 1
R2	Répétition 2
R3	Répétition 3
NCT	Parcelle Non Couvert sans apport de matière organique (Parcelle témoin)
NCH1	Parcelle Non Couverte avec apport d'Humus 1kg
NCH2	Parcelle Non Couverte avec apport d'Humus 2kg
CLO	Parcelle Couverte avec <i>Lotus Ornithopodioides</i> , sans apport de matière organique
CLOH1	Parcelle Couverte avec <i>Lotus Ornithopodioides</i> , avec apport d'Humus 1kg
CLOH2	Parcelle Couverte avec <i>Lotus Ornithopodioides</i> , avec apport d'Humus 2kg
ΔPH	Représente la différence entre le Ph_{eau} et le Ph_{kcl} ($Ph_{eau} - Ph_{kcl}$)
(*)	Chaque valeur est une moyenne de trois répétitions



Introduction

Introduction

Introduction

Le sol constitue une ressource naturelle essentielle de la biodiversité. C'est la partie vivante de la géosphère, et la couche la plus externe de la croûte terrestre, marquée par les êtres vivants. Il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. Le sol en tant que partie de l'écosystème, occupe une position-clé dans les cycles globaux des matières (**Gobat et al, 2010**).

Un Ph correcte du sol est essentiel pour garantir une croissance et un rendement optimal des plantes, car il permet au nutriment d'être librement disponibles pour les plantes. L'analyse du Ph du sol permet de déterminer quelles plantes sont les mieux adaptées à cette zone.

L'apport de matière organique dans le sol est une pratique ancienne en agriculture. Cette matière est une ressource principal, l'effet de ces éléments organique ne se résume pas seulement en un enrichissement du sol en quantité d'éléments minéraux disponibles pour les plantes. Il un large champs de travail, que ce soit au niveau des propriétés physiques, chimiques ou biologiques du sol. Dans le sol la matière organique assure plusieurs fonctions (fournit de l'énergie pour les micro-organismes et des éléments nutritifs aux plantes, régule les variations de Ph, améliore la porosité du sol et la rétention d'eau (**Belaidi, 2007**).

Le fumier de bovin, une matière organique utilisée dans les systèmes culturaux, comporte des avantages indéniables sur le plan agronomiques, économiques et environnementaux. Du fait de ses propriétés singulières, le fumier de bovin est utilisé assez couramment en tant qu'amendement organique des sols. Le fumier de bovin est destiné à améliorer, ou du moins conserver, les propriétés physico-chimiques des sols et à augmenter leur fertilité minéral, suite à leur incorporation dans le sol. En effet, introduit dans le sol, ce fumier se décompose lentement, stimule l'activité biologique et améliore la structure du sol. De même, il apporte au sol des éléments nutritifs et le protège contre l'érosion par la consolidation des agrégats, suite à leur cimentation par les acides humiques (**Soltner, 1987**).

Introduction

L'objectif de ce travail, consiste en l'étude de l'évolution du PH d'un sol limono-argileux, prélevé dans la station **Barbacha (Ait-Sidi-Ali) Bejaia** (c'est le travail de recherche de la doctorante ALIMRINA .H). L'évolution du PH de ce sol amendé en matière organique à différentes doses, à travers des prélèvements d'échantillons de terre in situ, qui se feront régulièrement tous les 15jours durant tout la période expérimentale (3 mois).

Ce mémoire est structuré en trois chapitres principaux, on commençons par une introduction générale. puis le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique sur les constituants du sol, les caractéristiques physique du sol, le sol limono-argileux et la matière organique. Le chapitre deux présente les parcelles où sont réalisés les prélèvements, le matériel, le protocole expérimental et les méthodes utilisées. Le chapitre trois sera consacré à la présentation des résultats obtenus leurs interprétations.

Chapitre I

*Synthèse bibliographique sur l'étude
d'évolution de l'acidité d'échange d'un
sol limono-argileux, soumis à un apport
de fumier de bovin.*

I.1. Le sol

I.1.1. Définition du sol

Le sol est le milieu naturel pour la croissance des plantes. C'est un corps naturel, constituée d'un complexe organo-minéral qui possède des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques spécifiques, induisant également différentes fonctions.

Selon Demolon (1952), le sol est comme. la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des être vivants.

Selon Blum (2001), du point de vue de l'histoire et de l'utilisation des sols, ainsi que d'une perspective écologique et environnementale, le concept du sol embrasse également les roches poreuses sédimentaires et les autres matériaux perméables, en plus de l'eau qu'ils contiennent et des réserves d'eau souterraine.

Le sol est défini par opposition au mot roche, dans sa définition géotechnique. C'est un agrégat naturel de grains minéraux, séparables par une action mécanique légère. Le sol est résultat d'une altération naturelle physique ou chimique des roches. On conçoit donc que la limite entre un sol et une roche altérée ne soit pas définie nettement. Le sol est un matériau meuble. Ce caractère étant fondamental. Il ne suffit cependant pas à définir un sol naturel, car certains matériaux produits par l'homme présentent aussi ce caractère. Par exemple les sous-produits miniers et les granulats concassés (sable, gravier, ballast.....) sont aussi des matériaux meubles (**Degoutte et Royet, 1999**). Un volume du sol est constitué d'éléments solides, liquides et gazeux (**Morel, 1996**).

I.1.2. Les constituants de sol

Le sol est composé de petites particules minérales (issues de la décomposition de la roche-mère), et de matière organique (les détritiques de plants et d'animaux), ainsi que des quantités variables d'eau et d'air. Ces constituants sont groupés en trois phases (**Tollefson, 2005**).

I.1.2.1. La phase solide

Elle est constituée des éléments minéraux et organiques, ainsi que les organismes vivants. Les minéraux constituent en général de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse, avec des tailles granulométriques différentes (**Quénéa, 2004**).

Les sables (2mm-50um), les limons (50um-20um) et les argiles (<2m). La texture d'un sol est déterminée par ses proportions et les façons dont sont assemblées ces particules élémentaires

représentant la structure. La fraction organique d'un sol est constituée à plus de 80% de matière organique morte, résidus de plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle (Paul&Clark, 1996).

I.1.2.2. La phase liquide

La phase liquide du sol n'est pas constituée uniquement d'eau pure, mais c'est une solution dont la composition est complexe et très variable. La phase liquide du sol appelée solution du sol, est principalement constituée par l'eau qui est un élément essentiel pour la fertilité de sol, dans laquelle sont présents les ions minéraux et des molécules organiques. Sa composition dépend essentiellement du milieu géologique avec lequel elle est en contact, mais aussi des eaux de pluie et de l'eau de surface **Anonyme 1,(2023)**

I.1.2.3. La phase gazeuse

La phase gazeuse du sol, appelée également atmosphère ou pédoclimat du sol, est constituée le plus souvent d'air mais parfois d'autres éléments gazeux comme le méthane (CH₄) ou le gaz carbonique (CO₂). L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique, mais sa composition peut être très différente en particulier, de l'activité biologique (**Soulas et al, 1983**). Ces gaz, comme la vapeur d'eau, l'oxygène (O₂), le gaz carbonique (CO₂) ou l'ammoniaque (NH₃), proviennent de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques et des intrants chimiques apportés par l'homme.

Selon Rolland, (1988), ces constituants du sol s'organisent au fur et à mesure qu'on passe à des niveaux d'organisation supérieurs en agrégats.

Tableaux n° I : Principaux constituants du sol (Buttler, 1992)

	Constitution solides		Constituants liquides (solution du sol)	Constitution gazeux (atmosphère du sol)
	Minéraux	Organique		
Origine	Désagrégation physique et altération biochimique des roches.	Désagrégation des êtres vivants.	Précipitation, nappe, ruissellement.	Air hors sol, matières en décomposition, respiration.
Critères de classement	Taille (granulométrie) Qualité (minéralogie).	Etat (vivants, morts), Qualité chimique (originelle transformée).	Origine (météorique, phréatique), Etat physique (potentiel hydrique, Qualité chimique)	Origine (air, organismes), Qualité chimique.
catégories	Selon granulométrie _ Squelette (2mm). _ Terre (<2mm). Selon minéralogie : _ Quartz. _ Minéraux silicatés. _ Minéraux carbonatés.	_ Organismes vivants. _ Organismes morts. _ Matières organiques héritées : cellulose, lignine résines. _ Matières organiques _ Humifiées ; acides fulviques et humiques, humines.	_ Eau. _ Substance dissoutes : glucide, alcools, acides organiques et minéraux. _ Cation et anion.	_ Gaz de l'air, N ₂ , O ₂ , CO ₂ . _ Gaz issus de la respiration et de la décomposition des organismes : CO ₂ , H ₂ , CH ₂ , NH ₄

I.1.3. Quelques caractéristiques physique du sol

I.1.3.1. L'humidité

L'humidité du sol, représente la teneur en eau ou la quantité d'eau qu'il contient. Celle-ci dépend de la qualité du sol (structure et texture) et de capacité à retenir l'eau. Sa première « utilisation » est de permettre la croissance de la végétation (germination des semences, émergence, implantation du système racinaire, etc.). Son évolution est donc importante en hydrologie et en agronomie, et constitue un paramètre d'alerte pour la désertification **Anonyme 2, (2023)**.

L'humidité du sol détermine de façon essentielle la variation des caractéristiques de différents matériaux ou sols. Le taux d'humidité d'un sol en particulier, va déterminer les caractéristiques de diffusion ou de stockage de l'eau dans ce sol **Anonyme 3,(2023)**.

I.1.3.2. Le Ph

Le Ph, appelé potentiel hydrogène, définit la concentration en ions hydrogène H^+ d'un milieu chimique. C'est un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité du milieu. Un milieu représenté par un Ph inférieur à 7 et un milieu basique, lorsqu'il est supérieur à 7 milieu acide .milieu neutre affiche un Ph égal à 7.

On peut mesurer ce que l'on appelle l'acidité actuelle, qui est l'acidité d'un sol à un moment donné, représentée par la concentration en cations H^+ libres dans la solution du sol. On peut également mesurer l'acidité potentielle, qui représente la somme des cations H^+ échangeables (plus d'abondance), qui constitue une « réserve » actuellement indisponible, qui peut être mesurée par titrage ou échange avec une solution saline (**Duchaufour, 2004**).

