

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de M'Sila



MEMOIRE

Présenté
A la Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques
Pour obtenir le Diplôme de

Master Académique en Sciences Agronomiques

Option : Science du Sol

Thème

**Caractérisation de la matière organique dans
un sol alluvial naturel du Mezrir
Importance de la séquestration**

Présenté par :

BENSELAMA Oumkhaltoum lyna

Devant le Jury :

Président	Hadj Kouider	MCA	Université de M'sila
Promoteur	TELLACHE S	MAA	Université de M'sila
Co promotrice	MERAH. F	MAA	Université de M'sila
Examineur	GUENDOUZEN. O	MAA	Université de M'sila

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de nous a donné la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.

*Nous remercions notre rapporteur * **Mr TELLACHE SLLIMANE***, pour l'aide et pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre recherche.*

Nous exprimons nos sincères remerciements à :

****Mme BEDDAL D** de l'honneur qu'il nous fait de présider le jury.*

** **M GUENDOUZEN O** ; Pour avoir accepté de lire et corriger notre travail.*

** Aux responsables, aux enseignants de département d'Agronomie pour leurs compréhensions et leurs aides.*

** Nos familles et Nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.*

Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Merci



Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Merci d'être toujours là pour moi.

REMERCIEMENTS	I
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	V
INTRODUCTION GENERALE.....	6
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	8
1. MATIERE ORGANIQUE.....	8
1.1. Définition	8
1.2. Origine et devenir constituant organique des sols.....	8
1.3. Caractérisation des constituants organique.....	8
1.3.1. Matière organique fraîche.....	8
1.3.2. Substance humique.....	9
1.4. Evolution de la matière organique.....	9
1.4.1. Minéralisation.....	9
1.4.2. Humification	10
1.5. Estimation globale de transformation de la matière organique dans un sol (C/N).....	11
1.6. Propriété des MO et conséquence sur les propriétés des sols.	12
1.6.1. Propriété physique du sol.....	12
1.6.2. Propriété chimique.	13
1.7. Les types d'étude de la matière organique	14
1.7.1. Méthodes de séparation matière organique libre, matière organique liée.	15
1.7.2. Méthodes de fractionnement chimique des composés organique	15
2. SOL ALLUVIAL.....	15
2.1. Définition	15
2.2. Formation et types de sols alluviaux.....	16
2.3. Propriétés physico-chimiques.....	16
2.4. Utilisation en agriculture	17
CHAPITRE II : CADRE PHYSIQUE	19

2.1. Situation géographique :	19
2.2. Les caractéristiques physiques :	20
2.2.1. Hydrologie	20
2.2.2. Géologie	21
2.2.3. La pédologie	23
2.3. Climat	25
2.3.1. La précipitation	25
2.3.2. La température	26
2.4. Les autres facteurs climatiques	26
2.5. Synthèse climatique	27
2.5.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	27
2.5.3. Climagramme d'Emberger	28
CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES	31
3.1. MATERIEL	31
3.2. METHODE	31
3.2.1. CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE	31
3.2.2. Méthode d'échantillonnage	31
3.2.3. Méthode d'analyse physique et chimique des sols	31
3.2.4. Séparation granulométrique des échantillons	31
3.2.5. Dosage du carbone organique (Walkly et Black)	32
3.2.6. Dosage d'azote total	32
3.2.7. La conductivité électrique	32
3.2.8. pH	32
3.2.9. Calcaire totale	32
3.2.10. Calcaire actif (Drouineau Gouny)	32
3.3. Méthode d'analyse statistique	33
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION	35
4. Les résultats globaux	35
4.2. Analyse de la variance	35
4.2.2. Le carbone organique	36
4.2.3. Le carbone organique globale	36
4.2.4. Le carbone organique inférieur à 200µ	37
4.2.5. Le Carbone organique supérieur à 200um	38
4.2.6. L'azote total	39

4.2.7.	L'azote global.....	40
4.2.8.	L'azote de la fraction inférieur à 200um	40
4.2.9.	L'azote de la fraction supérieur à 200um.....	41
4.2.10.	Le calcaire actif	41
4.2.11.	La conductivité électrique CE	42
4.2.12.	Le pH _{eau}	43
4.3.	Analyse des corrélations.....	44
CONCLUSION GENERALE.....		47
BIBLIOGRAPHY		48

Liste des Figures

<i>Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude</i> (source carte de fond world base map : http://services.arcgisonline.com/arcgis/services)	19
<i>Figure 2: Hydrologie de la zone d'étude.</i> (Source carte de fond world base map : http://services.arcgisonline.com/arcgis/services)	20
<i>Figure 3: La géologie de la zone d'étude.</i> (Source : extrait de la carte géologique de l'Algérie 1/500000. (FLANDRIN, 1952) Carte de fond world base map : http://services.arcgisonline.com/arcgis/services)	22
<i>Figure 4: La pédologie de la zone d'étude</i> source extrait des cartes pédologiques ; Pédologie1 (BOYADGIEV, 1975) .carte de fond world base map : http://services.arcgisonline.com/arcgis/services	24
<i>Figure 5: diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gaussen de la station de M'sila (2006-2016)</i>	27
<i>Figure 6: Climagramme d'Emberger et représentation de la zone d'étude 2006-2016</i>	29
<i>Figure 7: Taux de carbone organique en fonction de l'horizon</i>	37
<i>Figure 8: Taux du carbone organique de la fraction inférieur à 200 um</i>	38
<i>Figure 9: Taux du carbone organique de la fraction supérieur à 200 um</i>	39
<i>Figure 10: Azote total de la fraction inférieur à 200um</i>	41
<i>Figure 11: Le calcaire actif</i>	42
<i>Figure 12: Conductivité électrique de l'extrait 1/5</i>	43
<i>Figure 13: Le pH_{eau} du sol</i>	44
<i>Figure 14: Relation carbone organique-conductivité électrique du sol</i>	46
<i>Figure 15: Relation carbone organique (<200um) et le calcaire actif</i>	46

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Moyenne annuelle des précipitation mensuelles (mm).</i>	25
<i>Tableau 2: Les températures moyen minimales et maximales (°C).</i>	26
<i>Tableau 3: Valeurs du quotient pluviothermique Entrer Dans le cas de M'sila</i>	28
<i>Tableau 4: Statistique descriptives</i>	35
<i>Tableau 5: Analyse de la variance vis avis de l'horizon (niveau de profondeur)</i>	35
<i>Tableau 6: Taux de carbone organique du sol en fonction de l'horizon</i>	36
<i>Tableau 7: Taux du carbone organique de la fraction inférieur à 200 um</i>	38
<i>Tableau 8: Taux du carbone organique de la fraction supérieur à 200 um</i>	39
Tableau 9: Azote total et rapport C/N	40
Tableau 10: Azote totale de la fraction inférieur à 200um et rapport C/N	40
Tableau 11: L'azote total de la fraction supérieur et rapport C/N	41
Tableau 12: Le calcaire actif	42
Tableau 13: Conductivité électrique de l'extrait 1/5	42
Tableau 14: Le pH_{eau} du sol	43
Tableau 15: Analyse des corrélations entre facteurs étudiés	45

Introduction générale

Dans les régions arides, les sols naturels sont soumis à un climat sec et colonisés par une végétation herbacée et frutescente rarement arboré très irrégulière, avec une matière organique fortement évolué peu abondante et superficielle (Aubert, 1970)

La matière organique est au cœur de la fertilité du sol, elle est constituée de l'ensemble des composés organique vivants ou mort, d'origine végétale ou animale ou microbienne. Si elle est souvent appréhendée de manière globale par le dosage du carbone organique et de l'azote total en réalité c'est un compartiment hétérogène et dynamique (Le Guillou, 2023). Ces compartiments sont étudiés par des techniques de séparation chimiques et physiques.

En ce qui nous concerne nous avons entrepris d'étudier la matière organique par le dosage du carbone organique et de l'azote total de deux fractions granulométriques, la fraction de 200um à 2mm qui comprend les sables grossiers et la fraction inférieur à 200um composée par les sables fins limons et argile. D'autre paramètre du sol sont pris en compte afin de mettre en évidence d'éventuelle corrélation avec la matière organique.

Le document comprend les chapitres suivants :

Le premier chapitre s'agit d'une étude approfondie qui comprend toutes les informations dont nous avons besoin dans notre étude.

Le deuxième chapitre s'agit d'une présentation de la zone d'étude (situation géographique, caractérisation géographique, climat)

Le troisième chapitre matériel et les méthodes utilisés dans notre travail.

Le dernier chapitre résultat et interprétation de nos résultats.

CHAPITRE I :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1. Matière organique

1.1. Définition

La matière organique du sol (MOS), désigne l'ensemble de substances et composés carbonés provenant de débris végétaux de toute nature et des cadavres d'animaux vivants dans le sol. La nature de la matière organique du sol est très complexe et hétérogène : principalement des composés humiques, des racines, des micro-organismes, des lombricidés. L'ensemble de matière organique comporte donc des produits frais ou peu évolués (peu transformés) : ce sont les matières organiques fraîches (MOF), et des produits évolués : ce sont les matières humiques (MH). L'ensemble (MOF et MH) constitue l'humus au sens large. (Duchaufour , 1977)

1.2. Origine et devenir constituant organique des sols.

Le sol est constitué de quatre composantes principales : les particules minérales, la matière organique, l'eau et l'air. La matière organique du sol (MOS) correspond à l'ensemble des matériaux organiques, vivants et morts, présents dans le sol ; ce qui comprend à la fois les racines des plantes, les microorganismes et la microfaune du sol et les résidus de végétaux décomposés ou non. La MOS est ainsi composée d'éléments principaux qui sont tous essentiels à la nutrition des plantes : le carbone (C), l'hydrogène (H), l'oxygène (O) et l'azote (N). Elle inclut également des éléments secondaires comme le soufre (S), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg), ainsi que des oligoéléments. Ainsi, la MOS est un continuum de matières plus ou moins complexes en perpétuel renouvellement. En effet, elle est alimentée en permanence par les végétaux et animaux morts, ainsi que par des matières organiques issues du métabolisme des êtres vivants comme les exsudats racinaires.

Des apports externes de matières organiques dites « exogènes » (MOE, non produites sur la parcelle), telles que le compost ou le fumier, l'alimentent également. (Duponnois, Arrouays, & Mariotti, 2012)

1.3. Caractérisation des constituants organique.

1.3.1. Matière organique fraîche.

La matière organique entre dans le sol sous forme « fraîche ». Il s'agit de végétaux (chute de feuilles, résidus de culture, exsudats racinaires...), de micro-organismes ou d'animaux morts. Une grande partie est rapidement décomposée : en quelques mois, cette

matière organique est minéralisée par des organismes décomposeurs (champignons, bactéries...) et transformée en gaz carbonique (CO₂) vite relâché dans l'atmosphère*. De manière plus marginale, le lessivage des matières organiques dissoutes, mais aussi l'érosion hydrique et éolienne, ou encore les incendies contribuent à la perte de matière organique. (Jean & Jean , 2010)

1.3.2. Substance humique.

Les substances humiques (SH) sont les constituants majeurs de la matière organique. Elles sont présentes dans tous les écosystèmes, sous forme de macromolécules carbonées complexes provenant de la dégradation et de la transformation de la matière organique. Elles présentent de nombreux effets sur l'environnement au niveau du sol, des plantes ou des microorganismes. Elles sont décrites comme des molécules stimulantes. Elles ont une influence favorable sur la structure du sol, sur la croissance et sur le développement des plantes. (Maja, Fran , Amanda , Maxime , & Richard, 2012)

1.4. Evolution de la matière organique.

Les MO du sol évoluent sous l'incidence de divers processus physiques, chimiques ou biologiques. Le processus physique correspond à la séquestration du carbone, qui est alors inaccessible par les microorganismes.

Les transformations des matières organiques se réalisent essentiellement par les processus de recombinaison (humification) et de dégradation (minéralisation).

