



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

## MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Production végétale

Réf. : ...../.....

---

Présenté et soutenu par :  
**KHENNOUCHE Djahida**

Le : dimanche 24 juin 2018

*Influence des caractéristiques physico-chimiques du sol sur le rendement de la culture de piment sous serre (*Capsicum annuum* L.) dans quelques régions de Biskra (El-ghrous et M'ziraa)*

---

### Jury :

Titre	KESSAI Abla	M.A.A. Université du Biskra	Présidente
Titre	AISSOUI Hichem	M.A.A. Université du Biskra	Rapporteur
Titre	MEBREK Naima	M.A.A. Université du Biskra	Examinatrice



# Remerciements



*Je tien tout d'abord à remercier dieu de m'avoir donné la force d'aller jusqu'au bout de ce travail et me donne la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce travail.*

*J'exprime par ces quelques lignes des remerciements ma gratitude envers tous ceux en qui, par leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils j'ai trouvée courage afin d'accomplir ce mémoire.*

*J'exprime d'abord mes profonds remerciements à M<sup>me</sup> KESSAI Abla d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance à M<sup>me</sup>. MEBREK pour m'avoir fait l'honneur d'être parmi les membres du jury. Je tiens à exprimer toute ma connaissance à mon encadreur M<sup>r</sup> AISSAOUI Hichem.*

*Je le remercie profondément pour son encouragement continu et aussi d'être toujours là pour m'écouter, m'aider et de guider à retrouver le bon chemin par son sagesse et ses précieux conseils, ce qui m'a donné la force et le courage d'accomplir ce travail.*

*J'exprime par ces quelques lignes des remerciements ma gratitude envers tous ceux en qui, Je n'oublie pas de remercier vivement les membres de l'équipe laborantine, en particulier M<sup>r</sup>. Kamel .....*

*Je remercie mes collègues Souhila et Rahima qu'on a passé ensemble.*

*Je le remercie tout les agriculturs des régions des El-ghrou, M'ziraa*



# *Dédicace*

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le Bonheur de ma vie ma Mère qui m'a apporté son appui Durant toutes mes années d'étude, pour son soutien qui m'ont donné confiance et le courage.*

*A mon cher Papa qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études , pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements.*

*A mon très chère mari Younes je ne te remercierai jamais assez pour sa patience, sa compréhension et son soutien durant tout le long de mes études qui me donné le courage pour mener à bien ce travail.*

*A mes très chers frères Mohamed*

*A mes très chers sœurs : Madjda , Amal, Amina  
Hana , Salma , Salsabéle*

*A toute ma famille, proche ou éloignée.*

*A tous mes Amis :souhila, Rahima,*

*Sans oublier mes brave Amies de la promotion de Production  
végétale 2018*





## Contents

Introduction	1
Chapter 1	1
Chapter 2	1
Chapter 3	1
Chapter 4	1
Chapter 5	1
Chapter 6	1
Chapter 7	1
Chapter 8	1
Chapter 9	1
Chapter 10	1
Chapter 11	1
Chapter 12	1
Chapter 13	1
Chapter 14	1
Chapter 15	1
Chapter 16	1
Chapter 17	1
Chapter 18	1
Chapter 19	1
Chapter 20	1
Chapter 21	1
Chapter 22	1
Chapter 23	1
Chapter 24	1
Chapter 25	1
Chapter 26	1
Chapter 27	1
Chapter 28	1
Chapter 29	1
Chapter 30	1
Chapter 31	1
Chapter 32	1
Chapter 33	1
Chapter 34	1
Chapter 35	1
Chapter 36	1
Chapter 37	1
Chapter 38	1
Chapter 39	1
Chapter 40	1
Chapter 41	1
Chapter 42	1
Chapter 43	1
Chapter 44	1
Chapter 45	1
Chapter 46	1
Chapter 47	1
Chapter 48	1
Chapter 49	1
Chapter 50	1
Chapter 51	1
Chapter 52	1
Chapter 53	1
Chapter 54	1
Chapter 55	1
Chapter 56	1
Chapter 57	1
Chapter 58	1
Chapter 59	1
Chapter 60	1
Chapter 61	1
Chapter 62	1
Chapter 63	1
Chapter 64	1
Chapter 65	1
Chapter 66	1
Chapter 67	1
Chapter 68	1
Chapter 69	1
Chapter 70	1
Chapter 71	1
Chapter 72	1
Chapter 73	1
Chapter 74	1
Chapter 75	1
Chapter 76	1
Chapter 77	1
Chapter 78	1
Chapter 79	1
Chapter 80	1
Chapter 81	1
Chapter 82	1
Chapter 83	1
Chapter 84	1
Chapter 85	1
Chapter 86	1
Chapter 87	1
Chapter 88	1
Chapter 89	1
Chapter 90	1
Chapter 91	1
Chapter 92	1
Chapter 93	1
Chapter 94	1
Chapter 95	1
Chapter 96	1
Chapter 97	1
Chapter 98	1
Chapter 99	1
Chapter 100	1



# TABLE DES MATIERES

# Table des matières

	Pages
<b>Introduction générale</b> .....	01
 <b>Partie I : Synthèse bibliographique</b>	
 <b>Chapitre « 01 » <i>Caractérisation du sol et les normes d'interprétation</i></b>	
1- Les caractéristiques physico-chimiques	
1.1- Granulométrie .....	03
1.2- Matière organique (Carbone organique).....	03
1.3- Le calcaire total (CaCO <sub>3</sub> ).....	04
1.4- Le pH .....	05
1.5- Conductivité électrique du sol (CE) .....	06
1.6- Les sels solubles .....	06
1.7- Capacité d'échange cationique (CEC) .....	07
1.8 -Métaux lourds .....	09
1.9 - Calcaire actif .....	09
 <b>Chapitre « 02 » <i>Généralité sur la culture de piment</i></b>	
2-1- Origine et l' historique de piment( <i>Capsicums</i> ).....	11
2-2- Importance économique dans le monde et Algérie .....	11
2-2-1-Dans le monde.....	11
2-2-2 Dans l Algérie.....	13
2-3-Caractéristique botanique de piment.....	13
2-3-1 Classification ou systématique.....	13
2-3-2 Description botanique.....	14
2-4 -Phases végétatives ( stades phénologiques) .....	14
2-5- Les exigences de la culture de piment.....	16
2-5-1 Climat .....	16
2-5-2 Sol.....	16
2-5-3 Irrigation.....	17
2-5-4 Fertilisation.....	17

2-6 -Récolte et rendement.....	18
2-7- Facteurs influent sur le rendement.....	18
2-7-1 Facteurs physico-chimique du sol.....	18
2-7-2 Facteurs climatiques.....	20
2-7-3 Synthèse climatique.....	20
2-7-4 Facteurs biotiques.....	20
2-8 - Les principaux maladies et ravageurs de piment .....	20

## **Partie II : Matériels et méthodes d'études**

### **Chapitre « 01 » *Matériels et méthodes d'études***

1- L'objectif du travail.....	23
2- Situation et superficie des sols étudiés.....	23
3- Méthodes d'échantillonnages.....	24
4 - Etude au laboratoire.....	25
4.1- Préparation des échantillons du sol.....	25
4.2- Analyse de routine.....	27
3.3- Dosage des métaux lourds (Cu, Zn et Mn) par l'acétate d'ammonium en présence d'EDTA.....	27
2-Matériel végétal .....	28
2-1 Objectif du travail.....	28
2.2. Matériel végétal.....	29
2.3. Rendement .....	29
2.4. Poids moyen des fruits par traitement.....	29

### **Chapitre « 02 » *Etudes climatique***

1 - Étude climatique.....	30
1.1 - Les précipitations.....	30
1.2 - Les températures.....	31
1.3 - Les vents.....	31
1.4 - L'humidité relative.....	32
1.5 - L'évaporation.....	33
1.6 - L'insolation.....	34

2 - Classement du climat.....	34
2.1 - Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	34
2.2 - Climagramme d'EMBERGER.....	35
3 - Relief.....	37
4 - Les ressources en eau.....	37
4.1 - L'hydrologie superficielle.....	37
4.2 - L'hydrogéologie.....	38
5 - La géologie.....	38
6 - Végétation.....	38
Conclusion.....	39

### **Partie III : Résultats et discussions**

#### **Chapitre « 01 » Évolution des caractéristiques physico-chimiques du sol**

1-Evolution des caractéristiques physique du sol	
1-1 La Granulométrie.....	40
2-Evolution des caractéristiques chimiques du sol	
2 -1 Evolution du pH.....	41
2 -2 Evolution de la calcaire total ( CaCO <sub>3</sub> ) .....	41
2-3 Evolution de la CE.....	42
2-4 Capacité d'échange cationique (CEC) .....	43
2-5 Evolution de la calcaire actif. . .....	43
2-6 Evolution de la MO .....	44
2-7 Evolution des sels solubles.....	46
1-7-1 Cation solubles.....	46
1-7-2 Anion solubles.....	47
1-8 Métaux lourds.....	49
1-8-1 Dosage de Zn.....	49
1-8-2 Dosage de Cuivre.....	49
1-8-3 Dosage du Manganèse.....	50
3 Le rendement de piment.....	51

## Chapitre « 02 » *Etude statistique*

1 Relation entre les caractéristiques physico-chimiques du sol et le rendement.....	52
2.1-Pour la CEC.....	52
2.2 – Pour la M.O. ....	52
2.3 – Pour le pH.....	52
2.3-pour la CE.....	52
2.5 – Pour le calcaire total.....	52
2.6 – Pour le Calcaire actif.....	52
2.7 – Pour les cations solubles.....	53
2.8 – Pour les anions solubles .....	53
2.9 – Pour les métaux lourds.....	53
<b>Conclusion générale</b> .....	54
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



## Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
<b>01</b>	Echelle d'Atterberg les particules de la terre fine	<b>03</b>
<b>02</b>	Echelles d'interprétation de la Matière organiques	<b>04</b>
<b>03</b>	Echelle d'interprétation de Calcaire Total (CaCO <sub>3</sub> )	<b>05</b>
<b>04</b>	Echelles d'interprétation de pH : extrait (1/2.5)	<b>05</b>
<b>05</b>	Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5	<b>06</b>
<b>06</b>	Echelle de l'estimation de la CEC	<b>08</b>
<b>07</b>	Echelle d'interprétation d'échange de capacité cationique	<b>08</b>
<b>08</b>	Echelles Seuils de toxicités des métaux lourds dans le sol	<b>09</b>
<b>09</b>	Échelle de calcaire actif est sa relation a chlorosant	<b>10</b>
<b>10</b>	production Afrique de piment ( fais et sec )	<b>12</b>
<b>11</b>	Evolution de la production du piment au niveau national 2011-2015	<b>13</b>
<b>12</b>	Les besoins en eau par système d'irrigation	<b>17</b>
<b>13</b>	les maladies de <i>Capsicum annum L.</i>	<b>20</b>
<b>14</b>	Les principes ravageurs de <i>Capsicum annum L.</i>	<b>22</b>
<b>15</b>	Les analyses faites et les méthodes utilisées pour le sol	<b>27</b>
<b>16</b>	Les résultats d'analyse granulométrique du sol	<b>40</b>

## Listes des figures

Numéro de la figure	Titre de la figure	Page
Figure 01	Situation géographique de la zone d'étude	23
Figure 02	Prélèvement du sol par une tarière	24
Figure 03	Mois de prélèvement des échantillons	25
Figure 04	le séchage des échantillons du sol	25
Figure 05	Broyage des échantillons du sol	26
Figure 06	Tamisage du sol (tamis 2 mm)	26
Figure 07	Précipitations mensuelles moyenne pour la période (2000 à 2010).	30
Figure 08	Températures mensuelles moyenne pour la période (2000 à 2010).	31
Figure 09	Vitesse moyenne des vents pour la période (2000 à 2010)..	32
Figure 10	Humidité relative moyenne pour la période (2000 à 2010).	33
Figure 11	L'évaporation moyenne pour la période (2000 à 2010)..	33
Figure 12	Le nombre moyen des heures d'insolation pour la période (2000 à 2010).	34
Figure 13	Digramme ombrothermique de Gaussen pour la période (2000 à 2010).	35
Figure 14	Courbe d'Emberger de la région de Biskra ((2000 à 2010).	36
Figure 15	Evolution du pH du sol	41
Figure 16	Evolution de calcaire total du sol	41
Figure 17	Evolution de la CE du sol	42
Figure 18	Variation de la capacité d'échange cationique	43
Figure 19	Evolution de calcaire actif du sol	44
Figure 20	Evolution de la M.O du sol	45
Figure 21	Concentration des cations solubles de Site 01	46
Figure 22	Concentration des cations solubles de Site 02	46
Figure 23	Concentration des anions solubles de Site 01	47
Figure 24	Concentration des anions solubles de Site 02	48
Figure 25	Concentration du Zinc ( $\mu\text{g/g}$ )	49
Figure 26	Concentration du Cuivre ( $\mu\text{g/g}$ )	49
Figure 27	Evolution des concentrations du Manganèse (site 01)	50
Figure 28	Le rendement de piment	51

## Liste des abréviations

---

**Ag** : Argent  
**As** : Arsenic  
**Be** : Béryllium  
**Cd** : Cadmium  
**Cr** : Chrome  
**Cu** : Cuivre  
**Ca<sup>+2</sup>**: Calcium  
**CaCo<sup>3</sup>**: Calcaire total  
**CE** : Conductivité électrique  
**CEC** : Capacité d'échange cationique  
**Cl<sup>-</sup>**: Chlore  
**CO<sup>+3</sup>**: Carbonate  
**dS/cm** : Dicécimanc / centimètre  
**EDTA** : Acide éthylène-diamine-tétra acétique  
**Hcl** : Acide hydrochlorique  
**HCO<sup>-3</sup>**: Bicarbonate  
**Hg** : Mercure  
**K<sup>+</sup>**: Potassium  
**Mg<sup>+2</sup>**: Magnesium  
**MO** : Matière organique  
**Na<sup>+</sup>**: Sodium  
**Ni** : Nickel  
**P1** : Prélèvement 01  
**P2** : Prélèvement 02  
**P3** : Prélèvement 03  
**pH** : Potentiel d'hydrogène  
**Ppm** : Partie par million  
**Pb** : Plomb  
**Se** : Sélénium  
**Tl** : Thallium  
**S1**: Site M'ziraa  
**S2**: Site El-ghrous  
**So<sup>-2</sup>**: Sulfate

## Liste des abréviations

---

**Sb** : Antimoine

**NT**: Témoin

**Tr**: Traité

**Zn** : Zinc

**Rdt** : Rendement

**T/ ha** : Tonne / hectare

**µg/g** : Microgramme /gramme



# **Introduction générale**



## INTRODUCTION

---

Le sol est un élément naturel. Il est constitué de minéraux et de matière organique. Le sol est une ressource fondamentale pour la production agricole. Ce n'est pas seulement un support pour la plante, c'est aussi un réservoir de nutriments et d'éléments essentiels. Cependant, du fait de l'intensification de l'agriculture, le sol est menacé par l'érosion, la pollution et la baisse de fertilité (Janvier, 2007).

En Algérie, les zones arides représentent 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyperaride où la pluviométrie ne dépasse pas plus de 100 mm. Dans ces zones, plus de 95% des sols sont soit calcaires, soit gypseux soit sal sodique (Halitim, 1988). Dans les zones à climat aride et semi-aride, de nombreux programmes de développement ont été entamés pour pallier aux besoins de la population et de relancer l'agriculture dans ces régions, ce qui contribue à une extension rapide des superficies consacrées à diverses cultures. Chaque année, d'importantes quantités d'engrais et d'amendements minéraux ou organiques sont appliquées sur les sols afin d'accroître leur productivité (Ramdane, 2005).

Du point de vue agricole, la wilaya de Biskra est caractérisée par la phoeniciculture, la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage qui font leur extension dans le cadre du développement agricole. (ANAT, 2003). Cette activité agricole exige aux agriculteurs d'appliqués tous les facteurs d'intensification de l'agriculture moderne notamment l'utilisation des produits phytosanitaires et les engrais pour augmenter les rendements.

Parmi les 6300ha réservés à la plasticulture en Algérie, plus de 2000 ha se trouvent dans la Wilaya de Biskra soit environ 35% de la superficie totale (Feliachi, 2008). D'après les statistiques de 2011, parmi les 2910 ha réservés à la plasticulture dans la wilaya de Biskra la tomate occupe 1345.82ha (46%), le poivron et piment (546.74ha), l'aubergine (127.36 ha) la courgette (106.68ha) et enfin le concombre (74.44 ha). (DSA de Biskra, 2011 in Houamel, 2014)

Les analyses physico-chimiques des sols agricoles permettront aux agriculteurs d'évaluer les niveaux de fertilisation physique et chimique des sols et d'adapter aux programmes de fertilisation complémentaire en fonction des besoins des sols et des cultures. Ainsi que de connaître l'état de son sol, son évolution et son développement.

# INTRODUCTION

---

L'introduction des cultures sous serre dans le Sud du pays étant basées sur nombreuses expérimentations, mais jusqu'à l'heure actuelle, la maîtrise de cette culture reste insuffisante pour l'optimisation des rendements. Les principaux facteurs d'obtention du rendement sont selon (Ahmadi , Houidi ,2007).

- Les techniques culturales
- Choix des variétés saines, vigoureuses, résistantes.
- Les périodes d'intervention pour les soins culturaux
- La fertilisation raisonnée dans l'espace et dans le temps, est un des facteurs importants pour l'intensification des rendements
- les caractéristiques physico-chimiques de sol
- Respecte, l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires

Dans ce cadre s'inscrit notre travail qui visent à étudier l'effet de quelques paramètres physico-chimiques du sol sur le rendement de la culture de piment sous serre (*Capsicum annuumL.*) dans deux régions de Biskra (El-ghrous , M'ziraa). Deux objectifs particuliers ont été fixée : l'étude de la variabilité des propriétés physico-chimiques au cours de la cycle de développement de culture et l'étude de l'impact de ces propriétés sur le rendement.

Le présent mémoire se subdivise en trois parties :

- ✚ La première partie est celle de revue bibliographique.
- ✚ Deuxième partie est consacrée aux matériels et méthode d'étude.
- ✚ La troisième partie comporte les résultats obtenus et la discussion.

Enfin, une conclusion générale reprenant les points important tirés de l'analyse des résultats, ainsi que les perspectives offertes par ces conclusions



**Partie I:**  
**Synthèse bibliographique**



**Chapitre « 01 »**

***Caractérisation du sol et les normes  
d'interprétations***

## I- Les caractéristiques physico-chimiques et les normes d'interprétation

### 1.1 Granulométrie

L'analyse granulométrique est une définition de la texture du sol à partir de la répartition pondérale des particules classées par démentions. Parmi les constituants du sol, il y a lieu de distinguer deux fractions : les éléments grossiers (pierres, graviers, fragments organiques) et la terre fine (Nemer, 2015).

L'Union International de la Science du sol (IUSS) a adopté l'échelle d'Atterberg qui classe les particules constituant la terre fine ( $<2\mu$ ) (tableau n° 01) in (Daddi et Hamdi, 2008).

L'étude minéralogique des différentes fractions granulométriques nécessite la séparation au préalable des fractions argileuses, limoneuses et sableuses. Les pédologues subdivisent la terre en fractions selon le tableau ci-dessous (tableau 01) :

**Tableau 01** : Echelle d'Atterberg les particules de la terre fine(Source : Afnor in Baize, 2000)

Diamètre	Sol
$<2\mu$	Argile
2-20 $\mu$	Limon fin
20-50 $\mu$	Limon grossier
50-200 $\mu$	Sable fin
200-2000 $\mu$	Sable grossier

### 1.2 Matière organique .

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique.



Le sol se compose à 50% de fraction solide, en majorité des composés minéraux et 1 à 10% de matières organiques, les 50% restant se partage entre la fraction liquide et gazeuse (Moebius-Clune et al, in Christophe, 2016).

Les matières organiques jouent un rôle important dans le fonctionnement global du sol, au travers de ses composantes physique, chimique et biologique, qui définissent la notion de fertilité. Où les normes d'interprétation de la notion de fertilité du sol par la matière organique sont présentées dans le tableau 02 (Huber et Schaub, 2011).

**Tableau 02 :** Echelles d'interprétation de la matière organiques

(Source: I.T.A, 1975 in Hafouda, 2005)

<b>M.O%</b>	<b>Sol</b>
MO < 1	Très pauvre
1 < MO < 2	Pauvre
2 < MO < 4	Moyen
MO > 4	Riche

### **Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)**

De nombreux sols, notamment ceux qui sont développés en climat aride et semi-aride, renferment des quantités plus ou moins importantes de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>). Ce carbonate de calcium, couramment appelé calcaire. Un sol calcaire est un sol qui contient une partie ou sur la totalité du profil de CaCO<sub>3</sub>. Le calcaire étant présent soit dans les particules fines (<2mm), soit dans les cailloux (fraction grossière). Les sols calcaires peuvent se classer selon l'échelle d'interprétation de Calcaire Total (CaCO<sub>3</sub>) en différentes classes. (Tableau 03) (Baize, 2000).

**Tableau 03 :** Echelle d'interprétation de Calcaire Total ( $\text{CaCO}_3$ ) (Source : Baize, 2000)

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

#### 1.4 Le pH

Le pH est l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en  $\text{H}_3\text{O}^+$  (noté  $\text{H}^+$  pour simplifier). (Clement et Pieltain, 2003). Le pH a été déterminé à l'aide du pH-mètre sur une solution sol/eau=1/2.5 (Masmoudi, 2012). Le tableau 04 présente les intervalles de répartition du pH et leurs interprétations.

**Tableau 04 :** Echelles d'interprétation de pH de l'extrait 1/2.5 (Sarkar et Haldar, 2005).

Interprétation	pH
Extrêmement acide	<4.5
Fortement acide	4.5-5.0
Très acide	5.1-5.5
Modérément acide	5.6-6.0
Faiblement acide	6.1-6.5
Neutre	6.6-7.3
Moyennement basique	7.3-8.0
Très basique	8.1-9.0
Fortement basique	>9

## Conductivité électrique du sol (CE)

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol, elle exprime approximativement les concentrations des solutés ionisables présents dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité (Clement et Pieltain, 2003). Ils sont constitués principalement par le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et par les chlorures, les sulfates, les carbonates et les bicarbonates et nitrates pour les anions (Chesworth, 2008). Elle représente la concentration des sels dans le sol. Elle est mesurée directement par l'utilisation du conductimètre (Tiataoui et Tihami, 2015).

En science du sol, la conductivité électrique (CE) est exprimée à une température de 25°C. la conductivité électrique du sol est mesurée mondialement en decisiemens par mètre ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) (Bendada et Boulakradeche, 2011). Le tableau 05 présente les normes d'interprétation selon les teneurs de la CE.

**Tableau 05 :** Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5  
(Source : Aubert, 1978)

CE dS/m à 25°C	Degrés de salinité
$CE \leq 0,6$	Sols non salés
$0,6 < CE \leq 1,2$	Sols peu salés
$1,2 < CE \leq 2,4$	Sols salés
$2,4 < CE \leq 6$	Sols très salés
$CE > 6$	Sols extrêmement salés

### 1.6 Les sels solubles

La mesure de la salinité totale du sol est indispensable pour connaître le type de sol auquel on à faire. Mais les propriétés de ces sols différents fortement suivant la composition et la concentration des sels présents. L'identification des sels solubles sur l'extrait permet de fournir des renseignements sur les principaux sels présents dans les sols et d'envisager l'étude de

l'évolution de leur salinité surtout lorsque ces sols sont soumis à l'irrigation avec une eau salée. (Clement et Pieltain, 2003).

Les sels dans le sol peuvent se déplacer d'un horizon à un autre sous l'action de divers facteurs. Les sels les plus solubles sont généralement les plus mobiles. Le mouvement des sels dépend des états physiques de l'eau du sol, du gradient de température existant dans ce sol, et de la texture des sols.

Les sels se solubilisent par des formes différentes. En effet, les chlorures sont les plus solubles, les sulfates, les carbonates et les bicarbonates sont moyennement solubles. En revanche, lorsque les sulfates et les carbonates sont associés au calcium, ils deviennent presque insolubles (Nemer . 2015).

