

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 Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Science du sol

Présenté par :

Meme ZOUABLIA Soumia

Thème

**L'effet de la nature des sels sur le stock organique et
l'azote dans le sol**

Soutenu publiquement le 10 /09/2020

Jury:

Grade

Présidente: Meme BOUAZZA K.

MCB

Encadrant Mr OUADAH S.

MAA

Co-encadrant Meme OULBACHIR K. Pr

Examineur 1: Mr BENAHMED M.

MCB

Année universitaire 2019-2020

Remerciement

Je remercie tout d'abord, DIEUX TOUT PUISSANT ET MISERICORDIEUX de m'avoir donné la force, la volonté, la patience et le courage pour achever ce travail scientifique. MERCI DIEUX.

Je remercie sincèrement Mr. Le professeur OUADAH SAHRAOUI qui ma encadre et aide à mener à terme cette thèse, par expérience et son apport scientifique.

Je remercie vivement les membres de jury ayant accepte de consacrer leur temps a l'évaluation de cette thèse. Merci donc au :

-Melle BOUAZZA K, MCB

- Mr BENAHMED M. MCB

Un remerciement tout particulier a ma famille, spécialement mon époux, Pour leur soutien. Enfin, je tien à remercier toutes les personnes qui ont participer de près ou de loin a la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes parents et mes beaux parents

A mon cher époux

A mes deux enfants

A toute la famille

A tous ceux que j'aime.

Soumia

Sommaire

<i>Remerciement</i>	II
<i>Dédicace</i>	III
<i>Liste des abréviations</i>	VII
<i>Liste des figures</i>	VIII
<i>Liste des tableaux</i>	IX
<i>Introduction général</i>	1
I. Le sol milieux à trois phases :	5
I.1.Qu'est-ce qu'un sol ?.....	5
I.2.Les différentes constituants du sol.....	5
I.2.1. La phase solide du sol	5
I.2.2. La phase liquide du sol.....	6
I.2.3. La phase gazeuse du sol	6
II. Le milieu salin	9
II.1. La salinité des sols	9
II.1.1. Définition de la salinité et la salinisation des sols	9
II.1.2. L'origine de la salinité	9
II.1.4 Caractéristiques pédologiques des sols sales	12
II.2. Principaux sels solubles	12
II.2.1. Chlorures	12
II.2.2. Sulfates	13
II.2.3. Carbonates	13
II.3. Effets de la salinité sur le sol	14
II.3.1. Sur les propriétés physiques	14
II.3.2. Sur les propriétés chimiques.....	15

II.3.3. Sur les propriétés biologiques.....	16
III. Stock organique dans le sol	18
III.1. Définition de la matière organique du sol.....	18
III.2. L'origine de la matière organique du sol.....	18
III.3. Composition de la matière organique	19
III.3.1. Les substances non-humique	19
III.3.2. Les substances humiques	21
III.4. Evolution de la matière organique dans le sol.....	22
III.4.1 L'humification	22
III.4.2. La minéralisation	23
III.5. Fonction de la matière organique.....	24
III.6. Les cycles biogéochimiques de l'azote et de carbone.....	25
III.6.1. Le cycle biogéochimique de Carbone	25
III.6.2. Le cycle de l'azote	27
I.1.Matériels :	31
I.1.1.L'Objectif :	31
I.1.2. La région de prélèvement:	31
I.1.3. Echantillonnage:	31
I.1.4. Localisation d'essai :	31
I.1.5. Détermination du taux d'humidité :	31
I.1.6. Le protocole expérimental :	32
I.2.Méthodes d'analyses	34
I.2.1. Analyses physiques	34
I.2.1.1. Granulométrie.....	34
I.2.1.2. L'humidité	34

I.2.2. Analyses physico-chimiques	35
I.2.2.1. Le pH	35
I.2.2.2. La conductivité électrique (CE)	35
I.2.3. Analyses chimiques :	35
I.2.3.1. Calcaire total	35
I.2.3.2. Le calcaire actif	36
I.2.3.3. Dosage de Carbone organique (méthode Anne)	36
I.2.3.4. Dosage de l'azote total	37
II. Résultats et discussion :	39
II.1. Résultats et discussions d'analyse physico-chimique du sol avant le traitement :	39
II.2. Résultat et discussion d'analyse physico-chimique après les traitements	40
II.2.1. Discussions des résultats du pH après les traitements	41
II.2.2. Discussions des résultats du CE après les traitements	42
II.2.3. Discussions des résultats du Calcaire total et actif après les traitements	43
I.2.4. Discussions des résultats du matière organique (MO) après les traitements	45
I.2.5. Discussions des résultats de l'azote total après les traitements	46
I.2.6. Discussions des résultats de rapport C /N après les traitements	47
Références bibliographique	50
Annexe	55

Liste des abréviations :

- **CaCo3** : carbonate de calcium.
- **CE** : Conductivité Electrique.
- **CEC** : Capacité d'Echange Cationique.
- **CO%** : Pourcentage de Carbone Organique.
- **CO2** : Dioxyde de Carbone.
- **H%** : Pourcentage d'Humidité.
- **H2O** : Molécule d'eau.
- **HCL** : Acide chlorhydrique.
- **KCL** : Chlorure de Potassium.
- **MO** : Matière Organique.
- **MO%** : Pourcentage de Matière Organique.
- **N** : azote.
- **NH4+** : Ammonium.
- **NO2-** : Nitrites.
- **NO3-** : Nitrates.
- **P**:Phosphore.
- **pH** : Potentiel d'hydrogène.
- **SS** : Sels Solubles.

Liste des figures :

Figure 1 : décomposition de la matière organique fraîche : humification et minéralisation

Figure 2 : la fonction de la matière organique du sol

Figure 3 : Cycle de carbone

Figure4 : Cycle de l'azote

Figure5 :Dispositif expérimentale

Figure6 : étuve à 28°C pour l'incubation

Figure7 : Histogramme de la variation du p H en fonction des différents sels traités.

Figure8 : Histogramme de la Variations du CE en fonctions des différents selstraités.

Figure9 : Histogramme de la Variations du Calcaire total et actif en fonctions des différents selstraités.

Figure10 : Histogramme de la variation de l'azote total en fonction des sels traités.

Figure11 : Histogramme de la variation du C/N en fonction des sels traités.

Liste des tableaux :

Tableau1 : Classification des sols salins et alcalins

Tableau2 : Caractéristique physico-chimiques des sols salins et alcalin

Tableau3 : Les principales caractéristiques des substances humiques

Tableau4: Analyse descriptive des principaux paramètres physico-chimique du sol.

Tableau5 : Valeurs des paramètres physico-chimiques après les traitements

INTRODUCTION

Introduction général

Introduction général :

Le sol est actuellement considéré comme une interface dans l'environnement et une ressource pour le développement. Naturellement, le sol est une ressource lentement renouvelable. Or, du fait des activités humaines, les sols sont soumis à différentes formes de dégradation, le plus souvent irréversibles (**BOUALLA et al., 2012**).

