



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun–Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Masteracadémique  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences agronomiques  
Spécialité : Science du sol

Présenté par :

- 1- Boukteb Boulenoir
- 2- Boutaleb Khalil
- 3- Chennaf Djamilia Zohra

*Thème*

*contribution à l'étude de l'effet des sulfates  
et les chlorures sur la teneur du carbone  
organique du sol*

Soutenu publiquement le .....

**Jury:**

**Président:** M<sup>me</sup> BOUAZZA.K

**Encadrant:** Mr OUADAH.S

**Co-encadrant:**

**Examineur 1:** Mr BENAHMED.A

**Invité:**

**Grade :**

M.C.B

M.A.A

M.C.B

Année universitaire 2020-2021

# *Remerciements :*

AU NOM D'ALLAH, LE TOUT MISERICORDIEUX, LE TRES MISERICORDIEUX.

LOUANGE A ALLAH, SEIGNEUR DE L'UNIVERS QUI NOUS GUIDE VERS LE CHEMIN DROIT.

NOUS TIENS TOUT D'ABORD A REMERCIER DIEU LE TOUT PUISSANT QUI NOUS A DONNE LA FORCE ET LA PATIENCE D'ACCOMPLIR CE TRAVAIL.

NOS SINCERES GRATITUDES ET REMERCIEMENTS S'ADRESSE A "MR SAHRAOUI OUADAH" POUR SON ENCADREMENT, SON ORIENTATION, SES CONSEILS ET SA DISPONIBILITE QU'IL A TEMOIGNEE POUR NOUS PERMETTRE DE MENER A BIEN CE TRAVAIL.

NOS PROFONDS RESPECTS ET LES VIFS REMERCIEMENTS AUX PROFESSEURS DE BIOLOGIE EN PARTICULIER LES PROFESSEURS DE NOTRE SPECIALITE QUI N'ONT JAMAIS CESSÉ DE M'ENCOURAGER PAR LEURS IDEES ET CONSEILS.

NOUS REMERCIONS LES MEMBRES DU JURY QUI NOUS HONORENT EN JUGANT CE TRAVAIL

ENFIN, NOUS REMERCIONS TOUS CEUX QUI, DE PRES OU DE LOIN, ONT CONTRIBUE A LA REALISATION DE CE TRAVAIL.

# **DEDICACE**

*C'est avec toute m'affection que*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mon très cher père*

**MOHAMED**

*A Ma très chère mère*

**SOLTANA**

*Mes très chères frères*

**HOCINE**

*Mes très chères amies*

**ABDELHAMID ,BILAL,ABDELLAH,OUSSAMA,**

**ABDELHAMID,RABEH,ABDELKADER**

*Et à tous les membres de club scientifique Ibn Khaldoune*

**KHALIL**

# **DEDICACE**

*C'est avec toute m'affection que*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mon très cher père*

***MOHAMED***

*A Ma très chère mère et ma grand mère*

***TORKIA et ALYA***

*Mes très chères amies*

***SALAH,ADELKADER,***

***LAKHDER,KHEIREDDINE***

*Et à tous les membres de club scientifique Ibn Khaldoune*

***BOULENOIR***

# **DEDICACE**

*C'est avec toute m'affection que*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mon très cher père*

**TAHER**

*A Ma très chère mère*

**ALYA**

*Mes très chères frères*

**MOHAMED, MOSTAPHA**

*Mes très chères souer*

**DALILA, FATIHA**

*Le neveu*

**HAMZA**

*Mes nièces*

**CHIF ÂA , SOUJOURD**

*Et à tous les membres de club scientifique Ibn Khaldoune*

**DJAMILA ZOHRA**

**Sommaire :**

Liste d'abréviation.....	I
Liste Des Tableaux .....	III
Liste Des Figures .....	IV
Introduction générale .....	5
Chapitre I.....	6
La salinité et le milieu salin .....	6
1-La salinité.....	7
1-2La Salinité dans le monde .....	7
1-3-.La salinité en Algérie .....	7
2-l'influence des sels sur les propriétés du sol.....	8
a les propriétés physiques .....	8
a-1- Sur la structure du sol .....	8
b- les propriétés chimiques .....	9
b-1 : - Le pH.....	9
b-2 : - La capacité d'échange cationique(CEC).....	9
b-3 : Le pourcentage de sodium échangeable (PSE) .....	9
b-4 : Sodium Adsorption Ratio: (SAR) .....	10
c- les propriétés biologiques.....	10
Chapitre II.....	11
La matière organique du sol.....	11
1.a. Définition de la matière organique du sol.....	12
2. L'origine de la matière organique du sol.....	12
3. Composition de la matière organique.....	12
3.a. Les substances non-humique .....	13
3.b. Les substances humiques .....	13
La présence de substances humiques (SH).....	13
4. Evolution de la matière organique dans le sol.....	14
4.a L'humification.....	14
..b.La minéralisation .....	14
5. Fonction de la matière organique .....	15

<b>6.Le cycle duCarbone.....</b>	<b>16</b>
<hr/>	
<b>7.L'effet de la matière organique sur les propriétés des sols:.....</b>	<b>18</b>
<b>7.a- L'effete de la matière organique sur les propriétés physiques du sol .....</b>	<b>18</b>
<b>7.b- L'effet de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol: .....</b>	<b>18</b>
<b>7. c.L'effet de la M.O sur les propriétés biologiques du sol:.....</b>	<b>19</b>
<b>Chapitre III.....</b>	<b>20</b>
<b>Les Sels solubles.....</b>	<b>20</b>
<b>1- les différents sels dans le sols et leur interaction.....</b>	<b>21</b>
<b>1-1 Les Chlorures (CL<sup>-</sup>) .....</b>	<b>21</b>
<b>a- Les chlorures de sodium NaCl.....</b>	<b>21</b>
<b>b-Chlorure de potassium KCl.....</b>	<b>21</b>
<b>c-Chlorure de calcium CaCl<sub>2</sub>.....</b>	<b>21</b>
<b>d- Chlorure de magnésium MgCl<sub>2</sub> .....</b>	<b>21</b>
<b>1-2-Les sulfates .....</b>	<b>22</b>
<b>a-Les sulfates de sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.....</b>	<b>22</b>
<b>b-Les sulfates de magnésiums MgSO<sub>4</sub>.....</b>	<b>22</b>
<b>c-Les sulfates de potassiums K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .....</b>	<b>23</b>
<b>d-Les Sulfates de Calcium CaSO<sub>4</sub>.....</b>	<b>23</b>
<b>Deuxième partie .....</b>	<b>24</b>
<b>Partie expérimental .....</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre IV .....</b>	<b>25</b>
<b>Matériels et méthodes .....</b>	<b>26</b>
<b>L'Objectif.....</b>	<b>26</b>
<b>Localisation d'essai .....</b>	<b>26</b>
<b>Préparation des échantillons.....</b>	<b>26</b>
<b>Le protocole expérimental .....</b>	<b>26</b>
<b>Méthodesd'analyses .....</b>	<b>29</b>
<b>1.Analyses physiques.....</b>	<b>29</b>
<b>1.1. Granulométrie .....</b>	<b>29</b>
<b>.1.2. L'humidité .....</b>	<b>29</b>
<b>2. Analyses physico-chimiques.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1. Le pH.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2. La conductivité électrique(CE) .....</b>	<b>30</b>
<b>3. Analyses chimiques .....</b>	<b>30</b>

## Sommaire

<b>3.1. Calcaire total .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. Le calcaire actif.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Dosage de Carbone organique (méthode Anne) .....</b>	<b>30</b>
<b>Troisième Partie .....</b>	<b>32</b>
<b>Résultats et discussions.....</b>	<b>32</b>
<b>Résultats et discussion .....</b>	<b>33</b>
<b>1. Résultats et discussions d'analyse physico-chimique du sol avant le traitement .....</b>	<b>33</b>
<b>2. Résultat et discussion d'analyse physico-chimique après les traitements .....</b>	<b>34</b>
<b>2.1. Effet des différents traitements sur pH .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2. Effet des différents traitements sur la Conductivité électrique (CE) .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3. Effet des différents traitements sur le Calcaire total et calcaire actif .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4. Effet des différents traitements sur le Carbone Organique (CO) .....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>40</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexes:.....</b>	<b>43</b>
<b>Les photos.....</b>	<b>46</b>

### Liste d'abréviation :

- **pH : Potentiel hydrogène.**
- **CaCo3 : carbonate de calcium.**
- **CE : Conductivité Electrique**
- **CO% : Pourcentage de Carbone Organique.**
- **CO2 : Dioxyde de Carbone.↵**
- **KCL : Chlorure de Potassium.↵**
- **MO : Matière Organique.↵**
- **MO% : Pourcentage de Matière Organique.↵**
- **P : Phosphore.**
- **SS : Sels Solubles.**

### **Liste Des Tableaux :**

- **Tableau 01: :le degré de la solubilité du Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en fonction du Température**
- **Tableau 02: Analyse descriptive des principaux paramètres physico-chimique du sol.**
- **Tableau 03: Valeurs des paramètres physico-chimiques après les traitements**

### Liste Des Figures :

- **Figure01: Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie .**
  
- **Figure02 : la formation des substances humique.**
  
- **Figure 03:décompositions des MO fraîches .**
- **Figure 04:Les rôles et fonctions des MO.**
  
- **Figure 05:cycle de carbone (le sol. Janvier2009).**
  
- **Figure06: Dispositif expérimental.**
  
- **Figure07 : étuve à 28°C pour l'incubation.**
  
- **Figure08 : Histogramme de la variation du pH en fonction des différents traitements de sels.**
  
- **Figure 09 : Histogramme da la Variations du CE en fonction des différents traitements de sels.**
  
- **Figure 10 : Histogramme da la Variations du C.T et C.A en fonction des différents traitements de sels.**
  
- **Figure11:Histogramme de la variation du Carbone organique en fonction des différents traitements de sels.**

### Introduction générale :

En Algérie les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Ils sont localisés du Nord au sud et l'isohyète 450mm semble être la limite supérieure des sols fortement sodiques (**DJILI, 2000**).

la salinisation des sols est l'accumulation excessive des sels très solubles (chlorures, sulfates, carbonates, de sodium et le magnésium) dans la partie superficielle des sols, ce qui se traduit par une diminution de la fertilité des sols. et cela diffère selon la nature des processus de formation du sol, comme pour la salinisation secondaire se produit pour les sols formés et développés en raison du niveau élevé des eaux souterraines salines ou la topographie qui joue également un rôle important dans la salinisation du sol, Les sels s'accumulent dans ce dernier est provoqué de nombreux changements dans la plante (morphologiques, anatomiques et physiologiques) et affecte également la croissance et la productivité car le taux de croissance diminue et l'effet est plus sévère dans les stades de croissance d'élongation et de floraison, en raison de l'effet osmotique tel que la dissolution des sels. Dans le sol, la solution réduit le stress hydrique, qui affecte négativement le processus d'absorption d'eau des plantes, ainsi que l'effet des ions en raison de leurs propriétés intrinsèques sur la croissance des plantes. L'effet qui conduit à une toxicité ou à un déséquilibre nutritionnel (**Jafar, 2013**).

La question qui se pose ; est-ce que la nature des sels (facies salin) surtout les chlorures et les sulfates a des effets sur la variation de la teneur de la matière organique ?

Pour répondre à cette question notre objectif est l'étude de l'effet de la salinisation induite par les sels neutres (chlorures et sulfates) sur la variation de la teneur de la matière organique des sols.

.Pour cette raison nous avons divisé notre travail en deux parties :

Une partie bibliographique qui comporte trois chapitres

- \* Le premier est consacré aux sols salins.
- \* Le deuxième à la matière organique des sols.
- \* Le troisième chapitre aux différents types des sels dans les sols.

Une partie expérimentale qui comporte :

- \*Le chapitre matériel et méthodes utilisées pour la réalisation du travail
- \*Le second c'est les résultats et discussions.
- \* on conclut par la conclusion et les recommandations.

---

# **Chapitre I :**

---

## **La salinité et le milieu salin**

### 1-La salinité :

**1-1.Définition :** Elle est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**Baiz, 2000 et Maatougi, 2001**).

Cette définition tient compte du fait que:

- Les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente.

