

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد بوضياف – المسيلة

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

*FACULTE SCIENCES*

*DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES*



*DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE*

*FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES*

*OPTION : SCIENCE DU SOL*

## Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique

Par : MAATOUG Khawla

SEGHIRI Fateh

### Intitulé

Evaluation de la matière organique des sols du  
périmètre de K'sob - M'Sila, Algérie.

Soutenu devant le jury composé de :

M. GUENDOZEN Omar	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
M. TELLACHE Slimane	MAA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Melle TIR Chafia	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinateur

**Année universitaire : 2021 /2022**

## Remerciements

Nous remercions tout d'abord, DIEU TOUT PUISSANT ET MISERICORDIEUX de nous a donné la force, la volonté, la patience et le courage pour achever ce travail scientifique. MERCI DIEU.

Nous remercions sincèrement **Mr. TELLACHE Slimane** qui encadré et aidé à mener à terme cette thèse, par son expérience et son apport scientifique.

Nous remercions vivement les membres du jury ayant accepté de consacrer leur temps à l'évaluation de cette thèse. Merci donc au :

- Président : GUENDOUZEN Omar . Prof. Université de M'Sila
- Rapporteur : TELLACHE Slimane . Prof. Université de M'Sila
- Examineur : TIR Chafia . Prof. Université de M'Sila

Nous remercions les responsables, aux enseignants de département d'Agronomie pour leurs compréhensions et leurs aides.

Merci pour tous les amis (es) qui étaient là pour nous aider durant les moments difficiles.

- Un remerciement tout particulier à nous familles, spécialement nos parents, pour son soutien. Enfin, nous tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Dédicace

*Je remercie Allah de m'avoir donné la force et le courage pour  
pouvoir réaliser ce modeste travail*

*Je dédie ce travail à mes parents*

*Pour soutien et leurs encouragements sans faille tout au long de mon  
parcours scolaire mais aussi personnel. Aucun mot ne serait  
exprimer tout mon amour et toute ma gratitude, merci pour vos  
sacrifices le long de s'est à vous. J'espère que le bon dieu les garde,  
les comble de sante et leur une longue vie*

*Amon père Said pour son patient avec moi et son encouragement.*

*A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère Aicha*

*Que le bon ALLAH vous garde en bonne sante*

*A mes frères que j'adore : Souhaib, Mouhamed, Rami*

*A ma sœur : Marwa qui ont toujours été présentes pour moi*

*A mon chéri : Fouad pour ton soutien moral, et surtout leurs  
soutiens durant les moments de réalisation de ce travail*

*A mes très chers aimés : Souhila, Achwak, Imene pour chaque jour  
que nous avons passé ensemble a*

*L'université, aigre -doux*

*A toute ma famille, oncles et tantes, cousins et cousines, petit et  
grand sans exception*

*A mon cher encadreur Mr Tallache Slimane Merci pour votre  
patience Mes efforts intenses, et votre disponibilité permanente*

*A tous les membres de ma promotion "SS" 2022*

*Khawlouush mtg*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents ma mère et mon père et tout particulier à ma famille.*

*A mes frères et mes amis (es) qui étaient là pour m'aider durant les moments difficiles, qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements et toute ma reconnaissance, à Soumia, Adel, Housseem, Aissa, Abdelhader, Younes, Dussama.*

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

*Seghiri Fatch.*

## Liste des figures

Figure 1: Données ponctuelles de précipitations en entrée .....	12
Figure 2: Surface de précipitations interpolée.....	12
Figure 3: Emplacement de point correspondant aux installation de surveillance de la couche d'ozone.....	13
Figure 4: Surface de prévision interpolée.....	13
Figure 5: Données ponctuelles d'altitude en entrée .....	14
Figure 6: Surface d'altitude interpolée .....	14
Figure 7: Situation géographique de la zone d'étude.....	15
Figure 8: Réseau hydrographique de la zone d'étude (source carte de fond world base map : <a href="http://services.arcgisonline.com/arcgis/services">http://services.arcgisonline.com/arcgis/services</a> ) .....	16
Figure 9: 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 : <a href="http://services.arcgisonline.com/arcgis/services">http://services.arcgisonline.com/arcgis/services</a> ).....	17
Figure 10: Pédologie de la zone d'étude source extrait des cartes pédologiques ; Pédologie1 (BOYADGIEV, 1975) et Pédologie2 Source spécifiée non valide. carte de fond world base map : <a href="http://services.arcgisonline.com/arcgis/services">http://services.arcgisonline.com/arcgis/services</a> ) .....	19
Figure 11: le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen .....	25
Figure 12: Climagramme d'Emberger de la zone d'étude .....	26
Figure 13: Analyse statistique sur Statistica12 .....	28
Figure 14: Calage et géoréférencement de la carte pédologique sur Arcgis10.8 .....	29
Figure 15: Création de fichier vecteur de type point sur Arcgis10.8 .....	30
Figure 16: Table attributaire pour l'horizon 1 .....	30
Figure 17 : Répartition du calcaire total dans la zone d'étude.....	34
Figure 18: Répartition du calcaire actif dans la zone d'étude.....	35
Figure 19: Répartition du pH dans la zone d'étude .....	36
Figure 20: Répartition de la salinité dans la zone d'étude .....	38
Figure 21: Répartition de la texture dans la zone d'étude .....	40
Figure 22: Représentation du carbone organique en fonction des horizons .....	41
Figure 23: Répartition du carbone organique dans la zone d'étude.....	42

## Liste des tableaux

Tableau 1: type de matière organique et fonctions (Gérald & Christiane, 2011).....	4
Tableau 2: Rôle de la matière organique (Gérald & Christiane, 2011).....	7
Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle en (mm) pendant la période (2006-2016) .....	20
Tableau 4: les précipitations interannuelles de la station météorologique de M'sila (2006-2016).....	20
Tableau 5: Le régime saisonnier de la région de M'sila .....	21
Tableau 6: répartitions des moyennes de températures mensuelles en C de la station météorologique de M'sila .....	21
Tableau 7: Moyenne mensuelle de la vitesse du vent de la station météorologique de M'sila (2006-2016) .....	22
Tableau 8: Evapotranspiration mensuelle moyenne en (mm) de la station météorologique de M'sila .....	23
Tableau 9: Humidité mensuelle moyenne en (%) de la station météorologique de M'sila (2006-2016) .....	23
Tableau 10: Paramètres et résultats du calcul de l'indice d'aridité (Ia) pour la zone d'étude .	24
Tableau 11: Classification des climats selon l'indice de De Martonne. ....	24
Tableau 12: Paramètres et résultats du calcul de quotient pluviothermique pour la zone d'étude .....	25
Tableau 13: statistique descriptive des variables étudiées .....	32
Tableau 14 : Analyse de la variance des paramètres étudiés .....	33
Tableau 15: Moyennes du calcaire total par Horizon.....	33
Tableau 16: Moyennes du calcaire actif par horizon .....	35
Tableau 17: Valeur moyennes du pH en fonction des horizons.....	36
Tableau 18: Valeurs moyennes de la conductivité électrique du sol par horizon .....	37
Tableau 19: Valeurs moyenne de la texture en fonction des horizons.....	39
Tableau 20: Valeur moyenne du carbone organique en fonction des horizons.....	40
Tableau 21: Analyse des corrélations entre le carbone organique et les paramètres du sol.....	43

## **Les Abréviations**

- MO : Matière organique
- MOF : Matière organique fraîche
- CEC : Capacité d'échange cationique
- CE : Conductivité électrique
- SIG : Système informatique géographique
- P : Précipitation
- T : Température
- m : Moyennes mensuelles des températures minimales
- M : Moyennes mensuelles des températures maximales
- ETP : Evapotranspiration
- I : Indice de Martonne
- Q2 : Quotient pluviothermique
- CaCO<sub>3</sub> T : Calcaire Total
- CaCO<sub>3</sub> A : Calcaire Actif

## Table des matières

Remerciements.....	ii
Dédicace.....	iii
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Les Abréviations.....	vii
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Synthèse Bibliographique.....	3
1. Définition.....	3
2. Composition de la matière organique.....	3
2.1. La matière organique fraîche.....	4
2.2. La matière organique humifié.....	4
3. L'évolution de la matière organique.....	4
3.1. La minéralisation primaire M1.....	5
3.2. La minéralisation secondaire M2.....	5
3.3. Humification.....	5
4. Influence de la matière organique sur les propriétés du sol.....	6
4.1. Influence sur les propriétés physiques du sol.....	7
4.1.1. La structure.....	7
4.1.2. Résistance à la compaction du Sol.....	8
4.2. Influence sur les propriétés chimiques du sol.....	8
4.2.1. La CEC : capacité d'échange cationique.....	8
4.2.2. La caractérisation biochimique de la matière organique.....	9
4.3. Influence sur les propriétés biologiques du sol.....	9
4.3.1. Les MO nourrissent les vers de terre.....	9
4.3.2. La minéralisation de l'azote libère l'azote des MO pour le mettre à disposition des plantes.....	10
5. L'humus, un terme à bien différencier de la MO.....	10
5.1. Les différents types d'humus.....	10
6. Système d'information géographique.....	11
7. Présentation de l'analyse d'interpolation.....	11
7.1. En quoi l'interpolation en raster est-elle utile ?.....	11
7.2. Exemples d'applications d'interpolation.....	12
7.2.1. Interpolation d'une surface de précipitations.....	12
7.2.2. Interpolation d'une surface de concentration.....	13

7.2.4. Interpolation d'une surface d'altitude.....	14
<b>Chapitre II : Cadre Physique.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Situation géographique .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Les caractéristiques physiques .....</b>	<b>16</b>
2.1. Hydrologie.....	16
2.2. Géologie .....	17
2.3. Pédologie.....	18
2.4. Climat de la zone d'étude .....	20
2.4.1. Les Précipitations .....	20
2.4.2. Température.....	21
2.4.3. Autres factures climatiques .....	22
2.4.3.1. Le Vent .....	22
2.4.3.2. Evaporation .....	22
2.4.3.3. Humidité de l'air.....	23
2.4.4. Indices climatiques .....	23
2.4.4.1. Indice de Martonne ou d'aridité .....	23
2.4.4.2. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	24
2.4.4.3. Quotient pluviothermique et le Climagramme d'Emberger .....	25
<b>Chapitre III : Matériel et Méthodes .....</b>	<b>27</b>
<b>1. Le matériel d'étude .....</b>	<b>27</b>
1.1. Choix de la zone d'étude .....	27
1.2. Les documents de base de l'étude .....	27
<b>2. Méthodes d'étude : .....</b>	<b>27</b>
2.1. Analyse statistique des données .....	27
2.2. Réalisation d'un SIG .....	28
2.2.1. Numérisation et géoréférencement de la carte des sols.....	28
2.2.2. Vectorisation des profils types .....	29
2.2.3. Les tables attributaires .....	30
2.3. Les requêtes.....	31
<b>Chapitre IV : Résultats et Interprétation.....</b>	<b>32</b>
<b>1. Résultats globaux .....</b>	<b>32</b>
<b>2. Analyse Statistique .....</b>	<b>32</b>
2.1 Analyse de variance.....	32
2.1.1. Le calcaire total .....	33
2.1.2. Le calcaire actif .....	34

2.1.3. Le pH.....	36
2.1.4. La conductivité électrique du sol.....	37
2.1.5. La texture.....	38
2.1.6. Carbone organique.....	40
2.2 Analyse de corrélation.....	43
<b>Conclusion Générale</b> .....	44
<b>Bibliographie</b> .....	45
<b>Annexes</b> .....	47
<b>Résumé</b> .....	52

# **Introduction**

# **Générale**

# Introduction Générale

## Introduction générale

L'Oued el Ksob constitue le principal cours d'eau de la région du Hodna, a fait l'objet de nombreuses études, la plupart de ces études s'intéressent beaucoup plus sur le barrage ou le bassin versant (**Sarri, 2016**).

Le cadre de ce travail vise l'étude et l'évaluation de la matière organique de Ksob

La matière organique est une substance hydrocarbonée (composée essentiellement d'hydrogène, de carbone et d'oxygène), constituée d'une fraction soluble, d'amidon, de cellulose et de lignine. Elle provient principalement des débris de végétaux, des déjections et des cadavres d'animaux (**technique, 2003**).

Les sols, les couverts végétaux, les systèmes aquatiques continentaux et océaniques et l'air sont en interactions multiples par des échanges de matières et d'énergie. Toute transformation se produisant dans un de ces compartiments a une influence sur les autres, de sorte que sa description doit en tenir compte pour en connaître et en analyser les conséquences. Dans ce contexte, les sols occupent une place particulière dans la biosphère continentale, jouant le rôle de plaque tournante dans la dynamique des éléments chimiques. Ce sont en effet des milieux complexes où des minéraux, des matières organiques mortes et vivantes, de l'eau et de l'air sont étroitement associés et en interaction (**Calvet, Claire Chenu, & Sabine Houot, 2021**).

Les couverts végétaux ont une grande influence sur la quantité de carbone organique contenue dans les sols. Cette influence diffère selon les usages des terres et leurs évolutions, notamment à la suite des déforestations et des mises en culture, qui entraînent le plus souvent un appauvrissement des sols et une diminution de leur qualité biologique. Les couverts végétaux permanents correspondent à des situations où les matières organiques sont généralement abondantes. Les couverts végétaux des zones tampons créent des situations particulières et utiles par les organismes vivants qu'elles abritent et par leur rôle protecteur à l'égard des eaux superficielles. Les pratiques culturales exercent une influence marquée sur les matières organiques du sol. C'est le cas du travail du sol, de ses modalités et surtout de sa suppression, dont les conséquences agronomiques et environnementales peuvent être importantes. Elles peuvent aussi résulter des apports de matières organiques, en raison des éléments fertilisants qu'elles contiennent, de leur valeur amendante et de la présence de substances polluantes. Les sols doivent posséder un minimum de matières organiques pour pouvoir assurer leurs fonctions de milieux biologiques et de plaque tournante des flux d'éléments chimiques dans les

## Introduction Générale

écosystèmes. La connaissance et la prévision des évolutions possibles des matières organiques (leur dynamique) sont indispensables à la gestion rationnelle des sols et au maintien de leurs qualités. L'atteinte de ces objectifs est considérablement facilitée par la mise en œuvre de modèles mathématiques décrivant cette évolution (**Calvet, Claire Chenu, & Sabine Houot, 2021**).

L'évaluation de la matière organique des sols en vue de leur mise en culture, prend en compte les aspects intensité. Ceci permet une mise en valeur adéquate, notre travail prend en charge cet aspect en traitant les données d'une carte pédologique dans le cadre d'un SIG sous ArcGIS il comprend les chapitres suivantes :

- Le premier est consacré à la synthèse bibliographique.
- Le deuxième fait l'objectif du cadre physique de notre zone d'étude.
- Le matériel et les méthodes utilisés constituent le troisième chapitre
- Les résultats et interprétations sont présentés dans le chapitre quatre
- Et enfin une conclusion

**Chapitre I**  
**Synthèse**  
**Bibliographique**

# Chapitre I Synthèse Bibliographique

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

### 1. Définition

La matière organique est définie comme la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (**Mustin, 1987**).

La matière organique, est le constituant du sol le plus important. Presque la moitié de la matière organique du sol se présente sous une forme stable appelée humus, l'autre moitié est constituée de matière décomposée tel que les résidus de cultures, les organismes morts flores et faunes du sol.

Les débris végétaux de toutes nature, feuilles, rameaux morts, qui sous une végétation permanente, tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique du sol : il forme la litière qui subit une transformation essentiellement d'origine biologique, appelée humification et donne naissance à l'humus (**Duchaufour, 1977**).

Les matières organiques employées comme engrais sous forme de débris végétaux ou animaux (fumiers, composts) ou sous forme de plantes vivantes (engrais verts), et celles qui existent naturellement dans le sol (déchets des récoltes, humus, cadavres d'animaux) ou à sa surface (couverture des forêts) subissent des modifications chimiques diverses qui influent à un haut degré sur sa fertilité. La connaissance des réactions qui interviennent offre, à côté de son intérêt scientifique, une utilité pratique considérable, puisque, par des procédés divers, l'homme peut exercer une influence capitale sur le cours de ces réactions et sur la qualité de leurs produits ultimes, où se rencontrent les principaux aliments des plantes. (**Wollny, 2017**).

### 2. Composition de la matière organique

Un sol prend naissance dès lors que la vie végétale et animale vient s'installer dans les débris de la décomposition d'une roche mère. A la mort de ces êtres vivants, leur matière s'incorpore au sol, se mélangeant aux substances minérales. Ils représentent alors les « constituants organiques » ou « matières organiques » cité par (SOLTNER).