### **1.7 Capacité d'échange cationique (CEC)**

La capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol est la quantité totale de cation (ions) que ce sol adsorber sur son complexe et échange avec la solution environnante dans des conditions de pH bien définies. La (CEC) résulte des charges électriques négatives situées à la surface des argiles et des matières organiques (Huber et Schaub, 2011). La CEC est traditionnellement exprimé en milliéquivalents pour 100 g de terre fine. (Clement et Pieltain, 2003). Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus sa CEC est importante. Le tableau 06 indique l'estimation de la CEC. Il s'agit d'un bon indicateur de la fertilité chimique d'un sol.

**Tableau 06** : l'estimation de la CEC(source :Anonyme 2016)

C.E.C. en cmol/kg	1 à 8	8 à 15	15 à 25	25 à 35
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.E.C. faible</li> <li>• Sols à dominante sableuse</li> <li>• Échange facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.E.C. moyenne</li> <li>• Sols à dominante limoneuse</li> <li>• Échange assez facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.E.C. élevée</li> <li>• Sols à dominante limono-argileuse</li> <li>• Échange peu facile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.E.C. très élevée</li> <li>• Sols à dominante argileuse et/ou humifère</li> <li>• Échange difficile</li> </ul>

La capacité d'échange cationique représente la quantité maximale d'ions susceptible d'être échangée sur un solide en présence d'un excès d'ions en solution. (Bonnet, 2000 in Kribi, 2005) Tableau 07 présente l'échelle d'interprétation de la Capacité d'échange cationique (CEC).

**Tableau 07** : Norme d'interprétation de CEC (Source : ENITA, 2000)

Appréciation de la CEC	Valeur de CEC (még/Kg)
Très faible	<60
Faible	60-120
Moyenne	120-200
Elevée	200-300
Très élevée	>300

(Source : ENITA, 2000)

### 1.8 Métaux lourds

D'après (Picot, 2002), les métaux lourds sont les métaux qui possèdent une densité supérieure à cinq gramme par centimètre cube ( $\text{g/cm}^3$ ). Ces métaux possèdent une forte masse atomique et proviennent des activités industrielles comme la combustion de charbon, pétrole, ordures... les métaux se distinguent en deux groupes : les métaux lourds toxiques et non toxiques .

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. L'agence américaine de protection environnementale (EPA) a identifié 13 éléments chimiques comme des « polluants prioritaires » ; (Sb), (Ag), (As), (Be), (Cd), (Cr), (Cu), (Hg), (Ni), (Pb), (Se), (Tl), (Zn). Ces métaux lourds sont les principaux éléments impliqués dans les cas de contamination des sols (surtout Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr et Hg) (Galvez-Cloutier et al, 2005) in (Gadda N El H 2013).

Les métaux ont des effets très différents sur le milieu vivant. Quelques-uns sont nécessaires pour les organismes ; ils sont dits « essentiels », bien qu'à des fortes concentrations, ils peuvent être nocifs pour les organismes, le tableau ci-dessus (08) montre les seuils de toxicité des métaux lourds dans le sol.

**Tableau 08** : seuils de toxicité des métaux lourds dans le sol

Métaux lourds	Seuil de toxicité	Source
Cu	120 ppm (soit 500Kg/ha)	(Baize, 2000)
Zn	100 ppm (soit 500Kg/ha)	
Mn	20-6000 $\mu\text{g/ml}$	(Loué, 1986 in Clément et Françoise, 2003)

### 1-9 Calcaire actif

La fraction de calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium est appelée calcaire actif. Une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes. On considère généralement que des problèmes

sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50 pour mille (Pousset, 2002).

Le calcaire actif augmente dans le même sens que le calcaire total et influe sur l'immobilisation du phosphore et des oligo-éléments (Dogar, 1997). Le tableau ci-dessus (09) montre l'échelle de calcaire actif et sa relation au chlorosant

Tableau (09) : **Échelle de calcaire actif et sa relation au chlorosant**(source : Mhwachi ., 2008)

<b>calcaire actif (%)</b>	<b>pouvoir chlorosant</b>
0 % a 6%	pouvoir chlorosant faible
6% a 15%	pouvoir chlorosant moyen
15% a 25%	pouvoir chlorosant élevé
>25%	pouvoir chlorosant extrêmement élevé



**Chapitre « 02 »**

***Généralités sur la culture du  
piment***





## 2 Généralités sur la culture du piment

### 2-1 Origine et l'historique de piment.

Le terme **piment** (vert, jaune, orange ou rouge) est un nom vernaculaire utilisé en français pour désigner le fruit de plusieurs espèces de plantes du genre *Capsicum* de la famille des solanacées.

Il est à noter qu'au Canada, le terme *piment* est généralement utilisé de manière restrictive pour faire référence aux poivrons, les autres variétés de *Capsicum* ayant un goût plus piquant étant qualifiés de *piment fort*.

Les piments sont originaires d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale, cultivés comme plantes potagères pour leurs fruits aux qualités alimentaires et aromatiques. Le terme désigne aussi le fruit de cette plante. Le mot correspond à cinq espèces du genre *Capsicum* (Marie-Pierre., François, 2003).

### 2-2 Importance économique dans le monde et Algérie

#### 2-2-1-Dans le monde

Le piment arrive en sixième position en terme de générateur de revenus dans le secteur horticole après la tomate, le bananier, le maïs, le gombo et la morelle noire (Gockowski et Ndoumbe ., 1999) .

La production mondiale de piment était estimée à 30 millions de tonnes en 2007. Les principaux producteurs mondiaux de piments frais sont la Chine (14 million tonnes ,soit 47 % de la production mondiale), le Mexique (1,8 millions) et la Turquie (1,7 million de tonnes) (Faostat 2007).

#### 2-2-2 Dans l Algérie

En 2007 l'Algérie est classé à 6ème dans l'Afrique avec production (268 055 t) et un rendement de (12,97 t/h) pour piment frais et Contribuer par 10.55% à production AFRICA quanta piment séc avec un rendement faible (2t/h) et Contribuer par 1.67%a production AFRICA(tableau10).

**Tableau 10** :La production Afrique de piment ( frais et sec ) ( source: F.A.O., 2007)

Pays	Piment frais			Piment sec		
	Production (t)	Rendements (t/ha)	Rang mondial (SUR 117)	Production (t)	Rendements (T/h)	Rang mondial (t/ha) (SUR 67)
AFRIQUE	2 541 998			455 150		
Nigeria	723 000	7,82	7	49 500	4,95	11
Egypte	475 000	15,83	8	45.600	4.56	12
Ghana	279 000	3.58	11	81.000	6.48	7
Tunisie	278 000	13,24	12	7000	2.5	30
<b>Algérie</b>	<b>268 055</b>	<b>12,97</b>	<b>13</b>	<b>7600</b>	<b>2</b>	<b>28</b>
Ethiopie	138 191	2,17	22	115000	0.4	6
Cameroun	9 500 69	1,41	6	300	1.73	32
Réunion	-	-	-	700	15,6	51

Le piment destiné à la transformation tient particulièrement une place importante dans les industries alimentaires algériennes. Les surfaces consacrées à cette culture ont également augmenté. Elles sont passées de 9998 hectares en 2011, pour arriver à 10598,8825 hectares en 2015, ce légume représente donc un enjeu économique important soumis à une forte concurrence (DSA, in Djebbour ,et Kebala , 2017).

**Tableau 11:** Evolution de la production du piment au niveau national 2011-2015.

La source ( DSA Ain-Defla in Djebbour R.,et Kebala S. (2017)

Années	PIMENTS		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rdt ( qx/ha)
2011	9 998	1 690 280	169,1
2012	10389	1815438,0	174,7
2013	10284	2144550	208,532672
2014	10239	2335502	228,098642
2015	10589,8825	2472574,025	233,484557

### 2-3 Caractéristique botanique de piment

Le piment (*Capsicum annuum L.*), est une plante dicotylédone qui appartient à la famille des solanacées, sa classification selon Cronquist, (1981) est la suivante :

#### 2-3-1 Classification ou systématique

Le piment (*Capsicum annuum L.*), sa classification selon Cronquist, (1981) est la suivante :

Règne : **Planta**

Embranchement : **Spermaphytes**

Sous –Embranchement : **Angiospermes**

Classe : **Dicotylédones**

Famille : **Solanaceae**

Genre : *Capsicum*

Espèce : *Capsicum annun L .*

### . Les variétés les plus cultivées En Algérie :

Lipari, Italico, Doux Marconi, Doux d'Espagne (type doux), Corne de chèvre, Nour, Foughal, Capel hot (type piquant) Karam .

### 2-3-2 Description botanique

C'est une plante herbacée de 0,5 à 1, 5 m de haut dont le système racinaire est un pivot assez fort avec des racines qui ont une tendance à se développer latéralement dans un rayon de 0,30 à 0,50 cm. La tige se lignifie progressivement d'où la tendance à un mode pérennant (Chaux et Foury , 1994).

Les fleurs sont généralement solitaires, quelques fois par paires ou en bouquets. Elles sont petites, blanches, terminales, bisexuées et habituellement pentamériques. Le fruit est une baie indéhiscente avec un épais pédoncule qui varie suivant la forme ou la saveur (piquante ou douce). (Rajput et Parulekar , 1998).

Les graines sont réniformes, plates, à tégument lisse et de couleur jaune paille. Leur taille est jugée variable d'après ( Belleti et Quagliotti ,1988) en fonction des conditions dans lesquelles elles mûrissent ; l'environnement général de la plante-mère, Un gramme compte environ entre 140 (Purseglove , 1984) et 150 graines (Chaux et Foury , 1994).

### 2-4 Phases végétatives (stades phréologiques)

Selon syngenta (2015)

#### 2-4-1 stades de germination dans la pépinière

Caractérisé par :

La radicule sort de la graine et Hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine.

**2-4-2 Stade de levé**

Elle caractérisé par :

La formation La première vraie feuille jusqu'à a 9 vrais feuille sur la tige principale  
Formation des pousses latérales apicale est visible 1 jusqu'à 9 premier et secondaire.

**2-4-3 L'inflorescence**

Caractérisé par :

La visibilité inflorescence 1 jusqu' a 19 (son 1er bouton est dressé).

**2-4-4 La floraison**

Caractérisé par :

L'ouverture des fleurs au long de l'inflorescence.

**2-4-5 Développement et Maturation des fruits**

Caractérisé par :

Sur la première inflorescence le premier fruit a atteint sa taille finale.

Le premier fruit a atteint sa taille et forme typiques.

Maturation complète : les fruits ont atteint leur couleur typique de pleine maturité.

**1-4-6 Sénescence**

Caractérisé par :

La plante est morte.

Produit après récolte.

## 2-5 L'exigence du culture de piment

### 2-5-1 Le climat

Piment est l'une des plantes maraîchères les plus exigeantes en température, mais moins exigeant en ensoleillement que la tomate. Le piment est très sensible aux températures basses, le zéro végétatif est de 14°C. Son développement optimal s'observe sous des températures variant entre 16 à 26°C (Messiaen, 1975). Son optimum de croissance se situe à 24°C. Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse. Les exigences de la culture en lumière sont très grandes (Skiredj ., et *al*, 2005), elle est moyennement tolérante en salinité : 1.92 à 3.2 g/l (3 à 5 mmhos/cm-1). L'humidité du sol convenable se situe entre 80 à 85 % et celle de l'air de 60 à 70 %.( ITCMI, 2010).

### 2-5-2 Le sol

Les meilleurs sols pour la culture du poivron sont les sols de texture légère. Les sols doivent être bien drainés, et avoir une bonne quantité de matière organique. Le pH doit être compris entre 5.5 et 7.0.( Valdez , 1994).

### 2-5-3 Irrigation

L'irrigation dans les sols sableux est favorable à cette culture (Valdez, 1994). Ils peuvent se répartir en besoins intrinsèques et en besoins en termes d'irrigation ; les premiers correspondant à la quantité d'eau consommée par le couple plante-sol.

Ils sont d'environ 4,5 mm/j soit 4,5l/m<sup>2</sup>/jour (Tropicasem, 2001). Les seconds en fonction du mode d'apport (irrigation de surface, aspersion ou micro-irrigation), du climat, du type de sols et des éventuelles pertes inhérentes peuvent être synthétisés comme suit en fonction des stades phénologiques de la culture .Le piment s'adapte bien à la saison sèche des climats sahéliens c'est à dire dans les régions localisées entre 25 à 30 ° de latitude.(Messiaen ,1975) . le tableau 12 et explique la relation entre les phase de développement de piment et système d'irrigation selon (Tropiculture, 2001).

**Tableau 12:** Les besoins en eau par système d'irrigation.

Système d'irrigation	Phase 1(semis-levée ; 20j) (l/m <sup>2</sup> /j)	Phase 2 (jeune plante ; 50j) (l/m <sup>2</sup> /j)	Phase 3 (plante adulte ; 230j) (l/m <sup>2</sup> /j)	Apports totaux (m <sup>3</sup> /ha)
Irrigation de surface	4	6.5	11.2	30000
Aspersion	3	4.5	7.8	20800
Micro-irrigation	3	3	5.34	14200

#### 2-5-4 Fertilisation

Les conditions optimales des apports seront selon (Tropicasem, 2004) :

Organique: 30 à 35 t/ ha

Azote : fractionnement tout au long du cycle 180 à 200 unités de N/ha.

· Phosphore : apport en fond (60 % environ), disponibilité en début de phase reproductive 80 à 100 unités de P/ha.

· Potassium : disponibilité de la floraison à la première récolte (15 % en fond, fractionnement) 200 à 250 unités de K/ha.

· Calcium et Magnésium : apport en fond.

#### 1-6 Récolte et rendement

Les piments sont prêts pour la récolte 50-60 jours après floraison. Il est conseillé de détacher les fruits avec leurs pédoncules. Récolter une fois par semaine en évitant de blesser

. La récolte peut s'étaler sur des mois. Les variétés améliorées de l'AVRDC produisent des rendements de 10 à 20 t/ha. ( Dhaliwal ,2008).

## 2-7 Facteurs influent sur le rendement

### 2-7-1 Facteurs physico-chimique du sol

caractérisés influent sur la pédogenèse par exemple la très forte évaporation la forte salinité et sodicité, la pauvreté de la fraction organique et argileuse, l'holomorphie et l'hydromorphie, sont des propriétés physiques, morphologiques et chimiques des sols sahariens (S.E.D.A.T, 2012), où le vent joue un rôle prépondérant. D'où formation de deux grands types de sols éoliens d'ablation sans terre fine, et dont le caractère essentiel, l'absence de terre fine, ne dépend pas de la roche mère.

Sols éoliens d'accumulation formés par les particules entraînées par le vent qui s'accumulent dans les zones abritées formant des dépôts de sable plus ou moins développés : nebkas, dunes, jusqu'aux grands Ergs. ces accumulations de sable peuvent grimper le long des versants des montagnes et former des placages sableux plus ou moins importants (S.E.D.A.T, 2012).

### 2-7-2 Facteurs climatiques

Le climat joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques de l'écosystème (Ramade, 2002). Les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des animaux et notamment les insectes (Dajoz, 1998).

#### 1-Températures

La température est de tous les facteurs climatiques le plus important, C'est celui dont il faut examiner en tout premier lieu l'action écologique sur les êtres vivants. La température va être naturellement un facteur écologique capital agissant sur la répartition géographique des espèces (Dreux, 1974).



## 2- Précipitations

Les précipitations parement en effet de forte variations dans leur répartition à la surface, elle tient principalement en la différence de volume de pluies et l'importance l'évapotranspiration (Ramade, 2002) .

## 3-L'humidité relative

la vapeur d'eau continue dans l'air exprimé comme un rapport de la teneur en eau saturée à la température d'eau. La vapeur d'eau est issue de l'évaporation de la surface terrestre aquatique et végétale (Mackenzi et *al.* ,2000).

## 4- Evaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air (Ozenda, 1958).

## 5- Insolation

La lumière joue un rôle primordiale dans la plupart des phénomènes écologiques, par sa durée photopériodique contrôle l'ensemble du cycle vital des espèces animales (Ramade, 2003).

## 6- Vents

Le vent est un phénomène météorologique qui constitue dans certain conditions, un facteur écologique limitant (Ramade , 2002). Le vent a une direction Nord-Est provenant du Nord Libyque, chargés d'humidité appelé « El-bahri » et qui soufflent très fort au printemps. Ce vent est peu apprécié malgré sa fraîcheur car il provoque de la poussière (vent de sable) dans l'air et donne une couleur jaune au ciel qui peut durer trois jours successifs. En outre, les vents chauds sont moins fréquents, ils soufflent du Sud vers le Nord pendant l'été (O.N.M, 2008) .

### 2-7-3 Synthèse climatique

Ramade (2003) montre que les facteurs écologiques n'agissent jamais de façon isolé mais simultanément. Les températures et les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat. Ces deux facteurs sont utilisés pour construire le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le climat gramepluvio thermiques d'Emberger.

### 2-7-4 Facteurs biotiques

#### Les principaux maladies et ravageurs de *piment*

**Tableau -13** : les maladies de piment source (Fondio et *al.*, 2009)

Type de maladie	Maladie	Agent pathogène	Vecteur ou cause	Symptômes
Viroses	Mosaïque	Cucumber Mo- saicVirus (CMV)	Pucerons	Décoloration, tâches et malformation des feuilles et des fruits Nanisme des plantes
	Panachure du piment	Pepper Mottle Virus(PMV)	Pucerons	Décoloration uniforme des feuilles
	Nécrose virale du piment	TomatoSpotted Wilt Virus	Thrips ;(Thrips tabaci)	Marbrure ,décoloration et mal formation des feuilles et fruits suivie de nécrose

Maladies Fongiques	Alternariose Taches Fusariose	Alternaria solani Fusarium oxysporum	Semences non traitées aux fongicides Semences non traitées aux fongicides	marrons sur les fruits matures ,puis nécrose des taches Jaunissement du feuillage, puis flétrissement de la plante
Bactériose	Flétrissement bactérien	Ralstonia spp.	Semences non traitées Eaud' irrigation Ou de ruissellement	Flétrissement brutal de la plante, puis des sèchement
Nématodes	Nématode	Meloïdogyne spp.	Culture continue	Galle racinaire, mauvaise développement de la plante (nanisme)

**Tableaux 14:** Les principes ravageurs de piment source ( Haougui et al 2014)

Type de ravageur	Ravageur	Symptômes
Insectes	<i>pucerons</i>	Attaque des feuilles, réduction de la croissance des plantes.
Insectes	Les mouches blanche	des dégâts aux plantes de plusieurs manières

minuscules acarrien	Tarsonème	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'attaque les tiges des pousses</li></ul> Les jeunes feuilles deviennent étroites et déformé
Insectes	thrips	la Flétrissement des plantes



## Partie II:

# **Matériels et méthodes**

### 1 Caractérisation des sols étudiés

La wilaya de Biskra est située au sud-est de l'Algérie, au piémont méridional de l'Atlas saharien. Elle s'étend sur une superficie de 21.671,20 Km<sup>2</sup>, son altitude est de 128m au-dessus de la mer.

Le choix des sites vient après prospections de la zone d'étude, L'étude a été réalisée sur 02 sites qui présentent des différences du point de vue eau et sol (ANAT, 2003). Et les deux sites constituent un potentiel agricole important. Le premier site est situé à M'ziraa 60 Km, à l'Est de la ville de Biskra et le deuxième site est situé à La-ghrouss 40 Km, à l'Ouest de la ville de Biskra. Dans chaque site 03 stations représentatives sont déterminées.

Dans chaque station 02 échantillons du sol ont été effectués l'un pour le témoin et l'autre pour les sols affectés par les produits phytosanitaires et les engrais. En tout 36 échantillons du sol, ont été étudiés.

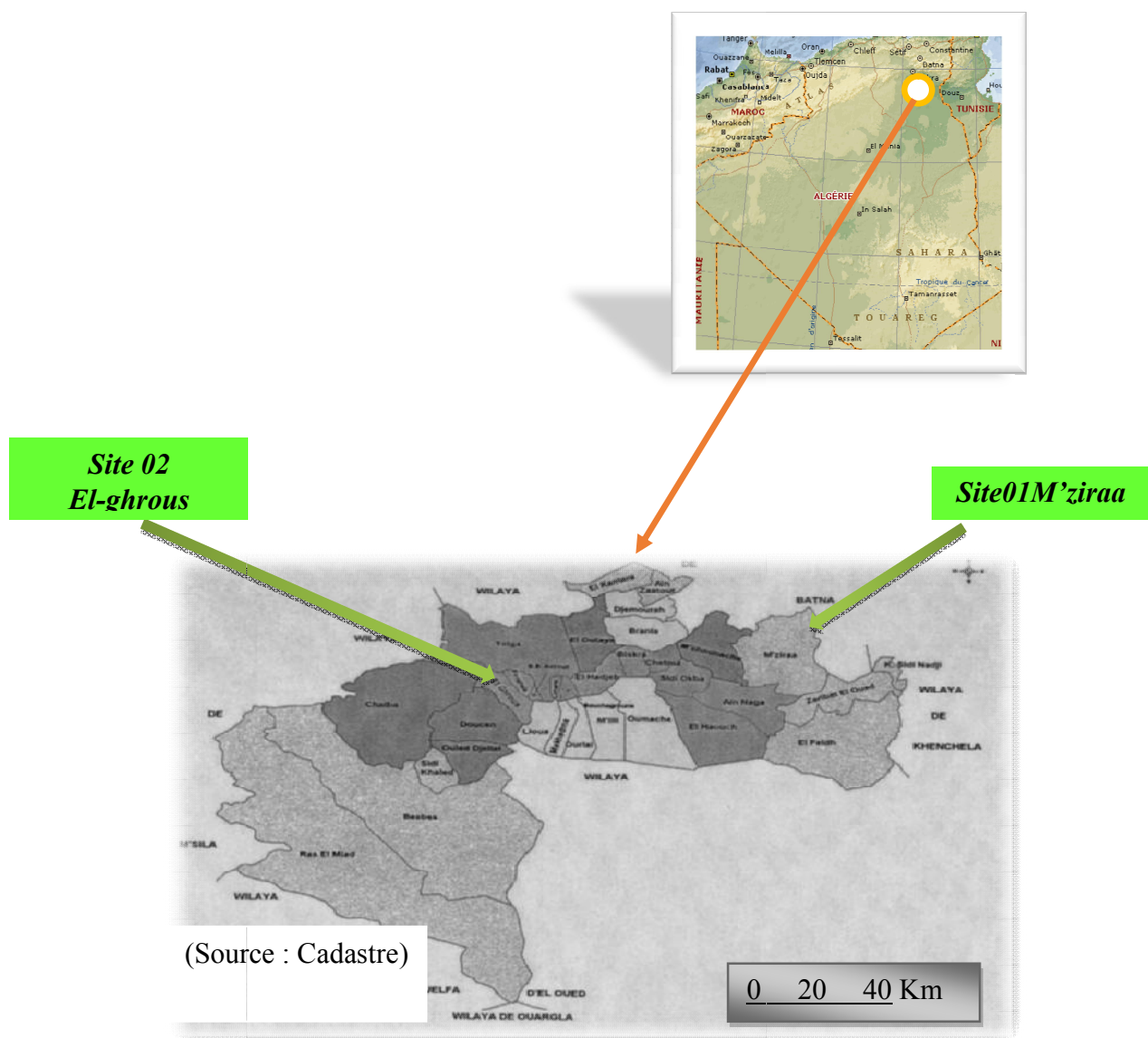


Figure 01 : Situation géographique de la zone d'étude

## 2 - Méthodes d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons des sols cultivés sont prélevés sous serres, et les parcelles doivent être représentatives pour chaque site (homogénéité). Par contre, les échantillons des sols témoins (c'est-à-dire, sol non cultivés) sont prélevés à partir des parcelles nues sans activités agricoles.

Nous avons fait un seul prélèvement pour chaque station pendant le mois d'octobre, février et mai sur une profondeur de 0-30 cm, avec un nombre de trois échantillons élémentaires par station et cela pour les sols témoins et pour les sols cultivés.

Les prélèvements des échantillons du sol se font par une tarière (Figure 02). Les échantillons recueillis dans des sachets en plastique étiquetés qui porte ; la date, le numéro de la station et le site.



Photo originale : Khennouche, 2017 )

**Figure 02** : Prélèvement du sol par une tarière

## 2-1 Date de prélèvement des échantillons du sol



**Figure 03** : Les mois de prélèvement des échantillons du sol

## 3 - Etude au laboratoire

Tous les échantillons du sol sont effectués au niveau du laboratoire du département d'agronomie Biskra.