Parmi ces dégradations, la salinisation des terrains agricoles. Selon **FAO (2009)** la salinisation affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente. Il a été estimé que plus de 50% des terres arables seront salinisées en l'année 2050 (**JAMIL et al., 2011**). En Algérie, près de 10 à 15% des terres irriguées sont affectées, occupant 3.2 millions d'hectares de la superficie totale localisées aussi bien au Nord qu'au Sud du pays (**SILINI, 2016**). Le sol et sa matière organique représente un véritable « carrefour multifonctionnel » (**GOBAT et al., 2010**) : ils jouent un rôle essentiel dans la productivité agricole mondiale (**LAL et al., 2004**) ; ils constituent l'habitat et le substrat indispensable pour une multitude d'être vivants ; ils contrôlent les flux des grands cycles biogéochimiques (cycle de l'eau, cycle du carbone, de l'azote, du phosphore....).

Le carbone est l'élément majoritaire des matières organiques du sol (environ 50%), qui contiennent également 40% d'oxygène, 5% d'hydrogène, 4% d'azote et 1 % de soufre (**CHRISTIAN, 2015**).

La diversité microbienne et son lien avec les fonctions du sol est une question en plein essor (**DUMONT et MURRELL, 2005 ; HATTENSCHWILER et al., 2005 ; MORALES et HOLBEN, 2011**). Les microorganismes ont un rôle primordial dans les cycles des éléments carbone et azote dans le sol, notamment car ils sont les principaux acteurs de la décomposition de la matière organique (**SWIFT et al., 1979**).

Par ailleurs, les concentrations élevées en sels agissent négativement sur la taille et l'activité microbiologique du sol, particulièrement sur les processus biologiques impliquées dans l'accumulation et la minéralisation de la matière organique. En conséquence, ces sols sont déficients en composés humiques polycondensés et en nombreux éléments nutritifs tels que le N,

Introduction général

P, S, Cu, Mn, Mo, et Zn, nécessaires a la vie des plantes (NAIDU et RENGASAMY, 1993 ; LIANG et al., 2005; TEJADA et al., 2006; WICHERN et al., 2006).

Plusieurs travaux ce sont penches sur l'effet des sels sur les micro-organismes sans traite l'influence de la nature des sels sur ces derniers.

La question qui se pose ; est-ce-que la nature des sels (facies salins) a des effets sur la variation de la teneur du carbone et d'azote du sol ?

L'objectif de notre travail est d'évaluer la teneur de la matière organique par différents traitements de sels (Facies salin), les sels utilises sont : chlorures, sulfates, carbonates et bicarbonates de sodium.

Notre travail s'articule essentiellement autour des parties suivantes :

- La première partie aborde une revue bibliographique sur le thème ;
- La seconde partie concerne : -La méthodologie adoptée dans notre expérimentation ;
-Les résultats et discussions ;
- Et a la fin, la conclusion générale.

PREMIERE PARTIE :

Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Le sol milieu
à trois phases

I. Le sol milieux à trois phases :

I.1. Qu'est-ce qu'un sol ?

L'entité sol peut avoir de nombreuses définitions qui dépend généralement de la discipline d'étude. La discipline concerne dans ce travail est la pédologie :

Traditionnellement, on nomme le sol la mince couche de terre sur laquelle les plantes fixent leurs racines et puisent une partie de leur nourriture. Le sol n'est pas un milieu stable. Il naît, il évolue, il atteint un état d'équilibre, ou bien il se dégrade. C'est donc un milieu dynamique. Il est aussi très complexe et très hétérogène (DOUCET, 2006).

En fait, le sol comprend trois composants : solide, liquide et gazeuse. Les minéraux et la matière organique forment la partie solide.

Trois agents contribuent à la formation des sols. Selon l'importance de l'un ou de l'autre de ces agents, la nature même du sol varie plus ou moins (composition, caractère couleur), ainsi que son épaisseur. Ce sont :

- L'altération des divers types de roche ;
- Les forces climatiques et d'autres agents physiques ;
- Les activités des organismes d'animaux et des végétaux vivant dans le sol ou sa surface, et leur décomposition après leur mort (DOUCET, 2006).

I.2. Les différents constituants du sol :

Les constituants minéraux et organiques en forment l'ossature solide ; la solution du sol est un des vecteurs privilégiés des matières alors que l'atmosphère du sol représente une interface gazeuse à l'intérieur du sol et avec le milieu extérieur (GOBAT *et al.*, 2010).

I.2.1. La phase solide du sol :

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables. On pourrait considérer que les organismes vivants du sol font partie de la phase solide puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquide. (Calvet, 2003).

Les matières organiques ne sont pas réparties uniformément dans le sol et leur teneur, toujours plus grande en surface, décroît en profondeur.

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale (90 à 99% de la masse du sol) mais comprend toujours une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions pédogénétiques. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (**Calvet, 2003**).

I.2.2. La phase liquide du sol :

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol ». Très mobile, cette dernière, est un carrefour fonctionnel important, grâce à sa capacité de transporter les substances entre, par exemple, la fraction solide et les racines des plantes. Elle assure la lixiviation des cations lors de la pédogénèse, elle est le siège de nombreux processus de solubilisation (**SINGTON, 2003 in GOBAT et al., 2010**). Par rapport aux constituants solides, qui traduisent souvent une évolution à long terme, elle reflète le fonctionnement actuel (**GOBAT et al., 2010**).

I.2.3. La phase gazeuse du sol :

Dans les sols, les gaz occupent 15 à 35% du volume total. Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont l'azote (78 à 80%), l'oxygène (18 à 20%) et le dioxyde de carbone (0,2 à 3%). Quoique faible, la quantité de gaz carbonique présente dans le sol est nettement supérieure à celle présente dans l'air atmosphérique (0,03%). Ceci est dû à la respiration des organismes vivants du sol et à la minéralisation de la matière organique.

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides et les HAP peuvent également être détectés dans l'atmosphère du sol.

Ces gaz peuvent exister dans le sol soit à l'état libre soit dissous dans la solution du sol. Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral est alors occupé par l'eau et le sol dit saturé (**DUCHAUFOR, 1984 ; ROBRET, 1996 ; CALVET, 2003**).

- Les constituants liquides comme les constituants gazeux occupent et circulent dans les vides du sol. Dans un sol de bonne structure, les vides devraient constituer environ 50% du volume du sol arable.
- Les « vides » du sol, autrement dit la porosité, n'en sont pas vraiment, puisqu'occupés par l'air ou par l'eau. On n'oublie aussi que, temporairement, ils le sont par les animaux du sol qui se déplacent, à la fois utilisateurs et fabricants de certains de ces vides (GOBAT et LE BAYON, 2013).

Chapitre II :
Le milieu salin

II. Le milieu salin :

II.1. La salinité des sols :

La salinité constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles, notamment dans les régions aride et semi-arides, où les précipitations sont limitées et ne sont pas suffisantes pour transporter les sels du profil racinaire des plantes (SCHULZE *et al.*, 2005).

Le terme stress salin s'applique essentiellement à un excès d'ions, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- dans la rhizosphère et dans l'eau (PARIDA *et DAS*, 2005).