Par rapport à une approche plus fonctionnelle, nous pouvons classer différents types de matières organiques pour différentes fonctions (laboratoire CELESTA : gestion MOS) :

# Chapitre I Synthèse Bibliographique

Tableau 1: type de matière organique et fonctions (Gérald & Christiane, 2011)

Type de MO	Fonctions
<b>Matière organique vivante : végétaux et animaux</b>	Transformation/ minéral
<b>Matière organique fraîche : débris végétaux et animaux</b>	Substrat énergétique et croissance/fertilité chimique
<b>Matière organique transitoire ; matières évoluées (cellulose réduite, lignine, protéines)</b>	Substrat énergétique/fertilité physique (structure du sol)
<b>Matière humique : lignine, cellulose, matières azotées microbiennes</b>	Fertilité physique (stabilité à long terme)

## 2.1. La matière organique fraîche

- Les débris d'origine végétale (résidus de végétaux ou exsudats) et animale (déjections, cadavres) regroupés sous le nom de « matières organiques fraîches ». (Beauchamp, 2008).

## 2.2. La matière organique humifiée

- Des composés organiques stabilisés, les matières humiques, provenant de l'évolution des matières précédentes : les matières organiques stables (Beauchamp, 2008).

## 3. L'évolution de la matière organique

L'évolution de la matière organique est similaire à celle de la matière minérale : la matière organique fraîche (M.O.F.) engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaires qui donnent naissance à l'argile, la matière organique fraîche constitue donc la matière première de l'humus (Duchaufour, 1955).

Les molécules complexes de la matière organique fraîche subissent une décomposition microbienne qui libère des composés simples le plus souvent solubles.

Une partie subit le processus de minéralisation, c'est-à-dire la transformation en composés minéraux solubles ou gazeux : c'est (la minéralisation primaire).

Certains de ces composés peuvent d'ailleurs se réorganiser au cours de l'humification. Une autre partie échappe à la minéralisation et sert de matériau à l'édification de molécules nouvelles, de plus en plus complexes, dont l'ensemble constitue l'humus : c'est (l'humification). Ces composés humiques contractent des liens plus ou moins étroits avec les composés minéraux (argiles et oxydes) puis ils se minéralisent à leur tour, mais plus lentement

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

que la matière organique fraîche (minéralisation secondaire) (**Gobat, Aragno Michel, & Matthey, 1998**).

### 3.1. La minéralisation primaire M1

C'est la dégradation de la matière organique fraîche, en particulier les 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. Le devenir de ces substances dans la solution du sol est comme suit :

- Evacuation de l'atmosphère par échange gazeux (ex :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ).
- Absorption par les micro-organismes (ex :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ).
- Fixation sur le complexe adsorbant (ex :  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ).
- Entraînement par lixiviation (ex :  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) (**Gobat, Aragno Michel, & Matthey, 1998**).

### 3.2. La minéralisation secondaire M2

C'est la destruction la plus lente (1 à 3% de la matière humifiée par an).

Mais aboutissent au même résultat que la minéralisation primaire et concernant les molécules organiques préalablement Synthétisées par l'humification. A l'inverse de la majorité de la matière fraîche, ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation. Sans cette soupape de sécurité qu'est la minéralisation secondaire, l'accumulation de matière organique humifiée étoufferait toute forme de vie (**Gobat, Aragno Michel, & Matthey, 1998**).

### 3.3. 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'insolubilisation.

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

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

complexe argilo humique, sans grandes transformations ils en continuent l'humine résiduelle, qui n'est donc pas vraiment néosynthétisée. 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 créniques 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 Michel, & Matthey, 1998**).

### 4. Influence de la matière organique sur les propriétés du sol

Les matières organiques jouent un rôle important dans le fonctionnement global du sol au travers de ses composantes physiques, biologiques et chimiques, qui ont des conséquences majeures pour la fertilité des sols (**Gérald & Christiane, 2011**).

Le tableau (2) indique les actions de la matière organique avec leur bénéfice.

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

Tableau 2: Rôle de la matière organique (Gérald & Christiane, 2011)

	Action	Benefice	
<b>Rôle physique</b> = <b>cohésion</b>	Structure. Porosité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pénétration de l'eau</li> <li>- Stockage de l'eau</li> <li>- Limitation de l'hydromorphie</li> <li>- Limitation du ruissellement</li> <li>- Limitation de l'érosion</li> </ul>	
	Rétention en eau	-meilleure alimentation hydrique	
<b>Rôle biologique</b> = <b>énergisant</b>	Stimulation de réactivité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradation, minéralisation, réorganisation, humification</li> <li>-aération</li> </ul>	
<b>Rôle chimique</b> = <b>nutritif</b>	Dégradation, minéralisation	- fourniture et éléments minéraux (N, P, K, Oligo-éléments,)	
	CEC	- stockage et disponibilité des éléments minéraux	
	Complexation ETM	- limitation des toxicités (Cu par exemple)	
	Rétention des micropolluants	- qualité de l'eau	

### 4.1. Influence sur les propriétés physiques du sol

#### 4.1.1. La structure

Malgré des différences bien nettes entre les trois grandes classes de texture, celle-ci n'est pas suffisante

Pour expliquer les propriétés des sols. L'intervention des matières organiques, de l'activité des êtres vivants du sol, la présence de certains cations (fer, calcium), créent la structure du sol. En simplifiant, on peut dire que l'évolution des sols conduit, par altération progressive des minéraux, à des textures de plus en plus fines : sable, limon puis argile. Cette évolution conduit les sols à être de moins en moins aérés puisque les pores sont de plus en plus petits au fur et à mesure que la taille des particules minérales diminue.

Heureusement, la décomposition des matières organiques va petit à petit recréer de la porosité, en formant des particules organo- minérales de plus en plus grosses : les agrégats,

## **Chapitre I Synthèse Bibliographique**

unités de base de la structure. La structure à rechercher est celle qui crée le plus de porosité, aux alentours de 50 % du volume de sol : c'est la structure grumeleuse. Dans ce type de structure, la taille des agrégats dépasse 2 mm en moyenne. (Leclerc, 2012)

### **4.1.2. Résistance à la compaction du Sol**

La compaction est une réduction de volume due à la perte d'air contenu dans les interstices. Un sol compact qui a perdu sa porosité devient difficilement pénétrable pour les racines et freine le transfert d'eau. Au niveau des zones tassées il y a des pertes sévères de rendement en culture. En cas de compaction profondeur (50/70 cm voir plus) les possibilités de reprise sont impossibles.

La régénération de la porosité ne pourra se réaliser que très lentement par les racines pivotantes de certaines cultures et les vers de terre. Seul le sous-solage (fortement consommateur d'énergie et de temps) peut casser une semelle de labour à 30/40 cm. En cas de compaction de surface (0/25 cm) la vie du sol et un travail de type labour ou passage de dents rigides pourront recréer de la porosité sous réserve que la compaction ne soit pas trop sévère. Par contre si la compaction est déjà importante au moment du travail du sol, les sols argileux limoneux peuvent se fragmenter en blocs sous l'effet des outils. Ces blocs se comporteront souvent comme des cailloux qui peuvent rester dans le sol plusieurs années sans pouvoir être

Colonisées par les racines. Il est donc fondamental de tout mettre en œuvre pour éviter les compactations, surtout de profondeur. (Leclerc, 2012)

## **4.2. Influence sur les propriétés chimiques du sol**

### **4.2.1. La CEC : capacité d'échange cationique**

La capacité d'échange en actions d'un sol correspond à la quantité totale de cations que le sol est capable de stocker et de restituer dans des conditions de pH bien définies. Elle s'exprime en centimoles de charges positives par kilogramme de terre fine. La CEC résulte des charges électriques négatives situées à la surface des argiles et des matières organiques. On admet, de façon générale, qu'un gramme de matière organique contribue à cinq fois plus à la CEC d'un sol qu'un gramme d'argile (Baize, 1988). En analyse de routine, la CEC est déterminée avec une solution à pH 7 (CEC méthode Metson). Toutefois, la CEC effective du sol varie en fonction de son pH. Notamment, elle est inférieure à la CEC mesurée à pH 7, lorsque le sol est franchement acide. La détermination de la valeur de la CEC au pH du sol (méthode à la cobaltihexamine) devrait devenir plus fréquente. Les référentiels d'interprétation

## **Chapitre I Synthèse Bibliographique**

restent néanmoins à établir. En-la deçà de pH 5,5 et au-delà de pH 7,5, l'écart relatif entre la valeur de la CEC effective et la CEC à pH 7 augmente rapide (Gérald & Christiane, 2011)

### **4.2.2. La caractérisation biochimique de la matière organique**

Cette méthode est directement inspirée de l'I.S.B. C'est un procédé chimique qui sépare les constituants de la matière organique et mesure la teneur en composés lignocellulosiques (précurseurs d'humus). Cette caractérisation permet de classer les produits étudiés en termes d'usage agronomique et d'estimer le potentiel humique du produit. Que l'on utilise l'approche I.S.B. ou C.B.M., les principes de bases sont identiques et les limites sont les mêmes. Une limite générale de ces méthodes, c'est qu'elles reposent implicitement sur une hypothèse d'additivité ; or les différents constituants biochimiques des matières organiques ne sont pas accolés, mais le plus souvent en interaction étroite. Un autre paramètre à prendre en considération est la granulométrie du produit. Il est clair que plus un amendement organique est broyé fin, plus sa surface de contact avec le sol est importante, d'où une stimulation de la dégradation. Les méthodes biochimiques et les incubations biologiques sont appliquées à des produits finement broyés, pour des raisons de représentativité d'échantillon et d'efficacité des extractions. Les résultats représentent donc un potentiel à long terme plutôt qu'un comportement en temps court. Dans ces cas, la CEC Metson n'est plus un bon indicateur de la CEC effective du sol (Gérald & Christiane, 2011)

### **4.3. Influence sur les propriétés biologiques du sol**

#### **4.3.1. Les MO nourrissent les vers de terre**

Les vers de terre représentent en Poids la catégorie du macrofaune du sol la plus abondante : Jusqu'à 1 tonne / ha ! En parcelles cultivées, les vers sont beaucoup moins nombreux (100 maximum au m<sup>2</sup>) que sous prairies (jusqu'à 400 au m<sup>2</sup>). Les facteurs limitant leur nombre et leur activité sont La perturbation du sol (outils rotatifs...) et l'insuffisance de nourriture si le sol est souvent Laissé nu et que les restitutions organiques sont faibles.

Les effets agronomiques de l'activité des vers de terre sont bien connus, bien que difficiles à apprécier et à quantifier. Rappelons Les principaux bénéfices liés à la

Présence des vers anéciques (ceux qui construisent des galeries verticales pour aller chercher leur nourriture en surface) dans les sols cultivés :

- Ils contribuent à l'aération du Sol,

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

- Ils permettent un brassage de la terre en l'ingérant à un endroit et en la rejetant ailleurs avec leurs excréments (les turriculés),
- Ces derniers sont plus concentrés en éléments minéraux que la terre avoisinante,
- Les galeries abandonnées peuvent favoriser le cheminement des racines en profondeur (jusqu'à 80% des galeries abandonnées sont colonisées par les racines),
- La paroi des galeries est riche en éléments minéraux déposés avec le mucus sécrété par les vers au cours de leurs déplacements. (Leclerc, 2012)

### 4.3.2. La minéralisation de l'azote libère l'azote des MO pour le mettre à disposition des plantes

L'une des plus importantes activités biologiques des sols pour l'agriculture est la minéralisation de l'azote, qui est le passage des formes organiques de l'azote aux formes minérales. Cette minéralisation est primordiale car la forme d'azote préférentiellement prélevée par les plantes est la forme nitrique.

Cette nitrification est influencée par les facteurs du milieu, notamment l'aération, car les bactéries responsables de la nitrification sont des aérobies stricts. Un autre facteur du milieu jouant sur la nitrification est le pH : plus celui-ci est bas, plus la nitrification est faible, l'optimum se situant autour de la neutralité ou à pH légèrement basique.

La minéralisation de l'azote peut être mesurée au laboratoire. Cette mesure sert notamment à comparer des engrais et amendements organiques entre eux. (Leclerc, 2012)

## 5. L'humus, un terme à bien différencier de la MO

L'humus est de la matière organique ayant subi une altération, appelée humification, poussée essentiellement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol. Dans le sol, l'humus est la partie la plus active biologiquement. L'humification sera plus profondément abordée dans une prochaine partie (Gérald & Christiane, 2011)

### 5.1. Les différents types d'humus

L'humus est de la matière organique ayant subi une altération, appelée humification, poussée essentiellement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol. Dans le sol, l'humus est la partie la plus active biologiquement. L'humification sera plus profondément abordée dans une prochaine partie. (Gérald & Christiane, 2011)

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

L'humus peut donc être défini comme étant le composé final de la dégradation de la matière organique (**Beauchamp, 2008**).

Les formes d'humus peuvent être définies comme différents patrons morphologiques observés dans les associations entre les matières organiques et minérales à la surface des profils de sol. Les types d'humus peuvent être classés selon leurs caractères morphologiques, lesquels sont intimement liés à l'activité biologique et aux liaisons organo- minérales à l'origine d'une structure caractéristique de l'horizon mixte A (**Duchaufour, 1955**).

Les humus des sols sont habituellement divisés en deux grandes classes, soit les humus submergés ou de formation anaérobie et les humus émergés ou de formation aérobie (Delecour, 1980 ; Lozet et Mathieu, 2002 ; Duchaufour, 1995 ; Prévost, 1970 ; Ponge, 2003). Cité par (**Vincent, 2015**).

Parmi les humus émergés, nous pouvons distinguer les humus de types semi-terrestres et terrestres (Sims et Baldwin), cité par (**Vincent, 2015**).

### 6. Système d'information géographique

Un système d'information géographique (SIG) est un système qui crée, gère, analyse et cartographie tous les types de données. Le SIG connecte les données à une carte, intégrant les données de localisation (où se trouvent les choses) avec tous les types d'informations descriptives (à quoi ressemblent les choses là-bas). Cela fournit une base pour la cartographie et l'analyse qui est utilisée en science et dans presque toutes les industries. Le SIG aide les utilisateurs à comprendre les modèles, les relations et le contexte géographique. Les avantages comprennent une communication et une efficacité (**esri, 2022**)

### 7. Présentation de l'analyse d'interpolation

L'Interpolation prédit les valeurs des cellules dans un raster à partir d'un nombre limité de points d'échantillonnage. Elle peut être utilisée pour prédire des valeurs inconnues pour tout type de chimiques et les niveaux de nuisance sonore. (**esri, 2022**)

#### 7.1. En quoi l'interpolation en raster est-elle utile ?

L'hypothèse qui valide l'efficacité de l'interpolation est la suivante : les objets répartis spatialement sont corrélés spatialement, c'est-à-dire que les choses qui sont rapprochées tendent à avoir des caractéristiques similaires. Par exemple, s'il pleut d'un côté de la rue, vous pouvez prédire avec un niveau de confiance élevé qu'il pleut également de l'autre côté. Vous afficheriez

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

moins de certitude s'il pleuvait à l'autre bout de la ville et seriez encore moins affirmatif quant à l'état du temps dans le pays voisin.

En vous basant sur l'analogie présentée ci-dessus, vous pouvez facilement voir que la probabilité de vraisemblance entre les valeurs des points proches des points échantillonnés est plus élevée que pour les points éloignés. C'est là la base de l'interpolation. Une utilisation typique de l'interpolation des points est de créer une surface d'altitude à partir d'un jeu de mesures échantillon. Geostatistical Analyst fournit également de nombreuses méthodes d'interpolation. (esri, 2022)

### 7.2. Exemples d'applications d'interpolation

Voici quelques exemples types d'applications des outils d'interpolation. Les illustrations correspondantes présentent la répartition et les valeurs de points d'échantillonnage, ainsi que le raster qui en est issu.

#### 7.2.1. Interpolation d'une surface de précipitations

L'entrée ici est un jeu de données ponctuelles correspondant à des valeurs de niveau de précipitations connues, présentées dans l'illustration de gauche. L'illustration de droite représente le raster qui a été interpolé à partir de ces points. Les valeurs inconnues sont prédites sur la base d'une formule mathématique utilisant les valeurs des points proches. (esri, 2022), voir figures 01 et 02.