### 3.1 - Préparation des échantillons du sol

Les échantillons des sols prélevés ont été séchés à l'air libre. Après le séchage vient le broyage et enfin le tamisage avec un tamis de 2 mm (figure 03, 04 et 05).



(Photo originale : Khennouche, 2017)

**Figure 04** : le séchage des échantillons du sol





(Photo originale : Khennouche, 2017)

**Figure 05 :** Broyage des échantillons du sol



(Photo originale : Khennouche, 2017)

**Figure 06 :** Tamisage des échantillons du sol par un tamis de 2mm

### 3.2 - Analyse physico-chimique du sol

Le Tableau (15) représente les analyses faites et les méthodes utilisées pour le sol

**Tableau 15** : les méthodes du sol

Types d'analyse	Eléments dosés	Méthodes utilisés
<b>Réaction du sol (pH)</b>		pH mètre avec un rapport sol/ eau de 1/ 2.5
<b>Conductivité électrique (CE)</b> (mS/cm).		Conductimètre, avec un rapport sol/eau de 1/5
<b>Calcaire total</b>		Calcimètre de Bernard
<b>Carbone organique</b>		Méthode Anne en utilisant le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique
<b>Granulométrie</b>		La méthode internationale ( pipette de ROBINSON)
<b>Dosage des anions</b> Extrait diluée (rapport sol/eau de 1/5)	$Cl^-$	Titration (argentométrie)
	$SO_4^{=}$	Turbidimétrie
	$HCO_3^-$ et $CO_3^{=}$	Titration
<b>Dosage des cations solubles</b> Extrait diluée (rapport sol/eau de 1/5)	$Na^+$ et $K^+$	Spectrophotomètre à flamme
	$Ca^{++}$ et $Mg^{++}$	Complexometrie avec l'EDTA

### 3.3 - Dosage des métaux lourds (Cu, Zn et Mn) par l'acétate d'ammonium en présence d'EDTA

Principe L'extraction des formes solubles du cuivre, du manganèse et du zinc est réalisée par une solution mixte d'acétate d'ammonium et l'EDTA, à pH=7. Le dosage des éléments présents dans la solution d'extraction s'effectue par spectrophotométrie d'absorption atomique. Cette méthode conduit à estimer la quantité du cuivre, du manganèse et du zinc susceptible d'être assimilables par les végétaux. Elle s'applique principalement aux sols agricoles (Clement et Françoise, 2003).

**Mode opératoire**

- Peser 5 g de sol sec et les verser dans un flacon de 125 ml.
- Ajouter 50 ml de la solution d'extraction EDTA à 20 °C ± 2 °C.
- Boucher hermétiquement sans attendre et agiter vigoureusement de manière à bien disperser la terre.
- Laisser décanter puis centrifuger (Photo 08- annexe 1 ) le surnageant durant 10 minutes à 2000 tr/min, de façon à avoir un liquide translucide exempt de toutes impuretés. Verser le liquide dans une fiole et boucher.
- Faire un témoin dans les mêmes conditions.
- Après le réglage du spectrophotomètre d'absorption atomique(Photo 10- annexe 1 ) , passer successivement les solutions étalons, les échantillons et le témoin.
- Doser le Cu, le Zn et Mn en utilisant les longueurs d'onde suivantes : Cu = 324.7 nm ; Zn = 213.9 nm ; Mn = 279,5 nm ;

**Calculs :**

$$T (\mu\text{g.g}) = \frac{(C-C_1) \times V}{S} = 10(C-C_1)$$

Où T : Cu, Zn et Mn

C : Concentration de l'élément déterminée par la courbe d'étalonnage (µg/ml),

C1 : Concentration du témoin déterminée par la courbe d'étalonnage (µg/ml),

S : Poids de la prise de terre en g (5g),

V : Volume d'extraction en ml (50 ml).

**2 Matériel végétal****2-1 Objectif du travail**

Le but de notre expérimentation est l'étude de l'effet des caractéristiques physico-chimiques du sol sur le rendement de l'espèce *Capsicum annuum L.* (piment piquant) .

Les paramètres climatiques et les techniques de travaux sont identiques pour les deux sites Les paramètres étudiés lors de notre expérimentation sont : les paramètres édaphiques c'est-à-dire étudier l'effet des caractéristiques physico-chimiques du sol sur le rendement.

## 2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est l'espèce *Capsicum annuum* L., piment piquant variété « Corne de chèvre ».

## 2.3. Rendement

### Nombre de fleurs par plant

Ce comptage est effectué au moment de la floraison, est répété tous les huit jours.

### Nombre de fruits par plant

C'est la moyenne de tous les fruits produits par plant pour toute la récolte.

## 2.4. Poids moyen des fruits par traitement

Dès que les fruits atteignent le stade de maturation, ils sont pesés séparément par traitement.



**Chapitre « 02 »**

***Etude climatique***

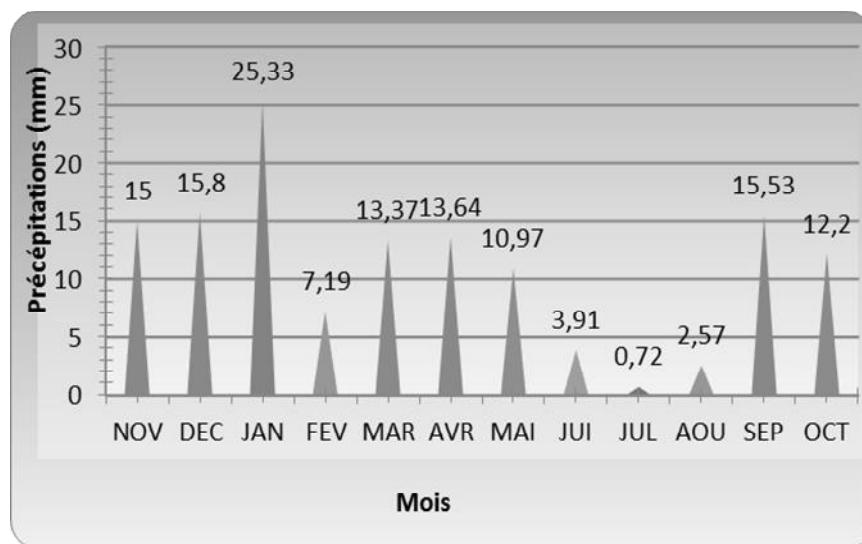
## 1 - Étude climatique

On s'est basé sur les données climatiques recueillies au niveau de la station météorologique de Biskra. Les paramètres climatiques les plus importants sont : les précipitations, les températures, les vents, l'humidité relative, l'évaporation et l'insolation.

### 1.1 - Les précipitations

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle présentée dans la Figure (07). On remarque que les précipitations sont très faibles et irrégulières. La moyenne annuelle relevée pendant 10 ans (2000 – 2010) est de 136.23 mm avec une moyenne mensuelle de 11.35 mm.

Nous avons enregistré un maximum de sécheresse durant le mois le plus chaud (Juillet) avec une pluviométrie de 0.72 mm, par contre le mois le plus humide est janvier avec une pluviométrie de 25.33 mm.

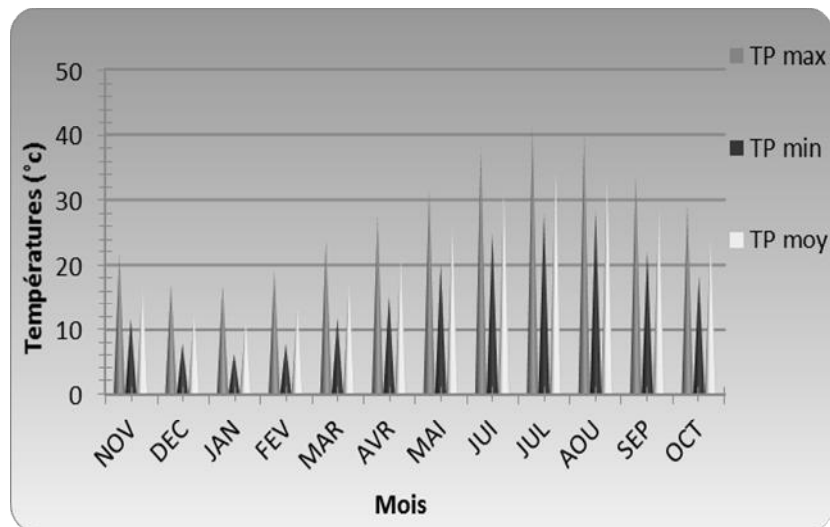


(Source : Station météorologique de Biskra)

Figure 07 : Précipitation mensuelles pour la période (2000- 2010).

## 1.2 - Les températures

La température est un facteur très important à étudier ce dernier matérialise le pouvoir évaporant du climat. Elle joue un rôle primordial dans le développement des végétaux et dans la formation du sol.



(Source : Station météorologique de Biskra)

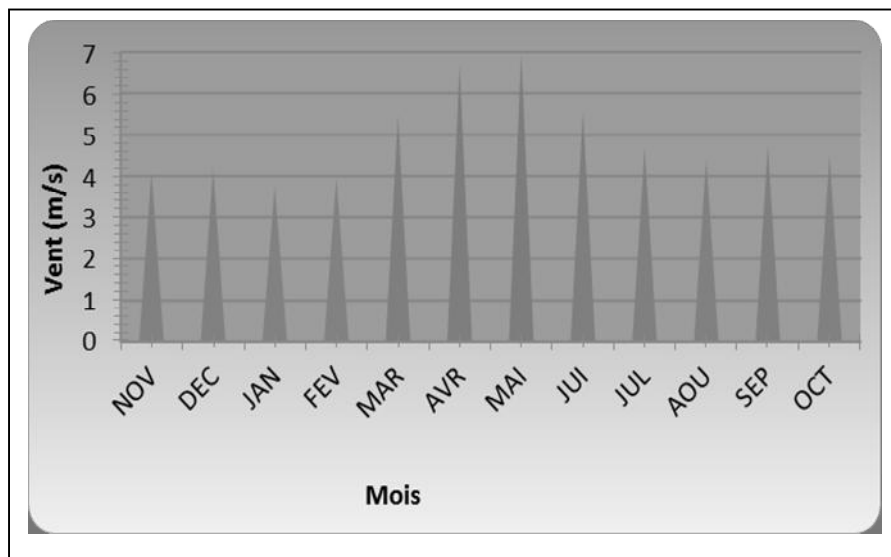
**Figure 08 :** Températures mensuelles pour la période (2000 - 2010).

D'après la Figure (08) la région de Biskra se caractérise par une forte température dont la moyenne annuelle est de 22.63 C° avec une forte variation saisonnière sont enregistrés entre le mois le plus chaud 34.66 C° en juillet et le mois le plus froid 11.65 C° en janvier.

## 1.3 - Les vents

Dans les régions arides les vents ont joué et jouent un rôle primordial dans la formation des reliefs et des sols, dans la dégradation de la végétation et la destruction des sols (Halitim, 1988).

Les vents sont relativement fréquents dans cette région en fin du printemps et en été, ce sont surtout les vents de sable venant du Sud – Ouest qui sont les plus dominants. En période hivernal ce sont principalement les vents froids et humides venant du Nord – Ouest.



(Source : Station météorologique de Biskra)

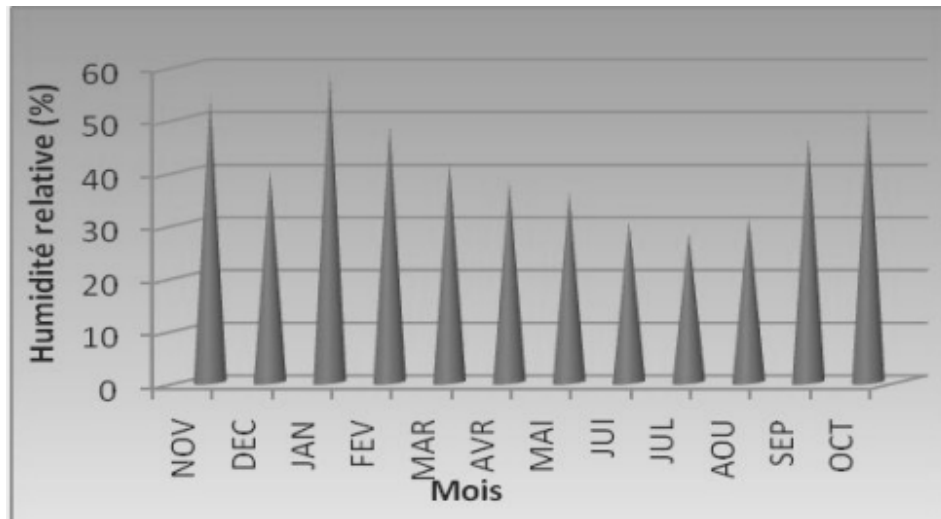
**Figure 09 :** Vitesse moyenne des vents pour la période (2007 à 2017).

La vitesse maximale des vents se rencontre au mois du mai atteint 6.96m/s, par contre la vitesse minimale est de 3.76 m/s au mois de janvier Figure (09).

#### 1.4 - L'humidité relative

L'examen de la Figure (10) montre qu'un taux d'humidité maximum pendant le mois de janvier 58.67%. Par contre, il est faible autour de 30% durant les mois les plus chauds ; juin, juillet et août.





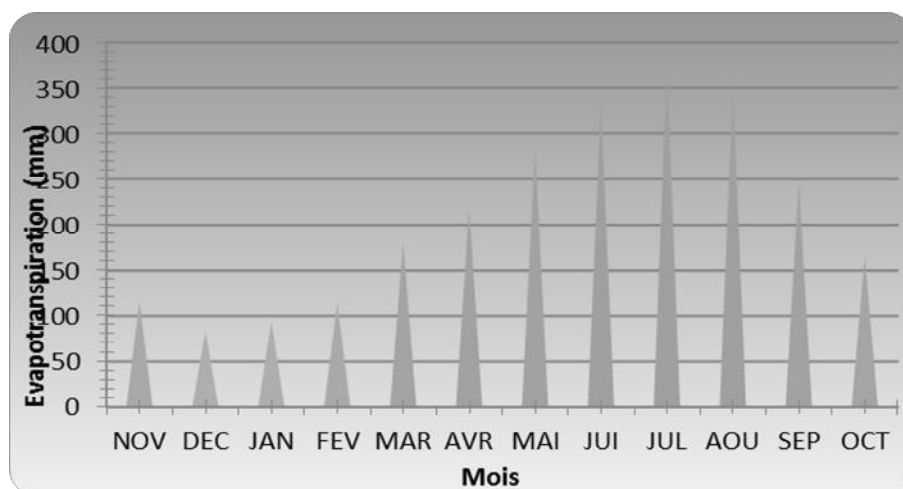
(Source : Station météorologique de Biskra)

**Figure 10 :** Humidité relative moyenne pour la période (2007 à 2017)

### 1.5 - L'évaporation

L'évaporation est très élevée, surtout sous l'effet des vents et notamment ceux qui sont chaudes comme le sirocco, et les fortes températures.

D'après la Figure (11) l'évaporation moyenne la plus élevée se concentre au mois de juillet avec 379mm et la plus faible au mois de décembre 83.4 mm.

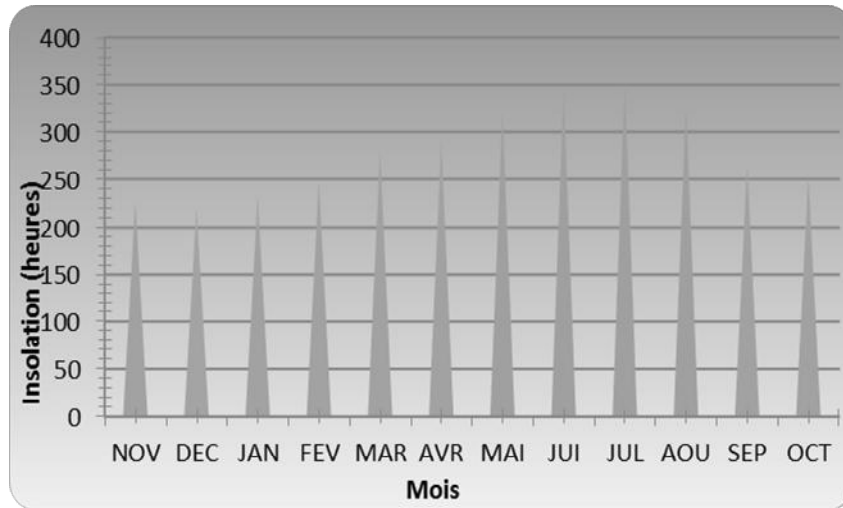


(Source : Station météorologique de Biskra)

**Figure 11:** L'évaporation moyenne pour la période (2000 à 2010).

## 1.6 - L'insolation

La radiation solaire est importante dans la région car l'atmosphère présente une grande clarté durant toute l'année.



(Source : Station météorologique de Biskra)

**Figure 12:** Le nombre moyen des heures d'insolation pour la période (2000 à 2010).

La Figure (12) montre que le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est environ 281.26 h ce qui correspond approximativement à 9.38 heures par jour, le phénomène est régulière passant d'un minimum en Février de 220.18 heures à un maximum en juillet de 356.18 heures.

## 2 - Synthèse du climatique

### 2.1 - Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Gausсен, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius ( $P < 2T$ ) (Dajoz, 1971). Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme ombrothermique pour la période 2000 à 2010.

Le diagramme ombrothermique de (Gausсен 1957) est une représentation graphique où sont portés en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T moy), selon la formule  $P = 2T$ .

L'analyse de diagramme ombrothermique de Gausсен dans notre cas sur les données de 10 ans, montre que la région de Biskra a subi une période sèche étal sur presque toute l'année ; de mois de février jusqu'au mois de décembre, la période humide s'allonge sur le mois de janvier (Figure 13).

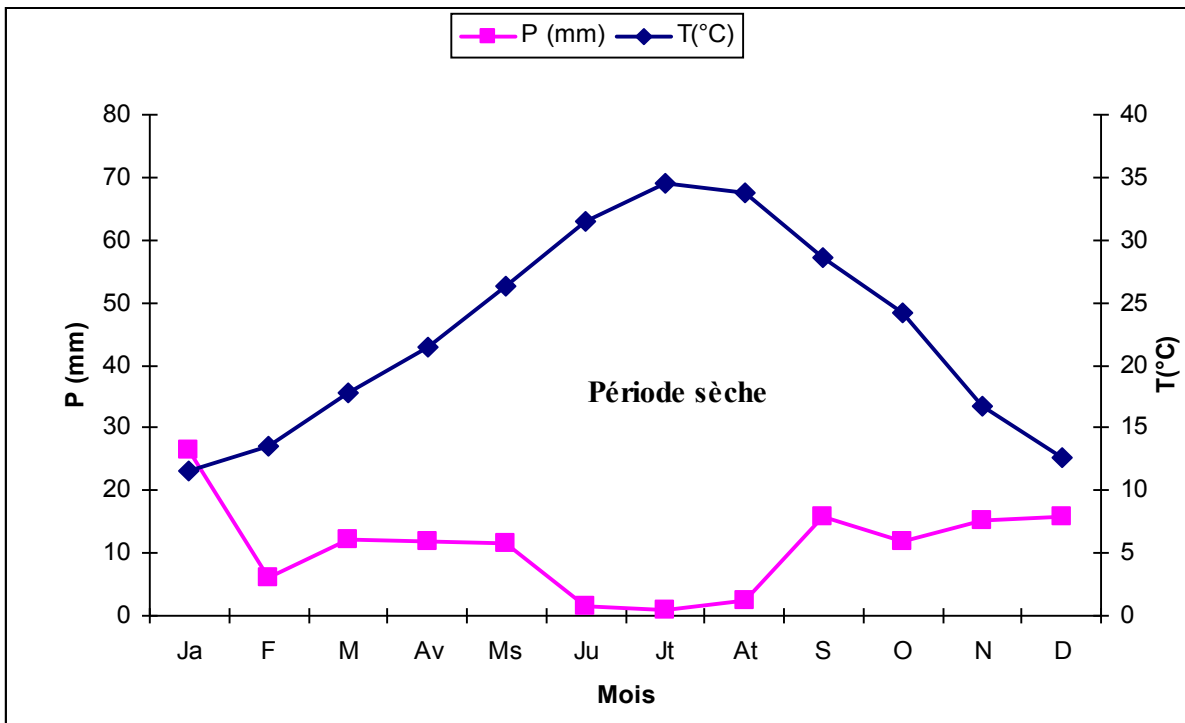


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Gausсен pour la période (2000 à 2010).

### 2.2 - Climagramme d'EMBERGER

Selon la formule établie par (Stewart, 1969), le quotient pluviométrique de la région méditerranéenne est exprimé par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43 \cdot \frac{P}{M - m}$$

$Q_2$  : quotient pluviométrique

$P$  : précipitation annuelle moyenne (mm).

$M$  : température maximale du mois le plus chaud (C°).

$m$  : température minimale du mois le plus froid (C°).

D'après les données climatiques de Biskra (2000 à 2010) nous avons :

$$P = 136.23 \text{ mm.}$$

$$M = 41.22 \text{ C}^\circ.$$

$$m = 6.3 \text{ C}^\circ.$$

Donc :

$$Q_2 = 3,43 \cdot \frac{136.23}{41.22 - 6.3} = 13.38$$

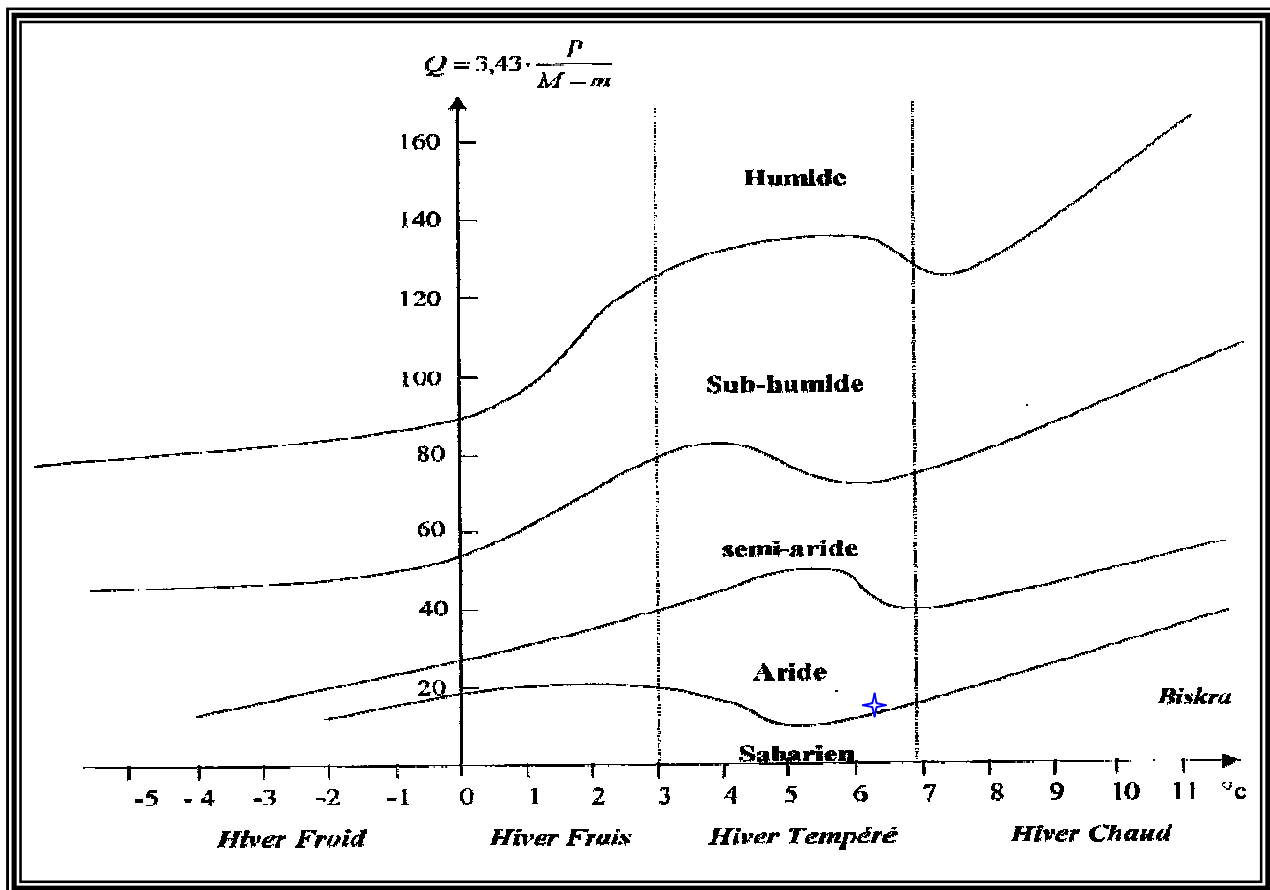


Figure 14 : Courbe d'Emberger de la région de Biskra (2000 à 2010).

