



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science Agronomique

Spécialité : Biodiversité et environnement

Intitulé :

*Contribution à l'étude de la matière organique et son effet sur le
pH des sols de la ferme pilote Laabachi El Hamadia*

Présenté par :

AMARA Boutheyna & GUESSABI Messaouda

Soutenu le 25 / 06/ 2023, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mr BENSFIA Sofiane	MCA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	Mme LAOUFI Hadjer	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Examineur :	Mr AIT MECHEDAL Mouloud	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire 2022-2023

Remerciment

Avant tout nous remercions Dieu, le tout Puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience qu'il nous a donné durant cette année d'études et pour la réalisation de ce travail que nous espérons être utiles.

En premier lieu, Nos vifs remerciements s'adressent à Mr BENSFIA Sofiane d'avoir accepté de présider le jury.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mme LAOUFI Hadjer. Pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute Personnalité.

Nous tenons à remercier Mr AIT MECHEDAL Mouloud d'avoir accepté d'examiner cette modeste contribution et de l'enrichir par ses propositions.

Nous adressons également nos remerciements à nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

Je dédie ce mémoire de master :

A l'homme de ma vie, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir à toi mon père « Slimane », ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années

Mon bonheur ; maman que j'adore « Dalila » la lumière de mes jours, la source de mes efforts

A mes frères mon bras droit et mon soutien dans la vie « Taki et Ishak »

A mes Sœurs que j'aime « Safa et Fatima » la source de la tendresse mes yeux

A mon fiancé « Aymen » mon soutien moral et source de joie et de bonheur

Aux bourgeons de la famille « Firdaws , Asil, Tasnim, Ahmad et Mohamed »

A ma belle binome ; Messouda

A ma famille et mes amis et mes collègues de l'université

Je dédie ce travail à toute personne ayant contribué de près ou loin à la réalisation de ce mémoire, je vous dis merci.

BOUTHEYNA



Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il fait. Tous les mots qu'il fait.....tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance.

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 pour que je puisse arriver à ce stade.

À mon chère père « Lakhdar », tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'Amour, la reconnaissance et la gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

À ma chère mère « Zahia » qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

À mes chères frères : Nesreddine, Youcef et Ayoub

À mes chères sœurs : Habiba et Roumaissa

À mon fiancé : Kamel

À ma chère binôme : Boutheyna

À toute ma promotion 2^{ème} année master biodiversité et environnement (2022/2023) et à tous mes enseignants.

Soutenu et contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MESSAOUDA



Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste de figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1
1-Présentation de la zone d'étude.....	5
1-1 Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	5
1-2 Situation géographique de la zone d'étude El Hamadia (El Oued Lakhdar).....	5
2- Caractère Pédologique (sol).....	6
3- Caractère Hydrologique	6
4- Caractère Climatique	6
4-1 Température	7
4-2 Précipitations.....	7
5- Matériel d'étude	8
5-1 Les travaux sur terrain	8
5-2 Le choix de la Parcelle	9
5-3 Méthode d'échantillonnage.....	9
6- Analyses au laboratoire.....	10
6-1 Préparation des échantillons	10
6-2 La réaction du sol (mesure du pH).....	11
6-3 Le dosage du calcaire total (Méthode volumétrique au calcimètre de Bernard)	11
6-4 Détermination de la matière organique totale selon la méthode Walkley et Black modifiée	11

6-5 Fractionnement chimique de la matière organique	11
7- Traitement des données.....	13
1-Résultats	14
1-1 Le pH	15
1-2 La matière organique	16
1-3 Le calcaire total.....	16
2-Effet de la matière organique sur le pH des sols.....	17
3- Fractionnement chimique de la matière organique	18
3-1 Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique totale fractionnée	20
3-2 La part de chaque fraction de la matière organique totale fractionnée	22
4- La relation entre les paramètres du sol	26
5- Etude de l'évolution temporelle des paramètres du sol	27
Conclusion.....	29

Liste des tableaux

N°	Tableaux	Page
01	Variation des températures de l'année 2021	07
02	Les précipitations de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant l'année 2021	07
03	Les résultats analytiques des échantillons de sol	14
04	Statistiques descriptives des paramètres analysés	15
05	Résultat du fractionnement chimique de la matière organique	18
06	Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique totale fractionnée	21
07	Matrice de corrélation de Pearson	26
08	Statistiques descriptives de la parcelle (2022)	27

Liste des figures

N°	Figures	Page
01	Situation géographique de la zone d'étude El Hamadia (El Oued Lakhdar) (Google Earth, 2023).	05
02	Variation de température durant l'année 2021	07
03	Répartition des précipitations durant l'année 2021	08
04	Présentation de la Parcelle	08
05	Aperçu du plan d'échantillonnage	10
06	La relation entre la matière organique totale et le pH du sol	17
07	La relation entre la MOT et MOF	20
08	Le pourcentage de toutes les fractions de la matière organique totale	23
09	Le pourcentage de chaque fraction de la matière organique totale (MVL, AFT, AHT, H)	24

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

CV : Coefficient de variation

Min : Minimum

Max : Maximum

Ecart : Ecart type

pH : Potentiel d'hydrogène

CaCO₃ : Calcaire total

MO : Matière organique

CO : Carbone organique

MOT : Matière organique totale

MOF : Matière organique fractionnée

AF : Acide fulvique

AFL : Acide fulvique libre

AFS : Acide fulvique extrait à la soude

AFP : Acide fulvique extrait au pyrophosphate de sodium

AH : Acide humique

AHP : Acide humique extrait au pyrophosphate de sodium

AHS : Acide humique extrait à la soude

H : Humine



Introduction générale

Introduction générale

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué d'un mélange de matériaux minéraux et organiques qui servent de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (**Legros, 2007**). Le sol est une ressource naturelle qui remplit des fonctions essentielles. Les principales sont la production alimentaire et de biomasse (**Bloc et Gaillard, 2020**).

La matière organique (MO), constituant essentiel du sol provient de la décomposition des animaux, des plantes et des microorganismes, mais les résidus végétaux constituent la principale source de MO (**Calvet et al., 2015**). Elle est impliquée dans de nombreux processus aux conséquences agronomiques et environnementales très importantes. La matière organique joue un rôle important dans les propriétés physiques du sol, c'est l'élément principal qui participe à la construction et à l'évolution de la structure du sol (**Calvet et al., 2015**). Elle joue aussi un rôle crucial dans les écosystèmes et dans de nombreux processus biogéochimiques. La matière organique améliore la fertilité des sols en favorisant la rétention en eau, l'aération, la structure du sol et la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. Elle fournit également des nutriments essentiels, tels que l'azote, le phosphore et le potassium, qui se libèrent progressivement lors de la décomposition et favorise également la biodisponibilité de ces éléments pour les plantes et les microorganismes du sol (**Brady et Weil, 2016 ; Paul et Clark, 1996**). Elle joue aussi un rôle clé dans le cycle du carbone en tant que réservoir de carbone organique. Elle contribue au stockage du carbone dans les sols en diminuant l'effet de serre (**Lal, 2004**).

La matière organique fournit un habitat et une source d'énergie pour une grande variété d'organismes, des bactéries aux insectes en passant par les vers de terre. Elle contribue à la formation et à la stabilité des agrégats du sol, ce qui favorise la biodiversité et le fonctionnement global des écosystèmes (**Swift et al., 1979**).

La matière organique est constituée de substances humiques (les acides fulviques, les acides humiques et l'humine) et des substances non humiques.

L'acide fulvique se caractérise par son poids moléculaire relativement bas et son association avec les polysaccharides présents dans le sol. Il est soluble dans les réactions acides et basiques. Du fait de son plus grand taux en acide carboxylique, il a une grande capacité intrinsèque à dissocier les minéraux originels du sol, ce qui influence la genèse de ce

dernier. Les colloïdes anioniques peuvent former des complexes stables avec des cations polyvalents comme Fe^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+} ... etc en formant les chélates (**Huber et Schaub, 2011**).

L'acide humique se trouve dans le sol en plus grande quantité que les autres composés humiques. Il est insoluble dans les acides et les alcools, et a un poids moléculaire intermédiaire. Il est constitué de couches très fines et planes liées entre elles, formant un matériel réticulaire spongieux (**Huber et Schaub, 2011**), cette caractéristique physico-chimique de l'acide humique est importante puisqu'elle améliore notablement la rétention en eau dans le sol : l'acide humique peut en retenir l'équivalent de 16 fois son propre poids. Il lui est également attribué une augmentation de la capacité d'échange cationique, et il régule les processus d'oxydo-réduction du système édaphique améliorant ainsi la disponibilité en oxygène pour les racines des plantes.

Par un processus similaire à celui de l'acide fulvique, l'acide humique peut former des composés avec des ions métalliques. L'acide humique est le principal facteur de la genèse des sols, de la formation d'une bonne structure et d'une plus grande disponibilité de nutriments pour les plantes ; de plus, l'acide humique est important pour la dégradation des produits chimiques comme les pesticides dans le profil du sol.

L'humine est le composé humique le plus stable dans le sol, du fait de son haut poids moléculaire qui atteint 300 000 daltons. Elle est insoluble dans les divers agents chimiques de dégradation (acides, alcools et bases) et perdure fortement unie aux colloïdes minéraux les plus fins du sol comme les argiles. Cette caractéristique lui permet de persister dans le profil plus longtemps, si celui-ci n'est pas altéré par le labour. La composition chimique et structurelle de l'humine provient de la lignine des résidus de récoltes, en quantité particulièrement importante dans les sols forestiers (**Huber et Schaub, 2011**).