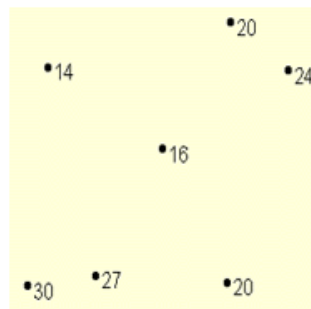


Figure 1: Données ponctuelles de précipitations en entrée

13	14	16	20	23
14	14	16	19	24
18	16	16	18	22
24	22	19	19	21
30	27	23	20	20

Figure 2: Surface de précipitations interpolée

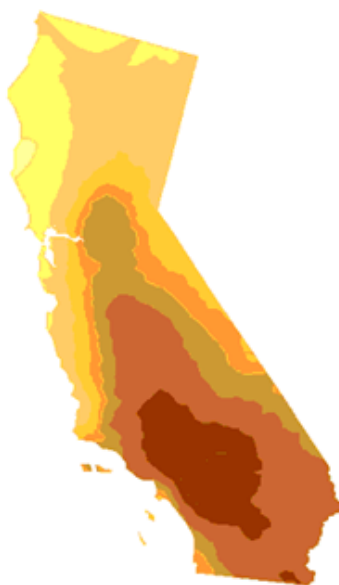
## Chapitre I Synthèse Bibliographique

### 7.2.2. Interpolation d'une surface de concentration

Dans l'exemple ci-dessous, les outils d'interpolation ont été appliqués pour étudier la corrélation entre la concentration d'ozone et les maladies pulmonaires en Californie. L'image de gauche présente les emplacements des installations de surveillance de la couche d'ozone. L'image de droite illustre la surface interpolée pour établir des prévisions sur chaque emplacement en Californie. La surface a été dérivée à l'aide de la méthode de krigeage. (esri, 2022), voir figures 03 et 04.



*Figure 3: Emplacement de point correspondant aux installation de surveillance de la couche d'ozone*



*Figure 4: Surface de prévision interpolée*

## Chapitre I Synthèse Bibliographique

### 7.2.4. Interpolation d'une surface d'altitude

Une utilisation typique de l'interpolation des points est de créer une surface d'altitude à partir d'un jeu de mesures échantillon.

Dans le diagramme suivant, chaque symbole de la couche de points représente un emplacement où l'altitude a été mesurée. Grâce à l'interpolation, les valeurs de chaque cellule entre ces points en entrée peuvent être prédites (esri, 2022), voir figure 05 et 06.

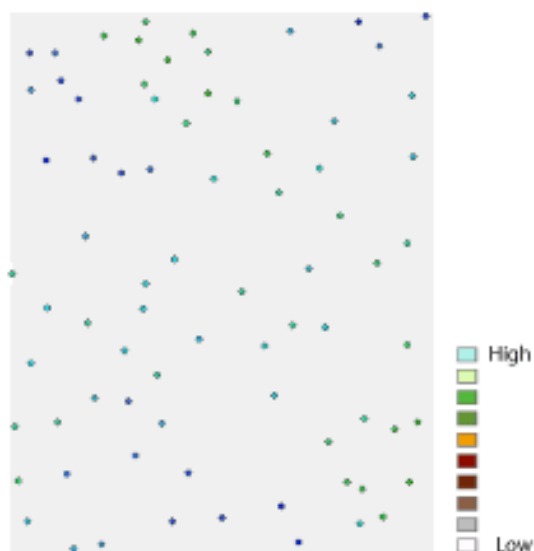


Figure 5: Données ponctuelles d'altitude en entrée

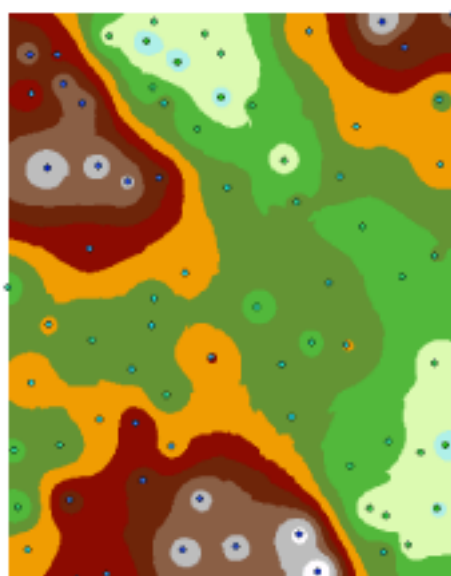


Figure 6: Surface d'altitude interpolée

**Chapitre II**

**Cadre**

**Physique**

## Chapitre II Cadre Physique

### Chapitre II : Cadre Physique

#### 1. Situation géographique

La zone d'étude représente la partie sud du périmètre irrigué de Ksob, enclavé entre le Chott el Hodna au sud et le barrage de Ksob au Nord. Il est délimité par les coordonnées suivantes :

- Nord : Longitude 4.543392°      Latitude 35.695535°
- Sud : Longitude 4.543392°      Latitude 35.596740°
- Est : Longitude 4.647265°      Latitude 35.640446°
- Ouest : Longitude 4.498631°      Latitude 35.635102°

La zone d'étude s'étend sur une superficie de 11303 ha avec un périmètre de près de 48.2 km, voir figure (07).

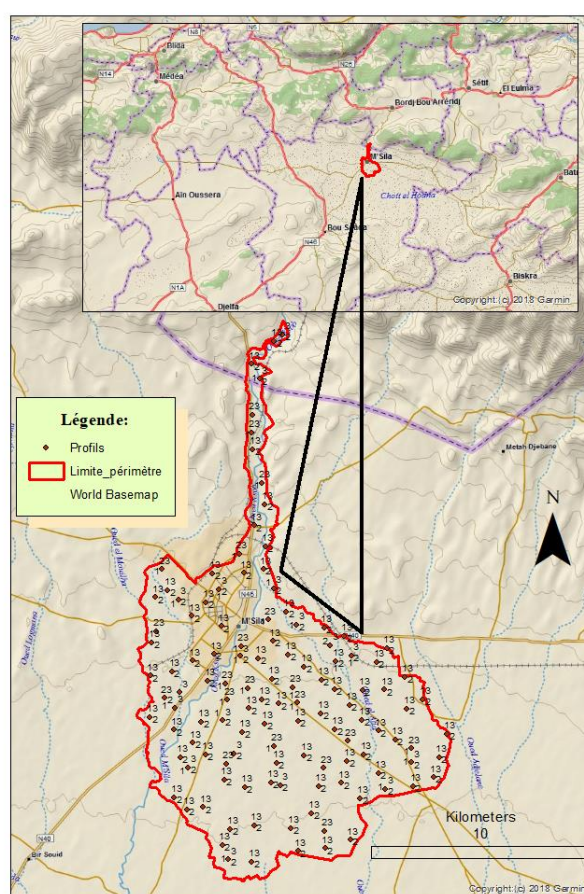


Figure 7: Situation géographique de la zone d'étude

## Chapitre II Cadre Physique

### 2. Les caractéristiques physiques

#### 2.1. Hydrologie

La zone d'étude est drainée par l'oued permanent de Ksob et son prolongement oued M'sila, et Oued Attia qui est intermittent et passe à l'Est d'Oued M'sila (Voir figure 08).

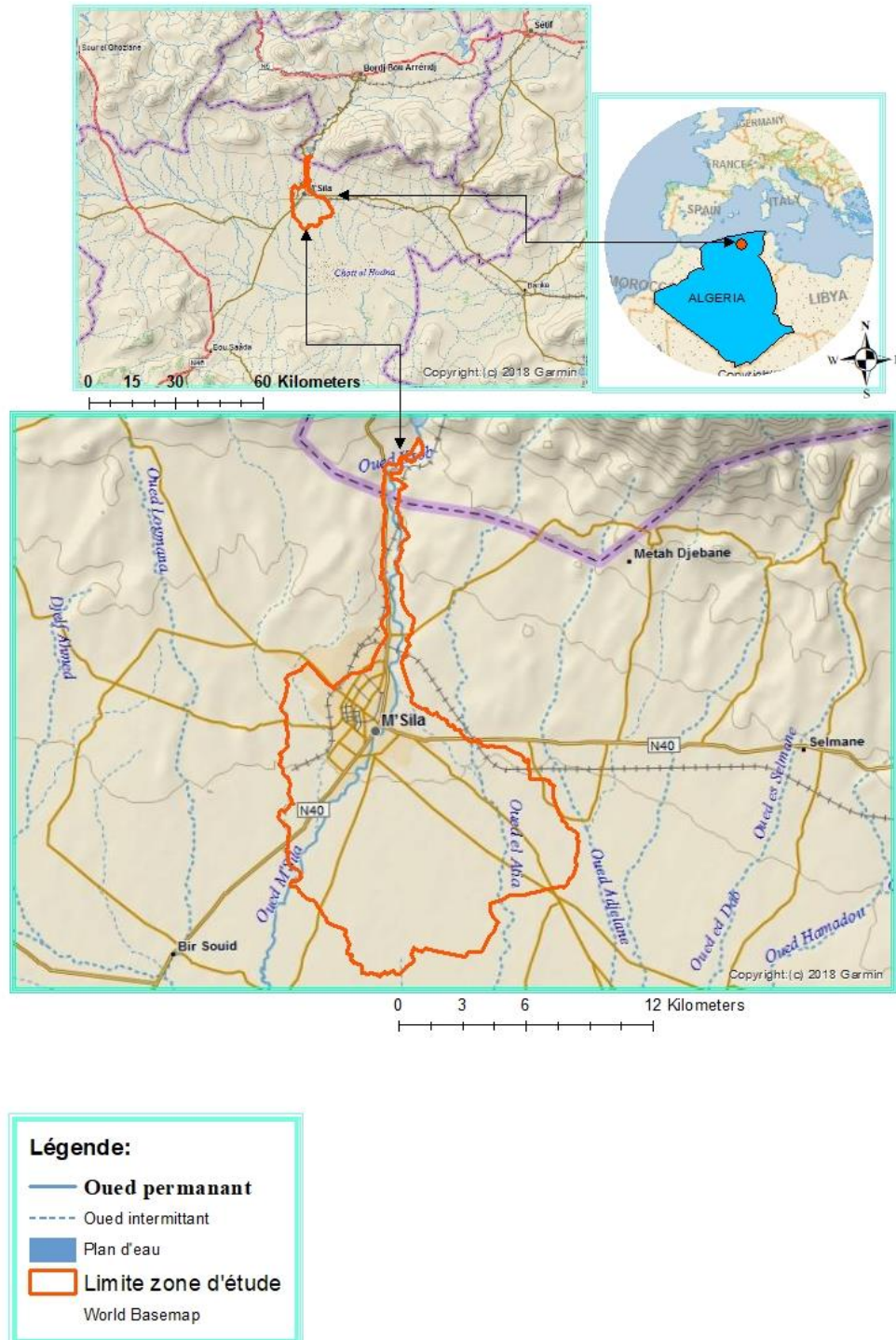


Figure 8: Réseau hydrographique de la zone d'étude (source carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>)

## Chapitre II Cadre Physique

### 2.2. Géologie

La géologie de la zone d'étude est dominée par le quaternaire représenté par des alluvions fines.

La géologie nous renseigne sur la présence du calcaire du gypse et éventuellement du sel, Voir (figure 09) ces critères jouent un rôle important dans la pédogenèse des milieux arides. (Halitim, Robert, & Pédro, 1983)

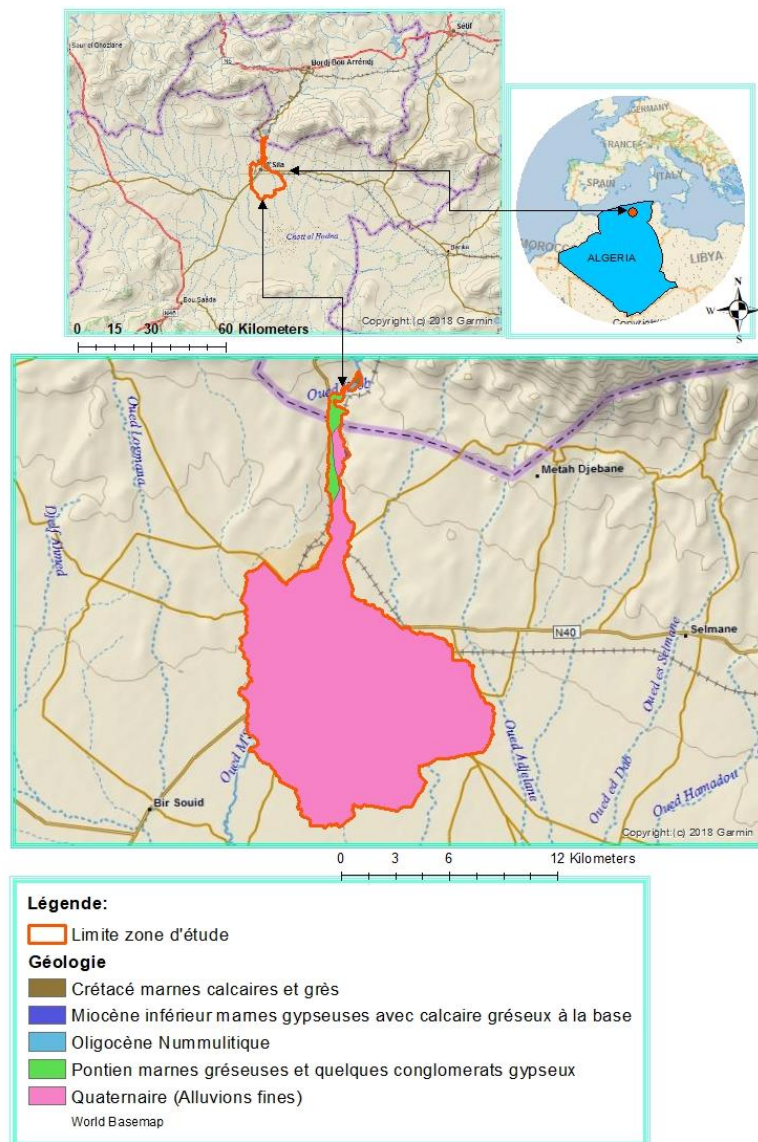


Figure 9: Géologie de la zone d'étude (source : extrait de la carte géologique de l'Algérie 1/500000. (FLANDRIN, 1952) Carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>)

## Chapitre II Cadre Physique

### 2.3. Pédologie

Les sols de la zone d'étude figurent la carte établie par Bouyadgiev qui englobe les sols suivants : voir figure (10).

- **Classe 2** : Sols peu évolués alluviaux : Sols de profil AC contenant plus que des traces de matière organique dans les 20 premiers centimètres, formés par apport alluvial ils constituent la majeure partie des sols de la zone d'étude.

- **Classe 3** : sols calcimagnésique : Ce sont des sols dont les horizons supérieurs sont riches en alcalinoterreux (Ca et Mg), le profil est de type AC. AR. A(B)R ; la matière organique de l'horizon A est fortement liée à la matière minérale (formation d'une bonne structure). Ce sont les sols à encroûtement calcaire localisés à la partie ouest de la carte et associés aux lithosols un plus au nord.

- **Classe 4** : Sols isohumiques : Sont caractérisés par l'incorporation profonde (au moins jusqu'au matériel originale) de la matière organique, en milieux arides ils sont représentés par les Sierozems visible sur la partie centrale de la carte.

- **Classe 5** : Sols Halomorphe : Caractérisés par la présence des sels solubles dans la solution du sol avec un concentration de l'extrait de pate saturée supérieure à 4 mmhos/cm.