1.4.1. Minéralisation

1.4.1.1. La minéralisation primaire M1

Dégrade la matière organique fraîche, en particulier ses composants peu résistants comme les glucides, les protéines et les acides aminés, ainsi que les lipides et les acides nucléiques. Si elle est totale, les produits de la transformation sont des cations, des anions et des molécules simples comme l'eau et le CO₂. Ces substances, solubles dans la solution du sol, ont cinq destins possibles :

- Évacuation dans l'atmosphère par échanges gazeux (ex.CO₂, H₂O, NH₃ ,N₂,H₂S).
- Absorption par les végétaux (ex. Cation, anions, H₂O),
- Absorption par les microorganismes (ex.CO₂, NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₃³⁻),
- Fixation sur le complexe adsorbant (ex. Ca²⁺, K⁺, NH₄⁺, H⁺),
- Entraînement par lixiviation (ex. K⁺, Na⁺, Ca²⁺, NO₃⁻),

La minéralisation primaire est rapide, de l'ordre moyen d'un à cinq ans pour une litière améliorante. (Gobat, Aragno, & Matthey, 1998)

1.4.1.2. La minéralisation secondaire M2

Détruit, de manière plus lente (1 à 3 % de la matière humifiée par an) mais avec le même résultat final que la précédente, les molécules organiques préalablement synthétisées par l'humification. Au contraire de la majorité de la matière fraîche, ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation. Sans cette soupape de sécurité que la minéralisation secondaire, l'accumulation de matière organique humifiée étoufferait toute forme de vie. En effet, l'ensemble des matières organiques fraîches finirait une fois ou l'autre par être stabilisé par humification. Mais ce robinet <de régulation fine> peut aussi rester ouvert dans des sols qui ne reçoivent plus suffisamment de matière organique, comme certains sols agricoles où les apports de fumier n'existent plus. Il s'ensuit une baisse lente mais régulière du taux de matière organique, très préjudiciable à la conservation du sol à long terme. (Davet, 1996) in (Gobat, Aragno, & Matthey, 1998)

1.4.2. Humification

Sous le terme général d'humification se cachent trois voies de synthèse de matière organique stabilisée, formant l'humus :

- L'humification par héritage, qui donne l'humine résiduelle ou héritée.
- L'humification par polycondensation, qui fournit l'humine d'in solubilisation.

L'humification par néo synthèse bactérienne, qui fournit l'humine microbienne. Dans l'humification par héritage, les composés les plus résistants libérés lors de la fragmentation de la litière (lignine, résines, acide phénoliques) sont incorporés directement au complexe argilo humique, sans grandes transformations ils en continuent l'humine résiduelle, qui n'est donc pas vraiment néo synthétisée. In situ cette humification est favorisée par des pH bas ou de fortes teneurs en calcaire actif.

Dans l'humification par polycondensation, les composés phénoliques simples, issus des premières étapes de la minéralisation ou hérités de la litière, se poly condensent en molécules de plus en plus grosses, et passent des acides crémiques aux acides humiques aboutissant à l'humine d'in solubilisation. Cette véritable néo synthèse in situ est favorisée par des conditions édaphiques moyennes, ni trop acides ni trop basiques.

Enfin, dans l'humification par néo synthèse bactérienne (H3), certaines des molécules organiques solubles résultant des dégradations enzymatiques sont reprises par les microorganismes, qui les transforment et les sécrètent sous forme de polysaccharides extrêmement stable. Ceux-ci donnent une cohésion aux micro-colonies bactériennes.

L'humification bactérienne est favorisée par un environnement physico-chimique moyen. L'ensemble de ces trois humines (résiduelle, d'insolubilisations et de néo synthèse bactérienne) forme la partie la plus insoluble et la plus stable de l'humus humine. (Gobat, Aragno, & Matthey, 1998)

1.5. Estimation globale de transformation de la matière organique dans un sol (C/N).

Les sols renferment en moyenne 2 à 8 % de matière organique. La production de biomasse dans un écosystème se traduit à la mort des organismes par le retour au sol des matières organiques fraîches. Grâce au processus d'humification, la décomposition des débris organiques constitue un processus de base permettant de garder un niveau de matières organiques constantes et fonction du type de sol.

Le processus d'humification fait partie intégrante des cycles de minéralisation du carbone, de l'azote ou du soufre assurant un remplacement continu de ces éléments passant de l'élément constitutif à l'élément nutritif. Il permet l'enrichissement du sol en éléments minéraux, en azote par l'intermédiaire des décompositions de protéines ou d'acides ribonucléiques.

La mort cellulaire des différents organismes est suivie par des réactions de dégradations chimiques et biologiques des tissus et une forte activité de synthèse microbienne (Schnitzer and Khan, 1978). Les débris organiques sont consommés par différents organismes décomposeurs du sol (arthropodes, champignons, bactéries) qui permettent leur fragmentation, leur digestion et leur incorporation au sol. La faune du sol, notamment les vers de terre, joue un rôle essentiel dans la dégradation de la matière organique fraîche en réduisant la taille des résidus végétaux.

Au terme de leur décomposition, les constituants de la matière organique fraîche subissent les étapes de minéralisation caractérisées par des vitesses de dégradation différentes. Les fragments organiques sont soit minéralisés en ions et molécules simples (CO₂, H₂O), assurant la restitution des éléments minéraux, nécessaires à la croissance et au développement

des plantes, soit transformés en molécules complexes par les processus d'humification. (Claude, 2012)

1.6. Propriété des MO et conséquence sur les propriétés des sols.

1.6.1. Propriété physique du sol.

1.6.1.1. Température

La matière organique humifiée rend la couleur d'un sol plus foncée, ce qui est à l'origine de l'observation populaire constant qu'une terre foncée est fertile parce qu'elle est riche en humus. Or la réflectance d'un sol sombre est de l'ordre de 0.05 à 0.10 alors que celle d'un sol clair est nettement plus élevée (0.25 et plus). Un sol organique absorbe donc davantage les rayonnements solaires et est ainsi susceptible de se réchauffer plus rapidement qu'un sol peu organique.

Par ailleurs, la matière organique fraîche accumulée en surface d'un sol constitue une couche isolante qui réduit son réchauffement en été et limite son refroidissement en hiver. (Girard, 2011)

1.6.1.2. Structure

La matière organique combinée avec les particules minérales du sol est formée les agrégats, Cela est formé en effet direct par l'activité microbienne des vers de terre.

L'effet de la matière organique sur l'agrégation ou la solidité de la structure aussi la stabilité structurale, elle aussi diminue l'effet d'une pression sur le tassement du sol. (Girard, 2011)

1.6.1.3. Comportement hydrique

La matière organique a des effets complexes, voire apparemment contradictoires, sur le comportement de l'eau dans le sol. Ces effets concernent aussi bien la rétention, d'eau par le sol que sa réhumectation ou le prélèvement par les plantes.

La matière organique humifiée est hydrophobe, elle ne favorise donc pas la réhumectation d'agrégats et peut même, dans certains cas, s'opposer à la circulation de l'eau dans le sol. En revanche, l'eau étant un agent essentiel de la dégradation de la structure, cette hydrophobie permet de protéger les agrégats et de renforcer leur stabilité dans le temps.

La matière organique augmente la capacité de rétention du sol en eau capillaire absorbable par les plantes. Elle améliore par ailleurs la fissuration et la porosité. ce qui facilite la circulation de l'eau dans les sols peu perméables à texture fine. Enfin, cet affinement de la

structure favorise une colonisation dense du solum par le système racinaire, ce qui améliore le prélèvement d'eau (et d'éléments minéraux), par les plantes.

1.6.2. Propriété chimique.

1.6.2.1. Capacité d'Échange Cationique (CEC)

La CEC est la quantité maximale de cations totale qu'un sol est en mesure de piéger, à un pH donné. La CEC est utilisée comme mesure de la fertilité, de capacité de rétention des éléments nutritifs, et de capacité à protéger les eaux souterraines de la contamination par les cations. Elle est exprimée en centième de moles d'hydrogène par kilogramme (cmolc/kg ou 100 meqc/100g). Elle se trouve principalement sur les argiles et l'humus. (Nycle & Richard , 2020)

1.6.2.2. PH du sol

La réactivité du sol est exprimée en termes de pH ; c'est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du sol. Plus précisément, il s'agit d'une mesure de la concentration en ions hydrogène dans une solution aqueuse et sa valeur varie dans les sols de 3,5 (très acide) à 9,5 (très alcalin). L'effet du pH est d'enlever ou de rendre disponibles certains ions du sol. Les sols fortement acides (<5.5) ont tendance à avoir des quantités toxiques d'aluminium et de manganèse. Les sols à forte alcalinité (>8.5) ont tendance à se disperser. Les organismes du sol sont inhibés par une forte acidité, et la plupart des cultures poussent mieux dans des sols minéraux ayant un pH de 6,5. (Nyle & Richard, 2020)

1.6.2.3. Carbone organique du sol

Le carbone qui est fixé par les plantes est transféré au sol par l'intermédiaire de la matière végétale morte y compris les racines et les feuilles mortes. Cette matière organique morte est un substrat que les microorganismes du sol décomposent en rejetant dans l'atmosphère du dioxyde de carbone ou du méthane en fonction de la disponibilité de l'oxygène dans le sol. Le carbone organique du sol peut également être oxydé par combustion et renvoyé dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone. Certains composés carbonés sont facilement digérés et respirés par les microorganismes résultant en un temps de séjour relativement court. D'autres, comme la lignine, l'acide humique ou des substrats encapsulés dans les agrégats du sol, sont très difficiles à digérer par la biomasse et ont des temps de séjour très longs. Le carbone organique du sol améliore les propriétés physiques du sol. Il augmente la capacité d'échange cationique (CEC) et la capacité de rétention d'eau et contribue à la stabilité structurale des sols argileux en aidant à relier les particules en agrégats. La matière organique du sol, dont le

carbone est un élément majeur, contient une grande proportion de nutriments, des cations et des oligo-éléments qui sont importants pour la croissance des plantes. Le carbone organique empêche le lessivage des nutriments et fait partie intégrante des acides organiques qui rendent les minéraux assimilables par les plantes. Il atténue également les fortes variations de pH du sol. Il est largement admis que la teneur en carbone organique du sol est un facteur majeur de son état de santé général ; c'est une partie importante du cycle du carbone et un facteur majeur dans l'atténuation des effets du changement climatique. (Nyle & Richard, 2020)

1.6.2.4. Azote du sol

L'azote est l'élément le plus important prélevé par les plantes dans le sol et c'est un goulot d'étranglement pour la croissance des plantes. Les plantes peuvent utiliser l'azote soit sous forme de cations ammonium (NH_4^+), ou d'anions nitrate (NO_3^-). L'azote est rarement absent dans le sol, mais il est souvent sous la forme de matière organique brute qui ne peut être utilisée directement.

L'azote gazeux est également disponible sous différentes formes dans le sol, même si ces quantités sont très petites et difficiles à détecter comme l'oxyde nitreux (N_2O), l'oxyde nitrique (NO), le dioxyde d'azote (NO_2), l'ammoniac (NH_3) et l'azote moléculaire (N_2) présent dans l'air se trouvant dans le sol. (Nyle & Richard, 2020)

1.6.2.5. Teneur en carbonate de calcium

Le carbonate de calcium CaCO_3 est un sel qui n'est pas très soluble ; il se trouve sous diverses formes et concentrations dans le sol. Le carbonate de calcium en quantité modérée est favorable pour la structure du sol et il est souvent utilisé pour corriger le pH des sols acides, mais, lorsque le niveau de calcium dans le sol est supérieur à la capacité du sol à l'absorber, il se lie avec d'autres éléments et forme des composés insolubles que les plantes ont des difficultés à absorber. Des quantités excessives de calcium peuvent restreindre la disponibilité du phosphore, du bore et de fer pour les plantes. (Nyle & Richard, 2020)

1.7. Les types d'étude de la matière organique

L'étude de la matière organique comprend deux étapes :

- La séparation de la matière organiques libre qui est l'état de débris organique ; de la matière organique liée à la fraction argile ou cation métalliques (Ca^{++} , Fe^{3+} ...).
- Le fractionnement chimique des complexes constituant l'humus : acides fulviques, acides humiques, humine.

A chacune de ces étapes correspondent des méthodes définies.

1.7.1. Méthodes de séparation matière organique libre, matière organique liée.

1.7.1.1. Fractionnement physique par méthode densimétrique Selon DUCHAUFOR-JACQUIN 1966

Cette méthode utilise comme principe la différence de densité qui existe entre les débris organique (végétaux ou animaux) décomposable ou résistants qui sont légers et les constituants organiques décomposés et humifiées liés aux complexes organo-minéraux libres qui sont lourds.