Les résultats obtenus montrent que la région de Biskra se trouve dans la zone de l'étage climatique aride à hiver Tempéré Figure (14).

### **3 - Relief**

Biskra forme une région de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Ce passage se fait subitement au pied de l'Atlas saharien. On passe d'un relief assez élevé et accidenté au nord à une topographie de plateau légèrement inclinée vers le sud.

Le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques (ANAT, 2002). Les montagnes, les plateaux, les plaines et les dépressions.

### **4 - Les ressources en eau**

Une grande diversité des ressources hydrauliques caractérise les Oasis du Ziban (Nesson, 1978).

#### **4.1 - L'hydrologie superficielle**

D'après (Hannachi et Bekkari, 1994 in Mehaoua, 2006), la région de Biskra est drainée par une série d'Oueds les plus importants sont : Oued Djeddi, Oued Biskra, Oued El-Arab, Oued El-Abiod.

Selon (Nesson, 1978) l'ensemble des Oueds de la région font partie du grand bassin versant saharien du chott Melghir. L'écoulement des Oueds descendant des reliefs atlasiques à une double fonction dans les Ziban : Tous les Oueds participent à l'alimentation d'une part des nappes souterraines, en outre dans certaines régions, ils permettent une agriculture irriguée à l'utilisation directe des eaux précipitées sur les versants.

## 4.2 - L'hydrogéologie

La lithologie et des considérations hydrodynamique permettent d'individualiser quatre unités aquifères dans la région de Biskra : Nappe du continental intercalaire, Nappe phréatiques, Nappe de calcaires, Nappe de sables du Miopliocene (Biout et al, 2005).

## 5 - La géologie

Du point de vue géologique la région de Biskra représente un pays de transition structurale. Dont sa partie nord, c'est un pays montagneux tandis qu'au sud c'est un pays effondré, qui fait partie du Sahara septentrional et d'autre part en position très inférieure apparaissent les dernier anticlinaux vers le sud de l'atlas saharien.

Le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de flexures, de plis et de failles orientées en ouest, appelés « flexure Saharienne » marquée par la tectonique atlasique (Gousskov, 1964).

D'après la notice explicative de carte hydrologue de Biskra au 1/200.000 :

- On note des dépôts de marnes riches en gypse et anhydrite de (100 à 300 m) intercalés dans les couches calcaires.
- Au turonien la sédimentation continue et jusqu' au Sénonien supérieur les dépôts sont marins.

## 6 - Végétation

Du point de vue agricole, la wilaya de Biskra est caractérisée par la phœniciculture (Palmeraies des Ziban), la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage qui font leur extension dans le cadre du développement agricole (ANAT, 2003).

**Conclusion**

La région de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au Sud. Ainsi, au Nord se découpent plusieurs chaînes atlasiques, dont l'altitude maximale peut aller jusqu' à 1500 m et dont la moyenne est de l'ordre de 300m, caractérisés par l'alternance de végétation forestière. Vers le Sud, la plaine saharienne, du point de vue morphologique se présente en général comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce les chaînes atlasiques aux étendues sahariennes au sud. En surface, les dépôts grossiers que l'on trouve au pied des montagnes passent à des dépôts fins argilo-sableux vers le Sud. A l'Est, le relief est caractérisé par le développement d'une vaste plaine découpée par des lits d'oueds qui s'écoulent des monts de l'Atlas et disparaissent dans la grande dépression fermée du chott Melghir. Et à partir des données climatiques de la région de Biskra, nous pouvons dire qu'elle se caractérise par :

- Des températures moyennes élevées et des périodes de sécheresse très prolongé.
- Une pluviosité faible et irrégulière.
- Une évapotranspiration intense.
- Une humidité faible.
- Une grande luminosité.



**Partie III:**  
**Résultats et discussions**



## 1- Evolution des caractéristiques physico-chimiques du sol

### 1.1 Les caractéristiques physiques

#### 1.1.1 La Granulométrie

L'analyse granulométrique est une opération faite au laboratoire qui implique la dissociation complète des matériaux pédologique jusqu'à l'état de particules élémentaires et donc la destruction totale des agrégats et fragments d'agrégats. (Baize, 2000).

Le tableau n° 16 montre les résultats d'analyse granulométrique du sol témoin ainsi celle du sol cultivé étudié.

**Tableau (16) :** Résultats d'analyse de la granulométrie du sol étudié

	<b>2mm-200<math>\mu</math> (sable grossier )</b> (%)	<b>200<math>\mu</math>-50<math>\mu</math> ( sable fin)</b> (%)	<b>&lt;50<math>\mu</math>(Limon fin + Argile)</b> (%)
S1TPr	55,74	40,47	8,42
S1NTPr	53,62	41,77	7,74
S2TPr	49,37	29,54	14,35
S2NTPr	51,55	33,90	11,70

L'analyse des résultats présentés dans le tableau ci-dessus démontre que d'une manière générale le sol à une texture sableuse avec des pourcentages du sable élevé de sable grossier vient le sable fin en deuxième position et la fraction inférieure à 0,05 mm (Limon + argile) vient en dernière position avec des faibles teneurs pour tous les types de sol étudiés

1.2. Caractéristiques chimique

1-2-1 Evolution du pH

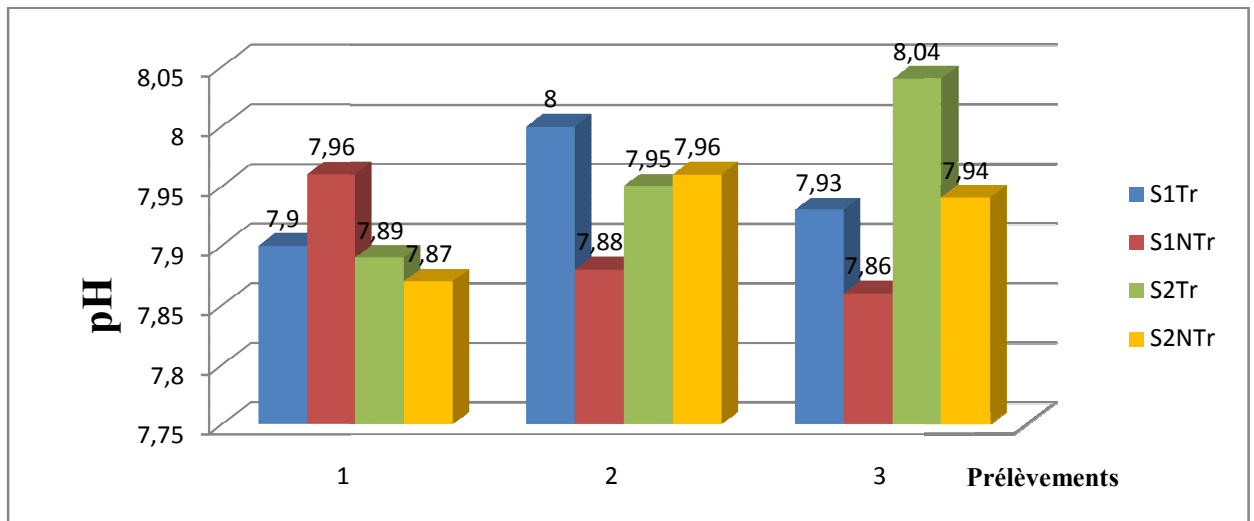


Figure 15 : Evolution du pH du sol

Le pH des échantillons étudiés (figure 15) sont généralement très alcalin (Sarkar et Haldar, 2005), avec une légère variation et instable. La valeur minimale est enregistrée pour le sol témoin de S2 N Tr avec un pH de 7,87 et la valeur maximale est enregistrée pour le sol traité de S2 Tr avec un pH de 8.04

Nos résultats sont en concordance avec ceux trouvés par (Zernadji, 2017) dans la même région et qui oscillent entre 7.66 et 8.27

1.2.2 Evolution du calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)

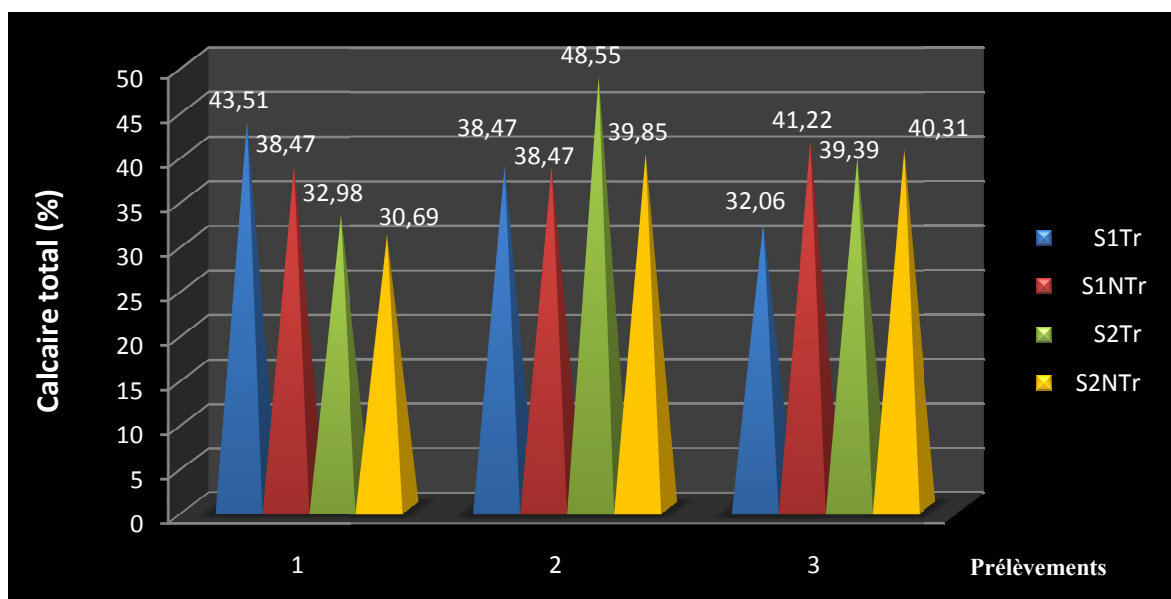
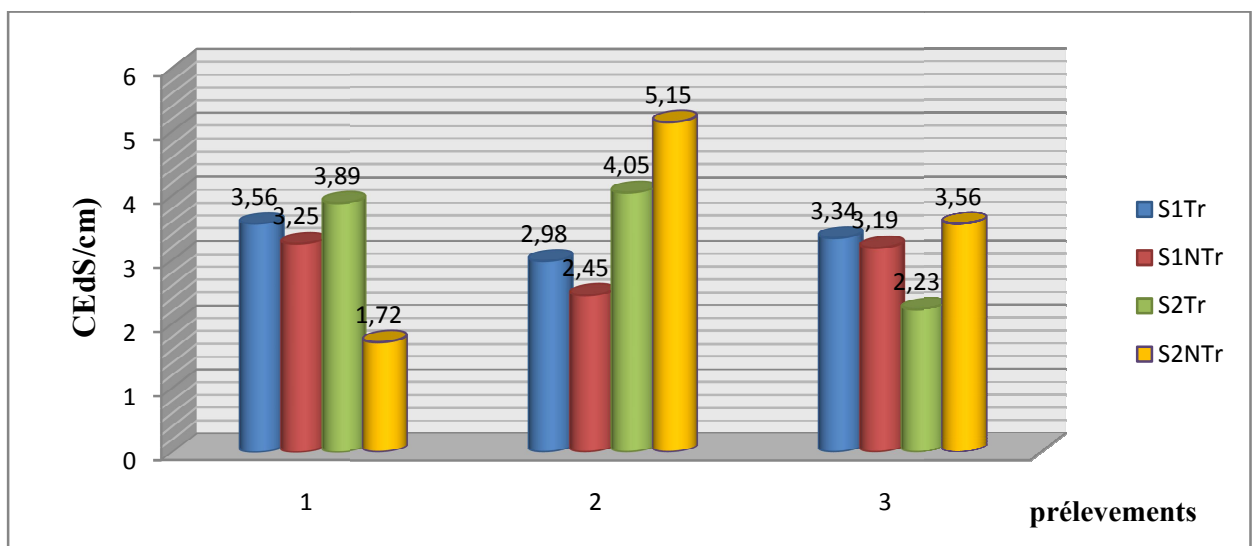


Figure 16 : Evolution du calcaire total du sol

D’après les résultats analytiques des teneurs de calcaire total présentés dans le figure 16 on observe qu’il y a une variation faible entre les valeurs des sols témoin et les valeurs des sols traités dans les deux régions. La diminution et l’augmentation de taux de calcaire des sols traités par rapport aux sols témoin peuvent être dues à la solubilisation du calcaire sous l’effet de l’irrigation, l’apport de la matière organique et les engrais. Tous les types du sol étudiés sont classés comme fortement calcaires (Baize, 2000)

Nos résultats sont en concordances à ceux trouvés par (Aissaoui ,2012), dans la même région de M’ziraa.

**1.2.3. Evolution de la conductivité électrique (CE)**



**Figure 17 :** Evolution de la CE du sol

D’après les valeurs de l’évolution de la CE (figure 17) on remarque que la majorité des échantillons du sol des deux sites sont très salés avec des valeurs qui variant entre 1.72 dS/cm pour le témoin S2 NTr-P1 et 5.15 dS/cm pour le sol traité S2 NTr-P2

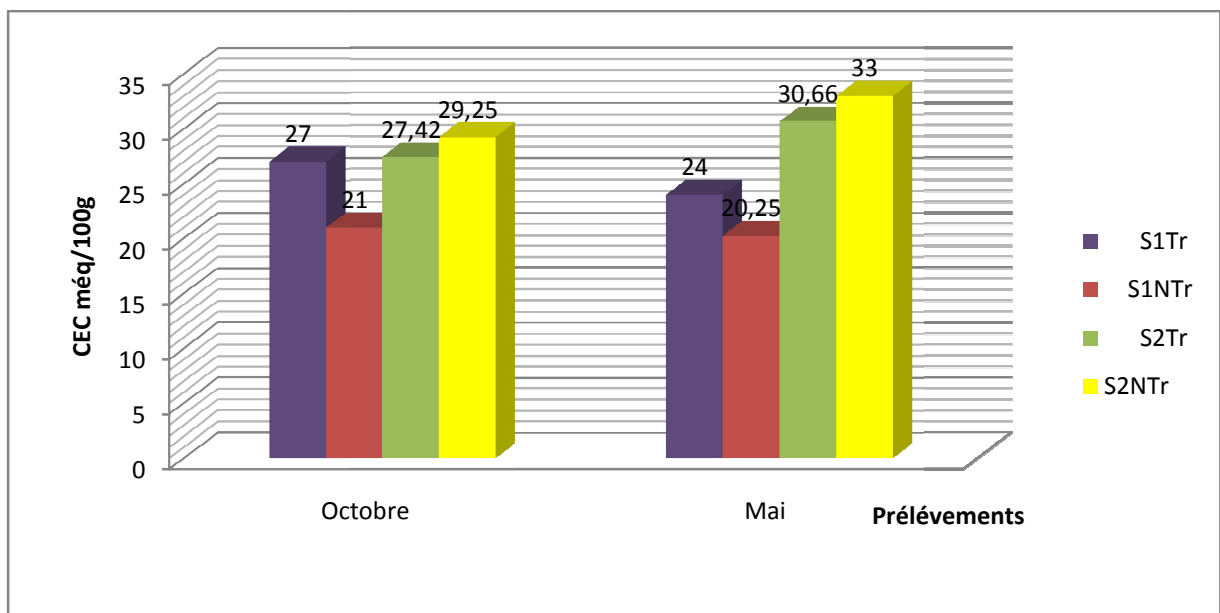
La salinité du sol est dominante principalement dans le deuxième prélèvement pour les deux types du sol de S2 avec des valeurs de 4.05 dS/cm pour les sols traités et 5.15dS/cm pour les sols témoins. Par contre la CE de site 01est dominante dans le premier prélèvement.

La CE du sol connus une variation instable et légère pour les deux types du sol (T et Tr) et pour les deux régions.

D'après la classification de la CE faite par ( Aubert ,1978), les échantillons des sols étudiés sont classés en deux classes :

- Sol très salé : pour S1 ( Tr et NTr) P1et P2 ,S2 TrP1 , S2(Tr et NTr)P02 , S1( Tr et NTr) P3et S2 NTrP03
- Sol salé : renferme pour S1 NTrP1 et S2Tr P03

#### 1.2.4. La capacité d'échange cationique (CEC)



**Figure 18 :** Evolution de la CEC du sol

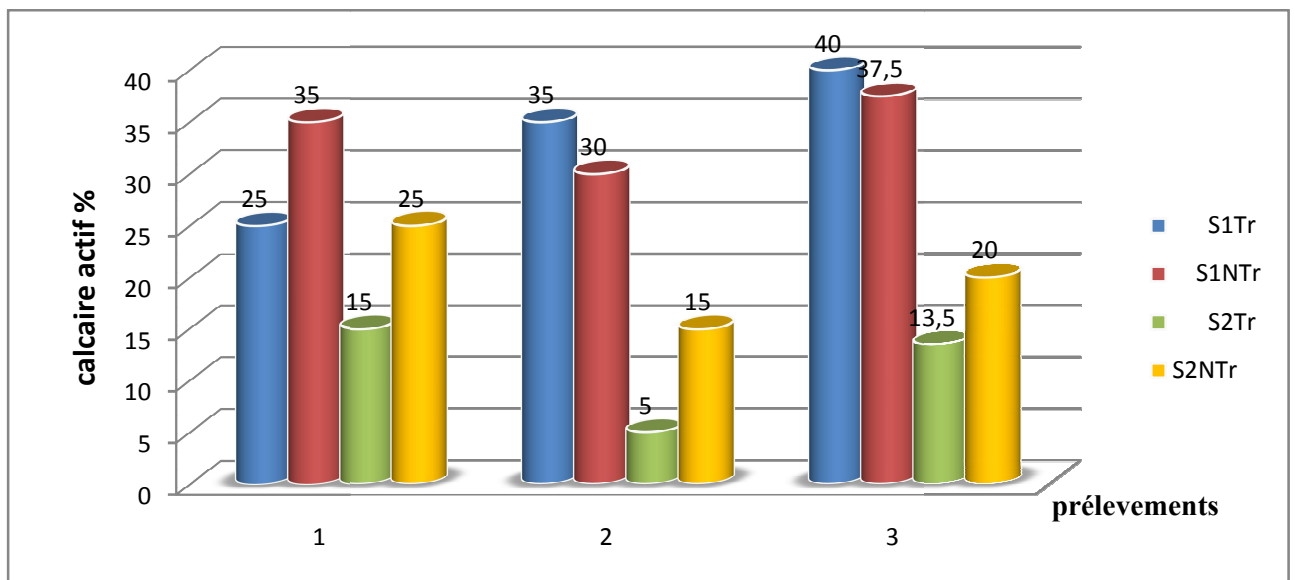
D'après les résultats de la CEC obtenu dans la (figure 18) et selon la classification de (ENITA, 2000), nos échantillons du sol sont classés à la classe très faible pour les deux types de sols et cela pour les deux sites.

#### 1-2-5 Evolution du calcaire actif

Selon ( Soltner, 2003) , le calcaire actif est mesuré pour un sol si le taux de calcaire total est dépassé les 5% à 6%.

D'après notre analyse du calcaire totale des différents prélèvements du sol étudié, nos échantillons du sol étudié nécessite le dosage du calcaire actif.

Les résultats d'analyse du taux de calcaire actif sont présentés dans la figure 19



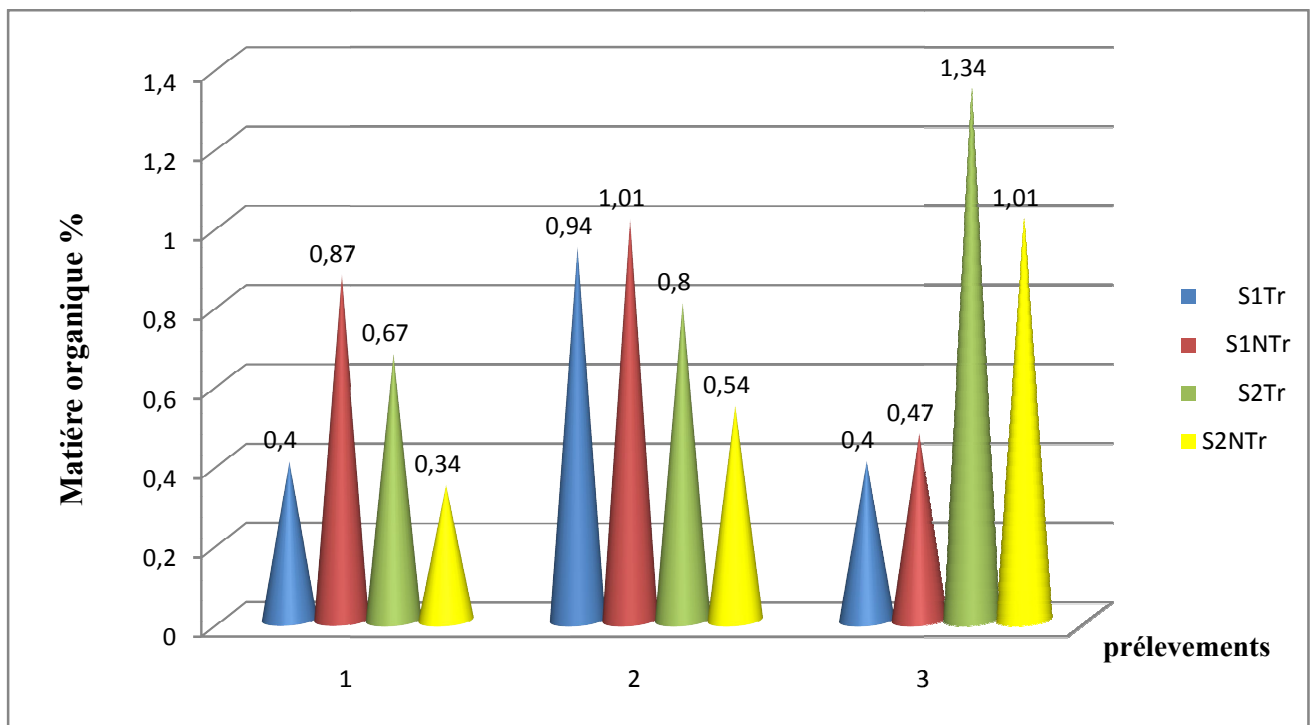
**Figure 19 :** Evolution la Calcaire actif du sol.

Le figure 19 montrent que les teneurs de calcaire actif dans les échantillons du sol présentent un taux élevé pour le S1 avec des pourcentages qui varient entre 25% pour le sol traité de prélèvement 01 et 40% toujours pour le sol traité de prélèvement 03, avec des changements proportionnellement rapprochées et instable pour tous les prélèvements. Par contre les teneurs de calcaire actif des échantillons du sol S2 présentent un taux faible par rapport au S1 avec des pourcentages qui varient entre 25% pour le sol témoin de prélèvement 01 et 5% pour le sol traité de prélèvement 02, avec des changements proportionnellement rapprochés et relativement stable pour tous les prélèvements

### 1-2-6 Matière organique .

Les matières organiques sont le substrat énergétique des organismes hétérotrophes du sol (Balesdent, 1996). Ce sont des matières résiduelles carbonées produites par des êtres vivants, des végétaux, des animaux ou des micro-organismes (M.D.D.E.P, 2012). Elles constituent l'une des composantes essentielles de la fertilité des sols (Christen, 2008).

La matière organique est un élément et produit majeur des processus biogéochimiques (Labanowski, 2004). Elle est un indicateur général de la qualité du sol (D.A.T, 2001)



**Figure 20** : Evolution de la M.O du sol

Le figure 20 montrent que les teneurs des M.O dans les échantillons du sol présente un taux très pauvre pour la majorité des échantillons du sol étudiés avec des pourcentages variant entre 0.34 % pour le S2 NTr-P1 et 0.94% pour le S1 Tr-P2, avec des changements proportionnellement rapprochés et instable pour tous les prélèvements.