## Chapitre II Cadre Physique

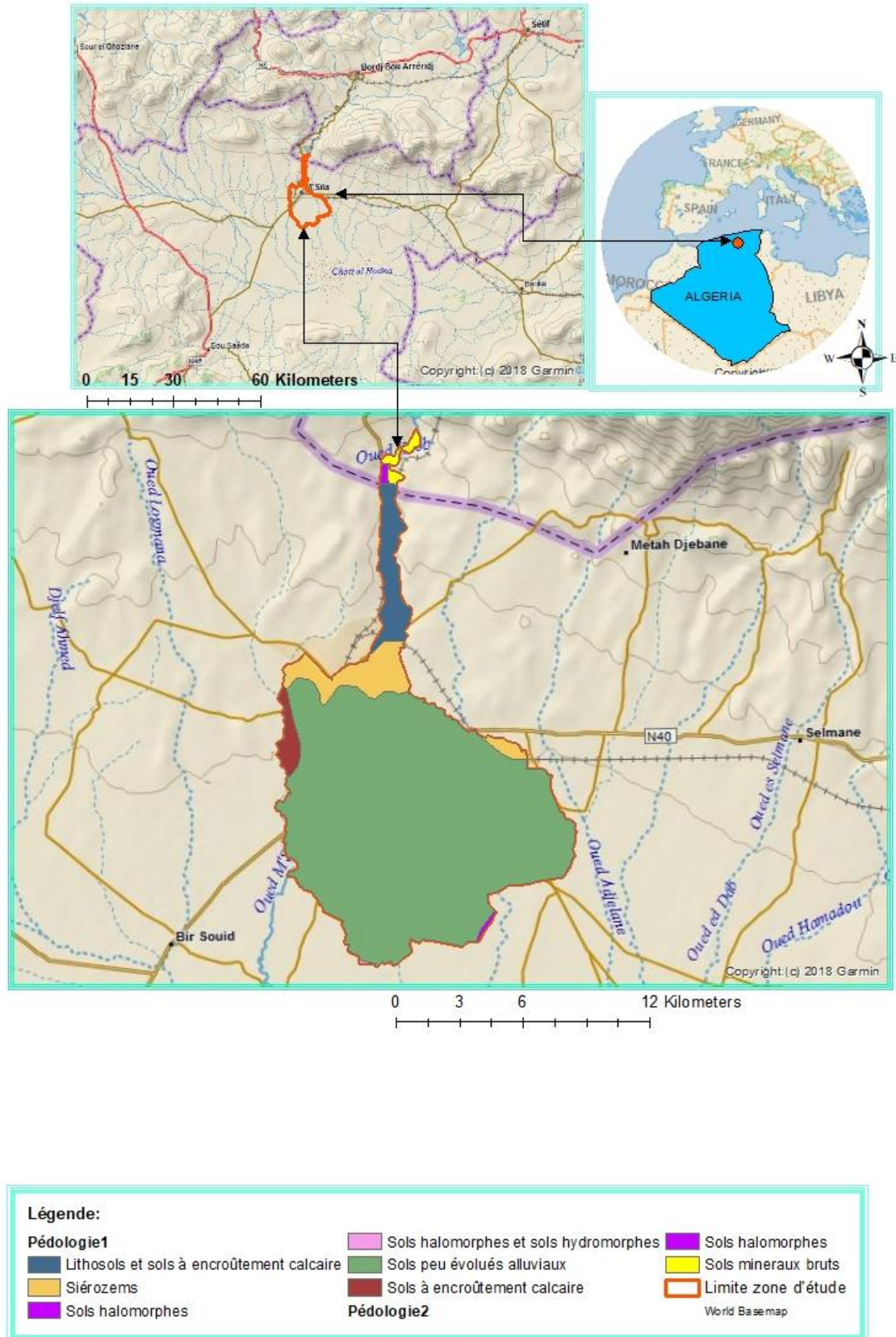


Figure 10: Pédologie de la zone d'étude source extrait des cartes pédologiques ; Pédologie1 (BOYADGIEV, 1975) et Pédologie2 Source spécifiée non valide. carte de fond world base map : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>

## Chapitre II Cadre Physique

### 2.4. Climat de la zone d'étude

Pour l'étude climatique, nous avons utilisé les données de la station météorologique de M'sila située à 441m. Couvrant la période de 2006 à 2016.

#### 2.4.1. Les Précipitations

La précipitation est la quantité totale de pluie reçue par unité de surface et de temps. Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes limniques tels que les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (RAMADE, 2009)

Les données pluviométriques moyennes mensuelles de la période (2006 jusqu'à 2016) sont classées dans le tableau 03.

Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle en (mm) pendant la période (2006-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Totale
<b>La zone d'étude : Station météorologique de M'sila (2006-2016)</b>													
Altitude 441m	12.90	16	14	<b>31.67</b>	16.55	9	6.89	<b>5.50</b>	21.27	23.50	15.10	16.11	<b>188.49</b>
<b>La zone d'étude</b>													
Altitude 575m	14.57	18.07	15.81	<b>35.78</b>	18.69	10.1 7	7.78	<b>6.21</b>	24.03	26.54	17.05	18.20	<b>233.80</b>

L'examen du tableau 03, montre que les moyennes des précipitations mensuelles sont irrégulières, le mois le plus pluvieux est Avril avec des valeurs de 35.78 mm, alors que le mois le plus sec est le mois d'Août avec une valeur de 6.21 mm

L'examen des totaux des précipitations interannuelle fait ressortir une certaine irrégularité de précipitation d'année en année, avec un maximum de 225mm en 2006 et un minimum de 121mm en 2010 et une moyenne de 188.49mm. Voir tableau 04.

Tableau 4: les précipitations interannuelles de la station météorologique de M'sila (2006-2016)

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Moye
<b>P(mm)</b>	225	188	171	153	121	168	168	200	170	159	155	<b>188.49</b>

## Chapitre II Cadre Physique

Le classement décroissant du totale des précipitations saisonnières permet de montrer que le régime saisonnier de la région M'sila est de type PAHE. Voir tableau 05.

Tableau 5: Le régime saisonnier de la région de M'sila

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Totale	Type Saisonnier
<b>Altitude</b>	<b>La zone d'étude : Station météorologique de M'sila (2006-2016)</b>					
<b>441m</b>	45.01	62.22	21.39	59.87	188.49	<b>PAHE</b>
<b>La zone d'étude</b>						
<b>575 m</b>	50.84	70.28	24.16	67.62	233.80	<b>PAHE</b>

### 2.4.2. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (RAMADE, 2009).

La caractéristique de la température en un lieu donnée se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins cinq variables importantes qui sont les moyennes des minimums, et des maximums, la moyenne mensuelle, le minimum absolu et le maximum absolu ainsi que l'amplitude thermique (Djebaili, 1984)

Les températures moyennes minimales et maximales (2006-2016) sont consignées dans le tableau 06.

Tableau 6: répartition des moyennes de températures mensuelles en C de la station météorologique de M'sila

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
<b>La zone d'étude : Station météorologique de M'sila (2006-2016) Altitude 441m</b>												
<b>M</b>	-1.55	<b>-1.76</b>	0.55	4.6	9.00	14.21	19.20	19.77	14.05	8.70	3.17	-0.59
<b>M</b>	19.79	21.68	27.71	32.16	36.8	40.90	<b>43.7</b>	43.08	38.26	33.63	24.65	19.58
<b>M+m/2</b>	8.70	10.3	13.9	16.8	22	27.8	31.6	31	25.7	20.2	13.5	9.4
<b>La zone d'étude 575m</b>												
<b>m</b>	-2.08	<b>-2.30</b>	0.02	4.06	8.47	13.68	18.67	19.24	13.52	8.17	2.64	-1.13
<b>M</b>	18.85	20.74	26.78	31.23	35.86	39.97	<b>42.76</b>	42.14	37.33	32.70	23.72	18.64
<b>M+m/2</b>	8.39	9.22	13.40	17.64	22.17	26.83	30.72	30.69	25.42	20.44	13.18	8.76

Source : (Station météorologique de M'sila , 2022)

**m** : moyennes mensuelles des températures minimales. **M** : moyennes mensuelles des températures maximales.

Le tableau 06, montrent que la température maximale est enregistrée au mois de Juillet avec (43.7°C) alors que celle minimale se rencontre au mois de Février avec (-1.76°C)

Les moyennes températures mensuelles sont plus basses en Février et le plus élevées en

## Chapitre II Cadre Physique

juillet

### 2.4.3. Autres factures climatiques

#### 2.4.3.1. Le Vent

Il constitue un facteur écologique limitant. Sous l'influence du vent, la végétation est limitée dans son développement (RAMADE, 2009).

Tableau 7: Moyenne mensuelle de la vitesse du vent de la station météorologique de M'sila (2006-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
Vitesse du vent (m/s)	3.81	4.63	5	4.81	4.81	4.54	4	4	3.72	3.54	4	3.63	4.15

D'après le tableau 07, la région de M'sila dominées par des vents d'un moyenne (4.15m/s)

Les vents les plus forts soufflent pendant la saison de printemps avec un maximum au mois de Mars (5km/h)

La région de M'sila est dominée par des vents, sont généralement de l'Est secondés par ceux du Nord-est en période hivernale (25-30%) et diminue en Eté (5-10%).

Le vent du Sud domine en Eté (20%) et diminue en Hiver jusqu'à (5%).

Le vent chaud dit « SIRROCO » apparait durant les mois de Juin, Juillet et Aout (FAO, 1992)

#### 2.4.3.2. Evaporation

L'évaporation est le processus biophysique de transfert d'une quantité d'eau vers l'atmosphère, Le tableau 08 montre la moyenne mensuelle de l'évaporation en (mm) donnée par la station météorologique de M'sila de la période 2006-2016. Voir tableau 08.

Le tableau 08 montre que l'évaporation varie de 0.63mm (mois Janvier) à 56.90mm (mois Juillet).

## Chapitre II Cadre Physique

Tableau 8: Evapotranspiration mensuelle moyenne en (mm) de la station météorologique de M'sila

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
<b>ETP</b>	<b>0.63</b>	0.92	2.71	7.93	18.53	36.85	<b>56.90</b>	51.78	24.90	11.28	3.33	0.76

### 2.4.3.3. Humidité de l'air

Le tableau 09 montre la moyenne mensuelle de l'humidité en (%) de la station météorologique de M'sila dans la période 2006-2016 (voir tableau 09), la zone d'étude est caractérisée par une humidité maximale au de Décembre avec une valeur de (75.81%) et la valeur minimale pendant le mois de Juillet (31.45%).

Tableau 9: Humidité mensuelle moyenne en (%) de la station météorologique de M'sila (2006-2016)

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
<b>Humidité (%)</b>	74.72	69.63	62.54	57.18	47.09	39.09	<b>31.45</b>	35.09	49.45	58.27	70.45	<b>75.81</b>

### 2.4.4. Indices climatiques

Pour la zone d'étude nous avons décidé d'utiliser les indices climatiques suivant : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, l'indice d'aridité de Martonne, et le climagramme d'Emberger.

#### 2.4.4.1. Indice de Martonne ou d'aridité

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée et dépend essentiellement des précipitations moyennes mensuelles en (mm) et la température annuelle en (°C). En appliquant la formule suivante :  $Ia = P / (T + 10)$

Où :

P : précipitation annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°).

## Chapitre II Cadre Physique

Tableau 10: Paramètres et résultats du calcul de l'indice d'aridité (Ia) pour la zone d'étude

Station	P (mm)	T(C°)	Ia
<b>Zone d'étude (441m) : Station de M'sila</b>	188.49	21.50	<b>5.98</b>
<b>Zone d'étude (575m)</b>	233.80	18.90	<b>8.08</b>

Cet indice simple est largement utilisé, il prend des valeurs d'autant plus élevées que le climat est plus humide et inversement. L'interprétation de l'indice est donnée dans le tableau 11.

Tableau 11: Classification des climats selon l'indice de De Martonne.

Valeur de l'indice	Type de climat
<b>0 &lt; I &lt; 5</b>	Hyper aride
<b>5 &lt; I &lt; 10</b>	Aride
<b>10 &lt; I &lt; 20</b>	Semi-Aride
<b>20 &lt; I &lt; 30</b>	Semi humide
<b>30 &lt; I &lt; +50</b>	Humide

Les indices de la zone d'étude varient de 5.98 à 8.08 (voir tableau 10) ce qui la classe dans l'étage bioclimatique **Aride**.

### 2.4.4.2. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec  $P=2T$ .

La figure 11, montre le diagramme Ombrothermique de la zone d'étude basé sur les données climatiques (données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles) calculées pendant la période 2006-2016.

D'après la Figure 11, Pour la zone d'étude à altitude minimale de (441m) la saison sèche se prolonge sur 10 mois (de Janvier, Février, Mars et Mai jusqu'à Novembre). Et la saison humide est dans deux mois seulement (de Avril, Décembre).

Dans l'altitude maximale (575 m) de la zone d'étude la saison sèche se prolonge sur 8 mois seulement (de Mars et Mai jusqu'à Novembre). Mais la saison humide se prolonge sur 4 mois.

## Chapitre II Cadre Physique

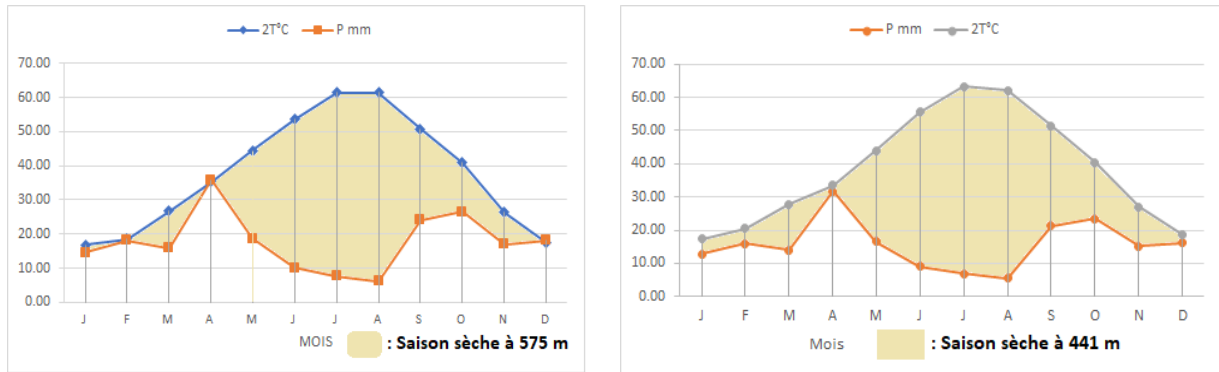


Figure 11: le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен .

### 2.4.4.3. Quotient pluviothermique et le Climagramme d'Emberger

Selon Lebourgeois (2010) le quotient pluviothermique (Q2) d'Emberger (1952, 1955) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (en mm) et les variantes de la température : la moyenne des minimums du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M) :

$$Q2 = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

Avec :

P : Précipitation annuelle en mm

$(M + m) / 2$  : Moyenne des températures annuelles.

$(M - m)$  : Amplitude thermique extrême en K°.

M : Moyenne des maximas du mois le plus chaud en K°.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en K°.

Stewart (1968) simplifia la formule précédente en proposant le quotient suivant.

$$Q2 = \frac{3,43P}{M-m}$$

Où :

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en Kelvin.

Tableau 12: Paramètres et résultats du calcul de quotient pluviothermique pour la zone d'étude

## Chapitre II Cadre Physique

Le tableau 12 montre que la zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique **aride inférieure**

Zone d'étude	P (mm)	M (K°)	m (K°)	Q2
441m	188.49	316.85	271.3	14.19
575m	233.80	315.91	270.85	17.79

à hiver froid.

Cela se voit sur le climagramme d'Emberger dans la figure 12.

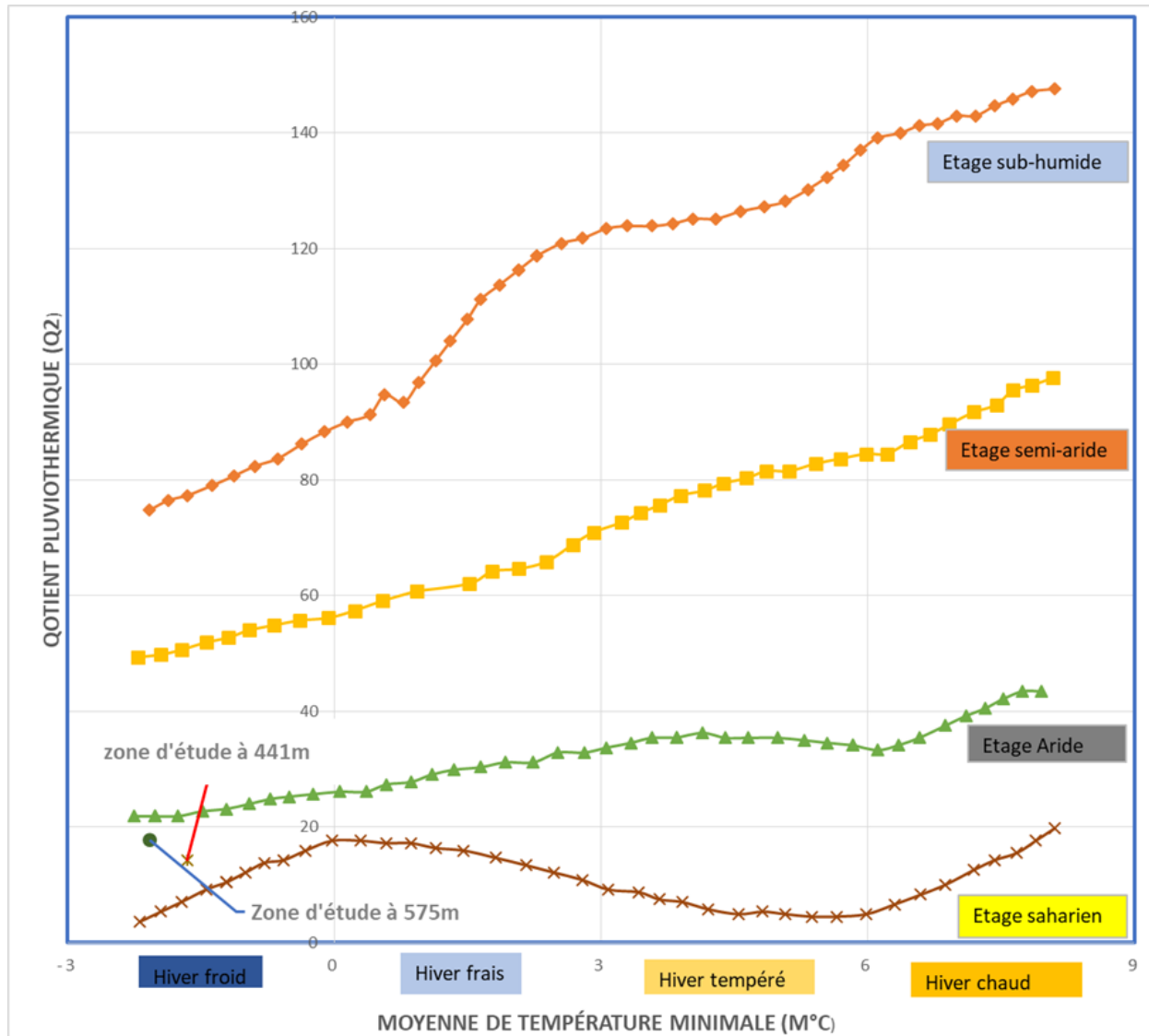


Figure 12: Climagramme d'Emberger de la zone d'étude

# **Chapitre III**

## **Matériels et**

### **Méthodes**

## Chapitre III Matériels et Méthodes

### Chapitre III : Matériel et Méthodes

#### 1. Le matériel d'étude

##### 1.1. Choix de la zone d'étude

Notre choix a porté sur la partie sud du périmètre de Ksob située entre la ville de M'sila et le Chott à cause de la disponibilité de la carte des sols comprenant des profils types, et une notice qui renferme les données analytiques des dits profils, l'étude a été réalisée par le bureau d'étude Efagraria. (EFAGRARIA, 1967)