Les sols calcaires existent à travers le monde, dans toutes les grandes régions climatiques, sur des roches très diverses, calcaires et non calcaires, dans toutes sortes de position topographiques (**Ruellan, 1984**). Selon (**Lozet et Matieu, 2002 ; Soltner, 2005**) les sols calcaires contenant du calcaire actif c'est-à-dire du carbonate de calcium à l'état de particules si fines que leur solubilisation continue par les acides du sol entretient dans la solution une concentration importante d'ions Ca^{++} . Le complexe adsorbant de ces sols est en général bien pourvu, si non saturé en calcium. Ils ne présentent qu'un seul horizon différencié et se caractérisent par l'accumulation de calcaire au sommet du profil. Cet apport de calcaire vers la surface n'est pas partout le fait du même processus. Il peut se faire par l'intermédiaire des végétaux, soit mécaniquement où les racines remontant les débris de roche pris en profondeur, soit chimiquement, la plante accumulant dans ses parties aériennes

du calcaire libre ensuite par destruction des matières organiques. La chaleur et l'humidité provoquent également un mouvement qui peut se produire pour les sels solubles, même avec une faible hydratation si la perméabilité du sol est suffisante pour que les mouvements de l'eau soit rapides sous l'action de fortes températures (**Paul et Germaine, 1956**).

La présence de calcaire dans un sol, dès la surface, provoque une augmentation de la teneur en matière organique totale, ainsi qu'une incorporation de la matière organique sur une grande épaisseur, à ces modifications quantitatives s'ajoutent des modifications qualitatives. (**Le Tacon, 1976**) ; a pu montrer que ces modifications se traduisaient surtout au niveau de la proportion d'humine, c'est-à-dire de la matière organique non extractible par les réactifs alcalins. Il y a ainsi formation d'une forte quantité d'humine résiduelle. La résistante à l'action des micro-organismes et protégée physiquement par des fines particules de carbonate de calcium.

La décomposition rapide de la matière organique sous l'effet du calcaire peut également entraîner une diminution de sa teneur en éléments nutritifs, car ceux-ci sont rapidement transformés en formes moins disponibles pour les plantes. De plus, la présence de calcaire peut affecter le pH du sol, ce qui peut à son tour affecter la nutrition et la croissance des plantes.

En résumé, la relation entre la matière organique et le calcaire total dépend de plusieurs facteurs tels que le type de sol, la teneur en matière organique et en calcaire total, ainsi que les conditions environnementales. Il est donc important de prendre en compte ces facteurs pour comprendre comment la présence de calcaire peut influencer la qualité du sol (**Brady et Weil, 2016**).

La matière organique peut avoir une influence sur le pH des sols. Ce dernier est affecté par de nombreux facteurs, notamment la géologie et la chimie du sol, le climat et les conditions environnementales. Un bon pH du sol est important pour la croissance des plantes car il affecte l'absorption des nutriments par les racines des plantes. En général, un pH du sol entre 6 et 7,5 est considéré comme optimal pour la plupart des cultures et assure la disponibilité de la quasi-totalité des éléments nutritifs (**Miller, 2013**) ; La MO peut tamponner le pH par le biais des acides humiques et fulvique. Ils peuvent neutraliser les acides et les bases, ce qui peut contribuer à maintenir un pH stable dans les sols. La matière organique peut libérer des acides ; certains composants de la matière organique tels que les acides aminés et les acides gras, peuvent libérer des ions hydrogène (H^+) lorsqu'ils se décomposent cela peut faire baisser le pH des sols, les effets de la matière organique sur le pH dépendent de plusieurs facteurs, tels que le type de matière organique, le taux de décomposition, la texture du sol ou

le type d'eau. Par conséquent, il est important de prendre en compte plusieurs variables pour comprendre l'impact de la matière organique sur le pH (**Franzluebbres, 2018**).

La présence de calcaire dans le sol peut augmenter le pH et rendre le sol plus alcalin. Cependant, la quantité calcaire nécessaire pour modifier significativement le pH du sol dépend de plusieurs facteurs, tels que la quantité de la matière organique dans le sol, la composition chimique du calcaire, et la texture et structure du sol.

Il est important de noter que le pH du sol affecte également la solubilité du calcaire et, par conséquent son efficacité en tant qu'amendement pour le sol. Lorsque le pH est trop bas, le calcaire peut ne pas être suffisamment soluble pour avoir un impact significatif sur le pH du sol (**Brady et Weil, 2016**).

Le fractionnement chimique du sol est une technique utilisée pour séparer la matière organique du sol en différentes fractions en fonction de sa composition chimique et de sa stabilité. Cela permet de mieux comprendre la nature et la dynamique de la matière organique du sol, ainsi que ses interactions avec d'autres composants du sol (**Conant et al., 2002**).

Le fractionnement chimique de la matière organique du sol est une méthode permettant une extraction assez complète et bien reproductible de l'humus du sol, mais l'utilisation en continu est un peu longue. Dans une publication de (**Dabin, 1971**) ; l'auteur a comparé des extractions à la soude après prétraitement acide et des extractions au pyrophosphate de sodium avec ou sans prétraitement acide. A partir de sols neutres ou calcaires, la quantité d'acide humique obtenue en épuisant plusieurs traitements consécutifs était presque la même avec différents solvants.

L'objectif du présent de travail consiste à faire un fractionnement chimique de la matière organique sur des sols de la ferme pilote Laabachi (El Hamadia-Bordj Bou Arreridj) pour pouvoir comprendre la nature et la dynamique de la matière organique du sol, avec une comparaison des différentes fractions avec d'autres composants du sol comme le pH et le calcaire total.

Le présent travail est structuré ainsi :

Une introduction dans laquelle nous présentant les dernières connaissances sur le sujet.

Le premier chapitre (matériel et méthodes) présentant la région d'étude et le matériel utilisé ainsi que les méthodes.

Un deuxième chapitre qui présente les résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, une conclusion générale qui résume les principaux résultats obtenus et les perspectives qui intègrent l'essentiel des résultats dans le cadre de la recherche.



Chapitre I. Matériel
et
Méthodes

1-Présentation de la zone d'étude

1-1 Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de bordj Bou Arreridj est située sur les hauts plateaux de l'Est du pays. Elle s'étend sur l'axe Alger-Constantine et est limitée (Andi, 2014) :

- Au Nord, par la wilaya de Bejaia ;
- A l'Est, par la wilaya de Sétif ;
- A l'Ouest, par la wilaya de Bouira ;
- Au Sud par la wilaya de Msila.

Elle s'étend sur une superficie de 10982 km², elle est comprise entre la latitude Nord 36° 04' et la longitude 4° 46' Est.

1-2 Situation géographique de la zone d'étude El Hamadia (El Oued Lakhdar)

L'étude a été réalisée dans la région d'El Oued Lakhdar (El Hamadia) dans la ferme pilote Laabachi. Le site expérimental est situé entre 35° 58' 47" Nord de latitude et 4° 44'51" Est de longitude et à une altitude de 680 m par rapport au niveau de la mer (figure 1)

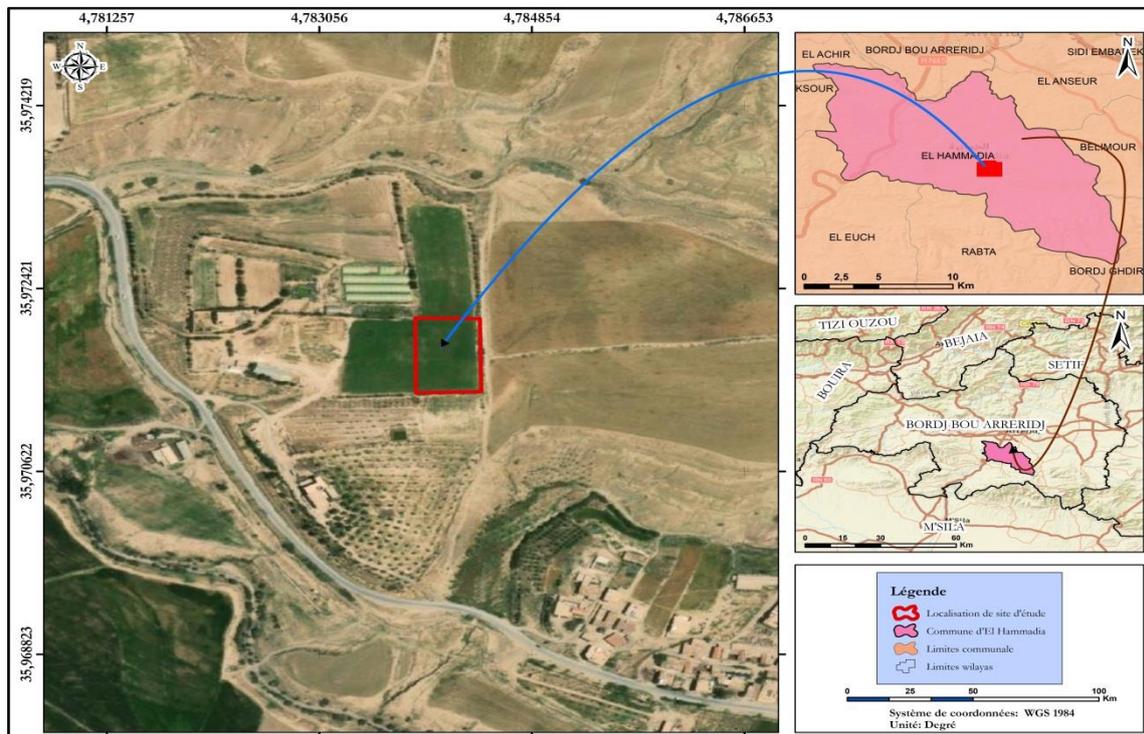


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude El Hamadia (El Oued Lakhdar) (Google earth, 2023).

2- Caractère Pédologique (sol)

La science du sol est en constante évolution. La connaissance, la classification, l'origine et l'avenir du sol sont importants pour comprendre le sol (**Matthey et al, 2013**).

Selon **Bender (2008)**, Au niveau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj on peut distinguer les différents types de sol selon la zone :

La zone montagneuse : Les sols relativement peu profonds argilo-limoneux et les sols de moyennes et hautes montagnes repose sur roche mère constituée de calcaire, marno-calcaire et de grès.

La zone des hautes plaines : Les sols rencontrés dans cette zone sont :

- Sols bruns calcaires avec ou sans encroutements sur les glacis ;
- Sols vertiques ;
- Sols lithiques et sols rigosoliques.

La zone Sud : La couverture pédologique de la zone est une association des sols lithiques marneux.

Les sols de notre région d'étude appartiennent aux classes suivantes :

- Les sols calcaires ;
- Les sols argileux.

3- Caractère Hydrologique

L'hydrologie peut être définie brièvement comme la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre et dans le sol (**Remenieras, 1961**).