Par contre les échantillons du sol S1 NTr-P2, S2 NTr-P3 et S2 Tr-P3 présentent un taux pauvre de matière organique avec des proportions de 1.01 %, 1.01 % et 1.34% successivement.

Les teneurs élevés de la M.O dans les échantillons du sol S1 NTr-P2, S2 NTr-P3 et S2 Tr-P3 par rapport aux autres échantillons peuvent être justifiés par la dégradation rapide de M.O.

1-2-7.Les sels solubles

1-2-7-1 L'évolution des cations solubles

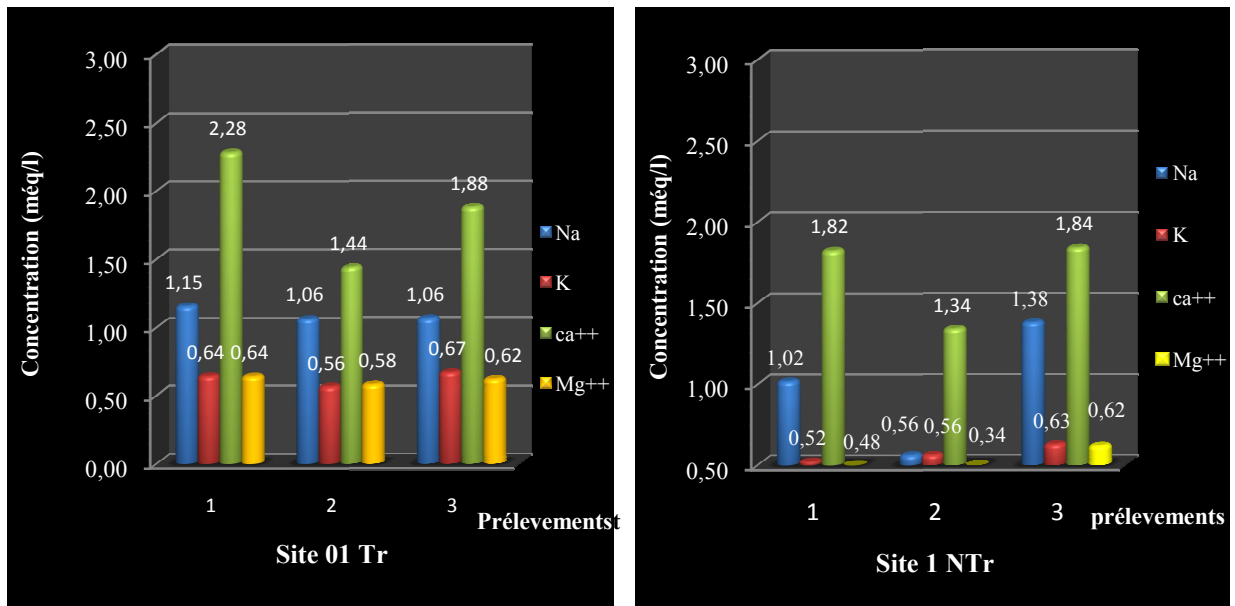


Figure 21 : Evolution de la concentration des cations solubles (Site 01)

D'après les résultats des teneurs des cations solubles (figure 21) on remarque qu'il y a une dominance du Ca<sup>++</sup> pour les deux types du sol et cela dans les 3 prélèvements, vient le Na<sup>+</sup> en deuxième position avec des teneurs moyennes. Le K<sup>+</sup> et Mg<sup>++</sup> vient en derniers position avec des faibles concentrations pour le sol traité et très faible pour le sol témoin et cela pour les trois prélèvements. Les teneurs de sol traité sont nettement supérieures aux teneurs du sol témoin.

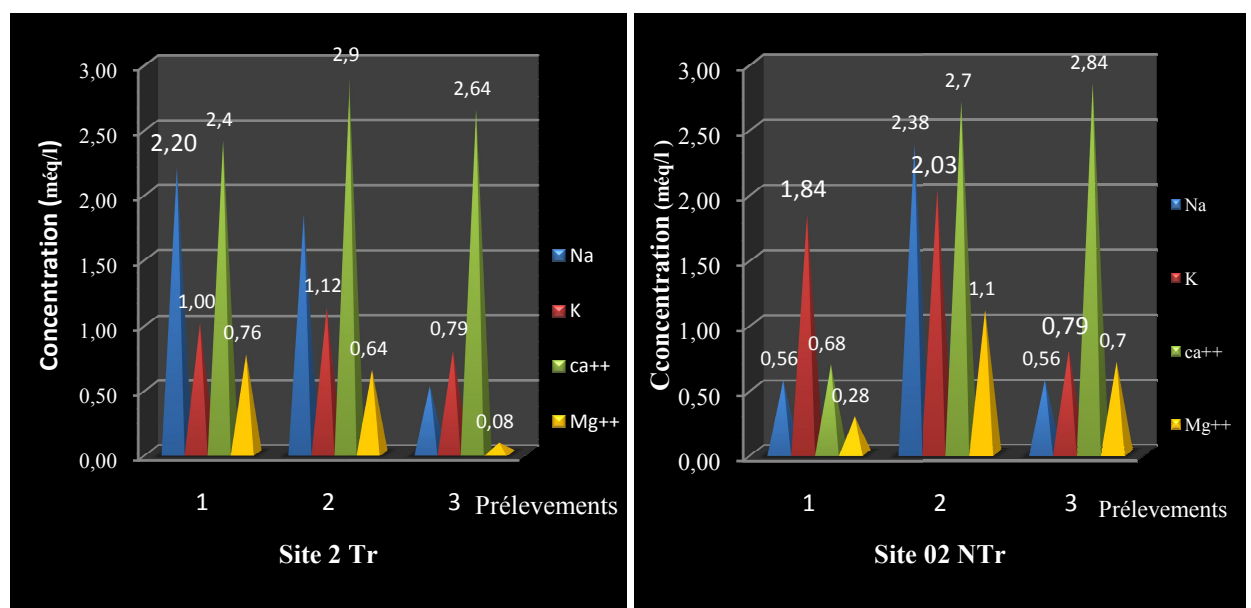


Figure 22 : Evolution les concentrations des cations solubles (Site 2)

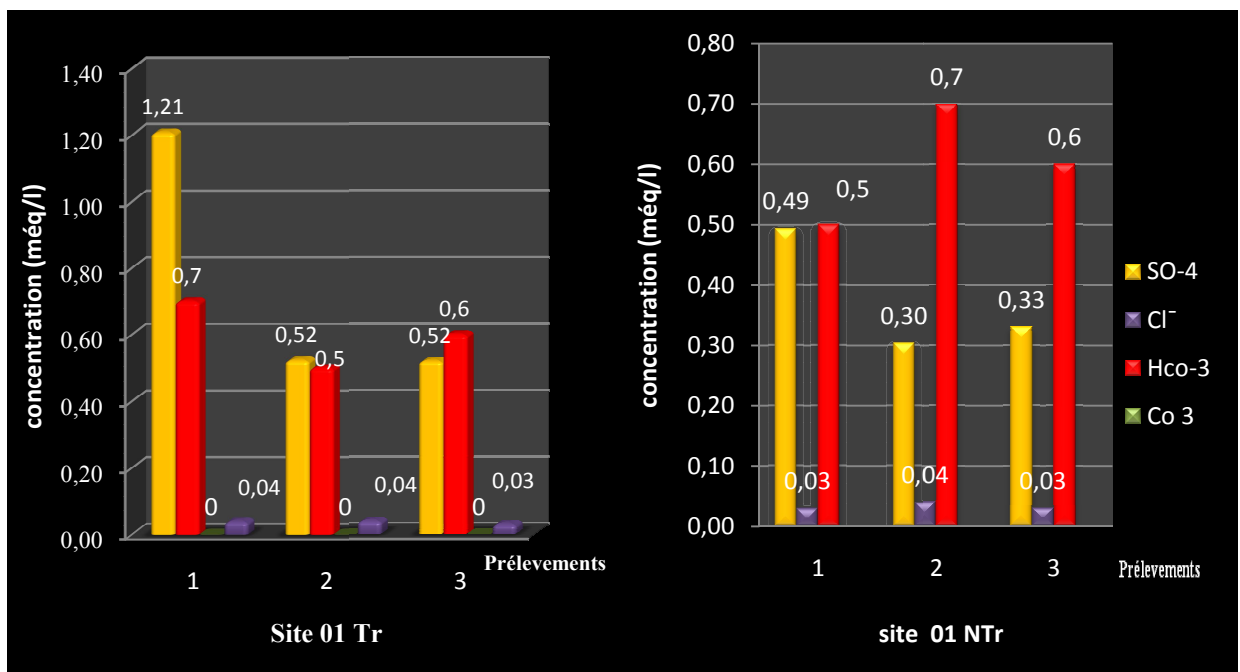
D'après les teneurs des cations solubles (figure22) on observe qu'il y a une dominance de  $Ca^{++}$  dans les deux types du sol pour les 03 prélèvements, à l'exception au premier prélèvement du sol témoin avec une valeur 0.68 méq/l et valeur minimale 0.68méq/l. Vient le  $K^+$  et le  $Na^+$  en deuxième position avec des variations instables.

Le  $Mg^{++}$  est classé en derniers position avec des concentrations faibles dans les 3 prélèvements et pour les deux types du sol.

**Synthèse**

Pour les teneurs des cations solubles on remarque qu'il y a une dominance du  $Ca^{++}$  et du  $Na^+$  dans les 02 types du sol et pour les deux sites avec un écart dans les teneurs du site 02 par rapports aux teneurs du site 01 malgré que les taux de  $CaCO_3$  actif du site 01 est nettement supérieurs au site 02. Donc les valeurs élevées du calcium soluble du site 01 sont dues probablement à la présence du gypse qui est plus soluble que le  $CaCO_3$ . Les teneurs de  $K^+$  et  $Mg^{++}$  sont nettement inférieures pour le sol de S1 N T par rapport aux autres types du sol pour les 03 prélèvements.

**1-2-7-2 L'évolution des anions solubles**



**Figure 23 : Evolution les concentrations des anions soluble (site 1)**



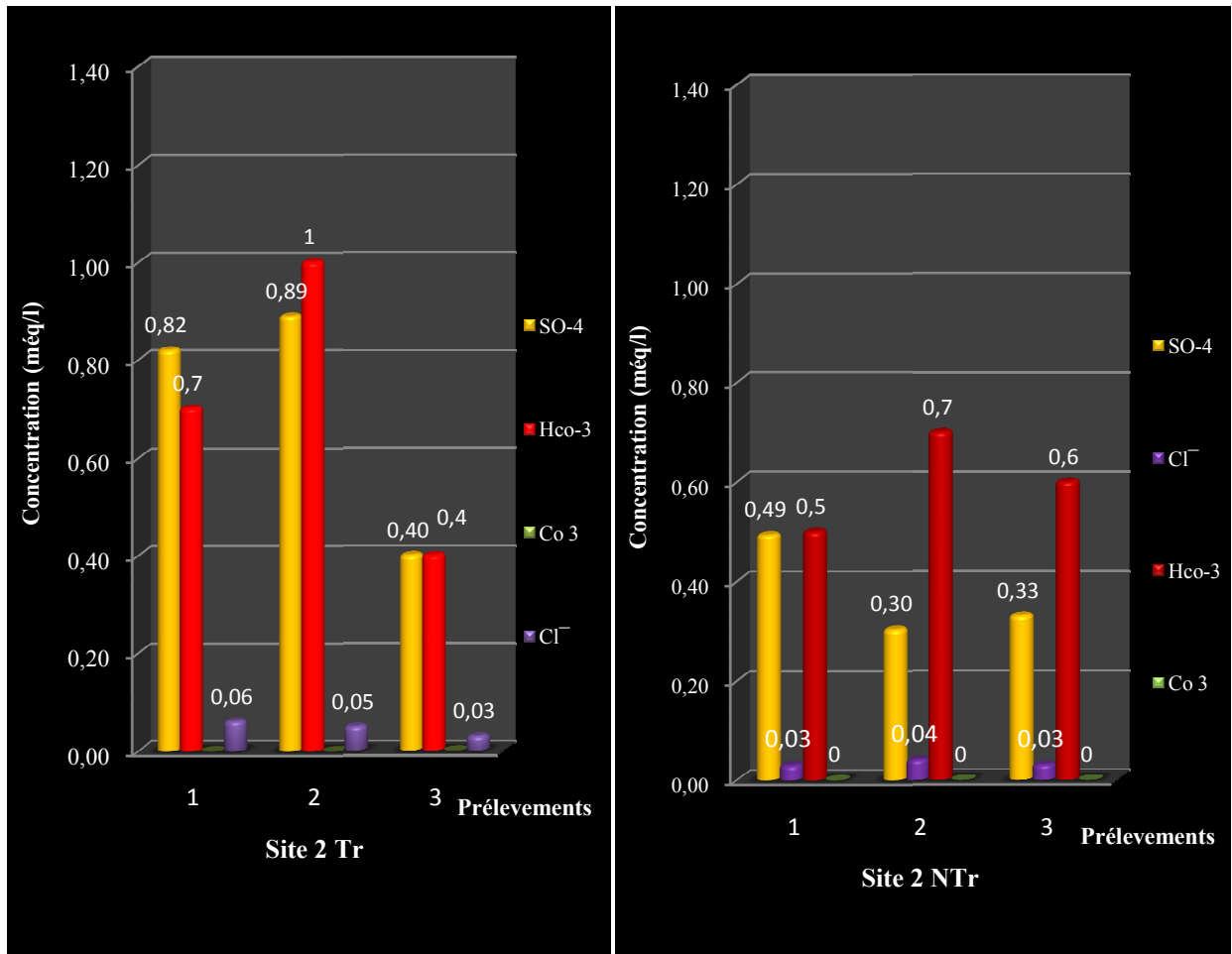


Figure 24 : Évolution les concentrations des anions soluble (site 2)

**Synthèse :**

Pour les teneurs des anions (figure 23 et 24), on remarque qu'il y a une dominance principale des sulfates et bicarbonates pour les deux sites et pour les 03 prélèvements, vient secondairement les chlorures avec des concentrations toujours très faible par rapport aux sulfates et bicarbonates et les CO<sub>3</sub> viennent en dernier position avec des concentrations nulles pour les deux sites.

2-8 Métaux lourds

2-8-1 Dosage de Zn

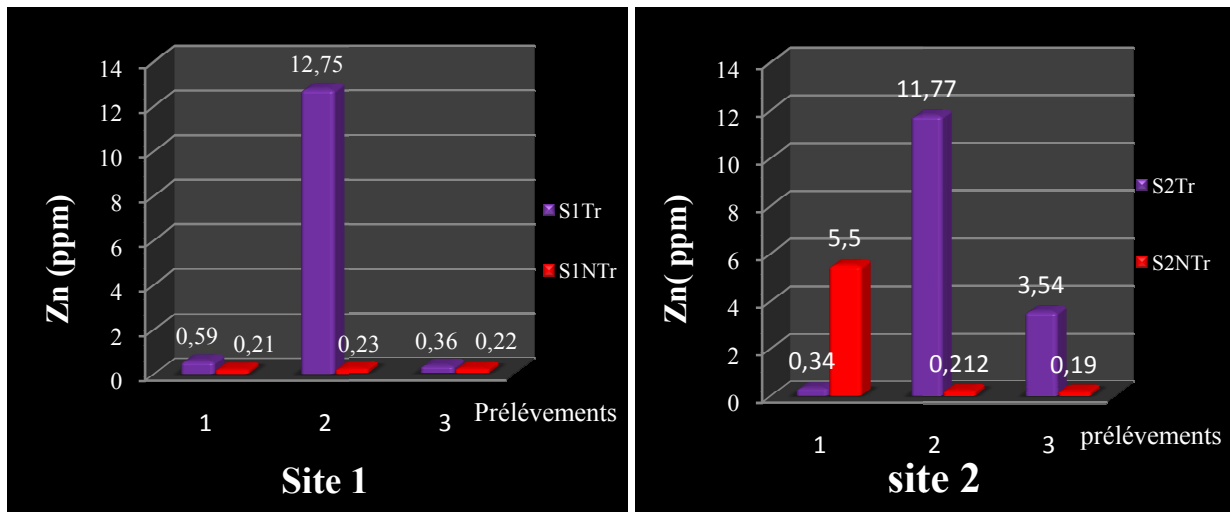


Figure 25: Évolution les concentrations du Zinc (µg/g)

D'après la figure 25, on remarque qu'il y a toujours des teneurs élevées du zinc des sols traités par rapport aux sols témoins. Cette augmentation est remarquée pour les 02 sites, à l'exception pour le prélèvement P1 du S2 où il y a un inverse c.-à-d. les teneurs du sol témoin est supérieur par rapport au sol traité. Où les concentrations de zinc sont variés entre 0.19 µg/g et 5.5 µg/g pour les sols témoins pour les deux sites et aussi entre 0.34 µg/g et 12.75 µg/g pour les sols traités.

2-8-2 Dosage de Cu

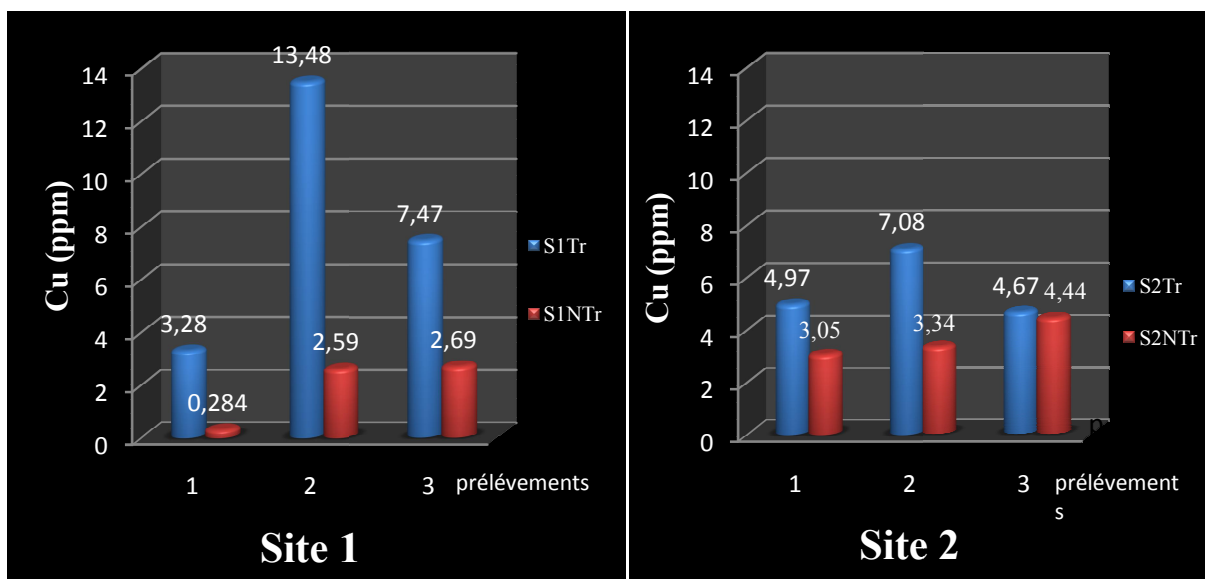
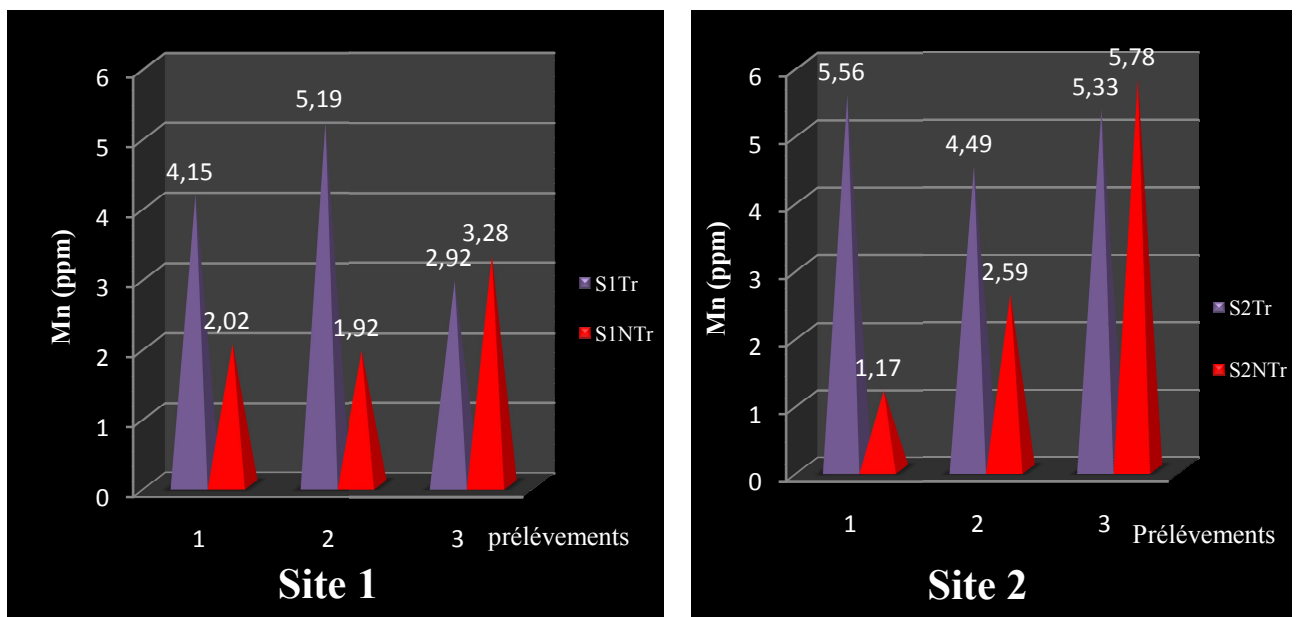


Figure 26 : Evolution les concentrations du Cu (µg/g)

D'après les résultats obtenus de la concentration du Cuivre (figure 26), on remarque que les concentrations du cuivre des sols traités sont élevées par rapport au sol témoin avec des changements identiques et instables pour les deux sites. On observe aussi qu'il y a une augmentation légère dans des teneurs des sols traité du site 01 par rapport au site 02, par contre il y a une augmentation dans des teneurs des sols témoins du site 02 par rapport au site 01. Les concentrations du cuivre sont variés entre 0.284  $\mu\text{g/g}$  et 13.48  $\mu\text{g/g}$  pour les sols de site 01 et entre 3.05  $\mu\text{g/g}$  et 7.08  $\mu\text{g/g}$  pour les sols de site 02.

### 2-8-3 Dosage de Mn



**Figure 27** : : Évolution des concentrations de Mn ( $\mu\text{g/g}$ )

D'après la figure 27, on remarque qu'il y a toujours des teneurs élevées du zinc des sols traités par rapport aux sols témoins. Cette augmentation est remarquée pour les 02 sites à l'exception au prélèvement 03 où les teneurs du sol témoin sont supérieures par rapport au sol traité pour les deux sites. Les concentrations de Mn sont variés entre 1.17  $\mu\text{g/g}$  et 5.78  $\mu\text{g/g}$  pour les sols témoins pour les deux sites et entre 2.92  $\mu\text{g/g}$  et 5.56  $\mu\text{g/g}$  pour les sols traités et cela pour les 02 sites.