##### 1.2. Les documents de base de l'étude

Pour l'évaluation de la matière organique du sol nous avons pris en considération les caractéristiques suivantes en relation avec la caractérisation et la mise valeur de matière organique réclamé par (Richards, 1954) :

- La texture du sol matérialisée par les fractions Argiles, Limon et Sables
- Le  $pH_{\text{eau}}$  ou acidité actuelle du sol
- La conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée
- L'ESP ou pourcentage du sodium échangeable
- La vitesse d'infiltration qui caractérise le drainage naturel
- Le calcaire actif utilisé comme source de calcium lors de la mise en valeur. Les documents utilisés sont :
- Le MNT de la zone d'étude télécharger à partir du site : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services> pour l'analyser du relief de la zone d'étude (carte des pente)
- Cartes pédologiques au 1/10000 au nombre de six couvrant l'ensemble de la zone d'étude.
- Fiches analytiques et d'observations des profils types décrit et analysés.
- Carte géologique de l'Algérie 1/500000 (FLANDRIN, 1952)
- Carte pédologique du Hodna 1/800000 (BOYADGIEV, 1975)
- Hydrographie de la zone d'étude extraite de la carte de base à partir du site : <http://services.arcgisonline.com/arcgis/services>

#### 2. Méthodes d'étude :

L'étude comprend l'analyse statistique des variables utilisé dans la présente étude, la réalisation d'un système d'information géographique (SIG) sur Arcgis 10.8, en se basant sur les documents disponibles et enfin l'exploitation du SIG pour la caractérisation et la mise en valeur de la MO du sol.

##### 2.1. Analyse statistique des données

L'analyse statistique a été réalisée sur Statistica 12 elle comprend les statistiques descriptives des différentes variables utilisées, l'analyse de la variance par rapport aux horizons

## Chapitre III Matériels et Méthodes

du profil (variable de classement) et l'analyse des corrélations entre les variables, voir figure 13.

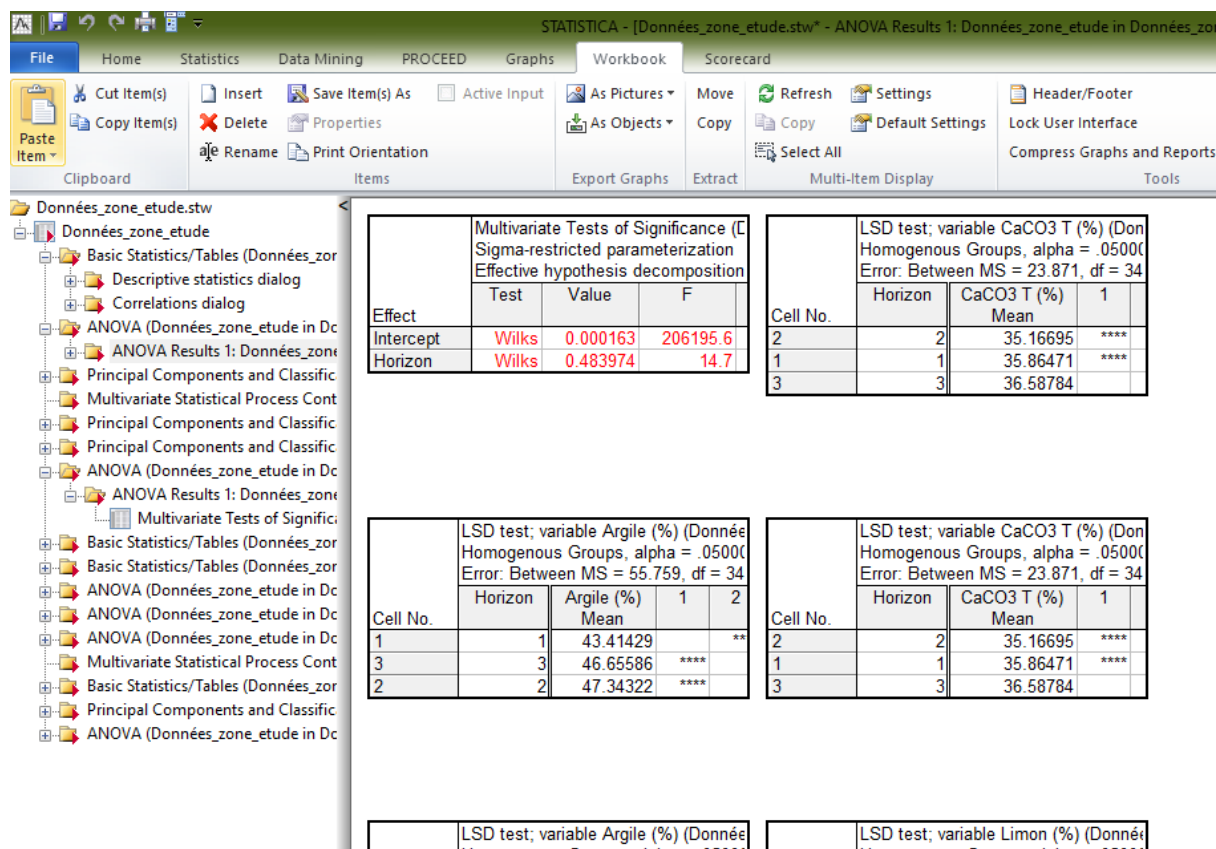


Figure 13: Analyse statistique sur Statistica12

### 2.2. Réalisation d'un SIG

Cette commence par la numérisation et le géoréférencement de la carte des sols, se prolonge par la vectorisation des données points concernant les profils des sols et enfin la définition et l'instruction des tables d'attributs liées aux variables étudiées.

#### 2.2.1. Numérisation et géoréférencement de la carte des sols

La carte pédologie numérisé est obtenue sous forme de fichier (.img.) une fois ouvert sur Arcgis10.8 on entame l'opération de Calage de la carte en utilisant des repères connus car la grille du système de coordonnées n'existe pas. On ce qui nous concerne nous avons choisi le système de coordonnées projeté UTM (WGS84) zone 31, voir figure 14.

## Chapitre III Matériels et Méthodes

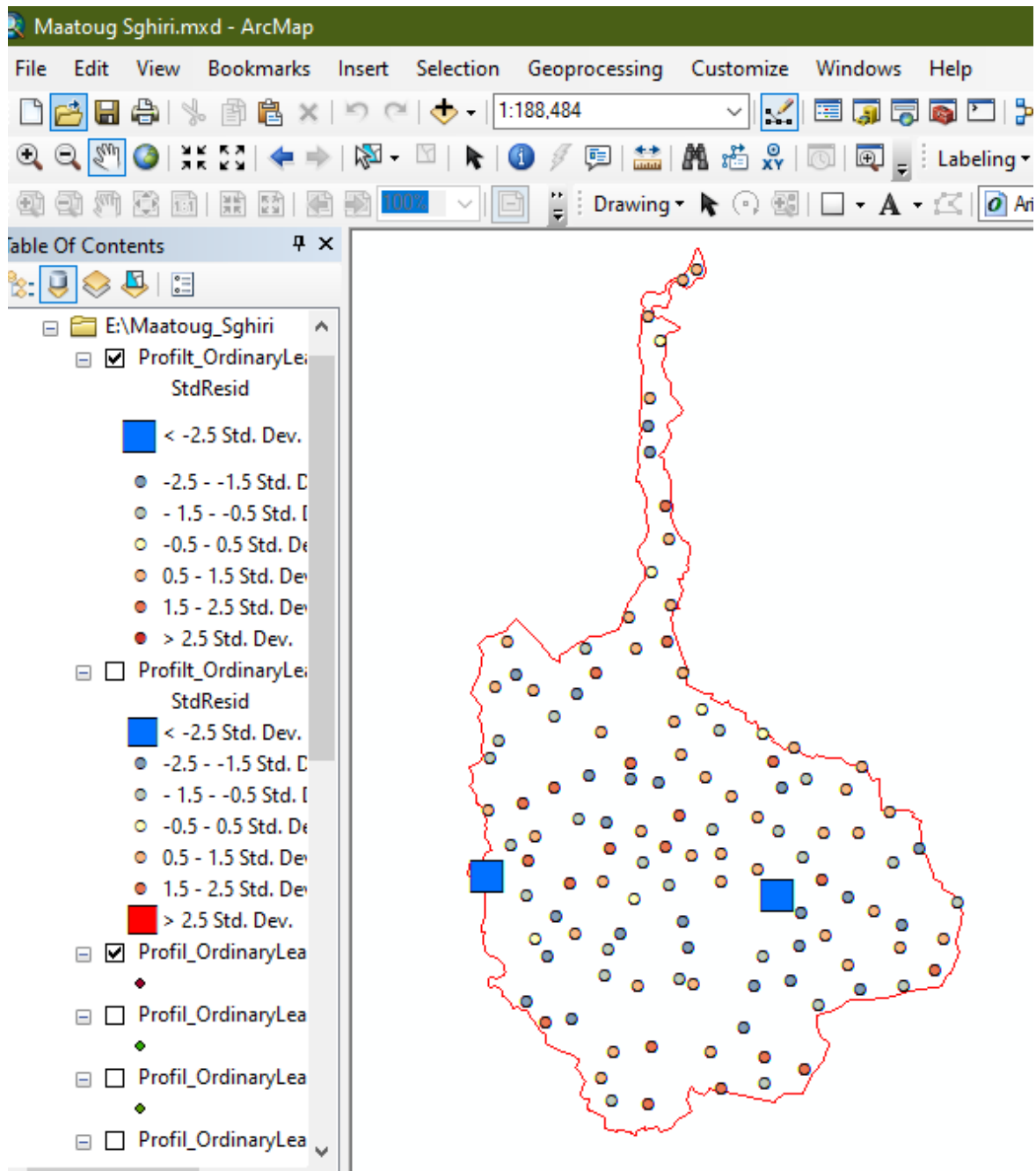


Figure 14: Calage et géoréférencement de la carte pédologique sur Arcgis10.8

### 2.2.2. Vectorisation des profils types

L'opération consiste à extraire de la carte pédologique les données ponctuelles matérialisant les profils types elle est réalisée en deux temps ; on commence par créer un fichier vecteur de type point ensuite l'instruire manuellement point par point à partir de la carte pédologique, voir figure 15.

## Chapitre III Matériels et Méthodes

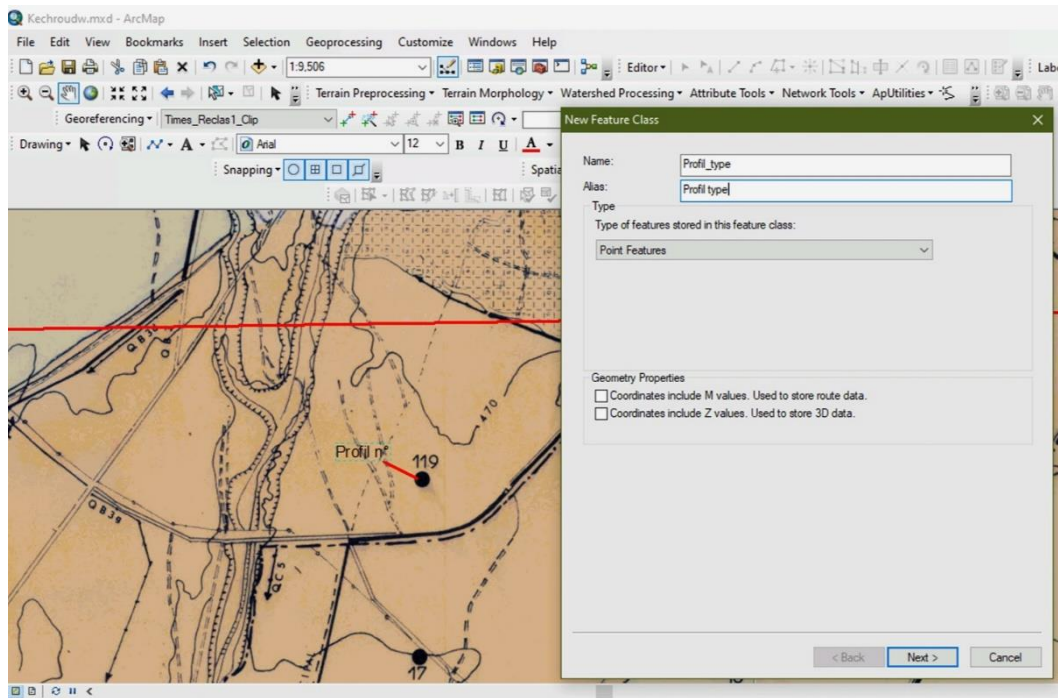


Figure 15: Création de fichier vecteur de type point sur Arcgis10.8

### 2.2.3. Les tables attributaires

Chaque profil type est constitué de trois horizon ; horizon1(0-35cm), horizon2 (35-50cm) et horizon3 (50-80cm) donc pour chaque horizon une table d'attribue est créer elle prend en considération les variables citées au paragraphe 1.2 ci-dessus, voir figure 16.

PPOINT Y	POINT Z	PROFIL	Horizon	Argile	Limon
3950938.6396	35	80	1	45	30
3951130.7222	35	1	1	50	37
3950901.8018	35	119	1	47.5	37
3951054.4154	35	104	1	48	37
3949751.411	35	102	1	47.5	26
3950227.6707	35	98	1	54	28.02
3950535.5292	35	94	1	56	30.5
3950443.4348	35	17	1	42	31
3950340.8153	35	16	1	49	39.5
3950519.7416	35	2	1	47.5	38
3949967.1751	35	3	1	42	40
3950222.4082	35	79	1	49.5	32
3950464.4849	35	77	1	48	33.5
3950161.889	35	75	1	31	24.5
3950809.1812	35	76	1	30.5	25.5
3949496.1779	35	72	1	35	31
3948919.93	35	73	1	45	32
3948890.9861	35	74	1	43.5	32
3948948.874	35	5	1	39	31

Figure 16: Table attributaire pour l'horizon 1

## **Chapitre III Matériels et Méthodes**

### **2.3. Les requêtes**

Les requêtes sur le SIG ont pour but la caractérisation de la matière organique et la présentation de la mise en valeur adéquate à chaque type de matière organique.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et**

### **Interprétation**

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

### Chapitre IV : Résultats et Interprétation

#### 1. Résultats globaux

Les valeurs des paramètres étudiés figurent dans le tableau qui suit, pour chaque facteur les valeurs minimales et maximales, l'effectif valides et l'écart type sont classés dans le tableau 13.

