

République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

جامعة غرداية

N° d'ordre :
N° de série :

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

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Science de la Nature de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

PAR :

Guessoum Chaima

Boudeffeur Ikram

Thème :

Impact de l'intensification agricole sur les propriétés des sols dans la région de Ghardaïa : cas d'El Guerrera

Soutenu publiquement le :

Devant le jury :

Mr KHELLAF Khoudir	MCB	Univ. Ghardaïa	Président
Mr KRAIMAT Mohamed	MCA	Univ. Ghardaïa	Examinateur
BENSLAMA Abderraouf	MCB	Univ. Ghardaïa	Encadrant
CHIKHI Faredj	Dr	Univ. Ghardaïa	Co-Encadrant

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu tout puissant pour nous avoir donné la volonté et le courage de réaliser ce travail. Nous voudrions également remercier et apprécier notre encadrant Mr BENSLEAMA Abderraouf, et notre co-encadrant Mr CHIKHI Faredj, pour nous avoir accordés fait confiance, et pour nous avoir aidés à suivre ce travail sur le terrain et lors du traitement des résultats, ce qui a été crucial pour nous.

Nous exprimons nos sincères remerciements à Mr KHELLEF Khoudir, pour la présidence du jury et d'avoir accepté de juger et évaluer ce travail. Un grand merci également à Mr KRAIMAT Mohamed pour avoir accepté de faire part du jury et d'examiner et enrichir ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements au responsable du laboratoire de pédologie de l'Université Ghardaïa, Mr Bachir Moulay, qui ne nous a pas épargné ses informations et nous a encouragés par ses propos pleins d'énergie positive.

Merci

Dédicaces

J'ai eu le plaisir de dédier le fruit de mes efforts à la bougie qui éclairait mon chemin, à la source de tendresse et au symbole du don, à ma mère bien-aimée

(Fatima), que Dieu la protège et bénisse sa vie.

À la source débordante qui nous a donné, nous a arrosés et nous a nourris d'amour, de connaissances et de bonnes manières, ainsi son nom était comme une trace sur nos cœurs.

Mais la mort nous l'a arrachée, L'âme de mon cher père (Ahmed), que Dieu ait pitié d'elle dans son paradis spacieux.

L'exubérance des pulsations et des respirations est lumineuse.

À ceux qui lisent ma dédicace et qui ont pitié de moi.

À ceux qui ont partagé la vie avec son amertume et sa douceur.

Ce sont mes sœurs, Rekaia, Asma et Keltoum.

Et mes frères Muhammad Al-Amin, Mokhtar, en particulier Madani.

À ma chère grand-mère Massouda et ma grand-mère Fatna, que Dieu leur fasse miséricorde.

Je le dédie aussi à mes oncles et leurs femmes, à mes tantes et à tous leurs enfants.

À tous ceux qui m'ont encouragé à pratiquer ce domaine.

D'un coin spécial de mon cœur jaillissent les sentiments d'intimité et d'amour, ce sont les sentiments d'amitié dans toutes leurs significations : Ahlem, Yasmine,

Maria, Oum Lakhir, Bahia, Raziqa, Farida et Chahra.

À la chère sœur qui a partagé ma joie et ma peine, ma compagne sur mon chemin à l'école, avec Boudffeur Ikram.

Merci pour votre amour et vos encouragements.

Chaima



Dédicaces

A qui je préfère à moi-même, et tu t'es sacrifié pour moi. Tu n'épargnes toujours aucun effort pour me rendre heureux, chère mère Messaouda.

Nous marchons sur les chemins de la vie, et celui qui contrôle nos esprits reste sur chaque chemin que nous empruntons : le propriétaire d'un bon visage et de bonnes actions. Il ne m'a pas gardé toute sa vie, mon cher père Boudjema.

À mes frères Islam, Ayoub, Aissa, Farah, Abdou.

À ma chère grand-mère Aicha.

À ma famille maternelle (Mehaya) et ma famille paternelle (Boudeffeur).

À mes amis et à tous ceux qui m'ont soutenu et aidé dans tout ce qu'ils ont et de tant de façons : Rahma, Wahiba, Nedjma, Marwa, Bouchra, Isra, Asma, Fatima, Ahlam, Omelkhir, Lydia, Hafessa, Hadjer, Salsabil, Iman et D. Ahmed.

À tous les travailleurs de la pharmacie Terbagou

À la sœur qui n'est pas née de ma mère et ma compagne dans mon billet de fin d'études : Chaima Guessoum.

Merci pour votre soutien et vos encouragements

Ikram



المخلص:

يُعد الحفاظ على استدامة محاصيل النباتات الزراعية أمرًا ضروريًا بسبب دورها الحيوي الأساسي في العديد من الوظائف الحيوية، ومنها إنتاج الغذاء.

تهدف أعمالنا في منطقة شاهدة (ولاية غرداية) إلى تشخيص التغيرات التي تحدث في التربة نتيجة زراعة نخيل النخيل وتحديد خصائصها. تم تنفيذ عملية منهجية لأخذ عينات التربة وقياس بياناتها في المناطق المزروعة لمدة 30 عامًا، ثم مقارنتها بالمنطقة غير المزروعة.

تتميز تربة المنطقة الشاهدة بقوام رملي وبنية جسيمية، وتحتوي على نسبة منخفضة جدًا من المواد العضوية، كما تكون المياه فيها متوسطة إلى كلسي قوي وتميل للقلوية وتحتوي على نسبة قليلة من الملح. أما في المنطقة المزروعة، فإن التربة تتميز بقوام رملي وبنية جسيمية، وتحتوي على نسبة منخفضة جدًا من المواد العضوية، وتكون متوسطة إلى كلسي قوي وتميل للقلوية، وتحتوي على نسبة قليلة إلى مرتفعة من الملح.

أظهرت النتائج أن الإدارة الزراعية لها تأثير كبير على جميع خصائص التربة المدروسة بعد مرور 30 عامًا من الزراعة، وتعزى هذه التغيرات إلى تأثير سنوات الزراعة وإدارة المزارعين.

الكلمات الرئيسية : رمل، تربة، مزرعة، الشاهد، القرارة، درجة الحموضة.

Résumé :

La préservation de la durabilité des rendements des cultures est une préoccupation importante car elles jouent un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions vitales, notamment la production alimentaire.

Notre travail a été réalisé dans la région d'El Guerrera (Wilaya de Ghardaïa) vise à diagnostiquer et à caractériser les modifications du sol produites par la culture du palmier. Un échantillonnage systématique a été réalisé et des données pédologiques qui ont été mesurées sur des parcelles cultivées depuis 30 ans, en le comparant à celles d'une zone non cultivée (témoin).

Le sol de la parcelle témoin à une texture grossière avec une structure particulière, caractérisée par une très faible teneur en matière organique (traces), le sol est modérément à fortement calcaire, alcalin et légèrement salé. Dans la parcelle cultivée, le sol a une texture sableuse, avec une structure particulière, caractérisée par un taux de matière organique très faible, le sol est moyennement à fortement calcaire, alcalin et peu à très salé.

Les résultats ont montré que la gestion agricole pratiquée après 30 ans de culture a un impact significatif sur tous les paramètres du sol étudiés, ces changements sont justifiés par l'effet des années de culture et de la gestion des agriculteurs.

Mots clés : intensification agricole, texture, sol, cultivé, témoin, GUERRARA

Abstract

Preserving the sustainability of crop yields is an important concern because they play an essential role in many vital functions, including food production.

Our work in the region of El Guerrera (Ghardaïa Province) aims to diagnose and characterize soil changes resulting from palm cultivation. A systematic sampling was conducted, and soil data were measured in plots cultivated for 30 years, comparing them to a non-cultivated (control) area.

The soil in the control plot has a coarse texture with a granular structure, characterized by a very low organic matter content (traces). The soil is moderately to strongly calcareous, alkaline, and slightly salty. In the cultivated plot, the soil has a sandy texture with a granular structure, characterized by a very low organic matter content. The soil is moderately to strongly calcareous, alkaline, and slightly to very salty.

The results showed that agricultural management, after 30 years of cultivation, has a significant impact on all soil parameters studied. These changes are attributed to the effect of years of cultivation and farmers' management.

Keywords: pH, Ghardaïa, sandy soil, cultivated plot, control plot.

Liste des figures

Figure N°1.Station géographique de la wilaya de Ghardaïa (KRAIMAT, 2019). ...	4
Figure N°2.Diagramme Ombrothermique de la station de Ghardaia (1990-2018)..	8
Figure N°3.Climagramme d'emberger pour la région de Ghardaïa .	9
Figure N°4. Présentation de la région d'étude(D.Noura).	11
Figure N° 6.Triangle texturale des deux parcelle cultivé (A) et témoin (B).	23
Figure N°7.pH de la parcelle Témoin.	25
Figure N°11.Evaluation de la matière organique du sol (Cultivé).	29
Figure N°12.Evaluation de la matière organique du sol (témoin).	30
Figure N°13. Evaluation de calcaire Total (cultivé).	31
Figure N°14. Evaluation de calcaire Total (témoin).	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Données climatique de la zone d'étude de 1990 à 2018(O.N.M.2020)...	7
Tableau 2: Classes d'intensité de la variabilité (NONLIN et <i>al</i> , 1997 in mathieu) ...	17
Tableau 3. Valeurs statistiques des propriétés du sol.	22
Tableau 4. Description statistique des résultats du pH.	24
Tableau 5. Description statistique des résultats du CE.	27
Tableau 6. Description statistique des résultats de la matière organique.	29
Tableau 7. Description statistiques des résultats de calcaire Totale.	31

Liste des abréviations

μS : Micro Siemens.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

CE : Conductivité électrique.

M.O : Matière Organique.

O.N.M : Office National de la Météorologie

Q_2 : Quotient pluviothermique d'Emberger

CEC : Capacité d'échange cationique.

CaCO_3 : Carbonate de Calcium.

Cm : Centimètre.

CV : Coefficient de Variation.

D.S.A : Direction des Services Agricoles.

dS: Decisiemens.

F.A.O: Food and Agricultural Organisation.

pH : Potentiel Hydrogène.

TVA : Taux de variation annuelle.

% : Pourcentage.

$^{\circ}\text{C}$: Degré Celsius.

Table des matières

:المخلص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I :MATERIEL ET METHODES

1. Situation géographique de la région de Ghardaïa.....	3
2. La géologie.....	5
3. Hydrogéologie	5
3.1. Nappe du continental intercalaire	5
3.2. Nappe du complexe terminal.....	6
3.3. Nappe phréatique	6
4. Synthèse climatique et bioclimatique.....	6
4.1. Synthèse climatique	6
4.1.1. climat	6
4.1.2. précipitation	7
4.1.3. température	7
4.1.4. vent	8
4.2. Synthèse bioclimatique	8
4.2.1. diagramme ombrothermique.....	8
4.2.2. Climagramme D'Emberger	9
.....	9

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Méthodes d'étude :	10
2. Choix du site d'étude	10

3. Matériel et méthodes.....	12
3.1. Zone d'étude.....	12
4. Échantillonnage.....	12
<i>Granulométrie:</i>	12
5. Méthodes d'analyses physico-chimique	13
5.1. Mesure du pH.....	13
5.2. Mesure conductivité électrique(CE)	13
5.3. Mesure de la matière organique.....	14
5.4. Dosage du calcaire total : (Méthode de calcimètre de Bernard)	15
6. Analyses statistiques:	16
6.1. Statistiques descriptives.....	16
6.2. Analyse de la variance à un facteur	16
6.2.1. Coefficient de variation	16
ChapitreIII: Résultats et Discussions	
Evaluation des paramètres étudiés	21
1. Texture du sol.....	21
2.Evaluation de la réaction du sol (pH)	24
3. Evaluation de la conductivité électrique	26
4.Evaluation de la matière organique du sol.....	28
5.Evaluation de calcaire Total	31
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Introduction

Le sol est une ressource vitale et délicate de notre planète, qui offre une multitude de bienfaits tels que la production alimentaire, la régulation de l'eau, le stockage de carbone, la biodiversité, la construction et l'esthétique du paysage. La qualité du sol est essentielle pour le développement agricole durable. La dégradation des sols est causée par des pratiques non durables et divers facteurs sociaux, économiques et de gouvernance, et menace la capacité des générations futures à en bénéficier. L'intensification agricole, combinée à des pratiques non durables et à des événements climatiques extrêmes, est l'un des principaux facteurs de dégradation des terres. (**GIS, 2006 ; Martinez Chois, 2012; Jones et al, 2015; Riah et al, 2012; FAO, 2017**).