II.1.1. Définition de la salinité et la salinisation des sols :

La salinité est souvent considérée comme un problème de sol caractérisé par l'accumulation d'une forte concentration totale de sel soluble (CAROW *et DUNCAN*, 2012). Elle peut être définie aussi, comme toute teneur excessive en ions pouvant se présenter dans les sols ainsi que dans les eaux (MERZOUG *et FALI*, 2011). Elle est causée par la combinaison de quatre cations (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ et Na^+) et de quatre anions (Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , HCO_3^-) (FAGHIR, 2012). La salinité peut entraîner des effets néfastes en raison de la fixation des chlorures de sodium par les colloïdes du sol, (sur sa perméabilité et son aération) affectant directement le développement de la plante (HAMMOU, 2010).

D'après MERMOUD (2006), la salinisation des sols est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et plus particulièrement dans la zone racinaire, elle se traduit par des effets néfastes sur les végétaux et le sol.

II.1.2. L'origine de la salinité :

La salinisation des terres est à 80% d'origine naturelle. On parle alors de salinisation « primaire », due aux sels se formant lors de l'altération des roches ou à des apports naturels externes (MASHALI, *et al.*, 2005), la plupart des sols salins-sodiques se sont développés suite aux processus géologiques, hydrologiques et pédologiques naturels (WANJOGU *et al.*, 2001), alors que près de 20% de terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de « secondaire ». La salinisation secondaire se produit par les activités humaines qui concentrent ou transfèrent des masses d'eau plus ou moins minéralisée (eau souterraine, eau de surface, eau de

mer) et des particules solides et gazeuse. Les apports anthropiques des sels dans les sols sont spécifiques aux milieux irrigués (VALENTIN, 2018). Comprendre les causes de la salinisation secondaire est très important car les mesures préventives peuvent minimiser les effets indésirables (CARROW et DUNCAN, 2012). Les causes de salinisation secondaire les plus fréquents sont les suivants :

- Le défrichage des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles,
- L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sels,
- Un drainage insuffisant et un système d'irrigation déséquilibré...

II.2. Classification des sols salés :

Basée sur la concentration en sel et le rapport $Na/ (Ca + Mg)$, les sols ont été classifiés comme salin, sodique ou salin-sodique. La concentration totale en sels est habituellement mesurée par la conductivité électrique (CE) dans les unités de $d S.m^{-1}$. Les sols salins sont généralement définis en tant que des sols ayant une CE de $4 d S m^{-1}$ ou plus. Des sols sodiques sont généralement définis en tant que ces sols qui ont un rapport d'adsorption de sodium (SAR) supérieur à 15. Le SAR est calculer comme suit : $SAR= [Na^+]/[Ca^{+2} + Mg^{+2}]^{1/2}$ (CRAMER, 2002).

Selon DUCHAUFOR (1983), deux sous classes de sols halomorphes sont distinguées :

1. Sols complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz),
2. Sols salin a complexe calcique (Solontcheks).
 - Le terme génétique de « sols salés » prend communément d'autres appellations. Les principales appellations sont résumées dans **Tableau1**, en considérant le référentiel pédologique français, le référentiel pédologique mondial et la classification américaine des sols (VALENTIN, 2018).

Tableau 1 : Classification des sols salins et alcalins (VALENTIN, 2018)

Processus pédologiques		Classification mondiale		Classification française		Classification américaine
		Typologie	Horizon diagnostic	Typologie	Horizon diagnostic	
Salinisation stricto sensu	Complexe calcique-magnésique Riche en sulfures de fer réduit	Solontchak (Carbonatic)	Salic	Salisol carbonaté	Silique(Sa)	Aridisol salic
		Solontchak(Chlorodic ou Sulphatic)	Salic	Salisol chlorure ou sulfaté	Salique	
Salinisation et sulfato-réduction	Complexe ferreux-aluminique Complexe ferreux-aluminique	Fluvisol ou Gleysol (Protothionic)	Sulfidicmaterial	Thiosol	Matériau thionique ou sulfidique(TH)	
		Fluvisol ou Gleyisol(Hyperthionique ou orthothionic)	thionic	Sulfatosol salique,rubique ou alunique	Sulfate(U)	
Alcalinisation	Profil indifférencié	Solonetz	natric	Sodisolindifférencié	Sodique (NaA,NaS) éluvial non albique (Ena)	« Natric Great Groups »de plusieurs « Orders » (Inceptisol, entisols, Aridisols)
	Profil lessive	Haplic Solonetz	natric	Sodisolsolonetzique	Sodique argilluvial(NaBT)	
	Profil dégradé	Solonetz(Albic)	natric	Sodisolsolodisee	Eluvialalbique (Ena) sodique argilluvial(NaBT)	

II.1.4 Caractéristiques pédologiques des sols sales :

Les sols affectés par les sels ont des caractéristiques très diverses et présentent une combinaison des stressés de salinité notées (GENGASAMY, 2010 in CARROW et DUNCAN, 2012). Selon l'intensité des processus de salinisation et d'alcalinisation mis en jeu, on peut définir trois grandes catégories de sols sales : les sols salins stricto sensu, les sols salins à sulfato-réduction oxydation et les sols alcalins (SUMNER, 1993. BRESLER et al., 1982. CHEVERRY, 1998. LOYER, 1995 in VALENTIN, 2018). Les principales caractéristiques physico-chimiques des sols salins sont présentées dans le Tableau 2 :

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des sols salins et alcalins (VALENTIN, 2018) (1) conductivité électrique de la solution du sol sur extra sature ; (2) n.d. : structure non dégradée, d. : structure dégradée.

Caractéristiques	Sol non salin	Sol salin			Sol alcalin	
		Caractéristique magnétique	sodique	A sulfato réduction	indifférencié	Lessives et dégradés
CE ⁽¹⁾ (dSm ⁻¹)	<4	>4	>4	>4	indeferent	<4
Na/CEC(%)	<15	<15	>15	<15	>15	>15
pH du sol	neutre	<8,5	<8,5	>8,5 ou <4	>8,5	Indifferent a acide
Structure du sol ⁽²⁾	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	d.	d.
Efflorescences	-	Chlorures de Na, Ca, Mg(salant blanc)	Chlorures de Na, sulfates Na, Mg(salant blanc)	Sulfates d'Al et de Fe	Humâtes alcalins(salant noir)	

II.2. Principaux sels solubles :

D'après HULLIN, (1983) nous distinguons trois grands groupes de sels solubles ; les chlorures, les sulfates et les carbonates.

II.2.1. Chlorures :

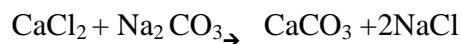
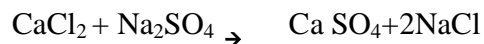
Le chlorure est un sel principale responsable de la formation des sols sales. Il a une solubilité très élevée et une forte toxicité pour les végétaux (HULLIN, 1983).

Parmi ces sels nous avons :

II.2.1.1. Chlorure de Sodium Na Cl : C'est le sel le plus répandu, très soluble et hautement toxique.

II.2.1.2. Chlorure de Potassium K Cl : C'est un sel voisin du Na Cl ; Mais repend peu dans la nature.