Il existe une ressource d'eau a l'Oued Lakhdar : les ressources sous terraines représentées par les forages.

4- Caractère Climatique

Le climat joue un rôle crucial dans l'environnement, intervenant en modulant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (**Ramade, 1994**).

Doucet (1997) a défini le climat comme un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques caractérisant principalement l'atmosphère à un endroit donné, dont le comportement complexe affecte le comportement des êtres vivants. **Dreux (1980)** a souligné que les principaux facteurs du climat ayant des effets écologiques sont les précipitations, la température, le vent et l'humidité de l'air.

Le climat du site est méditerranéen, continental, semi-aride, avec des étés chauds et des vents dominants, des automnes chauds avec des averses et des hivers très froids avec de fortes gelées tardives et froides (Social, 2015).

4-1 Température

La température est un facteur important dans la détermination de la biogéographie écologique de tous les organismes de la biosphère (Dajoz, 1985), et un facteur écologique important.

Tableau 1 : Variation des températures de l'année 2021.

Mois	J	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D
T (°C)	8,5	12,5	12,2	16,8	22,9	29,5	32,5	31,9	26,9	17,8	10	8,8

Source : (TuTiempo.net, 2021).

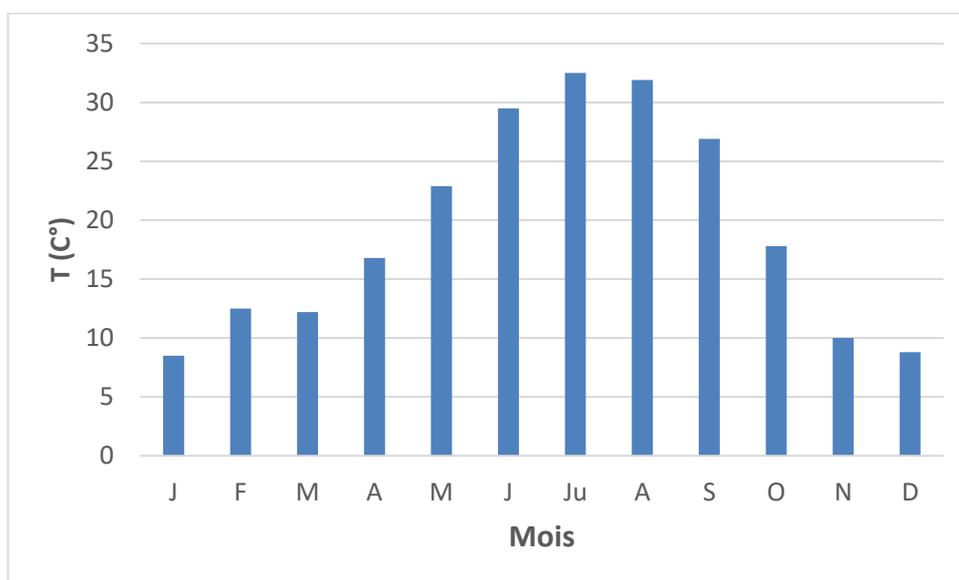


Figure 2 : variation de température durant l'année 2021

D'après ces données, la température maximale de la région d'étude est de 32,5 °C, enregistrée au mois de Juillet, la température minimale est enregistrée au mois de Janvier avec 8,5 °C.

4-2 Précipitations

Tableau 2 : Les précipitations de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant l'année 2021

Mois	J	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D
P (mm)	9,64	5,84	26,92	4,06	62,24	4,82	0	22,09	29,98	0,5	82,03	23,88

Source : (TuTiempo.net, 2021)

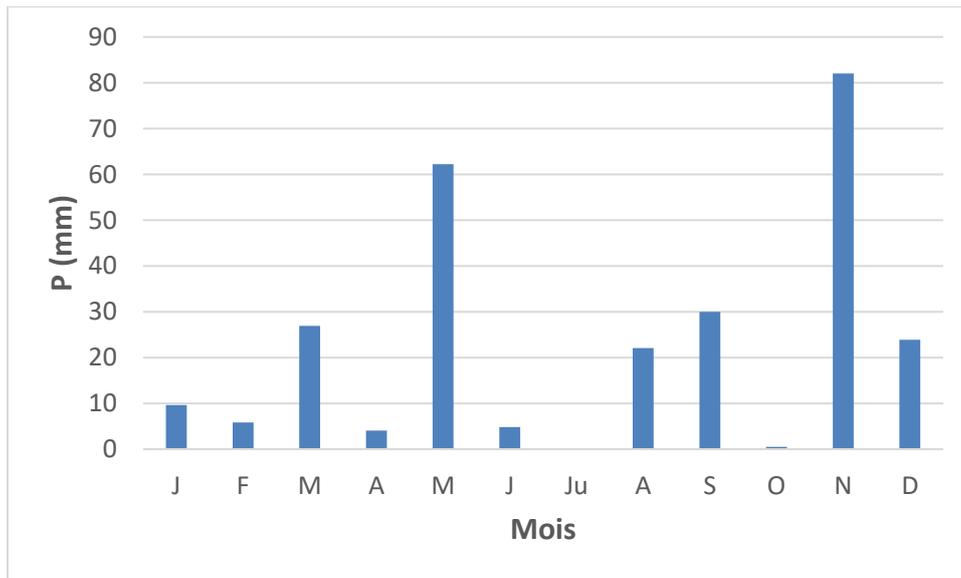


Figure 3 : Répartition des précipitations durant l'année 2021

Les précipitations jouent un rôle important dans l'apparition et la disparition du tapis végétal, d'après ces données la précipitation maximale est de 82,03 mm enregistrée au mois de Novembre. Le mois de Juillet est le mois le plus sec avec 0 mm de précipitation suivie par le mois d'Octobre avec 0,5 mm.

5- Matériel d'étude

5-1 Les travaux sur terrain

Avant l'échantillonnage, une visite sur le terrain a été effectuée, cette étape avait pour but de choisir la parcelle à étudier.



Figure 4 : Présentation de la Parcelle

5-2 Le choix de la Parcelle

Avant le choix de la parcelle, une prospection sur le terrain de la ferme pilote Laabachi a été effectuée avec le propriétaire de la ferme où il nous a expliqué la particularité de chaque parcelle et les antécédents culturaux (culture précédentes, fertilisation, traitement, apports de matière organique... etc). Le choix de la parcelle objet de notre étude dépendait de sa teneur en matière organique ; cette dernière a reçu plusieurs apports de matière organique de différentes natures durant les dernières années. Rappelons que l'année dernière la matière organique a été apporté par enfouissement des résidus de la culture précédente qui est le Colza.

5-3 Méthode d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons du sol a été effectuée le 21/12/2022 sur une parcelle d'environ un hectare.

Sur cette parcelle nous avons prélevé 25 échantillons en suivant un échantillonnage systématique, le plan d'échantillonnage est présenté sur la figure 5 Pour chaque échantillon nous avons prélevé environ 500 g de sol à partir des 20 premiers centimètres de la surface du sol. Les échantillons de sol ont été conditionnés dans des sacs en plastiques, numérotés et transportés au laboratoire le jour même de l'échantillonnage. Ils ont subi un séchage à l'air libre le jour qui suit l'échantillonnage pour éviter un processus de fermentation de la matière organique dans les sacs d'échantillonnage en absence d'oxygène.

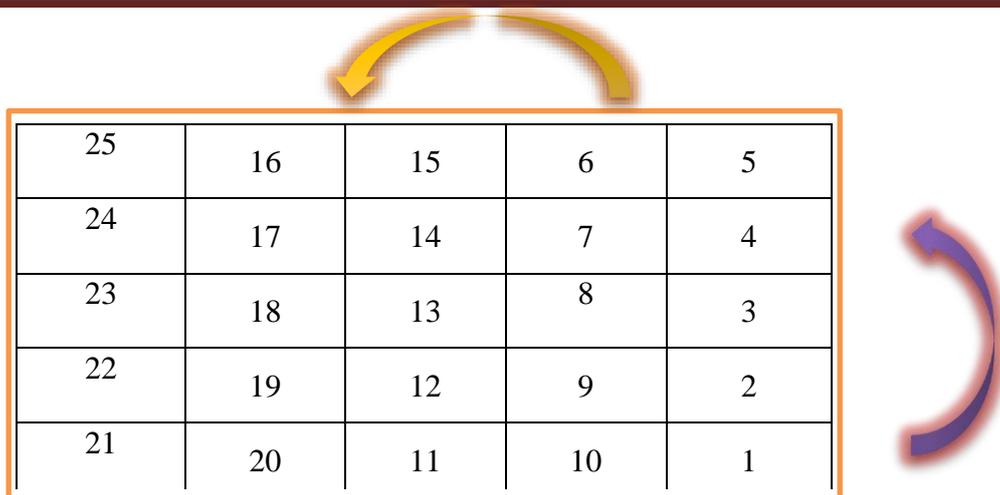


Figure 5: Aperçu du plan d'échantillonnage

6- Analyses au laboratoire

6-1 Préparation des échantillons

Les échantillons ont été séchés à l'air libre pendant 15 jours, ensuite broyée par un rouleau en bois afin de casser les mottes de terre. Les échantillons de sol ont été tamisé à 2 mm pour éliminer les éléments grossiers, ils ont subis par la suite d'autres tamisages suivant les protocoles expérimentaux.

- Le séchage

Les échantillons de sol ont été séchés naturellement à l'air libre et à l'ombre après un émiettement manuel pour accélérer le processus. Le séchage a duré environ 15 jours ; les échantillons sont argileux et étaient relativement humide.

- Le broyage

Les échantillons ont été broyés manuellement avec un bâtonnet en bois pour éviter le broyage des carapaces qui peuvent causer une surestimation des pourcentages de calcaire total. Chaque échantillon a été broyé séparément.

- Le tamisage

- Tamiser le sol avec un tamis de 2 mm de diamètre à fin d'éliminer les éléments grossiers.
- Les échantillons ont été pesés avant et après tamisage pour déterminer le pourcentage des éléments grossiers ;
- Les échantillons ont été tamisés par la suite à 0,2 mm pour la détermination de la MO selon la méthode Walkley-Black.