La dégradation des sols a des répercussions néfastes sur la sécurité alimentaire et la nutrition, car elle diminue la quantité et la qualité des récoltes, ainsi que la valeur commerciale des produits agricoles. Les zones arides occupent une grande partie de la surface terrestre et sont particulièrement vulnérables à la dégradation des sols, qui entraîne la salinisation, la réduction de la matière organique, la compaction des horizons de profil et la contamination des eaux souterraines. (**Jones et al, 2015; Reid et al, 2005**). Les sols sableux sont particulièrement sensibles à la dégradation physique et chimique. (**Jones et al, 2015; Arshad et Coen, 1992**).

En Algérie, la majeure partie du territoire est située dans la région du Sahara, l'une des régions les plus chaudes et les plus sèches du monde, où l'irrigation est cruciale pour la culture. Les prévisions climatiques régionales montrent que "l'érosion des sols"

représente une menace importante pour la sécurité alimentaire et la nutrition, ainsi que pour l'adaptation au changement climatique et la réduction de ses effets négatifs. (**Jones et al, 2015 ; FAO, 2015; FAO, 2021**).

Dans des conditions d'aridité extrême et de mauvaise gestion de l'irrigation tels que la quantité d'eau appliquée, la fréquence d'irrigation, les méthodes d'application de l'eau, et la coordination entre les besoins des plantes et l'apport en eau. (**Ambalam, 2014**), des pratiques comme la surexploitation peuvent entraîner une perte de nutriments du sol et conduire à sa détérioration (**Daoud et Halitim, 1994 ; Benbrahim et al, 2016**). Dans la zone saharienne de

l'Algérie, les sols contiennent beaucoup de sels solubles et sont souvent calcaires ou crayeux, avec des croûtes calcaires ou crayeuses. La présence de gypse et l'accumulation de calcaire et de sel posent des problèmes considérables pour le développement agricole, aggravés par des systèmes de gestion inadéquats et une utilisation excessive d'eaux d'irrigation salines, qui peuvent entraîner une diminution du rendement des cultures. (**Vinas et Joukov, 1974**). La dégradation physique et chimique des sols causée par des pratiques culturales inappropriées menace la durabilité de l'agriculture dans ces régions, rendant la préservation et la restauration des sols dégradés cruciales (**UNGA, 2015**).

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les effets d'un système d'agriculture intensive avec une irrigation constante pendant 50 ans sur un sol cultivé avec des palmiers dans un climat aride, en comparaison avec un sol non cultivé servant de témoin. Cette étude vise à évaluer les changements provoqués par l'intensification de l'agriculture sur certaines propriétés morpho-analytiques du sol, afin de déterminer quels sols sont les plus vulnérables et comment les gérer durablement pour maintenir la productivité et le rendement du sol dans cette région aride. Les résultats de cette étude comprendront une description morphologique, une étude de la texture et de la classification des sols, ainsi qu'une caractérisation de la variation verticale de quelques propriétés de sol telles que la conductivité électrique, le pH, la salinité, le calcaire total et la matière organique. Le travail sera structuré en trois parties, la première présentant la situation géographique de la zone d'étude, la deuxième décrivant le matériel et les méthodes utilisées et la troisième exposant les résultats les discussions et la conclusion.

Chapitre I:

MATERIEL ET METHODES

1. Situation géographique de la région de Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa est située au centre de la partie nord du Sahara algérien, à une distance d'environ 600 km de la capitale Alger. Les coordonnées géographiques du chef-lieu de la wilaya, selon (**D.S.A, 2021 et D.P.S.B, 2020**), sont les suivantes : une altitude de 480 m, une latitude de 32° 30' Nord et une longitude de 3° 45' Est. Ghardaïa s'étend sur une superficie de 86 560 Km² et est limitée par différentes wilayas :

Au Nord par Laghouat, au Nord-Est par Djelfa,

Au à l'Est par Ouargla, au sud par Tamanrasset,

Au Sud-Ouest par Adrar

Au l'Ouest par El-Bayadh.

La wilaya est composée de 11 communes regroupées en 8 daïras, abritant une population de 396 452 habitants, ce qui équivaut à une densité de population de 4,68 habitants/ Km² selon les données du **D.P.A.T (2013)**.

Présentation de la région d'étude

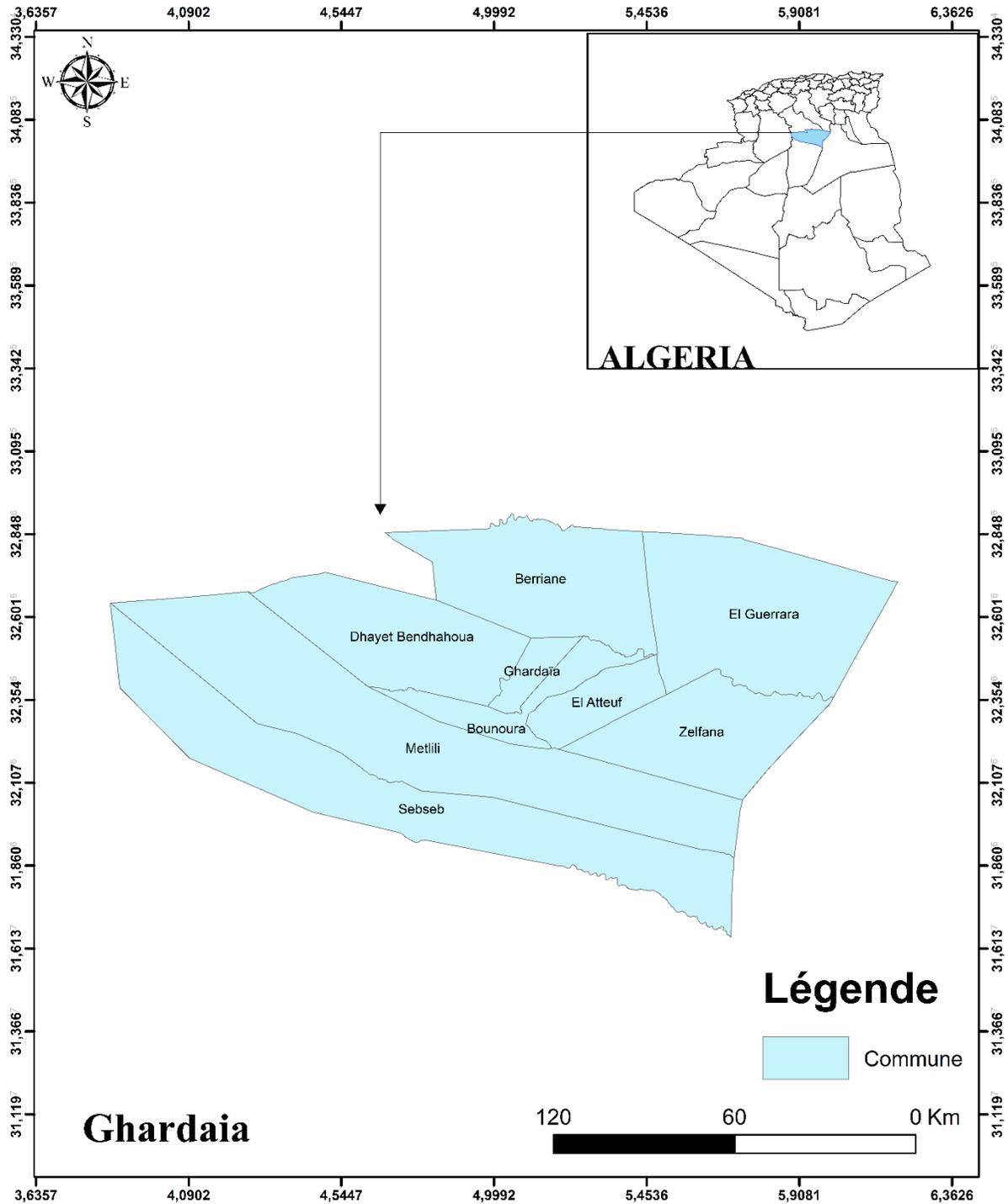


Figure N°1. Station géographique de la wilaya de Ghardaïa (KRAIMAT, 2019).

2. La géologie

En région saharienne de l'Algérie on peut diviser deux grandes régions, le haut-Sahara (Occidental), Bas Sahara (Oriental).

La région de Ghardaïa fait partie de la 2^{ème} bassin sub-saharien. Ces Endroit apparaît En grande partie Crétacé. Dans En lithologie ces Émergences sont des types (A.N.R.H., 2016) :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-Ouest attribués au Cénomaniens,
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien,
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien,
- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-Est attribués au Mio-pliocène,
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

3. Hydrogéologie

La présence d'eau souterraine dans la région du M'Zab s'explique par la présence d'une couche imperméable cimento-calcaire de l'étage cénomaniens sous le calcaire toulonnais à Chebca (Moulias, 1927). La première étude réalisée par le Service Hydrologie de SONATRACH en 1992 indiquait qu'en plus de la nappe phréatique, la région se situait dans le Trias et quatre (04) nappes étaient disponibles pour les besoins en eau domestique et agro-industriel : Mio-Pliocène et Eocène, Carbonaté Cénozoïen, Turonien carbonaté, Intercontinental (Gautier & Gousskov, 1951 ; Bait *et al*, 1977).

3.1. Nappe du continental intercalaire

L'aquifère a une superficie de 600 000 mètres carrés. Il occupe la totalité du désert du Sahara au nord de l'Algérie et s'étend jusqu'au sud de la Tunisie et au nord de la Libye. Il occupe l'intervalle stratigraphique entre la Basse Terrasse et le sommet des collines d'Albuan. C'est un aquifère fossile et donc de faible proportion par rapport à son volume considérable. Elle est rechargée par filtration et infiltration des eaux de ruissellement des vallées descendant des montagnes de l'Atlas saharien jusqu'à plus de 500 m de profondeur (Khadraoui, 2007). Les ressources en eau de la région de Zelfana proviennent principalement de sources souterraines,

principalement du continental Intercalaire (**Ouali et al, 2007**). L'aquifère de l'Albien est défini par les strates continentales du Crétacé inférieur entre le Néocomien et le Cénomaniens et est constitué de sables, de grès et d'argiles intercalées (**Cornet, 1964**).

3.2. Nappe du complexe terminal

Il s'agit de sables mio-pliocènes et de carbonates sénoniens. Cet aquifère est moins important que l'aquifère intercouche continental car il est moins commun. Du fait de sa haute altitude, la zone de Ghardaïa ne peut bénéficier des eaux de cet aquifère (**Dubost, 2002**).

3.3. Nappe phréatique

La nappe phréatique est l'aquifère de surface, et ses eaux sont généralement exploitées par des puits peu profonds (2-50m). Il est alimenté par les eaux pluviales (**Dubost, 2002**) et est généralement constitué de strates quaternaires

4. Synthèse climatique et bioclimatique

4.1. Synthèse climatique

Ghardaïa est reconnue comme l'une des régions les plus chaudes d'Algérie, avec une température maximale moyenne de 28 degrés Celsius par jour. Durant une grande partie de l'année, les températures dépassent constamment les 25 degrés et peuvent atteindre une chaleur extrême de 41 degrés. La période idéale pour visiter la région se situe entre juin et août, lorsque les températures sont les plus élevées. En revanche, les mois froids, de novembre à mars, ne présentent guère d'attrait touristique.

Étant donné que les différents éléments climatiques sont interdépendants, il est difficile de caractériser le climat sans recourir à des outils tels que le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, le climagramme d'Emberger et l'indice d'aridité de Demartone.

4.1.1. climat

Le climat de Ghardaïa notamment d'El guerara qui est particulièrement aride, non seulement par les températures élevées et les faibles précipitations en été, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à l'air sec. Pour démontrer le climat de notre région, nous nous appuyons sur les données climatiques recueillies à la station météo de Ghardaïa (**ONM, 2020**).

4.1.2. précipitation

Selon l'analyse des précipitations dans la région de Ghardaïa, les précipitations sont très rares et irrégulières au cours des mois et des années. En fait, le mois le plus humide est septembre avec une pluviométrie moyenne de seulement 18,76 mm(O.N.M.2020).

4.1.3. température :

Le tableau montre que la température moyenne annuelle est de 21,75°C. La température maximale moyenne en juillet est de 43,99°C, qui est aussi le mois le plus chaud, avec une moyenne mensuelle de 31,78°C. En revanche, janvier est le mois le plus froid avec une moyenne mensuelle de 11,3°C et le plus bas de 9,49°C. L'intervalle thermique mensuel varie de 19,41 °C en janvier à 18,42 °C en juillet.