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression, on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H^+ : c'est le PH

$$Ph = \log / [H^+]$$

-L'acidité actuelle (Ph eau)

L'acidité actuelle ou acidité réelle, est mesurée avec le Ph-mètre après un contact terre/eau déterminé par le rapport 2 / 5 : c'est le Pheau.

-L'acidité potentielle (Ph_{KCL})

Elle est mesurée soit par titration, soit par échange avec une solution saline, comme par exemple le chlorure de potassium (KCL), qui permet de libérer les cations H^+ adsorbés sur le complexe argilo-humique et de les mesurer avec les H^+ déjà en liberté dans la solution du sol. Ce qui fait diminuer le PH du sol. C'est l'acidité de réserve.

Le Ph_{kcl} est normalement plus acide que le Ph_{eau} (excepté dans certains sols ferrallitiques et sols sodiques le $\text{Ph}_{\text{eau}} = \text{le Ph}_{\text{kcl}}$: les ions K^+ , en prenant la place d'ions H^+ sur le complexe, font apparaître une acidité d'échange d'autant plus forte que le sol est riche en argile et en humus et que l'acidité titrable est élevée .

I.1.3.3. La texture

C'est une propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine. La texture reflète la part respective des composants classés en fonction de leur taille (**Figure N° 1**). Il y a une différence entre la texture minérale (sable, limon et argile, mesurée par l'analyse granulométrique et la texture organique, qui reflète la proportion des fibres et des matériaux finement micro agrégés dans les matériaux holorganiques) (**Gobat et al., 2010**).

- La texture minérale

Elle s'exprime par un terme simple (ex. sableuse, argileuse), ou composé (ex. limono-sableuse, argilo-limoneuse), repérée dans un triangle des textures minérales, au sein duquel des catégories sont délimitées. Elle peut également être estimée sur le terrain, par la sensation tactile. Un observateur expérimenté peut identifier approximativement, les treize domaines texturaux du triangle.

- La texture organique

Propriété de certains matériaux holorganique, comme les tourbes ou les composés, qui reflètent les proportions de matériel organique fibreux ou non fibreux (ex. celles des micro-agrégats issus de la digestion des enchytrées) (**Gobat al., 2010**).

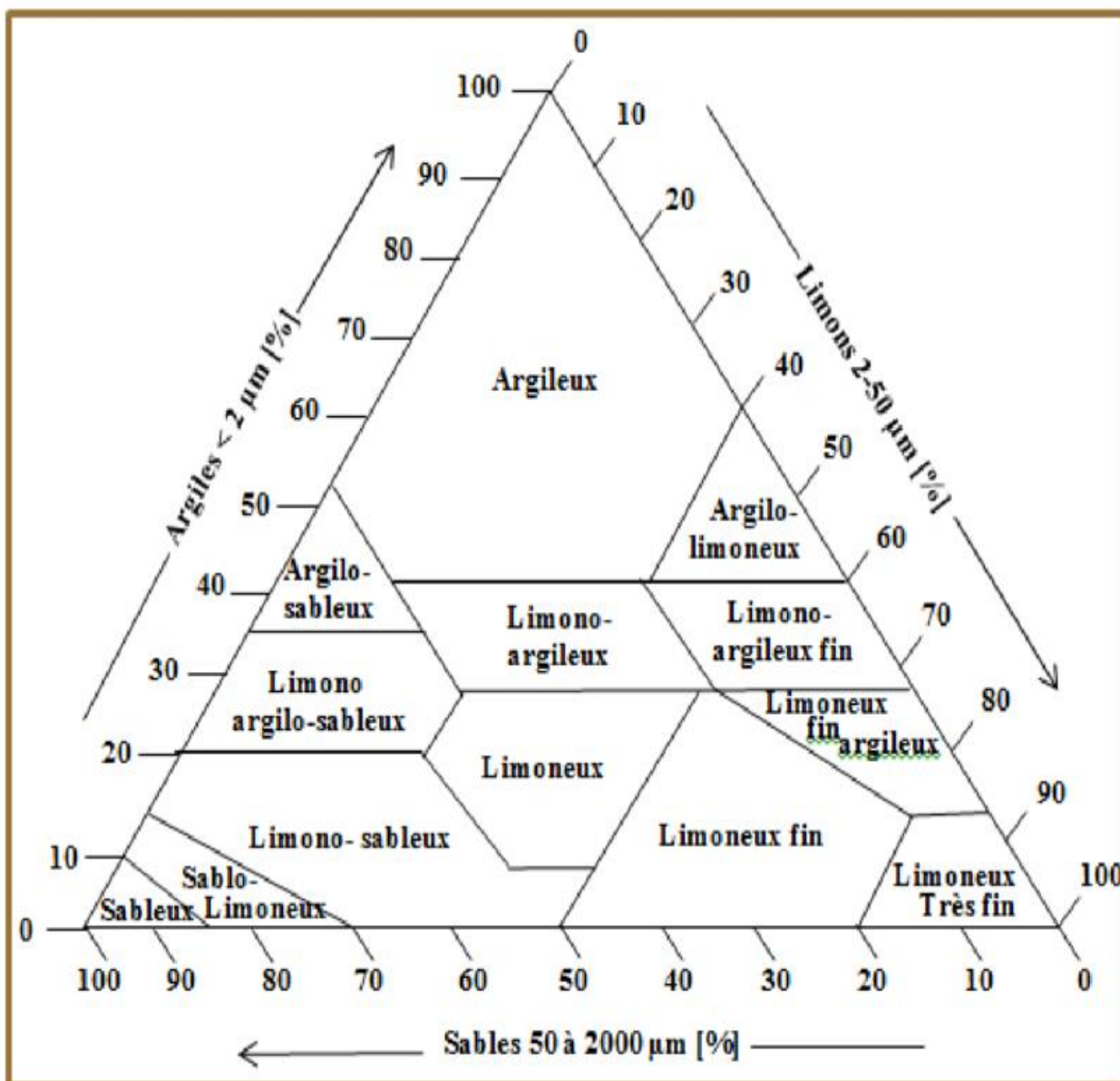


Figure n°1 : Triangle des textures minérales (Gobat et al., 2010).

I.1.3.4. La structure

On définit la structure du sol comme le mode d'organisation des différentes particules de sable, de limon et d'argile entre elles. Les particules isolées, apparaissent comme des particules plus grosses. C'est ce qu'on appelle des grumeaux. Ces derniers s'organisent en agrégats **Anonyme 4,(2023)**.

La structure d'un sol est la façon dont laquelle s'arrangent naturellement et durablement les particules élémentaires en formant ou non des agrégats, Elle évolue en fonction de nombreux facteurs, dont la dynamique de la matière organique, la teneur en eau, l'activité des microorganismes... etc. La circulation de l'eau et de l'air dans le sol dépendent en grand partie de la structure (**Six et al., 2004**).

La structure représente l'état du sol, Son évolution dans le temps dépend non seulement de la texture, mais aussi de l'humidité, de l'état des colloïdes et de la présence des matières organiques (**Gobat et al., 1998**).

On entend par structure du sol, la façon dans son uni les éléments solides qui le constitue, à un moment donné : taille, forme et disposition des assemblages, importance et directions des fissures...etc. (**Gauthier, 1991**). Elle détermine la répartition dans l'espace de la matière solide et des vides (pores) dont certains sont occupés par l'eau et d'autres, les plus grossiers, par l'air. (**Duchaufour, 2001**).

I.1.3.5. La porosité

La porosité est la proportion du sol qui n'est pas occupée par du solide et qui peut être remplie par l'air et/ou de l'eau (**Baver, 1963**).

La porosité est le volume des vides, exprimée en pourcentage du volume total, est elle-même divisée en deux parties : la capacité en air et la capacité en eau (**Duchaufour, 2004**). La porosité est un bon indicateur de l'état structural.

La porosité donne une bonne idée de l'état structural, avec comme avantage certain la possibilité de mesures comparatives. Selon la taille des pores, elle se subdivise en trois groupes (**Gobat et al., 2010**) .

- ❖ La Macroporosité : les vides sur de 50 μ m, ils peuvent être remplis par l'eau de gravité rapidement drainé et souvent colonisé par les racines moyennes.
- ❖ La Méso-porosité ou porosité capillaire : est constituée des vides de 0.2 à 50 μ m retenant l'eau utilisable par les plantes.
- ❖ La Microporosité : dont les vides <0.2 μ m retiennent l'eau inutilisable.

Tableau n° II : classification des porosités (Schoeler, 1955)

Rayons des pores	Classe	Etat de l'eau
<0.0001 mm	Microporosité	Eau de rétention exclusivement
0.0001 à 2.5 mm	Porosité capillaire	Eau capillaire et eau gravitaire
2.5 mm	macroporosité	Eau gravitaire dominante

I.1.3.6. La perméabilité

Le terme « perméabilité » dans la terminologie française représente le volume d'eau mobile par unité de volume de sol traversé par le liquide (**Hénin et al. 1969**).

Selon **Beauchamp (2006)**, la perméabilité de la roche mère détermine la vitesse de circulation des eaux dans le sol. Un engagement de la roche mère contraint les eaux à ne circuler que très lentement. Les solutions du sol vont, peu à peu, se concentrer en éléments solubles libérés par l'altération des minéraux.

La perméabilité s'exprime par la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité et elle est d'autant plus élevée que la porosité non capillaire est plus forte (**Baver, 1948 in Duchaufour, 1965**).

En générale la capacité d'absorption de l'eau par le sol est élevée au début de l'infiltration, en particulier quand le sol est initialement très sec (**Hillel, 1984**). La perméabilité d'un sol dépend aussi de la porosité, mais surtout du taux de saturation en eau (**Girard et al. 2005**).

I.1.4. Le sol limono-argileux

I.1.4.1 Les mécanismes de gonflement /retrait des argiles

I.1.4.1.1. Le gonflement au sens physico-chimique

Le processus de gonflement met en jeu, séparément ou de façon combinée, des phénomènes physico-chimiques et mécaniques variés. Le gonflement d'un sol peut résulter de la diminution des contraintes en place, à la suite d'un déchargement ou par imbibition du sol. Il se traduit par une augmentation du volume du sol ou un accroissement des pressions régnant dans le milieu, selon que le matériau peut se déformer ou non (**Serratrice et Soyez, 1996**). Il est à noter que l'augmentation de la teneur en eau lors d'une imbibition, ne provoque pas toujours une augmentation de volume suivant la nature du matériau. En effet, un sol sec

essentiellement sableux ou siliceux peut s'humidifier par remplacement de l'air contenu dans les vides, sans augmentation conséquente de volume.