- Tous les ions en excès sont nuisibles pour la plante (**Slama, 2004**).

-La salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...). Cette concentration de la solution du sol conduit ainsi à la précipitation successive de minéraux qui modifie sa composition et détermine différentes voies d'évolution des sols en fonction de l'abondance relative des différents ions majeurs dans la solution de départ. Ces ions majeurs sont le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les carbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) (**Marlet, S., et J.O. Job, 2006**).

-La salinité du sol et de l'eau représente l'un des principaux problèmes dans l'utilisation efficace des terres pour l'agriculture et affecte le rendement des cultures dans le monde entier (**Flowers et al, 2010; Qadir et al, 2014**) et en particulier dans les régions arides et semi-arides (**Parvaiz et Satyawati, 2008**).

### 1-2 La Salinité dans le monde :

-Dans les zones arides et semi-arides du monde, des ressources hydrauliques importantes sont disponibles mais elles sont de qualité médiocre (saumâtre). La salinisation des sols dans ces régions est non seulement liée aux conditions climatiques (fort ensoleillement et faible pluviométrie) mais également au recours souvent mal contrôlé à l'irrigation, ce qui entraîne une accumulation des sels dissous en surface (**Ben Naceur et al, 2001**).

-En Afrique, 39 millions d'hectares, sont des sols salins et parmi eux 34 millions d'hectares sont des sols sodiques (**FAO, 2008**).

### 1-3.-La salinité en Algérie :

En Algérie plus de 20% des sols irrigués sont concernés par des problèmes de salinité (**Rouabhia et Djabri, 2010**).

Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà (**Aubert, 1982**).

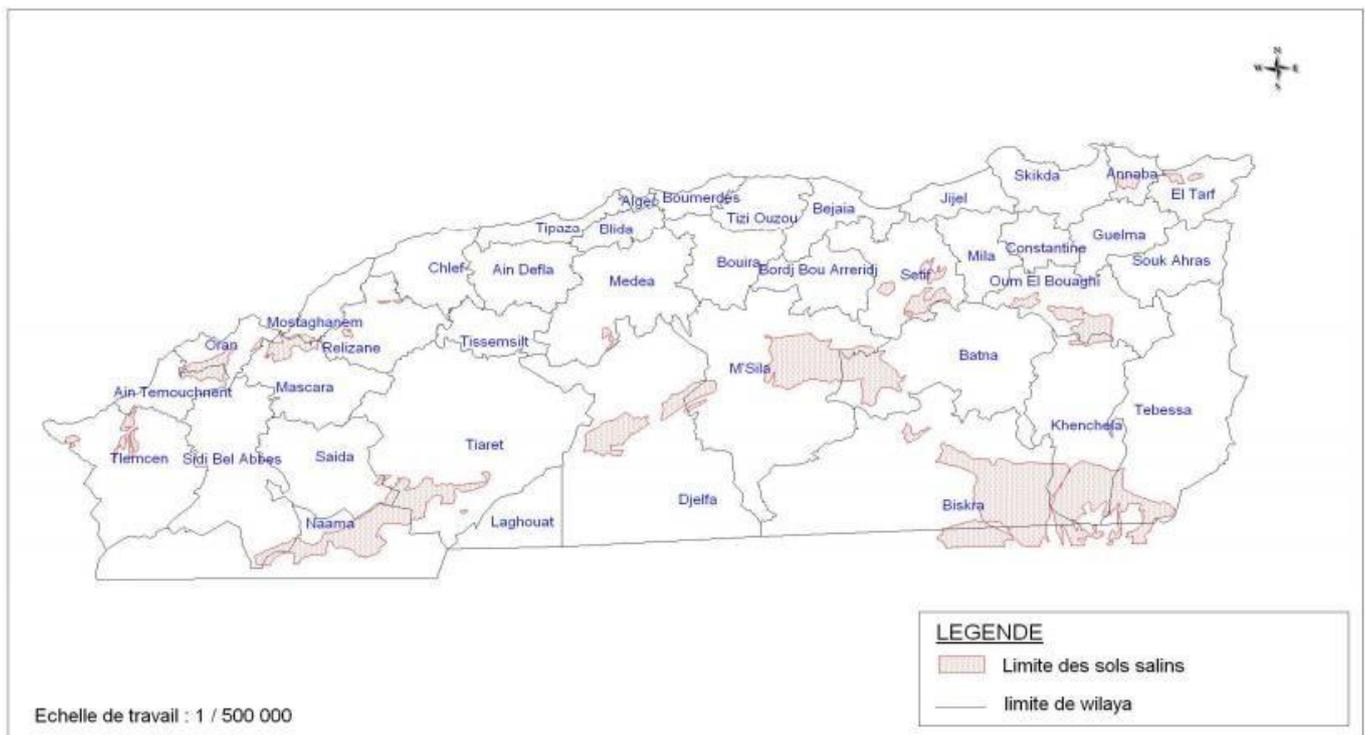


Figure 01 : Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie (INSID, 2008)

## 2-l'influence des sels sur les propriétés du sol :

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés du sol modifiant ainsi les propriétés physiques, biologiques et chimiques du sol et entraîner une dégradation structurelle et tissulaire des plantes.

### a les propriétés physiques :

C'est par leurs cations que les sels solubles affectent les propriétés du sol. Il s'agit essentiellement de l'ion sodium. L'action défavorable de cet ion à l'état échangeable se traduit par la dispersion des colloïdes du sol.

#### a-1- Sur la structure du sol :

L'augmentation de la quantité de sodium dans un sol entraîne la destruction de sa structure. En effet, un excès de sodium favorise la dispersion des colloïdes minéraux et par conséquent la réduction de la structure poreuse du sol, ce qui empêche l'aération et l'absorption d'eau nécessaire pour une bonne croissance des plantes (HASSEMI et al., 1995).

- **Structure dégradée :** La structure soit complètement dégradée lorsque la teneur de sodium échangeable est de 12 à 15 % dans les sols salés (Derdour, 1981 in Kidari, 1991). La structure du sol est complètement dégradée, lorsque la teneur en Na échangeable est très élevée, ou il y aura une dispersion des argiles et la destruction de la structure (Duchaufour, 1983 ; Robert, 1996).
- **Réduction de la perméabilité :** L'influence du sodium sur la perméabilité du sol dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquelles le pourcentage d'argile

et la nature minéralogique du sol, la concentration de la solution de celle-ci (Reeve et al., 1954 ; Brooks, 1956 ; Gadnet et al., 1959, Kemper et Kock, 1956 in Kidari, 1991)

- Mauvaise stabilité structurale
- Faible disponibilité de l'eau à la plante (Halitim, 1973 ; Duchuffour, 1976).

### **b- les propriétés chimiques :**

La salinité affecte les propriétés chimiques du sol tels que le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), le pourcentage de sodium échangeable (ESP), le carbone organique et modifie le potentiel osmotique et matriciel du sol (WANG et al., 2014)

#### **b-1 : - Le pH :**

-Le pH est la mesure de l'acidité ou l'alcalinité du sol. Plus précisément, il s'agit d'une mesure de la concentration en ions hydrogène dans une solution aqueuse et sa valeur varie dans les sols de 3,5(très acide) à 9,5 (très alcalin). L'augmentation de la concentration en sels ou ion solubles entraîne une alcalinisation du milieu. En effet, il existerait une compétition entre les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{H}^+$ , ce qui provoque une augmentation du pH du milieu.

#### **b-2 : - La capacité d'échange cationique(CEC) :**

-Le CEC est une mesure de la quantité de charges positives présentes sur les surfaces minérales et organiques du sol. Elle représente la quantité de cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  et  $\text{K}^+$ ) qui peuvent être retenus par ces surfaces.

-Elle est exprimée en centimoles d'hydrogène par kilogramme (c molc/Kg ou 100 meq/100g). La CEC est utilisée comme mesure de la fertilité, de la capacité de rétention des éléments nutritifs

- Une CEC élevée permet au sol de retenir une grande quantité de nutriments pour une utilisation par plantes. Par contre un sol à basse CEC ne peut retenir qu'une faible quantité de nutriments sur les sites d'échanges.

- les nutriments appliqués au sol en excès peuvent être facilement lessivés par les pluies ou eaux d'irrigation en surplus. Les fortes salinités entraînent une augmentation de la concentration des cations échangeables tels que le  $\text{Na}^+$

#### **b-3 : Le pourcentage de sodium échangeable (PSE) :**

Dans les sols sales, les ions échangeables de  $\text{Na}^+$  sont liés à la charge négative de l'argile, donc, ce qui provoque une défloculation des particules argileuses. Les fortes teneurs en  $\text{Na}^+$  échangeable peuvent conduire à un gonflement et la dispersion des argiles, ainsi que la rupture des agrégats du sol (LAUCHLI et EPSTEIN, 1990).

. Ces phénomènes peuvent entraîner à la fois une réduction de la capacité d'infiltration et de rétention d'eau des sols. Les sols salés sont plus faciles à récupérer que les sols sodiques, parce que, généralement, les premiers exigent le lessivage des sels solubles, tandis que les seconds nécessitent une source de  $\text{Ca}^{2+}$  pour remplacer l'excès de  $\text{Na}^+$

Le taux de sodium échangeable à une grande importance dans les sols alcalins, vu que ces derniers retiennent de faible concentration en sels solubles et la grande quantité de sodium se trouve sous la forme échangeable. Tandis que dans le cas des sols salés, la grande partie du sodium se trouve dans la solution du sol

### **b-4 : Sodium Adsorption Ratio: (SAR) :**

À l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes. La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.

#### **- Classe SAR Indice :**

- 1) **Classe S1** SAR de 10 et moins bas taux de sodium .
- 2) **Classe S2** SAR de 10,1 à 18 taux moyen de sodium.
- 3) **Classe S3** SAR de 18,1 à 26 haut taux de sodium.
- 4) **Classe S4** SAR au-dessus de 26,1 très haut taux de sodium .
- 5) **Classe S1** - l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.
- 6) **Classe S2** - l'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Par contre, l'eau peut être utilisée dans les sols sableux ayant une bonne perméabilité.
- 7) **Classe S3-** peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendements tels que le gypse pourraient être nécessaires pour échanger les ions sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.
- 8) **Classe S4** - cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

### **c- les propriétés biologiques :**

-La salinité peut perturber le nombre de microorganismes et leurs fonctions dans le sol. Plusieurs études ont montré l'effet négatif de la salinité sur la biomasse microbienne totale, la biomasse fongique et l'ergostérol fongique (**SARDINHA et al., 2003**).

En outre, **GARCIA et HERNANDEZ (1996)** ont montré que l'augmentation de la salinité inhibe plusieurs activités enzymatiques du sol, telles que les activités phosphatase alcaline et B-glucosidase.

Toutefois, **CHANDRA et al. (2002)** ont souligné que, les sels peuvent devenir toxiques pour les microorganismes avec des concentrations croissantes

---

## **Chapitre II :**

---

# **La matière organique du sol**

### 1.a. Définition de la matière organique du sol:

On désigne sous le terme de matière organique l'ensemble de substances organiques de nature et de propriétés variées (CHAMAYOU et LEGROS, 1987).

Par le terme (MO des sols (MOS)) on entend l'ensemble des composés organiques qui sont issus de résidus d'organismes à différents stades de décompositions, synthétisés par les organismes vivants ou qui sont des produits de dégradation. (DUCHAUFOR, 2001).

-Elle provient de l'activité de tout organisme présent à la surface ou à l'intérieur du sol. Une partie de cette M.O est produite par les organismes vivants: déjections animales, exsudats racinaires, litière végétale et polysaccharides microbiens. Le reste est constitué par les débris des végétaux morts, les cadavres d'animaux et les cellules microbiennes lysées (DAVET, 1996).

Les résidus des végétaux et des animaux contiennent des sucres, des celluloses, des hémicelluloses, des protéines, des lignines, des cires et des lipides. Lorsque ces matériaux sont incorporés dans les sols subissent une décomposition rapide. (KHAN, 2013).

### 2. L'origine de la matière organique du sol :

-Les matières organiques du sol présentent différentes origines (GOBAT et LE BAYON, 2013).