Tableau 1.Données climatique de la zone d'étude de 1990 à 2018(O.N.M.2020).

Mois	Températures (C)			Précipitation (mm)	Vitesse du vent (m/s)	Evaporation (mm)	Humidité (%)	Insolation (heure)
	Min.moy	Max.moy	Moyenne					
Janvier	2,49	21,90	11,30	109,1	4,50	104,2	53,25	244
Février	3,62	24,53	13,06	38,0	4,18	128,1	45,25	246,1
Mars	6,06	29,59	16,69	96,4	5,13	184,6	38,48	273,4
Avril	10,03	34,75	20,85	85,7	5,66	240,1	35,60	298,4
Mai	14,53	39,10	26,41	37,7	5,50	302,7	27,94	318,3
Juin	20,78	42,86	31,10	33,1	5,45	370,2	25,89	328,2
Juillet	25,57	43,99	31,78	23,5	4,17	416,7	22,17	347,8
Aout	24,98	43,83	29,64	54,6	3,11	362,3	25,50	325,3
Septembre	18,94	40,73	29,15	187,6	3,32	282,9	36,69	268,9
Octobre	13,99	34,83	22,43	75,0	3,94	186,0	43,62	265,4
Novembre	6,5	27,83	16,25	83,8	3,13	128,4	49,86	248,0
Décembre	3,07	21,72	12,32	72,5	3,32	124,7	56,33	238,4
Moyenne annuelle	12,55	33,80	21,75	897,0*	4,28	2830,8*	38,38	283,51*

4.1.4. vent

Le vent agit soit directement par action mécanique sur le sol et les plantes, soit indirectement par les changements d'humidité et de température (**Ozenda, 1982**). Par contre, le vent a un effet indirect sur les organismes, c'est un facteur de mort des oiseaux et des insectes (**Dajoz, 1983**). Ces vents sont fréquents toute l'année. Il a une direction NNE-SSW, et les plus violentes sont les directions N, NE et W, qui sont à l'origine des tempêtes de sable.

4.2. Synthèse bioclimatique

Afin de décrire le climat d'une région, il est nécessaire de synthétiser les principaux éléments climatiques tels que la température et les précipitations. Cette synthèse des données climatiques est généralement réalisée à l'aide d'outils tels que le diagramme ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger (**Dajoz, 1971 ; Benbrahim, 2018**). Ces diagrammes permettent de visualiser et de représenter de manière concise les caractéristiques climatiques d'une région donnée.

4.2.1. diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de la station climatique de région Ghardaïa pour la période 1990-2018 montre que la période sèche s'étale sur tous les mois et donc toutes les années. Cela signifie qu'aucune exploitation agricole ne peut se faire sans irrigation.

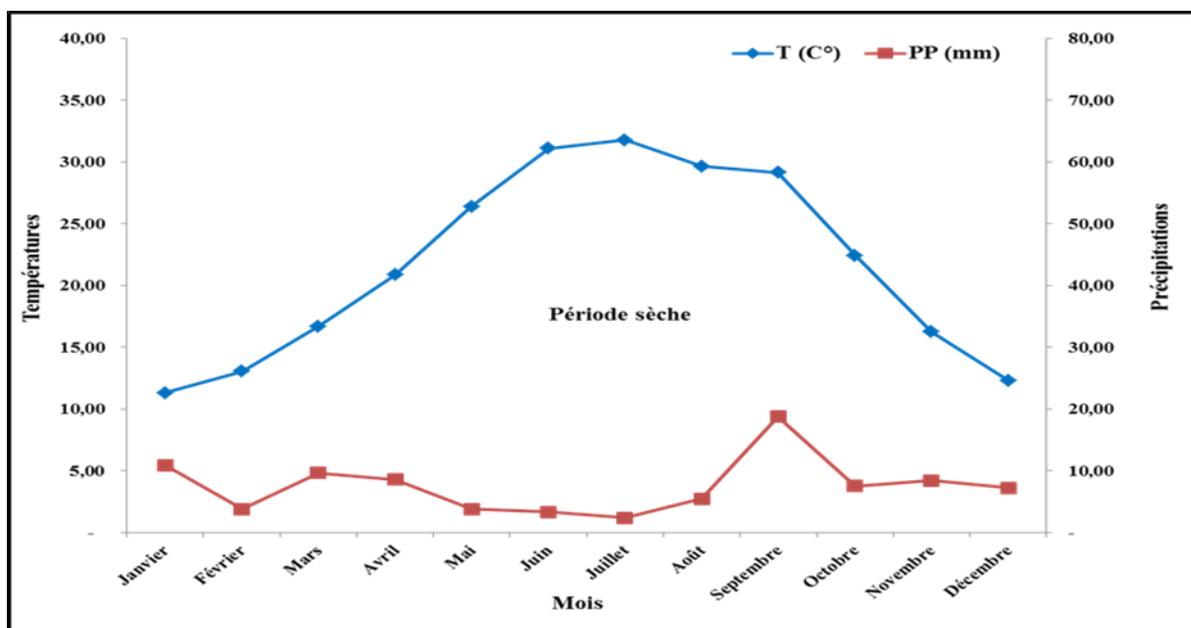


Figure N°2. Diagramme Ombrothermique de la station de Ghardaïa (1990-2018).

Le point culminant (climagramme) d'Emberger permet de classer les différents climats méditerranéens. Cela dépend des températures et des précipitations minimales et maximales, et est calculé par la formule suivante :

4.2.2. Climagramme D'Emberger :

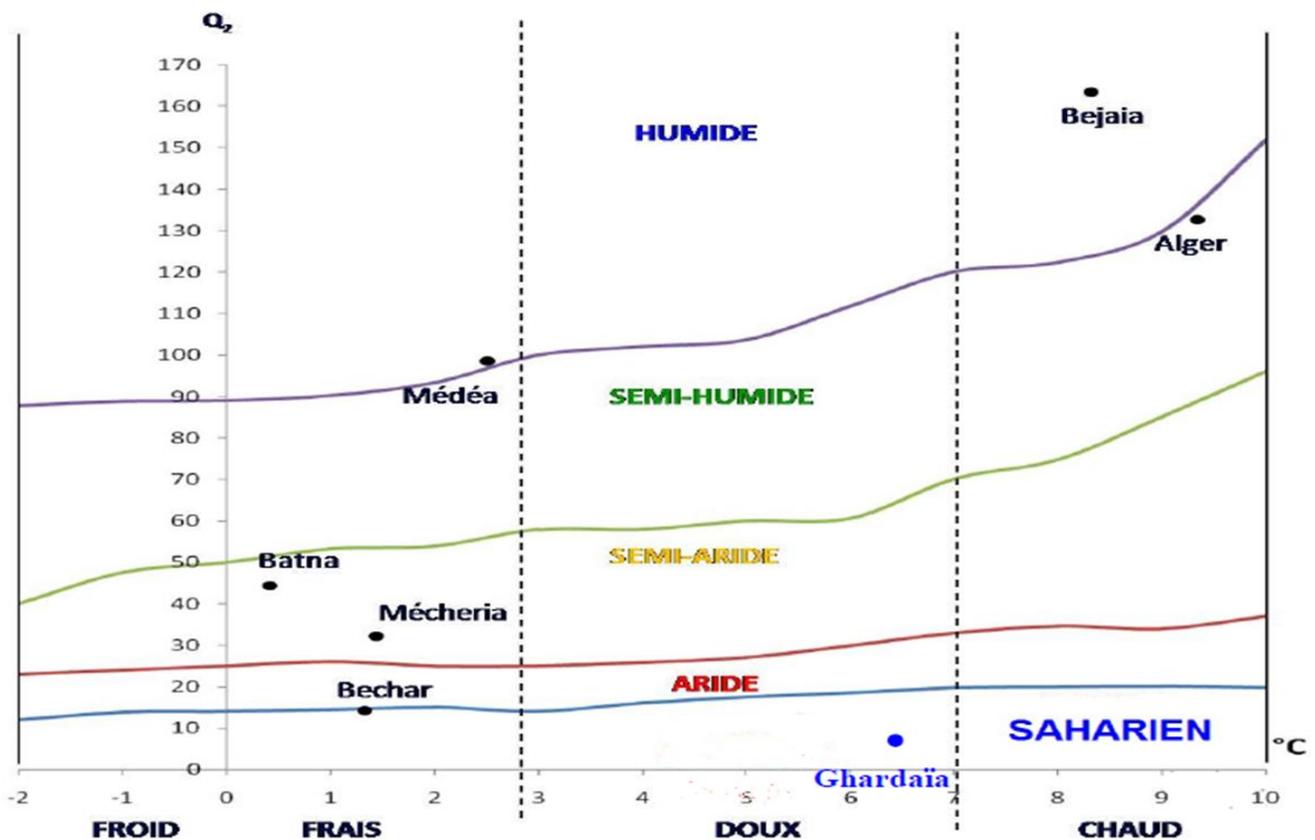


Figure N°3. Climagramme d'Emberger pour la région de Ghardaïa .

Selon le Climagramme, la valeur du Q_3 pour la région de Ghardaïa est de 6.5, ce qui indique qu'elle fait partie de l'étage bioclimatique saharien caractérisé par des hivers doux. En se référant au diagramme des précipitations et bioclimatiques basé sur **Pouget (1980)**, cette région est classée dans le climat saharien avec des hivers tempérés. Cependant, selon Le **Houérou (1989)**, les hivers y sont considérés comme hyperarides plutôt que tempérés.

$$Q=3.43 * p / (M-m)$$

Avec :

P : pluviosité moyenne annuelle en mm ;

M: moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C;

m : moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C.

- 3,43= Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (**Dajoz, 1985**)

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Méthodes d'étude :

Le sol et leur qualité est un élément essentiel pour évaluer la durabilité du développement agricole intensif. L'aménagement du territoire ne peut être durable que si la qualité des sols et de l'eau est maintenue ou améliorée. Donc l'évaluation La qualité du sol est un élément crucial pour évaluer la durabilité du développement agricole intensif. Pour assurer un aménagement du territoire durable, il est essentiel de préserver ou d'améliorer la qualité des sols et de l'eau. Ainsi, l'évaluation de la qualité du sol peut être réalisée par le biais de deux méthodes d'évaluation disponibles. deux méthodes d'évaluation :

- Prendre des mesures régulières au fil du temps (30 ans)pour surveiller les changements ou les tendances de la qualité du sol.
- En comparant les mesures à des états de sols ou d'écosystèmes naturels de référence.

Les méthodes choisies dans notre étude permettent de caractériser le sol par des mesures de certaines propriétés tel que le pH, matière organique, la conductivité électrique, granulométrie ,calcaire total et de comparer ces valeurs à un état de référence (témoin) pour déduire les effets de l'intensification agricole sur ces propriétés .

2. Choix du site d'étude

Le choix du lieu d'étude est prévu par les critères de fiabilité de la collecte. Des levés de la zone ont été réalisés en décembre afin d'obtenir des informations générales sur le site d'étude EL- Guerrara, la plantation de palmiers ELKHARFI est sélectionnée pour les raisons suivantes:

- Le grand nombre d'années de croissance que l'on recherche afin d'estimer l'évolution annuelle des paramètres étudiés. l'existence d'un complot inexploité.(parcelle non cultivée pour le mettre comme un témoin).
- Les équipements trouvés par le propriétaire de l'exploitation.