La séparation se fait par une liqueur de densité supérieure à la fraction organique lourde. On utilise généralement le mélange bromoforme alcool de densité 1.8 à 2.

1.7.1.2. Séparation par tamisage dans l'eau selon BRUCKET 1980

Cette méthode consiste à fragmenter les agrégats en milieux aqueux par un traitement mécanique de faible intensité consistant en une agitation mécanique en présence de billes d'agate dont le nombre et l'action en fonction du temps d'agitation sont bien déterminés.

1.7.2. Méthodes de fractionnement chimique des composés organique

1.7.2.1.Méthode DABIN

Cette méthode semble être adaptée aux sols calcaires car on utilise l'acide phosphorique qui permet une certaine décalcification et donc permet de libérer la matière organique susceptible d'être enrobée par le carbonate de calcium.

2. Sol alluvial

2.1.Définition

Un sol alluvial est un type de sol formé par le dépôt de sédiments par l'eau. Ces sédiments peuvent être de nature variée, tels que du sable, de l'argile, du limon ou des galets.

Les sols alluviaux se forment généralement dans les zones inondables, telles que les plaines alluviales, les deltas et les plages. Ils peuvent également se former dans les zones où les eaux souterraines sont proches de la surface.

Les sols alluviaux sont souvent très fertiles, car ils contiennent une grande quantité de matière organique. Ils sont également bien drainés, ce qui les rend idéaux pour la culture de nombreuses plantes.

Les sols alluviaux peuvent avoir une texture variée, en fonction de la nature des sédiments qui les ont formés. Les sols alluviaux les plus courants sont les limons, les argiles et les sables, avec une couleur claire, en raison de leur teneur élevée en sédiments minéraux. Ils sont souvent bien structurés, avec une bonne aération et une bonne rétention d'eau. (Raymond R & Nyckle C, 2016)

2.2. Formation et types de sols alluviaux

Les sols alluviaux se forment lorsque des sédiments sont déposés par l'eau courante, tels que les rivières, les fleuves, les torrents et les glaciers. Ces sédiments peuvent être de nature variée, tels que du sable, de l'argile, du limon, des galets ou des graviers.

La formation des sols alluviaux est influencée par le type d'eau courante, la vitesse de l'eau et le relief

En fonction de la nature des sédiments qui les ont formés, on distingue trois principaux types de sols alluviaux :

- Les sols limoneux : ces sols sont constitués principalement de limon, un sédiment fin et argileux. Ils sont généralement bien drainés et fertiles.
- Les sols argileux : ces sols sont constitués principalement d'argile, un sédiment fin et collant. Ils sont généralement moins bien drainés que les sols limoneux et peuvent être plus difficiles à cultiver.
- Les sols sableux : ces sols sont constitués principalement de sable, un sédiment grossier et drainant. Ils sont généralement moins fertiles que les sols limoneux ou argileux. (Henri & Jean, 2001)

2.3. Propriétés physico-chimiques

Les sols alluviaux présentent des propriétés physico-chimiques qui les rendent uniques et propices à la culture.

- Texture : les sols alluviaux peuvent avoir une texture variée, en fonction de la nature des sédiments qui les ont formés. Les sols alluviaux les plus courants sont les limons, les argiles et les sables.

- Couleur : les sols alluviaux sont généralement de couleur claire, en raison de leur teneur élevée en sédiments minéraux.

- Structure : les sols alluviaux sont souvent bien structurés, avec une bonne aération et une bonne rétention d'eau.
- Fertilité : les sols alluviaux sont souvent très fertiles, car ils contiennent une grande quantité de matière organique.
- Drainage : les sols alluviaux sont généralement bien drainés, ce qui les rend idéaux pour la culture de nombreuses plantes.
- pH : les sols alluviaux peuvent avoir un pH varié, en fonction de la nature des sédiments qui les ont formés. Cependant, ils sont généralement légèrement alcalins.
- Teneur en matière organique : les sols alluviaux contiennent généralement une teneur élevée en matière organique, qui est un élément essentiel à la fertilité des sols. (Nyle & Raymond , 2016)
-

2.4.Utilisation en agriculture

Les sols alluviaux sont importants pour l'agriculture, car ils sont capables de produire de grandes quantités de nourriture. Ils sont bien drainés, fertiles et faciles à cultiver.



CHAPITRE II : ***MILIEU PHYSIQUE***

Chapitre II : Cadre physique

2.1. Situation géographique :

La zone d'étude est située au sud de la ville de M'sila, elle appartient à la commune de Mezrir qui s'étend dans la plaine de M'sila partie basse de la cuvette endoréique du bassin du Hodna.

Notre site d'étude a été implanté dans un sol naturel de la zone de Mezrir voir figure(01)

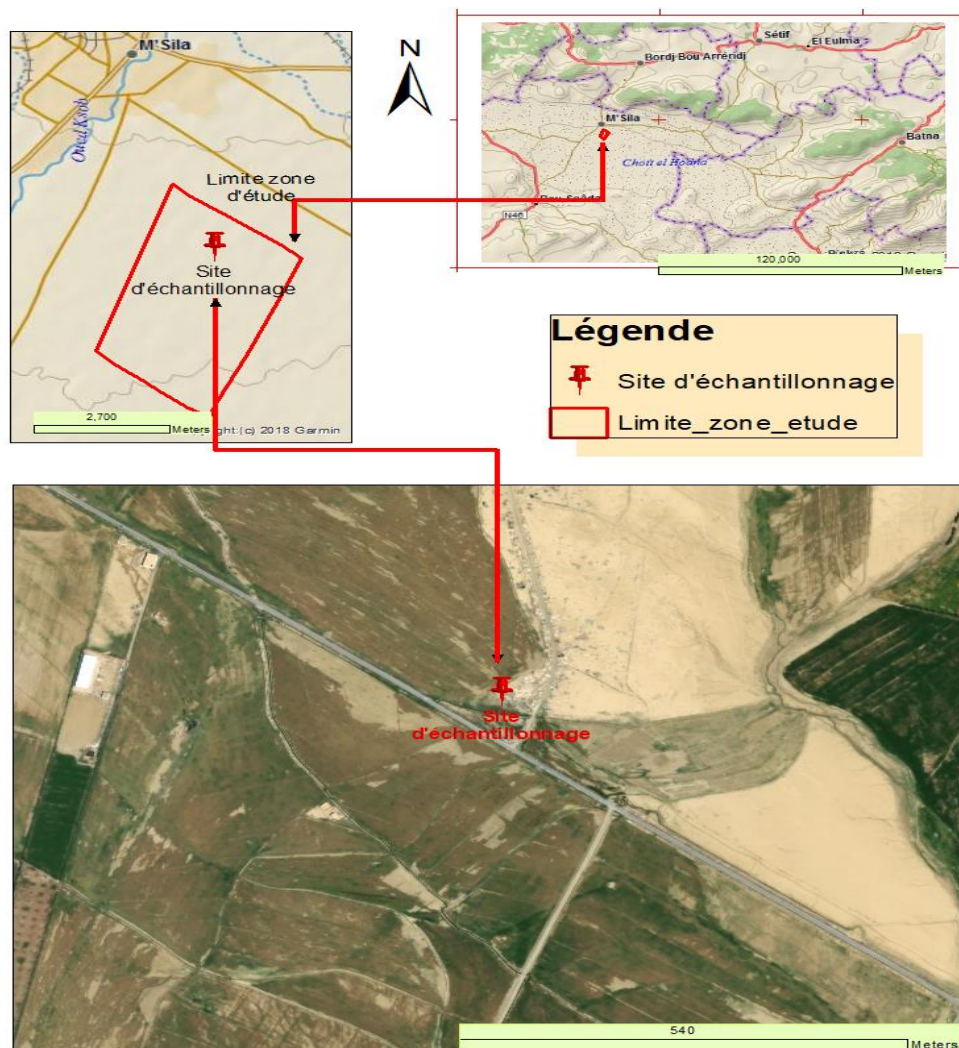


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude (source carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>)

2.2. Les caractéristiques physiques :

2.2.1. Hydrologie

Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique caractérisé par une forte irrégularité. La zone d'étude située dans la commune de Mezrir est longée par des cours d'eau intermittents comme oued M'sila et oued Attia. Voir figure(02)

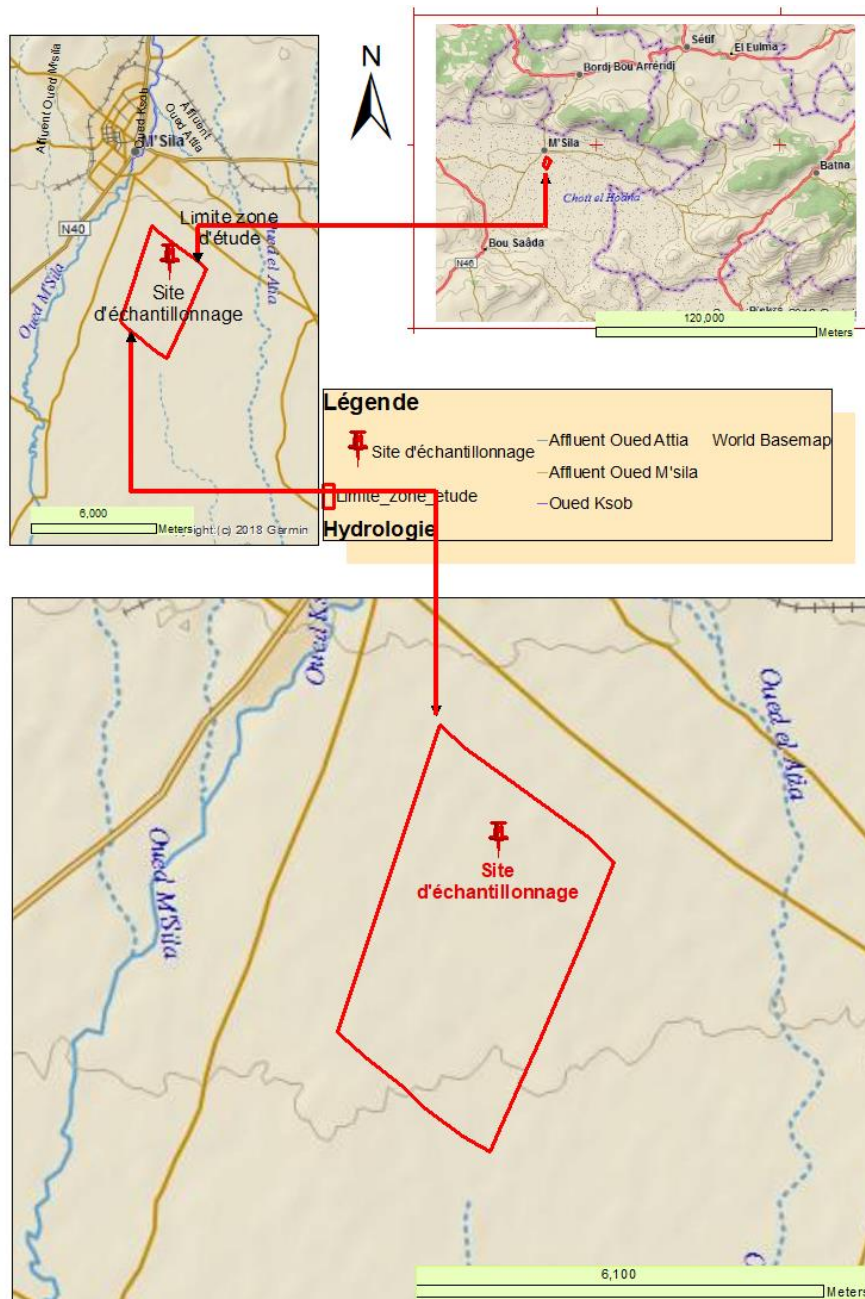


Figure 2: Hydrologie de la zone d'étude. (Source carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>)



2.2.2. Géologie

La région de Hodna appartient selon (GUIRARD, 1973) à un domaine dit pré atlasique, le bassin de Hodna est situé au croisement de système structural très déférent : L'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud, elle présente les formations suivantes :

Le secondaire

- a. Trias : présente une lithologie composée de marnes et sels
- b. Jurassique : n'affleure qu'à la faveur d'accidents majeurs dans la partie orientale des monts des Hodna, Il est caractérisé par la présence de calcaire.
- c. Crétacé : il forme par des bains de marnes et de grés avec interaction de calcaire.