-La M.O du sol comprend l'ensemble des résidus des organismes vivants, animaux et végétaux incorporés dans le sol, sans tenir compte de leur état de décomposition (COLLOT et al, 1982).

-Elles sont alimentées en permanence par les végétaux et les animaux morts et les matières issues de métabolisme des êtres vivants comme les exsudats racinaires. D'autres apports externes de matière organique dites « exogènes », non produites sur la parcelle, tels que le compost et le fumier. Néanmoins, la principale source primaire de matière organique provient de la photosynthèse qui permet aux plants de la synthétiser en exploitant la lumière du soleil. Si bien que l'essentiel des apports organiques est d'origine végétale dans la plupart des agro écosystèmes. Ce processus se produit à la surface du sol (chute de feuille, résidus de culture, apport exogène dans les sols agricoles) et dans les horizons superficiels où la densité racinaire et l'activité biologique sont les plus importantes (BERNOUX et CHEVALIER, 2013). Les vers de terre, les fourmis et les termites sont parmi les animaux qui transportent la matière organique dans le sol (ALEXANDER, 2014).

### 3. Composition de la matière organique :

Au sens large, la matière organique du sol comprend la biomasse vivante, et l'ensemble du matériel organique résiduel (Ekschmitt et al., 2005). La matière organique du sol est très hétérogène en raison de la nature des constituants qui la compose et de leurs stades de décomposition. Ces constituants varient selon la diversité de la biomasse et la composition des sols qui en résulte.. (KOUDDROI, 2007).

Dans cette matière organique, on distingue deux grands groupes ; les substances humiques, les substances non-humiques (ESSINGTON, 2004)

### 3. a. Les substances non-humiques :

Simplement dit, les substances non-humiques sont les matières premières des substances humiques. Elles sont la principale source d'énergie métabolique des microbes du sol, et les produits de dégradation de ces substances sont les éléments constitutifs de la substance humique. En tant que groupe, les substances non-humiques sont constituées de composés appartenant à des classes connues de produits biochimiques ; ce sont les biomolécules nécessaires au fonctionnement, à la structure et à la reproduction des organismes vivants (ESSINGTON, 2004).

### 3. b. Les substances humiques :

Les substances humiques sont des mélanges complexes et hétérogènes de matériaux poly dispersés résultant de la décomposition et de la transformation de la matière organique. Elles se trouvent naturellement de manière diffuse dans les sols, dans les eaux de surface et surtout dans les produits de transformation de matières organiques liées aux activités humaines comme le compost, le fumier, les décharges et le lixiviat. Elles sont aussi concentrées sous forme de gisements fossilisés comme la léonardite actuellement exploitée commercialement (Canellas et al. 2008a ; Xiaoli et al. 2008 ; Badis et al, 2009).

La présence de substances humiques (SH), difficilement biodégradables dites aussi réfractaires, nécessite de les concentrer (fibres immergées) et/ou de les adsorber (charbon actif) par la mise en œuvre de procédés coûteux (Berthe, 2006).

- Les substances humiques se composent de :
- **Les acides Fulviques (AFs)** : Une fraction soluble dans l'eau à n'importe quelle valeur de pH ;
- **Les acides Humiques (AHs)** : Une fraction qu'est soluble à  $\text{pH} > 1$
- **Les Acides Humines** : Une fraction insoluble dans l'eau à n'importe quel pH (MOLINA, 2014).

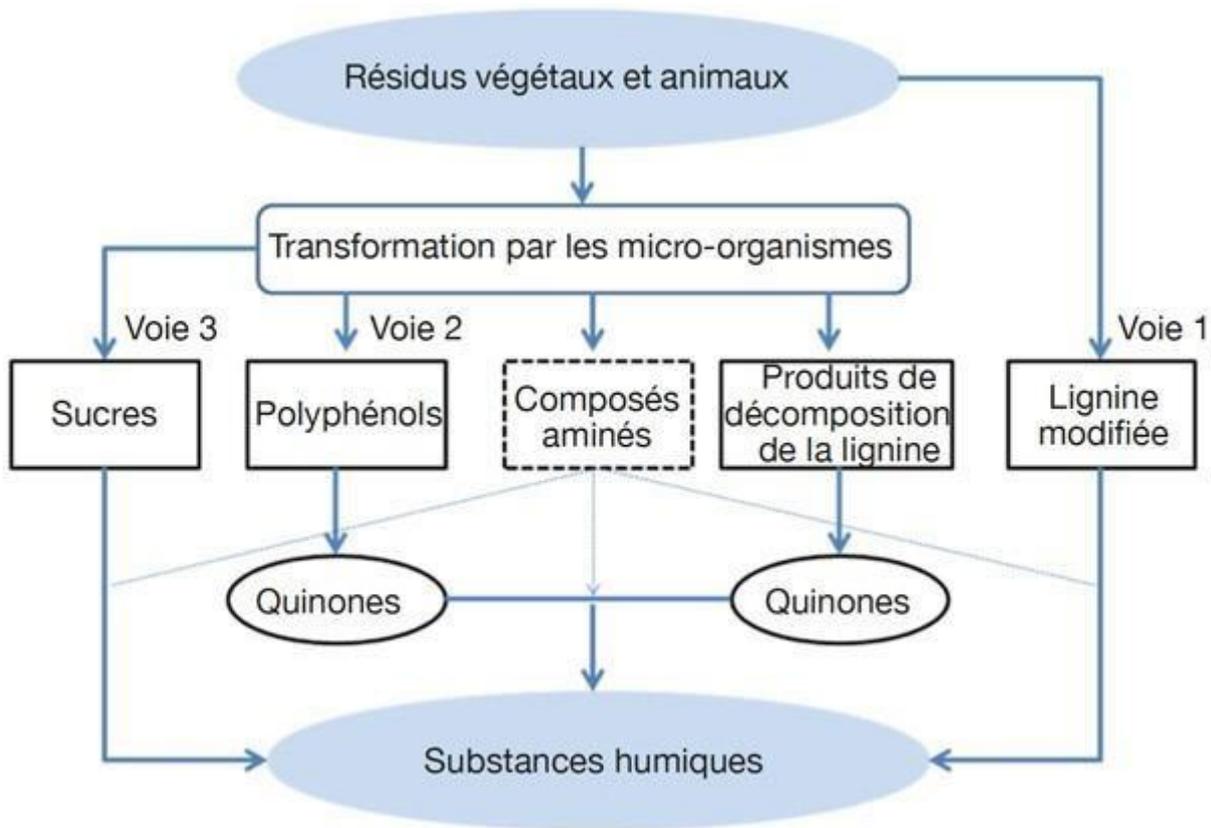


Figure02 : la formation des substances humique (d'après Stevenson, 1994).

### 4. Evolution de la matière organique dans le sol :

Lorsque les résidus végétaux sont retournés dans le sol, divers composés organiques subissent une décomposition ; cette dernière est un processus biologique qui comprend la dégradation physique et la transformation biochimique des molécules organiques complexes de matière morte en molécules organiques et inorganiques plus simples (JUMA, 1998. FAO, 2005). Les transformations des matières organiques se réalisent essentiellement par les processus de recombinaison, d'humification, de dégradation, et de minéralisation.

#### 4. a .L'humification :

L'humification conduit à l'élaboration de la fraction humique des sols, qui contient non seulement du carbone mais aussi de l'azote, du soufre et du phosphore organique. Elle s'associe, pour partie, à certaines fractions minérales dans les complexes organo-minéraux (SCHVARTZ *et al.* 2005).

#### 4.b .La minéralisation :

La minéralisation de la matière organique est un processus de dégradation. Ses conséquences principales sont la diminution de la teneur en matière organique dans un sol, et une disparition sélective de certains composés (Abiven, 2004). La décomposition d'une matière organique

## Chapitre II:La matière organique du sol

S'exprime en termes de carbone minéralisé et de types de molécules présentes dans le sol au cours du temps.

Deux voies de minéralisation sont possible :

- L'une directe, *la minéralisation primaire*, quantitativement la plus importante, conduit directement a la formation de composés minéraux simple ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4^+$ , ...) a partir des résidus organique récents,
- L'autre indirecte, ou *minéralisation secondaire*, emprunte la voie chimique qui implique dans un premier temps l'élaboration transitoire d'une nouvelle variété de composés organiques : les composés humique, formes par transformation physico-chimiques ou néoformations microbiennes (SCHVARTZ *et al.* 2005).

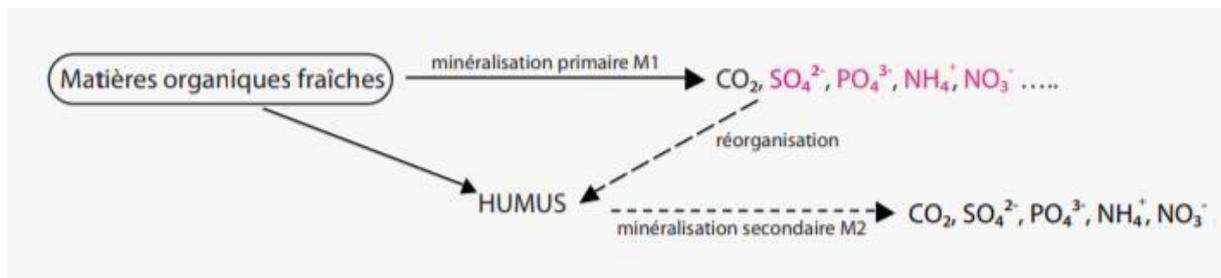


Figure 03:décomposition des MO fraîches (DUCHAUF0UR.1984)

### 5. Fonction de la matière organique :

La matière organique constitue un paramètre clé dans le sol **figure 03**, jouant un rôle prépondérant sur



**Figure 04:Les rôles et fonctions des MO (duparqueetp.rigalle2006)**

### 6. Le cycle du Carbone :

Le cycle du carbone est un cycle biogéochimique, il correspond à l'ensemble des échanges d'éléments carbone sur une planète (**KHASIRIKANI MBAKWIRAVYO. 2009**) ce dernier est généralement résumé par le cycle du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sur les continents. On apprend donc que le CO<sub>2</sub> présent dans l'air est capturé pendant la photosynthèse par des plantes, transformé en matière, consommé par des herbivores, consommé à leurs tours par des carnivores, qui sont décomposés après leur mort et retransformé en CO<sub>2</sub>

(**Maria Tovar . 2004** ).

Le moteur principal de ce cycle est la photosynthèse qui incorpore le CO<sub>2</sub> atmosphérique dans la matière végétale (**SCHVARTZ et al., 2005**). En présence de rayonnement solaire,



Cette équation est fondamentale pour notre compréhension du cycle du carbone (**DOLMAN, 2019**).