Par contre, dans le cas de sols argileux, le gonflement résulte de forces de répulsion qui s'exercent entre les particules argileuses, entraînant une augmentation de volume à mesure que la teneur en eau augmente. Le gonflement des particules argileuses, à l'échelle microscopique, est directement lié à leurs propriétés minéralogiques, électrochimiques et à leurs surfaces spécifiques qui varient d'une famille d'argiles à l'autre. D'après **Morel (1996)** et **Mouroux et al. (1988)**, le phénomène de gonflement paraît relever de deux causes :

- **L'hydratation des espaces inter-foliaires**, entraînant une augmentation de la porosité Inter-foliaire (gonflement inter-foliaire ou gonflement cristallin),

- **La répulsion entre les particules**, soit l'augmentation de la porosité inter-foliaire Et Inter-particulaire pouvant affecter toutes les argiles (gonflement inter-particulaire ou gonflement osmotique).

I. 1.4.1.2. Le retrait des argiles au sens physico-chimique

Le phénomène de retrait des argiles, met en jeu essentiellement des mécanismes physiques liés à la structure minéralogique des argiles. Cette structure en feuillets superposés, leur donne des surfaces spécifiques très importantes et un espace inter-foliaire conséquent. Après une période de sécheresse prolongée, les feuillets d'argiles se rapprochent les uns des autres, par la diminution de la quantité d'eau dans l'espace inter-foliaire liée à la dessiccation. (**Serrtrice et Soyez, 1996**). Ce processus de retrait varie en fonction du type d'argile, qu'elle soit gonflante (Smectites) ou non gonflante (Kaolinite). Ce retrait des argiles gonflantes, apparaît de façon très visible par des fissurations du sol en surface, durant les périodes de sécheresse.

Dans les sols secs, essentiellement sableux ou limoneux, ce phénomène ne s'observe pas car il n'y a pas d'espace inter-foliaire permettant de stocker de l'eau et la structure de ces matériaux ne permet pas aux particules minérales de retenir l'eau. Ce processus de retrait peut également s'observer dans un sol trop salé, où les structures sont désorganisées par une charge en Na^+ trop élevée, saturant le complexe argilo humique et créant une dispersion des argiles trop

importante. Ces argiles ne pourront pas stocker de l'eau dans l'espace inter-foliaire, entraînant un phénomène de retrait permanent de ces argiles. Ces sols deviennent non cultivables, à cause de ce problème de la déstructuration des argiles par l'ion sodium Na^+ (**Mouroux et al. 1988**).

I.1.4.2. Le complexe argilo-humique

Selon Mustin (1987). Les macromolécules de l'humus interagissent en permanence avec les autres molécules organiques du sol (protéines, polysaccharides, acides gras) ainsi que les pesticides et polluants organiques, les minéraux comme les argiles, les ions minéraux et les hydroxydes. L'humus possède les mêmes propriétés colloïdales que les argiles. Les substances qui le composent sont hydrophiles et retiennent plusieurs fois leur poids en eau. Elles ont également la capacité de fixer des ions. Malgré leur surface principalement électro-négative, l'humus et les argiles s'associent dans un même complexe, grâce aux cations et hydroxydes de liaison, et se protègent mutuellement. L'humus tempère les actions néfastes des argiles sur la structure du sol en les protégeant de la dispersion.

Argile et humus sont reliés entre eux par le calcium (Ca^{2+}) ou le fer (Fe^{2+} , Fe^{3+}), en formant un pont entre les deux. Le calcium donne des liaisons solides, très stables, empêchant une minéralisation trop rapide de la matière organique humifiée et qui s'opposent à la dispersion des argiles. Le complexe humus-calcium-argile, confère au sol une teinte noire, bien visible dans les sols carbonatés. Le fer remplace peu ou prou le calcium dans les sols décalcifiés ou dans les sols calciques riches en fer, la liaison y est plus fragile. Le complexe humus-fer-argile colore le sol en brun. La formation et la stabilité du complexe adsorbant dépendent ainsi de la quantité et de la qualité de la matière organique, de la présence de certaines argiles, notamment les Smectites, et de cations de liaison ; elles sont favorisées par la faune et la microflore du sol (**Gobat, 2010**).

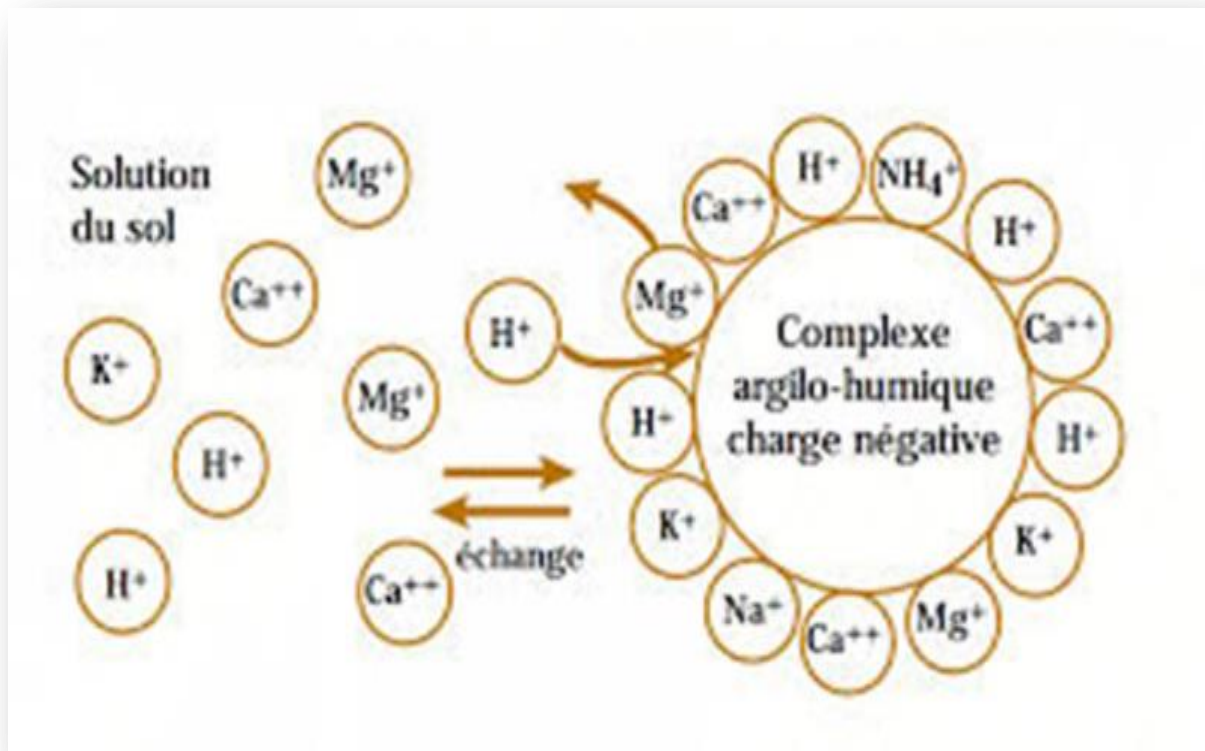


Figure n° 2 : Le complexe argilo-humique dans le sol (De Wouters et Lorent, 2002).

I.2. la matière organique

I.2.1. Définition

La matière organique est l'ensemble des composés carbonés et azotés causés par la dégradation de la flore et de la faune, de la surface et du sous-sol. Il représente une gamme de matière très différente et se trouve à des stades d'évolution très différents (Duchaufour, 1977).

La matière organique est tout ce qui vit ou a été vivant. Il comprend les résidus animaux et végétaux ou différents stades de décomposition (cellules et tissus des organismes du sol et substances produites par les microorganismes du sol). La partie de ces substances formées dans le sol est appelée humus (Bonneau et Souchier., 1994).

I.2.2 Les différents types de matières organiques

I.2.2.1. Le fumier

Le fumier est une matière organique issue des déjections (excréments et urines) d'animaux, mélangées à de la litière (paille, fougère, etc.) qui, après transformation (compostage), est utilisée comme fertilisant en agriculture. Convenablement employés, les fumiers contribuent à maintenir la fertilité et à enrichir la terre par l'apport de matières organiques et de nutriments, et notamment d'azote. **Tillie et Capdeville (1992)** rapportent que la composition chimique des fumiers est variable selon la catégorie d'animaux élevés, des rations de base distribuées, des modes de paillage pratiqués.

Les quantités de fumier produites dépendent aussi, selon **Ziegler et Hédut (1991)**, du mode de stabulation et de la catégorie des animaux.

I.2.2.2. La litière

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts, qui sous une végétation permanente, tombent sur le sol et constituent la source essentielle de la matière organique du sol. Ils forment la litière, qui subit une transformation essentiellement d'origine biologique, appelée humification. Elle donne naissance à l'humus, au sens propre du terme, formé d'un ensemble de composés organiques colloïdaux de couleur foncée, le plus souvent résultant de néoformation microbiennes et ayant contracté des liaisons plus ou moins stables avec les éléments minéraux du sol (Argiles, hydroxydes de fer et aluminium) (**Duchaufour, 1983**).

I.2.2.3. le lisier

Constitué par les urines et les excréments des animaux, c'est un engrais dont la production s'accroît rapidement du fait de l'extension des étables à lisier (bovin-porcins). Le lisier de bovin contient en moyenne 3% d'azote, 2% d'acide phosphorique et 6% de potasse (**Pontailier, 1982**).



Chapitre II

Matériels et Méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude

Les parcelles qui ont fait l'objet de prélèvements, sont situées dans la commune Barbacha (village d'Ait-sidi-ali) dans la wilaya de Bejaia. Barbacha est située à 41 kilomètres de Bejaia, limitée au Nord par Amizour, au Sud par Bousselam (wilaya Sétif), à l'Ouest par Feraoun et à l'Est par Kendira.



Figure n°03 : Station BARBACHA (Ait-Sid –Ali) « Google earth 2016 ».

II.2. Matériels d'étude

II .2.1. La terre

Les prélèvements de terre sont effectués sur des parcelles expérimentales, provenant d'un sol de texture limono-argileuse, de la ferme située à AIT-SIDI-ALI (BARBACHA). Ces échantillons sont préalablement préparés au laboratoire, par un séchage à l'aire libre, étalés sur du papier journal durant 2 à 3 jours. Ensuite, les échantillons sont tamisés à travers un tamis de 2 mm, afin de récupérer la terre fine que nous avons mis dans des gobelets en plastique pour l'expérimentation.