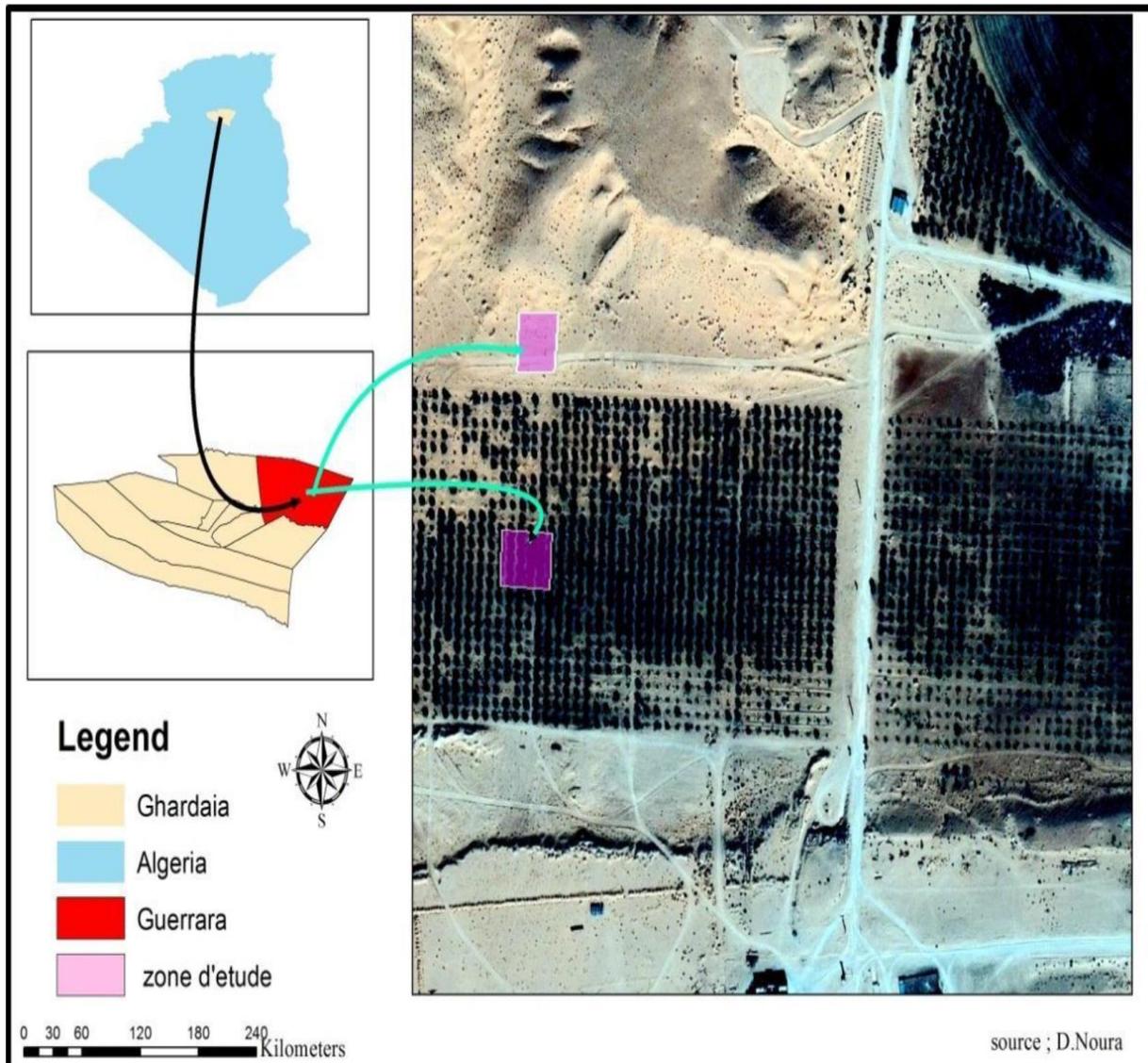


Figure N°4. Présentation de la région d'étude(D.Noura).

3. Matériel et méthodes

3.1. Zone d'étude

La palmeraie choisie a été fondée en 1988 et est située dans la partie sud de la municipalité méridionale d'El-Guerrara entre la longitude Est et latitude Nord ($32^{\circ}41'19.60''$ N $4^{\circ}44'16.55''$ E). Elle étale une superficie de 1900 hectares, avec un effectif d'employés 4000 pieds de variétés de palmiers dattiers qui sont : Deglat baida, Deglat Nore, Tafzwin, ELGharse. Les palmiers sont plantés en ligne droite dans un carré de $10*10$ mètres. La source d'eau d'irrigation est un puits artésien et les palmiers sont irrigués par goutte à goutte. La fertilisation est limitée aux engrais biologiques d'élevage.

4. Échantillonnage

L'échantillonnage a été planifié en Janvier. Nous avons collecté 60 échantillons :

- 30 échantillons pour les sols cultivés.
- 30 échantillons pour les sols non cultivés (témoins).

Notre échantillonnage été systématiquement c'est-à-dire entre chaque point et d'autre il y a un espace de 8m avec un profondeur de 30 cm et pour l'étude du caractère morphologie de sol des parcelles nous avons réalisé plusieurs paramètres tel que la texture du sol par la méthode de Bouyoucos (la granulométrie).

Granulométrie:

Principe

la méthode de Bouyoucos (la granulométrie), le but de cette dernière est la distribution des tailles de particules dans un échantillon de sol, cette méthodologie est largement utilisé car elle est simple, économique et donne des résultats satisfaisants pour la plupart des études pédologiques.

5. Méthodes d'analyses physico-chimique

5.1. Mesure du pH

Principe

La méthode consiste à chercher la concentration ionique d'une solution inconnue en mesurant la différence électrique entre cette solution et une solution pour laquelle la concentration ionique est connue. (MATHIEU *et al*, 2009).

Mesure

- Pèsez 20g de sol dans un bécher.
- Ajoutez 100 ml de solution d'eau déminéralisée.
- Secouez pendant 2h.
- On le laisse pour la nuit
- Agiter un flacon quelques minutes plus tard Immergez l'électrode dans le fluide et effectuez la mesure.
- Laisser la mesure se stabiliser pendant quelques secondes.
- pH : Mesuré avec in pH mètre à électrode en verre, avec un rapport sol/eau (1/5).
- Ecrire les valeurs à la décimale la plus près.

5.2. Mesure conductivité électrique(CE)

Principe

- La conductivité électrique d'une solution de sol est un index du contenu des sels solubles dans ce sol, il exprime approximativement la concentration des solutés ionibles présents (c'est-à-dire le degré de salinité). Ce comportement électrochimique est basé sur le fait que la conductance s'inverse avec l'augmentation des concentrations de cations et d'anions (porteurs de charge) (MATHIEU *et al*, 2009).
- En science du sol, la conductivité électrique (CE) s'exprime en mmho.cm-1 ou dS.m-1 à une température de 25°C.

Mesure

- Pesez 20g de sol dans un bécher.

- Ajoutez 100 ml de solution d'eau déminéralisée.
- Secouez pendant 2h.
- On le laisse pour la nuit
- Agiter un flacon quelques minutes plus tard Immergez l'électrode dans le fluide et effectuez la mesure.
- Laissez la mesure se stabiliser pendant quelques secondes.
- Ecrivez les valeurs à la décimale la plus près.

5.3. Mesure de la matière organique

Principe

- La matière organique se caractérise par une teneur élevée en carbone, un élément oxydable qui se transforme facilement en dioxyde de carbone au contact de l'oxygène. Par conséquent, la détermination de la teneur pondérale en matière organique dans un échantillon de sol de masse sèche connue est basée sur la détermination de la masse de sa fraction organique. Il existe alors deux types de méthodes pour effectuer cette détermination. La première est basée sur deux pesées de l'échantillon avant et après destruction de la matière organique par calcination ou réaction chimique, la seconde est basée sur le titrage des espèces mises en réaction avec le carbone organique. **(HAMEL, I. 2023)**

Le technique de calcination directe provoque : l'oxydation totale de la matière organique, transformée en substances volatiles (CO₂, H₂O, N₂ notamment) ;

- La destruction des carbonates $\text{CaCO}_3 \longrightarrow (\text{CaO} + \text{CO}_2)$
- La perte d'eau de constitution des argiles.

Par conséquent, pour cette méthode, il est nécessaire de calculer la perte de matière organique dans le feu en déduisant la perte causée par l'argile et le calcaire. C'est l'évaluation de ces pertes qui est incertaine. En conclusion, lorsque le sol est pauvre en argilo-calcaire, il est plus juste d'utiliser cette méthode pour évaluer la teneur en matière organique du sol.

La deuxième méthode consiste à éliminer d'abord la plus grande quantité d'eau entre les feuilles et l'eau des bords d'argile en chauffant d'abord à 220°C. Après que les échantillons ont été refroidis et pesés, les échantillons ont ensuite été placés à 380°C pendant 4 heures. La

combustion des matières organiques se produit entre 220 et 380°C. C'est cette méthode que nous allons décrire.

Matériel

Balance d'analyse à 0,1g ;
Creuset
Four à moufle
Etuve
Dessiccateur

5.4. Dosage du calcaire total : (Méthode de calcimètre de Bernard)

Principe

Le volume de dioxyde de carbone libéré par la réaction de décomposition du carbonate de calcium contenu dans des échantillons de sol avec de l'acide (acide chlorhydrique) à température et pression normales

Etalonnage du calcimètre :

- Peser 0.1mg de carbonate de calcium et versez-le dans la bouteille.
- Recueillir par le fond à l'aide de 5 ml d'eau déminéralisée, introduire l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.
- Vérifier que le niveau de liquide dans le tube gradué est à zéro et équiper le flacon du calcium-mètre, équilibrer les colonnes du calcium-mètre barométrique de part et d'autre du liquide. fermer le tube avec une pince de Mohr, tenir le bouchon du flacon.
- verser le acide dans la bouteille, secouez uniforme;
- Attendre la fin de la réaction : une minutes suffit pour le sel pur ;
- utiliser un niveau pour équilibrer à nouveau la pression d'air de part et d'autre de la colonne de liquide du calcomètre
- lire le volume de relargage : V_1

Cette procédure a été répétée avec une dose test de 0.2mg de carbonate de calcium ;

- Lire le volume dégagé : V_2
- Vérifier que : $V_2 = 2V_1$

6. Analyses statistiques:

6.1. Statistiques descriptives

Cet instrument d'analyse produit un rapport de statistiques à une variable unique pour les données incluses dans la plage d'entrée, offrant ainsi des renseignements sur la centralité et la dispersion des données (**voltz,1986**). Les statistiques descriptives que nous utilisons englobent la moyenne, l'écart type, la valeur minimale et maximale.

6.2. Analyse de la variance à un facteur

Une analyse de variance à un facteur a été réalisée pour comparer les échantillons du sol témoin et du sol cultivé pour chaque paramètre. Les données obtenues ont été traitées à l'aide d'approches statistiques. Les résultats de chaque paramètre seront interprétés sur le plan statistique. Selon Dagnillie (1975), l'analyse de variance consiste à examiner les moyennes en se basant sur la variabilité des échantillons. Cela permet de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre ces facteurs, en fonction du niveau de signification. Une probabilité inférieure à 0,001 indique un effet très hautement significatif, à 0,01 un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif, tandis qu'une probabilité supérieure à 0,05 indique un effet non significatif.

6.2.1. Coefficient de variation

Le coefficient de variation, qui est le rapport entre l'écart type (σ) et la moyenne (m), a été employé pour évaluer la variabilité des descripteurs (**webster, 1985**). Le coefficient de variation permet de comparer le degré de variation entre différentes séries de données, même si les moyennes diffèrent considérablement les unes des autres. Il s'avère une statistique pertinente pour évaluer la variation relative dans différentes séries de données, indépendamment de leurs moyennes respectives.

$$CV (\%) = 100 \cdot \sigma / m$$

NOLIN et al, (1997), in **MATHIEU, (2009)** proposent cinq (5) classes basées sur la valeur du coefficient de variation (CV) afin de qualifier l'intensité de la variabilité des sols.

Tableau 2: Classes d'intensité de la variabilité (NONLIN et *al*,1997 in mathieu)

Intensité de la variabilité	Coefficient de variabilité (%)
Faible	<15
Modérée	15-35
Elevée	35-50
Très élevée	50-100
Extrêmement élevée	>100

Chapitre II: Résultats et Discussions

Chapitre 3 :

Evaluation des paramètres étudiés

Evaluation des paramètres étudiés

1. Texture du sol

Des échantillons de sol six pour chaque parcelle (cultivé et témoins) ont été analysés pour déterminer la texture et les résultats sont présentés dans le tableau 3 (pourcentages d'argile, de limon et de sable).

Le sol étudié présente une teneur en sable 68.8 ± 8.57 %, limons 3.2 ± 1.8 % et un taux d'argile 28.19 ± 9.95 % dans la parcelle cultivée. Tandis que la teneur en sable 79.43 ± 4.15 %, limons 7.41 ± 5.20 % et un taux d'argile 13.15 ± 3.7 % dans la parcelle témoin (Tableau 3).

Selon la base de référence mondiale pour la ressource en sol (**WRB, 2015**), la plupart des sols de la zone d'étude ont une texture sable argile, limon argile sable ou dominant les particules fines et très fines, provenant de dépôts de sable non consolidés. En général, la couche arable a une proportion de sable plus importante que le sous-sol.



Figure N°5. Méthode de la Granulométrie.

Tableau 3. Valeurs statistiques des propriétés du sol.