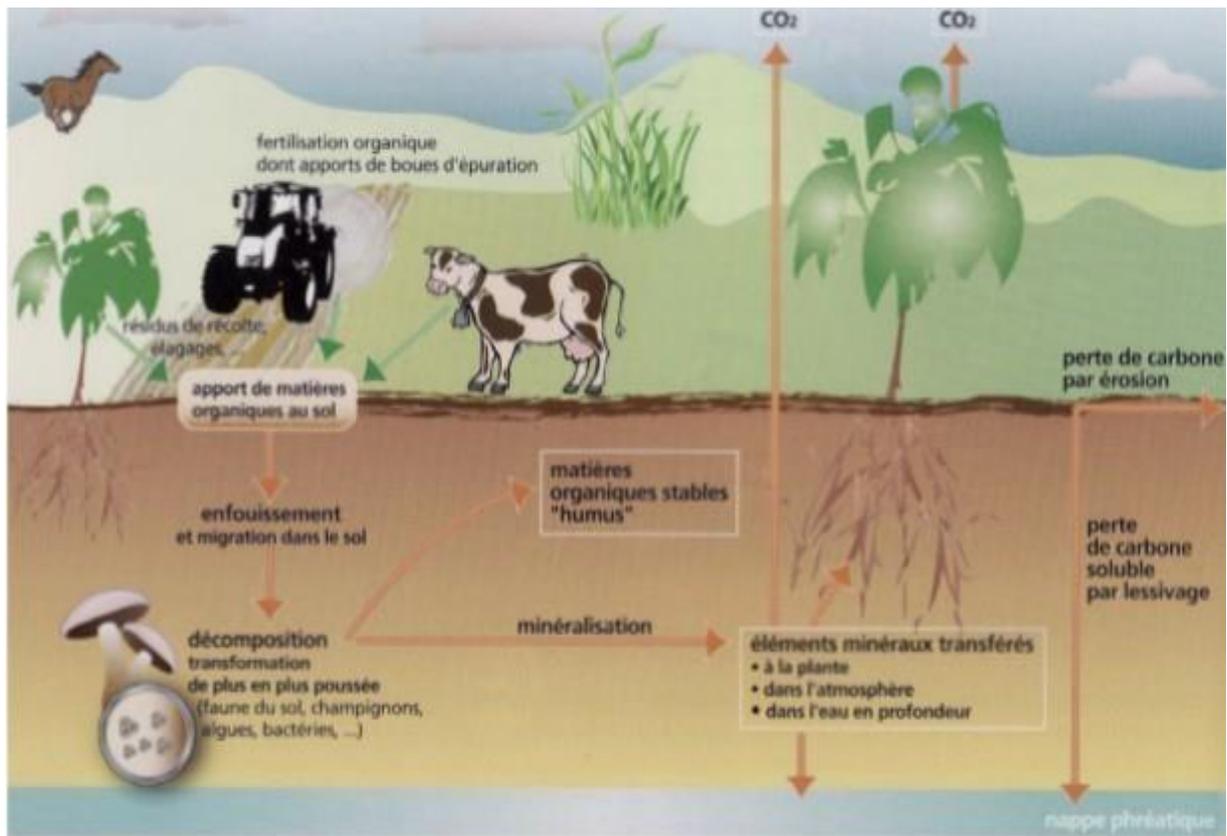


Figure 05:cycle de carbone (le sol. Janvier2009)

Dans les sols, toutefois, un « cycle court » est effectuée entre le CO<sub>2</sub> et la biomasse microbienne, par le biais des organismes chimioolitho autotrophes, dont l'importance est considérable dans les cycles de l'azote, du soufre et du fer. Le méthane, qui représente une fraction importante du réservoir fossile (gaz naturel, clathrates), est aussi présent en concentrations élevées dans les sols et les sédiments anoxiques, en particulier dans les marais et les tourbières. Son utilisation par les bactéries méthanotrophes (qui minéralisent sous forme de CO<sub>2</sub>) est particulièrement importante : en effet, il est vingt fois plus actif, dans l'effet de serre, que le CO<sub>2</sub>. Ces bactéries constituent donc un « écran » efficace entre le méthane et l'atmosphère (GOBAT et al., 2010).

En présence d'oxygène, la quasi-totalité du carbone organique est finalement transformée en CO<sub>2</sub> par les organismes hétérotrophes aérobies. En conditions d'anoxie stable et profonde, le pouvoir réducteur de la matière organique ne peut être transmis à l'oxygène. Après épuisement des autres accepteurs potentiels, il se trouve sous forme de méthane (GOBAT et al., 2010).

Certaines substances organiques ont une durée de vie très courte car elles sont aisément absorbées et transformées par des organismes hétérotrophes, bactéries et champignons principalement. D'autres sont beaucoup plus récalcitrantes à l'attaque microbienne, comme les lignines et les mélanines. Elles s'accumulent alors dans les sols sous la forme de composés humiques hérités. Une part très faible de la matière organique est aussi fossilisée (GOBAT et al., 2010).

### **7. L'effet de la matière organique sur les propriétés des sols:**

Les M.O ont de multiples propriétés qui leur confèrent des fonctions primordiales dans les agro et les écosystèmes et en font une composante de la fertilité. La principale fonction est la participation directe à l'aptitude des sols à la production végétale par l'amélioration de ces propriétés physiques, chimiques et biologiques.

#### **7. a- L'effet de la matière organique sur les propriétés physiques du sol:**

La M.O grossière, à la surface du sol, atténue le choc des gouttes de pluies et permet à l'eau pure de s'infiltrer lentement dans le sol ; l'écoulement en surface et l'érosion sont ainsi réduits (**DONAHY, 1958**).

Les M.O assurent la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribuent à la structuration du sol et à la stabilité de la structure. Ceci est dû au grand nombre de liaisons électrostatiques et surtout de liaisons faibles que les M.O peuvent assurer (**BALESDENT, 1996**). Dans les terres manquant de colloïdes minéraux et où l'absence de phénomènes de gonflement « limons ou sables » l'élévation du taux d'humus coïncide avec une certaine tendance à l'agrégation (**DUTHIL, 1973**)

La teinte foncée des terres riches en M.O favorise l'absorption de l'énergie solaire. Ceci se traduit par un réchauffement plus rapide des sols nus (**DUTHIL, 1973**).

La capacité du sol pour l'eau est en effet liée à la teneur en M.O en raison de l'hydrophilie extrêmement accusée des colloïdes qui la composent (**DUTHIL, 1973**). Cette matière retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée, elle régularise le bilan de l'eau dans

le sol. Selon **MONNIER et GRAS (1965)** et **HILLEL (1974)** son affinité pour l'eau se manifeste par :

- une force de succion élevée.
- des phénomènes de contraction et d'expansions des sols, au cours de leur dessiccation-humectation. La quantité d'eau retenue dans le sol est en fonction de la nature du sol et surtout de la teneur en M.O et son degré d'humification.

#### **7. b- L'effet de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol:**

Les M.O contribuent classiquement à la fertilité chimique des sols. Elles sont une réserve d'éléments nutritifs, principalement pour l'azote, le phosphore et le soufre (**BALESDENT, 1996**).

Elles sont dans leur ensemble par leur minéralisation, une source d'aliments de certains éléments nutritifs et la facilité de leur utilisation suite à la libération par oxydation de l'humus et de gaz carbonique (**GRISSA et BEN KHEDER, 2000**).

Selon **DUTHIL (1973)**, cette décomposition progressive est doublement intéressante :

D'une part, elle s'étale sur la quasi-totalité de la période de végétation, ce qui correspond bien à une alimentation régulière et continue et évite des pertes par lessivage ou par insolubilisation.

## **Chapitre II:La matière organique du sol**

D'autre part, elle apparaît « complète » que la destruction microbienne des débris végétaux enlève aussi bien N, P, K, Ca, S que d'autres éléments moins connus ou moins évidents Mg, Zn, B, Cu, Fe, Al, Si,.. Etc.

Les colloïdes humiques augmentent la capacité d'échange du sol dont un gramme fixe environ 5 fois plus de cations qu'un gramme d'argile (**SOLTNER, 2003**) Cette propriété rend la M.O dans certains milieux comme les sols sableux, la principale réserve des bases disponibles ( $K^+$  et  $Ca^{++}$ ) (**BALESDENT, 1996**).

### **7. c.L'effet de la M.O sur les propriétés biologiques du sol:**

Les apports organiques facilement fermentescibles permettent d'améliorer l'activité biologique (**PARR, 1973**).

Les M.O représentent un véritable substrat énergétique pour les micro-organismes pour synthétiser leurs propres protéines ainsi que pour former des métabolites (**RIBIERO, MOUREAUX, NOVIKOFF, 1976**).

Les matières organiques sont l'aliment des vers de terre et des arthropodes (insectes, acariens...)

(1). Les matières organiques jeunes apportent les sucres et les matières azotées nécessaires aux micro-organismes

(2). Les matières organiques, en améliorant la structure et l'aération du sol, favorisent le développement des bactéries aérobies, indispensables à la minéralisation et aux échanges dans la rhizosphère (3) (**SOLTNER, 2003**)

Par son rôle capital dans la fourniture des éléments majeurs et des oligo-éléments. Les M.O favorisant la croissance et la résistance des plantes aux parasitismes (**SOLTNER, 2003**).

Au contact du substrat minéral, elles ont une grande valeur comme amendement humique, comme « ensemencement microbien » et comme générateur d'enzymes, à ces points de vue, elles sont irremplaçables (**LASNIER-LACHAISE, 1973**).

---

## **Chapitre III :**

---

## **Les Sels solubles**

### 1- les différents sels dans les sols et leur interactions :

#### 1-1 Les Chlorures (CL<sup>-</sup>) :

-Les chlorures sont des sels principaux responsables de la formation des sols salés. Ils ont une solubilité très élevée avec une forte toxicité pour les végétaux (HULLIN, 1983).

##### a- Les chlorures de sodium NaCl :

D'après (Bourahla Lame, 1991), C'est un composant typique de sols sales très solubles (360g/l à 20° d'après LAX.E, 1978). Il influence Par exemple :

- CaCl<sub>2</sub> se dissout a 7g/l lorsqu'il y a 131g/l de NaCl.
- CaCl<sub>2</sub> se dissout a 2g/l dans les eaux douces.

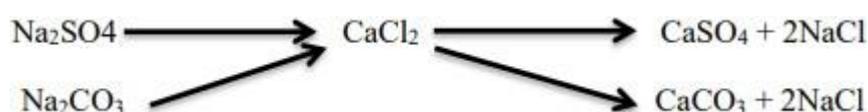
-C'est le sel le plus répandu, très soluble et hautement toxique (HULLIN, 1983 cité par Boukhalfa, 2013). Il est généralement soluble prédominant dans les eaux d'irrigation (Daoud et Halitim, 1994).

##### b-Chlorure de potassium KCl :

-C'est un sel voisin du NaCl ; mais répand peu dans la nature (HULLIN, 1983 cité par Boukhalfa, 2013). C'est un sel très peu rendu et ressemble au chlorure de sodium en général, tous les chlorures provoquent des liaisons, la plus connue est celles des brûlures, engendrant la tombées des feuilles et des fruits et ralentissement du développement des racines (BER-NSTEEIN et AYERS, 1951 cité par Bourahla Lame, 1991).

##### c-Chlorure de calcium CaCl<sub>2</sub> :

C'est un sel relativement rare dans les sols sales, cette pauvreté est due à sa réaction avec les Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ou Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pour former du CaSO<sub>4</sub> ou CaCO<sub>3</sub> (sels peu solubles) et s'accumule en profondeur ; c'est un sel hygroscopique soluble a 730g/l a 20°C (Bourahla Lame, 1991). Selon les réactions :



##### d- Chlorure de magnésium MgCl<sub>2</sub> :

C'est un sel relativement rare dans le sol, sauf dans les cas de forte salinité, sa solubilité est de l'ordre de 350 g/l qui fait de lui un sel de toxicité extrêmement élevée (HULLIN, 1983 par Boukhalfa, 2013).

#### Interaction :

Le chlorure de sodium (NaCl) constitue le principal agent responsable du stress salin chez les plantes (Rojas-Tapias et al, 2012). Toutefois, le NaCl est considéré comme le sel le plus important parce que les ions de Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> sont toxiques en excès à fortes concentrations pour les êtres vivants (Kaewmanee et al, 2013 par Rechidi, 2018). Ce type du sel affecte considérablement la croissance des microorganismes, les populations fongiques, bactériennes

(actinomycètes) diminuent en présence de 5% de NaCl (Omar et al, 1994 par Ghezal et Miloudi, 2019). Par exemple, il provoque une réduction de la division et l'allongement cellulaire (Zouaoui et al, 2019). Selon (Dellal.A et Halitim.A, 1992), NaCl est plus nocif et inhibe les activités enzymatiques que les autres sels tels que CaCl<sub>2</sub>. L'accumulation des ions de ce sel dans les nodosités peut affecter leurs métabolismes et inhiber leur rôle fondamental qui est la fixation de N<sub>2</sub> (Codovilla et al, 1995, Serraj et al, 1998, Faghire Mustapha, 2012). Dont les Rhizobiums (El-Sheikh et Wood, 1990), qui sont capables de capter l'azote de l'air pour l'oxyder et l'échanger avec la plante en forme minérale contre de la matière organique (Setia et Marschner, 2012 par KOUADRIA.M et al, 2020).

### 1-2-Les sulfates :

Les sels sulfatés se trouvent en quantités variables dans les sols, la conséquence de ces sels sur agriculture et la mise en valeur varient beaucoup avec leur composition chimique (FAO-UNESCO, 1967, in OMEIRI, 1994 cité par Boukhalfa, 2013).