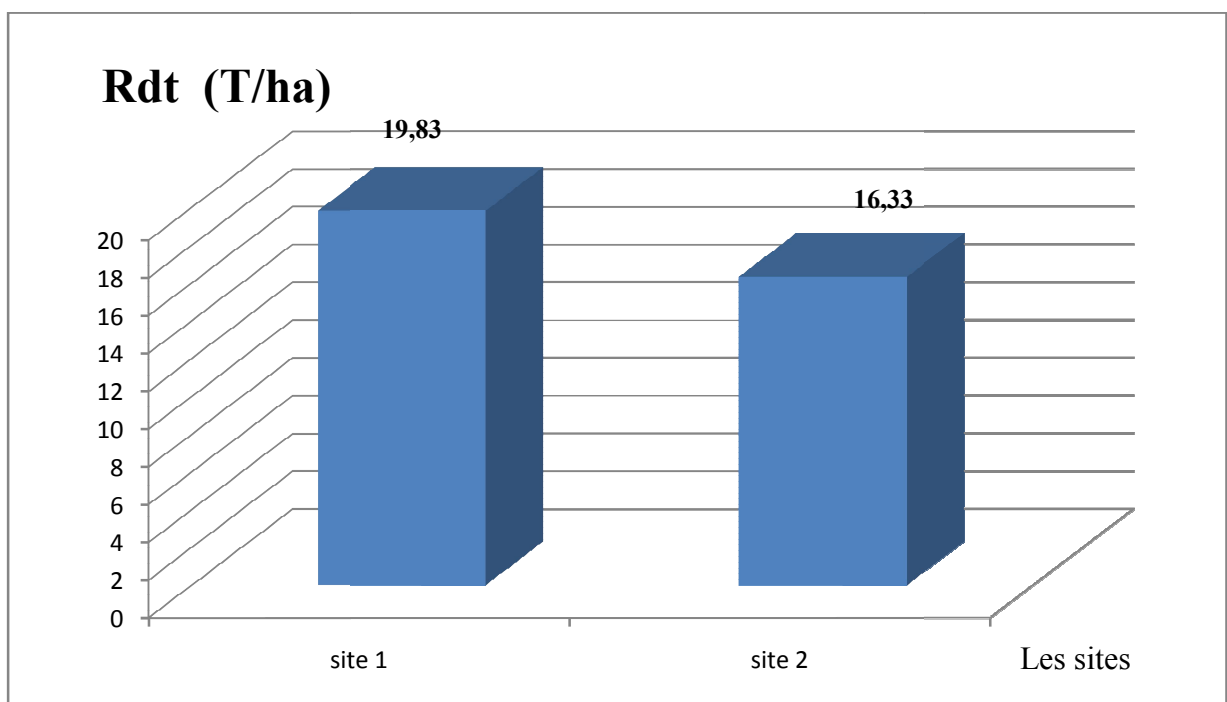
### Synthèse

Pour les résultats des métaux lourds (figures 25 et 26,27) montrent qu'il y a généralement des concentrations légèrement élevées dans les teneurs du zinc, de manganèse et de cuivre des sols traités en comparaison avec les teneurs des sols témoins.

Selon les seuils de toxicité des métaux lourds du sol proposé par (Coic et Coppeneyt in Baize, 2000) nos échantillons sont très lointains aux seuils de toxicités qui sont de 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour le  $\text{Zn}^{++}$  et 120  $\text{mg}/\text{kg}$  pour le  $\text{Cu}^{++}$ . Et selon les seuils de toxicité des métaux lourds ( $\text{Mn}^{++}$ ) du sol proposé par Loué (1986) in Clément et Françoise (2003). Nos échantillons de deux sites sont très lointains aux seuils de toxicités qui sont 6000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour le  $\text{Mn}^{++}$ .

Nos résultats sont en concordances à ceux trouvés par (louargli, 2016) et (lazregue, 2017) Dans la même région avec des concentrations rapprochées aux nos résultats.

### 3- Le rendement de piment



**Figure 28 :** Le rendement de piment de (2 site)

#### Justifie

D'après les résultats de la figure 28, on comparation entre les rendements de deux sites d'un côté on peut dire que les rendements de site 01 sont nettement supérieure au site 02. Et on comparation entre les rendements de deux sites d'un autre côté avec les rendements théoriques (10 à 20 t/ha) on peut dire que le rendement de site 01 très bon appréciation par contre le rendement de site 02 a une moyenne rendement.

A decorative graphic of a scroll with a grey shadow, framing the text. The scroll is unrolled at the top and bottom, with the unrolled parts extending to the left and right edges of the page.

**Chapitre « 02 »**

***Etude statistique***

## 2- Relation entre les caractéristiques physico-chimiques du sol et le rendement

### 2.1 – Pour la CEC

A partir des résultats qui figurent dans les figures 1 et 2 (annexe 03) on remarque qu'il y a une relation étroite entre la CEC et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.521$  pour le S1 et  $R^2 = 0.990$  pour le S2 ; c'est-à-dire l'augmentation de la CEC influe positivement sur le rendement des cultures.

### 2.2 – Pour la M.O.

D'après les résultats des figures 3 et 4 (annexe 03) on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre la M.O. et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.033$  pour le S1 et  $R^2 = 0.446$  pour le S2.

### 2.3 – Pour le pH

D'après les résultats des figures 5 et 6 (annexe 03) on remarque qu'il n'y a pas une corrélation négative entre le pH et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.175$  pour le S1 et  $R^2 = 0.473$  pour le S2.

### 2.4 – pour la CE

D'après les résultats des figures 7 et 8 (annexe 03) on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre la CE et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.086$  pour le S1 et  $R^2 = 0.001$  pour le S2.

### 2.5 – Pour le calcaire total

D'après les résultats des figures 9 et 10 (annexe 03) on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre le calcaire total et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.182$  pour le S1 et  $R^2 = 0.210$  pour le S2.

### 2.6 – Pour le Calcaire actif

A partir des résultats qui figurent dans les figures 11 et 12 (annexe 03) on remarque qu'il y a une relation étroite entre le calcaire actif et le rendement avec des coefficients de corrélations classés respectivement :  $R^2 = 0.511$  pour le S1 et  $R^2 = 0.500$  pour le S2 ; c'est-à-dire l'augmentation du calcaire actif influe positivement sur le rendement des cultures.

### 2.7 – Pour les cations solubles

D'après les résultats des figures 13-14 et 15-16 et 17-18 et 19-20 (annexe 03) des cations solubles on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre les cations solubles et le rendement avec des coefficients de corrélation sont nettement inférieur à 0.5 pour toutes les cations et cela pour les 02 sites.

### 2.8 – Pour les anions solubles

D'après les résultats des figures 21-22 et 23-24 et 25-26 et 27-28 (annexe 03) des anions solubles on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre les anions solubles et le rendement avec des coefficients de corrélation sont nettement inférieur à 0.5 pour toutes les anions et cela pour les 02 sites, à l'exception au sulfate pour le site 01 et le chlore pour le site 02 où il y a une corrélation positive entre ces anions (sulfates et chlore) et le rendement avec des coefficients de corrélation  $R^2 = 0.671$  pour les sulfates et  $R^2 = 0.727$  pour le chlore.

### 2.9 – Pour les métaux lourds

D'après les résultats des figures 29-30 et 31-32 et 33-34 (annexe 03) des métaux lourds (Cu, Zn et Mn) on remarque qu'il n'y a pas une corrélation entre les métaux lourds et le rendement avec des coefficients de corrélation sont nettement inférieur à 0.5 pour les 02 sites.



# Conclusions générale



## CONCLUSION GENERALE

---

La wilaya de Biskra est caractérisée par la phœniciculture, la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage qui font leur extension dans le cadre du développement agricole. Cette activité agricole exige aux agriculteurs d'appliqués tous les facteurs d'intensification de l'agriculture moderne notamment l'utilisation des produits phytosanitaires et les engrais pour augmenter les rendements.

Cette région est caractérisée par un climat aride à hiver Tempéré, une période sèche s'étale le long de l'année avec pluviosité faible et irrégulière, températures moyennes élevées et des périodes de sécheresse très prolongées, évapotranspiration intense, une humidité faible et une luminosité importante.

Dans le cadre de cette étude, nous tentons à étudier l'effet des caractéristiques physico-chimiques des sols de la région de Biskra (EL-ghrous et M'ziraa) sur le rendement de culture sous serre (*Capsicum annuum L.*)

*Cette étude qui concept et comporte deux volets a montré que :*

➤ Le premier volet qu'est le travail du terrain qui consiste dans le prélèvement des échantillons du sol (sol témoin et sol traité) puis le séchage, le broyage et finalement le tamisage.

➤ Le second volet a pour objectif de réaliser les analyses physico-chimiques des échantillons des sols prélevés où les résultats obtenus sont :

- Pour la texture : d'après les résultats d'analyse granulométrique, les sols étudiés ont une texture sableuse pour les deux types du sol et cela pour les deux sites S1 et S2.
- Pour le pH : D'après Baize (2000) le pH des deux sites est 100% basique.
- Pour la CE : D'après la classification de la CE faite par Aubert (1978), les échantillons des sols étudiés sont classés en deux classes :
  - Sol très salé : renferme S1 ( Tr et NTr) P1 et P2 , S2 TrP1 , S2(Tr et NTr)P02 , S1( Tr et NTr) P3 et S2 NTrP03.
  - Sol salé : renferme S1 NTrP1 et S2Tr.
- Pour le calcaire total : les sols du site 02 sont classés comme modérément calcaire et les sols du site 01 sont classés comme fortement calcaires selon (Baize, 2000).
- Pour le calcaire actif : les échantillons du sol présentent un taux élevé pour le S1 avec des pourcentages qui varient entre 25% et 40%, et les échantillons du sol S2

## CONCLUSION GENERALE

---

présentent un taux faible par rapport au S1 avec des pourcentages qui varient entre 5% et 25%.

- Pour la MO : selon (I.T.A ,1977) les échantillons des sols étudiés sont classés en deux classes :
  - ✚ Classe avec un taux très pauvre ; renferme S2 NTr-P1 et S1 Tr-P2
  - ✚ Classe avec un taux pauvre ; renferme S1 NTr-P2, S2 NTr-P3 et S2 Tr-P3
    - Pour la CEC : selon la classification d'ENITA (2000), les deux types de sols pour les deux sites, nos échantillons du sol sont classés à la classe très faible.
    - Pour les sels solubles :
      - ✚ Premièrement les cations solubles : il y a une dominance du  $\text{Ca}^{++}$  et du  $\text{Na}^+$  pour les cations
      - ✚ Deuxièmement les anions solubles ; il y a une dominance nette du  $\text{SO}_4^{-2}$  pour toutes les échantillons du sol étudiés et cela pour toutes les prélèvements.
  - Pour les métaux lourds : Selon les seuils de toxicité des métaux lourds du sol proposé par (COIC et COPPENYET in BAIZE, 2000) nos échantillons sont très lointains aux seuils de toxicités qui sont de 100 mg/kg pour le  $\text{Zn}^{++}$  et 120 mg/kg pour le  $\text{Cu}^{++}$ . Et selon les seuils de toxicité des métaux lourds ( $\text{Mn}^{++}$ ) du sol proposé par Loué (1986) in Clément et Françoise (2003). Nos échantillons de deux sites sont très lointains aux seuils de toxicités qui sont 6000 mg/kg pour le  $\text{Mn}^{++}$ .
  - On peut dire que le rendement de site 01 très bon appréciation par contre le rendement de site 02 a un moyen rendement.

*En fin*

On peut dire que ; d'après l'étude statistique il y a une corrélation positive entre le rendement du piment et de certain nombre des caractéristiques physico-chimiques du sol tel que : la CEC, la M.O., pH , le calcaire actif et les sulfates où le  $R^2$  est supérieur ou égale à 0.5. Par contre il y a une corrélation négative entre le rendement du piment et la CE, les métaux lourds, les sels solubles et le calcaire totale où  $R^2$  est inférieur à 0.5.

## Résumé :

L'objectif de ce travail est de suivre l'effet des caractéristiques physico-chimiques de quelques sols de la région de Biskra (M'zriaa et El-ghrous) sur le rendement de la culture de piment.

L'étude réalisée consiste dans les analyses physico-chimiques des sols prélevées au cours de cycle des cultures sous serres. D'après les résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes : les sols des deux sites ont une texture sablonneuse, et sont généralement modérément et fortement calcaire, et ont des pH moyennement basiques, la CE des échantillons des deux sites sont classées en deux classes ; classe des sols salés et classe des sols très salés, la CEC des sols étudiés est très faible, il y a une dominance du  $Ca^{++}$  et le  $Na^+$  pour les cations et le  $SO_4^{-2}$ ,  $HCO_3^-$  pour les anions. Pour les métaux lourds ; nos échantillons sont très loin des seuils de toxicités.

Enfin, on peut dire que le qu'il y a une corrélation positive entre le rendement de piment et de certain nombre des caractéristiques physico-chimiques de sol.

**Mot clés :** analyse, caractéristiques physico-chimiques, piment, sol, traité, effet, témoin, rendement.

## Abstract :

The aim of this work is to trace the effect of the physical properties of some soil types in the Biskra area (Mazira and Gharous) on the crop of chili culture

This study was carried out in the chemical analysis of the soil taken during the crop cycle.

From the obtained results, we can draw the following conclusions: the soil of the signatories have a sandy texture, usually moderate and strong calcareous, and have a moderate core pH, EC of the samples are classified from 02 sites into two categories. Soil soils and soil so soiled soil, CEC soil studied very low, there is control of  $Ca^{++}$  and  $Na^+$  for the  $SO_4^{-2}$ ,  $HCO_3^-$  for anions. For heavy metals. Our samples are very far on the poisonous thresholds.

Keywords: analysis, physical-chemical properties, pepper, soil, treatment, influence, control, crop

## المخلص

لهدف من هذا العمل هو تتبع تأثير الخصائص الفيزيائية الكيميائية لبعض أنواع التربة في منطقة بسكرة (المزيرة والغروس) على محصول ثقافة الفلفل الحار

أجريت هذه الدراسة في التحليل الفيزيائي الكيميائي للتربة التي تم أخذها خلال دورة المحاصيل الزراعية من النتائج التي تم الحصول عليها ، يمكننا استخلاص الاستنتاجات التالية: التربة من الموقعين لها نسيج رملي ، وعادة ما تكون معتدلة وقوية الجيرية ، ولها درجة الحموضة الأساسية معتدلة ، يتم تصنيف الناقلية الكهربائية من عينات من 02 مواقع في فئتين. التربة المالحة الطبقة والتربة المتسخة جدا ، والتربة CEC درس منخفضة جدا ، وهناك سيطرة الكالسيوم و البوتاسيوم للكاتيونات و السلفات ، البيكاربونات و الأنيونات. للمعادن الثقيلة. عيناتنا بعيدة جدا على عتبات السامة وأخيرا ، يمكن القول أن هناك علاقة إيجابية بين محصول الفلفل الحار وبعض الخصائص الفيزيائية الكيميائية للتربة.

**الكلمات المفتاحية:** التحليل ، الخصائص الفيزيائية - الكيميائية ، الفلفل ، التربة ، المعالجة ، التأثير ، التحكم ، المحصول.



**Références**  
**bibliographiques**

**AISSAOUI H, 2012**

Effet des produits phytosanitaires et les engrais, sur l'abondance des métaux lourds (Cu, Zn) dans le sol et le végétal dans la région de Biskra. Thèse Mag. Ins. D'agro. Biskra.p86

**ANONYME, 2017**

Weather. Climate. Africa. Algeria. Biskra. [www.Tutiempo.net/en](http://www.Tutiempo.net/en).

**AUBERT G., 1978**

Méthodes d'analyses des sols. Ed. CRDP, Marseille, 191 p

**AHMADI I. et HOUIDI H., 2007**

Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var CONDOR) dans la région de Souf. Thèse Ing. Agronomie Saharienne Kasdi Merbah-Ouargla.pp 1

**ANAT ,2003**

Étude Schéma directeur des ressources en eau de la Wilaya de Biskra. Dossier Agro Pédologique.

**ANAT, 2002**

Etude « schéma directeur des ressources en eau » wilaya de Biskra. Phase préliminaire, 100p.

**BAIZE D., 2000**

Guide des analyses en pédologie.2ème éd .Paris :INRA.257p

**BALESDENT J., 1996**

The significance of organic separates to carbon dynamics and its modelling in some cultivated soils. European Journal of Soil Science 47, 485-494pp.

**BELLETTI P. et QUAGLIOTTI L., 1988**

Problems of seed production and storage of pepper. In: AVRDC, 1989. Tomato and Pepper production in the Tropics; Proceedings of the International Symposium on Integrated Management Practices. Tainan, Taiwan. 21-26 march 1988, pp 28-41

**BENDADA.K et BOULAKRADECHE.M., 2011**

Des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET): Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds ». Mémoire de Master, Faculté de chimie, USTHB.

**BIOUT F.Z., BESBES M. ET LARBES A., 2005**

Etude sur modèle mathématique de système aquifère de la région de Biskra. Colloque internationale sur les ressources en eau souterraines du Sahara - CIRESS - Ouargla.

**BALESDENT, J., 1996**

The significance of organic separates to carbon dynamics and its modelling in some cultivated soils. European Journal of Soil Science 47, 485-494.

**CLEMENT.M ET PIELTAIN.F, 2003.**

Analyse chimique des sols, méthodes choisies. Ed. TEC, Paris .

**CHESWORTH W., 2008**

Encyclopedia of Soil Science, Ed. Springer Dordrecht, Berlin, 902 p.

**CHAUX C.,FOURY C., 1994**

Productions Légumières. Tome 3: Légumineuses potagères - Légumes fruits. Coll. « AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI : Sciences, Techniques, Applications ».Tec & Doc. Lavoisier, Paris, France. 563 p

**CLEMENT, et FRANÇOISE, 2003**

Analyse physique des sols : méthodes choisies. 3 éd. Londre-Paris- New York.grands toxiques..

**CRONQIST.,1981**

Alpha-tocopherol: roles in prevention and therapy of human disease. Biomed Pharmacother

**CHRISTEN M., 2008 .**

Valorisation des sous-produits de la vigne Restitution au sol des sarments par broyage ou après compostage, chambre d'agriculture de la Gironde service vigne & vin, 5 p.

**D.A.T., 2001**

Guide de fertilisation des cultures. Agriculture Pêches et Aquaculture, Canada, 34p.

**DOGAR A., 1997 .**

Méthodologie diagnostique des sols salins et alcalins., Séminaire sur la salinité, Skikda., 34 P

**DADDI BOUHOUNE M. et HAMDI AISSA B., 2008.**

Travaux pratique d'éco-pédologique. Université de Kasdi Merbah Ouargla.

**D.A.T., 2001**

Guide de fertilisation des cultures. Agriculture Pêches et Aquaculture, Canada, 34p

**Dajoz R., 1971**

Précis d'écologie. Dunod : Paris. 434 p.

**DJEBBOUR R., KEBALA S. ,2017**

Effet d'un fertilisant biologique sur la qualité et le rendement d'une variété de piment cultivée sous serre, mémoire de master. Gestion qualitative des productions agricoles .Université Aldjilali bounama khamis malyana .44p

**DREUX P., 1974**

Précis d'écologie . Ed. Presses Univ. France, Coll. «le biologiste» Paris, 231 p

**ENITA. 2000.**

Agronomie : des bases aux nouvelles orientations .Bordeaux : Synthèse agricole. 205 p

**FELIACHI 2008**

ITDAS communication personnelle

**FONDIO L, CHRISTOPHE M, HORTENESED., 2009**

Direction programmes de recherche et de l'appui au développement et direction des innovations et des systèmes d'information.

**FAOSTAT, 2007**

f.a.o., [http ://faostat.fao.org](http://faostat.fao.org)

**GADDA N.-EL-H ., 2013.**

Impacts des eaux usées épurées sur les propriétés physicochimiques des sols dans la région de Ouargla. Mémoire master académique. université Kasdi Merbah Ouargla.p 23

**GOUSKOV N., 1964**

Notice explicative de la carte géologique de Biskra au 1/200.000. Pubi. Sr. Géo. Algérie. 13p.

**GOCKOWSKI J.et NDOUMBE NM. ,1999**

Analysis of horticulturale production and marketing systemes in the forest margins ecoregional benchmark of southern Cameroone .In Ressource and crop Management Research Monographe .

**HAFOUDA. L, 2005**

Caractérisation et quantification de la salinisation du sol et de la nappe dans la vallée de Oued Rhir, Thèse de magister INA. Alger.

**HUBER G. ET SCHAUB C., 2011**

La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. Service Environnement-Innovation, Chambre d'agriculture. Bas-Rhin.

**HOUAMEL S.,2013.**

Etude bioécologique des Thrips infeodes aux cultures sous serre dans la région d'El-ghrous(Biskra). Diplôme de magister Agronomie. ,Université Mohamed Khider,Biskra.pp1.

**HAOUGUI B., PATRICK D. et AÏSSA K., 2014**

Formation des producteurs et des animateurs des structures d'appui conseil sur les maladies et ravageurs du poivron et du piment. RECA – INRAN - PPAAO Niger .p19

**HALITIM A., 1988**

Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U. Alger. 384 p.



**ITCM., 2010**

Fiches techniques valorisées des maraîchères et industrielles.

**JANVIER, C. 2007**

Recherche d'indicateurs de la santé des sols. Mémoire de doctorat. Institut National Agronomique Paris-Grignon. Chapitre 01. 64 p.

**KRIBI S.2005.**

Décomposition des matières organiques et stabilisation des métaux lourds dans les sédiments de dragage. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. Thèse de docteur. ,224p.

**LABANOWSKI J., 2004**

.Matière organique naturelle et anthropique: vers une meilleure compréhension de sa réactivité et de sa caractérisation" Faculté des Sciences et Techniques - Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Limoges - Laboratoire de Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université de Limoges, 199p.

**LAZREG S., 2017**

Effet de l'utilisation des engrais sur l'abondance des métaux lourds dans quelqurégions de Biskra. Master Sciences Biologiques. Université Mohamed Khider Biskra .p 31

**LOUERGLI H., 2016**

Caractérisation chimique de quelque sol cultivée de la région du Biskra. Mémoire de Master. Université de Biskra. Algérie. P53.

**MHWACHI S.,2008**

Esan – technique supérieur.Stage agriculture .

**MASMOUDI A. ,2012**

Etude de certains paramètres de durabilité des systèmes de production céréaliculture-élevage dans le contexte de l'intégration des techniques de l'agriculture de conservation. diplôme de Magister agronomiques. Université Ferhat Abbas Sétif .pp22.

**MACKENZI A., BALL A. S., et VIRDEES R.L., 2000**

Essentiel en écologie-, Ed. BERTI, Paris, :23-30

**MESSIAEN C.M. , 1975**

Le potager tropical, tome 2 : cultures spéciales. Collection « Techniques vivantes ». Presses Universitaires de France, 197 p

**MARIE-PIERRE A., FRANÇOIS G., 2003**

Epices, aromates et condiments Editions belins, (ISBN 2-7011-3063-8)

**M.D.D.E.P., 2012.**

Bannissement des matières organiques de l'élimination au Québec : état des lieux et perspectives. Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, Service des matières résiduelles, ISBN 978-2-550-64215-2, 76 p.

**MEHAOUAM.S,2006**

Etude du niveau d'infestation par la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra. Thèse Magister. INA. El-Harrach. 173p.

M.S. Dhaliwal. 2008.

Handbook of Vegetable Crops. Kalyani Publishers, Ludhiana, India, p. 389.

**NEMER W. 2015.**

Etude pédologique et floristique des différents sols selon un gradient de pollution. Thèse de Magister, Ecologie végétale appliquée et gestion de l'environnement, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 88 p.

**NESSON C., 1978**

L'évolution des ressources hydrauliques dans les OASIS du bas Sahara Algérien .In recherché sur l'Algérie. Ed.C.N.R.S. Paris. Pp 7-99.

**OZENDA P., 1958**

Flore du Sahara septentrional et central -, Ed. Centre nationale de recherche scientifique, paris ,481 p

**O.N.M., 2008**

Bulletin d'information climatique et agronomique –Ed. Office .nat. météo., cent.clim.nat., Ouargla ,12p.

**PURSEGLOVE J.W., 1984.**

Tropical Crops : Dycotiledons. Ed. Longman Group Ltd, Singapore, 719 p

**POUSSET J., 2002**

Engrais Vert Et Fertilité Des Sols, 2ème Ed. Agri-Décisions, Paris

**PICOT, 2002**

Expert européen de toxicologie. Le trio mercure, plomb, cadmium. Les métaux lourds : de grands toxiques.

**RAMADE F., 2002**

Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement-, Ed. DUNOD, N°2, Paris, 1075p.

**RAMADE F., 2003 .**

Eléments d'écologie, - Ecologie fondamentale-. Ed. Dunod, Paris, 690 p

**RAMADE F., 2005**

Eléments d'écologie : écologie appliquée. 06em ed. Belgique. 864 p

**RAJPUT J. C et PARULEKAR Y. R. 1998**

Capsicum. In: SALUNKHE D. K., KADDAM S. S., 1998. Handbook of vegetable science and technology; production, composition, storage and processing. Marcel Dekker, Inc. New York , USA, pp 203 - 224

**SOLTNER., 2003 .**

Les basses des productions végétales. Ed 23<sup>ème</sup> T1 : le sol et son amélioration 464p

**SARKAR D. ET HALDAR A., 2005**

Physical and chemical methods in soil analysis: fundamental Concepts of Analytical Chemistry and instrumental techniques. Indian: New Age international. 176 p.