	Cultivé			Témoin		
	Argile	Limon	Sable	Argile	Limon	Sable
Moyen	28,19	3,2	68,8	13,15	7,41	79,43
Max	42,44	6,14	76,3	19,8	16,14	82,27
Min	17,51	1,4	56,13	1,15	2,14	72,7
ET	9,95	1,8	8,57	3,7	5,20	4,15
CV%	35,30	56,25	12,46	28,14	70,18	5,22

Evaluation des paramètres étudiés

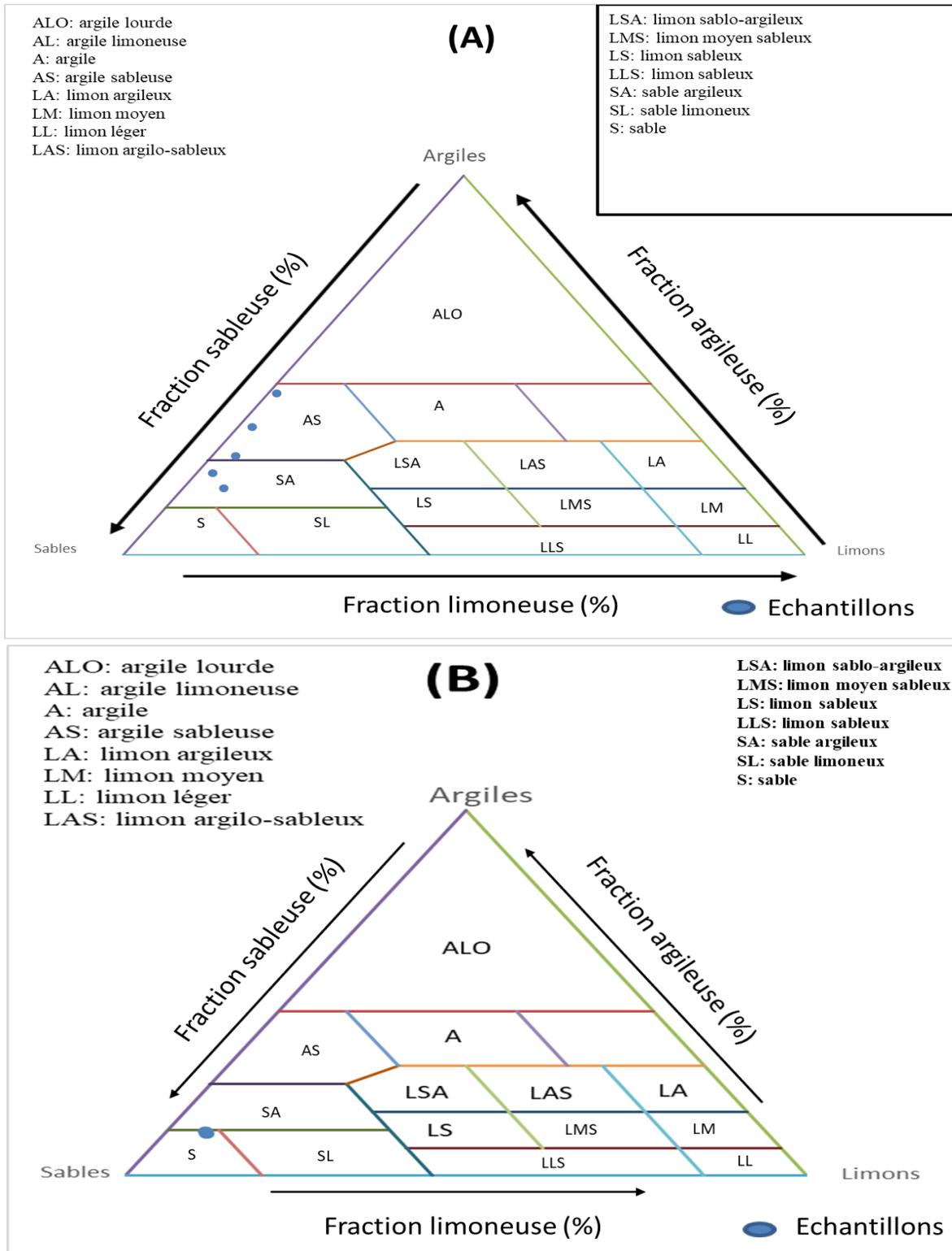


Figure N° 5. Triangle texturale des deux parcelle cultivé (A) et témoin (B).

Cette texture (Figure 5) favorise la dissolution et le lessivage des éléments chimiques en présence de teneurs faibles en argiles et en matière organique et influe sur les propriétés physico chimiques du sol.

2.Evaluation de la réaction du sol (pH)

Le pH du sol est un indicateur approximatif de la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol (Nuraini et al, 2014) et fournissant ainsi des informations sur l'acidité ou l'alcalinité du sol dans chaque cas. De ce fait, il est important de connaître ces valeurs.

L'étude de la variabilité de la réaction du sol par la détermination du pH est effectuée sur une profondeur de 0 à 30 cm dans toutes les parcelles étudiées avec un nombre de 30 prélèvements par parcelle (cultivé et témoin). Le Tableau suivant montre les différentes valeurs statistiques du pH.

Tableau 4. Description statistique des résultats du pH.

pH	Parcelle	Témoin
Max	8,08	8,6
Min	7.54	8,13
Moye	7.9	8,46
ET	0.13	0,14
NB	30	30

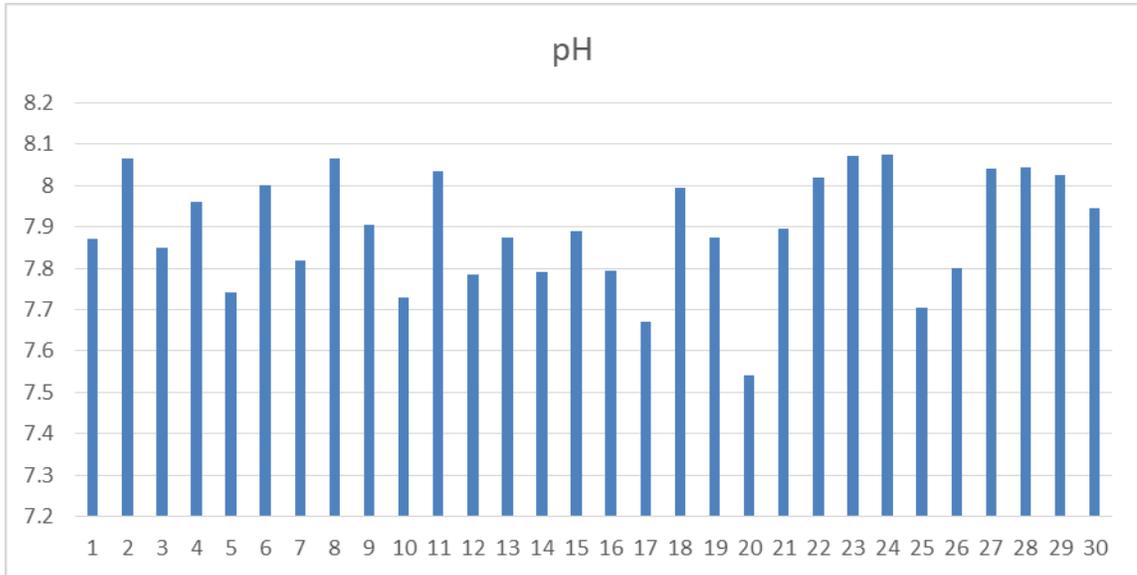


Figure N°7.pH de la parcelle cultivé.

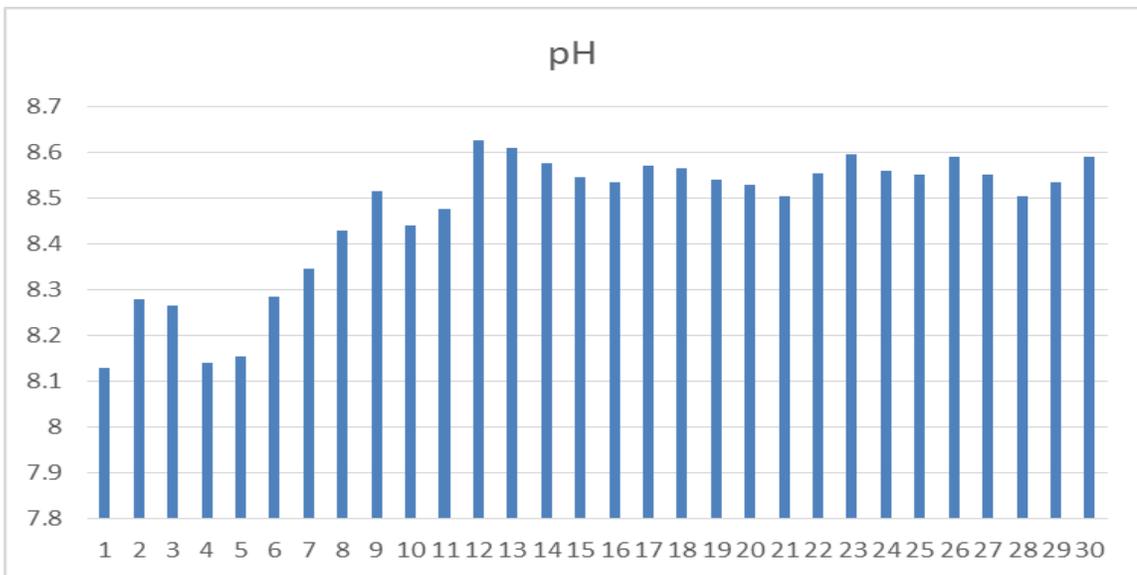


Figure N°8.pH de la parcelle (témoin).

- Discussion

En analysant le graphique, nous avons observé que les échantillons de sol présentent une gamme de valeurs de pH allant de le neutre à l'alcalin. Certains échantillons peuvent avoir un pH égale à 7.5 que signifie une certaine neutralité, tandis que d'autres prennent un pH plus élevé (8.1), révélant une alcalinité plus marquée.

Les variations du pH observées parmi les 30 échantillons peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, tels que la composition du sol, les pratiques culturales, l'utilisation de fertilisants et les conditions environnementales propres à cette région. Ces variations ont des implications significatives pour la santé des plantes cultivées dans ces sols, car le pH du sol a un impact direct sur la disponibilité des nutriments et peut influencer la croissance et le rendement des cultures.

En analysant attentivement le graphique, les chercheurs, les agriculteurs ou les spécialistes en sciences du sol peuvent identifier les échantillons de sol nécessitant des ajustements du pH afin d'optimiser les conditions de croissance des cultures. Ils peuvent également repérer les échantillons présentant des variations extrêmes de pH, qui pourraient nécessiter une attention particulière pour éviter d'éventuels problèmes.

En résumé, l'analyse du pH permet de détecter les différences entre les échantillons et de prendre des décisions éclairées concernant les pratiques de gestion du sol, dans le but d'assurer une productivité optimale des cultures.

3. Evaluation de la conductivité électrique

La salinité du sol est décrite et caractérisée en termes de concentration et de type de sels solubles. Elle est reliée à la conductivité électrique du sol

La conductivité électrique est reliée avec la salinité du sol qui est caractérisée en termes de concentration et de type de sels solubles dans le sol. Cette salinité est une propriété dynamique du sol, qui apparait surtout sur les sols des zones arides où les températures sont élevées et les précipitations sont rares et insuffisantes pour lessiver les sels

Les résultats d'analyses de la conductivité électrique du sol dans les parcelles étudiées (cultivé et témoin) sont présentés synthétiquement dans le tableau.

Tableau 5. Description statistique des résultats du CE.

CE	Cultivé ($\mu\text{S/cm}$)	Témoin ($\mu\text{S/cm}$)
Max	2045	200,6
Min	23.5	137,8
Moye	807.45	170,7
ET	516.28	16,31
NB	30	30

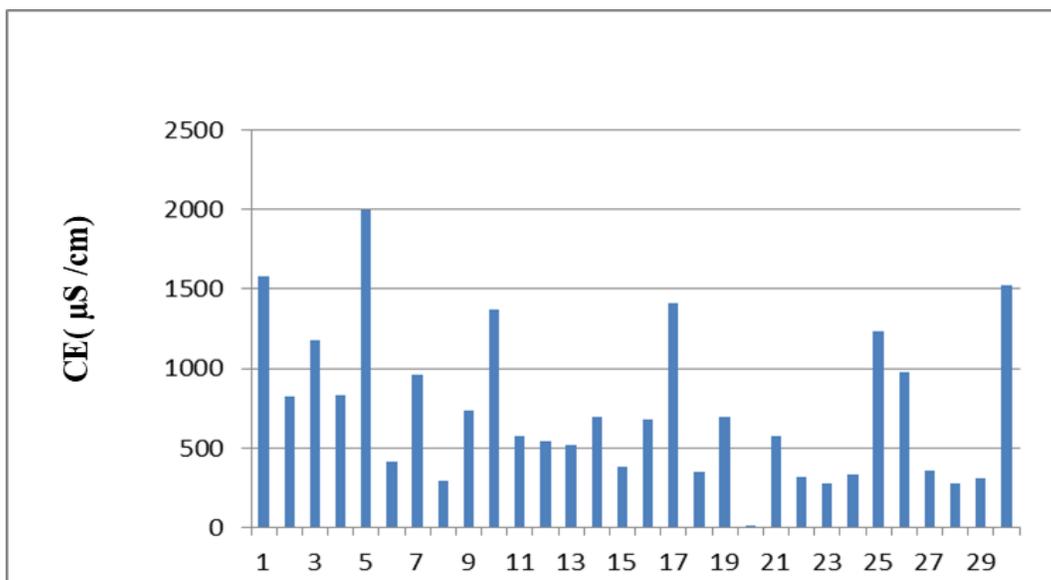


Figure N°9. Evaluation de la conductivité électrique (cultivé).