II.2.1.3. Chlorure de Calcium Ca Cl₂ : C'est un sel relativement rare dans les sols, car il réagit avec Na₂SO₄ ou Na₂CO₃ pour former du CaSO₄ ou Ca CO₃ (sels peu solubles) selon les réactions.



II.2.1.4. Chlorure de Magnésium MgCl₂ : C'est un sel relativement rare dans les sols, 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.

II.2.2. Sulfates :

Les sels sulfates se trouvent en quantités variables dans les sols. Parmi ces sels nous avons :

II.2.2.1. Les sulfates de Calcium Ca SO₄ : Le gypse (Ca SO₄ 2H₂O) 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.

II.2.2.2. Le Sulfate de Magnésium Mg SO₄ : C'est un composant typique des sols sales, on le trouve souvent dans les eaux souterraines, sa solubilité est très élevée ce qui le rend un sel toxique.

II.2.2.3. Le Sulfate de Sodium Na₂ SO₄ : Composant typique des sols sales, sa solubilité de l'ordre de 300 g/l, fait de lui un sel hautement toxique.

II.2.2.4. Le Sulfates de Potassium k₂SO₄ : il se trouve en très faible quantité.

II.2.3. Carbonates :

D'après (FAO et UNESCO, 1967), les sels carbonates sont très répandus dans les sols. Parmi ces sels nous avons :

II.2.3.1. Le Carbonate de Magnésium $MgCO_3$: Sa solubilité est plus élevée, il donne du $Mg(HCO_3)_2$ en présence de H_2CO_3 .

II.2.3.2. Le Carbonate de Sodium $NaCO_3$: C'est un sel très toxique par sa solubilité et son pouvoir alcalinisant.

II.2.3.3. Le Carbonate de Potassium K_2CO_3 : Il est extrêmement rare de le trouver en grande quantité, car il est fixé par les argiles. Son effet est pratiquement comparable à celui de $NaCO_3$.

II.3. Effets de la salinité sur le sol :

Les fortes teneurs en sels peuvent influencer négativement sur les propriétés biologiques, chimiques et physiques du sol.

II.3.1. Sur les propriétés physiques :

- Sur la structure du sol :

La structure du sol peut être définie comme le mode d'agencement des particules primaires du sol dans les agrégats. Elle gouverne d'une part, la pénétration des racines dans le sol et d'autre part le déplacement de l'eau et des éléments nutritifs de la masse du sol vers les racines (LAVELLE et SPAIN, 2001). 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). La présence des sels et l'élévation conséquente de la pression osmotique de la solution du sol, entraînent la formation de paysages particuliers, soit occupés par une végétation naturelle spécialisée dite halophyte, soit présentant une absence totale de végétation (tannes), selon le degré de salinité atteint (LOYER, 1991).

- Le complexe adsorbant

La salinité agit sur le complexe adsorbant par les cations échangeables (Na^+ et Mg^{2+}), ce qui provoque le lessivage des bases, la destruction des ponts calciques et comme conséquence une forte vitesse d'infiltration des eaux. La saturation du complexe adsorbant en Na^+ provoque la

dispersion des argiles (fraction fine) diminuant ainsi la porosité (aération) et la capacité de rétention de l'eau.

II.3.2. Sur 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).

- Le pH

Le pH est une 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 Na^+ et H^+ , ce qui provoque une augmentation du pH du milieu.

- La capacité d'échange cationique (CEC)

Le CEC est une mesure de la quantité de charges négatives présentes sur les surfaces minérales et organiques du sol. Elle représente la quantité de cations (Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} et k^+) qui peuvent être retenus par ces surfaces. Elle est exprimée en centimoles d'hydrogène par kilogramme (c molc/Kg ou 100 meqc/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 tel que le Na^+ .

- Le pourcentage de sodium échangeable (PSE)

Dans les sols sales, les ions échangeables de Na^+ sont liés aux charges négatives de l'argile, donc, ce qui provoque une défloculation des particules argileuses. Les fortes teneurs en 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 Ca^{2+} pour remplacer l'excès de Na^+ .

II.3.3. Sur 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 III :

Le Stock organique dans le sol

III. Stock organique dans le sol :

III.1. Définition de la matière organique du sol :

La matière organique du sol est une fraction très importante dans les sols et a été mise en évidence depuis les premiers jours de l'agriculture ; Plusieurs auteurs ont essayé de définir cette fraction, parmi ces définitions nous citons :

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 comprend les résidus des plantes et d'animaux à divers stades de décomposition, allant de matières fraîches non décomposées à des produits partiellement décomposés. 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**).

La matière organique du sol est principalement (95%) une accumulation des matières végétales mortes et des résidus des végétaux et des animaux partiellement décomposés. Les feuilles fraîchement tombées et les racines mortes se décomposent rapidement et les résidus deviennent partie du MOS, dont certaines parties restent dans le sol pendant très longtemps. (**BOHN et al., 2001**).

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**).

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

Les matières organiques du sol présentent différentes origines (**GOBAT et LE BAYON, 2013**). 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, l'alimentent également. Néanmoins, la principale source primaire de matière organique provient de la photosynthèse qui permet aux plantes 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**).

III.3. Composition de la matière organique :

La matière organique du sol est très hétérogène en raison de la nature des constituants qui la composent et de leurs stades de décomposition. Ces constituants varient selon la diversité de la biomasse et la composition des sols qui en résulte. De plus, la dégradation des débris organiques est influencée par les conditions pédoclimatique (pH, température, humidité et aération des sols) et la variabilité de la flore microbienne. (**KOUDROI, 2007**).

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

III.3.1. 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**). Ces composés peuvent être regroupés dans les classes suivantes :

III.3.1.1 Les glucides :

Environ de 5 à 25% des MOS sont estimés être des glucides, provenant généralement de la plus grande fraction des MOS non-humiques. Cela comprend les sucres simples aux polysaccharides de poids moléculaires élevés (**MOLINA, 2014**). Le niveau de dégradabilité des polysaccharides par les microorganismes est variable. Les polysaccharides d'origine végétale sont en générale facilement décomposables (**DIAZ et al., 1994 ; NIEROP et al., 2001**),

en revanche, les polysaccharides d'origine microbienne sont résistants à la dégradation (**PUGET et al., 1999 ; LUTZOW et al., 2006**).

III.3.1.2. Les lipides :

Les lipides sont une classe de composés qui sont opérationnellement définis par leur très peu solubilité dans l'eau et leur solubilité dans les solvants organiques (**ESSINGTON, 2004**). Ils forment un groupe très hétérogène, dont les éléments varient par leur structure et leur fonction. On distingue trois familles majeurs :

- Les graisses ;
- Les phospholipides ;
- Le groupe de stéroïdes.

Le niveau de dégradabilité des lipides est très variable. Les cires par exemple, ayant un rôle de protection, sont difficiles à dégrader. On peut donc tout à fait retrouver des lipides dans les composts (**HERNANDEZ et al., 2006 ; DIGNAC et al., 2006**) et dans les sols (**DINEL et al., 1998**).