(A)



(B)



(C)

Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°04 : Les étapes de préparation des échantillons prélevés des parcelles expérimentales

II.2.2. La matière organique

Dans notre expérience, nous avons utilisés du fumier de bovin, que nous avons séché à l'air libre. Cette matière organique servira ensuite au mélange avec les échantillons de terre. Le choix du type de matière organique à utiliser (fumier de bovin en l'occurrence) est motivé par l'abondance de ce type de matière organique dans la région de Bejaia, à travers ces différentes fermes.

**(A)****(B)**

Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°05 : les étapes de préparation la matière organique (Fumier de bovin) pour mélangé avec le terre

II.2.3. Mélange terre/matière organique

Après la préparation des parcelles expérimentales, qui seraient conduites sur un type du sol limono-argileux, nous incorporons la matière organique préalablement préparée, selon les doses suivantes :

- ❖ Sans matière organique (témoin)
- ❖ 1kg/m² de matière organique (100 Qt/ha)
- ❖ 2kg/m² de matière organique (200 Qt/ha)

II.3. Protocole expérimental

La terre ayant servie à notre expérimentation, a été prélevée d'un sol limono-argileux situé à BARBACHA (AIT-SIDI-ALI). Nous avons fait des prélèvements dans 6 parcelles, dont les dimensions de chaque parcelle sont de 2m de largeur et 3m de longueur (surface de 6m²).

Les apports de matière organique ont été effectués et une plante de couverture a été apportée selon le protocole suivant :

- Terre Non Couvert sans apport de matière organique (Témoin) : **parcelle témoin (NCT)** ;
- Terre Non Couverte avec apport d'Humus 1kg (**NCH1**) ;
- Terre Non Couverte avec apport d'Humus 2kg (**NCH2**) ;
- Terre Couverte avec *Lotus Ornithopodioides*, sans apport de matière organique (**CLO**) ;
- Terre Couverte avec *Lotus Ornithopodioides*, avec apport d'Humus 1kg (**CLOH1**) ;
- Terre Couverte avec *Lotus Ornithopodioides*, avec apport d'Humus 2kg (**CLOH2**) ;

Après la préparation des parcelles on prélève un échantillon composite dans chacune d'elle, chaque 15jours durant toute la période d'expérimentation (3 mois).

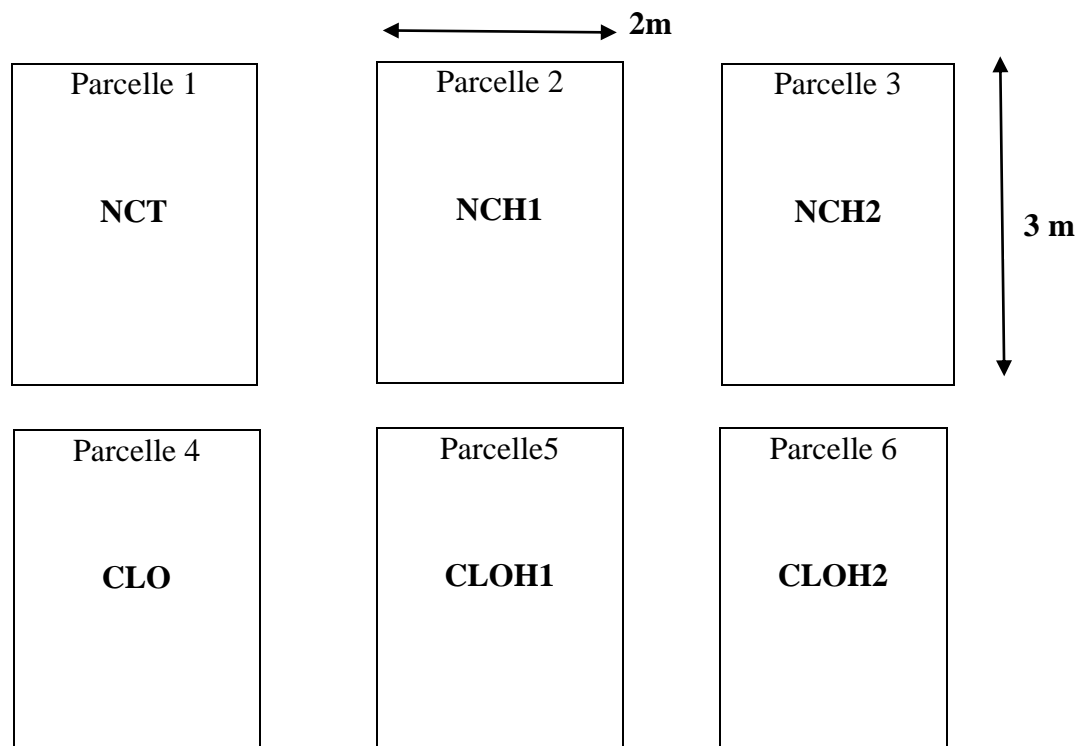


Figure n° 06 : Schéma du Parcellaire du dispositif expérimental

II.4. Méthodes expérimentales

II.4.1. Mesure du Ph_{eau}

II.4.1.1. Principe

L'acidité actuelle est exprimée par le Ph ou le logarithme de la concentration en ion H^+ à l'état libre dans la solution du sol.

$$\text{Ph} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

Le Ph varie entre 0 et 14. La neutralité étant obtenue pour un Ph 7. Les sols ont un Ph inférieur à 7, avec des valeurs d'autant plus basses que leur complexe argilo-humique (complexe absorbant) est moins calcaire. Les sols à alcalis (basiques) ont un Ph supérieur à 7, et donne une réaction basique. Cependant, il n'y a pas de proportionnalité rigoureuse entre le Ph et le taux de saturation du complexe absorbant en cations.

II.4.1.2. Mode opératoire

On utilise un Ph-mètre à électrode de verre préalablement étalonné à l'aide de solution tampons de Ph connus. La réaction du sol est déterminée sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol /eau =2,5.

- Pesez 20grs de terre fine séchée à l'air libre et les placer dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée bouillie et refroidie.



Clichée Fengal et Aouragh, 2023

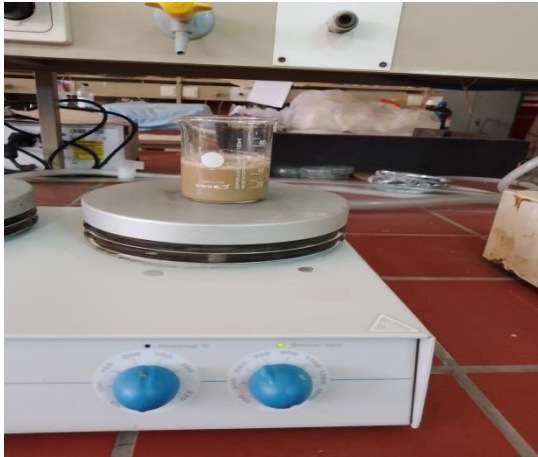
Figure n°07 : Pesée 20grs de la terre séchée



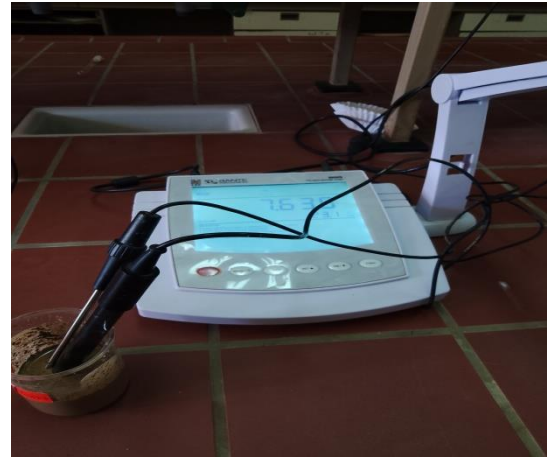
Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°08 : Ajout de l'eau distillée sur
La terre

- Agiter énergiquement la suspension pendant quelques minutes à l'aide d'un agitateur en verre ou d'un barreau aimanté et un agitateur magnétique.
- Laisser 15min au repos et agiter de nouveau durant une minute.
- Mesurer le Ph de la suspension. (La lecture du Ph se fait quand l'aiguille de l'appareil se stabilise, et ce au bout de quelques instants).



Clichée Fengal et Aouragh, 2023



Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°09 : Agitation énergique de la suspension

Figure n°10 : Mesure du Ph_{eau}

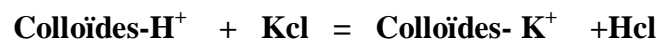
- Après la mesure du Ph, rincer à l'eau distillée et l'essuyer avec un morceau de papier absorbant.
- Conserver la suspension de terre qui servira à la détermination de l'acidité potentielle.
- Le nombre de répétition de la mesure de Ph_{eau} (03 fois).

II.4.2. Mesure du Ph_{kcl}

II.4.2.1. Principe

Il est possible d'obtenir une évaluation de l'acidité potentielle en ayant recours à l'acidité d'échange en présence d'une solution saline. Les colloïdes du sol vont libérer une partie de leurs ions H^+ en présence de KCl. Il y a donc abaissement du Ph.

Le Ph_{kcl} est toujours inférieur au Ph_{eau} .



II.4.2.2. Mode opératoire

- Ajouter 3,72g de kcl à la suspension aqueuse précédente, et agiter pendant une minute pour dissoudre le sel.
- Prélever les nouvelles valeurs de Ph.
- La précision des résultats est l'ordre de 0,1 unité.



Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°11 : Pesée de 3,72grs de kcl



Clichée Fengal et Aouragh, 2023

Figure n°12 : Mesure du Ph_{kcl}

II.4.3. Dosage du carbonate du calcium

II.4.3.1. Principe

On utilise la propriété du carbonate de calcium de se décomposer sous l'action d'un acide. Le gaz carbonique ainsi dégagé est recueilli dans un tube gradué et son volume est facilement mesuré. La réaction est la suivante :



Une molécule-gramme de CaCO_3 (PM : 100grs) donne 22.4 litres de CO_2 dans les conditions normales de température et de pression ; pour obtenir un litre de CO_2 dans les mêmes conditions, il suffit de procéder à 'attaque de 4,5grs de CaCO_3 pur.