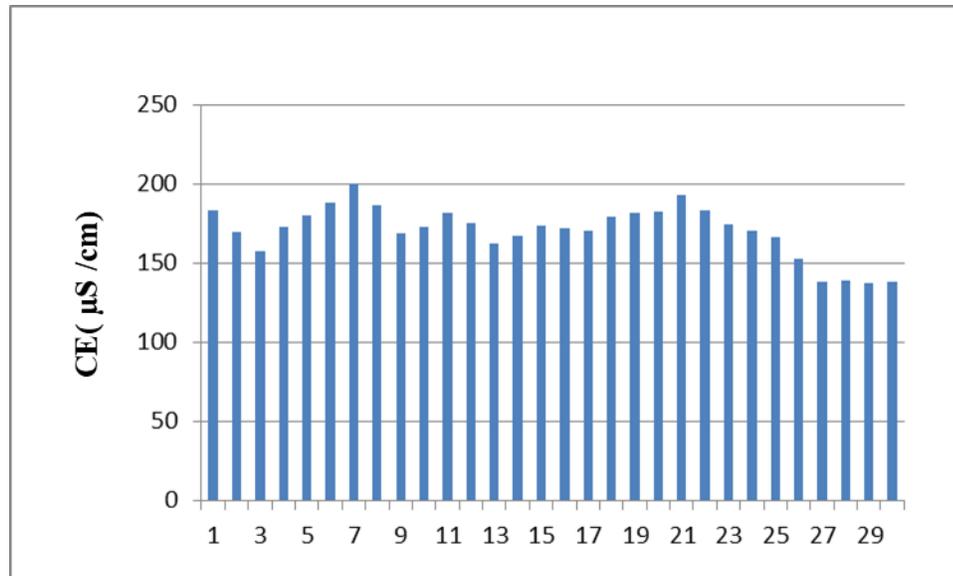


Figure N°10. Evaluation de la connectivité électrique (témoin).

-Discussion

En analysant le graphique, les différentes mesures de conductivité électrique relevées que 30 échantillons récoltes de sol cultivé ont des valeurs élevées par rapport au celle de témoin., offrant ainsi des indications sur la quantité de sels dissous dans le sol.

De ce fait, peut constater que les échantillons de sol présentent un éventail de valeurs de conductivité électrique, traduisant des niveaux variables de sels dissous. Certains échantillons peuvent afficher une conductivité électrique élevée (2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), témoignant d'une concentration plus importante de sels dissous, tandis que d'autres peuvent présenter une conductivité électrique plus faible (310 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indiquant une concentration moindre de sels.

Les variations de la conductivité électrique entre les deux type d'occupation de sol peuvent être influencées par divers facteurs tels que la couverture du sol, la fréquence d'irrigation, les pratiques de fertilisation des systèmes agricoles et d'autres conditions environnementales. La conductivité électrique du sol revêt une importance capitale pour évaluer sa fertilité et sa capacité à retenir l'eau et les nutriments nécessaires à la croissance des plantes.

Ces résultats aide à évaluer la qualité du sol, à ajuster les pratiques de gestion telles que l'irrigation et la fertilisation, et à prendre des décisions éclairées en vue d'optimiser les conditions de croissance des cultures.

4.Evaluation de la matière organique du sol

Tableau 6. Description statistique des résultats de la matière organique.

Mo%	Cultivé	Témoin
Moye	1.1	0,6
ET	0.87	0,32
NB	30	30

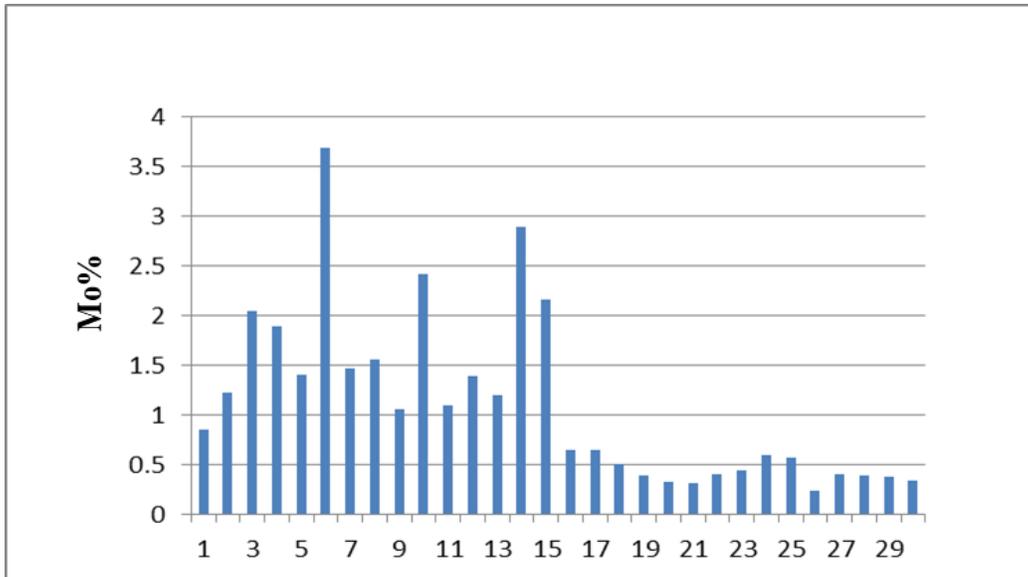


Figure N°7. Evaluation de la matière organique du sol (Cultivé).

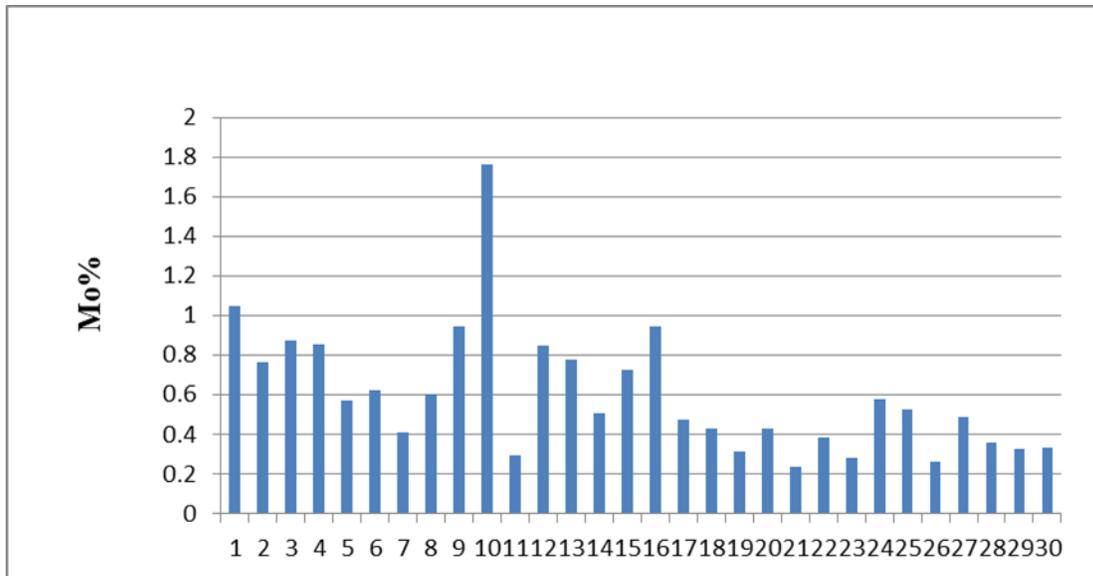


Figure N°8.Evaluation de la matière organique du sol (témoin).

Discussions

A partir de ce graphique (pourcentage de la matière organique), nous avons constaté que le pourcentage de la matière organique dans les sols cultivés ont tendances élevées par rapport au sols témoins. Cela du au amendement des engrais et les fumiers d'animaux ces engrais et les fumiers d'animaux sont souvent utilisés en agriculture pour fournir des éléments nutritifs aux plantes et améliorer la fertilité des sols.

Ces données revêtent une grande importance pour les agriculteurs et les spécialistes de la gestion des sols, car la matière organique est un indicateur clé de la fertilité du sol. Les sols riches en matière organique favorisent la rétention d'eau, améliorent la structure du sol et fournissent des éléments nutritifs essentiels aux plantes. Par conséquent, les agriculteurs peuvent utiliser ces informations pour prendre des décisions éclairées concernant les cultures à planter dans différents types de sol, en ajustant les pratiques de gestion du sol pour favoriser l'augmentation de la matière organique là où cela est nécessaire.

5. Evaluation de calcaire Total

L'évaluation du calcaire total dans un sol est une mesure de la quantité de carbonate de calcium (CaCO_3) présent dans le sol. Le calcaire total est généralement exprimé en pourcentage. Le tableau suivant montre les pourcentages des valeurs statistiques du calcaire.

Tableau 7. Description statistiques des résultats de calcaire Totale.

%CaCo3	Parcelle	Témoin
Max	54.54	63.40
Min	24.54	11,59
Moye	40.97	40.23
ET	7.40	14.45
NB	30	30

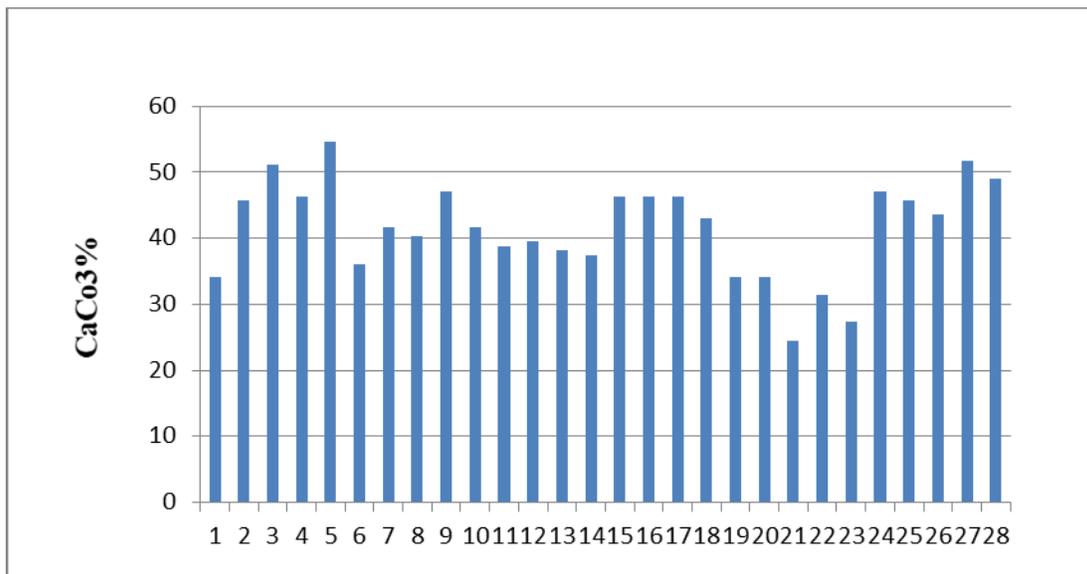


Figure N°9. Evaluation de calcaire Total (cultivé).