III.3.1.3. Les protéines :

Ce sont des molécules très complexes par leurs structures. Chaque type de protéine possède une forme tridimensionnelle unique. Cependant, bien que diversifiées, les protéines sont toutes des polymères élaborés à partir de la même série de vingt acides aminés. Ces acides sont caractérisés par un groupement amine ($R-NH_2$), qui peut être mono ou poly substitué. Ces composés sont la principale source d'azote : **KNICKER et HATCHER (1997), KOGEL-KNABNER (1997)** montrent que 80 à 85% de l'azote est contenu dans les protéines et les amides. Ils sont de façon générale rapidement assimilés par la faune du sol (**KOGEL-KNABNER, 2002**).

III.3.1.4. Lignines :

Les lignines sont des composants qui sont produites que par des plantes vasculaires (**ESSINGTON, 2004**). Les lignines font partie des composés phénoliques. Elles se déposent dans la paroi des cellules végétales, leur conférant ainsi plus grande rigidité. Ces molécules sont aussi

synthétisées en abondance, elle représente en effet 15% de la masse sèche totale des plantes (CHEFTEZ *et al.*, 2002).

III.3.2. Les substances humiques :

Les substances humiques du sol constituent une grande partie de la matière organique du sol (MOS), et elles ont un impact profond sur les propriétés du sol (MOLINA, 2014). Elles constituent des mélanges très complexes de MO hétérogènes de couleur jaune à noire, de composition variable, de caractère acide, partiellement aromatique, difficilement dégradables dans les conditions thermodynamiques où elles se trouvent, présente une large gamme de masses molaires (pois moléculaire élevé, de quelques centaines à plusieurs dizaines de milliers de daltons); ce sont des poly-électrolytes, hydrophiles, renfermant des cavités hydrophobes et des radicaux libres et susceptibles de former des suspensions colloïdales (BUSNOT *et al.*, 1995). Les substances humiques sont des macromolécules acides, de taille variable, de composition chimique et de structure complexes. Elles sont définies sur une base opérationnelle par des critères de solubilité en milieux acides à alcalins (CALVET, 2003) ; on distingue :

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

Tableau 3 : Les principales caractéristiques des substances humiques (BEAUVAl, 2017)

Humines	Acides Humiques	Acides Fulviques
-sont en association très étroite avec les matériaux inorganiques -correspondent la partie non extractible de la fraction humidifiée (fraction insoluble) -polymère de haut poids moléculaire	-Humus de type « Mull », humus évoluée -substances humiques de bonne qualité apportées par du fumier, du compost... -polymère de hauts poids moléculaire chargés négativement, de couleur noire à brun foncé -peu mobiles dans le sol mais capable de se lier plus ou moins fortement, en particulier avec l'argile	Humus de type « Mor » ou « Morder », humus peu évoluée de faible poids moléculaire -substance humique de qualité médiocre, acides et présents dans les sous-bois, et bruyères... -très mobiles dans le sol et très vite entraînés par les eaux d'infiltration entraînant avec eux de l'argile et du fer, auxquels ils sont liés -principaux agents de la lixiviation du fer (Fe^{2+}) et de la podzolisation

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

Lorsque les résidus végétaux sont retournés dans le sol, divers composés organiques subissent une décomposition. La décomposition 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 et de minéralisation.

III.4.1 L'humification :

Elle correspond à l'ensemble des transformations organiques des substances végétales, animales, microbiennes ou fongiques qui n'ont pas été détruites au cours de processus de minéralisation primaire (Figure 1). Selon DUCHAUFOR 2001 ; L'humification consiste en l'élaboration à partir de ces produits (auxquels s'ajoute diverses matières azotées et des produits mal dégradés, tel que résidus de cellulose et de lignine...etc).

De nouvelles molécules conduisant a des corps chimiques complexes et de réaction acide, regroupes sous le terme général de composes humiques.

Ces derniers seront à leur tours soumis a une minéralisation dite secondaire, fournissant a nouveau des élément simples utilisable par les végétaux.

III.4.2. La minéralisation :

Le recyclage de la matière organique met en cause les différents cycles biogéochimiques, du carbone, de l'azote, du phosphore, du potassium, du calcium...lorsque des débris des végétaux, des feuilles, ou même des cadavres d'animaux tombent sur le sol, ils sont pris en charge par une multitude de décomposeurs qui transformant en fin de compte en éléments chimiques simple : C, H, O, N, S, P, Ca, K.....

Ces éléments sont ainsi libères dans le sol sous forme de sels minéraux tels que des nitrates, des phosphates, des sulfates, du dioxyde de carbone...c'est pourquoi cette transformation a été qualifiée de minéralisation (FAURIE *et al.*, 2012).

La minéralisation de la matière organique est un processus de dégradation. Ses conséquences principales sont la diminution de la matière organique dans un sol, et une disparition sélective de certains composes (ABVIBEN, 2004). Deux vois de minéralisation sont possible :

- L'une directe, *la minéralisation primaire*, quantitativement la plus importante, conduit directement à la formation de composes minéraux simple (CO_2 , H_2O , NH_4^+ , ...) à partir des résidus organiques récents,
- L'autre indirecte, ou *minéralisation secondaire*, emprunte la vois chimique qui implique dans un premier temps l'élaboration transitoire d'une nouvelle variété de composes organiques : les composes humique, formes par transformation physico-chimiques ou néoformations microbiennes (SCHVARTZ *et al.*, 2005).

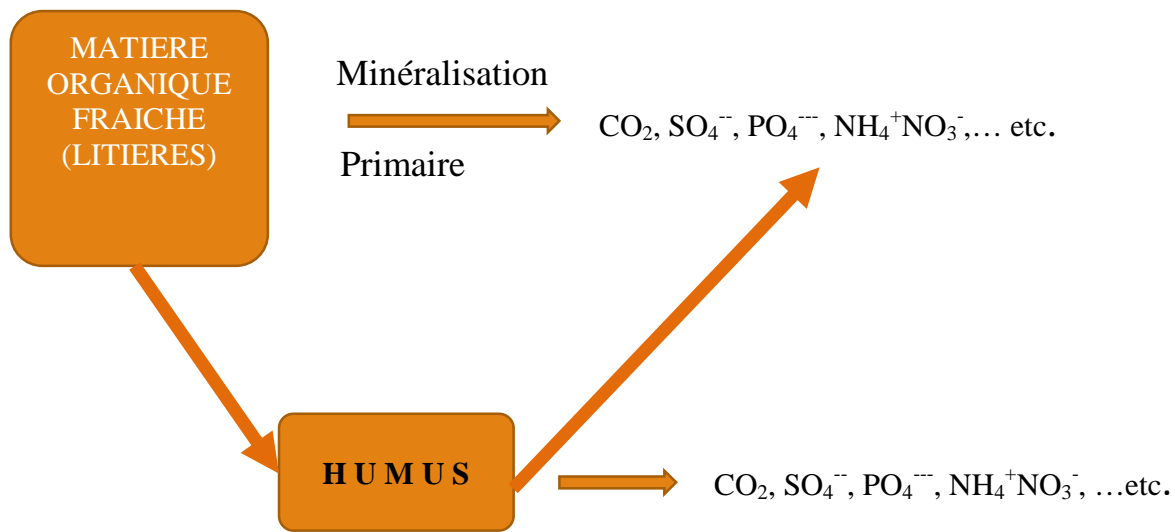


Figure 1 : décomposition de la matière organique fraîche : humification et minéralisation (SCHVARTZ *et al.*, 2005).