Tableau 13: statistique descriptive des variables étudiées

Variable	Descriptive Statistics (Données_zone_etude in Données_zone_etude.stw)					
	Valid N	% Valid obs.	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
CaCO3 T (%)	355	97.80	35.88	19.70	56.85	4.99
Argile (%)	355	97.80	45.65	23.00	61.50	7.78
Limon (%)	355	97.80	30.52	6.00	51.50	7.37
Sable (%)	355	97.80	23.73	3.50	66.50	12.97
Carbone Organique	355	97.80	0.74	0.56	1.00	0.10
Azote (%)	355	97.80	0.08	0.07	0.10	0.01
C/N	355	97.80	9.02	8.00	10.00	0.59
CaCO3 A(%)	349	96.14	9.07	0.12	16.64	3.38
PH	354	97.52	8.11	7.00	8.60	0.16
CE (mmhos/cm)	355	97.80	6.98	0.80	45.60	4.54
Das (g/cm3)	355	97.80	1.17	1.02	11.10	0.53

Les paramètres de texture limon et sable présente les valeurs de l'écart type les plus élevées, donc ont tous une certaine dispersion des valeurs.

#### 2. Analyse Statistique

##### 2.1 Analyse de variance

Elle concerne l'étude de la variance vis-à-vis les paramètres de groupement, profils et horizons

Cette analyse montre des différences significatives de l'ensemble des paramètres avec le profil et l'horizon, En respectant l'homogénéité des groupes pour certains paramètres dont le calcaire total et le calcaire actif vis-à-vis de l'horizon. Voir tableau 14.

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

Tableau 14 : Analyse de la variance des paramètres étudiés

Effect	Multivariate Tests of Significance (Données_zone_etude in Données_zone_etude.stw) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	0.000112	410079.8	5	229.000	0.00
Profil	Wilks	0.002308	4.6	595	1149.971	0.00
Horizon	Wilks	0.208811	54.4	10	458.000	0.00

### 2.1.1. Le calcaire total

Les résultats sont consignés dans le tableau 15 qui montre une homogénéité vis à vis de l'horizon avec une valeur moyenne autour de 37%

Tableau 15: Moyennes du calcaire total par Horizon

No	Horizon	CaCO <sub>3</sub> T (%) Mean	CaCO <sub>3</sub> T (%) Std.Err.
1	1	37.06365	1.101243
2	2	36.73111	1.117166
3	3	37.62005	1.083384

La répartition du calcaire dans les profils de la zone d'étude selon les horizons est visible dans la figure 13. Selon ([wiki.aurea, 2016](#)) notre zone présente trois classes de calcaire total :

- 10-25% le sol est **Calcaire**
- 25-50% le sol est **fortement calcaire**
- > 50 % le sol est **très fortement calcaire**

La classe fortement calcaire est la plus dominante dans la zone et dans les trois horizons.

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

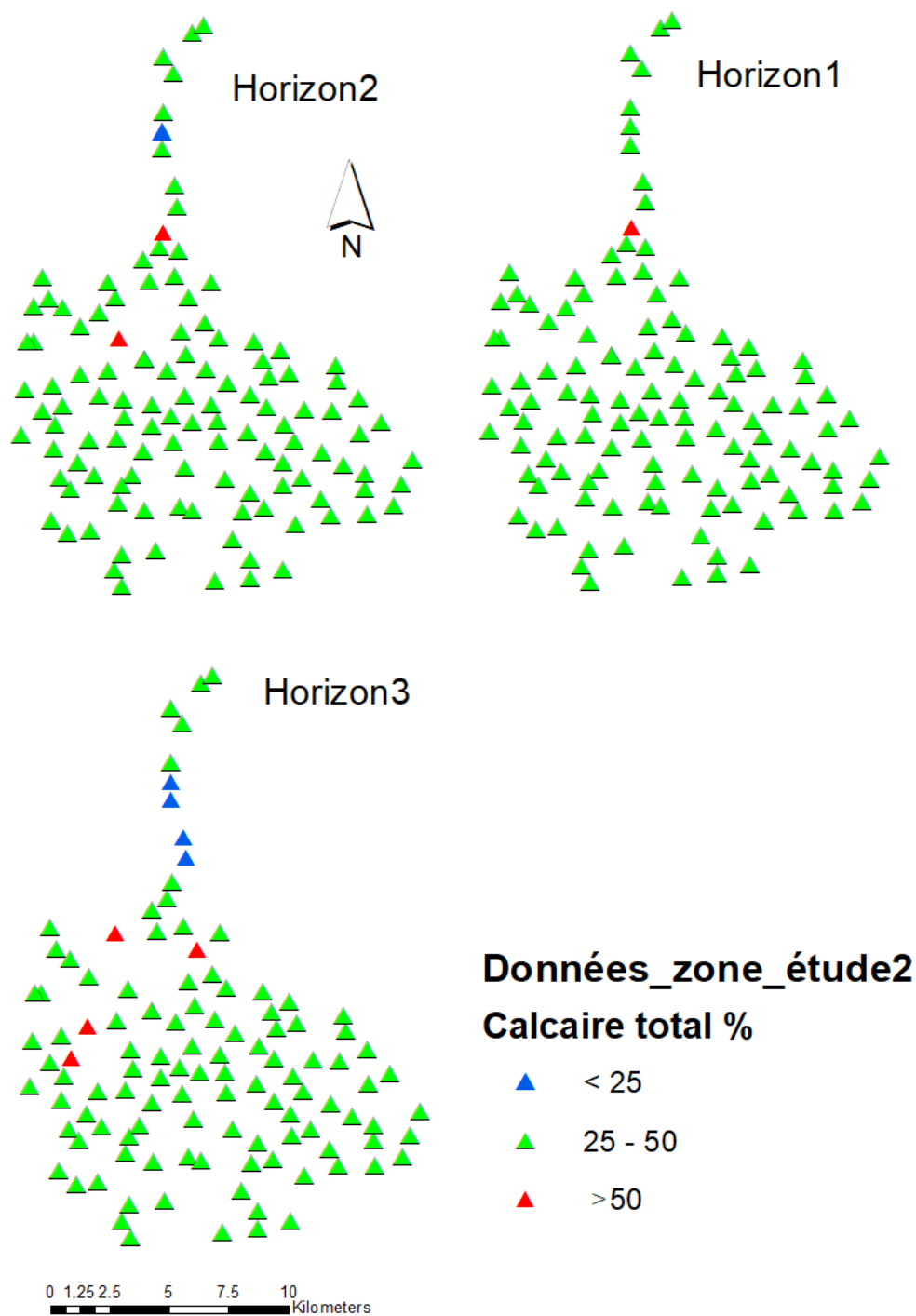


Figure 17 : Répartition du calcaire total dans la zone d'étude

### 2.1.2. Le calcaire actif

Les moyennes du calcaire actifs par horizon ne sont pas significativement différentes elle varie entre 7.17 et 7.67 % voir tableau 16

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

Tableau 16: Moyennes du calcaire actif par horizon

No.	Horizon	CaCO3 A(%) Moyenne	CaCO3 A(%) Ecart-type
1	1	7.673301	0.797771
2	2	7.176785	0.809306
3	3	7.548632	0.784833

La répartition du calcaire actif est schématisée dans la figure 18 où selon (wiki.aurea, 2016) trois classes de calcaire actif dominant dans la zone d'étude :

1. < 5                    **Faible**
2. 5-10                    **Assez élevée**
3. 10-20                    **élevée**

La classe 3 est la plus dominante dans la zone d'étude suivie de la classe 2 puis la classe 1. Selon la même source plus le calcaire actif est élevé et plus le risque de chlorose est menaçant.

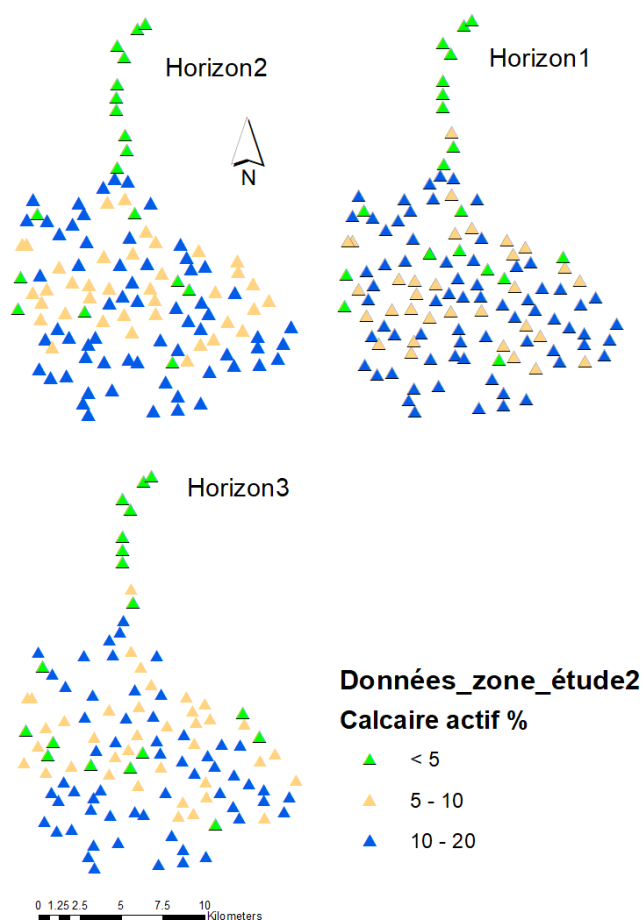


Figure 18: Répartition du calcaire actif dans la zone d'étude

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

### 2.1.3. Le pH

Le pH présente des valeurs moyenne par horizon autour de 8 Selon (**Association des fabricants d'engrais du Québec, 1987**) cette valeur appartient à la classe des sols moyennement alcalins.

Tableau 17: Valeur moyennes du pH en fonction des horizons

N	Horizon	PH Mean	PH Std.Err
1	1	8.051304	0.038850
2	2	8.044450	0.039412
3	3	8.077687	0.038220

Dans la zone d'étude trois classes de pH sont présente selon (**Association des fabricants d'engrais du Québec, 1987**) :

- 7.4-7.8 **faiblement alcalin**
- 7.9-8.4 **moyennement alcalin**
- >8.5 **fortement alcalin**

La classe moyennement calcaire est la plus représentée dans la zone d'étude et dans tous les horizons, les autres classes sont négligeables voir figure 19.

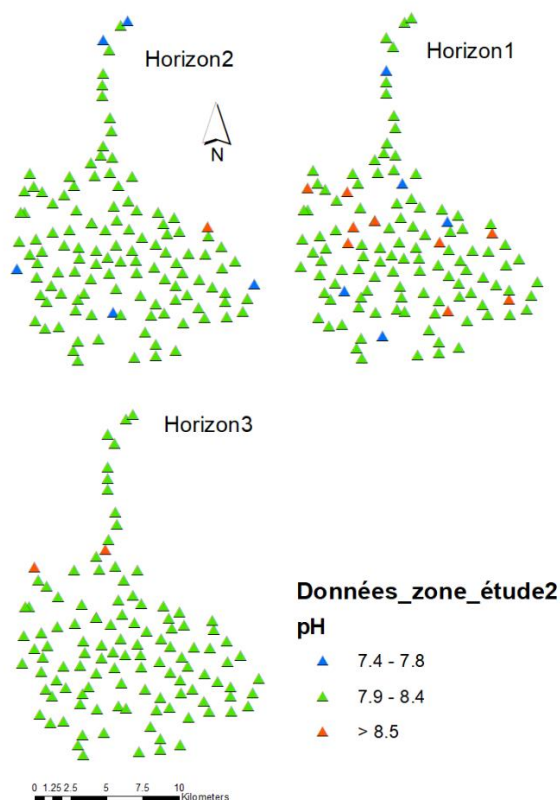


Figure 19: Répartition du pH dans la zone d'étude

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

### 2.1.4. La conductivité électrique du sol

Les valeurs de la conductivité électrique en moyenne par horizon varient de 5.33 à 7.52 mMhos/cm donc la salinité augmente avec la profondeur voir tableau 18. Ses valeurs sont très élevées car selon (**Apal Agricultural Laboratory, 2013**) une valeur supérieure à 0.15 mMhos/cm affecte la croissance des plantes

tableau 18: Valeurs moyennes de la conductivité électrique du sol par horizon

NO	Horizon	CE (mmhos/cm) Mean	CE (mmhos/cm) Std.Err
1	1	5.332582	1.054677
2	2	5.841008	1.069926
3	3	7.522193	1.037572

Selon (**Apal Agricultural Laboratory, 2013**) l'évaluation de la salinité en se basant sur la conductivité électrique du sol de la pâte saturé se fait comme suit :

- CE < 2 mMhos/cm                      **Salinité faible**
- 2 <CE < 4 mMhos/cm                **Plantes sensibles affecté**
- 4 <CE< 8 mMhos/cm                **Plusieurs plantes affectées**
- 8 <CE< 16 mMhos/cm               **Cultures tolérantes affectées**

La répartition de la salinité dans la zone d'étude apparait dans la figure 20 on remarque que la classe de faible salinité n'est pas très présente dans les horizons supérieurs (1 et 2) et est presque absente en horizon 3. Les sites qui peuvent accueillir des cultures tolérantes sont réduits et dispersés. Les sites salés et très sont les plus représentés et augmente dans l'horizon 3.

Vis-à-vis de la salinité notre zone d'étude a besoin que des mesures de mise en valeur soit prise à savoir le lessivage et le drainage en fonction de la qualité de l'eau disponible.

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

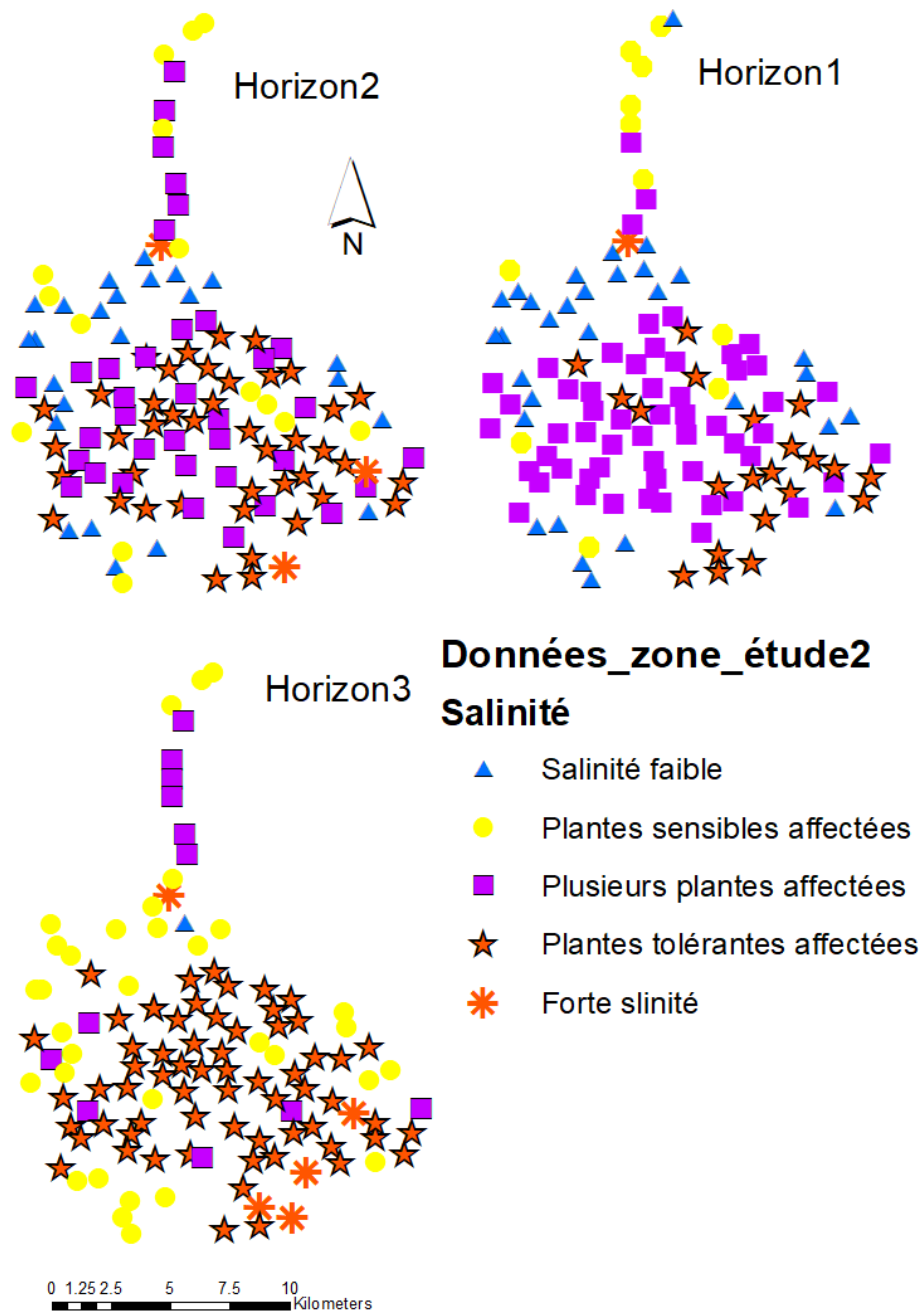


Figure 20: Répartition de la salinité dans la zone d'étude

### 2.1.5. La texture

Les valeurs de la texture montrent que l'horizon 1 est moins argileux que les horizons de profondeur (2et3), l'inverse est constaté pour la fraction limon, alors que la fraction sableuse présente des valeurs proches pour les trois horizons, voir tableau 19.