Parmi ces sels nous avons :

#### a- Les sulfates de sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> :

-C'est un composant typique des sols salés, sa solubilité en général de l'ordre de 300 g/l, fait de lui un sel hautement toxique. Il se trouve abondant dans les zones arides et subarides (Servant, 1978). Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> est un sel neutre, sa solubilité est en fonction de la température. Donc son effet sur le système sol-plante est en fonction de la saison au tour d'année.

Température °C	Solubilité g/l
0	4479
10	82,6
20	160,2
30	325.2

**Tableau 01 : le degré de la solubilité du Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en fonction du Température (Bourahlalame, 1991).**

#### b- Les sulfates de magnésiums MgSO<sub>4</sub> :

Sel typique des sols sales très soluble (348g/l à 20°C), on le trouve généralement dans les eaux souterraines (Bourahla lame, 1991).

Ce qui le rend un sel toxique surtout pour la vie microbienne du sol. Mais l'augmentation des sels dans la solution du sol ne s'arrête pas uniquement à l'altération de la croissance et du rendement des plantes mais aussi à un déséquilibre dans la croissance des microorganismes (Dikilitas et Karakas, 2012).

### **c-Les sulfates de potassiums $K_2SO_4$ :**

C'est un type de sel très rare, identique à celui de sulfate de sodium  $Na_2SO_4$  (**Bourahla lame, 1991**).

### **d-Les Sulfates de Calcium $CaSO_4$ :**

Le gypse ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) est la forme la plus répandue, de point de vue toxicité, il est peu dangereux du fait de sa faible solubilité, mais il peut freiner le développement du système racinaire dans le cas d'une forte accumulation dans le sol (**HULLIN, 1983 par Boukhalfa, 2013**).

### **Interaction :**

Selon (**Bourahla lame, 1991**). En général les sulfates sont moins toxiques que les chlorures pour certaines plantes (**Eaton, 1942**) ; ils ont un effet inhibiteur sur la croissance ; lorsque la teneur dans le sol en sulfates il peut limiter l'activité de l'ion calcium (**François le, 1987**). La membrane cytoplasmique des microorganismes est perméable à l'eau, mais rarement aux autres métabolites. Ainsi, un choc hyper ou hypo-osmotique provoque chez la cellule un influx ou un efflux d'eau aboutissant, respectivement, à une augmentation ou une diminution du volume cytoplasmique, ce qui peut provoquer une plasmolyse (**Ghoul, 1990**). Mais il y a des microorganismes tolérants aux sels, trois groupes peuvent être définis en fonction de la concentration en sels nécessaire à une croissance optimale (**Larsen, 1986 par Aude Fourçans, 2004**).

---

**Deuxième partie:**

---

**Partie expérimentale**

---

## **Chapitre IV :**

---

## **Matériels et Méthodes**

### **Matériels et méthodes :**

#### **L'Objectif :**

L'objectif de cette recherche est d'évaluer la teneur de la matière organique sous différents traitements de sels. La démarche adoptée dans ce travail s'articule autour des points suivants :

- Prélèvement des échantillons de sol.
- Caractérisation des échantillons (Témoin), et mesure des différents paramètres étudiés
- . - Traitement avec des différentes concentrations des sels
- . - L'analyse physico-chimique

#### **Localisation d'essai :**

L'expérimentation a été affectée au sein de département du NTAA de la faculté SNV de Tiaret avec des conditions semi-contrôlées.

#### **Préparation des échantillons :**

Les échantillons de sol sont tamisés à 2mm; et stockés dans des sacs en plastique 4°C ,Parce que la détermination du carbone doit être appliquée à des échantillons « frais ».

#### **Le protocole expérimental :**

Cet essai est conduit dans des récipients en plastique. Ces pots sont remplis d'un mélange de sol et des concentrations égaux des différents sels étudiés.

**NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Ces pots ont mis dans l'étuve pour l'incubation pendant Vingt et un jours

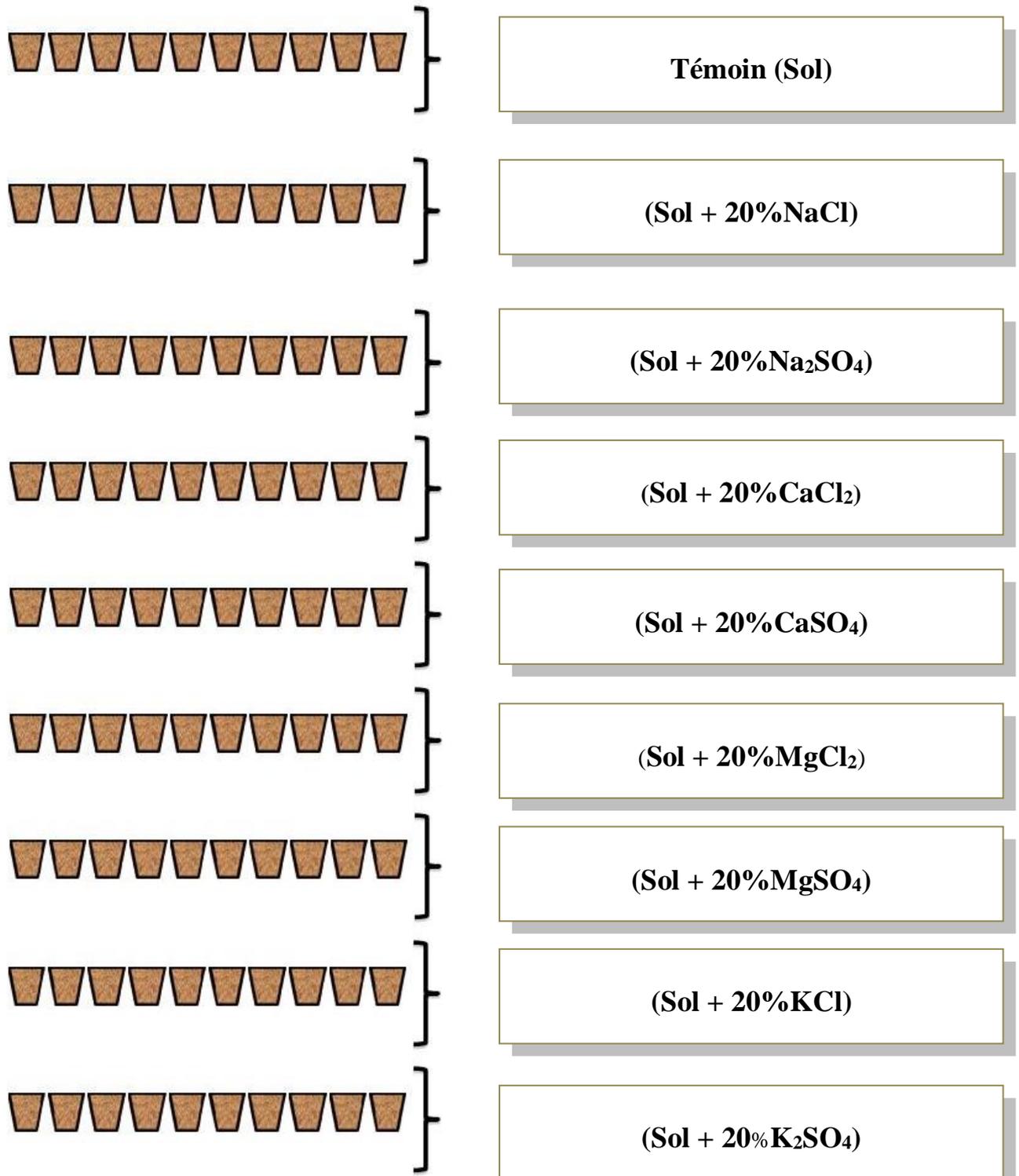


Figure06: Dispositif expérimental.



**Figure07 : Étuve à 28°C pour l'incubation.**

### Méthodes d'analyses:

Afin de caractériser notre sol dans l'étude suivante, nous avons choisi les méthodes d'analyse les plus simples et les plus adéquates

### 1. Analyses physiques

#### 1.1. Granulométrie:

L'analyse granulométrique est réalisée par méthode internationale de « **ROBINSON KHON** ».

Elle permet de déterminer la texture du sol inférieur à (2mm); en séparant les Fractions granulométriques

Il s'agit des argiles (0à2µm), des limons (2à50µm) a été effectué par pipette de ROBINSON et desables (50à200µm) récupérés par tamisage (**SOLTNER,2005**).

D'abord:

- Détruire la matière organique par l'utilisation de l'eau oxygène.
  - Disperser l'argile: en robant les particules et qui soudent les agrégats, par l'hexamaphosphate de sodium suite avec agitation mécanique.
  - Faire des prélèvements au cours de la sédimentation à une profondeur et instants précis pour l'isolement les fractions non tamis ables : argile, limon fins et grossier
- C'est la première étape de toute travaille expérimentale dans laboratoire alors que la composition granulométrie est exprimée en pour-cent (%).

#### 1.2. L'humidité :

L'humidité est la perte de poids après séchage a 105°C exprimée par rapport a la terre fine séchée a l'air. Les poids sont déterminés avec une balance de précision.

L'humidité pondérale (H%) du sol est déduite par la formule suivante :

$$H\% = (P_{\text{air}} - P_{105^{\circ}\text{C}}) * 100 / PS$$

### 2. Analyses physico-chimiques

#### 2.1. Le pH

Le pHeau d'un échantillon de sol, tel que mesure au laboratoire selon la norme ISO 10390, est le pH de la suspension résultant du contact de 1 volume de « terre fine » séché a l'air et passe à 2 mm avec 5 volume d'eau.

La lecture se fait à l'aide d'un pH-mètre

### 2.2. La conductivité électrique(CE)

Elle définit la quantité totale en sels solubles correspondant a la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels soluble présents dans ce sol. Elle est déterminée selon le rapport (1/5).

La mesure est effectuée sur le surnageant obtenu après centrifugation, a l'aide d'un conductivimètre ,Ilya deux unités de mesures différentes sont communément utilisés pour exprimer ce paramètre : le millimho/cm (mmho/cm) et le deci Siemens/ cm (dS/cm). Ce sont des termes de mesure identiques comme : 1mmho/cm = 0.1 S/m = 1dS/cm (BOB HARTEr, TIN MOTIS, 2016).

### 3. Analyses chimiques :

#### 3.1. Calcaire total

La quantité totale de calcaire est déterminée par la méthode gazométrique, moyennant le climatère de Bernard décrire par **DUCHAUF0UR (1976)**, en dosant la quantité totale des carbonates. Le principe est basé sur le volume de gaz carbonique dégagé lors de l'attaque d'un échantillon de terre par l'acide chlorhydrique dilué.

Cette technique est basée sur le dosage des carbonates dont la quantité est proportionnelle au volume de CO<sub>2</sub> dégagé lors de leur réaction avec l'acide chlorhydrique selon la réaction ci- dessous :



#### 3.2. Le calcaire actif

Le taux du calcaire actif est plus important a connaître que celui du calcaire total. C'est la forme de calcaire qui peut passer dans la solution du sol sous l'action de l'eau charger de CO<sub>2</sub> et d'acide humique (**GROS,1976**). Sa détermination est selon la méthode **DROUINEAU-GALET (1942)**, utilisant l'oxalate d'ammonium pour complexer le calcium sous forme d'oxalate de calcium insoluble. L'excès d'oxalate d'ammonium est dosé par le permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>) en milieu sulfurique.

#### 3.3. Dosage de Carbone organique (méthode Anne)

On a dosé le carbone organique selon Anne le protocole est le suivant :

- Dans un ballon de Pyrex peser 0.25 à 1 g de sol broyé, soit P0 g (teneurs en c<30mg).
  - Attaque oxydante : verser dans un ballon de 100 à 150 ml avec 10 ml de solution aqueuse de bichromate de potassium a 8% et 15 ml H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> pur. Porter a ébullition lente.
- Le ballon est relié à un réfrigérant ascendant. Compter le temps à partir de la première goutte condensée, laisser 5 mn a ébullition.
- Refroidir, transvaser dans une fiole de 100 ml. Ajuster avec les eaux de rinçage.

## Chapitre IV : Matériels et méthodes

-Prélever 20 ml (V) et verser dans un bécher de 400 ml. Diluer à 200 ml. Ajouter 1,5g de Naf pour rendre le virage plus visible. Verser 3 à 4 gouttes de diphénylamine.