III.5. Fonction de la matière organique :

La matière organique constitue un paramètre clé dans le sol (**Figure2**), jouant un rôle prépondérant sur :

- La fertilité physique, en particulier, en favorisant l'agrégation, l'aération, la porosité, la rétention en eau, la croissance des racines, les échanges gazeux ;
- La fertilité chimique : elle a une capacité de tampon, elle régule le pH, retient les cations échangeables, constitue une réserve de nutriments ;
- La fertilité biologique : elle favorise l'activité microbienne, et l'activité et la diversité des espèces de la faune et de la flore du sol ;

Ainsi, une diminution des teneurs en MOS impacte la fertilité des sols. La MOS est composée en moyenne de 58% de COS.

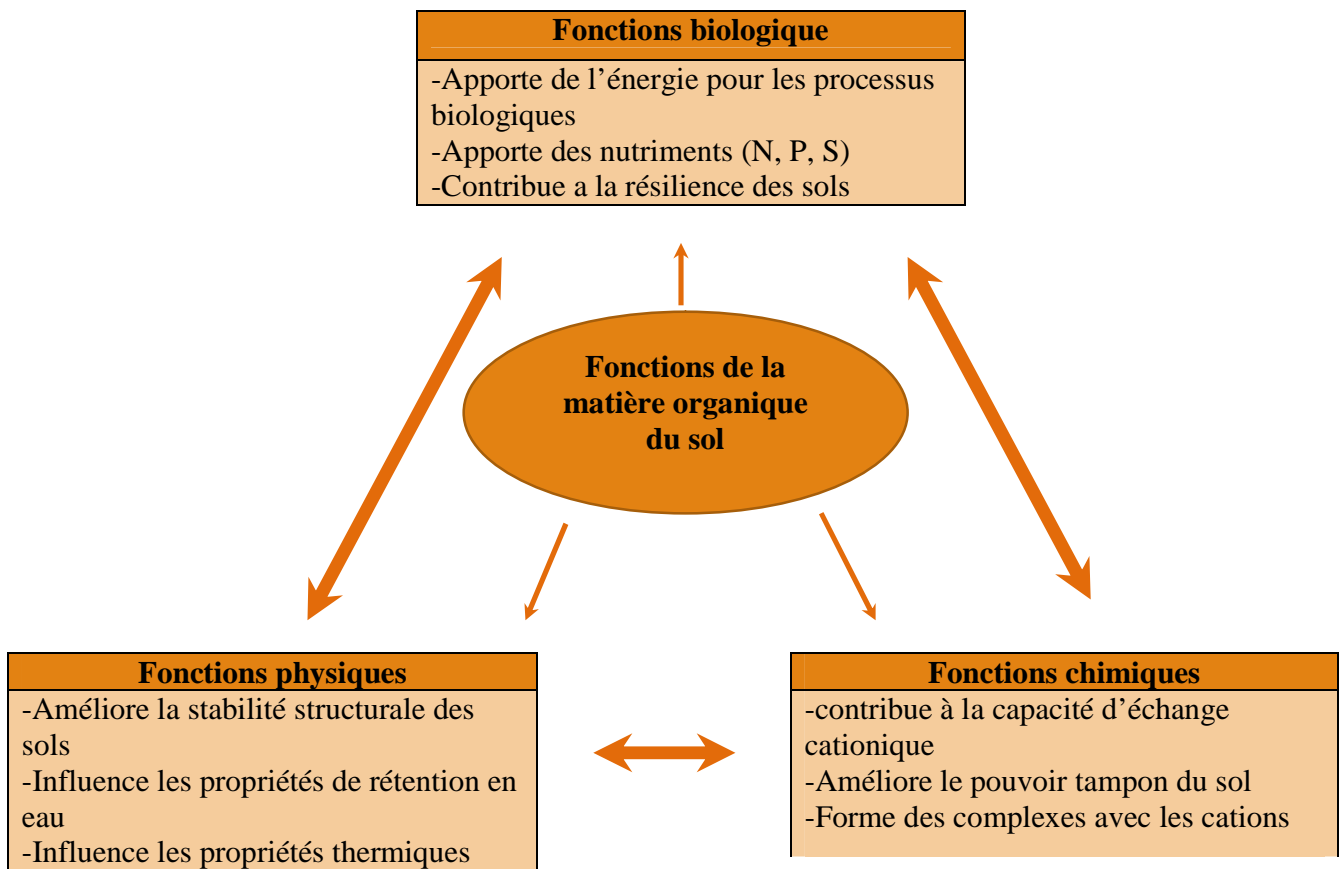


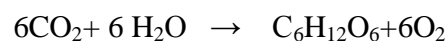
Figure 2 : la fonction de la matière organique du sol (BANWART et al.,2015)

III.6. Les cycles biogéochimiques de l'azote et de carbone

III.6.1. Le cycle biogéochimique de Carbone :

La circulation terrestre du carbone entre les organismes et l'environnement abiotique (y compris l'atmosphère, l'océan et les roches sédimentaires) est connue sous le nom *de cycle decarbone*(Figure3) (RAVEN et al, 2008).

Le moteur principal de ce cycle est la photosynthèse qui incorpore le CO₂ atmosphérique dans la matière végétale (SCHVARTZ et al., 2005). En présence de rayonnement solaire,



Le cycle de carbone organique dans le sol correspond a l'entrée de carbone organique dans le sol, a sa transformation et sa dissipation. De nombreuses processus sont en jeu :

- La déposition : addition de carbone organique a la fraction organique du sol
- L'altération : la conversion de carbone organique d'une structure chimique a une autre différente, résultant d'attaque enzymatique ou réaction chimique.
- L'assimilation : L'incorporation du carbone organique dans les tissus des organismes décomposeurs.
- La minéralisation : qui correspond a la conversion du carbone organique en CO₂, via la respiration des organismes du sol (**BALDOCK et SKJEMSTAD, 2000**). La **Figure 3** retrace ce cycle tel qu'il a été en milieu « naturel » et agricole.