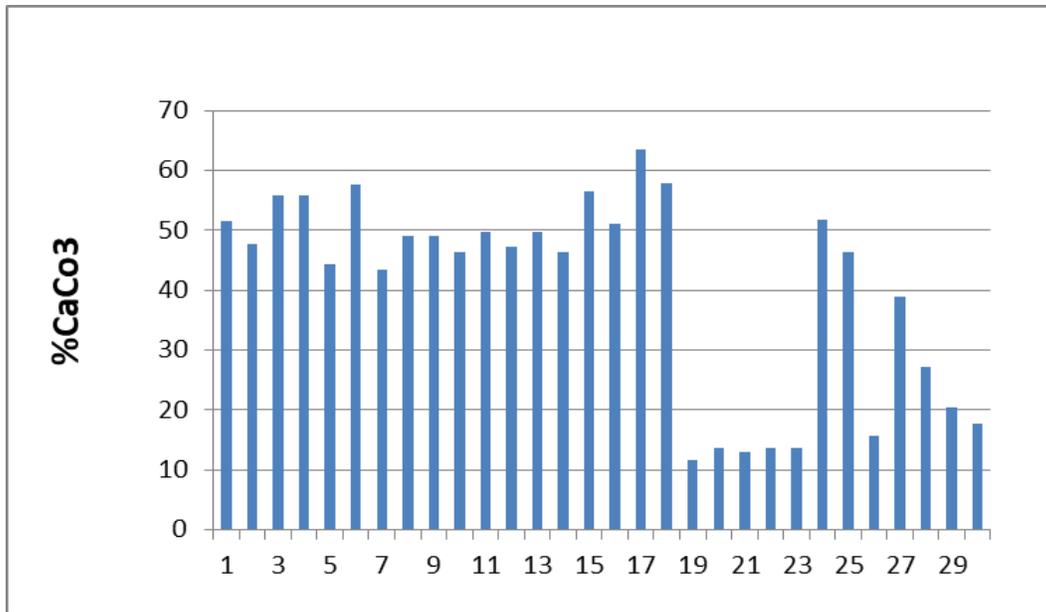


Figure N°10. Evaluation de calcaire Total (témoin).

Discussion

Le graphique à barres présenté ci-dessus met en évidence la variation de la teneur en calcaire selon les échantillons de sol cultivé et témoin. Une analyse attentive du graphique révèle des variations significatives dans la teneur en calcaire en fonction des différents échantillons de sol. Les barres affichent des hauteurs élevées entre 30% et plus de 50%, ce que témoignent d'une forte présence de calcaire.

La teneur en calcaire joue un rôle essentiel dans la qualité et les propriétés du sol. Le calcaire peut influencer le pH du sol, sa capacité de rétention d'eau et la disponibilité des nutriments pour les plantes. Par conséquent, en comprenant ces variations de teneur en calcaire, les agriculteurs peuvent ajuster leurs pratiques de gestion du sol, telles que l'amendement avec des produits calcaires ou le choix de cultures adaptées aux sols riches en calcaire.

Conclusion

Conclusion

L'étude des effets de l'intensification agricole sur l'évolution des propriétés physico-chimiques des sols dans la zone de Guerrara, située à Ghardaïa, a été réalisée en prélevant systématiquement 30 échantillons dans chaque parcelle étudiée.

Deux types de parcelles ont été incluses dans l'étude : les parcelles cultivées, qui correspondent à des palmeraies, et les parcelles non cultivées, utilisées comme témoins pour évaluer les différences induites par l'agriculture intensive.

Les résultats de l'analyse de texture du sol indiquent que les sols des parcelles cultivées dans les palmeraies de la zone de Guerrara présentent une texture argilo-sableuse et sablo-argileuse, tandis que les sols témoins non cultivés ont une texture sableuse. Cette modification de la texture du sol cultivé peut être attribuée à l'utilisation d'amendements organiques.

L'ajout d'amendements organiques, tels que le compost, le fumier ou les résidus de culture, peut modifier la composition du sol en augmentant la teneur en matière organique. La matière organique contribue à la formation de complexes organo-minéraux qui peuvent influencer la texture du sol.

Les résultats d'analyse du sol ont révélé que le sol cultivé dans les palmeraies présente une légère salinité et une alcalinité légèrement plus élevée que le sol non cultivé utilisé comme témoin.

Pour l'analyse de la matière organique les sols cultivés ont tendance élevée par rapport au sol témoin. Ceci est dû à l'effet des années de culture et des pratiques agricoles adoptées par les agriculteurs, telles que l'ajout de fumure organique, généralement d'origine animale, et également celle résultant de la dégradation des résidus de palmier (racines et feuilles).

Un pourcentage du calcaire enregistré dans les deux types d'occupation de sol (cultivée et témoin) ceci peut influencer le pH du sol, sa capacité de rétention d'eau et la disponibilité des nutriments pour les plantes. Par conséquent, en comprenant ces variations de teneur en calcaire, les agriculteurs peuvent ajuster leurs pratiques de gestion du sol, telles que l'amendement avec des produits calcaires ou le choix de cultures adaptées aux sols riches en calcaire.

Ces dernières années, la télédétection, le SIG et la modélisation sont devenus des outils technologiques préférés et peu coûteux pour cartographier les propriétés des sols en raison des vastes zones couvertes, ce qui est de la plus haute importance du point de vue agricole et environnemental. Cela ouvre de grandes perspectives pour l'utilisation future de cette technique à grand échelle pour une gestion durable des sols.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Ambalam, (2014)** Kannan Ambalam, Challenges of compliance with multilateral environmental agreements: the case of the United Nations Convention to Combat Desertification in Africa. *Journal of Sustainable Development Studies* 5 (2), 2014.
- **ArshAd et CoenA. (1992)**. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7(1-2) : 25-31.
- **AUBERT G., (1978)**. Méthodes d'analyse des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 189 p.
- **Badraoui, M., Lahlou, M., et Souidi, B. (1998)**. SMSS: un logiciel de simulation du mouvement de sels dans le sol. *Etude et Gestion des sols*, 5, 247-256.
- **Badraoui, M., Souidi, B., Farhat, A. (1998)**. Variation de la qualité des sols : une base pour l'évaluation de la durabilité de la mise en valeur agricole sous irrigation par pivot au Maroc. *Etude et gestion des sols*, 5(4), 227-234.
- **Voltz M, (1986)**. Rapport IV. 7: Etude des conséquences d'un abaissement de nappe phréatique sur les transferts hydriques au sein d'une culture de maïs. *Journées de l'hydraulique*, 19(4), 1-6.
- **Bait, A., Chettouch, C., Guemia, S. (1977)**. Possibilités de développement de la palmeraie de Guerrara. Mémoire d'ingénieur d'Etat université Mostaganem, 82.
- **Benbrahim, F. (2006)**. Evaluation de la durabilité de la céréaliculture sous pivot par l'étude de la salinisation du sol dans la région de ouargla (cas de Hassi Ben Abdellah). Ouargla, Université Kasdi Merbah.
- **Benbrahim, F. (2018)**. Variabilité spatiale de la qualité du sol dans les agrosystèmes du sahara algérien. Thèse de doctorat, université Badji Mokhtar-Annaba, 140p.
- **Benbrahim, F., Benslama, M., Kemassi, A., Darem, S., Hamel, I., Chikhi, F., Halilat, M, T. (2016)**. Evaluation de la durabilité de la céréaliculture sous pivot par l'étude de la salinisation du sol dans la région d'Ouargla. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 31(5), pp.107-123.
- **Benslama, A. (2021)**. Qualité des eaux d'irrigation et salinisation des sols dans une palmeraie dans la région de Ghardaïa – cas de Zelfana. Thèse de doctorat, université de Ghardaïa, 144p.

Références bibliographiques

- **CDARS, (2019)**. Commissariat au Développement Agricole des Régions Sahariennes de Ouargla. Effectif du cheptel camelin en Algérie
- **Cornet, A. (1964)**. Introduction à l'hydrogéologie du Sahara, Algérie", Revue de géographie physique et de géologie dynamique Dynam. Volume 6.
- **D.P.S.B. (2020)**. Direction de la programmation et du suivi budgétaires.
- **D.S.A. (2018)**. Direction de service agricole.
- **DAJOZ, R., (1985)** . Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 505 p.
- **Dajoz, R. (1983)**. Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 503.
- **DAJOZ. (1971)**. Précis d'écologie. Ed. Dunod,Paris,434p.
- **Daoud, Y, et Halitim A. (1994)**. Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Science et changements planétaires/ Sécheresse. 5(3) : 151-160
- **Djili, K., Daoud, Y., Gaouar, A., et Beldjoudi, Z. (2004)**. La salinisation secondaire des sols au Sahara. Conséquences sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur. Science et changements planétaires/Sécheresse . 14(4) : 241-246.
- **DPAT. (2021)**. Direction de la planification et de l'Aménagement du Territoire .
- **Dubief, J. (1953)**. Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara (No. 553.70966). Gouvernement général de l'Algérie, Direction du service de la colonisation et de l'hydraulique, Service des études scientifiques.
- **Dubost, D. (2002)**. Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes
- **E.N.H.Y.D. (2006)**. Entreprise Nationale des Etudes Hydraulique.
- **FAO, (2015)**. Les sols sont une ressource non renouvelable. 2015. Available from: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/sols-2015/docs/FR/IYS_fact_sheets_preservation_fr_PRINT.pdf
- **FAO, (2017)**. Near East and North Africa. Regional overview of food security and nutrition. Available online from: <https://www.fao.org/3/I8336EN/i8336en.pdf>

Références bibliographiques

- **FAO, (2021).** The Multi-Faced rôle of Soil in the Near East. And North. Africa Region. Policy Brief. Rome. Available online: <https://www.fao.org/3/ca3803en/CA3803EN.pdf> (accessed on 13 August 2021).
- **Gautier, M., & Gousskov, M. N. (1951).** Le forage de Guerrara. Deuxième sondage d'étude et premier grand sondage d'exploitation de la nappe Albienne jaillissant dans le Bas-Sahara. Terre et Eaux. Alger, 38-42.
- **GIS Sol, (2006).** « Gis Sol » Le stock de carbone organique dans les 30 premiers centimètres des sols de France métropolitaine ». Consulté 12 décembre 2018.
- **HAMEL, I.(2023)**
- **Jones, A., Breuning-Madsen,H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Déwatté, O., Gallali ,T., Hâlette, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella ,L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M., Zougmoré, R., Jones, A, Montanarella, L et Jones, R., (2015).** Atlas des sols d'Afrique. Union Européenne, Luxembourg
- **Khadraoui, A .(2007).** Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes. 305P
- **Le Houérou, H. N. (1989).** Classification écoclimatique des zones arides (sl) de l'Afrique du Nord. Ecologia mediterranea, 15(3), 95-144.
- **Martinez Chois, C., (2012).** Réhabilitation des sols pollués par les éléments traces métalliques grâce aux bactéries du sol associées à la rhizosphère de miscanthus x giganteus Thèse de Doctorat Université de Lorraine
- **MATHIEU C., FRANCOISE P., (2009).** Analyse chimique des sols. Méthodes choisies. Ed ; TEC et DOC. Paris. 23-139 p
- **Moulias, D., (1927).** L'eau dans les oasis sahariennes : Organisation hydraulique, régime juridique. Thèse de doctorat, université d'Alger, 305.
- **Nolin, M C., Cailler, M J., Wang, C., (1991).** Variabilité des sols et stratégie d'échantillonnage dans les études pédologiques détaillées de la plaine de Montréal. Can. J. soil Sci. 71 : pp 439-4
- **Nuraini et al, (2014)** Y, Nuraini,, E, Handayanto,, S Syekhfani., A, Atekan.,*Journal of degraded and mining lands management* 1 (4), 175, 2014.

Références bibliographiques

- **UNGA, (2015).** United Nations General Assembly 2015.
- **NOLIN M.C., CAMBOURIS A.N., SIMARD R.R.,(1997).** La variabilité des sols : son origine et sa gestion. Actes du Colloque : Nouvelle technologie en agriculture, campus du fort St-Jean, pp.35-77.
- **O.N.M. Ghardaïa, 2020 - Office Nationale Météorologie.**
- **Ouali, S., Mehmah, B et Malek, A., (2007).** Etude de faisabilité d'utilisation des eaux thermales de Zelfana Dans la Production d'Hydrogène. Revue des Energies Renouvelables.
- **Ozenda, P., (1991).** Flore du Sahara. Edition du centre nationale des recherches scientifiques, Paris, 662p.
- **Pouget, M. (1980).** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM, Paris.
- **Reid, W V., Mooney, H A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter S R, Chopra, K., Dasgupta ,P., Dietz, T., Duraiappah, A K., Hassan ,R., Kasperson, R., Leemans ,R., May, R M., McMichael, T., Pingall, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R., Zakri, A., Shidong, Z., Ash, N., Bennett, E., Kumar, P., Lee,M., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J et Zurek, M B., (2005).** Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, D.C
- **Riah, W., Trap, J., Cheviron, N., Mougine, C., Criquet, S., Houot, S., Legras, M., Vian, J F., Bispo, A., Grand, C., Galsomies, L., Peres, G., Laval, K et Trinsoutrot-Gattin, I., 2012.** Effet des pratiques agricoles sur treize activités enzymatiques du sol. Résultats du programme "Bioindicateurs". 11èmes journées d'Etude des Sols, p. 94.
- **Vinas, A., Joukov, B. (1974).** Etude agro-pédologique du Touat-Gourar, direction des études de milieu et de la recherche hydraulique. La sous-direction des ressources en sol, Alger, 103p https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/sols-2015/docs/FR/IYS_fact_sheets_preservation_fr_PRINT.pdf
- **Voltz, M., (1986).** Rapport IV. 7: Etude des conséquences d'un abaissement de nappe phréatique sur les transferts hydriques au sein d'une culture de maïs. Journées de l'hydraulique, 19(4), 1-6.