-Titrer avec une solution de sel de mohr 0,2 N.

La liqueur primitive, brun-noirâtre ou violette vire au vert. Virage très sensible.

Soit X ml la chute de burette, et Y ml pour un essai témoin sans sol, ou avec sable calciné. 1ml de solution de mohr 0,2 N correspond a 0,615 mg de carbone C. partant d'une prise d'essai  $P_0$  g et d'une aliquote V ml/100, on a :

$$C\% = 6.15 \times \frac{Y - X}{V \times P_0}$$

( $P_0$  en gramme)

La matière organique est obtenue par la formule suivante :

$$MO\% = C\% \times 1,72$$

---

**Troisième Partie :**

---

**Résultats et discussion**

### Résultats et discussion :

Dans cette partie, nous rapportons les résultats des mesures de différentes analyses que nous avons effectuées sur le sol échantillonné. Sous forme des tableaux et des graphiques.

#### 1. Résultats d'analyses physico-chimique du sol avant le traitement :

Les résultats des analyses des principaux paramètres physico-chimiques du sol étudié sont présentés dans le (Tableau 02 ).

<b>Granulométrie</b>	<b>Argile</b>	<b>31</b>
	<b>Limon (%)</b>	<b>42</b>
	<b>Sable (%)</b>	<b>27</b>
<b>Caractéristiques Physico-chimiques</b>	<b>pH</b>	<b>7,6</b>
	<b>Conductivité électrique mS/cm</b>	<b>0,19 = 197 <math>\mu</math>S</b>
	<b>Calcaire totale (%)</b>	<b>12.2</b>
	<b>Calcaire actif (%)</b>	<b>2,15</b>
	<b>C.org (%)</b>	<b>0,98</b>
	<b>MO (%)</b>	<b>1.68</b>
	<b>N (%)</b>	<b>0,12</b>
	<b>C/N</b>	<b>8.16</b>

**Tableau 02: Analyse descriptive des principaux paramètres physico-chimique du sol.**

Les résultats dégagés de cette étude révèlent que :

- Ce sol est représenté par une dominance en limons (texture limoneuse).
- Le pH de ce sol est basique.
- Ce sol possède de très faibles teneurs en sel (non sale).
- La teneur en matière organique est relativement faible.
- Le calcaire total est de 12,2%, le calcaire actif est de 2,15% alors que le sol étudié est modérément calcaire ;
- Le taux de carbone est faible (0,98%) donc il est inférieur à 1%.  
Selon **DUCHAUFOR (1984)** ce sol est pauvre en carbone organique.

**2. Résultat et discussions d'analyse physico-chimique après les traitements:**

Les échantillons du sol qui nous avons vu dans le dispositif expérimental sont traités aux différents sels :

- **Traitement 1** : 20% de (NaCl)
- **Traitement 2** : 20% de (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- **Traitement 3** : 20% de (CaCl<sub>2</sub>)
- **Traitement 4** : 20% de (CaSO<sub>4</sub>)
- **Traitement 5** : 20% de (MgCl<sub>2</sub>)
- **Traitement 6** : 20% de (MgSO<sub>4</sub>)
- **Traitement 7** : 20% de (KCl)
- **Traitement 8** : 20% de (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

-les résultats obtenus lors des différents traitements correspondent a la moyenne de cinq (5) analyses des échantillons, ces dernières sont motionnés dans le tableau ci-dessous (Tableau 03)

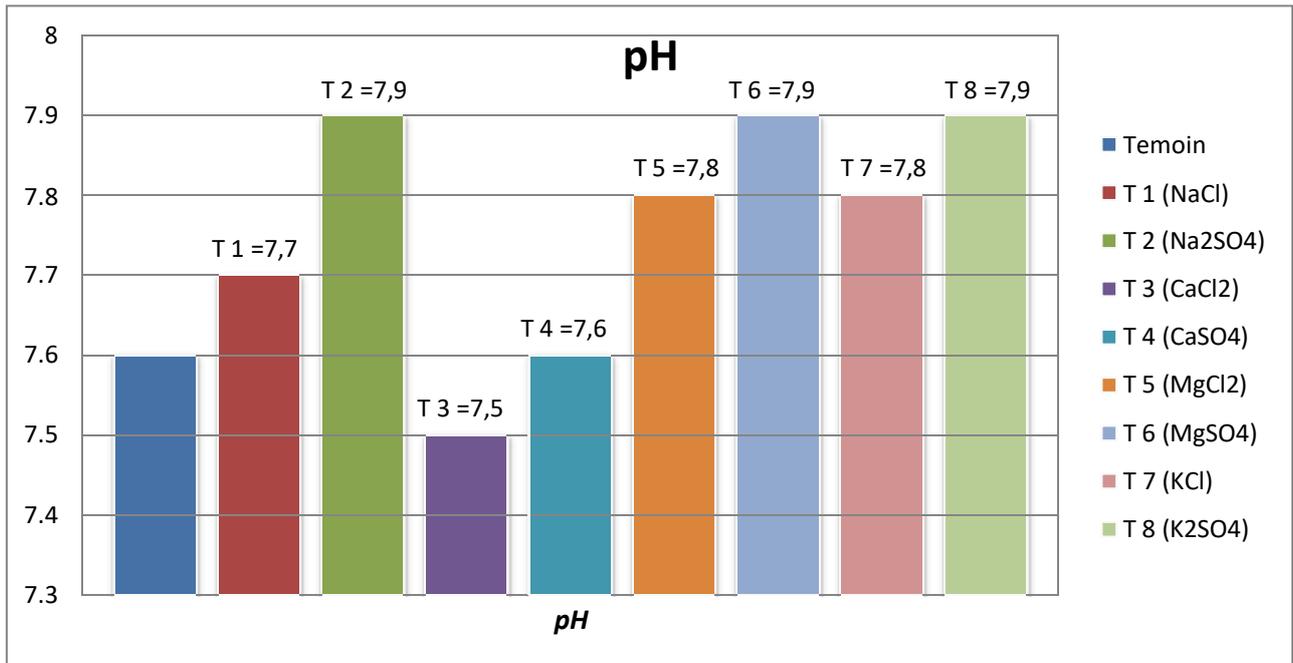
Paramètre Traitement	pH	Conductivité électrique (mmhos\cm)	Calcaire Total %	Calcaire Actif %	Carbone organique (%)
T 1 (NaCl)	7.7	3.3	14.8	2.8	0.42
T 2 (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	7.9	3.9	15.3	3.01	0.40
T 3 (CaCl <sub>2</sub> )	7.5	3.4	18.3	3.8	0.42
T 4 (CaSO <sub>4</sub> )	7.6	4.8	17.8	3.7	0.37
T 5 (MgCl <sub>2</sub> )	7.8	4.2	14.1	2.9	0.65
T 6 (MgSO <sub>4</sub> )	7.9	4.3	13.8	2.3	0.62
T 7 (KCl)	7.8	4.1	13.8	2.8	0.57
T 8 (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	7.9	4.2	13.4	2.47	0.52

**Tableau 03 : Valeurs des paramètres physico-chimiques après les traitements.**

### 2.1. Effet des différents traitements sur pH :

Le **pH** eau ou l'acidité actuelle est le premier indicateur de toute évolution physicochimique des sols.

Il s'agit d'un paramètre relativement facile à mesurer.



**Figure08 : Histogramme de la variation du pH en fonction des différents traitements de sels.**

Le **Tableau 03** dévoile les résultats d'analyses du pH de nos quatre groupes d'échantillons. On remarque que les valeurs du pH oscillent entre **7.5** et **7.9**

-Le traitement **T1** et **T2** et **T5** et **T6** et **T7** et **T8** représentent les valeurs les plus élevées respectivement (**pH= 7.7. PH =7.9.PH =7.8.PH=7.9.PH=7.8.PH=7.9.PH=.7.8.PH=7.9.**) Par rapport au **témoin (PH=7,6)** et aux autres traitements **T3** et **T4** (légère augmentation), cette augmentation est probablement due aux différents bases échangeables qui ont tendance à rendre ce dernier légèrement basique .

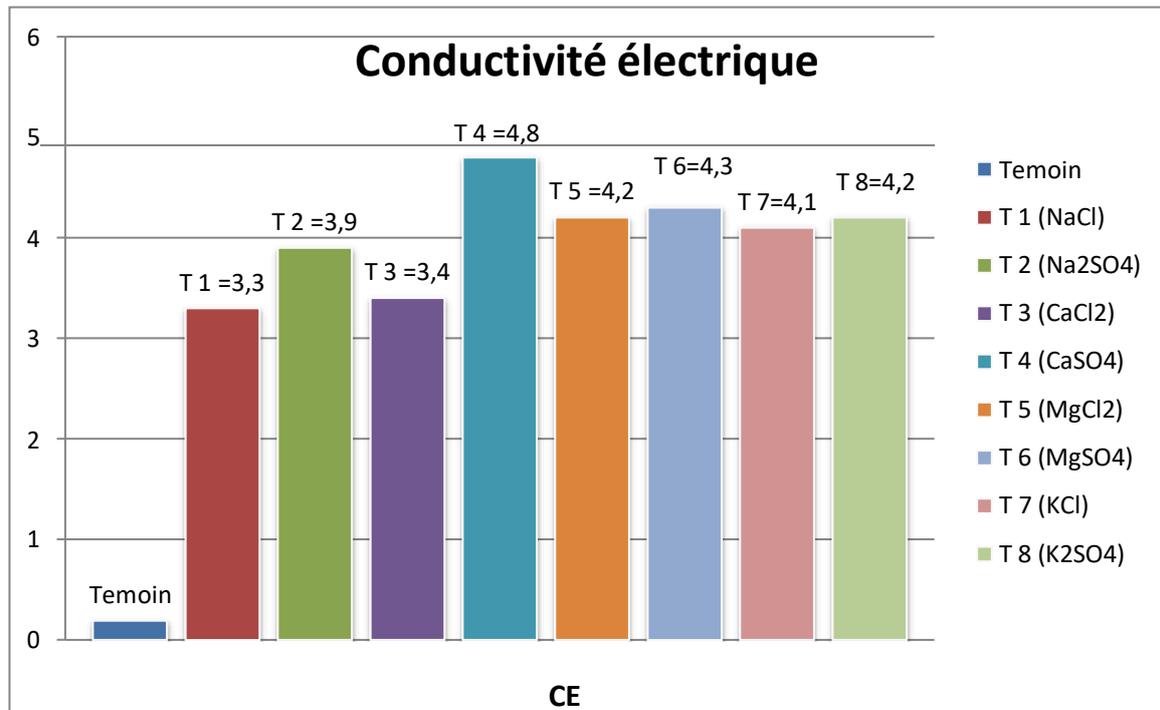
-les sols sales ont un pH généralement supérieur à **7**, il peut atteindre des valeurs nettement supérieures à **8** quand il y a une forte abondance et une diversité en espèce chimique de sels.

-Le processus d'alcalinisation se traduit par une augmentation du pH du sol suite à l'accumulation des bases faibles c'est-à-dire un excès de carbonates ; (**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**) et (**MgSO<sub>4</sub>**) et (**Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**) qui sont des sels alcalins confèrent au sol un pH fortement élevé (**BEN HADJTAHER, 2016**).

## 2.2. Effet des différents traitements sur la Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique d'une solution de sol est un indice important des teneurs en sels solubles dans le sol

La Figure 09 représente les variations du CE en fonction de type de sel.



**Figure 09 : Histogramme de la Variations du CE en fonction des différents traitements de sels.**

La conductivité électrique moyenne du témoin diffère à celles des huit traitements utilisés (T1 :Na cl, et T2: Na<sub>2</sub> So<sub>4</sub> et T3 :cacl<sub>2</sub> et T4:caso<sub>4</sub> et T5 :MgCl<sub>2</sub> et T6:MgSO<sub>4</sub> et T7:KCl et T8:K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), cette différence est variable en fonction de la nature des sels. voir (Figure04).Mais dans le traitement T4, nous marquons une valeurs maximal (4,8 mmhos/cm).