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

Tableau 19: Valeurs moyenne de la texture en fonction des horizons

No Horizon; LS Means (Données_zone_etude in Données_zone_etude.stw) Wilks lambda=.85530, F(6, 688)=9.3209, p=.00000 Effective hypothesis decomposition								
	Horizon	Argile (%) Mean	Argile (%) Std.Err	Limon (%) Mean	Limon (%) Std.Err	Sable (%) Mean	Sable (%) Std.Err	N
1	1	34.45434	1.059818	28.19809	1.292402	33.90695	1.856098	120
2	2	36.63751	1.075355	25.95889	1.311349	33.52678	1.883309	120
3	3	37.57825	1.041008	26.59753	1.269464	32.15983	1.823156	115

La texture argileuse (Clay) est beaucoup plus représentée que la texture équilibrée (Loam) dans les trois horizons voire figure 21. La texture argile limoneuse (Silty clay) est moins présente que la texture argile franche (Clay) alors que la texture argile sableuse (Sandy clay) n'apparaît que dans l'horizon 3. La texture équilibrée (Loam) plus favorable à l'agriculture est faiblement représentée ce qui nécessite une gestion et une conduite des cultures prenant en compte des amendements dans le but d'améliorer les propriétés du sol,

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

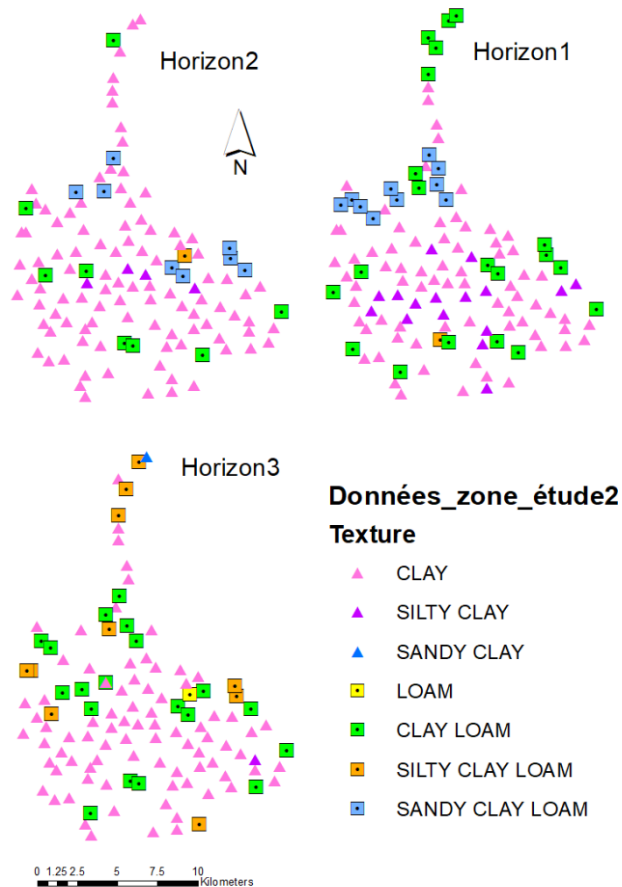


Figure 21: Répartition de la texture dans la zone d'étude

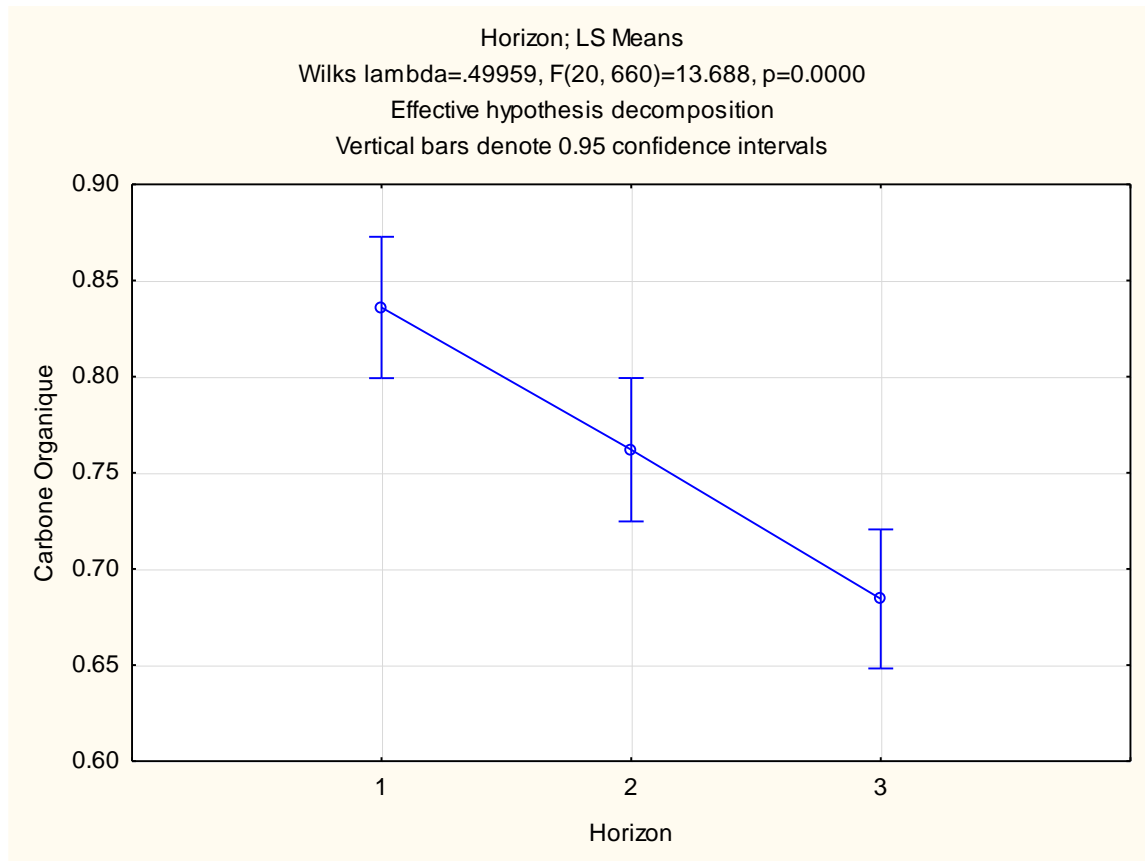
### 2.1.6. Carbone organique

Les valeurs moyennes indiquent que l'horizon de surface est plus pourvu en carbone organique puis la diminution régulière avec la profondeur est constatée voir tableau 20 et figure 22 selon (Association des fabricants d'engrais du Québec, 1987) et la textures des profils les valeurs du carbone organique appartient à la classe **Très pauvre (CO% <1.16)**

Tableau 20: Valeur moyenne du carbone organique en fonction des horizons

No.	Horizon	Carbone Organique Mean	Carbone Organique Std.Err.
1	1	0.836011	0.018690
2	2	0.761963	0.018960
3	3	0.684407	0.018387

## Chapitre IV Résultats et Interprétation



*Figure 22: Représentation du carbone organique en fonction des horizons*

La classe de valeurs élevées (0.88-0.90) ainsi que celle des valeurs intermédiaires (0.75-0.88) diminuent entre les horizons supérieurs (1et2) et deviennent rares dans l'horizon 3. La classe des valeurs faibles est dominante au contraire dans l'horizon 3. Voir figure 23

Etant les très faibles valeurs enregistrées le stock de matière organique des sols de notre zone d'étude a besoin d'être reconstitué par les amendements organiques et les pratiques agricoles de conservation.

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

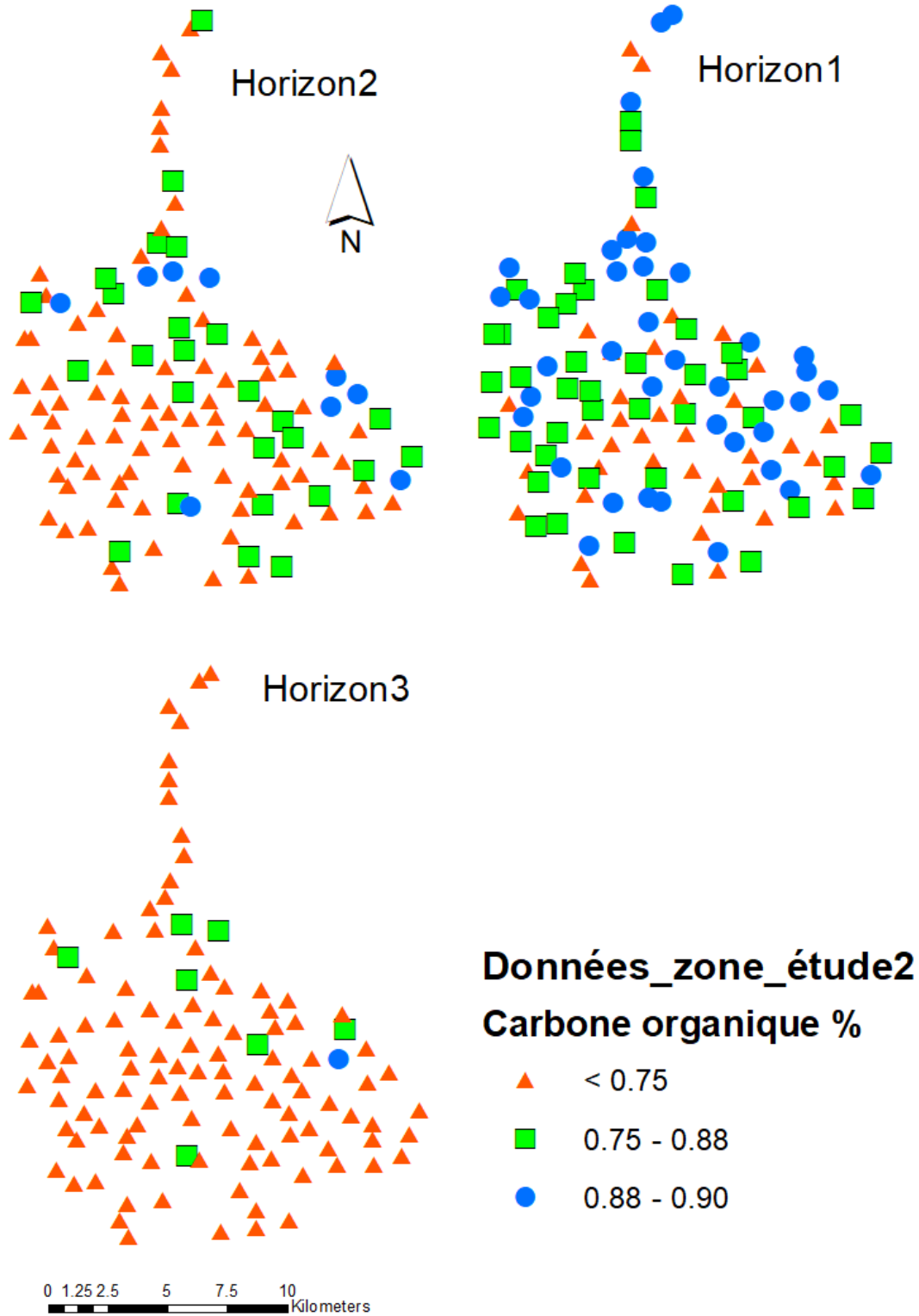


Figure 23: Répartition du carbone organique dans la zone d'étude

## Chapitre IV Résultats et Interprétation

### 2.2 Analyse de corrélation

L'analyse de corrélation montre des régressions négatives significatives entre le carbone organique, la texture (limon argile) et la conductivité électrique. Par ailleurs la corrélation est positive entre le carbone organique et la texture sableuse. Voir le tableau 21.

Tableau 21: Analyse des corrélations entre le carbone organique et les paramètres du sol

Variable	Correlations (Données_zone_etude in Données_zone_etude.stw) Marked correlations are significant at $p < .05000$ N=348 (Casewise deletion of missing data)						
	CaCO3 T (%)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	CaCO3 A (%)	PH	CE
CO (%)	.0130	-.2595	-.1247	.2345	.0260	-.0279	-.1918
	p=.809	p=.000	p=.020	p=.000	p=.628	p=.604	p=.000

# **Conclusion Générale**

## Conclusion générale

### Conclusion Générale

Notre zone d'étude fait partie de la région aride où le déficit des précipitations est avéré. Ceci induit un couvert végétal réduit et des teneurs en carbone organique faible.

Notre étude qui vise l'évaluation du niveau de carbone organique à partir des données d'une carte pédologique détaillée (EFAGRARIA 1967) les résultats font état de :

Statistiques descriptives des paramètres étudiés montrent une certaine dispersion des valeurs de la texture avec des écart-types allant de 7.37 pour l'argile à 12.97 pour les sables.

Analyse de la variance a révélée des différences significatives avec la profondeur (Horizon) et le profil, d'où une variabilité latérale et verticale prononcée.

Les sites de notre zone d'étude sont fortement calcaire (calcaire total), et présentent des niveaux de calcaire actif assez élevé à élever ce qui augmente le risque de chlorose.

Le niveau de salinité est élevé dans la majeure partie des sites d'études ou la mise en valeur est fortement recommandée.

Le stock de carbone organique est très pauvre, il est due mise à part l'aridité du climat aux contraintes du sol comme la salinité et la texture fine dominante.

# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

### Bibliographie

- Apal Agricultural Laboratory. (2013). Soil Test Interpretation Guide. Adelaide Australia.
- Association des fabricants d'engrais du Québec. (1987). Guide de fertilisation (éd. 2ième édition). Montreal, Québec CANADA.
- Baize, D. (1988). Guide des analyses en pédologie: 2eme édition, revueet augmentée. Editions Quae, 2000- Technology & Engineering.
- Beauchamp, J. (2008). Propriétés des sols. Université de Picardie Jules Verne.
- BOYADGIEV, T. (1975). Les sols de Hodna, Ettude des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricoles dans la région du Hodna. Algérie: ROME: FAO.
- Calvet, R., Claire Chenu, & Sabine Houot. (2021). Les Matières Organiques des sols. Roles agronomiques et environnementaux. 3ème édition. éditions france agricole.
- Djebaili, S. (1984). Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie. 1984: Office des publications universitaires (OPU).
- Duchaufour, P. (1955). Abréges de pédologie, sol, végétation, environnement. Paris: 4emeEd. Ed MASSON.
- Duchaufour, P. (1977). pédologie1 pédogenèse et clasification. Paris: Ed.MASSON.
- EFAGRARIA. (1967). Etude de la mise en valeur de l'air d'irrigation du Ksob.
- esri. (2022). Récupéré sur esri:  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/understanding-interpolation-analysis.htm&ved=2ahUKEwi\\_yrz1mJb6AhUI-YUKHT6xDXwQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw1BTp-jHL0RRuDx\\_fg5ZtHd](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/understanding-interpolation-analysis.htm&ved=2ahUKEwi_yrz1mJb6AhUI-YUKHT6xDXwQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw1BTp-jHL0RRuDx_fg5ZtHd)
- FAO. (1992). Foresterie en zones arides-Guide a l'intention des techniciens de terrain. ROME: FAO.
- FLANDRIN, J. (1952). Carte géologique de l'Algérie. Alger: Service de la carte géologique.
- Gérald, H., & Christiane, S. (2011). La fertilité des sols: l'importance de la matière organique. Service environnement Innovation. Chambre d'agriculture BAS-RHIN.
- Gobat, J.-M., Aragno Michel, & Matthey, W. (1998). Le sol vivant: Bases de pédologie- Biologie des sols. Romandes: Ed.Presses polytechnique et universitaire.
- Halitim, A., Robert, M., & Pédro, G. (1983). Etude experimentale de l'epigenie calcaire des silicates en milieu confine - caractérisation des conditions de son développement et des modalites de sa mise en jeu. Sciences Géologique - Mémoire.
- Leclerc, B. (2012). Roles des matières organiques dans le sol. ALTER AGRI n115.