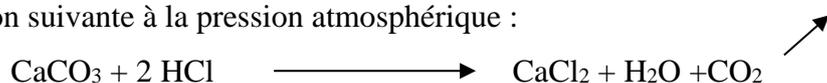
Pour répondre à l'objectif de notre étude les échantillons de sol ont subi une série d'analyse à savoir le pH, le calcaire total (CaCO₃), la matière organique totale selon la méthode Walkley et Black modifiée et un fractionnement chimique de la matière organique.

6-2 La réaction du sol (mesure du pH)

Le pH du sol a été mesuré sur un rapport terre /eau de 1/2,5 à l'aide d'un pH mètre de laboratoire.

6-3 Le dosage de calcaire (Méthode volumétrique au calcimètre de Bernard)

Le carbonate de calcium contenu dans l'échantillon de terre est décomposé par un acide fort (acide chlorhydrique). Le volume de gaz carbonique dégagé est mesuré par la réaction suivante à la pression atmosphérique :



Le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'une burette à gaz (le calcimètre de Bernard). Un poids connu de carbonate de calcium pur pour analyse est traité de la même manière. En comparant les deux volumes. On détermine ainsi le taux de carbonates exprimé en carbonate de calcium dans l'échantillon de sol (**Mathieu et Pielain, 2009**).

6-4 Détermination de la matière organique totale selon la méthode Walkley et Black modifiée

La détermination de la matière organique est réalisée à partir du dosage de l'un de ses principaux constituants qui est le carbone organique. Le carbone organique (CO) est estimé à 58 % de la matière organique totale (MO % = CO % x 1.724). La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) en milieu acide en présence d'acide sulfurique (source de chaleur) (**Mathieu et Pielain, 2009**).

6-5 Fractionnement chimique de la matière organique

Cette méthode conduit à des fractionnements en modifiant plus ou moins la composition et la structure chimique des constituants. Les composés résultants de cette modification sont souvent utiles à la connaissance des substances qui leur ont donné naissance. Toutes les méthodes chimiques s'appliquent, soit aux matériaux terreux dans leur totalité, soit aux fractions séparées par les méthodes physiques (**Calvet et al., 2015**).

Selon (Dabin, 1976) ; Cette technique de fractionnement des matières humiques du sol comportant plusieurs extractions successives. L'acide phosphorique de concentration 2 M permet de séparer des matières végétales libres et des acides fulviques libres.

L'extrait pyrophosphate 0,1 M et l'extrait soude 0,1 N fournissent chacun séparément une fraction d'acides humiques est une fraction d'acides fulviques. Le carbone résiduel de la matière minérale mesure l'humine.

Le sol est broyé et tamisé à 0,5 mm. Le rapport sol/réactif est de 5 /100 pour chaque extrait ; mais (dans le cas de sols pauvres il est parfois nécessaire de prendre 20/100).

- On a pesé 10 g de sol broyée et tamisée à 0,5 mm ;
- On a ajouté 100 ml d'acide phosphorique (PO_4H_3) ;
- Sur un agitateur magnétique on a effectué une agitation pendant 30 minutes, puis on les a introduits dans un godet de centrifugation ;
- On a centrifugé les échantillons à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes ;
- Puis on a filtré le surnageant, on a recommencé cette opération deux fois ;

A la fin de cette étape :

- Les matières végétales légères sont recueillies sur le papier filtre et séchées à l'étuve à 105°C, le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée ;
- La solution phosphorique contient les acides fulviques libre, le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée ;
- Le culot (la terre qui reste au fond du godet) est lavée à l'eau distillée jusqu'à un pH compris entre 4.5 et 5 ;
- Le sol est agité pendant 4 heures avec 100 ml de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,1 M ensuite centrifugé à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes. Le surnageant est filtré ;
- Une aliquote de solution est desséchée à l'étuve à 80°. Le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée. on obtient alors le pourcentage des acides fulviques et humique extrait au pyrophosphate ;
- Sur une autre aliquote de filtrat, on ajoute 30 ml d'acide sulfurique (le mélange est laissé au repos pendant une heure), on centrifuge à 2800 tours/minutes pendant 30 min), on élimine le surnageant est on le dessèche à l'étuve à 105°C. Le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée, on obtient alors le pourcentage des acides humique extrait au pyrophosphate) ;

- La terre qui reste au fond du godet est agitée avec 100 ml de NaOH 0.1 M pendant 4 heures et centrifugée à 2800 tours/minutes pendant 30 min, on filtre le surnageant. L'opération est répétée deux fois ;
- Une aliquote de chaque solution est desséchée à l'étuve à 80°C et le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée. On obtient alors les pourcentages des acides fulviques et humiques extrait à la soude ;
- Sur une autre aliquote du filtrat, on ajoute 30 ml d'acide sulfurique, le mélange est laissé au repos pendant une heure ensuite centrifugé à 2800 tours/minutes pendant 30 min, on élimine le surnageant est on le dessèche à l'étuve à 105°C. Le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée. On obtient le pourcentage des acides humique extrait à la soude ;
- Le culot qui reste après la seconde extraction à la soude est séchée et le carbone est dosé selon la méthode Walkley et Black modifiée on obtient le pourcentage de l'humine.

Les résultats obtenus donnent :

- ✓ CO % des matières végétales légères ;
- ✓ CO % des acides fulviques ;
- ✓ CO % des acides fulviques extrait au pyrophosphate de sodium (=les acides fulviques et humiques extrait au pyrophosphate – les acides humiques extrait au pyrophosphate) ;
- ✓ CO % les acides fulvique extraite à la soude (les acides fulviques et humiques extrait à la soude – les acides humiques extrait à la soude) ;
- ✓ CO % Les acides humiques extraits au pyrophosphate ;
- ✓ CO % Les acides humiques extrait à la soude ;
- ✓ CO % Humine.

7- Traitement des données

Les statistiques descriptives des paramètres étudiés sont basées sur la description quantitative (le minimum, le maximum, la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation). Les statistiques descriptives et la matrice de corrélation ont été réalisées par **XLSTAT 2014**.

Chapitre II. Résultats
et
discussion

L'objectif du présent de travail consiste à contribuer à l'étude de la matière organique du sol de la ferme pilote **Laabachi** (Oued Lakhdar). D'une part en réalisant un fractionnement chimique de la matière organique avec une comparaison des différentes fractions avec le pH et le calcaire totale et d'une autre part en suivant l'évolution de la matière organique par la comparaison des données obtenus avec les travaux de **Boudchicha et Ben Hamimid (2022)**.

1-Résultats

Les résultats des analyses de sol effectués sur la parcelle expérimentale dans la ferme pilote Laabachi sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 3: Les résultats analytiques des échantillons de sol

Echantillons	pH	Calcaire (%)	MO (%)
1	7,70	32	4,02
2	7,80	35	3,70
3	7,83	31	4,73
4	7,64	41	4,17
5	7,77	41	3,05
6	7,81	26	3,36
7	7,88	46	4,47
8	7,91	19	3,15
9	7,71	23	5,43
10	7,93	43	5,34
11	7,89	43	3,04
12	7,10	35	4,83
13	7,33	22	2,71
14	7,05	43	4,13
15	7,23	43	3,20
16	7,29	42	3,74
17	7,30	44	4,23

18	7,63	40	3,41
19	7,55	46	3,21
20	7,35	44	4,50
21	7,75	26	3,61
22	7,65	40	3,99
23	7,70	37	3,22
24	7,56	35	4,08
25	7,60	31	3,42

Tableau 4 : Statistiques descriptives des paramètres analysés

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type	CV (%)
MO (%)	2,70	5,42	3,86	0,72	18,65
pH (%)	7,05	7,93	7,59	0,25	3,29
Calcaire total (%)	19	46	36,32	8,07	22,21

1-1 Le pH

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol montrent que le pH varie entre 7,05 et 7,93 avec une moyenne de 7,59. Les valeurs du pH varient très peu ; le coefficient de variation est de 3,29 % (tableau 4). Selon (**Aubert, 1978**) ; le pH du sol est légèrement alcalin.

Le principal but de cette étude est de montrer l'importance de la variation de la MO sur les propriétés des sols (pH et calcaire). Selon (**Mustin, 1987**), le pH dépend de la concentration en ions H⁺ provenant de l'oxydation du carbone de la matière organique. Il peut être observé que les valeurs du pH sont légèrement alcalines ce qui ne concorde pas avec un sol calcaire où le pH doit tourner au tour de 8, 37. Cette acidification du pH peut être affectée aux acides humiques et aux acides fulviques libérés par la matière organique. Cette variation peut ne pas être observée à cause de l'intervalle de variation de la matière organique qui est très serrée.

1-2 La matière organique

Le taux de la matière organique oscille entre 2,70 % et 5,42 %. La moyenne est de 3,86 avec un coefficient de variation de 18,65 %.

Selon (**Drouet, 2010**), La matière organique a un effet bénéfique sur les propriétés physico-chimiques du sol. Cet effet est d'autant plus prononcé que l'humification de la matière organique se poursuit.

Les échantillons de sol de la parcelle d'étude de la ferme Laabachi sont regroupés en deux catégories, les échantillons 9 et 10 représentent un taux de matière organique supérieur à 5 %, selon SSP (2010) ces échantillons sont humifères de ce fait ils présentent une bonne stabilité structurale des agrégats. Les échantillons (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) présentent un taux de matière organique inférieur à 5 %. Selon SSP (2010) ces échantillons sont faiblement humifères, ils présentent une mauvaise stabilité structurale des agrégats selon les travaux de **Le Bissonais et Arrouays (1997)**.

La matière organique de la parcelle étudiée provient du fumier apporté durant l'année 2021 ainsi que les résidus de récolte du colza cultivée l'année dernière.

La matière organique du sol est un composant essentiel du sol contribuant aux propriétés biologiques, chimiques et physiques du sol, notamment l'activité biologique du sol, la contribution à la stabilité des agrégats et par conséquent à la rétention en eau, la perméabilité, la circulation de l'air, elle contribue à la capacité d'échange cationique du sol....etc (**Duchaufour, 1994**).