La valeur du témoin et les valeurs des sols dans les huit traitements montrent qu'ils appartiennent à deux classes de salinité différente selon (Durand, 1983 )

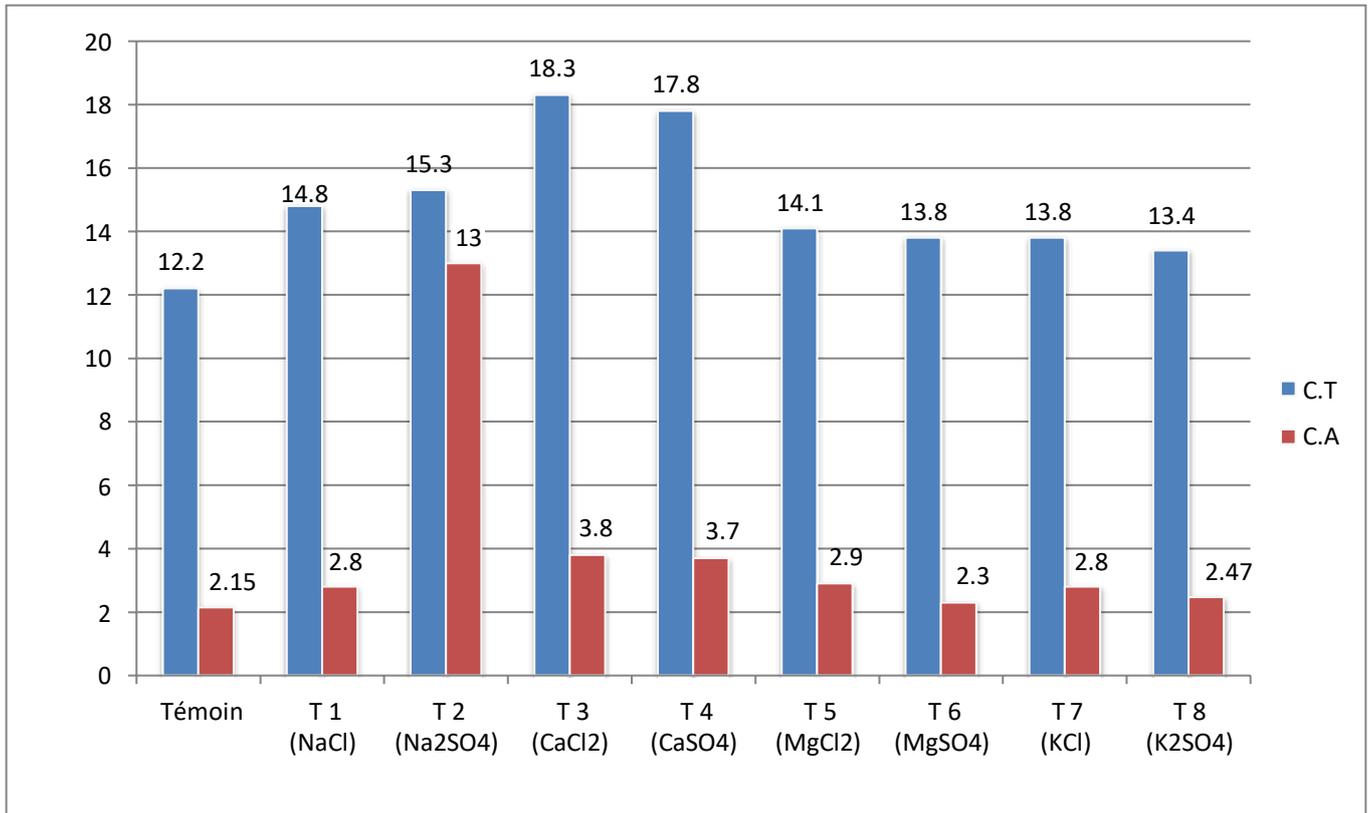
- ❖ Témoin Non salé CE (suspension sol/eau= 1/ 2.5) → < 500 u S/ cm ;
- ❖ T1.T2.T3.T4.T5.T6.T7.T8. Très salé 2000 < CE (suspension sol/eau= 1/ 2.5) < 4000 u S/cm ;

L'élévation de la conductivité électrique dans les échantillons traités est due certainement aux sels ajoutés ; d'après CALVET (2003), plus la concentration des sels dissous est importante, plus la conductivité électrique est élevée.

### 2.3. Effet des différents traitements sur le Calcaire total et calcaire actif :

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire de sol représente sous toutes dimension (toutes les tailles). Le calcaire actif correspond à la fraction fine qui entre dans les réactions du sol.

-Le sol étudié est légèrement calcaire, ceci explique que la variabilité des paramètres biologique est en fonction de la teneur du calcaire présent dans le sol.



**Figure 10 :Histogramme da la Variations du C.T et C.A en fonction des différents traitements de sels.**

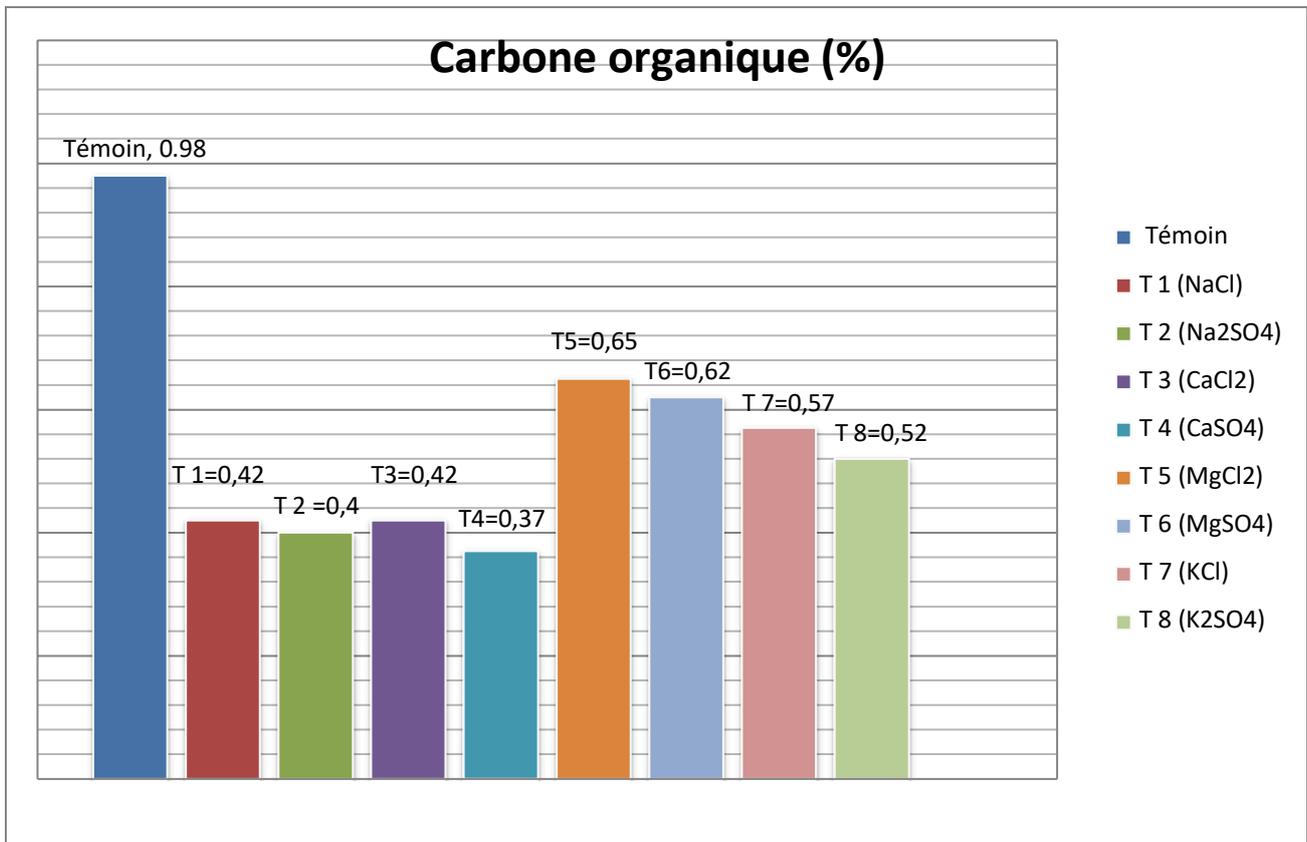
-L'échantillon du sol le plus riche en calcaire est celui du traitement **T3(CaCl<sub>2</sub>)** de **18.3**, ceci est valable aussi pour le calcaire actif avec une valeur de **3, 8%**(Figure10). Ces accroissements sont dus aux carbonates de sodium. En parallèle on remarque que dans les autres traitements une légère diminution des taux de Calcaire total ; entre(**18.3% a17.8%**) et(**3.8% a 3.7%**) pour le calcaire actif.

On remarque que la présence des sels et précisément le CaCl<sub>2</sub> à un effet sur l'augmentation du taux de carbonates dans le sol.

-Le taux de calcaire total après les traitements reste dans la classe « **modérément calcaire** » (**BAISE, 2000**).

--Les résultats du calcaire actif ne suivent pas l'évolution du calcaire total, ceci est dû à l'existence des teneurs initiales du calcaire avant les traitements appliqués.

2.4. Effet des différents traitements sur Carbone Organique (CO)



**Figure11:Histogramme de la variation du Carbone organique en fonction des différents traitements de sels.**

Nous constatons d’après la Figure 11 ,que le taux de Carbone organique après les traitements diminue par rapport la teneur de sol témoin 0,98%. Cette diminution variée selon le type des sels ajoutés. Donc on remarque que la teneur de Carbone organique (%) est moins faible dans les traitements 2 et 4 respectivement (0,4%et 0,37%), Que les autres traitements des sels NaCl et Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,et CaCl<sub>2</sub> ,MgCl<sub>2</sub> ,MgSO<sub>4</sub>, KCl , K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cette diminution est due à une minéralisation déclenchée mais cette dernière est relativement faible dans le sol .

# **Conclusion générale**

---

### Conclusion générale :

Le carbone est le principal composant de la matière organique du sol, et il est possible d'évaluer ce dernier par les différentes méthodes chimiques.

L'approche prise en considération dans cette étude est d'essayer de se rapprocher de la réalité du terrain en appliquant les traitements de sels les plus abondants dans le sol et de voir l'évolution du carbone dans ces situations.

Le travail réalisé dans ce mémoire nous a permis d'avoir certains renseignements sur l'effet du faciès salin (  $\text{NaCl}$  ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ,  $\text{CaCl}_2$  ,  $\text{CaSO}_4$  ,  $\text{MgCl}_2$  ,  $\text{MgSO}_4$  ,  $\text{KCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ) sur le stock organique avec des doses constantes de 20%.

Au terme de cette étude expérimentale, il est parait nécessaire de dégager les principaux résultats :

- La variation du **pH**, la conductivité électrique ainsi que le calcaire sont en relation directe avec les différents sels utilisés durant l'expérimentation.
- Le pH très alcalins pour les traitements des sels carbonate.
- La conductivité électrique (**CE**) est plus élevée dans les traitements des sels  $\text{CaSO}_4$  et  $\text{MgSO}_4$ .
- Le carbone organique est moins sensible aux sels carbonatés car les carbonates ont un rôle stimulant sur l'activité biologique du sol en occurrence la minéralisation du carbone.

D'une manière générale on constate que les sels neutres (chlorures et sulfates) malgré leurs concentrations élevées le processus de minéralisation est toujours actif dans le sol ce qui explique la diminution de la teneur du carbone .cette activité est due du faite que la minéralisation du carbone est le sort d'une gamme diversifié de micro organismes (bactéries, champignons, algues, actinomycètes), donc il ya toujours une relève dans le processus de minéralisation.

En peut conclure que les traitements à base de chlorures et sulfates n'ont pas une grande influence sur la minéralisation du carbone organique ce qui nous ramènent à dire que la salinisation n'a pas d'effet inhibiteur sur l'activité des microorganismes telluriques.

Enfin, d'une manière générale, cette expérimentation ouvre les portes de recherche pour d'autres perspectives intéressantes dans ce vaste domaine, comme l'étude de l'effet de la variabilité des sels ce qui va nous rapprocher au maximum de la réalité du terrain.