## Références Bibliographiques

- Mustin, M. (1987). Le compost : gestion de la matière organique. Paris: Ed.F.Dubusc.
- RAMADE, F. (2009). ELéments D'écologie. Paris: DUNOD.
- Richards, L. (1954). Diagnosis and improvement of Saline Alkali Soils. Agriculture Handbook. Handbook 60.
- Sarri, M. (2016). Analyse de la biodiversité d'Oued el Ksob (M'sila). M'sila: Université de M'sila.
- (2022). Station météorologique de M'sila . M'sila .
- technique, G. (2003). Récupéré sur [www.gloss\\_tech-fr](http://www.gloss_tech-fr).
- Vincent, P. (2015). Mull, moder et mor: étude des formes d'humus et de leur classification. Québec: Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
- wiki.aurea. (2016, ;qrs 01). Le calcaire total et le calcaire actif. Consulté le Septe;bre 18, 2022, sur [wiki.aurea](http://wiki.aurea):  
[https://wiki.aurea.eu/index.php/Le\\_calcaire\\_total\\_et\\_le\\_calcaire\\_actif](https://wiki.aurea.eu/index.php/Le_calcaire_total_et_le_calcaire_actif)
- Wollny, E. (2017). La décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture. Michigan: Fb&c Limited.

# **Annexes**

## Annexes

### Annexes

#### Annexe n° 1

#### Méthode d'extrapolation des données (Pour la zone d'étude)

- L'altitude de la région de M'sila : **441 m.**
- L'altitude de la région d'étude : **575 m.**
- La différence d'altitude : **575-441= 134 m.**

#### a. Température :

- ❖ Les températures maximales décroissent de **0,7°C** avec l'élévation de **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

$$0,7^{\circ}\text{C} \rightarrow 100\text{m}$$

$$X^{\circ}\text{C} \rightarrow 134\text{m}$$

Donc :

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{134 \times 0,7}{100} = 0,938^{\circ}\text{C}$$

Donc, chaque valeur de la  $T^{\circ}\text{C}$  max mensuelle de station de M'sila à **441m** d'altitude diminue de **0.938 °C** respectivement pour déterminer les valeurs de  $T^{\circ}\text{C}$  max mensuelles de la région d'étude à **575m**.

- ❖ Les températures minimales décroissent de **0,4 °C** pour **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

$$0,4 \rightarrow 100\text{m}$$

$$X^{\circ}\text{C} \rightarrow 134\text{m}.$$

Donc :

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{134 \times 0,4}{100} = 0,536^{\circ}\text{C}$$

- ❖ Les températures moyennes décroissent de **0,55°C** pour une hausse de **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

$$0,55^{\circ}\text{C} \rightarrow 100\text{m}$$

$$X^{\circ}\text{C} \rightarrow 134\text{m}$$

Donc :

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{134 \times 0,55}{100} = 0,737^{\circ}\text{C}$$

## Annexes

Donc, chaque valeur de la T°C moyenne de la station de M'sila à **441m** d'altitude diminue de **0.737 °C** respectivement pour les valeurs de T°C moyenne de la région d'étude

### b- Précipitation :

Les précipitations augmentent de **20mm** pour une élévation de **100m** d'altitude.

Dans notre zone d'étude :

**20mm**→**100m**

**P mm**→**134m**

Donc :  $P = \frac{134 \times 20}{100} = 26.8 \text{ mm}$  ; et

La moyenne annuelle des précipitations de la station météorologique de M'sila : **188.49 mm**

Donc, les précipitations annuelles de la région d'étude = **26.8+188.49 = 215.29 mm**

Le coefficient de correction (K) :

$$K = \frac{P(\text{moyenne annuelle de région d'étude à } 816.71 \text{ m})}{P(\text{moyenne annuelle de région de m'sila à } 441 \text{ m})}$$

Donc :  $K = \frac{215.29}{188.49} = 1,14$

## Annexe n° 2

Le vent la période (2006-2016) de la région de M'sila

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
2006	4	4	5	5	4	6	3	4	3	4	4	3
2007	3	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5
2008	3	4	5	6	5	5	4	3	4	2	3	3
2010	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	4	3
2011	3	5	4	4	5	4	5	3	4	3	4	4
2012	4	5	5	6	4	4	5	5	4	5	4	4
2013	5	5	7	5	6	5	4	4	4	4	5	3
2014	4	4	5	5	5	5	4	4	3	3	4	5
2015	5	6	6	4	5	4	4	4	5	4	4	2
2016	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4
Moyen	3,72	3.54	4	3.63	3.81	4.63	5	4.81	4.81	4.54	4	4

## Annexes

### Annexe n °3

#### Moyenne mensuelle de la région de M'sila Evapotranspiration potentielle ETP en mm 2006-2016

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	0.29	0.48	3.16	10.13	23.75	39.45	53.54	45.50	19.17	13.88	3.02	0.77
<b>2007</b>	0.76	1.71	2.36	6.83	17.45	42.56	57.14	51.79	23.07	10.85	1.73	0.75
<b>2008</b>	0.78	1.64	2.92	9.01	19.11	35.46	62.19	53.71	24.09	8.44	1.62	0.40
<b>2009</b>	0.67	0.59	2.71	3.24	21.35	42.33	58.53	53.60	23.51	10.61	3.01	1.27
<b>2010</b>	0.94	1.44	3.62	8.15	13.27	35.58	61.22	52.32	24.47	8.91	2.46	0.78
<b>2011</b>	0.71	0.75	2.65	9.44	17.50	32.66	56.52	52.25	29.82	8.98	2.68	0.80
<b>2012</b>	0.37	0.19	2.65	4.99	20.29	48.36	64.08	59.25	23.98	9.97	2.67	0.58
<b>2013</b>	0.34	0.23	2.06	5.76	10.22	24.62	46.36	54.22	30.87	19.22	11.50	1.27
<b>2014</b>	0.67	1.20	2.07	9.23	17.68	31.55	51.44	52.17	28.52	12.06	3.20	0.55
<b>2015</b>	0.47	0.52	3.09	11.18	25.02	34.81	59.82	48.97	23.28	8.73	2.40	0.58
<b>2016</b>	0.89	1.33	2.46	9.26	18.24	37.99	55.01	45.82	23.16	12.46	2.33	0.62
<b>Moyen</b>	0.63	0.92	2.71	7.93	18.53	36.85	56.90	51.78	24.90	11.28	3.33	0.76

### Annexe n°4

#### Station météorologique de M'sila HUMIDITE - MOYENNES MENSUELLES 2006- 2016 (%)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	76	80	71	51	51	34	38	40	54	51	71	82
<b>2007</b>	75	71	69	71	55	46	33	37	59	67	75	76
<b>2008</b>	73	63	63	48	49	44	37	41	55	78	80	88
<b>2009</b>	86	79	69	72	43	38	30	40	63	60	66	77
<b>2010</b>	76	73	65	64	53	42	33	37	46	62	72	65
<b>2011</b>	70	68	65	61	54	47	36	35	48	61	76	77
<b>2012</b>	79	67	56	71	42	33	25	25	39	57	76	76
<b>2013</b>	74	67	57	51	49	39	32	34	48	50	67	81
<b>2014</b>	77	64	61	44	43	41	28	31	43	45	64	76
<b>2015</b>	71	73	59	46	39	36	28	36	47	62	63	67
<b>2016</b>	65	61	53	50	40	30	26	30	42	48	65	69
<b>Moyen</b>	74.72	69.63	62.54	57.18	47.09	39.09	31.45	35.09	49.45	58.27	70.45	75.81

## Annexes

### Annexe n°5

#### STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE M'SILA Bilan pluviométrique 2006-2016

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	26	50	1	14	26	3	29	5	20	NT	29	22
<b>2007</b>	5	12	17	80	26	6	NT	4	23	10	5	NT
<b>2008</b>	5	5	6	NT	16	6	2	3	35	57	10	26
<b>2009</b>	31	17	5	34	2	8	1	3	23	4	6	19
<b>2010</b>	7	32	21	21	3	3	2	6	4	11	8	3
<b>2011</b>	3	8	8	21	13	40	2	5	19	26	12	11
<b>2012</b>	NT	2	31	21	4	1	1	4	59	27	9	9
<b>2013</b>	15	10	21	27	14	NT	5	7	6	38	29	28
<b>2014</b>	20	7	19	NT	50	11	6	2	13	2	27	13
<b>2015</b>	12	25	13	6	6	3	NT	16	27	51	NT	NT
<b>2016</b>	5	8	12	50	22	NT	14	NT	5	9	16	14
<b>Moyen</b>	12.9	16	14	30.4	16.5	9	6.89	5.5	21.3	23.5	15.1	16.1

### Annexe n°6

#### Station météorologique de M'sila Bilan Températures MAX absolu depuis 2006-2016

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	16.4	17.8	28.9	32.8	39.7	44.2	43.8	42.1	36.4	36.3	30.8	19.5
<b>2007</b>	22.6	22.3	27.7	28.8	36.9	44.1	42.2	42.2	36.8	34.7	21.4	20.8
<b>2008</b>	19.2	23.4	30.5	34.4	36.2	40.7	45.7	45.0	39.5	29.3	21.4	17.0
<b>2009</b>	18.3	18.0	25.4	28.7	37.0	39.8	45.2	43.4	40.8	32.7	27.0	22.8
<b>2010</b>	20.0	28.7	28.2	30.2	34.0	42.6	45.3	42.7	36.7	35.0	23.3	22.1
<b>2011</b>	20.3	20.4	25.6	33.0	36.1	41.3	43.6	44.6	41.0	30.9	22.6	18.8
<b>2012</b>	18.4	21.5	26.1	31.7	36.4	43.3	46.2	44.8	38.5	36.0	28.1	19.3
<b>2013</b>	21.3	19.6	26.8	34.1	27.4	34.1	38.0	36.1	33.0	29.6	18.9	14.2
<b>2014</b>	18.8	25.4	23.6	33.3	36.6	39.4	43.3	44.3	41.4	37.2	26.1	18.5
<b>2015</b>	20.0	17.7	29.4	34.4	41.3	40.2	44.2	45.3	39.4	34.3	24.2	20.4
<b>2016</b>	22.4	23.7	32.7	32.4	43.2	40.3	43.2	43.4	37.4	34.0	27.4	22.0
<b>Moyen</b>	19.79	21.68	27.71	32.16	36.8	40.90	43.7	43.08	38.26	33.63	24.65	19.58

## Annexes

### Annexe n°7

#### Station météorologique de M'sila Températures Moyennes Mensuelles 2006-2016

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	7.1	8.3	14.0	19.7	24.8	29.0	31.7	30.7	24.4	22.5	14.6	9.6
<b>2007</b>	8.9	11.6	12.1	16.7	21.8	29.0	31.7	31.3	25.1	20.1	11.6	8.9
<b>2008</b>	9.1	11.6	13.1	18.4	22.6	27.5	32.7	31.8	25.6	18.7	11.5	7.4
<b>2009</b>	8.5	8.2	12.6	13.1	23.2	28.9	31.9	31.6	25.2	19.9	13.8	10.5
<b>2010</b>	9.7	11.2	14.1	17.9	20.2	27.6	32.6	31.6	25.8	19.1	13.2	9.2
<b>2011</b>	9.1	9.3	13.0	19.0	22.3	27.1	32.0	31.8	27.7	19.4	13.8	9.5
<b>2012</b>	8.0	6.6	13.7	16.3	24.1	31.3	33.9	33.7	26.6	20.8	14.5	9.2
<b>2013</b>	8.8	8.0	14.0	18.4	21.0	26.9	32.0	34.0	30.0	26.7	23.9	12.9
<b>2014</b>	9.6	11.5	12.8	19.7	23.2	27.6	31.8	32.5	28.1	22.1	15.4	9.1
<b>2015</b>	8.2	8.5	13.9	20.3	25.2	27.9	32.8	31.4	25.9	19.5	13.6	8.8
<b>2016</b>	10.0	11.4	13.0	19.2	22.9	28.7	32.9	30.8	25.9	21.8	13.5	9.0
<b>Moyen</b>	8.8	9.7	13.3	18.1	22.8	28.3	32.3	31.9	26.4	21.0	14.5	9.5

### Annexe n°8

#### Station météorologique de M'sila Bilan Températures MINI 2006-2016

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>2006</b>	-3.8	-0.2	1.4	4.7	13	7.7	17.6	17.6	11.9	10	-1.9	-3.0
<b>2007</b>	-0.3	-0.1	-0.6	4.2	9.1	12.2	19.3	19.3	11.5	11	4.8	-0.9
<b>2008</b>	-2.0	-1.5	-0.9	4.0	8.4	13.2	18.7	20.5	12.2	8.2	2.0	-0.8
<b>2009</b>	0.0	-2.0	0.5	2.2	7.0	15.2	22.0	18.8	13.0	6.8	2.4	0.5
<b>2010</b>	-2.2		1.5	6.8	6.8	15.3	19.9	21.6	12.3	4.1	2.0	-4.1
<b>2011</b>	-3.4	-1.9	0.7	7.0	9.4	13.5	18.3	19.8	16.4	8.4	5.4	-0.3
<b>2012</b>	-2.9	-5.0	2.2	4.0	8.8	18.9	17.9	20.8	14.4	4.6	2.4	-1.2
<b>2013</b>	-1.2	-3.2	-1.7	3.6	13.5	18.2	23.5	21.9	20.4	17.7	7.9	3.3
<b>2014</b>	0.1	-1.8	1.0	5.3	8.6	13.8	19.7	19.9	15.8	7.6	5.7	-0.6
<b>2015</b>	-1.0	-1.5	1.6	4.6	8.8	15.6	20.8	18.6	13.9	8.9	1.7	0.4
<b>2016</b>	-0.3	-0.4	0.4	4.2	5.7	12.8	13.6	18.7	12.8	8.5	2.5	0.2
<b>Moyen</b>	-1.5	-1.85	0.55	4.6	9.00	14.21	19.20	19.77	1.27	0.79	0.28	-0.5

# Résumé

## Résumé

### Résumé

### ملخص

منطقة دراستنا هي جزء من المنطقة الجافة حيث تشهد نقص هطول الأمطار مما يؤدي إلى تقليل الغطاء النباتي و مستوى منخفض من الكربون العضوي.

أظهرت دراستنا التي تهدف إلى تقييم مستوى الكربون العضوي من البيانات المأخوذة من خريطة التربة التفصيلية (EFAGRARIA, 1967) ما يلي :

تظهر الإحصائيات الوصفية للمعلمات المدروسة تشتتاً معيناً لقيم بنية تربة منطقة الدراسة مع انحرافات معيارية تتراوح من 7.37 للطين إلى 12.97 للرمال.

كشفت تحليل التباين عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية مع العمق (الأفق) والمظهر الجانبي ، مما أدى إلى تقلب جانبي وعمودي واضح.

المواقع في منطقة دراستنا شديدة الجيرية (الحجر الجيري الكلي) ، وتحتوي على مستويات عالية من الحجر الجيري النشط بما يكفي لرفعها ، مما يزيد من خطر الإصابة بالكلور.

مستوى الملوحة مرتفع في معظم مواقع الدراسة حيث يوصى بشدة بالاستصلاح.

مخزون الكربون العضوي ضعيف للغاية ، ويرجع ذلك ، بصرف النظر عن جفاف المناخ ، إلى قيود التربة مثل الملوحة والقوام الناعم السائد.

### Summary

Our study area is part of the arid region where the rainfall deficit is proven. This induces a reduced vegetation cover and low organic carbon content.

Our study, which aims to assess the level of organic carbon from data from a detailed soil map (EFAGRARIA, 1967), the results show:

The descriptive statistics of the parameters studied show a certain dispersion of the texture values with standard deviations ranging from 7.37 for clay to 12.97 for sands.

Analysis of variance revealed significant differences with depth (Horizon) and profile, resulting in pronounced lateral and vertical variability.

The sites in our study area are highly calcareous (total limestone), and have levels of active limestone that are high enough to raise, which increases the risk of chlorosis.

The salinity level is high in most of the study sites where reclamation is strongly recommended.

The stock of organic carbon is very poor, it is due, apart from the aridity of the climate, to the constraints of the soil such as salinity and the dominant fine texture.

## Résumé

### Résumé

Notre zone d'étude fait partie de la région aride où le déficit des précipitations est avéré. Ceci induit un couvert végétal réduit et des teneurs en carbone organique faible.

Notre étude qui vise l'évaluation du niveau de carbone organique à partir des données d'une carte pédologique détaillée (**EFAGRARIA 1967**) les résultats font état de :

Statistiques descriptives des paramètres étudiés montrent une certaine dispersion des valeurs de la texture avec des écart-types allant de 7.37 pour l'argile à 12.97 pour les sables.

Analyse de la variance a révélée des différences significatives avec la profondeur (Horizon) et le profil, d'où une variabilité latérale et verticale prononcée.

Les sites de notre zone d'étude sont fortement calcaire (calcaire total), et présentent des niveaux de calcaire actif assez élevé à élever ce qui augmente le risque de chlorose.

Le niveau de salinité est élevé dans la majeure partie des sites d'études ou la mise en valeur est fortement recommandée.

Le stock de carbone organique est très pauvre, il est due mise à part l'aridité du climat aux contraintes du sol comme la salinité et la texture fine dominante.