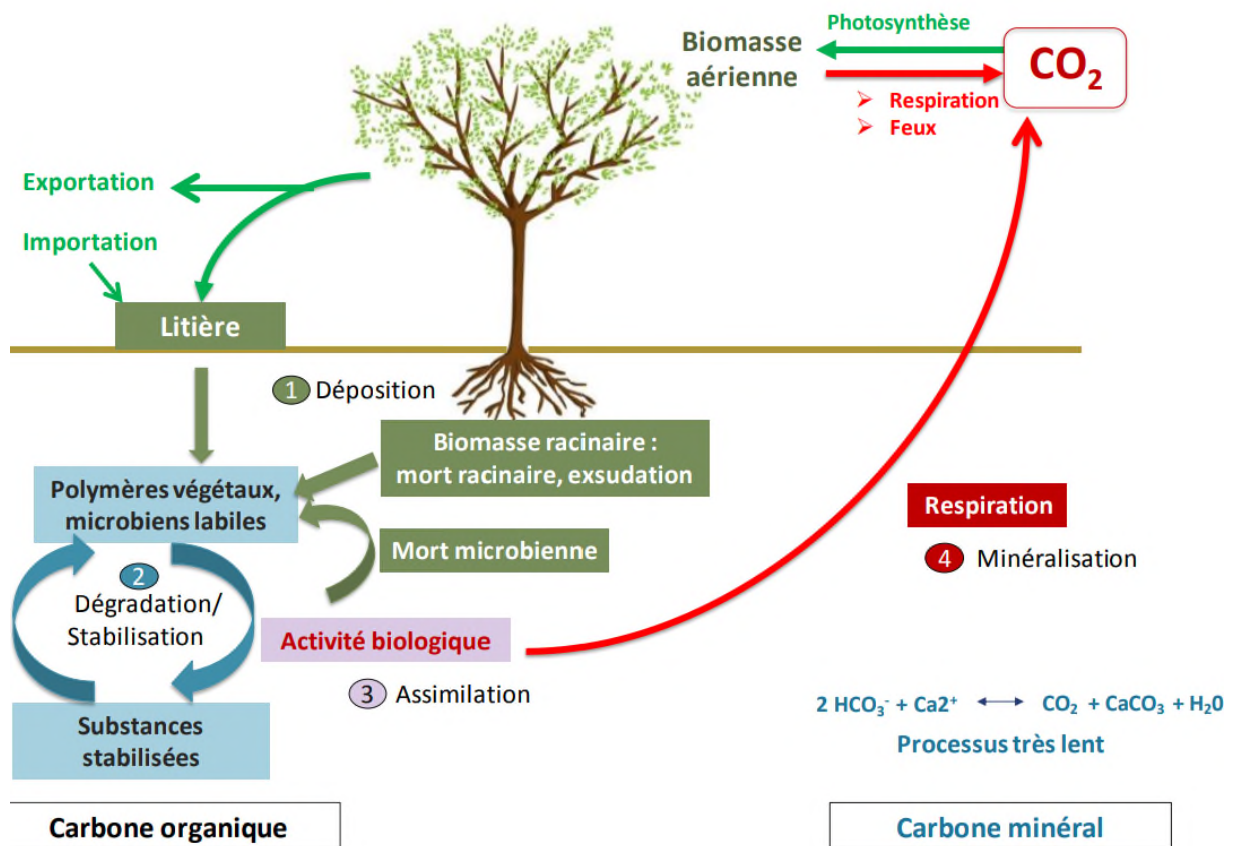


Figure 3 : Cycle du carbone du sol (CHENU et al., 2014 ; LEHMANN et KLEBER, 2015).

III.6.2. Le cycle de l'azote :

Dans le sol l'azote est principalement stocké sous forme organique (azote organique du sol). Il existe également sous forme d'ions comme les nitrates(NO_3^-), les nitrites(NO_2^-), et l'ammonium(NH_4^+). L'azote circule selon un cycle biogéochimique(**Figure4**)

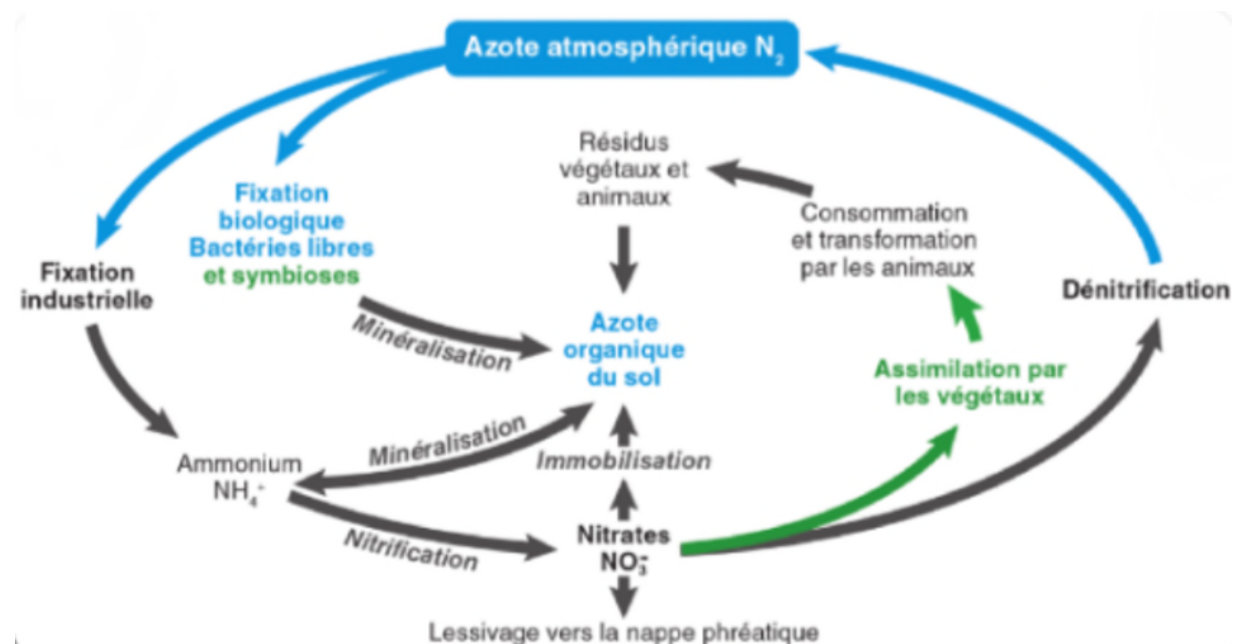


Figure4 : Cycle de l'azote (SUTY, 2015).

Au cours duquel il passe sous des formes organique et minérales (JUGO, 2008). Il y a cinq étapes dans le cycle de l'azote, dans le quel celui-ci exécute un cycle entre l'environnement abiotique et les organismes. Ces cinq étapes sont les suivantes : la fixation de l'azote, la nitrification, l'assimilation, l'ammonification et la dénitrification (BERG, 2009). Les différentes étapes du cycle d'azote, lorsqu'elle mettent en jeu des formes ionique de l'azote, génèrent et consomment des protons. La minéralisation de la matière organique ($\text{R-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{ROH} + \text{NH}_4^+$) conduit à la neutralisation d'un proton. Tandis que la nitrification en produit deux ($\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^-$). Et la dénitrification en consomme un. L'absorption de ces ions par les plantes ou leur immobilisation microbienne revient aux réactions inverse (VALENTIN, 2018).

Le Rapport carbone-azote est un indicateur de l'activité biologique du sol, il renseigne sur :

- Le degré d'évolution de la matière organique,
- L'activité biologique,
- Le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation). (**LCA, 2008**)

Les valeurs élevées de ce rapport de ce rapport, au-dessus de 25 à 30, traduisent des litières à faible pouvoir de dégradation, résistantes aux organismes et aux attaques biochimiques. Les valeurs basses néanmoins supérieures à 6 ou 7, signalent des litières riches en azote et bien accessible aux décomposeurs (**GOBAT *et al.*, 2010**).