### Références bibliographique :

- **ALEXANDER E. B., 2014.** Soil in Natural Landscapes. CRC PRESS. •
- **Aubert Georges et Boulaine Jean, 1980.** Que sais-je ? La pédologie. Presses universitaires • de France N°27139. Collection Encyclopédique, fondé par Paul Angoulvent.
- **Aude Fourçans, 2004.** Dynamique des communautés bactériennes de tapis microbiens soumis aux stress environnementaux. Thèse doctorat, Microbiologie. Université de Paul et des pays de L'ADOUR
- **Baise D., 2000.** Guide Des Analyses En Pédologie
- **Bourahla lame, 2017.** Etude du comportement de la biomasse microbienne des sols steppiques d'Algérie. Thèse doctorat, Sciences de la vie. Université de Mascara – Algérie
- **Daoud.Y et Halitim.A, 1994.** Irrigation et salinisation au Sahara algerien. Séchresse, 3(5) : 151\_160.
- **Dellal.A et Halitim.A, 1992.** Activités microbiologiques en conditions salines cas de quelques sols salés de la région de Relizane (Algérie). Cah. Agri. Vol1, N°5, éd. John Libbey Euro texte. Paris.
- **Dellal.A, 1984.** Réaction du riz à la salure en relation avec la dynamique des équilibres • ionique, Nitrification et dégagement de CO<sub>2</sub> en sol salé.
- **DERDOUR H., 1981.** Contribution a l'étude de l'influence du taux de sodium • échangeable sur le comportement au compactage, thèse Magistère INA, Alger, 146P.
- **DIAZ E., ROLDAN A, LAX A., et ALBALADEJO J., 1994.** Formation of stable •
- **DJILI K., 2000.** Contribution à la connaissance des sols du nord de l'Algérie. Création –
- **DOLMAN H., 2019.** Biogeochemical cycles and climate •
- **DUCHAUFEUR Ph, Introduction a la science du sol, végétation, environnement. •**  
6 eme Edition l'abrege de pedologie. Masson. 331P
- **DUCHAUFOUR PH, Abrège de pédologie. Edition Masson paris. P317. •**
- **Duchaufour.Ph, 1983.** Pédogénèse et classification. 2eme édition, Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan, Mexico, São Paulo. Sous correction de Duchaufour.Ph et Souchier.B.
- **EKSCHMITT, K., LIU, M., VETTER, S., FOX, O. & WOLTERS, V., 2005.** Strategies used by soil biota to overcome soil organic matter stability—why is dead organic matter left over in the soil ? Geoderma, 128:167-176
- **ESSINGTON M., E., 2004.** Soil and Water Chemistry. CRC Press .P129.150. •
- **Faghire Mu, 2012.** Rôle des microorganismes symbiotiques (cas de Rhizobia) dans l'amélioration de la production agricole de Phaseolus Vulgaris sous stress salin. Thèse doctorat, Agrophysiologie et Microbiologie des symbioses. Univ. GADI Ayad MARRAKECH\_MAROC

## Références bibliographique

- **GOBAT J., ARAGNO M., MATTHEY W., 2010.** Le sol vivant. bases de pedologiebiologie des sol.3eme Edition.press polytechnique et univairsitaires romandes.italie.P12.P3
- **HULLIN M., 1983.** Cours de drainage. Partie consacrée aux sols sales. Cours polycopie,• Vol3 .INA,Algerie.P139
- **Jaafar, Mu ,O (2013)** :Management of soils affected by salinity and sodium in agricultural crops, sudan university house for publishing, printing and distribution.
- **KHAN T.,O.,2013.**Soils, Principals Proprieties and Managments.Springuer.london.●
- **KOUADRIA.M. ; SEHARI.M ; HASSANIA ; KOULALIA ; ZOUABLIA.S, 2020.** Effet du stress salin sur le système foliaire d'une légumineuse vivrière (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivé dans un sol de bentonite. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2020) 8(1) : 37 – 41.
- **MOLINA F. V., 2014.**Soil Colloids,properties and ion binding. CRC Press.P215.P337.●
- **ROBERT M., 1996.** Le sol, interface dans l'environnement, ressource pour le• développement, paris, P241.
- **Roger PA ; Garcia J-L, 2001.** Introduction à la microbiologie du sol, polycopie de cours.● Université de Provence ; Université de la Méditerranée \_ Ecole sup. d'Ing. De Luminy. 191 P
- **RouaaHunter Follett. (1995)** : Fertilizers and soil improvers, omar mukhtar university publications, pp. (370-374) (946-948)
- **SCHVARTZ C., MULLER J., DECROUX J., 2005.** Guide de la fertilisation raisonnée.Edition.France Agricole.P89
- **SOLTNER. D, 2005.** Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration. Tome I, 24emè édition; collection Sciences et techniques agricoles.

## Annexes:

Température °C	Solubilité g/l
0	4479
10	82,6
20	160,2
30	325.2

**Tableau 1 : le degré de la solubilité du Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en fonction du Température (Bourahla lame, 1991).**

Granulométrie	Argile	31
	Limon (%)	42
	Sable (%)	27
Caractéristiques Physico-chimiques	pH	7,6
	Conductivité électrique mS/cm	0,19 = 197 µS
	Calcaire totale (%)	12.2
	Calcaire actif (%)	2,15
	C.org (%)	0,98
	MO (%)	1.68
	N (%)	0,12
	C/N	8.16

**Tableau 02: Analyse descriptive des principaux paramètres physico-chimique du sol**

<b>Paramètre Traitement</b>	<b>pH</b>	<b>Conductivité électrique (mmhos/cm)</b>	<b>Calcaire Total %</b>	<b>Calcaire Actif %</b>	<b>Carbone organique (%)</b>
<b>T 1 (NaCl)</b>	<b>7.7</b>	<b>3.3</b>	<b>14.8</b>	<b>2.8</b>	<b>0.42</b>
<b>T 2 (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>	<b>7.9</b>	<b>3.9</b>	<b>15.3</b>	<b>3.01</b>	<b>0.40</b>
<b>T 3 (CaCl<sub>2</sub>)</b>	<b>7.5</b>	<b>3.4</b>	<b>18.3</b>	<b>3.8</b>	<b>0.42</b>
<b>T 4 (CaSO<sub>4</sub>)</b>	<b>7.6</b>	<b>4.8</b>	<b>17.8</b>	<b>3.7</b>	<b>0.37</b>
<b>T 5 (MgCl<sub>2</sub>)</b>	<b>7.8</b>	<b>4.2</b>	<b>14.1</b>	<b>2.9</b>	<b>0.65</b>
<b>T 6 (MgSO<sub>4</sub>)</b>	<b>7.9</b>	<b>4.3</b>	<b>13.8</b>	<b>2.3</b>	<b>0.62</b>
<b>T 7 (KCl)</b>	<b>7.8</b>	<b>4.1</b>	<b>13.8</b>	<b>2.8</b>	<b>0.57</b>
<b>T 8 (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>	<b>7.9</b>	<b>4.2</b>	<b>13.4</b>	<b>2.47</b>	<b>0.52</b>

**Tableau 03 : Valeurs des paramètres physico-chimiques après les traitements.**

pH inférieur à 3,5	hyperacide
pH entre 3,5 et 4,2	très acide
pH entre 4,2 et 5,0	acide
pH entre 5,0 et 6,5	peu acide
pH entre 6,5 et 7,5	neutre
pH entre 7,5 et 8,7	basique
pH supérieur à 8,7	très basique

**Tableau 04 : les 7 domaines de pH eau distingués par le référentiel pédologique (AFES, 2009) pour des horizons de sols et des qualificatifs correspondants (BAISE, 2018) :**

Classes	Conductivité électrique En (ms/cm) à 25°C	Désignation
01	$\leq 0.6$	Sol non salé
02	$0.6 < CE \leq 1.2$	Sol peu salé
03	$1.2 < CE \leq 2.4$	Sol salé
04	$2.4 < CE \leq 6$	Sol très salé
05	$> 6$	Sol extrêmement salé

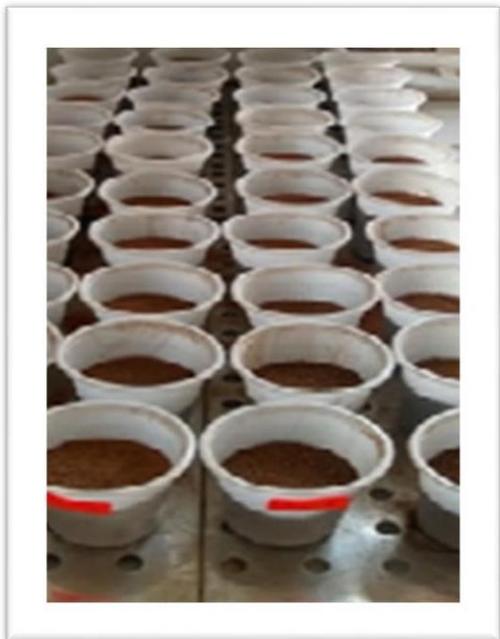
**Tableau 4 : Classe de la salinité en fonction de la conductivité électrique (CE) à l'extrait de pate saturée (AUBERT, 1978) :**

$CaCO_3$ %	Classe de sols
$\leq 1$	Non calcaire
$CaCO_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < CaCO_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < CaCO_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < CaCO_3 \leq 80$	Très fortement calcaire
$> 80$	Excessivement calcaire

**Tableau 5 : Calcaire total (BAIZE, 1998) :**

Les photos :

**Photo 1 : le dispositif expérimental**



**Photo 2 : Compteur pH**



**Photo 3 compteur de conductivité.**



### Résumé

La salinisation joue un rôle majeur dans la dégradation des sols et elle menace à court terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe. Ce phénomène correspond à l'accumulation excessive des sels très solubles dans la partie superficielle des sols ce qui se traduit par une diminution de la fertilité du sol. Le travail réalisé dans ce mémoire nous permet d'avoir certains renseignements, sur l'effet des doses de sels sur la minéralisation du carbone organique et par conséquent sur les microorganismes qui transforment et dégradent cette dernière.

L'effet des sels neutres apparait important sur la dégradation de la matière organique et sur les autres paramètres édaphiques (pH, calcaire total, calcaire actif, et la conductivité électrique).

Les différents traitements de sels ont montrés que le stress salin a un effet inhibiteur faible sur l'activité des microorganismes telluriques, car la minéralisation de la matière organique est le sort d'une gamme importante de microorganismes.

Mots clé : salinisation, sels solubles, sels neutres

يلعب التملح دوراً رئيسياً في تدهور التربة، وتؤثر على المدى القصير، ويهدد جزءاً من المناطق القابلة للزراعة في العالم. تتوافق هذه الظاهرة مع التراكم المفرط لألأملاح شديدة الذوبان في الجزء السطحي من التربة مما يؤدي إلى انخفاض في خصوبة التربة. هذه الأطروحة تتيح لنا الحصول على معلومات معينة حول تأثير جرعات الأملح على تمعدن الكربون العضوي وبالتالي على الكائنات الحية الدقيقة التي تحول وتحلل هذا الأخير

يبدو أن تأثير الأملح المتعادلة مهم في تحلل المادة العضوية وعلى العناصر المكونة الترب

أظهرت معالجات الملح المختلفة أن الإجهاد الملحي له تأثير مثبط ضعيف على نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تحملها.. التربة، أن تمعدن المادة العضوية هو مصير مجموعة واسعة من الكائنات الحية الدقيقة  
كلمات مفتاحية: ملوحة، الأملح المذابة، الأملح القاعدية

Salinization plays a major role in soil degradation and in the short term it threatens a significant portion of the world's arable land. This phenomenon corresponds to the excessive accumulation of very soluble salts in the superficial part of the soil which results in a decrease in soil fertility. The work carried out in this thesis allows us to have certain information on the effect of doses of salts on the mineralization of organic carbon and consequently on the microorganisms which transform and degrade the latter.

The effect of neutral salts appears to be important on the degradation of organic matter and on other edaphic parameters (pH, total limestone, active limestone, and electrical conductivity).

The various salt treatments have shown that salt stress has a weak inhibitory effect on the activity of soil-borne microorganisms, because the mineralization of organic matter is the fate of a wide range of microorganisms.

Keywords: Salinisation, soluble salts, neutral salts