1-3 Le calcaire

Le taux de calcaire varie entre 19 % et 46 % avec une moyenne de 36,32 % et un coefficient de variation est de 22,21 %. Selon (**Lambert, 1975**) le calcaire total du sol dépasse les 30 %, donc le sol de la parcelle d'étude est très calcaire.

La présence de calcaire dès la surface entraîne une diminution très importante de la production végétale sauf en bonnes conditions d'alimentation en eau. Les variations de production en sol calcaire dépendant essentiellement des réserves en eau du sol, du pH (**le Tacon, 1977**), de la disponibilité en phosphore, ce dernier en s'associant au calcium à pH alcalin forme des phosphates calciques très peu solubles ou insolubles ce qui rend le phosphore indisponible pour la plante.

La croissance du calcaire total dans un sol agricole est un moyen de caractérisation du sol de point de vue fertilité physique, chimique et même biologique, de donner une vision sur

l'activité biologique du sol mais aussi d'évaluer le pouvoir fixateur du sol vis-à-vis des ions phosphoriques et connaître par conséquent les interactions des autres éléments nutritifs avec le phosphore (Mihoub, 2012).

2-Effet de la matière organique sur le pH du sol

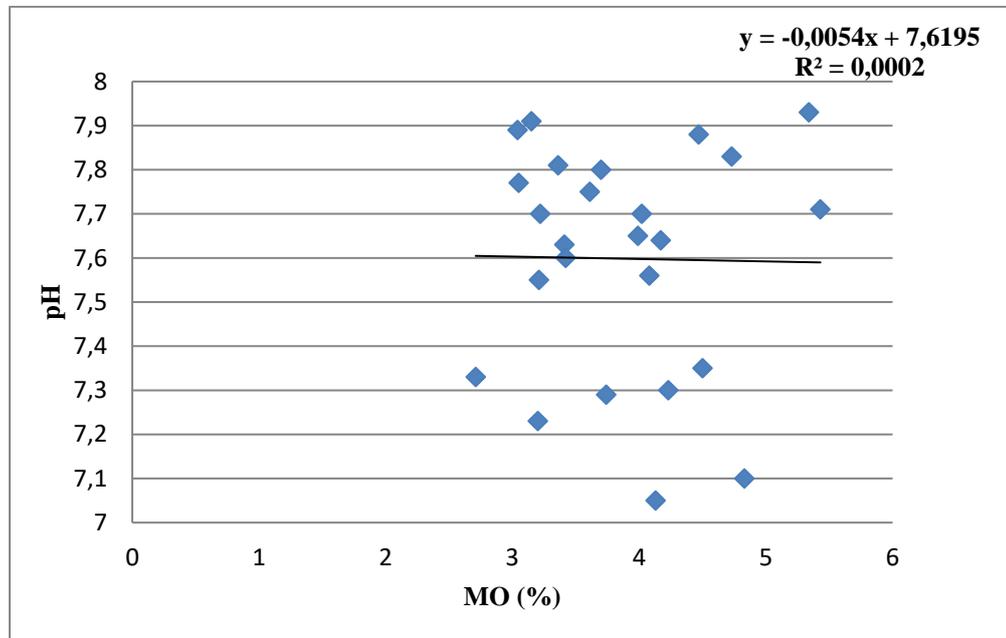


Figure 6: La relation entre la matière organique totale et le pH du sol

D'après la figure 6, qui représente les valeurs du pH en fonction de la matière organique totale, le coefficient de corrélation est égal à 0,014, ceci signifie qu'il y a une faible corrélation entre le pH et la matière organique totale. Dans des conditions optimales, la décomposition de la matière organique maintient le sol acide, principalement en raison de la libération d'acides organiques et de l'acidification du CO_2 libéré par l'activité microbienne. Cette acidité est en partie responsable de la dissolution des éléments difficilement assimilables (phosphate, fer...) dans les sols calcaires. D'autre part, la matière organique stable évite l'acidification du sol grâce à son effet tampon (Adaeso et Oustani, 2006). La matière organique est à l'origine des éléments chimiques produits par sa dégradation (Calvet, 2003) ; elle maintient un pH légèrement acide dans le sol, favorisant l'assimilation des éléments minéraux. Le dégagement de dioxyde de carbone par oxydation de l'humus augmente la solubilité de certains nutriments dans le sol et facilite leur utilisation par les plantes ; par exemple, il favorise la formation de complexes phosphore-histidine (ainsi, le phosphore reste malgré la présence de calcaire ou le fer libre peuvent rester sous une forme assimilable). La matière organique contribue également à réduire la rétrogradation du

potassium (**Carat et Faq, 1992**). L'apport organique à des doses croissantes fait diminuer de façon hautement significative le pH (**Koull et Halilat, 2015**) et les sols riches en calcaire présentent de faibles teneurs en matière organique (**Achouak, 2010**). Dans certains cas, le calcaire forme une carapace autour des particules organique et bloque leur décomposition.

3- Fractionnement chimique de la matière organique

Les résultats du fractionnement chimique de la matière organique effectué sur les 25 échantillons de sol selon la méthode de **Dabin (1976)** sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultat du fractionnement chimique de la matière organique

échantillons	MVL		AFL		AFS		AFP		AHS		AHP		AFT		AHT		H		MOTF	
	CO (%)	MO (%)																		
1	0,66	1,14	0,35	0,60	0,22	0,39	0,03	0,05	0,14	0,23	0,06	0,10	0,60	1,04	0,20	0,34	1,31	2,26	2,77	4,77
2	0,65	1,11	0,21	0,36	0,17	0,29	0,02	0,03	0,09	0,15	0,07	0,13	0,39	0,67	0,16	0,28	1,04	1,80	2,24	3,86
3	0,63	1,09	0,20	0,34	0,33	0,58	0,04	0,07	0,13	0,23	0,06	0,10	0,57	0,99	0,19	0,33	1,59	2,75	2,99	5,15
4	0,67	1,15	0,19	0,33	0,25	0,42	0,02	0,04	0,10	0,18	0,07	0,12	0,46	0,79	0,17	0,30	1,38	2,38	2,68	4,62
5	0,49	0,84	0,28	0,48	0,19	0,33	0,03	0,06	0,10	0,18	0,06	0,10	0,51	0,87	0,16	0,28	1,05	1,81	2,21	3,80
6	0,45	0,77	0,24	0,42	0,66	1,14	0,02	0,04	0,11	0,19	0,07	0,12	0,93	1,60	0,18	0,31	1,18	2,03	2,73	4,70
7	0,70	1,20	0,16	0,28	0,29	0,50	0,05	0,09	0,09	0,15	0,08	0,14	0,50	0,86	0,17	0,29	1,59	2,74	2,96	5,10
8	0,37	0,64	0,19	0,32	0,15	0,26	0,01	0,02	0,10	0,17	0,06	0,10	0,35	0,60	0,16	0,27	2,55	4,40	3,43	5,91
9	0,52	0,89	0,16	0,27	0,24	0,41	0,02	0,03	0,08	0,14	0,05	0,09	0,42	0,72	0,13	0,23	2,34	4,03	3,41	5,87
10	0,57	0,98	0,19	0,33	0,23	0,39	0,01	0,02	0,09	0,15	0,07	0,11	0,43	0,74	0,15	0,26	1,78	3,06	2,93	5,05
11	0,79	1,37	0,16	0,27	0,17	0,30	0,05	0,08	0,12	0,21	0,06	0,10	0,38	0,65	0,18	0,31	1,48	2,55	2,83	4,87
12	0,43	0,73	0,17	0,29	0,14	0,24	0,02	0,04	0,15	0,25	0,06	0,10	0,33	0,57	0,21	0,36	1,05	1,81	2,02	3,48
13	0,53	0,92	0,16	0,28	0,20	0,35	0,03	0,06	0,10	0,18	0,05	0,08	0,40	0,69	0,15	0,26	1,56	2,69	2,65	4,56
14	0,51	0,88	0,22	0,38	0,27	0,46	0,03	0,05	0,17	0,29	0,06	0,10	0,51	0,89	0,22	0,39	1,90	3,27	3,15	5,42
15	0,44	0,76	0,21	0,36	0,32	0,54	0,03	0,05	0,10	0,17	0,05	0,09	0,56	0,95	0,15	0,26	1,43	2,46	2,57	4,43
16	0,60	1,03	0,15	0,26	0,27	0,47	0,03	0,05	0,12	0,20	0,06	0,10	0,45	0,78	0,17	0,30	1,02	1,76	2,24	3,87
17	0,49	0,84	0,24	0,42	0,25	0,43	0,01	0,02	0,09	0,16	0,06	0,11	0,50	0,87	0,15	0,27	2,33	4,02	3,48	5,99
18	0,51	0,88	0,23	0,39	0,27	0,46	0,01	0,03	0,09	0,16	0,06	0,10	0,51	0,88	0,15	0,26	1,57	2,71	2,74	4,72
19	0,91	1,57	0,21	0,35	0,27	0,47	0,01	0,02	0,09	0,16	0,08	0,13	0,49	0,85	0,17	0,29	1,37	2,36	2,94	5,07
20	1,31	2,25	0,17	0,30	0,26	0,45	0,01	0,01	0,11	0,20	0,07	0,13	0,44	0,76	0,19	0,32	1,40	2,41	3,33	5,74
21	0,99	1,71	0,21	0,36	0,21	0,37	0,04	0,06	0,11	0,19	0,04	0,07	0,46	0,78	0,15	0,26	1,68	2,90	3,28	5,66
22	0,74	1,27	0,18	0,30	0,19	0,33	0,00	0,00	0,14	0,23	0,07	0,12	0,37	0,64	0,21	0,36	1,55	2,68	2,87	4,95
23	0,53	0,92	0,22	0,37	0,25	0,42	0,02	0,03	0,10	0,18	0,06	0,11	0,48	0,83	0,17	0,28	1,63	2,80	2,81	4,84
24	0,63	1,09	0,19	0,33	0,19	0,33	0,02	0,03	0,13	0,22	0,06	0,10	0,40	0,69	0,19	0,32	1,37	2,37	2,59	4,47
25	0,55	0,94	0,17	0,29	0,31	0,52	0,04	0,07	0,12	0,20	0,04	0,08	0,51	0,89	0,16	0,28	1,35	2,33	2,57	4,44

3-1 Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique totale fractionnée

Le tableau 6, présente les résultats de la MO totale analysée directement sur des échantillons de sol selon la méthode Walkley-Black modifiée et la matière organique totale fractionnée calculé en additionnant les différentes fractions analysées par le fractionnement chimique selon le protocole de **Dabin (1976)**.