Le tertiaire

- a. Eocène : les formations paléogènes affleurent en bandes plus ou moins parallèle sur le plan méridional des monts du hodna. il est présente par des grés rouges, des arilles varices, des calcaires et des conglomérats.
- b. Oligocène continentale : il est forme par des conglomérats, des grés fins friables et des marnes rougeâtres.
- c. Miocène : il est constitué d'une alternance de marnes gypseuse avec des grés et calcaire.

Le quaternaire

Est présent par d'anciennes alluvions et des sédiments fins. Nos sites font partie du quaternaire voir figure (03)

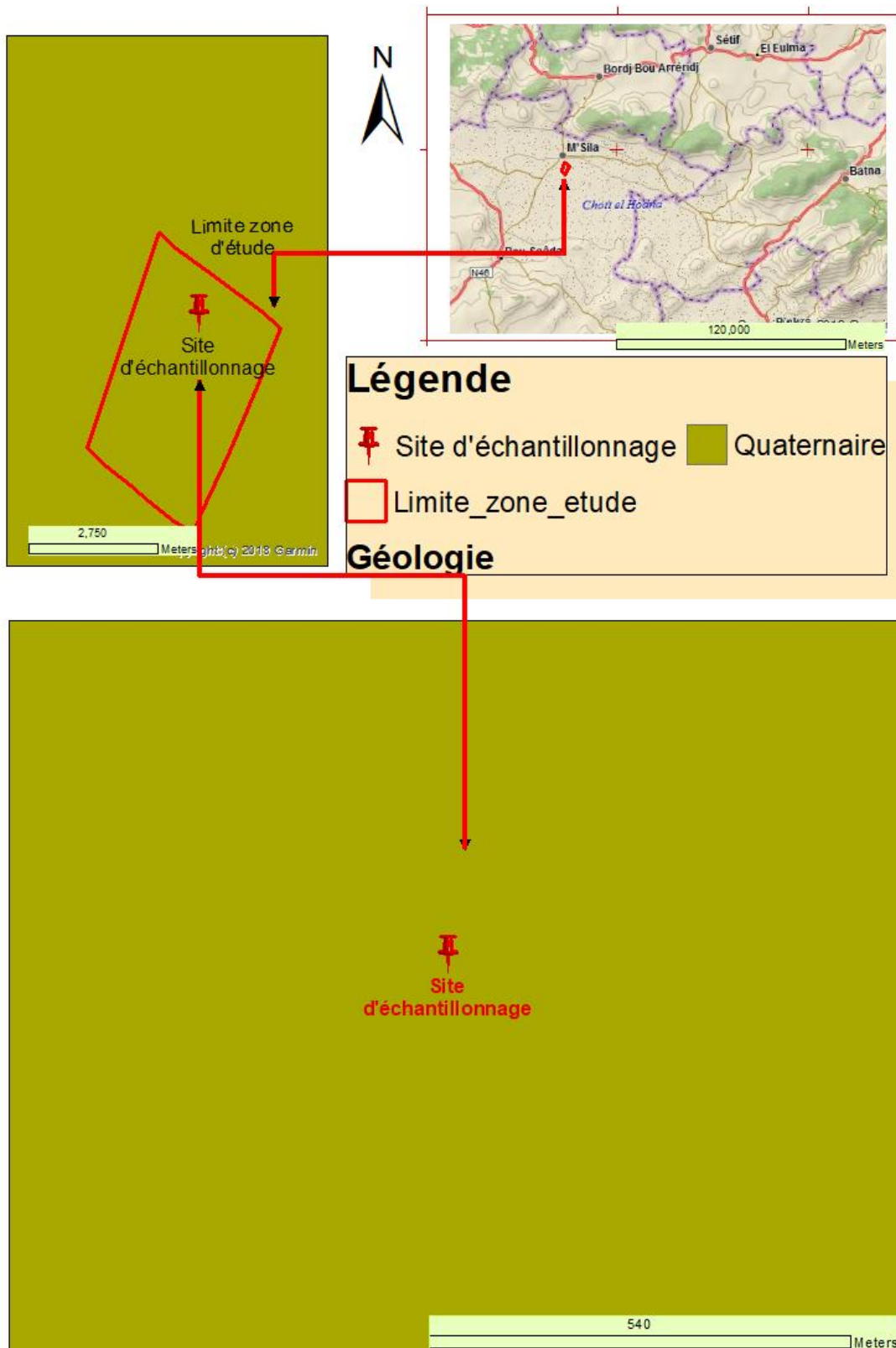


Figure 3: La géologie de la zone d'étude. (Source : extrait de la carte géologique de l'Algérie 1/500000. (FLANDRIN, 1952) Carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>)



2.2.3. La pédologie

La zone d'étude fait partie de plaine du Hodna, elle-même occupent la partie basse de la cuvette endoréique du Hodna sur le plan pédologique on remarque la présence du plusieurs type de sol à savoir, les sols calcimagnésiques, sols isohimiques, sol gypseux, sol halomorphe, sols minéraux bruts, et enfin sol peu évolués alluviaux.

Notre zone d'étude et occupé par la dernière classe.

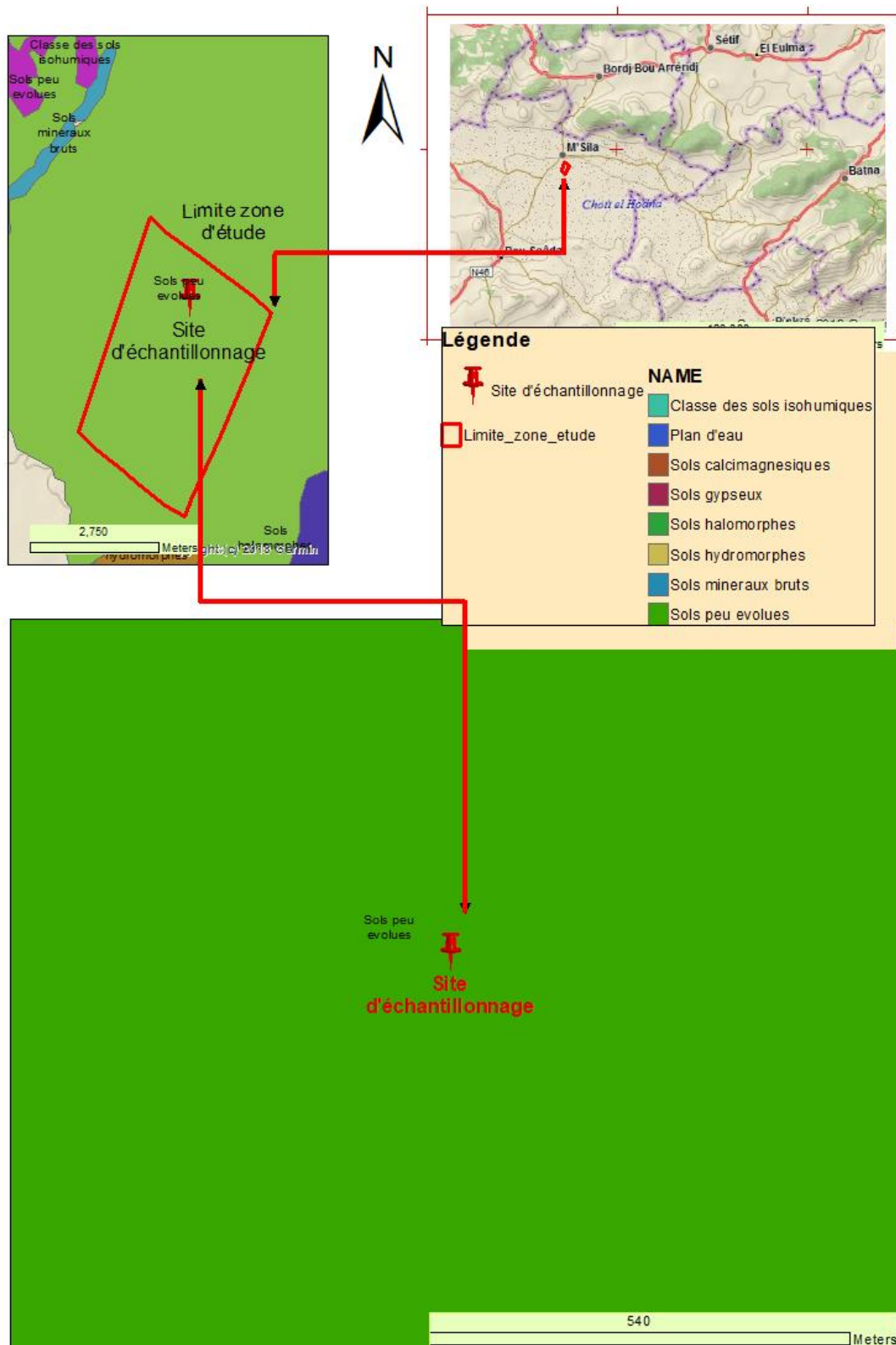


Figure 4: La pédologie de la zone d'étude source extrait des cartes pédologiques ; Pédologie1 (BOYADGIEV, 1975) .carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>



2.3. Climat

Dans cette étude, on tendra de procéder à des calculs à partir des données météorologiques disponibles. Le Hodna est caractérisé par des conditions climatiques sévères un été chaud et sec, un hiver et des saisons intermédiaires troublés par le passage sur la méditerranée et plus rarement sur le Sahara du nord, de perturbations cycloniques donnant un régime des vents variables et quelque fois des pluies (MIMOUNE, 1995) Les principaux éléments du climat (pluies , température , vent ...) sont étudiés sur la base des données récoltées auprès de la station météorologique de M'sila (2006-2016).

2.3.1. La précipitation

On distingue sous le terme général de pluviomètre la quantité totale de précipitation reçue par unité de surface et unité de temps. Il constitue un facteur écologique d'importance fondamentale. (RAMADE, 2003) Sur la région d'El - Hodna, on relève un gradient de 40mm pour 100mm la partie Nord et un gradient de 20mm pour la partie Sud (Djebaili, 1984).

Les précipitations pour la station météorologique de M'sila s'étale sur la période allant de 2006 à 2016. La variation interannuelle des précipitations est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1: Moyenne annuelle des précipitation mensuelles (mm).

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Total
Station météorologique de M'sila (2006-2016) 441m													
	12,90	16,00	14,00	31,67	16,55	9,00	6,89	5,50	21,27	23,50	15,10	16,11	188,49

Les quantités pluviométriques sont réparties d'une manière hétérogène où la période pluvieuse s'étend de septembre jusqu'à Mai.

Afin de connaître la quantité de précipitation aux différentes phases de développement de la végétation, nous avons calculé le pourcentage des précipitations de chaque saison par rapport au total annuel.

2.3.2. La température

La température représente a un facteur limitant de premier important car elle conditionnée la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (RAMADE, 2003)

L'étude de la variation de la température dans le temps a une grande importance dans l'évolution de la matière organique des faits qu'elle constitue le paramètre principal qui conduction le phénomène de dégradation de la matière organique, autrement dit, elle a une grande influence sur le bilan humique. Elle intervenait aussi dans la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère.

Les températures moyennes minimales et maximales (2006-2016). Sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau 2: Les températures moyen minimales et maximales (°C).

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
Station météorologique de M'sila (2006-2016) à 441 m d'altitude													
T.min	-1.55	-1.76	0.55	4.60	9.01	14.22	19.21	19.77	14.05	8.71	3.17	-0.59	12.9
T.max	19.79	21.68	27.72	32.16	36.80	40.91	43.70	43.08	38.26	33.64	24.65	19.58	25.6
M+m/2	8.7	10.30	13.90	16.80	22.00	27.80	31.60	31.00	25.70	20.20	13.50	9.40	19.2

2.4. Les autres facteurs climatiques

Le vent

Le vent est un phénomène continuels au désert ou il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce à la particule sableuse qu'il transporte (RAMADE, 2003).