Références bibliographiques

- **WEBSTER R., (1985).** Quantitative spatial analysis of soil in the field. *Advances in Soil Science* (3), 1– 70.
- **WRB. (2015).** World Reference Base.

Annexes

Mode opératoire de Granulométrie

- Mettre 50g de sol dans bécher de 1000ml.
- Verser d'eau oxygénée en petites quantités pour éliminer la matière organique.
- Transférer le contenu du bécher dans un flacon de sédimentation volumétrique de 1000 ml à l'aide d'une pipette.
- Verser 10ml d'hexamétaphosphate de sodium puis battre quelques minutes.
- Remplir d'eau distillée jusqu'à ce que le manomètre (1000 ml) et le secouer immédiatement et violemment par des retournements répétés de manière à mettre en suspension toute la terre (à peu près 10 retournements).

Placer le flacon très rapidement et démarrer le chronomètre.

- Insérer délicatement le densimètre et noter la lecture
- Première lecture : après 40 secondes

A : mesure du densimètre (d)

B : température en °C de la dispersion (t)

Deuxième lecture : après 02 heures

A : mesure du densimètre (d')

B : température en c° de la dispersion (t')

Calculs :

$$\text{Limon + Argile\%} \quad X = (d + [(t-20) * 0,36]) * (100/P)$$

$$\text{Argile \%} \quad Y = (d' + [(t'-20) * 0,36]) * (100/P)$$

$$\text{Limon \%} = X - Y$$

$$\text{Sable\%} = 100 - X$$

P= poids du sol en grammes.

0,36 : facteur de correction en degré de différence de température (température de contraste du densimètre de Bouyoucos est de 20°C.

Nb : Tous les échantillons ont été séchés à l'air, passés au tamis à 2 mm et analysés. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de géologie de l'Université de Ghardaïa.

Mode opératoire de Matière Organique (%)

- Chauffer le creuset dans un four électrique à 550°C pendant 6 heures.
- Refroidissez-les dans un dessiccateur et pesez-les. Notez le poids du creuset.
- Peser 5 g de sol (< 2 mm) dans un creuset taré.
- Cuire au four à 220°C pendant 6 heures. Après refroidissement dans un dessiccateur, peser le creuset et le sol. Notez le poids du creuset plus l'échantillon déshydraté.
- Mettre le creuset et son contenu dans le four électrique et régler la T° à 450°C. maintenir cette température pendant 4 heures.
- refroidir dans un dessiccateur, peser le creuset et son contenu.

Calculs

- La perte par le feu exprimée en pourcentage de la masse de l'échantillon séché (après réchauffement à 220 °C) est donnée par l'expression :

$$\text{Perte au feu en : \%} = (M1 - M2 \div M1 - M0) * 100$$

Avec :

- M 0 : poids du creuset vide
- M 1 : poids du creuset plus l'échantillon déshydraté
- M 2 : poids du creuset plus l'échantillon après calcination

Mode opératoire

- Peser 0,3 gramme de carbonate de calcium et le verser dans la bouteille.
- Utilisez 5 ml d'eau déminéralisée pour recueillir au fond et utilisez un tube pour introduire l'acide chlorhydrique dans la bouteille
- Vérifier que le niveau de liquide dans le tube gradué est à zéro et équiper le flacon du calcomètre.

- Équilibrer la pression d'air des deux côtés de la colonne de liquide du compteur de calcium.
- Utilisez la pince à épiler Mohr pour fermer le tube.
- Saisissez le bouchon, versez l'acide dans le flacon et secouez bien.
- .Attendre la fin de la réaction : 1 minute est suffisante pour le sel pur
- Utilisez un niveau pour équilibrer à nouveau la pression d'air des deux côtés de la colonne de liquide du compteur de calcium.
- Volume de lecture : V3
- noter à la température de l'air ambiant.

Renouveler l'opération en prélevant 1 g de sol , en recueillant avec quelques gouttes d'eau déminéralisée, et en introduisant l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.

- Volume de lecture effacé : V4

Mesure

Le pourcentage du calcaire calculé d'après la relation suivante :

Avec :

x: pourcentage de carbonate de calcium

P : prise d'essai en gramme

V3 : volume de CO₃ en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre P.

V4 : volume de CO₃ en ml dégagé par 0,3 g de carbonate de calcium.

Annexe 01 : Tableau. pH du sol (extrait aqueux 1/5) (Morand, 2001).

pH	Interprétation
> 9	Sols très alcalins
8,5-9	Sols fortement alcalins
7,9-8,4	Sols moyennement alcalins
7,4-7,8	Sols légèrement alcalins
6,6-7,3	Sols très légèrement acides
6,0-6,5	Sols légèrement acides
5,6-6	Sols moyennement acides
5-5,5	Sols fortement acides
4,5-5	Sols très fortement acides
< 4,5	Sols extrêmement acides

Annexe 02 : Tableau. Classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand (1983)

Classe	Désignation	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
I	Non salé	0 à 500
II	Légèrement salé	500 à 1000
III	salé	1000 à 2000
IV	Très Fortement salé	2000 à 4000
V	Excessivement salé	Plus de 4000

Annexe 03 : Tableau. Classe de matière organique (AUBERT, 1978)

Matière Organique (%)	Caractérisation
Inférieur à 1	Sol pauvre en MO
1 à 2 %	Sol moyennement riche en MO
2 à 3 %	Sol riche en MO
Supérieur à 3 %	Sol très Riche en MO

Annexe 04 : Tableau. Classe de matière organique (AUBERT, 1978)

CaCO3 (%)	Horizon
≤ 1	Non calcaire
$1 < \text{CaCO}_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < \text{CaCO}_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < \text{CaCO}_3 \leq 80$	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

Annexe 05 : Les valeurs de l'CE et PH et Température et Mo% et %CaCo3 de sol Cultivé et Témoin.

Cultivé	pH	Conductivité Electrique	Température	Mo%	%CaCo3
1	7.87	1582	22	0.84852553	34.0909091
2	8.065	823.5	21.95	1.22344272	45.6818182
3	7.85	1175	21.8	2.04373079	51.1363636
4	7.96	830.5	21.75	1.88546542	46.3636364
5	7.74	1996	21.75	1.40504265	54.5454545
6	8	413	21.85	3.69356883	36.1363636
7	7.82	956	21.9	1.46815832	41.5909091
8	8.065	294	21.75	1.55375144	40.2272727
9	7.905	737	21.95	1.05762527	47.0454545
10	7.73	1372	21.6	2.41774417	41.5909091
11	8.035	574	22.4	1.0888363	38.8636364
12	7.785	541	23	1.39587308	39.5454545
13	7.875	514.5	12.8	1.20177994	38.1818182
14	7.79	694.5	22.55	2.89962678	37.5
15	7.89	381	22.7	2.16583309	46.3636364
16	7.795	675	22.6	0.64276448	46.3636364
17	7.67	1413	22.5	0.6504789	46.3636364
18	7.995	346	22.45	0.50264079	42.9545455
19	7.875	696	21.85	0.38896023	34.0909091
20	7.54	2.045	21.8	0.31839171	34.0909091
21	7.895	572	21.55	0.31270906	24.5454545
22	8.02	314	21.2	0.40623219	31.3636364
23	8.07	273.5	21.35	0.43450628	27.2727273
24	8.075	330	21.3	0.59105924	47.0454545
25	7.705	1236	20.9	0.56406099	45.6818182
26	7.8	978	21	0.23380548	43.6363636
27	8.04	353.5	20.9	0.40615443	51.8181818
28	8.045	276.5	20.9	0.38251493	49.0909091
29	8.025	310	20.85	0.37078247	34.7727273
30	7.945	1521	21.9	0.33857068	31.3636364

T	PH	Conductivite Electrique	Température	%CaCo3	Mo%
1	8.13	183.65	22.95	51.45454545	1.05132152
2	8.28	169.9	22.85	47.7727273	0.76435782
3	8.265	157.5	22.9	55.9090909	0.87812137
4	8.14	173.15	22.8	55.9090909	0.85751916
5	8.155	180.35	22.65	44.3181818	0.57342239
6	8.285	188.45	22.65	57.7272727	0.62540731
7	8.345	200.6	22.6	43.3636364	0.41080968
8	8.43	186.8	22.6	49.0909091	0.60680666
9	8.515	168.8	22.9	49.09090909	0.94624901
10	8.44	173	22.95	46.36363636	1.76451024
11	8.475	181.8	22.75	49.7727273	0.29797731
12	8.625	175	22.7	47.2727273	0.84942643
13	8.61	162.35	22.6	49.7727273	0.78189099
14	8.575	166.95	22.6	46.3636364	0.50976047
15	8.545	173.8	22.65	56.5909091	0.72834186
16	8.535	171.9	22.65	51.1363636	0.9467395
17	8.57	170.2	22.6	63.4090909	0.47368678
18	8.565	179.15	22.65	57.9545455	0.42828946
19	8.54	181.6	22.7	11.5909091	0.31322539
20	8.53	182.6	22.75	13.6363636	0.43147858
21	8.505	193.3	22.95	12.9545455	0.23966729
22	8.555	183.65	22.85	13.6363636	0.38311247
23	8.595	174.2	22.7	13.6363636	0.28026587
24	8.56	170	22.8	51.8181818	0.58098185
25	8.55	166.1	22.75	46.3636364	0.52499544
26	8.59	152.65	22.6	15.6818182	0.26551971
27	8.55	138.45	22.55	38.8636364	0.49127233
28	8.505	139.2	22.6	27.2727273	0.36041843
29	8.535	137.75	22.65	20.4545455	0.32663464
30	8.59	137.85	22.65	17.7272727	0.33293842

Annexe 06 : le pourcentage des particules de sol (Argile, Limon, Sable)

	40s		2h		Limon + Argile%	Argile %	Limon %	Sable%
	D	T	D'	T'				
T1	13	21.8	5	21.6	27.296	11.152	16.144	72.704
T30	10	22.7	9	22.5	21.944	19.8	2.144	78.056
T25	8	22.7	5	21.9	17.944	11.368	6.576	82.056
T6	8	22.4	5	21.9	17.728	11.368	6.36	82.272
T15	8	22.7	5	22.9	17.944	12.088	5.856	82.056
P30	11	22.7	10	22	23.944	21.44	2.504	76.056
P25	14	22.3	13	20	29.656	26	3.656	70.344
P12	21	22.6	20.5	22	43.872	42.44	1.432	56.128
P15	17	22.6	16	22.2	35.872	33.584	2.288	64.128
P1	11	22.3	8	22.1	23.656	17.512	6.144	76.344

Annexe 07: Attestation of participation in the first international seminar on Valorisation of Bioresources in Environment and Health



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education & Scientific Research
University of Echahid Hamma Lakhdar – El Oued, Algeria
Faculty of Natural and Life Sciences

1st International Seminar on Valorization of Bioresources in Environment & Health

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This Certifies That
(Mr., Ms.) Chaima GUESSOUME
University of Ghardaïa, Department of Biologie, Faculty of SNV, 47000 Ghardaïa, Algeria

Presented a *Poster* at the “ 1st International Seminar on Valorization of Bioresources in Environment & Health (VBEH23) ” Organized on May 10-11, 2023 at the University of Echahid Hamma Lakhdar – El Oued, Algeria,

Entitled: *Caractérisation des sols irrigués intensivement dans une palmeraie de la région aride de Ghardaïa (cas d'El Guerrara)*

Co-authors: GUESSOUME Chaima, BOUDEFFER Ikram, CHIKHI Faredj, HAMEL Imane, BENSLAMA Abderraouf

President of the Seminar