L'écart relatif est calculé de la manière suivante :

- Si la grandeur mesurée > grandeur de référence

$$\text{L'écart relatif} = (\text{MOF} - \text{MOT}) / \text{MOT} \times 100$$

- Si la grandeur de référence > grandeur mesurée

$$\text{L'écart relatif} = (\text{MOT} - \text{MOF}) / \text{MOT} \times 100$$

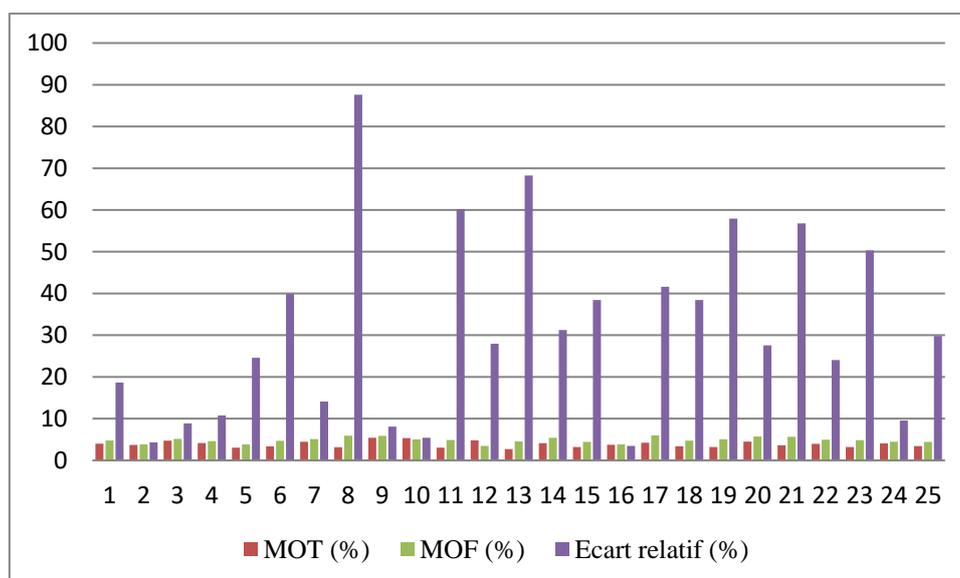


Figure 7 : La relation entre la MOT et MOF

Selon le tableau 6 et la figure 7 on observe que :

Les écarts entre la matière organique totale fractionnée (acide fulvique libre, acide fulvique pyrophosphate, acide fulvique à la soude, acide humique pyrophosphate, acide humique à la soude, matière végétale légère et humine) et la matière organique totale du sol pour les échantillons (1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) sont assez conséquent (supérieur à 5 %).

Les écarts entre la matière organique totale et la matière organique totale fractionnée des échantillons (2,16) sont faibles ; les écarts sont inférieurs à 5 %.

Tableau 6: Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique totale fractionnée

Echantillon	MOT (%)	MOF (%)	Ecart relatif (%)
1	4,02	4,77	18,66
2	3,70	3,86	4,32
3	4,73	5,15	8,88
4	4,17	4,62	10,79
5	3,05	3,80	24,59
6	3,36	4,70	39,88
7	4,47	5,10	14,09
8	3,15	5,91	87,62
9	5,43	5,87	8,10
10	5,34	5,05	5,43
11	3,04	4,87	60,20
12	4,83	3,48	27,95
13	2,71	4,56	68,27
14	4,13	5,42	31,23
15	3,20	4,43	38,44
16	3,74	3,87	3,48
17	4,23	5,99	41,61
18	3,41	4,72	38,42
19	3,21	5,07	57,94
20	4,50	5,74	27,56
21	3,61	5,66	56,79
22	3,99	4,95	24,06
23	3,22	4,84	50,31
24	4,08	4,47	9,56
25	3,42	4,44	29,82

Les écarts calculés entre la MOT et l'ensemble des fractions analysées semblent important, ceci peut être dû au fait que la MOT a été dosé sur un seul échantillon sol tandis que le fractionnement chimique est la somme de sept fractions. Ceci peut multiplier d'une façon importante les erreurs de manipulation. Le source d'erreur possible est plus nombreuse pour le fractionnement chimique comme rapporté par **Kleber et Johnson (2010)** ; **Belaref et Merzougui (2017)**.

3-2 La part de chaque fraction de la matière organique totale fractionnée

A travers le calcul des parts de chaque fraction de la matière organique totale fractionnée, présentées dans la figure 8 on constate que :

- L'humine est considéré comme un élément très important dans tous les échantillons étudiés puisque sa valeur varie de 41,93 % à 74,39 % ; elle représente la part la plus importante en comparaison avec les autres fractions.
- Les acides fulviques extrait au pyrophosphate de sodium sont faibles où les valeurs varient entre 0,10 % et 1,72 %.
- L'acide fulvique libre est élevé par rapport AFP sa valeur varie de 4,65 % à 12,53 % donc il est faiblement lessivé de ce fait il est moins mobile que l'AFP.
- L'acide fulvique extrait à la soude représente une part très élevé par rapport les autres fractions des acides fulviques. Selon (**Dabin, 1976**) c'est la fraction la plus mobile dans le sol, les résultats obtenus montrent le contraire.
- La matière végétale légère est la part la plus importante après l'humine les valeurs varient entre 10,76 % et 39,22 %. La matière végétale légère selon (**Dabin 1976**) est faiblement mobile.
- Les acides humiques extraits à la soude et au pyrophosphate de sodium possèdent les mêmes valeurs. Selon (**Duchaufour, 1954**) les acides humiques proprement dits sont des complexes à plus grosses molécules et qui résultent essentiellement de l'activité de synthèse des microorganismes du sol.
- On conclue que les fractions qui dominant sont l'humine et la matière végétale légère. La fraction la plus faible est l'acide fulvique extrait au pyrophosphate.