Les vents dominants qui soufflent dans la région de M'sila sont :

Le vent d'ouest, dit dhahraoui est pluvieux, il est fréquent en automne, en hiver et au printemps. Le vent du Nord (N) ; est dit Bahri est moins fréquent, il est froid et sec. Les vents à directions variable (Var), qui souffle surtout pendant les saisons sèches. Le siroco : vent chaud et sec, souffle général du sud, il entrave le développement des cultures il constitue la cause du

faible tapis végétal dans la wilaya de m'sila pour ce que les vents chauds et secs accentuent le dessèchement des substrats et limite l'installation de la végétation (RAMADE, 2003)

Les vents du Nord sont fréquents pendant l'hiver, alors que ceux du Nord - est bien repartis toute l'année accèdent facilement dans la cuvette du Hodna par la vallée de l'oued Barika. Ceux du sud n'atteignent le Hodna qu'en été, période durant laquelle ils soufflent avec des rafales brûlantes.

Les vents soufflent à leurs maximums pendant le mois d'octobre avec 3,69 m / s. le Sirocco qui sévie à partir du printemps accroît le déficit hydrique des cultures.

L'humidité

L'humidité relative moyenne mensuelle prend une valeur de 35 % au mois de juillet qui est considéré comme le mois le plus sec alors que le plus humide est décembre avec une valeur de 75,62

2.5. Synthèse climatique

Nous avons retenu les paramètres les plus importants, la température, les précipitations le vent pour définir le type du climat de notre région d'étude.

2.5.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année. Les mois sont portés en abscisses, et on ordonne les précipitations (P) et les températures (T), avec $P = 2T$

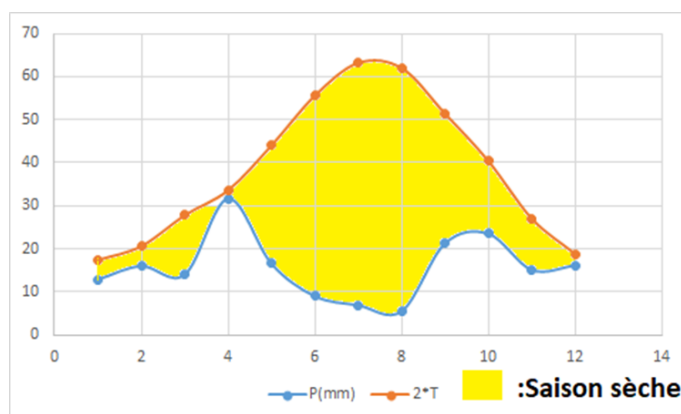


Figure 5: diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gausson de la station de M'sila (2006-2016)

La figure porte sur le diagramme ombrothermique de la région d'étude établi à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de



10 ans. Une période est considérée sèche lorsque la courbe de pluviosité se trouve en dessous de la courbe de température

Il s'agit le plus souvent d'une saison sèche estivale. Dans notre cas la saison sèche est longue de 10 mois elle s'étale donc presque sur toute de l'année.

2.5.3. Climagramme d'Emberger

Le Climagramme d'Emberger permet de limiter les étages bioclimatiques et de placer une station dans l'un des étages d'Emberger (humide, subhumide, semi - aride, aride et saharien). Le quotient pluviothermique s'écrit : $Q2 = 3,43 \times p / (M - m)$

- Q2 : Le quotient pluviothermique.
- P : précipitations moyennes annuelles en mm.
- M : moyenne des températures maximales du mois le plus Chaud en kelvin ($^{\circ}C + 273+2$).
- m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid kelvin.

Ce quotient croit avec les hauteurs des précipitations, mais décroît avec les amplitudes thermiques annuelles, c'est - à - dire les différences entre le mois le plus chauds et les mois le plus froids.

La valeur de ce quotient est $Q2(441) = 14,22$, donc connaissant la moyenne de température minimales du mois le plus froid ($m(441) = -1,55^{\circ}C$)

Tableau 3: Valeurs du quotient pluviothermique Entrer Dans le cas de M'sila

Données	P (mm)	m(°C)	M(°C)	M-m(°C)	Q2	Etage Bioclimatique
station 441	<u>188,49</u>	271,39	316,85	45,46	14,22	aride inferieure

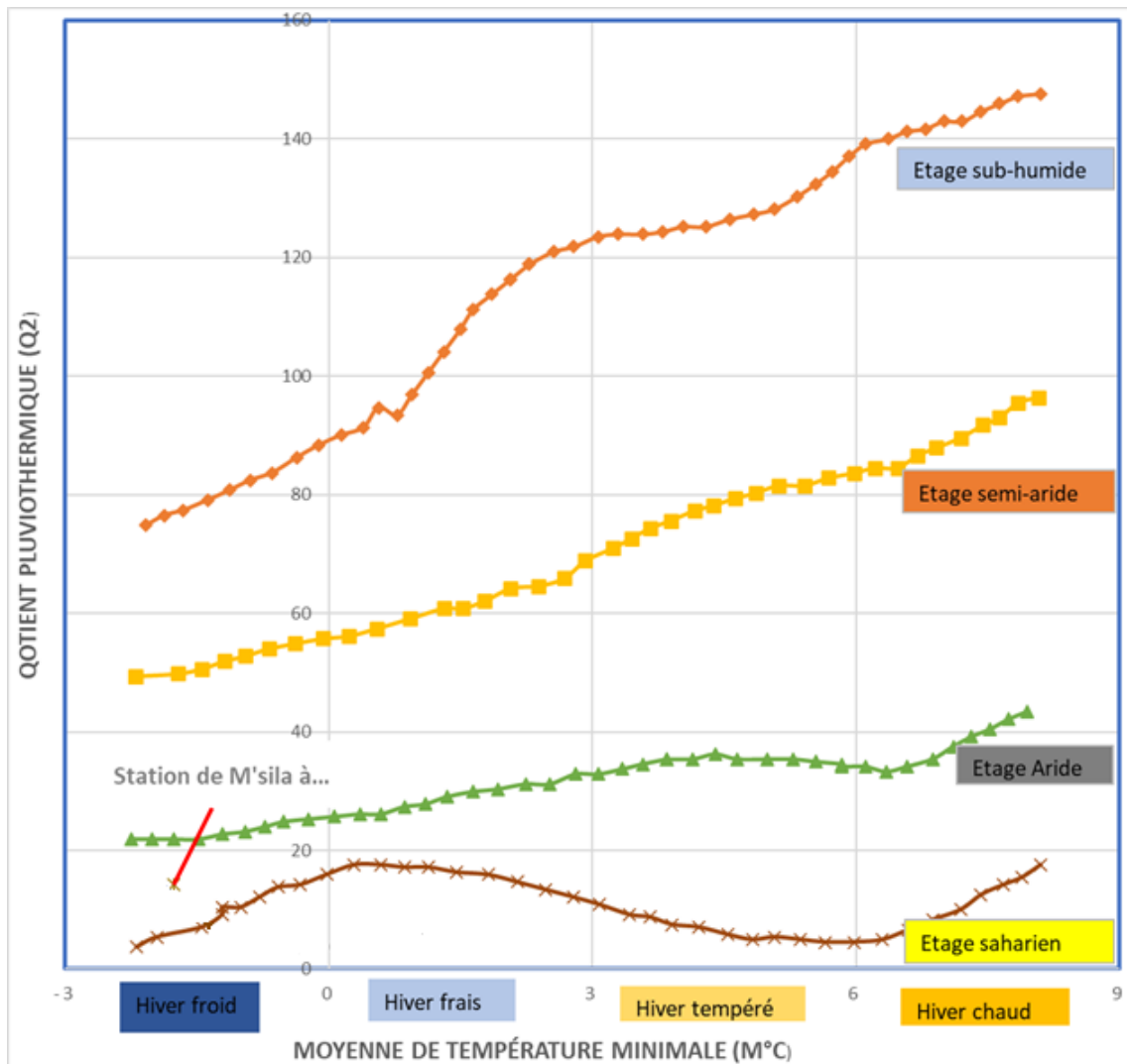


Figure 6: Climagramme d'Emberger et représentation de la zone d'étude 2006-2016

CHAPITRE III :
MATERIEL ET
METHODES

CHAPITRE III : Matériel et méthodes**3.1. Matériel**

L'objet de l'étude est un sol naturel colonisé par une végétation halophyte et présentant une texture fine qui caractérise la classe des sols peu évolués alluviaux.

3.2. Méthode**3.2.1. Choix de la zone d'étude**

Le choix de la zone d'étude est guidé par la présence de sols naturels (non cultivés) afin de caractériser la matière organique, dans les conditions du milieu (aridité).

Au second lieu on cherche l'accessibilité et la disponibilité des données concernant le site.

3.2.2. Méthode d'échantillonnage

Le sol est échantillonné à la tarière sur deux niveaux de profondeur 00-20cm et 20-40cm sur une superficie de 20m² selon les diagonales. Trois échantillons sont mélangés et homogénéisés pour former deux échantillons qui représentent l'horizon 1 et l'horizon 2.

3.2.3. Méthode d'analyse physique et chimique des sols

Les échantillons ont été séchés à l'air, à la température ambiante. Les sols séchés ont ensuite été broyés et tamisés à 2 mm. Le tamisât représente la terre fine qui va subir les analyses ultérieures. Le refus constitue les éléments grossiers, il est pesé pour être exprimé en pourcent du poids total de l'échantillon de terre.

3.2.4. Séparation granulométrique des échantillons

L'échantillon des sols est tamisé à 200 μ pour obtenir :

- ❖ La fraction supérieure à 200 μ m
- ❖ La fraction inférieure 200 μ m
- ❖ Les deux fractions et l'échantillon entier vont subir les analyses dont le dosage de carbone organique et le dosage de l'azote total.

3.2.5. Dosage du carbone organique (Walkly et Black)

La technique d'attaque consiste en une oxydation de la matière organique à chaud (135°) au bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. Le reliquat de dichromate est titré par le permanganate de potassium. (Robert, 1950)

3.2.6. Dosage d'azote total

L'échantillon est minéralisé en milieu acide sulfurique en présence de catalyseur (sulfate de fer et de cuivre, sélénium), Dans ces conditions l'azote total est libéré sous forme d'ammonium.

L'ammonium est ensuite distillé puis fixé dans l'acide borique ou il est dosé quantitativement par l'acide sulfurique en présence d'indicateur ou de pHmètre

3.2.7. La conductivité électrique

Elle représente la quantité des sels solubles dans la solution du sol, on mesure la conductivité électrique par un conductimètre dans une suspension (sol/eau de 1/5).

3.2.8. pH

Le pH est l'abréviation du potentiel hydrogène qui est un paramètre servant à définir si un milieu est acide ou basique. Par mesure de pH on peut distinguer entre :

- Acidité actuelle ou pH eau
- Acidité totale ou pH KCl

Le pH eau, pH kCl est mesuré par voie électro métrique sur une suspension aqueuse dont le rapport sol /eau (respectivement : sol /solution KCl N) = (1/2,5).

3.2.9. Calcaire totale

Dans cette étude nous avons retenu la méthode volumétrique nommée aussi la méthode « Calcimètre de Bernard ». Elle est basée sur la mesure du volume de CO₂ dégagé suite à l'action d'un excès d'acide chlorhydrique (HCL) sur un poids connu d'un échantillon de sol.

3.2.10. Calcaire actif (Drouineau Gouny)

On agite la terre avec une quantité connue d'oxalate d'ammonium N/5. On filtre. On titre au permanganate cette solution avant et après son contact avec la terre. La différence entre les deux titrages correspond à la quantité de calcium du carbonate ayant réagi sur l'oxalate d'ammonium. (Jean, Pierre , & Jean, 2012)

3.3. Méthode d'analyse statistique

Les analyses statistiques effectuées sont les statistiques descriptives (moyen, écart type), les analyses de la variance et analyse des corrélations. Elles sont effectuées par Statistica, 12.0.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATION

Chapitre IV : Résultats et discussion

4. Les résultats globaux

Les résultats des analyses pédologiques des facteurs étudiés figurent dans le tableau (04) qui montrent les valeurs minimales, maximales, moyennes et écart type de chaque paramètre.