II.4.3.2. Mode opératoire

Cette mesure est effectuée par la méthode classique, basée sur l'utilisation du calcimètre de BERNARD.

a) Etalonnage de l'appareil

-Réaliser l'attaque de quantités croissantes de CaCO₃ pur (50mg ; 100mg ; 200mg) par 5ml de HCl dilué au demi et mesurer chaque fois le dégagement de CO₂.

- Selon la teneur présumée en carbonate de calcium, passer de 1 à 10 gr de terre finement broyée et l'introduire dans l'erlenmeyer.

- Humidifier la terre avec de l'eau distillée et introduire dans l'erlenmeyer le tube à hémolyse contenant l'HCl dilué.

- Fermer l'erlenmeyer en le reliant au calcimètre et avant de fermer le robinet de ce dernier, on doit vérifier que le niveau du liquide du tube gradué arrive au repère zéro (ou bien noter le volume initial).

- La terre contenant du carbonate, il se produit alors un dégagement de CO₂ refoulant l'eau dans la colonne du calcimètre ; on doit abaisser ensuite l'ampoule du calcimètre au fur et à mesure du dégagement gazeux, de façon à ce que le niveau du liquide de l'ampoule soit constamment dans un même plan horizontal que celui de l'eau située dans la colonne.

- Lire le volume V de gaz carbonique dégagé à la pression atmosphérique et à la température de l'expérience.

b) Expression des résultats

Elle s'effectue selon la formule suivante ;

$$\text{CaCO}_3 (\%) = (\text{P.v/p.V}).100$$

Avec :

P : Poids de CaCO₃ pur ;

V : Volume de gaz carbonique dégagé par le poids de carbonate de calcium pur ;

p : Poids de la terre utilisée ;

v : Volume de gaz carbonique dégagé par le poids de la terre utilisée.

A decorative graphic of a scroll with a grey shadow, containing the chapter title. The scroll has a white interior and a grey border, with rounded corners and a small circular detail at the top right.

Chapitre III

Résultats et Interprétations

III.1 Détermination du Ph et du calcaire total

III.1.1. Mesure de calcaire total

Tableau n° III : Les valeurs de mesure le calcaire total du sol limono-argileux

CaCO ₃ (g)	CO ₂ dégagée (ml)	Sol (0.5g)	CO ₂ dégagée (ml)
50	10	R1	42
100	22	R2	41.5
200	40	R3	44
Moyenne			42.6

❖ **50 mg CaCO₃ :**

$$\% \text{CaCO}_3 = (0.05 \times 42.6 / 0.5 \times 10) \cdot 100 = 42.6\%$$

❖ **100 mg CaCO₃ :**

$$\% \text{CaCO}_3 = (0.1 \times 42.6 / 0.5 \times 22) \cdot 100 = 38.7\%$$

❖ **200 mg CaCO₃ :**

$$\% \text{CaCO}_3 = (0.2 \times 42.6 / 0.5 \times 40) \cdot 100 = 42.6\%$$

❖ **Calcaire total:**

$$\% \text{CaCO}_3 \text{ total} = 42.6 + 38.7 + 42.6 / 3 = 41.3\%$$

❖ Le pourcentage calcaire total du sol égal à **41.3%** donc c'est un sol calcaire.

III.1.2. Les résultats de la mesure du Ph et du calcaire

Les résultats concernant les mesures du Ph et calcaire total, sont portés dans le tableau Ci-dessous.

Tableau n° IV: Résultats analytiques du Ph et du calcaire total du sol limono-argileux

	Ph _{eau}	Ph _{KCl}	Calcaire total %
Limono-Argileux	8.59	8.14	41.3

III.2. Caractéristique granulométrique

Les résultats de l'analyse granulométrique, sont consignés dans le Tableau n° V ci-dessous. A travers ces résultats, nous pouvons déduire, par le biais du triangle des textures de la figure n° 13, que le sol de la station de **Barbacha (Ait-sidi-ali)** présente une texture limono-argileuse.

Tableau n° V : Analyse granulométrique du sol

SOL	Analyse granulométrique (%)			Texture
	Argile	Limon	Sable	
	24.12	47.31	28.57	Limono-argileux

L'analyse granulométrique effectuée sur la terre prélevée de l'horizon de surface du sol de notre expérimentation, indique que notre sol est classé dans la catégorie texturale des sols limono-argileux. La dominance de la fraction limoneuse, prédispose cette terre au problème de la battance superficielle. L'abondance de terre très fine limoneuse, n'ayant pas de propriétés de cimentation comme les argiles, la rend très sensible à l'érosion éolienne en condition sèche, et facilite la formation de structure lamellaire en surface en condition de pluie orageuse. La texture a été déterminée par le triangle des textures USDA ((**Duchaufour, 1965**), en se basant sur les résultats de l'analyse granulométrique effectuée.

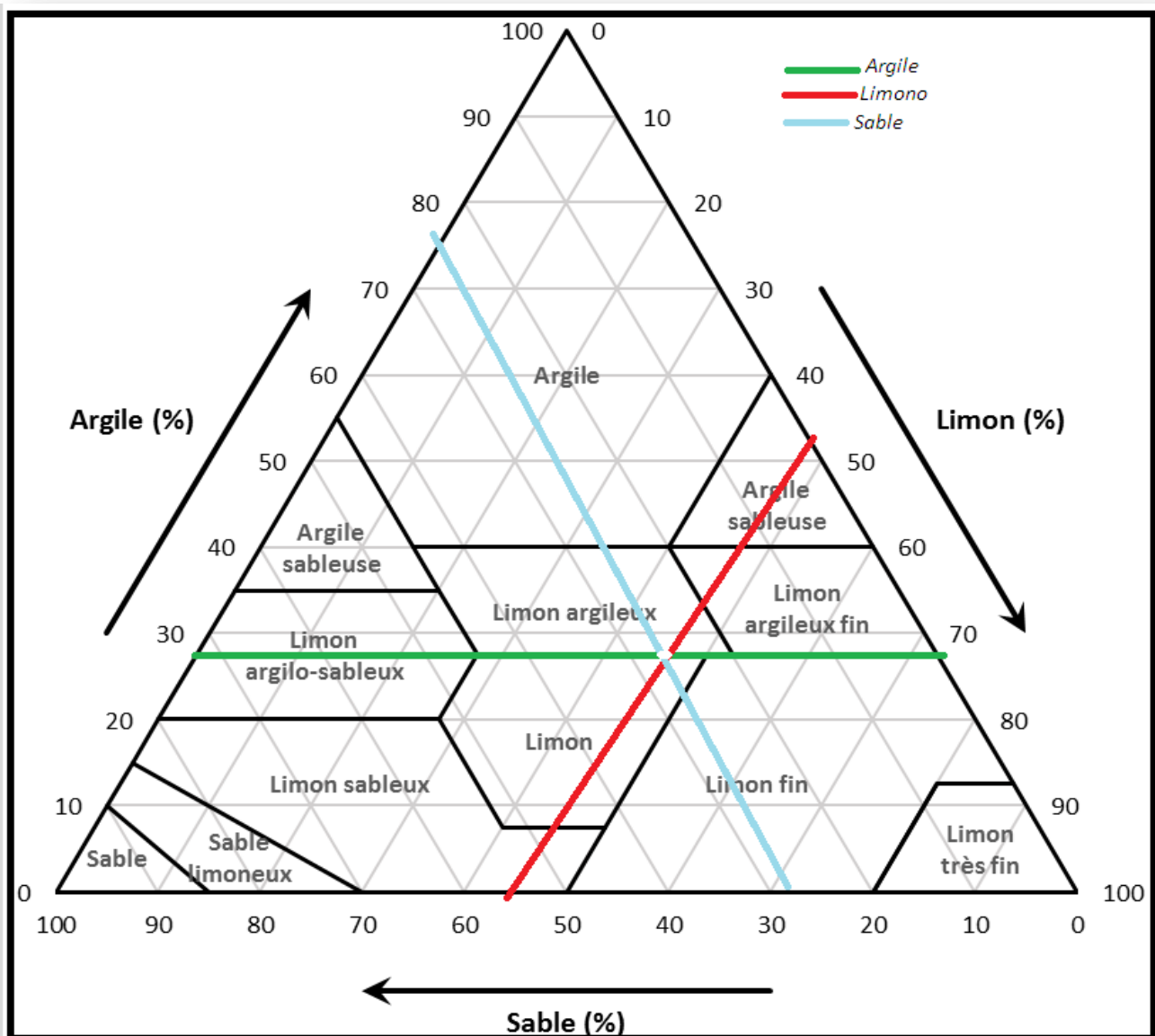


Figure n° 13 : Le triangle des textures USDA (Duchaufour, 1965)

III.3. Résultats analytiques du Ph_{eau} , Ph_{Kcl} , et ΔPh

Les résultats analytiques, consignés dans le tableau n° VI ci-dessous, révèlent que les valeurs du Ph_{eau} et du Ph_{Kcl} restent relativement stables quelque soit la parcelle (avec ou sans couverture végétale, amendée ou pas en matière organique). Le Ph_{eau} est assez alcalin avec des valeurs qui dépassent 8. Pour le Ph_{Kcl} , est légèrement alcalin, avec des valeurs qui sont toutes au dessus de 7.

Il ressort également de ces résultats, que le ΔPh est assez élevé. Cela serait en relation avec la texture du sol, qui est assez lourde et riche en argile. Les argiles possèdent des capacités importantes de fixation des cations, par les sites négatifs qu'elles possèdent sur ses surfaces externes.

Les petites variations que l'on observe entre le Ph_{eau} , le Ph_{Kcl} et le ΔPh , ne sont pas très importantes et ne semblent pas avoir de signification en relation avec l'apport de matière organique. Peut-être que le temps de l'expérimentation n'est pas très suffisant, pour que cette matière organique produise suffisamment d'humus stable, ce qui aurait joué un rôle majeur dans ce processus du pouvoir de fixation des cations.

Tableau n° VI : Evolution (*) dans le temps du Ph_{eau} et Ph_{kcl} dans les différentes parcelles, durant l'expérimentation.