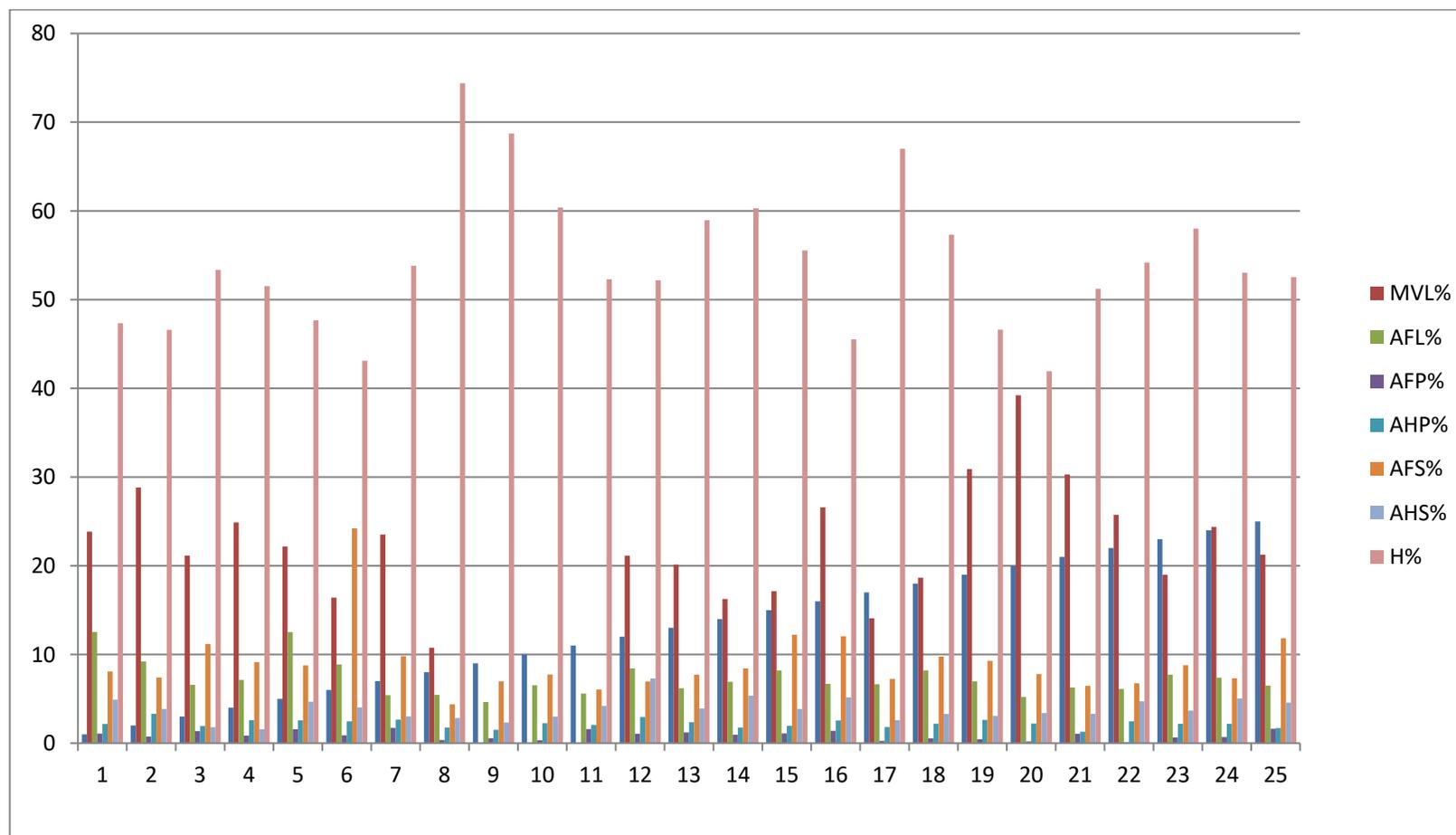


Figure 8 : Le pourcentage de toutes les fractions de la matière organique totale

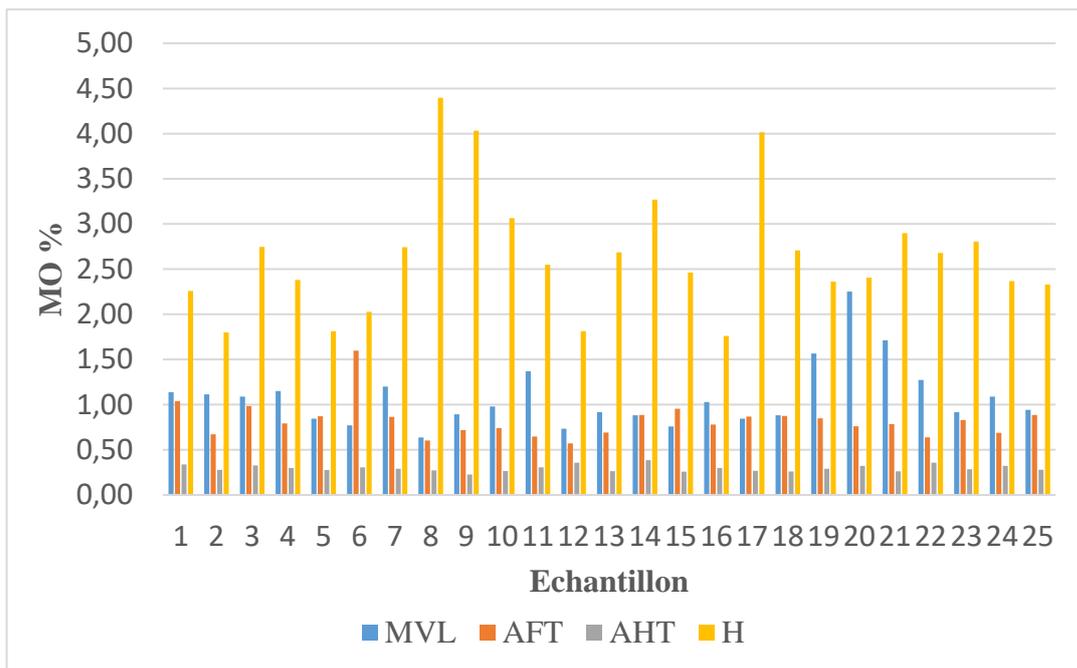


Figure 9 : Le pourcentage de chaque fraction de la matière organique totale (MVL, AFT, AHT, H)

D'après la figure 9 qui présente les pourcentages de chaque fraction (acide humique, acide fulvique et humine) par rapport à la matière organique totale fractionnée, il peut être observé que l'humine constitue la part la plus élevée par rapport aux autres fractions ceci est dû au fait que cette fraction est la plus stable et la plus difficilement décomposable selon (**Dabin, 1983**). C'est le composé humique le plus stable dans le sol en raison de son poids moléculaire élevé. Elle perdure fortement unie aux argiles ce qui lui permet de persister dans le profil plus longtemps. L'humine est le résultat de dégradation de la lignine des résidus de récoltes, on parle alors d'humine résiduelle, de solubilisation et d'humine microbienne (**Huber et Schaub, 2011**). L'humine est communément définie comme la classe de matière humique sédimentaire qui reste insoluble lorsque les sédiments sont traités avec un alcali dilué pour extraire la matière humique soluble (**Amin et Adhikary, 2015**).

La part des acides fulviques est très importante dans le sol par rapport aux acides humiques. Cette fraction est en générale présente en faible proportion ; les acides fulviques ont une densité optique extrêmement faible (**Kononova, 1993**), ce qui les rend facilement lessivables. Les résultats obtenus montrent que le taux d'acide fulviques est supérieur à celui

des acides humique, ce qui n'est pas commun dans le sol, ceci peut être dû aux conditions de lessivage qui ne sont pas favorables.

D'après les résultats obtenus, le taux d'acide humique est inférieur à celui des acides fulvique. Selon (Amin et Adhikary, 2015), les acides humiques composés apparentés de poids moléculaire plus faible que les humines (MW = 15000), mais plus important que les acides fulviques en raison des noyaux aromatiques plus abondants. Cette caractéristique physico-chimique de l'acide humique est importante puisqu'elle améliore notablement la rétention en eau dans le sol : l'acide humique peut en retenir l'équivalent de 16 fois son propre poids en eau. Il lui est également attribué une augmentation de la capacité d'échange cationique par la formation du complexe adsorbant (association entre les acides humiques gris et l'argile), et il régule les processus d'oxydo-réduction du système édaphique améliorant ainsi la disponibilité en oxygène pour les racines des plantes.

Le taux de matière végétale légère est élevé, cela est dû à la matière organique verte (Colza) qui a été ajoutée au sol pas encore décomposée.

Le coefficient de corrélation permet de mesurer l'intensité d'une corrélation et est noté par la lettre « r » (pour régression linéaire), il s'agit d'un nombre qui se situe dans l'intervalle (-1 et 1).

D'après la matrice de corrélation (Tableau 7) on observe que :

La corrélation entre (pH, CaCO₃, MOT, MOF, AFL, AFP, AFS, AHP, AHS, H) est non significative. La corrélation entre la matière organique totale fractionnée et l'humine et entre AHS et le calcaire et entre AHP et le calcaire est une corrélation significative et positive.

D'après la matrice de corrélation il peut être conclue que les différentes paramètres étudiés n'ont pas d'effet les uns sur les autres.

4- La relation entre les paramètres du sol

Tableau 7 : Matrice de corrélation de Pearson

Variables	pH	CaCO ₃	MVL	AFL	AFP	AFS	AHP	AHS	H	MOT	MOTF
pH	1	-0,2455	0,0618	0,0906	0,1369	0,0717	0,2112	-0,4319	0,1172	-0,0139	0,1648
CaCO₃	-0,2455	1	0,2874	0,0094	-0,0658	-0,0700	0,4909	0,0285	-0,2845	0,1122	-0,1446
MVL	0,0618	0,2874	1	-0,1500	-0,0655	-0,1079	0,3033	0,0142	-0,1866	0,0935	0,2918
AFL	0,0906	0,0094	-0,1500	1	-0,0578	0,1667	0,0154	0,1031	-0,1075	-0,1702	-0,0310
AFP	0,1369	-0,0658	-0,0655	-0,0578	1	0,1372	-0,3824	0,1764	-0,2507	-0,2020	-0,2274
AFS	0,0717	-0,0700	-0,1079	0,1667	0,1372	1	0,0984	-0,0451	-0,1552	-0,0670	0,0608
AHP	0,2112	0,4909	0,3033	0,0154	-0,3824	0,0984	1	-0,2204	-0,1456	0,2017	0,0362
AHS	-0,4319	0,0285	0,0142	0,1031	0,1764	-0,0451	-0,2204	1	-0,2430	0,0761	-0,1840
H	0,1172	-0,2845	-0,1866	-0,1075	-0,2507	-0,1552	-0,1456	-0,2430	1	0,2265	0,8415
MOT	-0,0139	0,1122	0,0935	-0,1702	-0,2020	-0,0670	0,2017	0,0761	0,2265	1	0,2452
MOTF	0,1648	-0,1446	0,2918	-0,0310	-0,2274	0,0608	0,0362	-0,1840	0,8415	0,2452	1

5- Etude de l'évolution temporelle des paramètres du sol

Afin de suivre l'évolution de la matière organique du sol de la parcelle étudiée, nous avons effectué une comparaison entre les résultats obtenus cette année avec ceux obtenus l'année dernière par **Boudechicha et Benhamimid (2022)**. Les résultats de l'année 2022 sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Statistiques descriptives de la parcelle (2022)

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type	CV (%)
MO	1,24	3,17	2,31	0,21	0,03
Calcaire total	28,95	59,70	45,52	9,76	0,21
pH	7,28	8,35	8,10	0,21	0,03

Il peut être remarqué dans les résultats du travail de **Boudechicha et Benhamimid (2022)** que les valeurs de la matière organique totale étaient inférieures à 4 %, en comparaison avec les résultats obtenus cette année, où les valeurs peuvent dépasser les 4 %, ce qui signifie que le taux de la matière organique a augmenté.

La matière organique contribue à la fourniture des éléments nutritifs, l'aération du sol et sa réserve en eau, la résistance à la compaction (engins agricoles, passage d'animaux) et à l'érosion, (travail du sol) et l'amélioration de la biodiversité (lombrics, vie microbienne) (**Bloc et Gailard, 2020**).

Le pH des sols de la ferme pilote Laabachi ont relativement diminuée en comparaison avec les valeurs moyennes du le travail de **Boudechicha et Benhamimid (2022)** (pH moyen en 2022 = 8,10 ; pH moyen en 2023 = 7,59).

Selon (**Koull et Halilat, 2015**) la matière organique présente des effets sur les propriétés physiques et chimiques des sols, l'apport organique a diminué significativement le pH du sol.

Les valeurs du calcaire total ont diminué en comparaison avec le travail de **Boudechicha et Benhamimid (2022)**, qui ont trouvé que le sol est fortement calcaire, les valeurs étaient supérieures à 50 %.

Le calcaire est souvent présent dans les sols et peut avoir un impact sur leur composition et leur structure. Lorsque le calcaire est présent en grande quantité, il, peut augmenter le pH du sol, le rendant plus alcalin sans dépasser une valeur de 8,37 (**Brady et Weil, 2016**).

Conclusion

Conclusion

Cette étude est une contribution à l'étude de la matière organique du sol par un fractionnement chimique sur les sols de la ferme pilote Laabachi située à l'Oued Lakhder commune d'El Hamadia avec une comparaison des différentes fractions avec le pH du sol et le calcaire total, et d'une autre part par le suivie de la matière organique dans le temps en comparant les données obtenus cette année avec ceux obtenus l'année passée.

Les résultats obtenus montrent que :

Le pH du sol de la ferme pilote Laabachi sont légèrement alcalin, les taux de calcaire total obtenus montrent que les sols sont très calcaire.

Les taux de la matière organique sont élevés, ils peuvent atteindre jusqu'à 5 %.

D'après la matrice de corrélation les paramètres étudiés n'ont pas d'effet les uns sur les autres excepte pour MOTF et l'humine.

L'étude du fractionnement chimique de la matière organique montrent que :

L'humine représente la part la plus importante de la MO.