Tableau 4: Statistique descriptives

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet5)				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
pH	6	8.17750	8.04200	8.34300	0.118113
pH_KCL	6	7.68217	7.63500	7.77500	0.049906
CE	6	1.91817	1.03600	2.91000	0.941151
Calcaire_T	6	34.82143	33.21429	36.42857	1.123724
Calcaire_A	6	13.58333	10.50000	17.00000	2.634704
Azote_total	6	0.04667	0.00000	0.11200	0.055059
Azote_inf	6	0.08400	0.00000	0.16800	0.058733
Azote_Sup	6	0.04667	0.00000	0.11200	0.042155
Carbone_Or	6	0.76700	0.09750	1.54050	0.521007
Carbone_Inf	6	0.54275	0.05850	1.05300	0.455051
Carbone_Sup	6	0.49075	0.05850	1.03350	0.440789

4.2. Analyse de la variance

L'analyse de la variance des différents paramètres vis-à-vis de l'horizon à montre les différences significatives avec les paramètres carbone organique, carbone (supérieur à 200µ), carbone (inférieur à 200µ), azote (inférieur à 200µ), calcaire actif, conductivité électrique et pH_{eau}. Pour les autres paramètres la différence n'est pas significative voir tableau(05)

Tableau 5: Analyse de la variance vis avis de l'horizon (niveau de profondeur)

	SC	ddl	MC	F	Seuil α
pH	0.0551	1	0.0551	15.0	0.017857
CE	4.31971	1	4.31971	158.3598	0.000230
Calcaire Actif	30.375	1	30.375	28.038	0.006107
Azote_inf	0.013067	1	0.013067	12.50000	0.024110
Carbone_Organique	0.943273	1	0.943273	9.11451	0.039201
Carbone (<200um)	0.990234	1	0.990234	87.7809	0.000723
Carbone (>200um)	0.927873	1	0.927873	85.1221	0.000767
Azote (<200u)	0.013067	1	0.013067	12.50000	0.024110

4.2.2. Le carbone organique

Le carbone organique comporte trois paramètres, le carbone organique globale, celui de la fraction inférieure à 200µ (carbone inférieur) et celui de la fraction granulométrique supérieure à 200µ (carbone supérieur).

4.2.3. Le carbone organique globale

Les résultats montrent que l’horizon de surface et plus riche en carbone organique que l’horizon sous-jacent avec des valeurs de 1.16% et 0.37% respectivement. Voir tableau(06) et figure (07)

Tableau 6: Taux de carbone organique du sol en fonction de l’horizon

Cell No.	Horizon ; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=9.1145, p=.03920 Effective hypothesis decomposition					
	Horizon	Carbone_Or Mean (%)	Carbone_Or Std.Err.	Carbone_Or -95.00%	Carbone_Or +95.00%	N
1	1	1.163500	0.185734	0.647820	1.679180	3
2	2	0.370500	0.185734	-0.145180	0.886180	3

Selon (Pellerin, Bamière, Savini, & Rechauchère, 2021) le taux de carbone diminue avec la profondeur du sol et l’horizon de surface est le plus pourvue en carbone organique. Pour le taux de carbone il est inférieur à 1.2% ce qui peut être qualifié de faible (Ferber, 2020) dans le cas d’une conversion du sol en agriculture.

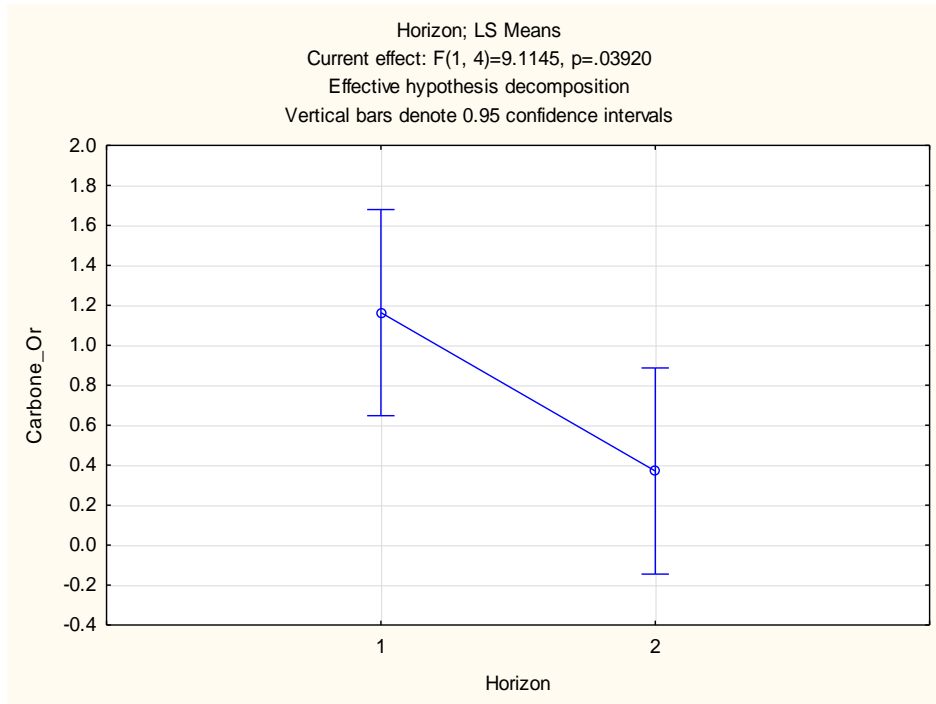


Figure 7: Taux de carbone organique en fonction de l'horizon

4.2.4. Le carbone organique inférieur à 200µ

Les valeurs de carbone inférieur à 200µ varient de l'horizon de surface à celui-ci-dessous avec des valeurs de 0.94% et 0.13% respectivement. Cette fraction représente près de 52% et 67% du carbone globale pour les horizons 1 et 2 respectivement. Voir le tableau (07) et la figure (08)

On remarque que cette fraction qui englobe la matière organique humifiée est dominante pour l'horizon 2 et de même proportion pour l'horizon de surface que la fraction grossière ($C > 200\mu$), indiquant une minéralisation plus importante pour l'horizon sous-jacent due probablement à une incorporation plus importante de matière organique fraîche pour l'horizon de surface et des conditions d'humidité plus favorable pour l'activité biologique pour l'horizon 2.

Tableau 7: Taux du carbone organique de la fraction inférieur à 200 um

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=87.781, p=.00072 Effective hypothesis decomposition						
Horizon		Carbone_Inf Mean (%)	Carbone_Inf Std.Err.	Carbone_Inf -95.00%	Carbone_Inf 95.00%	N
1	C<200um	0.949	0.061321	0.778746	1.119254	3
1	(C<200um/Cglob)*100	51.77				
2	C<200um	0.1365	0.061321	-0.033754	0.306754	3
2	(C<200um/Cglob)*100	66.67				

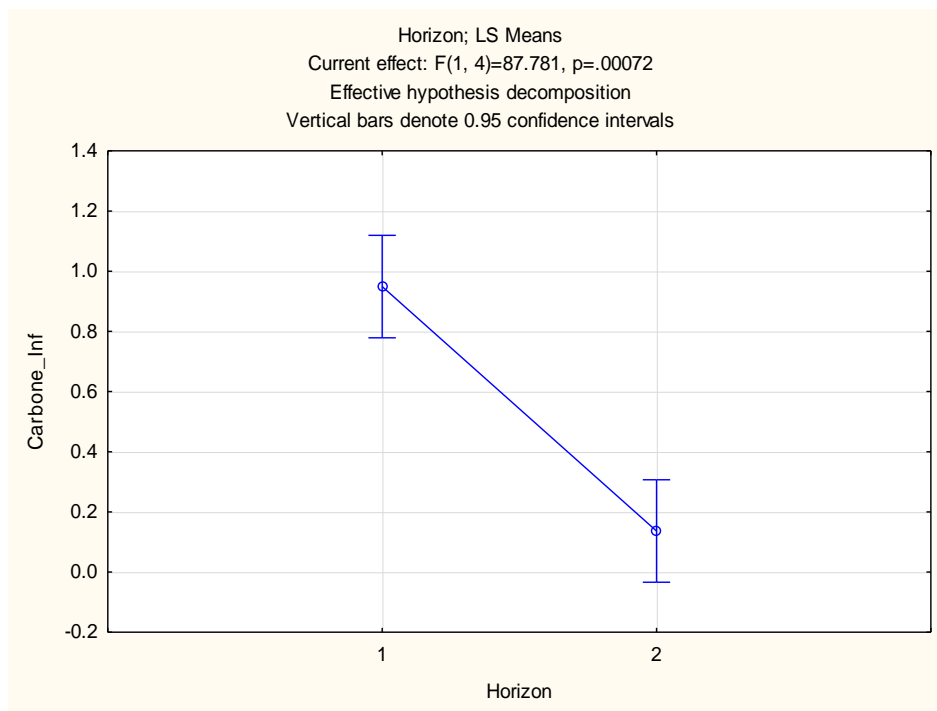


Figure 8: Taux du carbone organique de la fraction inférieur à 200 um

4.2.5. Le Carbone organique supérieur à 200um

Le taux de carbone organique de la fraction grossière (supérieur à 200um) est plus élevé en surface avec des valeurs de 0.88% et 0.06% pour les horizons 1 et 2 respectivement, ces valeurs rapporté au carbone global représente 48.22% et 33.33 voir tableau(08), et figure(09) donc les deux horizons sont moins pourvue en carbone organique de la fraction grossière. Les

faibles valeurs de l'horizon de profondeur sont peut-être dues à une incorporation plus faible pour celui-ci en matière organique fraîche.

Tableau 8: Taux du carbone organique de la fraction supérieur à 200 um

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=103.79, p=.00052 Effective hypothesis decomposition						
Horizon		Carbone_Sup Mean	Carbone_Sup Std.Err.	Carbone_Sup -95.00%	Carbone_Sup +95.00%	N
1	C>200um	0.884000	0.056619	0.726800	1.041200	3
1	(C>200u/Cglob)*100	48.226950				
2	C>200um	0.068250	0.056619	-0.088950	0.225450	3
2	(C>200u/Cglob)*100	33.333333				

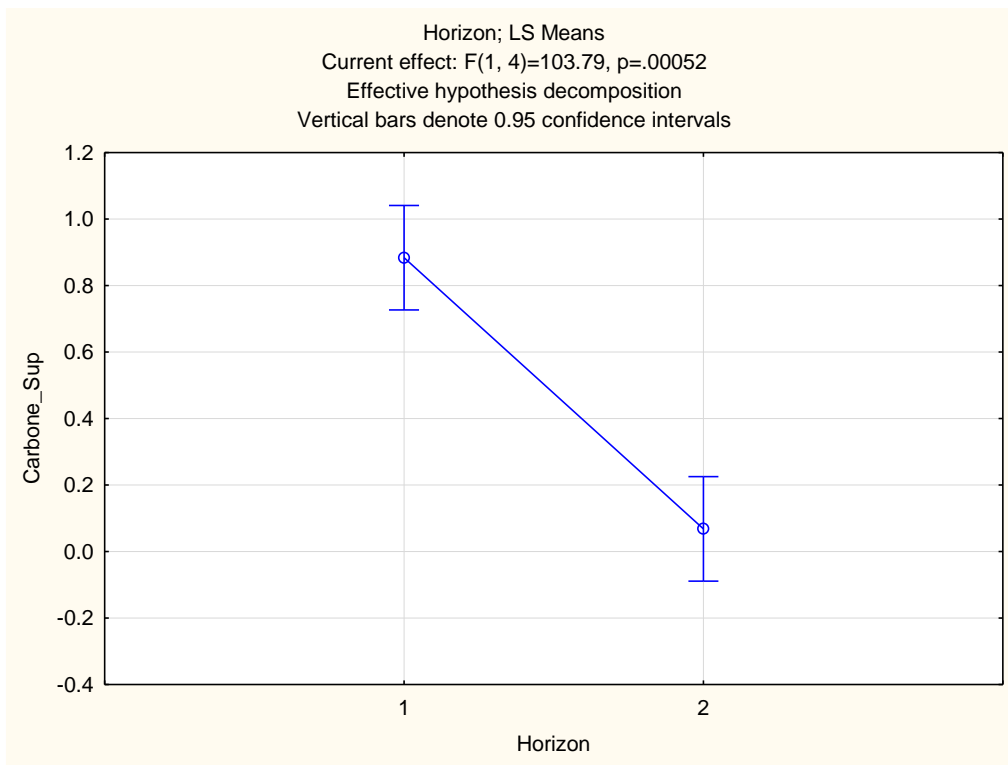


Figure 9: Taux du carbone organique de la fraction supérieur à 200 um

4.2.6. L'azote total

L'azote total comporte trois paramètres, l'azote globale, l'azote de la fraction inférieure à 200µ (Azote <200um) et celui de la fraction granulométrique supérieure à 200µ (Azote>200um).