**STEWART P., 1969**

Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; quelques réflexions. Bull. soc. Hist. Afr. Du Nord, Pp24-25.

**SYNGENTA BIOLINE LTD, 2015**

Produit agricole : Détection et piégeage des insectes ravageurs –Ed.Telstar Nursery, Holland Road, 7 p

**SKIREDJ PR., AHMED, H. ELATTIR et A. ELFADL, 2005**

Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Département d'horticulture. site Internet : [www.legume-fruit-maroc.com](http://www.legume-fruit-maroc.com), 2005. Consulté le 30 mai 2007.

**S.E.D.A.T.,2012**

Etude de système de drainage de la région de TIDIKELT (IN SALAH, FOUGARET EZZOUA ET IN GHAR). Ouargla, 42p

**TROPICASEM, 2001**

En savoir plus sur le piment : gestion de l'eau et irrigation en culture intensive. Tropiculture n° 54, mars 2001. Edition Tropicasem, Dakar / Sénégal, pp 4-5

**TROPICASEM, 2004**

Mieux réussir la fertigation du piment. Tropiculture n° 92, mai 2004. Edition Tropicasem, Dakar / Sénégal, pp 1-2

**TIATAOUI S. et TIHAMI I., 2015**

Contribution à l'étude des sols de la région de (In-Salah).Mémoire master Agronomie. Université Kasdi Merbah Ouargla .p 47

**VALDEZ V S., 1994**

Cultivo de Aji, Edition: Centro de Información de FDA. 17 P

**ZERNADJI D.,2017**

Contribution à l'étude comparative des caractéristiques physico-chimique des sols cultivéesdu  
quelques régions du Biskra.Mémoire de master Biologie . université Mehemed Kheider  
Biskre .22p

**Site web :**

<https://wiki.aurea.eu/index.php>



# Annexes

# ANNEXE

## ANNEXE 01

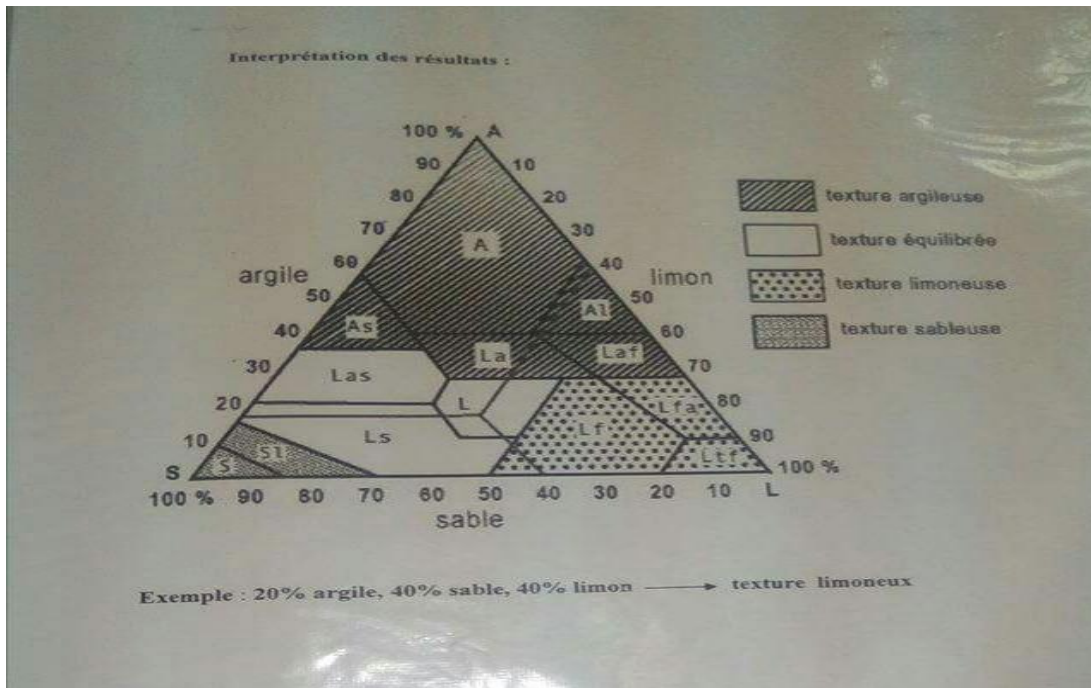


Figure 01 : Triangle de texture selon (Clement et Françoise, 1998)



Photo 02 : calcimètre de Bernard



photo 03 : pH mètre

# ANNEXE

---



**Photo 04 : Titrations**



**Photo 05 : conductimètre**



**Photo 06 : Balance des culture**



# ANNEXE

---



**Photo 07 : Photomètre a flamme**



**Photo 08 : Centrifugeur**

# ANNEXE



**Photo 09 : Tamiseur**



**Photo 10 : l'appareil d'absorption atomique**

# ANNEXE

**Tableau 01 : Analyses physico-chimiques du sol**

		Ph	CE (ms)	M,O%	Calcaire totale%	Calcaire actif %	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Co <sub>3</sub> <sup>-</sup>
S1Tr	P1	7.9	3,56	0,4	43,51	25	1,15	2,28	0,64	0,64	0,04	1,21	0,7	0
	P2	8	2,98	0,94	38,47	35	1,06	1,44	0,58	0,56	0,04	0,52	0,5	0
	P3	7.93	3,34	0,4	32,06	40	1,06	1,88	0,62	0,67	0,03	0,52	0,6	0
S1T	P1	7.96	3,25	0,87	38,47	35	1,02	1,82	0,48	0,52	0,03	0,49	0,5	0
	P2	7.88	2,45	1,01	38,47	30	0,56	1,34	0,34	0,56	0,04	0,30	0,7	0
	P3	7.86	3,19	0,47	41,22	37,5	1,38	1,84	0,62	0,63	0,03	0,33	0,6	0
S2Tr	P1	7.89	3,89	0,67	32,98	15	2,20	2,4	0,76	1,00	0,06	0,82	0,7	0
	P2	7.95	4,05	0,8	48,55	5	1,83	2,9	0,64	1,12	0,05	0,89	1	0
	P3	8.04	2,23	1,34	39,39	13,5	0,52	2,64	0,08	0,79	0,03	0,40	0,4	0
S2T	P1	7.87	1,72	0,34	30,69	25	0,56	0,68	0,28	1,84	0,04	0,15	0,7	0
	P2	7.96	5,15	0,54	39,85	15	2,38	2,7	1,1	2,03	0,02	1,08	0,6	0
	P3	7.94	3.56	1,01	40,31	20	0,56	2,84	0,7	0,79	0,03	0,87	0,7	0

		CEC	Cu (ppm)	Zn( ppm)	Mn (ppm)
S1Tr	P1	27	3,28	0,591	4,154
	P2		13,48	12,75	5,189
	P3	24	7,47	0,362	3,281
S1T	P1	21	2,71	0,214	2,006
	P2		2,59	0,225	1,915
	P3	20,25	2,69	0,216	3,872
S2Tr	P1	27,42	4,97	0,337	5,916
	P2		7,08	11,77	4,856
	P3	30,66	4,67	3,54	5,328
S2T	P1	29,25	3,05	5,5	1,525
	P2		3,34	0,212	2,949
	P3	33	4,44	0,187	5,775

# ANNEXE

**tableau 02** : Pourcentage des constituants minéraux du sol et texture

type de sol	2mm-200 $\mu$ (sable grossier )	200 $\mu$ -50 $\mu$ ( sable fin)	<50 $\mu$ (Limon fin + Argile)
S 1Tr	55,74	40,47	8,42
S1T	53,62	41,77	7,74
S2Tr	49,37	29,54	14,35
S2T	51,55	33,90	11,70

**Tableau 03** : calcule le rendement de 2 sites

Sites Agricultures	Site 01 (T/ha)	Site 02 (T/ha)
01	20.90	13.75
02	19.50	18.60
03	19.09	17.15
Moyenne	19.83	16.5

## ANNEXE 02

### *Les données climatiques*

(Source : Anonyme, 2018 ou ([www.Tutiempo.net/en](http://www.Tutiempo.net/en)))

**Tableau 01** : Moyenne mensuelle de l'humidité relative (2007 – 2017)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
HR (%)	59	48.63	41.45	37.45	32.72	27.27	25.81	28.36	41.18	47.45	54.27	40.33

# ANNEXE

**Tableau 02 : Température moyennes mensuelles (2007 – 2017)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>TP max</b>	16.9	19.1	23.8	27.5	31.9	38.1	41.2	39.8	34	29.6	21.7	17.2
<b>TP min</b>	6.2	7.8	11.7	15.3	20.5	25	28	27.7	23.1	18.6	11.7	7.9
<b>TP moy</b>	11.55	13.45	17.75	21.4	26.2	31.55	34.6	33.75	28.55	24.1	16.7	12.55

**Tableau 03 : Moyenne mensuelle de précipitation (2007 – 2017)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>p (mm)</b>	26.4	6	12.2	11.8	11.4	1.3	0.8	2.4	15.9	12	15	15.8

**Tableau 04: Moyenne mensuelle de vitesse de vent (2007 – 2017)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>vent (m/s)</b>	4.18	4.4	5	5.8	5.6	4.3	4	3.7	4.07	3.6	4.1	4.2

**Tableau 05: Moyenne mensuelle de vitesse de vent (2007 – 2017)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>Evapo (mm)</b>	94	114.4	180	218.2	283.5	334.6	379	353.5	247.6	165.3	115.5	83.4

**Tableau 06: Moyenne mensuelle d'insolation (2007 – 2017)**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>insola (heures)</b>	232.73	249.18	280.64	290.45	321.27	346	356.18	330.64	266.09	254.91	226.91	220.18

ANNEXE 03

*L'analyse statistique de la courbe de corrélation*

1 – Pour la CEC

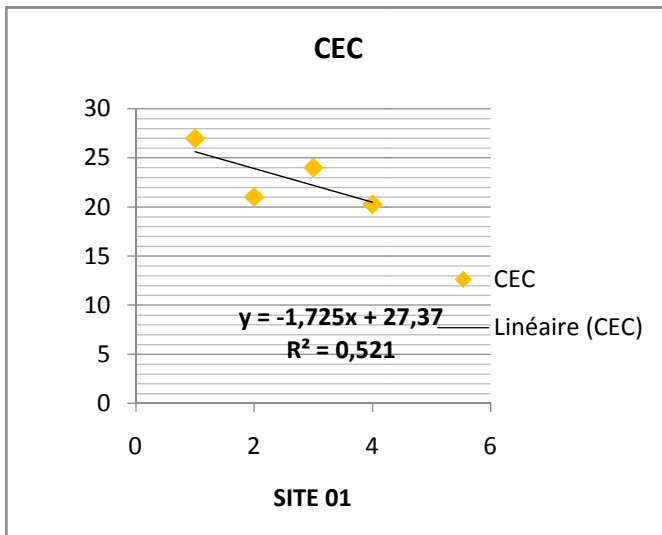


Figure 01

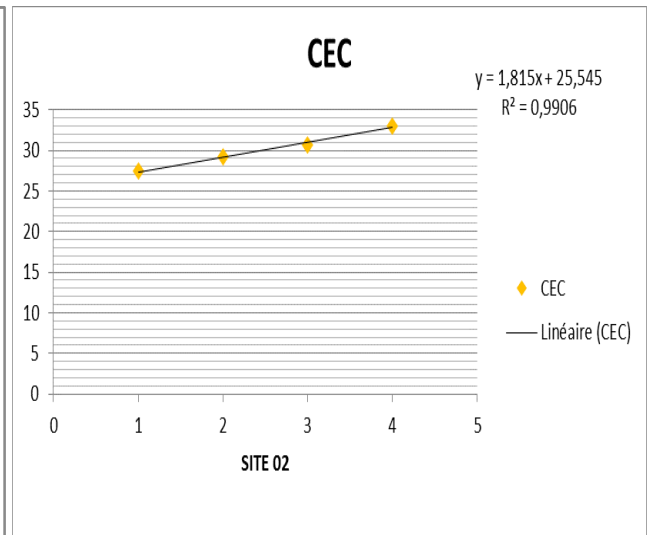


Figure 02

2 – Pour la M.O.