Les taux de matières végétales libre sont proches de l'humine.

Les acides humiques sont moins présents par rapport aux acides fulviques.

Les acides fulviques sont plus abondant que les acides humiques.

La comparaison des résultats obtenus avec les résultats de l'année passée montrent que les valeurs du pH et de calcaire ont diminué et le taux de MO a augmenté.

Cette étude a permis de comprendre la nature et la dynamique de la matière organique des sols de la ferme pilote Laabachi.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

A

A.N.D.I. (2014). Agence Nationale de Développement de l'Investissement.

Achouak A.B. (2010). Etude des processus d'adsorption et de désorption de produits phytosanitaires dans des sols calcaires.

Amin S. et Adhikary N. (2015). Soil organic matter and its effect on aggregate stability.

Aubert G. (1978). Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille. P 191

B

Bender P.L., Wiese D et Nerem R.S. (2008). Possible Dual-GRACE Mission with 90 Degree and 63 Degree Inclination Orbits. Proceedings of the 3rd International Symposium on Formation Flying, Missions and Technologies, ESA/ESTEC, Noordwijk, 23-25 April 2008, pp. 1-6.

Bloc D et Gaillard B. (2020). Matière organique des sols, un enjeu agronomique pour les agriculteurs.

Brady N. C., Weil R. R. (2016). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson Education.

C

Calvet R. (2013). Le sol. Ed. France agricole.

Calvet R., Chenu C., Houats S. (2015). Les matières organiques des sols. Ed, France agricole.

D

Dabin B. (1967). Application des dosages automatiques à l'analyse des sols. 32 partie, cahiers ORSTOM, série pédologie, vol, 14, n°4. P 287-297.

Dabin B. (1976). Méthode d'extraction du fractionnement des matières humiques du sol, ORSTOM, vol 14, n°4. pp 287-297.

Dabin B. (1983). Etude de deux sols indiques dérivés de roche volcanique, d, Italie du sud (monts roccamonfina et vulturei à caractère cryptopodzolique). 1 environnement, morphologie et caractères des constituants minéraux. cach. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., Vol. XS, no 1. p 27-44.

Dajoz. (1985). Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris. p 503.

Doucet R. (1997). La science agricole : climat, sols et productions végétales du Québec, Berger, Canda. pp 1-10.

Drouet T. (2010). Pédologie. Ed. Lagev. p 137.

Duchaufour P. (1954). Propriétés des complexes humiques dans différents types de sol. Annales de l'école nationale des eaux et forêts et de la station de recherches et expériences forestières, 14(1), pp.41-66.

F

Franzluebbbers A. J. (2018) « chapter 2-Soil Organic Matter and Soil Functions », Soil and Environmental Science Dictionary, Elsevier, pp. 25-52.

H

Huber G. et Schaub Ch. (2011). La fertilité des sols : l'importance de la matière organique.

J

Jones C., Mc Coutey A. et Jacobsen J. (2009). Soil pH and organique matter

K

Kléber M et Johnson, G. M. (2010). Progrès dans la compréhension de la structure moléculaire de la matière organique du sol: implications pour les interactions dans l'environnement Avancées en agronomie, vol, 106. pp. 77-142.

Koull N. et Halilat M.T. (2015). Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouragla (Algérie).

L

Lal R. (2004). Impacts de la séquestration du carbone dans le sol sur le changement climatique mondial et la sécurité alimentaire science, vol 304, n° 5677. pp 1623-1627.

Lal R. (2008). « Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools », Energy and environmental Science, 1(1): 86-100.

Lambert J. (1975). Analyse des sols des végétaux. Laboratoire agriculture. Manuel.

Le Bissonnais Y. et Arrouays D. (1997). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility : II. Application to humic lomy soils with various organic carbon contents - European Journal of soil science, pp.39-48.

Legros J. P. (2007). Les Grandes sols du monde. Presses poly techniques et universitaires romandes. Lausanne. p 574.

M

Mariem M et Amel B. (2017). Contribution à l'étude de la matière organique des sols des zones humides : Cas de sebkhet el hamiet willaya de Sétif.

Mathieu C. et Pieltain F. (2009). Analyse chimique des sols.Ed.Paris.n°620.p 41.

Matthey W., Aragno M. et Michel J.G. (2013). Le sol vivant. Bases de pédologie, Biologie des sols.

Mihoub A. (2012). Dynamique du phosphore dans le système sol-plante en conditions pédoclimatiques sahariennes. Thèse magister, univ d'ourgla.p 119.

Monier M. W., Fawkia L. et Alaa Z. (2019). Management of calcareous soils in arid region: int. J. of environmental pollution and Environmental Modelling, vol.2 (5). pp 248-258.

Glossary of soil science terms. Ed. Soil science society of America. Am. J. potato Res. 42,346. 1965. (Online) <https://www.soils.Org/Publications/soils-Glossary>.

Mustin M. (1987). Le composte, gestion de la Mo. Ed. François, Dubusc, Paris p 954.

O

Oustarni M. (2006). Contribution a l'étude de l'influence des amendements organiques sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes.

P

Paul E.A. et Clark F.E. (1996). Soil microbiology and biochemistry: Current topics in microbiology and immunology, Vol. 236 Springer.

Perraud A., Nguyen K. et Jacquin F. (1971). Essai de caractérisation des forms de l'humine dans plusieurs types des sols. Ed. Paris. p 1594-1597.

R

Ramade F. (1994). Eléments d'écologie fondamentale. ED. Science international, Paris.p 579.

Réménieras G. (1961).Hydrologie sciences Journal, vol 6, n°3, 1961, pp.65-69.

Ruellan A. (1984). Les sols calcaires : les principaux travaux des pédologues français. p 121.

S

Soltner D. (2015).les bases de production végétale. Ed. Collection sciences et techniques agricoles. Tomi L, le sol.42, 114, 115,397.

SSP, 2010. Classification des sols de Suisse, Edition 3, Société Suisse de Pédologie, Luzern. 92 p.

Sumner, M.E. et Miller, W.P. (2013).«Soil pH and Soil Actidity », Methods of Soil Analysis. Part 3_Chemical Methods, soil science Society of America, Inc. And American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI, Eds pp.367-378.

Swift, M.J. et Anderson, J.M. (1979). Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications.

Annexes



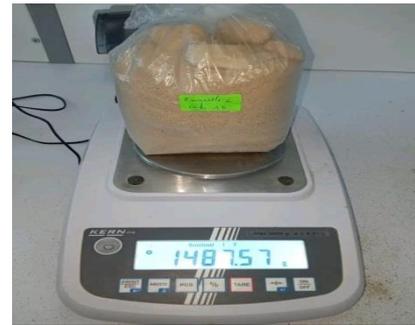
La parcelle d'étude



Broyage



Tamissage



La pesée du sol



La mesure du pH



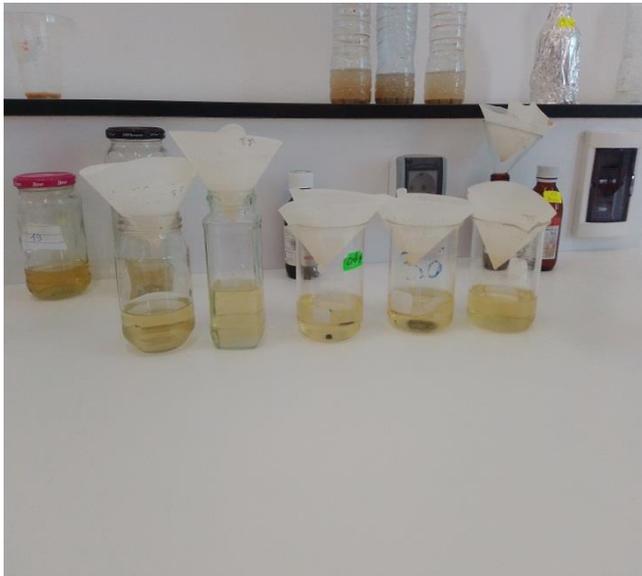
Centrifugation



L'étalonnage



L'agitation



Résumé

Cette étude est basée sur la connaissance de l'effet de la matière organique sur le pH et consiste à faire un fractionnement chimique avec une comparaison des différents paramètres (pH, calcaire totale).

Les principaux résultats obtenus par les analyses de différente fraction montrent que n'existe aucun effet de la matière organique totale sur le pH, et aucune relation entre la matière organique fractionnée et les différentes fractions (acide fulvique, acide humique et matière végétale légère), et une d'autre part il existe une relation entre MOF et l'humine et le calcaire n'est influence pas sur MOT et MOF.

Mots clés : matière organique totale, matière organique fractionnée, pH, calcaire, acide humique, acide fulvique, humine, matière végétale léger.

Abstract

This study is based on knowing the effect of organic matter on pH and consists of a chemical fractionation with a comparison of the different parameters (pH, total limestone).

The main results obtained from the different fraction analyses show that there is no effect of total organic matter on pH, and no relationship between fractionated organic matter and the different fractions (fulvic acid, humic acid and light plant matter). On the other hand, there is a relationship between MOF and humin, and limestone has no influence on MOT and MOF.

Key words: total organic matter, fractional organic matter, pH, limestone, humic acid, fulvic acid, humin, light plant matter.

ملخص

تعتمد هذه الدراسة على معرفة تأثير المادة العضوية على الأس الهيدروجيني وتتكون من إجراء تجزئة كيميائية مع مقارنة العناصر المختلفة (الرقم الهيدروجيني، الحجر الجيري الكلي).

النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها من تحاليل الكسور المختلفة تبين انه لا يوجد تأثير للمادة العضوية الكلية على الاس الهيدروجيني ولا توجد علاقة بين المواد العضوية الجزئية والكسور المختلفة (حمض الفولفيك حمض الهوميك والمادة النباتية الخفيفة)

ومن ناحية أخرى هناك علاقة بين MOF و L'humine والحجر الجيري لا يتأثر بـ MOF و MOT .

الكلمات المفتاحية: المادة العضوية الكلية، المادة العضوية المجزأة، الرقم الهيدروجيني، الحجر الجيري، حمض الهيوميك، حمض الفولفيك، الهيومين، المادة النباتية الخفيفة.