Parcelles		NCT	NCH1	NCH2	CLO	CLOH1	CLOH2
Prélèvements							
Temps 0	Ph _{eau}	8.32	8.41	8.33	8.41	8.41	8.36
	Ph _{kcl}	7.83	7.82	7.99	7.72	7.93	7.97
	ΔPh	0.48	0.59	0.37	0.69	0.51	0.39
15 jours	Ph _{eau}	8.22	8.37	8.28	8.34	8.32	8.38
	Ph _{kcl}	7.81	7.81	7.96	7.68	7.83	8.05
	ΔPh	0.40	0.56	0.32	0.65	0.44	0.33
30 jours	Ph _{eau}	8.21	8.25	8.31	8.18	8.34	8.42
	Ph _{kcl}	7.81	7.85	8.07	7.74	7.99	8.05
	ΔPh	0.40	0.40	0.24	0.43	0.34	0.36
45 jours	Ph _{eau}	8.07	8.58	8.43	8.77	8.61	8.39
	Ph _{kcl}	7.83	8.05	0.12	8.04	8.02	8.03
	ΔPh	0.24	0.53	0.31	0.72	0.59	0.35
60 jours	Ph _{eau}	8.59	8.15	8.48	8.58	8.71	8.54
	Ph _{kcl}	8.14	7.93	8.81	8.11	8.22	8.15
	ΔPh	0.45	0.22	0.27	0.47	0.49	0.39

III.4. Interprétation des résultats

III. 4.1. Evolution du Ph_{eau}

L'évolution du Ph_{eau} dans les différentes parcelles, durant l'expérimentation, est représentée par les courbes illustrées dans le graphique de la figure n°16.

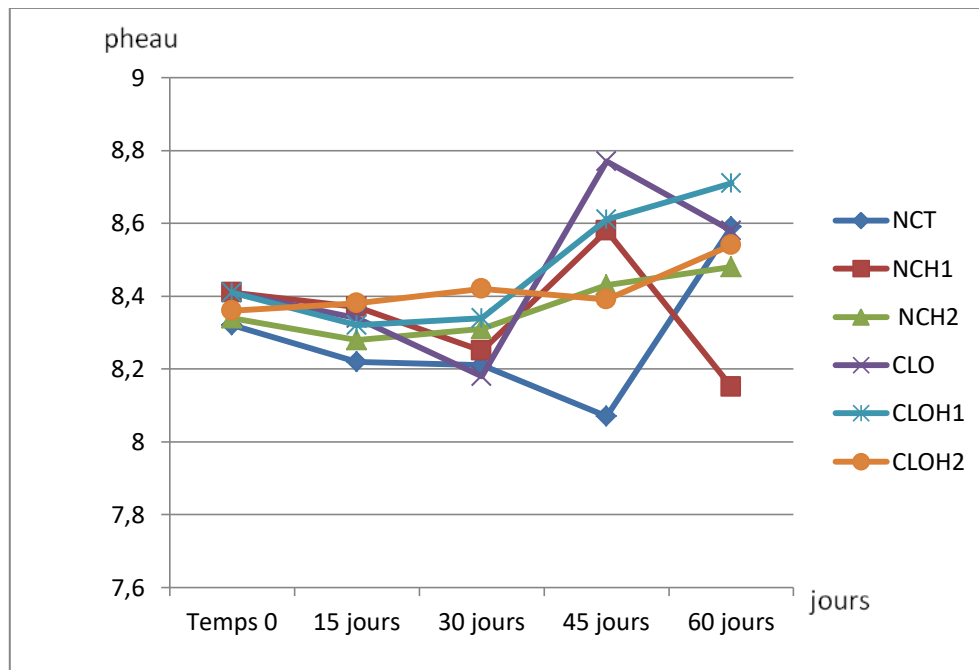


Figure n°14 : Evolution du Ph_{eau} dans les différentes parcelles, en fonction du temps d'expérimentation.

D'après les courbes de la figure n°14, on remarque que durant le temps de 0 jusqu'à 15 jours, le Ph_{eau} des parcelles NCT, NCH1, NCH2, CLO, CLOH1, diminue très légèrement. Pour la parcelle CLOH1, le Ph_{eau} augmente assez faiblement. Dans la période 15 jours à 30 jours, le Ph_{eau} des parcelles NCT, CLOH1 reste stable, celui des parcelles NCH1, CLO diminue légèrement pour les parcelles NCH2, CLOH2 il augmente sensiblement. Pour la période entre 30 et 45 jours, on remarque que le Ph_{eau} des parcelles NCT, CLOH2 diminue alors que ceux des autres parcelles NCH1, NCH2, CLO, CLOH1 augmente. Nous observons également que durant cette période, le Ph_{eau} de la parcelle NCT diminue, atteignant la valeur la plus basse, alors que celui de la parcelle CLO, augmente pour atteindre la valeur la plus élevée. Pour la dernière période de l'expérimentation, 45 jours à 60 jours, on remarque que le Ph_{eau} des parcelles NCH1, CLO diminue, alors que le Ph_{eau} des parcelles NCT, NCH2, CLO, CLOH2, augmente.

Globalement, nous pouvons affirmer que le fumier de bovin a un effet important dans l'augmentation du Ph_{eau} , à partir de 30 jours d'expérimentation. Au début de l'expérimentation, les courbes restent regroupées (presque les mêmes valeurs de Ph_{eau}) et stables (représentant un plateau jusqu'à 30 jours).

La tendance de l'évolution du Ph_{eau} est la même pour toutes les parcelles (NCT, NCH1, NCH2, CLO, CLOH1 et CLOH2). Après 30 jours d'expérimentation, il y a une nette augmentation du Ph_{eau} pour pratiquement toutes les parcelles, sauf quelques unes, parcelle NCT et parcelle NCH1, qui présentent des anomalies, pouvant être expliquées par des erreurs de mesure. Sinon, pour les autres, nous avons une augmentation assez sensible, pouvant être liée à la maturation de l'humus ajouté, améliorant la capacité d'adsorption du complexe argilo-humique.

III.4.2. Evolution du Ph_{kcl}

Les tendances de l'évolution du Ph_{kcl} durant l'expérimentation, dans les différentes parcelles, sont représentées par les courbes de la figure n°15 ci-dessous.

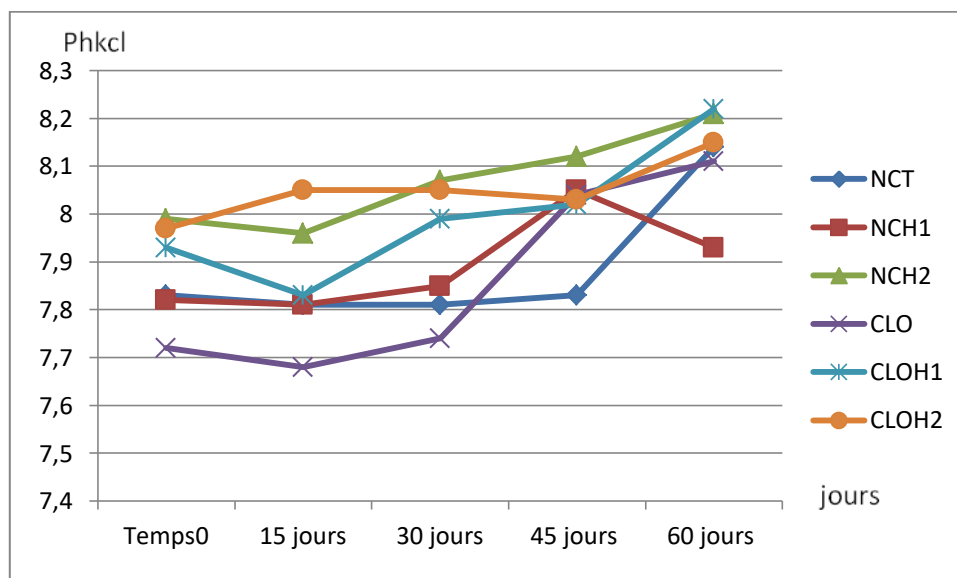


Figure n°15 : Evolution du Ph_{kcl} dans les différentes parcelles, en fonction du temps d'expérimentation.

Dans la première période de l'expérimentation, temps 0 à 15 jours, le Ph_{kcl} des parcelles NCH2, CLO, et CLOH1, diminue, et pour les parcelles NCT, NCH1 le Ph_{kcl} reste assez stable, alors que celui de la parcelle CLOH2 il augmente sensiblement. On remarque aussi que le Ph_{kcl} de parcelle CLOH1 présente la diminution la plus forte. De 15 à 30 jours, nous observons que le Ph_{kcl} des parcelles NCT, CLOH2, est stable, alors que pour les parcelles NCH1, NCH2, CLO, CLOH1, il augmente assez fortement. Entre 30 et 45 jours d'expérimentation, on note une augmentation du Ph_{kcl} de la plupart des parcelles, NCT, NCH1, NCH2, CLO et CLOH1, contrairement à celui de la parcelle CLOH2 qui diminue légèrement.. De 45 à 60 jours, le Ph_{kcl} des parcelles NCT, NCH2, CLO, CLOH1, CLOH2, augmente sensiblement, alors que celui de la parcelle NCH1 diminue fortement. A noter que les valeurs les plus élevées d'augmentation du Ph_{kcl} , ont été observées dans les parcelles NCH2 et CLOH1.

De manière générale, nous pouvons affirmer qu'il y a deux niveaux d'évolution du Ph_{kcl} dans toutes les parcelles. Le premier niveau se situe durant la première étape d'expérimentation, entre 0 et 30 jours, où l'on observe une relative stabilisation du Ph_{kcl} , avec quelques petites variations sans signification aucune. Le deuxième niveau est observé durant la période allant de 30 à 60 jours d'expérimentation. Durant cette période, une tendance évolutive vers la hausse assez remarquable dans la plupart des parcelles expérimentales. Cela ne pourrait s'expliquer que par l'amélioration des capacités fixatrice du complexe argilo-humique, liées à la maturation de la matière organique.

III.4.3. Evolution du ΔPh ($Ph_{eau} - Ph_{kcl}$)

Les courbes illustrées dans la figure n°16 ci-dessous, nous renseignent sur l'évolution du ΔPh durant l'expérimentation, dans les différentes parcelles étudiées.