4.2.7. L’azote global

L’azote total ne présente pas de différences significatives avec l’horizon donc les deux horizons seront représentés par la valeur moyenne, cette dernière est de 0.13 % avec un rapport C/N de 8.9 voir tableau (09), selon (Ferber, 2020) cette valeur appartient à la fourchette 8-12 considérée comme optimale avec un équilibre entre l’humification et la minéralisation.

Tableau 9: Azote total et rapport C/N

Cell No.	Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 3)=.78947, p=.43971 Effective hypothesis decomposition					
	Horizon	Azote_total Mean(%)	Azote_total Std.Err	Azote_total -95.00	Azote_total +95.00	N
-		0.12966667	0.04506565	0.00554526	0.25578808	5
C/N		8.9				

4.2.8. L’azote de la fraction inférieur à 200um

L’azote de la fraction inférieur à 200um présente des valeurs de 0.13% et 0.037% pour l’horizon 1 et l’horizon 2 respectivement ces valeurs sont plus faibles pour l’horizon 2 que celle de la fraction globale voir tableau (10) et figure (10)

Tableau 10: Azote totale de la fraction inférieur à 200um et rapport C/N

Cell No.	Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=12.500, p=.02411 Effective hypothesis decomposition						
	Horizon	Azote_inf Mean	Azote_inf Std.Err.	Azote_inf -95.00%	Azote_inf +95.00%	N	
1	1	N	0.130667	0.018667	0.078840	0.182494	3
		C/N	7.3	-	-	-	
2	2	N	0.037333	0.018667	-0.014494	0.089160	3
		C/N	3.66	-	-	-	

Les rapports C/N sont de 7.3 pour l’horizon1 et 3.66 pour l’horizon2 ces valeur sont inférieur à 8 qui selon (Ferber, 2020) favorise la minéralisation du stock organique au détriment de l’humification ce qui conduit à une diminution rapide de celui-ci en cas de mise en culture.

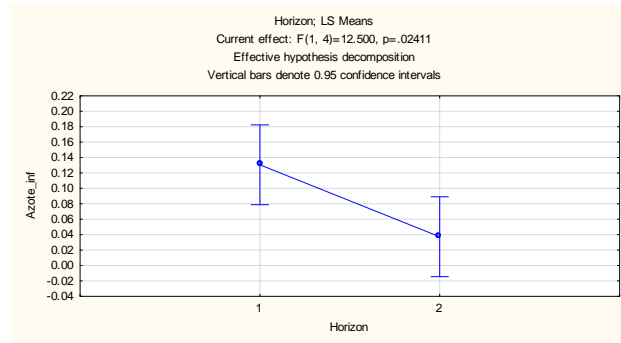


Figure 10: Azote total de la fraction inférieure à 200um

4.2.9. L’azote de la fraction supérieur à 200um

L’azote total de la fraction grossière a une valeur de 0.09333 % légèrement supérieur à celui de la fraction plus fine (<200um) et un rapport C/N de 9.47 qui selon (Ferber, 2020) peut être considéré comme optimale car situé entre 8 et 12 voir tableau(11)

Tableau 11: L’azote total de la fraction supérieur et rapport C/N

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=.25000, p=.64333 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Horizon	Azote_Sup	Azote_Sup	Azote_Sup	Azote_Sup	N
		Mean	Std.Err.	-95.00%	95.00%	
		0.093333	0.052798	-0.053255	0.239922	6
	C/N	9.47				

4.2.10. Le calcaire actif

Les valeurs de calcaire actif sont plus importantes dans l’horizon de la surface avec 15.83 que l’horizon sous-jacent avec 11.33. Voir le tableau (12) et figure (11)

Ces valeurs sont supérieures à 10 qui selon (WikiAurée, 2016) le risque de chlorose est élevé il s’oppose à l’assimilation de certain éléments nutritifs dont le phosphore et le fer.

Pour le calcaire total il dépasse les 34% donc situé entre 25% et 50% (WikiAurée, 2016) ceci qualifie notre sol comme étant fortement calcaire.

Tableau 12: Le calcaire actif

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=28.038, p=.00611						
Cell No.	Horizon	Effective hypothesis decomposition				N
		Calcaire_A Mean (%)	Calcaire_A Std.Err.	Calcaire_A -95.00%	Calcaire_A +95.00%	
1	1	15.83333	0.600925	14.16490	17.50177	3
2	2	11.33333	0.600925	9.66490	13.00177	3

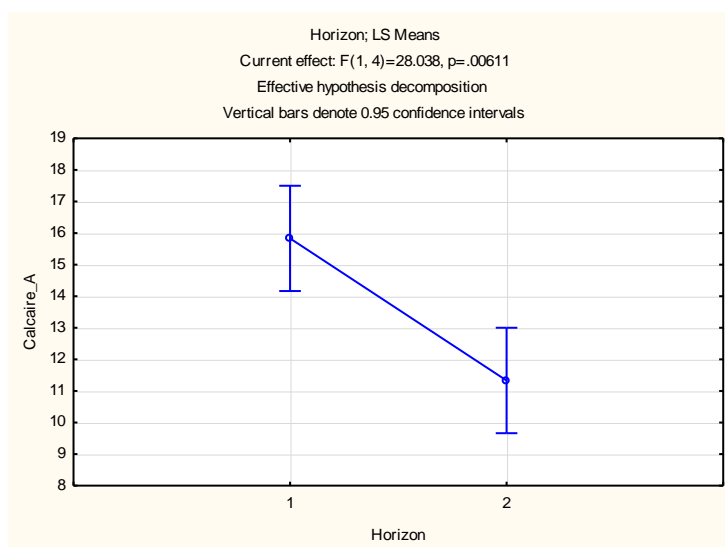


Figure 11: Le calcaire actif

4.2.11. La conductivité électrique CE

La conductivité électrique du sol mesure la concentration en électrolyte de la solution du sol, nos valeurs sont de 1.07 mMhos/cm pour l'horizon1 et 2.76 mMhos/cm pour l'horizon2 voir tableau(13) et figure (12). Selon (Durand, 1983) l'horizon 1 appartient à la classe salée (1 à 2 mMhos/cm) et l'horizon2 à la classe très salée (2 à 4 mMhos/cm).

Tableau 13: Conductivité électrique de l'extrait 1/5

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=158.36, p=.00023 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Horizon	Effective hypothesis decomposition				N
		CE Mean	CE Std.Err.	CE -95.00%	CE +95.00%	
1	1	1.069667	0.095355	0.804918	1.334415	3
2	2	2.766667	0.095355	2.501918	3.031415	3

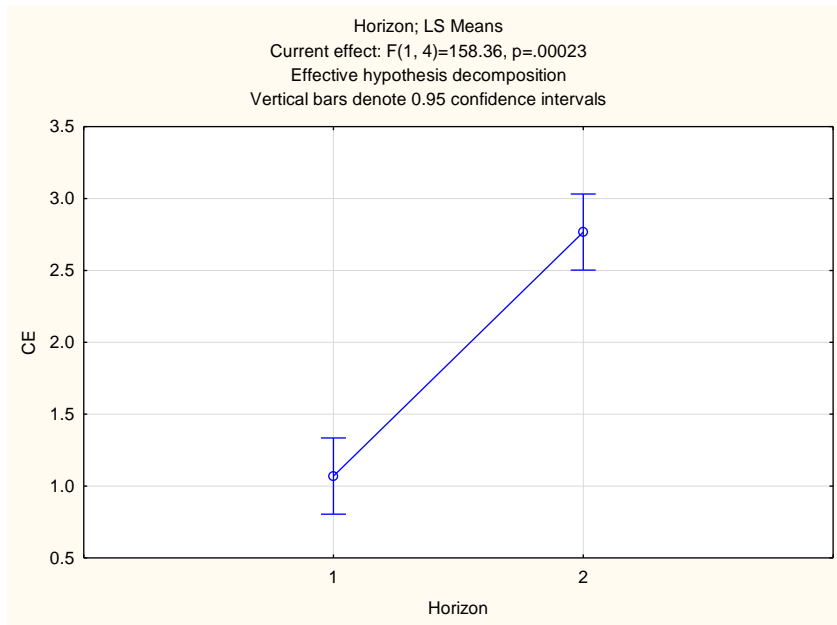


Figure 12: Conductivité électrique de l'extrait 1/5

4.2.12. Le pH_{eau}

Le pH ou réaction du sol varie de 8.08 pour l'horizon 2 et 8.27 pour l'horizon 1. Selon (Aquaportail, 2019) ces valeurs sont situées entre 7.9 et 8.4 voir tableau (14) et figure(13) avec un qualificatif de Modérément alcalin.

Tableau 14: Le pH_{eau} du sol

Horizon; LS Means (Analyse pedologique.sta) Current effect: F(1, 4)=15.046, p=.01786 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Horizon	pH Mean	pH Std.Err.	pH -95.00%	pH +95.00%	N
1	1	8.273333	0.034940	8.176325	8.370341	3
2	2	8.081667	0.034940	7.984659	8.178675	3

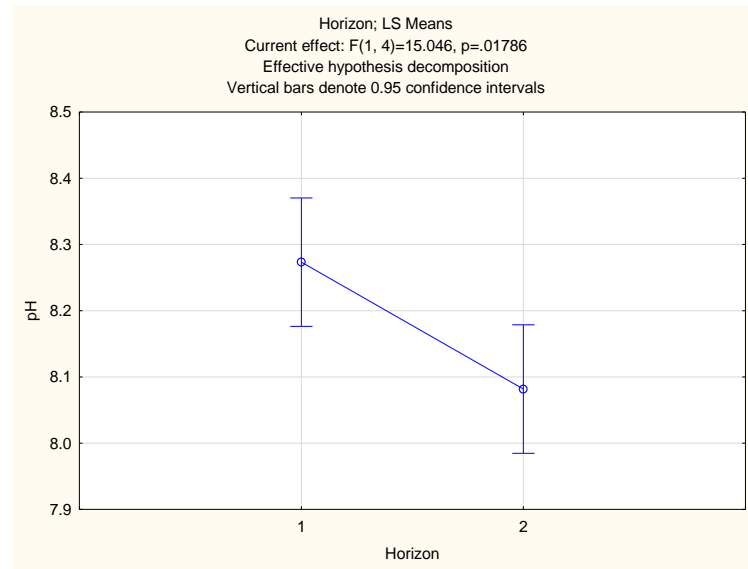


Figure 13: Le pH_{eau} du sol

4.3. Analyse des corrélations

L'analyse des corrélations entre les facteurs étudiés a révélée plusieurs régressions significatives à savoir voir tableau (15)

- Carbone organique avec conductivité électrique et carbone inférieur à 200 μ
- Carbone inférieur à 200 μ avec pH, conductivité électrique, calcaire actif, azote inférieur à 200 μ et carbone organique
- Azote inférieur à 200 μ avec conductivité électrique, calcaire totale, calcaire actif et Carbone supérieur
- La conductivité électrique avec pH, calcaire actif, azote inférieur à 200 μ et carbone organique

La conductivité électrique est en corrélation négative avec le carbone globale et celui des deux fractions étudiées ce qui montre clairement l'effet dépressif de la salinité sur les teneuses en carbone. Voir figure (14)

Le calcaire actif présente une régression positive avec le carbone organique des deux fractions favorisant la séquestration. Voir figure (15)