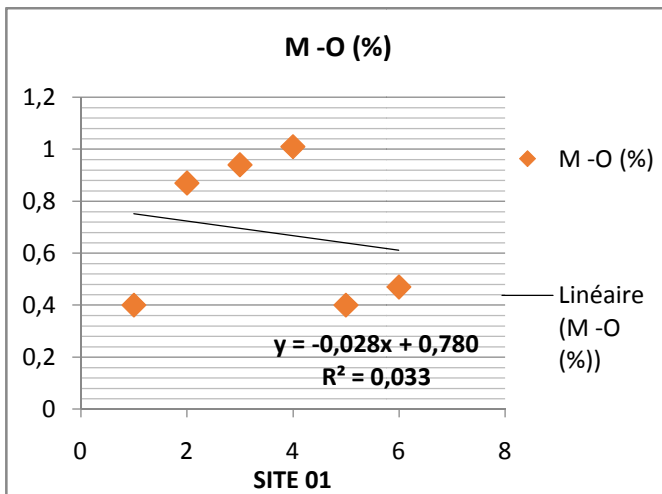


Figure 03

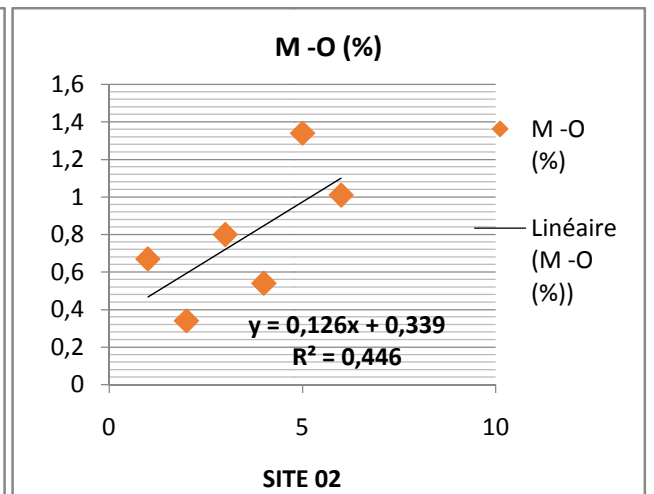


Figure 04

# ANNEXE

## 3 – Pour le pH

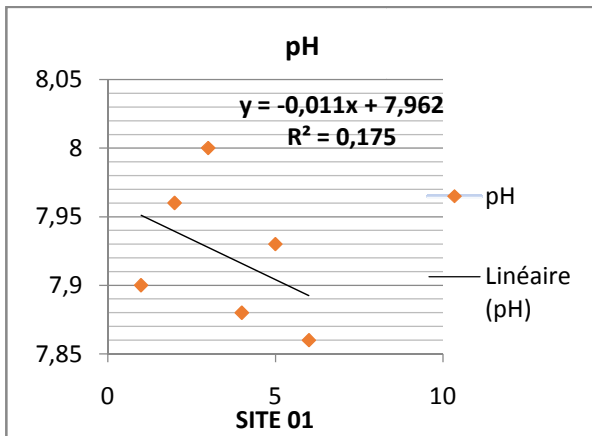


Figure 05

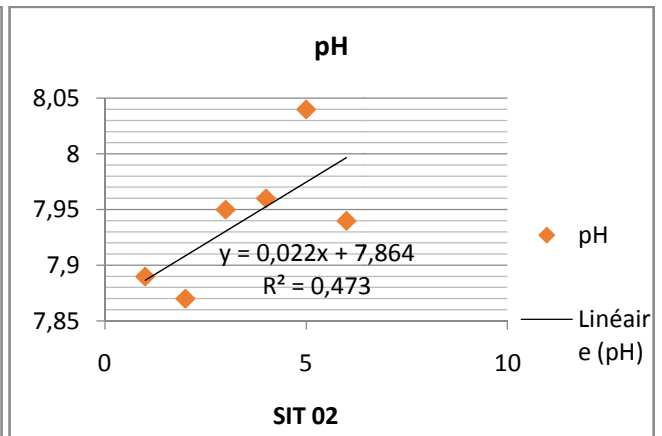


Figure 06

## 4 – pour la CE

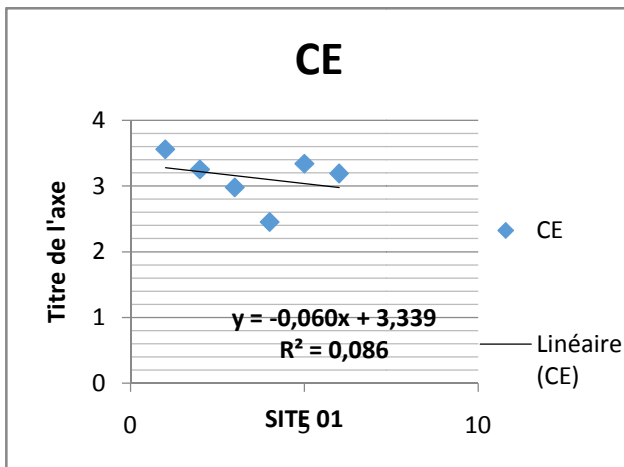


Figure 07

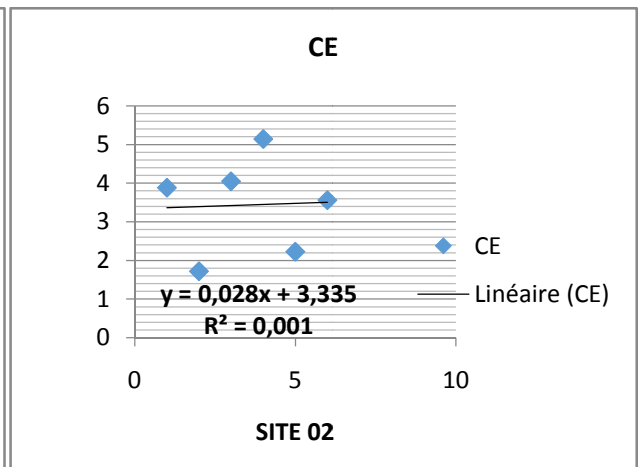


Figure 08

## 5 – Pour le calcaire total

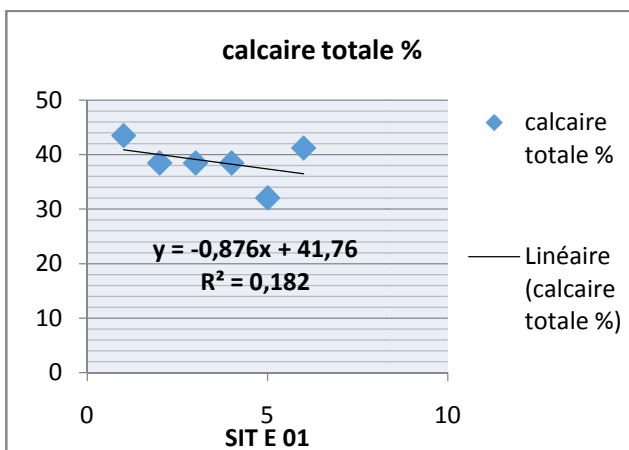


Figure 09

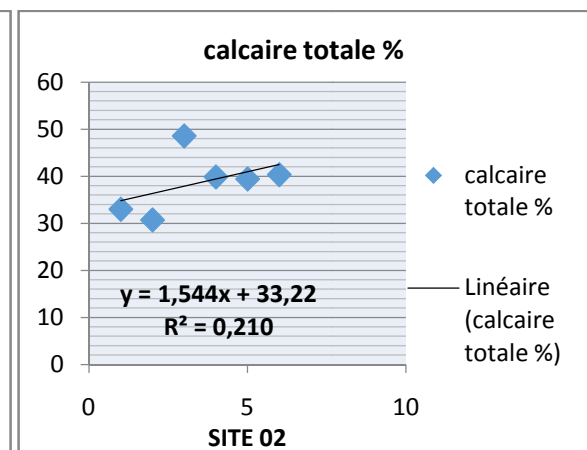


Figure 10

# ANNEXE

## 6 – Pour le Calcaire actif

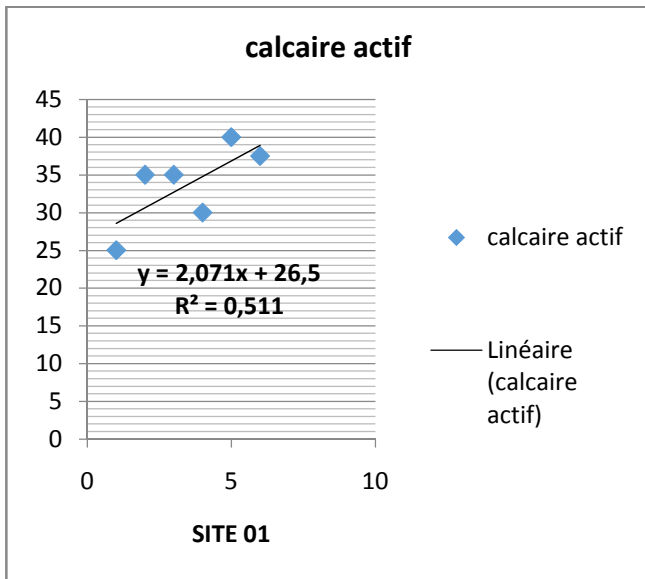


Figure 11

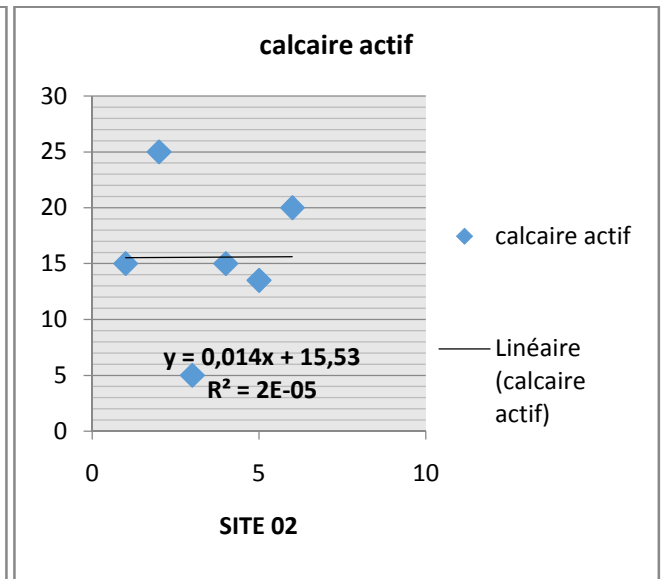


Figure 12

## 7 – Pour les cations solubles

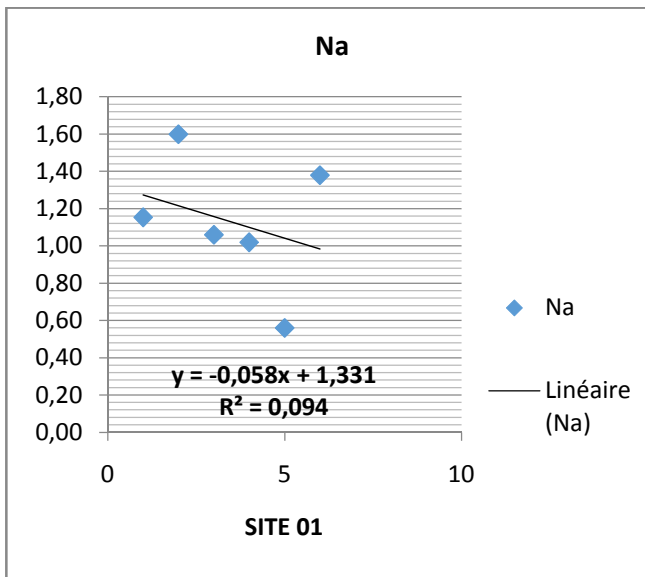


Figure 13

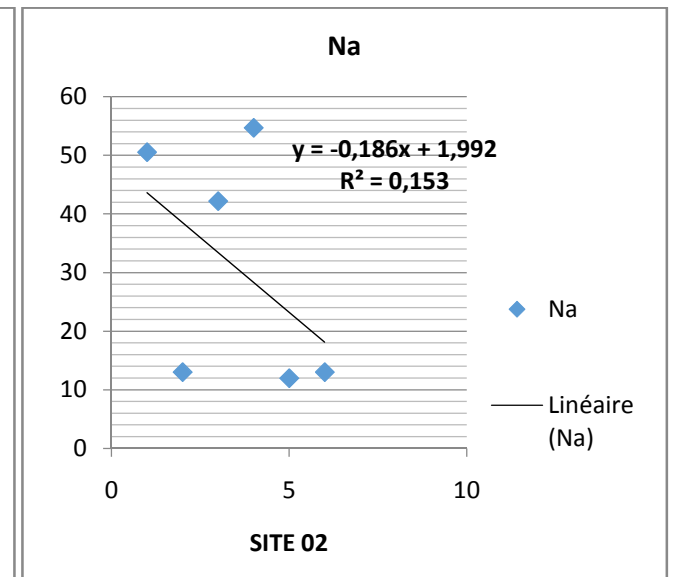


Figure 14



# ANNEXE

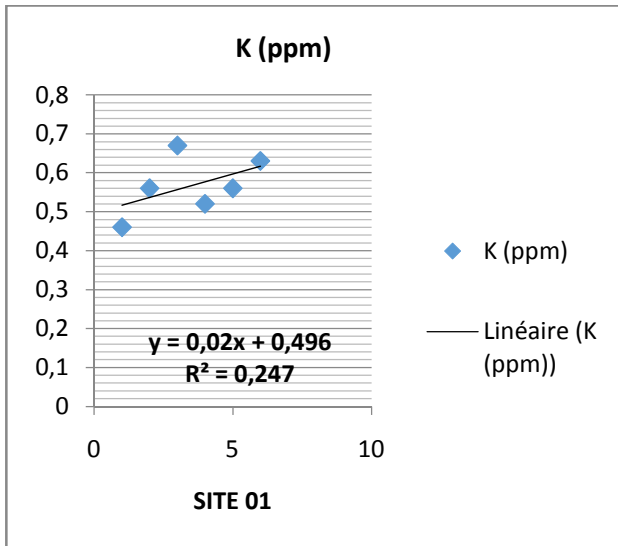


Figure 15

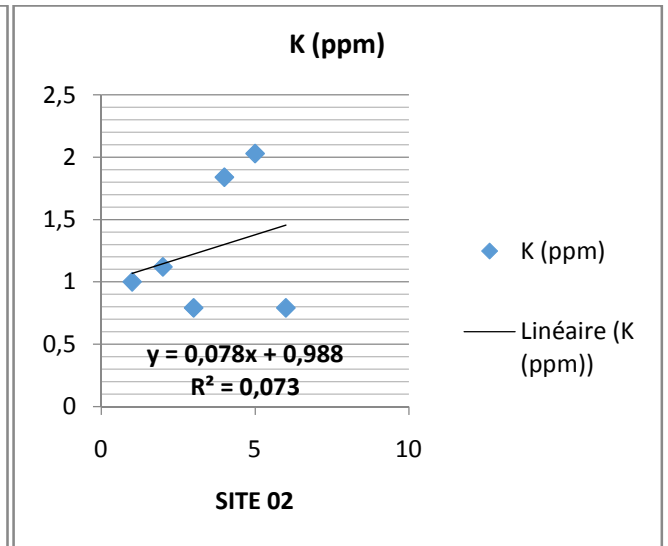


Figure 16

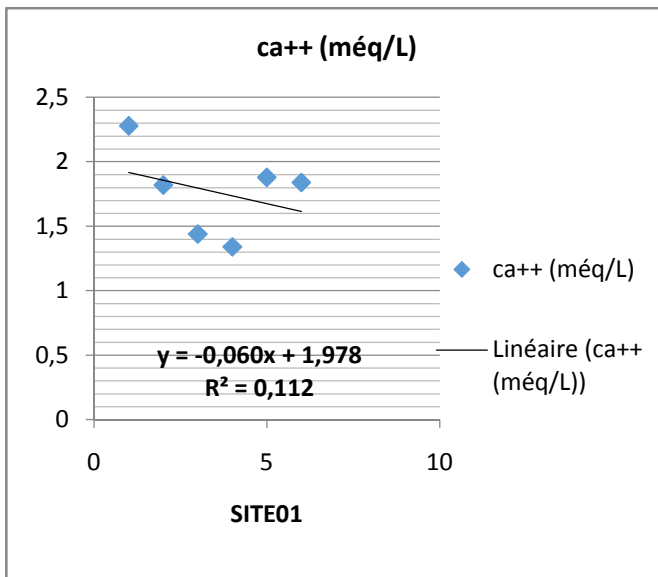


Figure 17

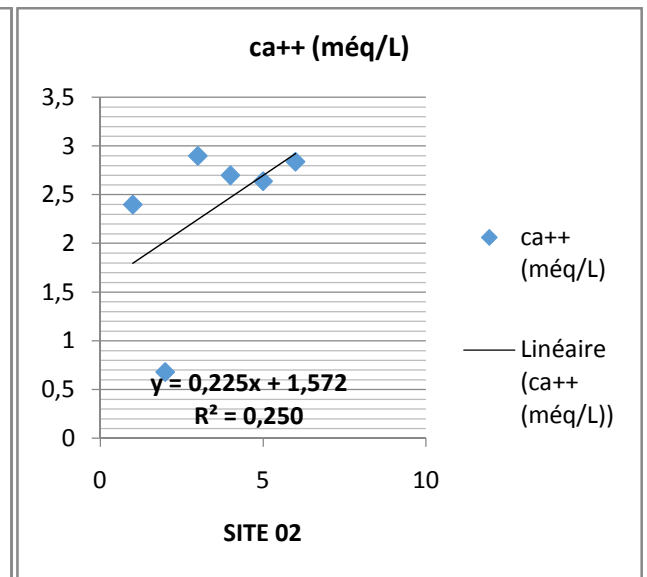


Figure 18

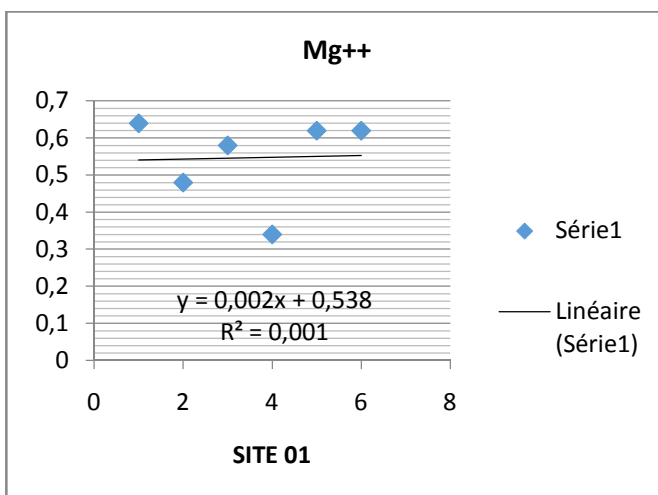


Figure 19

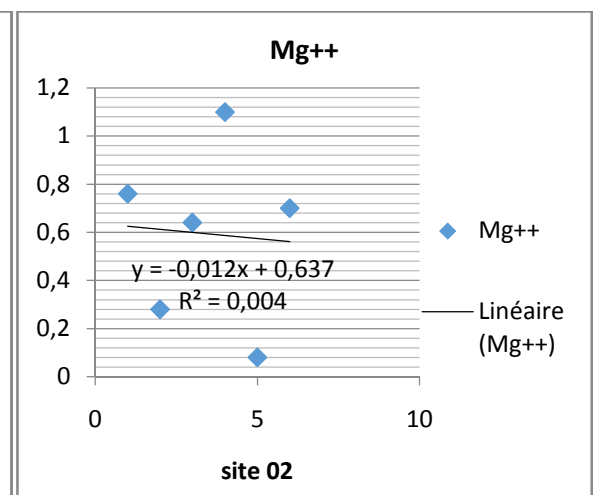


Figure 20

# ANNEXE

## 8 – Pour les anions solubles

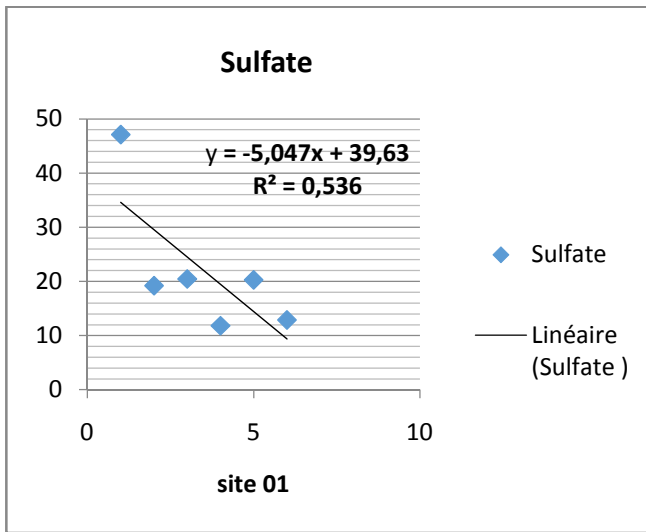


Figure 21

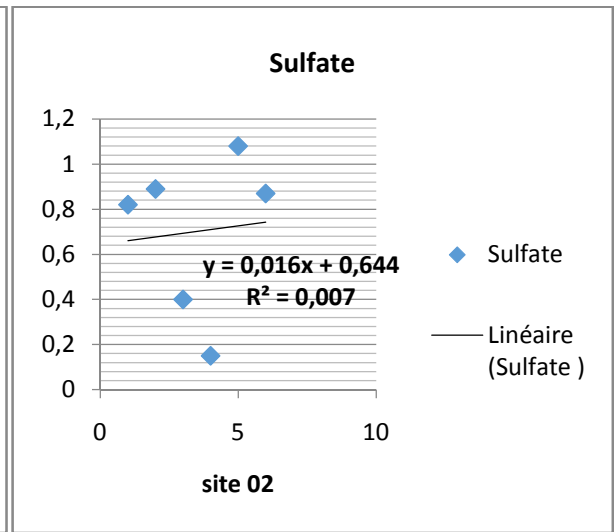


Figure 22

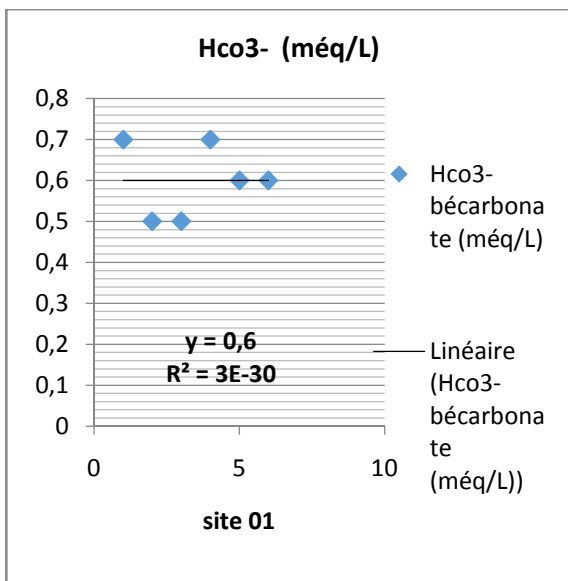


Figure 23

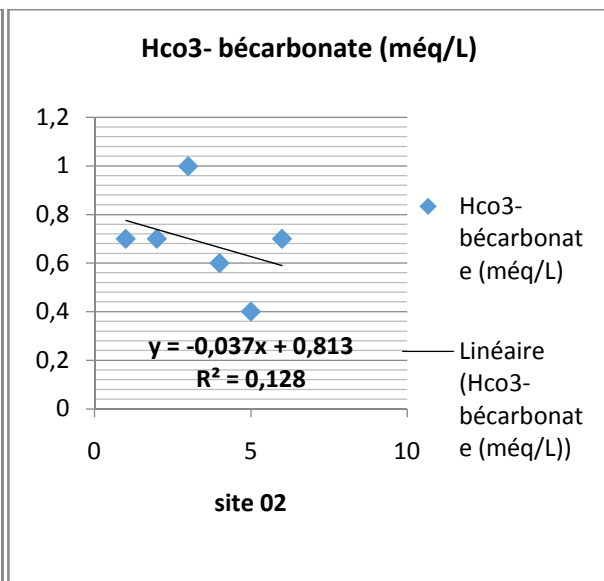


Figure 24

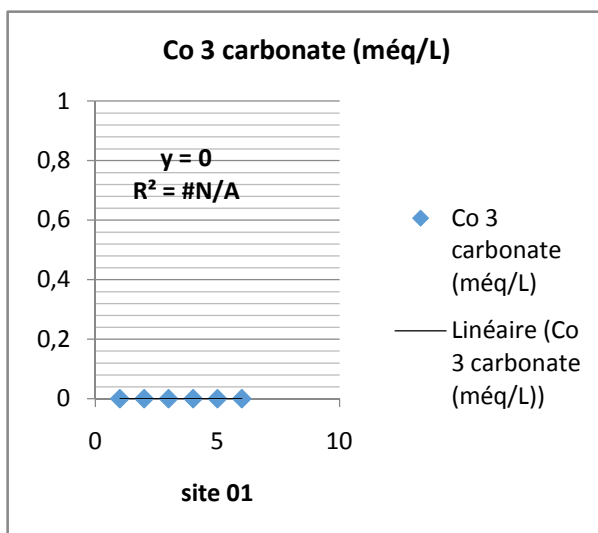


Figure 25

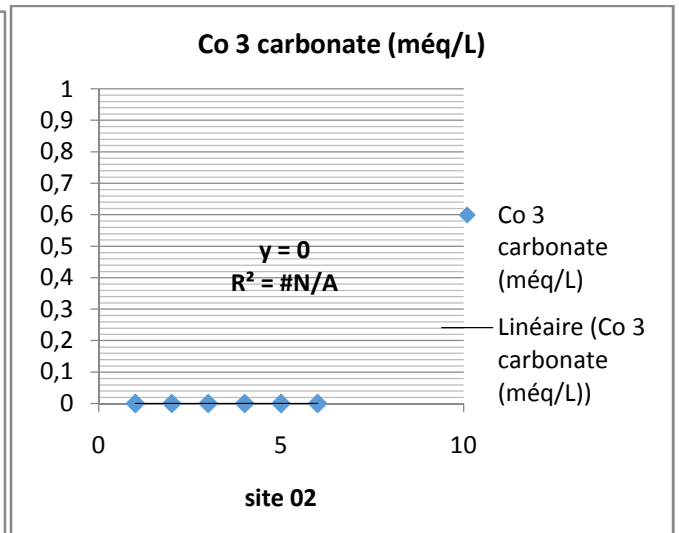


Figure 26

# ANNEXE

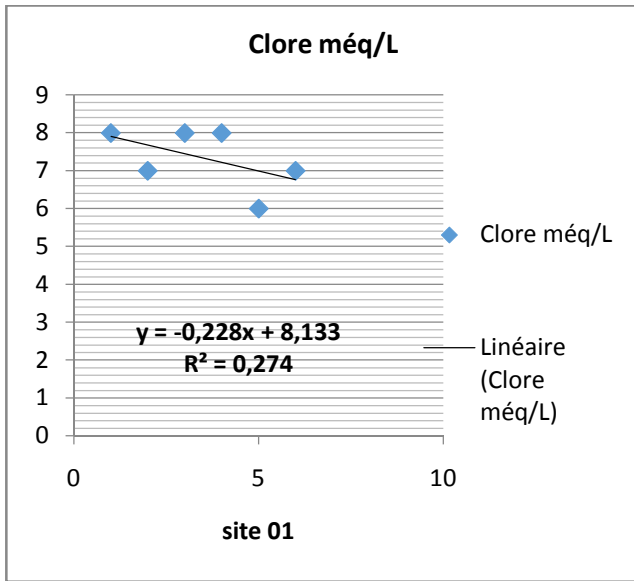


Figure 27

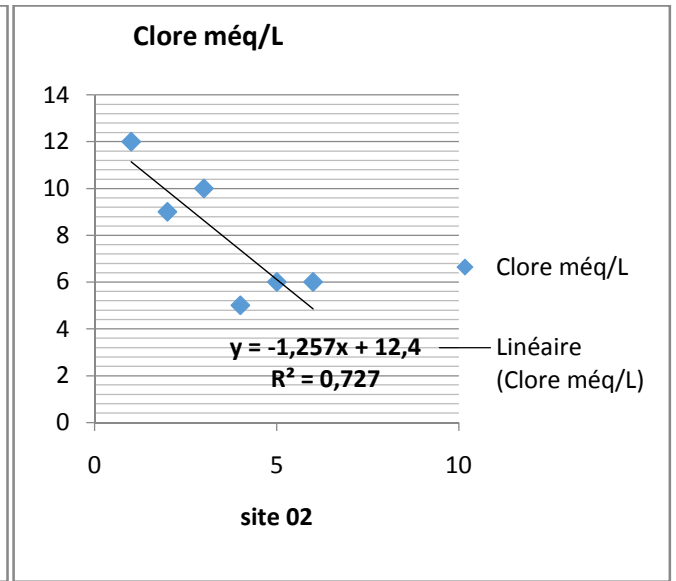


Figure 28

## 9 – Pour les métaux lourds

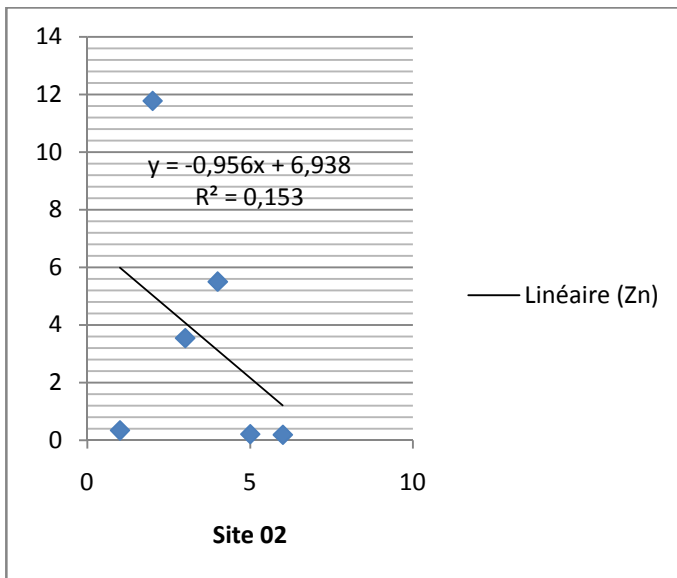


Figure 29

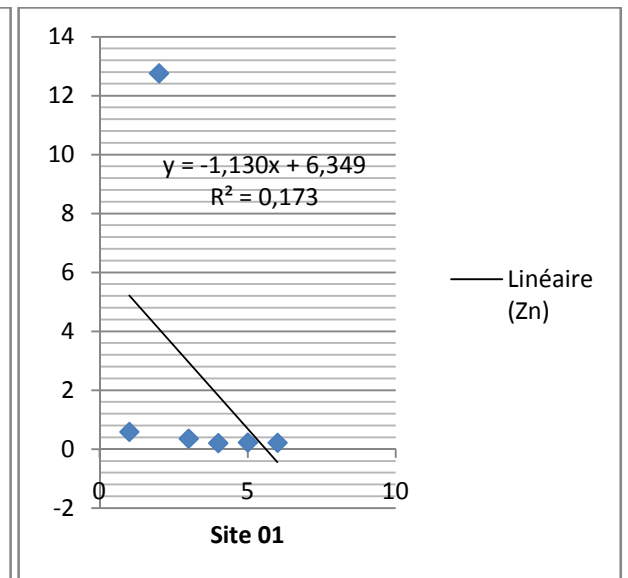


Figure 30

# ANNEXE

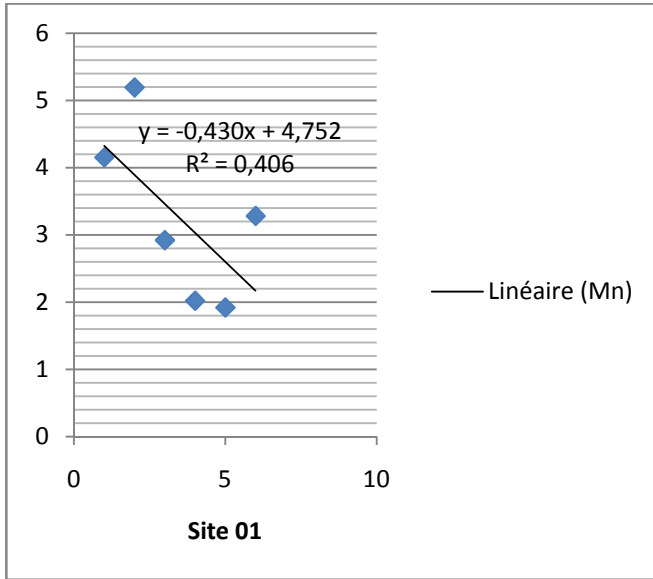


Figure 31

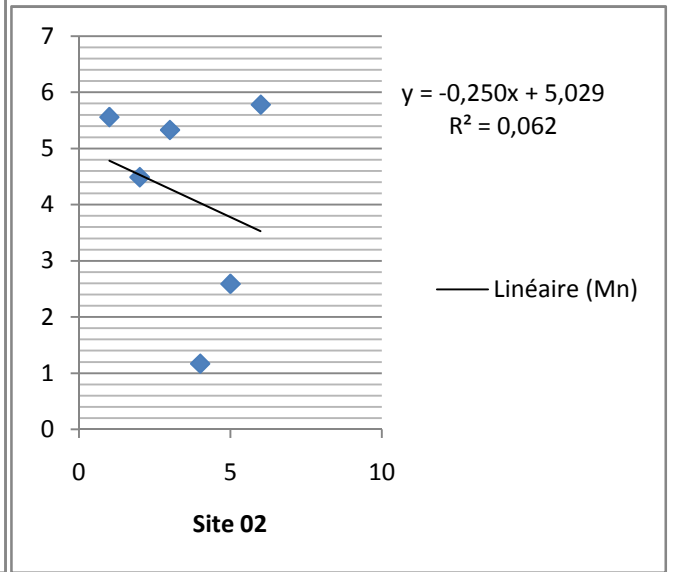


Figure 32

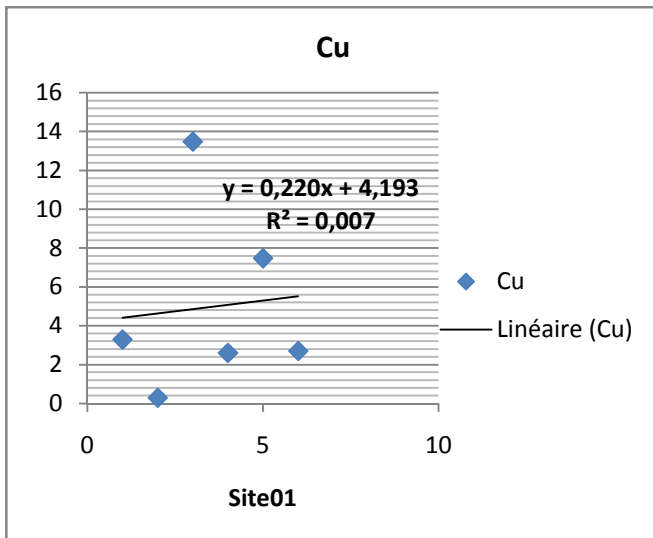


Figure 33

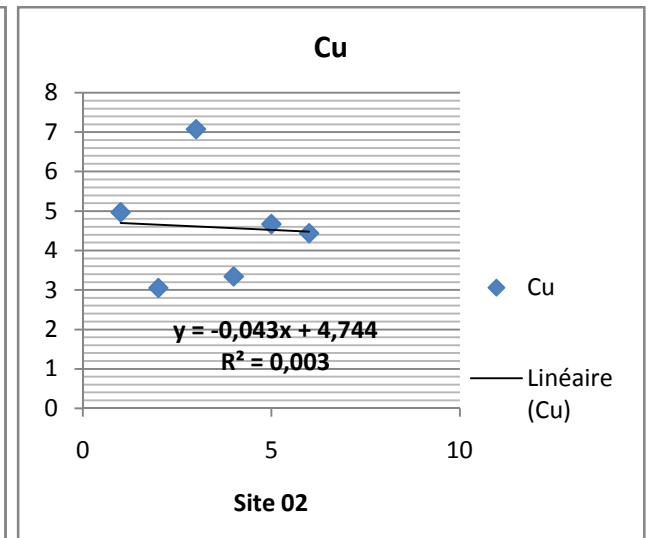


Figure 34