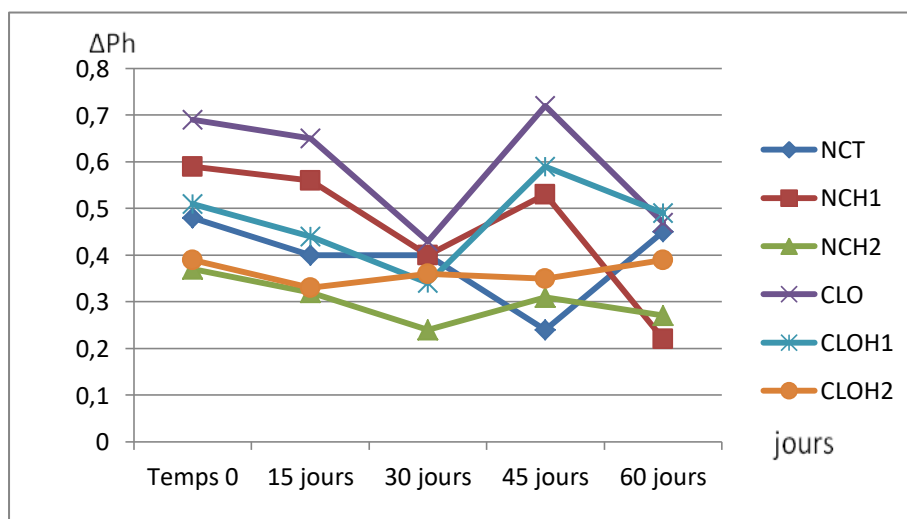


Figure n°16: Evolution du ΔPh dans les différentes parcelles,

en fonction du temps d'expérimentation.

Il ressort de ces courbes, que de 0 à 15 jours d'expérimentation, on remarque que le ΔPh a diminué sensiblement dans toutes les parcelles expérimentales. Entre 15 et 30 jours, nous observons que le ΔPh des parcelles NCH2, CLO et CLOH1, continue de diminuer assez nettement, alors que celui de la parcelle NCT reste assez stable. Pour ce qui est du ΔPh de la parcelle CLOH2, il amorce une légère augmentation. Durant la période de 30 à 45 jours, le ΔPh des parcelles NCH1, NCH2, CLO et CLOH1, augmente de façon remarquable, alors que celui de la parcelle NCT diminue considérablement et que le ΔPh de la parcelle CLOH2, revient à la stabilité. La période allant de 45 à 60 jours, il ressort une légère augmentation du ΔPh de la parcelle CLOH2, une très forte augmentation de celui de la parcelle NCT et des diminutions plus ou moins accentuées du ΔPh des parcelles NCH1, NCH2, CLO, CLOH1. Très forte pour les parcelles CLO et NCH1 et assez peu accentuées pour les parcelles CLOH1 et NCH2.

Cette diversification dans l'évolution du ΔPh dans le temps, dans les différentes parcelles étudiées, est assez aléatoire. La durée assez courte de l'expérimentation, ne nous permet pas de préciser l'impact qu'aurait l'incorporation de la matière organique dans cette évolution. Il faudrait une expérimentation sur une plus longue période, pour que cette matière organique se transforme en humus, et espérer avoir une incidence sur l'amélioration du ΔPh du sol.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

Le présent travail s'est intéressé à l'étude de l'évolution de l'acidité d'échange d'un sol limono-argileux, en relation avec la présence de la matière organique (fumier de bovin), qui influe beaucoup sur la plupart des propriétés physiques des sols. Nous avons donc incorporé du fumier de bovin dans des parcelles de sols, à des doses variables, afin de suivre sur une période de deux mois, l'évolution du Ph dans le sol et de l'acidité d'échange qui en découle.

Ces doses croissantes de matière organique ont été introduite, dans un sol limono-argileux, situé dans la région de **Berbacha (Commune d'Ait-Sidi-Ali)**. Nous avons appliqué des doses de fumier de bovin de 0kg/m^2 (témoin), de 1kg/m^2 et de 2kg/m^2 et nous avons effectué cinq prélèvements (0, 15 jours, 30 jours, 45 jours et 60jours) durant toute la durée de l'expérimentation, afin de mesurée l'acidité d'échange.

Pour ce qui concerne le PH_{eau} , les résultats de cette étude, montrent que de manière générale, le fumier de bovin a un effet important dans l'augmentation du Ph_{eau} , à partir de 30 jours d'expérimentation, pour pratiquement toutes les parcelles, sauf quelques unes, comme la parcelle NCT et la parcelle NCH1, qui présentent des anomalies, pouvant être expliquées par des erreurs de mesure. Sinon, pour les autres, nous avons une augmentation assez sensible, pouvant être liée à la maturation de l'humus ajouté, améliorant la capacité d'adsorption du complexe argilo-humique.

Pour le PH_{kcl} , de manière générale, nous observons deux niveaux d'évolution du Ph_{kcl} dans toutes les parcelles. Le premier niveau se situe durant la première étape d'expérimentation, entre 0 et 30 jours, où l'on observe une relative stabilisation du Ph_{kcl} . Le deuxième niveau est observé durant la période allant de 30 à 60 jours d'expérimentation, durant laquelle une tendance évolutive vers la hausse assez remarquable a été observée dans la plupart des parcelles expérimentales. Cela ne pourrait s'expliquer que par l'amélioration des capacités fixatrices du complexe argilo-humique, liées à la maturation de la matière organique.

Conclusion

En ce qui concerne l'acidité d'échange, représentée par le ΔPh , nous observons des variations assez aléatoires durant toute l'expérimentation. Cette diversification dans l'évolution du ΔPh pourrait être liée à la durée relativement courte de l'expérimentation, qui ne nous permet pas d'avoir plus de précision dans l'impact qu'aurait la matière organique dans cette évolution. Il faudrait une expérimentation sur une plus longue période, pour que cette matière organique se transforme en humus, et espérer avoir une incidence mesurable sur l'amélioration du ΔPh du sol.



Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Anonyme 1,(2023): <https://agronomie.info/fr/les-constituants-du-sol>.

Anonyme 2,(2023): <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/humidite-du-sol,2260.htm>.

Anonyme 3,(2023) : <https://www.sdec-France.com/mesure-humidite-volumique-des-sols-theorie.html>

Anonyme 4,(2023): <https://agronomie.info/fr/les-constituants-du-sol>

Baver L.D. (1963) - Soilphysics, John wiley et sons, New York. P.489.

Beauchamp J. (2006) - Pédologie l'eau et le sol- Université de Picardie, Jules verne, p. 30.

Belaidi A. (2007) - étude de l'évolution de la matière organique de diverse nature après 06 mois d'incubation, corrélation avec certains paramètres physique du sol. Thèse magister de la bio-conservation et écodéveloppement. 68p.

Blum (2001) - Conseil de l'Europe. in winfried E.H.

Bonneau M. et Souchier B. (1994) - Pédologie deux constituants et propriétés du sol sous la direction du duchaufour ph edmasson, 665.

Buttler A, (1992) - Hydrochimie de nappes des prairies humides de la rive sud du lac de Neuchâtel. Bull. Ecole. T 2,3 (3-4) pp. 415-421.

Clément M. et François P. (2003) - Analyse chimique des sols. Méthodes choisies, pp. 24-30.

Degoutte G. et Royet p., (1990) - Aide mémoires des sols, les publications 11 de l'ENGREF, p 95.

Demolon A. (1952) – Guide pour l'étude expérimentale du sol. 2ème édition Gauthier Villars, P 251.

Duchaufour Ph. (1965) - Précis de pédologie. Ed. Masson et Cie, Paris, pp : 261-481.

Duchaufour ph. (1977) - Pédologie tome 1.pédogénèse et classification. Ed, Masson, Paris, New-York, Barcelona, Milan, Mexico, Sao-Paulo.

Duchaufour Ph., (1983) - Introduction à la science du sol - Sol, végétation, environnement, 6ème édition, DUNOD, Paris, 483p.

Duchaufour Ph. (2001) - Introduction à la science du sol. Végétation environnement. 6ème Edition Dumod, paris, p. 331.

Références Bibliographiques

Duchaufour Ph. (2004) - Introduction à la science du sol. Abrégé de pédologie, Ed. Dumod, pp. 42-109.

Gauthier J. (1991) - Notion d'agriculture. Ed Lavoisier, pp. : 7-28.

Gobat J-M., Argno M. et Mathe Y. (2010) - *Le sol vivant ; bases de pédologie – biologie des sols* 3^{ème} édition revue et augmentée, Sciences de la terre, Presses Polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne.

Hénin S., Gras R. et Monnier G. (1969) - Etude du profil cultural, l'état physique du sol et ses conséquence agronomiques Ed. Masson et Cie. Paris, p. 332.

Hillel D. (1984) - L'eau et le sol principe et processus physique. Cabay, librairie édition Louvain la neuve, p. 257.

Morel R. (1996) - Les sols cultivés. 2^{ème} édition Lavoisier, Paris, P. 389.

Mouroux P., Margon P. et Pince J.C. (1988) - La construction économique sur les gonflements : Manuels et méthodes 14 : BRGM.

Mustin M., (1987) - Le compost, gestion de la matière organique, Edition François Dubusc, Paris, 951 p.

Pontailier S., (1982) - Engrais et fumure. 4^{ème} édition. Presses Universitaires De rance (PUF). Collection Que Sais-Je. 126p.

Rolland P. (1988) - Le système des grandes tourbières équatoriales. Am géographie N°97 (544) pp. 942-666.

Schoeler H. (1955) - « Hédrologologie ». École Nat. Sop. Pétrole, technique, paris 2^{ème} Ed. p. 443.

Serrtrice J.F. et Soye (1996) - Les essais de gonflement, bull. labo. P et ch ; n°204 :PP65-85.

Six J., Bossuyt H, Degryze S. et Deneff K, (2004) - history of research on the linked between (micro) aggregates, soilbiota, and soil organic matter dynamics, soil and tillage Research,pp 7-31.

Soltner D. (1987) - Les bases de la production végétale, Tome 1, 73p.

Soulas G., Codaccioni P. et Fournier J.C. (1983) - Les constituants du sol- Agronomie.<https://agronomie.info/fr/les-constituants-du-sol/>.

Tillie M. et Capdeville J. (1992) - Etude sur les déjections de bovins. Octobre 1992. Institut de l'Élevage. Paris-France.140p.

Références Bibliographiques

Tollefson T. (2005) - Les sols et leur environnement. Département des sciences du sol, Université de la Saskatchewan, p. 36.

Ziegler D. et Hédit M. (1991) - Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion et environnement. ITCF, ITP, ITEB, France 35p.