Tableau 15: Analyse des corrélations entre facteurs étudiés

Variable	Correlations (Analyse pedologique.sta) Marked correlations are significant at p < .05000 N=6 (Casewise deletion of missing data)												
	Means	Std.Dev.	pH	pH_K CL	CE	Calc air e_T	Calc aire_A	Azote_total	Azote_inf	Azote_Sup	Carbone_Or	Carbone_Inf	Carbone_Sup
pH	8.17750	0.11813	1.00000	0.603596	-0.871045	-0.0439949	0.763353	0.069751	0.706340	0.421764	0.792197	0.863228	0.772952
pH_K CL	7.68217	0.049906	0.603596	1.000000	-0.188684	0.135648	0.078969	-0.521059	0.024837	0.325636	0.127744	0.142911	0.055108
CE	1.91817	0.941151	-0.871045	-0.188684	1.000000	0.526701	-0.966029	-0.305800	-0.895463	0.154652	0.870004	0.991837	0.965372
Calc air e_T	34.82143	1.123724	-0.439949	-0.135648	0.526701	1.000000	-0.099489	0.096976	-0.818182	0.379980	-0.099920	-0.445353	-0.544123
Calc aire_A	13.58333	2.634704	0.763353	0.078969	-0.966029	-0.669489	1.000000	0.315264	0.958998	-0.092437	0.756685	0.937110	0.945043
Azote_total	0.04667	0.055059	0.069751	-0.521059	-0.305800	0.096976	0.315264	1.000000	0.290929	-0.045038	0.573549	0.382094	0.208477
Azote_inf	0.08400	0.058733	0.706340	0.078969	-0.871045	-0.818182	0.958998	0.290929	1.000000	-0.126660	0.628070	0.862106	0.890000
Azote_Sup	0.04667	0.042155	0.421764	0.362563	-0.154652	0.379980	-0.092437	-0.045038	-0.126660	1.000000	0.391128	0.237192	0.143002
Carbone_Or	0.76700	0.52107	0.792197	0.127744	-0.871045	0.099920	0.756685	0.573549	0.628070	0.391128	1.000000	0.916872	0.776106
Carbone_Inf	0.54275	0.455051	0.863228	0.142911	-0.991837	0.445353	0.937110	0.382094	0.862106	0.237192	0.916872	1.000000	0.953998
Carbone_Sup	0.49075	0.440789	0.772952	0.055108	-0.965372	0.544123	0.945043	0.208477	0.890000	0.143002	0.776106	0.953998	1.000000

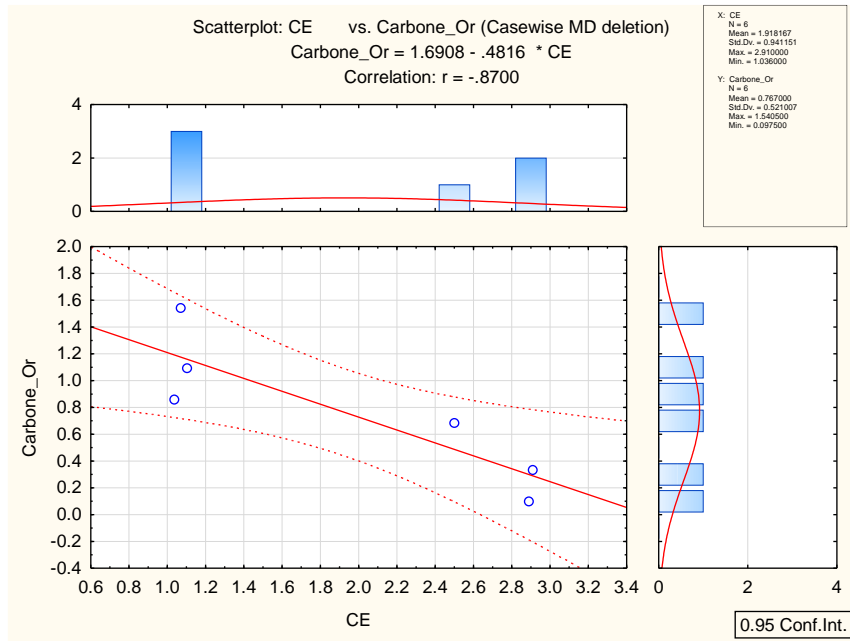


Figure 14: Relation carbone organique-conductivité électrique du sol

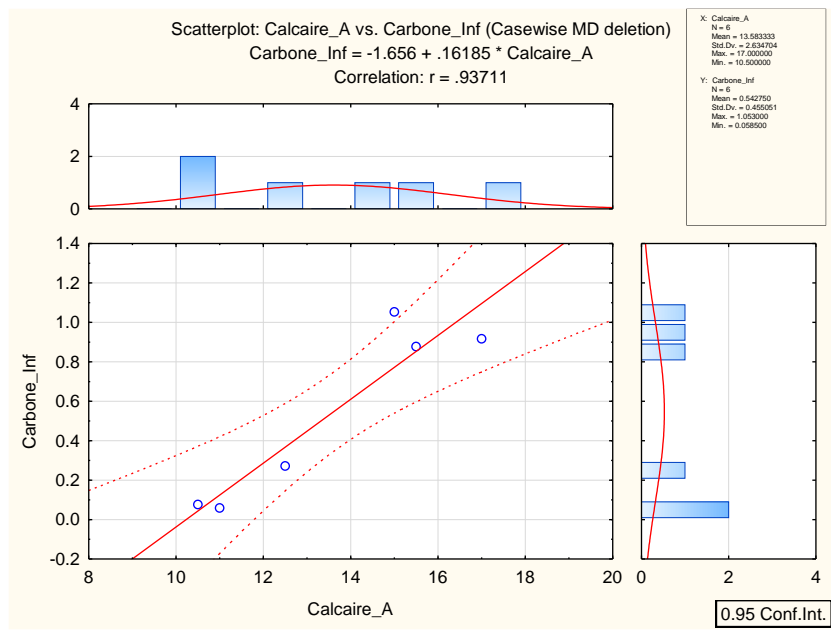


Figure 15: Relation carbone organique (<200um) et le calcaire actif



Conclusion générale

La matière organique des sols naturels arides est limitée au couvert végétal éparé influencé par un climat qui impose une contrainte d'eau sévère.

L'étude de la matière organique des sols de la zone d'étude effectuée sur l'échantillon globale et les fractions inférieure à 200 μ m et supérieures à 200 μ m aboutit aux résultats qui suivent :

L'horizon de surface est plus riche en carbone organique (1,16%) que l'horizon sous-jacent (0,7%) ces valeurs sont qualifiées de faibles.

Notre sol est très salé (CE=2,76) très calcaire (calcaire total =34%) et pouvoir chlorosant sont élevés (calcaire actif=15,83).

Pour la fraction fine <200 μ m la teneur en carbone suit celle du carbone global en ce qui concerne l'horizon, cette teneur représente plus de la moitié du stock global pour l'horizon 1 et plus de deux tiers pour l'horizon 2. La situation est inversée pour la fraction grossière.

L'azote global donne une valeur moyenne de 0,12% car il n'y a pas de différence entre les horizons. Le rapport C/N est de 8,9 il est qualifié d'optimal.

L'azote de la fraction fine (<200 μ m) est de 0,13% pour l'horizon 1 et 0,03% pour l'horizon 2 avec un C/N de 7,3 pour l'horizon 1 et 3,66 pour l'horizon 2, ce qui indique un déséquilibre favorisant la minéralisation du stock de matière organique.

L'azote de la fraction grossière présente une valeur moyenne de 0,09 avec un rapport C/N de 9,47 qualifié comme optimal cette fraction comprend essentiellement la matière organique fraîche.

L'analyse des corrélations a révélé la présence de corrélation négative entre le carbone organique global et le carbone des fractions avec la conductivité électrique, la corrélation est positive avec le calcaire actif et le pH_{eau}.

Recommandation

En cas de mise en culture de ces sols ils nécessitent des amendements organiques importants.



Bibliography

- Nyle , C. B., & Raymond , R. W. (2016). *The nature and properties of soils* .
- Aquaportail. (2019, 12 29). *PH du sol définition*. Retrieved 09 26, 2023, from Aquaportail:
<https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/7851/ph-du-sol>
- Aubert, G. (1970, 08 11). LES SOLS DE LA ZONE ARIDE. *ORSTOM*, pp. 127-150.
- Boris, E. (2004). *Caractérisation des substance humique* .
- BOYADGIEV, T. (1975). *Les sols du Hodna, Etude des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricoles dans la région du Hodna, Algérie.* . ROME: FAO.
- Claude, L. (2012). *Fertilité des sols*. Rennes.
- duchafour. (1977.1983).
- Duchaufour , P. (1977). *Définition et caractérisation de la matière organique des sols*. Paris.
- Duponnois, R., Arrouays, D., & Mariotti, A. (2012). *Composition et structure du sol*. Paris.
- Durand, J. (1983). *Les sols irrigables. Etude pédologique*. Paris: ACCT-PUF.
- Eglin, T. (2014, juin). (ADEME, Ed.)
- EYHERAGUIBEL, B. (2004). *CARACTERISATION DES SUBSTANCES HUMIQUES*. France.
- Ferber, F. (2020, 11 20). *Les matières organiques et la fertilité du sol*. Retrieved 09 25, 2023, from
<https://www.requasud.be/>: https://www.requasud.be/wp-content/uploads/2019/09/Fiche-explicative-carbone_v01.pdf
- FLANDRIN, J. (1952). *Carte géologique de l'Algérie*. Alger: Service de la carte géologique.
- Girard, M. c. (2011). *étude des sols*. paris: Dunod.
- Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (1998). *Le sol vivant*.
- Henri, F., & Jean, C. G. (2001). *Sols alluviaux*. Paris.
- Jean, M. B., & Jean , P. R. (2010). Le rôle de la matière organique dans les sols.
- Jean, Y. B., Pierre , I., & Jean, P. R. (2012). *Méthodologie de l'analyse des sols*.
- Le Guillou, C. (2023, 06 7). *LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL*. Retrieved from Auréa Agrosience:
<https://aurea.eu/la-matiere-organique-du-sol/>
- Maja, K., Fran , W., Amanda , D., Maxime , C., & Richard, F. (2012). *Introduction à la science du sol*.
- Nycle, B., & Richard , w. (2020). *The nature and properties of soils*.



Nyle, B., & Richard, w. (2020). *The nature and properties of soils*.

Nyle, B., & Richard, W. (2020). *The nature and properties of soils*.

Nyle, B., & Richard, W. (2020). *The nature and properties of soils*.

Nyle, B., & Richard, W. (2020). *The nature and properties of soils*.

Nyle, B., & Richard, W. (2020). *The nature and properties of soils*.

Pellerin, S., Bamière, L., Savini, I., & Rechauchère, O. (2021). *Stocker du carbone dans les sols français*.
Versaille: Qaie.

Raymond R, W., & Nycle C, B. (2016). *The nature and properties of soils*.

Robert, w. (1950). *Soil Analysis*.

Tome 1. (n.d.).

WikiAuréa. (2016, mars 01). *Le calcaire total et le calcaire actif*. Retrieved 09 26, 2023, from
WikiAuréa: https://wiki.aurea.eu/index.php?title=Le_calcaire_total_et_le_calcaire_actif



ملخص

أجريت هذه الدراسة من أجل تحديد خصائص تربة المزيج (تم استهداف عينتين تتكون على التوالي من أفقين). تم وصف هذه التربة وتحليلها وتم الحصول على النتائج التالية :

إنها تربة مالحة، قوة كلسية وكلورة عالية. وقد أجريت الدراسة من قبل عينة عالمية واثنين من الكسور على الكربون العضوي والنيتروجين، تم العثور على الكربون في وفرة على سطح التربة بالنسبة إلى الأفق الأساسي ، النيتروجين لا يوجد فرق بين الأفاق

نسبة ج / ن هي الأمثل.

Résumé

Cette étude a été menée dans le but de déterminer les caractéristiques des sols du Mezrir Deux échantillons ont été ciblés qui sont constitués respectivement de deux horizons). Ce sol a été décrit et analysé et les résultats suivants ont été obtenus :

C'est un sol salé, très calcaire et pouvoir chlorosant sont élevé .l'étude a été effectuée par un échantillon globale et de deux fraction sur le carbone organique et l'azote ,le carbone se trouve en abondance en surface du sol par rapport a l'horizon sous-jacent ,l'azote n'y pas de différence entre les horizons.

Le rapport C /N est optimale .

Mots clé : matière organique, sol alluviaux, milieu aride, fraction organique

Abstract

This study was conducted in order to determine the characteristics of the soils of the Mez (Two samples were targeted which consist respectively of two horizons). This soil has been described and analyzed and the following results have been obtained :

It is a salty soil, very calcareous and chlorinating power are high.the study was carried out by a global sample and two fractions on organic carbon and nitrogen, carbon is found in abundance on the surface of the soil relative to the underlying horizon, nitrogen there is no difference between the horizons.

The C /N ratio is optimal.

Recommendation If these soils are cultivated, they require significant organic amendments.

Key words: organic matter, alluvial soil, arid environment, organic fraction