Annexes

Annexes

Annexe 1

Résultats analytiques du Ph_{eau} durant la période expérimentale

(3 répétitions)

parcelles		NCT	NCH1	NCH2	CLO	CLOH1	CLOH2
prélèvement							
Temps 0	R1	8.17	8.27	8.13	8.29	8.19	8.12
	R2	8.47	8.50	8.37	8.49	8.46	8.48
	R3	8.32	8.48	8.54	8.45	8.59	8.48
	Moyenne	8.32	8.41	8.34	8.41	8.41	8.36
15 jours	R1	8.15	8.29	8.04	8.27	8.14	8.17
	R2	8.20	8.38	8.37	8.37	8.40	8.44
	R3	8.32	8.45	8.43	8.39	8.43	8.55
	Moyenne	8.22	8.37	8.28	8.34	8.32	8.38
30 jours	R1	8.19	8.00	8.11	8.24	8.16	8.23
	R2	8.13	8.35	8.35	8.39	8.43	8.44
	R3	8.31	8.48	8.48	8.91	8.42	8.59
	Moyenne	8.21	8.31	8.31	8.18	8.34	8.42
45 jours	R1	8.03	8.60	8.45	8.73	8.69	8.40
	R2	8.08	8.59	8.43	8.69	8.61	8.39
	R3	8.11	8.57	8.42	8.89	8.53	8.38
	Moyenne	8.07	8.58	8.43	8.77	8.61	8.39
60 jours	R1	8.62	8.03	8.40	8.66	8.71	8.56
	R2	8.53	8.10	8.48	8.56	8.74	8.52
	R3	8.62	8.32	8.58	8.54	8.68	8.54
	Moyenne	8.59	8.15	8.48	8.58	8.71	8.54

Annexes

Annexe 2

Résultats analytiques du Ph_{kcl} durant la période expérimenta

(3 répétitions)

parcelles		NCT	NCH1	NCH2	CLO	CLOH1	CLOH2
prélèvement							
Temps 0	R1	7.86	7.85	7.99	7.76	7.87	7.93
	R2	7.82	7.76	7.97	7.71	7.94	7.96
	R3	7.82	7.87	8.03	7.69	8.00	8.02
	Moyenne	7.83	7.82	7.99	7.72	7.93	7.97
15 jours	R1	7.81	7.81	7.95	7.74	7.83	7.97
	R2	7.78	7.68	7.97	7.69	7.90	8.07
	R3	7.86	7.94	7.96	7.63	7.92	8.11
	Moyenne	7.81	7.81	7.96	7.68	7.83	8.05
30 jours	R1	7.83	7.75	8.06	7.70	7.88	8.06
	R2	7.76	7.86	8.05	7.82	8.05	8.00
	R3	7.84	7.94	8.10	7.71	8.05	8.10
	Moyenne	7.81	7.85	8.07	7.74	7.99	8.05
45 jours	R1	7.86	8.04	8.10	8.13	8.05	8.05
	R2	7.83	8.07	8.14	8.98	7.99	8.03
	R3	7.80	8.06	8.12	8.02	8.02	8.02
	Moyenne	7.83	8.05	8.12	8.04	8.02	8.03
60 jours	R1	8.07	7.89	8.20	8.10	8.19	8.12
	R2	8.16	7.88	8.18	8.11	8.26	8.15
	R3	8.20	8.03	8.26	8.12	8.21	8.19
	Moyenne	8.14	7.93	8.21	8.11	8.22	8.15

Annexes

Annexe 3

Résultats analytiques du ΔPh durant la période expérimentale

(3 répétitions)

parcelles		NCT	NCH1	NCH2	CLO	CLOH1	CLOH2
prélèvement							
Temps 0	R1	0.31	0.42	0.14	0.53	0.42	0.21
	R2	0.65	0.74	0.40	0.78	0.52	0.52
	R3	0.50	0.61	0.57	0.76	0.59	0.46
	Moyenne	0.48	0.59	0.37	0.69	0.51	0.39
15 jours	R1	0.34	0.48	0.09	0.53	0.31	0.20
	R2	0.42	0.70	0.40	0.68	0.50	0.37
	R3	0.46	0.51	0.47	0.76	0.51	0.44
	Moyenne	0.40	0.56	0.32	0.65	0.44	0.33
30 jours	R1	0.36	0.25	0.05	0.54	0.28	0.17
	R2	0.37	0.49	0.30	0.57	0.38	0.44
	R3	0.47	0.48	0.38	0.20	0.37	0.49
	Moyenne	0.40	0.40	0.0.24	0.43	0.34	0.36
45 jours	R1	0.17	0.56	0.35	0.60	0.64	0.35
	R2	0.25	0.52	0.29	0.71	0.62	0.36
	R3	0.31	0.51	0.30	0.87	0.51	0.36
	Moyenne	0.24	0.53	0.31	0.72	0.59	0.35
60 jours	R1	0.55	0.14	0.20	0.56	0.52	0.44
	R2	0.37	0.22	0.30	0.45	0.48	0.37
	R3	0.42	0.29	0.32	0.42	0.47	0.35
	Moyenne	0.45	0.22	0.27	0.47	0.49	0.39



Résumé

Résumé

Etude de l'évolution de l'acidité d'échange, d'un sol limono-argileux soumis à un apport de fumier de bovin, sur une période de trois mois.

Résumé : L'objectif de ce mémoire est l'étude de l'évolution de l'acidité de sol limono-argileux, soumis à un apport de matière organique (fumier de bovin), à différentes doses, sur une période de 60 jours. Ce sol limono-argileux, est issue de la région **Barbacha (ait-sidi-ali)**. Nous avons préparé 6 parcelles (NCT, NCH1, NCH2, CLO, CLOH1, CLOH2). Après la préparation des parcelles, nous avons prélevé un échantillon, de chaque parcelle, tous les 15 jours durant toute la période d'expérimentation. Les échantillons sont ensuite ramenés au laboratoire pour les préparer, afin de mesurer le Ph_{eau} , Ph_{kcl} , des résultats obtenus, nous constatons que le fumier de bovin a un effet important dans l'augmentation du Ph_{eau} à partir 30 jours d'expérimentation. Concernant l'évolution du PH_{kcl} , nous observons deux niveaux dans toutes les parcelles. Le premier se situe entre 0 et 30 jours, où on remarque une relative stabilisation du Ph_{kcl} . Le deuxième niveau, s'établit entre 30 jours et 60 jours d'expérimentation, durant lequel une tendance évolutive vers la hausse assez remarquable a été observée dans la plupart des parcelles expérimentales. Pour ce qui est de l'acidité d'échange, représentée par ΔPh , nous observons une variation très aléatoire et diversifiée durant l'expérimentation. Cela pourrait être lié à la durée relativement courte de l'expérimentation, qui ne nous a pas permis d'avoir plus de précision sur l'impact qu'aurait la matière organique dans cette évolution.

Mode clé : Evolution du Ph- Sol limono-argileux- Matière organique- Acidité d'échange.

Study of the evolution of the exchange acidity, of a silty-clayey soil subjected to an addition of cattle manure,, over a period of three months.

Abstract: The objective of this thesis is the study of the evolution of the acidity of silty-clay soil, subjected to an input of organic matter (cattle manure), at different doses, over a period of 60 days. This silty-clayey soil comes from the **Barbacha** region (**ait-sidi-ali**). We prepared 6 plots (NCT, NCH1, NCH2, CLO, CLOH1, CLOH2). After preparing the plots, we took a sample from each plot every 15 days throughout the experimentation period. The samples are then brought back to the laboratory to prepare them, in order to measure the $Pheau$, $Phkcl$, from the results obtained, we find that cattle manure has a significant effect in increasing $Pheau$ from 30 days of experimentation. Regarding the evolution of $PHkcl$, we observe two levels in all plots. The first is between 0 and 30 days, where we notice a relative stabilization of $Phkcl$. The second level, is established between 30 days and 60 days of experimentation, during which a rather remarkable evolutionary tendency towards the rise was observed in most of the experimental plots. As for the exchange acidity, represented by ΔPh , we observe a very random and diversified variation during the experiment. This could be linked to the relatively short duration of the experiment, which did not allow us to have more precision on the impact that organic matter would have in this evolution.

Key mode: Evolution of PH- Loamy-clay soil- Organic matter- Exchange acidity.

دراسة تطور الحموضة التبادلية لتربة طينية- طينية تخضع لإضافة روث الماشية على مدى ثلاثة أشهر

ملخص. الهدف من هذه المذكرة على دراسة تطور حموضة التربة الطينية- الطينية، المعرضة لمدخلات من مادة عضوية (روث الماشية)، بجرعات مختلفة، على مدى 60 يوماً. يأتي هذا النوع من التربة الطينية- الطينية من منطقة **بارباشا (أيت سيدي علي)** في موقع الدراسة، قمنا بإعداد 6 قطع (بدون غطاء نباتي و مادة عضوية بدون غطاء نباتي و إضافة 1 كلغ من المادة العضوية بدون مادة عضوية إضافة 2 كلغ من المادة العضوية. بغطاء نباتي و بدون مادة عضوية. بغطاء نباتي و إضافة 1 كلغ من المادة العضوية. بغطاء نباتي و إضافة 2 كلغ من المادة العضوية. بعد تحضير القطع، أخذنا عينة من كل قطعة، كل 15 يوماً طوال فترة التجربة. ثم يتم إعادة العينات إلى المختبر لتحضيرها، من أجل قياس حموضة الماء و حموضة كلور البوتسيوم من النتائج التي تم الحصول عليها، نجد أن روث الماشية له تأثير كبير في زيادة حموضة الماء من 30 يوماً من التجارب. فيما يتعلق بتطور حموضة كلور البوتسيوم نلاحظ مستويين في جميع القطع الأول بين 0 و 30 يوماً، حيث نلاحظ استقراراً نسبياً لحموضة كلور البوتسيوم تم إنشاء المستوى الثاني بين 30 يوماً و 60 يوماً من التجارب، حيث لوحظ اتجاه تصاعدي ملحوظ إلى حد ما في معظم القطع التجريبية. بالنسبة للحموضة التبادلية الممتلئة بالفارق بين حموضة الماء و حموضة كلور البوتسيوم نلاحظ اختلافاً عشوائياً و متنوعاً جداً أثناء التجربة. و يمكن ربط هذا بالمدة القصيرة نسبياً للتجربة، التي لم تسمح لنا بمزيد من الدقة في التأثير الذي يمكن أن تحدثه المادة العضوية في هذا التطور.

الكلمات المفتاحية. تطور الحموضة - تربة طينية- طينية - مادة عضوية - حموضة تبادلية