Deuxième partie :

Partie expérimental

Chapitre I :
Matériels et Méthodes

I.1. Matériels :

I.1.1. L'Objectif :

L'objectif de cette recherche est d'évaluer le stock organiquesous 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.

I.1.2. La région de prélèvement:

L'échantillonnage a été fait le 5 mars à l'institut technique des grandes cultures (ITGC), a la région de Sebaine de la commune de Dahmouni (Wilaya de Tiaret).

I.1.3. Echantillonnage:

Nous avons déterminé les endroits d'échantillonnage d'une manière aléatoire, en ce déplaçant dans l'entièreté de la parcelle (niveau de rhizosphère 30cm). On a prélevé les échantillons dans les mêmes conditions physiques (Température, humidité) et dans le même jour.

Les échantillons de sol sont tamisés à 2mm ; et stockés dans des sacs en plastique car les déterminations biologique s'appliquent obligatoirement à des échantillons « frais»

I.1.4. Localisation d'essai :

L'expérimentation a été affectée au sein du :

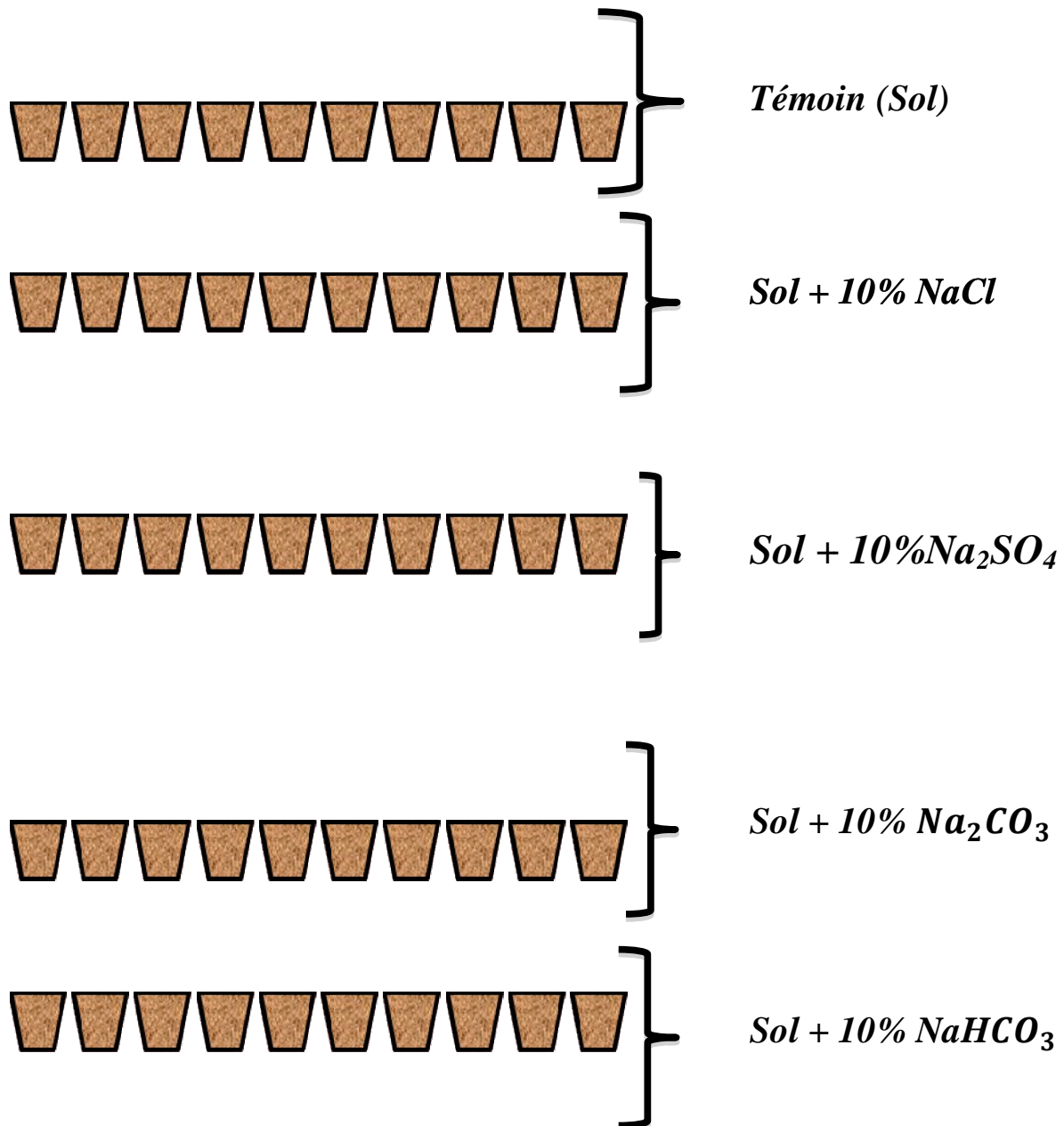
- Laboratoire de pédologie au niveau de l'institut national des sols et d'irrigation et drainage (INSID), Ksar chellala-Tiaret.

I.1.5. Détermination du taux d'humidité :

Après l'opération de tamisage, nous avons déterminé le taux d'humidité de témoin, ceci est renseignement plus important pour l'état hydrique du sol.

I.1.6. Le protocole expérimental :

Cet essai est conduit dans 5 séries des pots en plastique (chaque série contenant 10 pots). Ces pots sont remplis d'un mélange de sol et des concentrations égales des différents sels étudiés : NaCl, Na₂SO₄, NaCO₃, NaHCO₃.



Ces pots ont mis dans l'étuve pour l'incubation pendant 21 jours.

Figure 5 : Dispositif expérimentale.



Figure 6 : étuve à 28°C pour l'incubation.

I.2.Méthodes d'analyses :

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

I.2.1. Analyses physiques

I.2.1.1. 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 (0 à 2 μ m), des limons (2 à 50 μ m) a été effectué par pipette de ROBINSON et des sables (50 à 200 μ m) récupérés par tamisage (**SOLTNER, 2005**).

D'abord :

Détruire la matière organique par l'utilisation de l'eau oxygène.

Disperser l'argile : enrobant les particules et qui soudent les agrégats, par hexametaphosphate 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 tamisables : 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 (%).

I.2.1.2. 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 :

$$H\% = \frac{P_{air} - P_{105\text{ }^{\circ}C} \times 100}{PS}$$

I.2.2. Analyses physico-chimiques

I.2.2.1. Le pH

Le pH_{eau} 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 à l'air et passe à 2 mm avec 5 volume d'eau.

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

I.2.2.2. La conductivité électrique (CE)

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

La mesure est effectuée sur le surnageant obtenu après centrifugation, à l'aide d'un conductimètre. Il y a 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 : $1\text{mmho/cm} = 0.1\text{ S/m} = 1\text{dS/cm}$ (BOB HARTER, TIN MOTIS, 2016).

I.2.3. Analyses chimiques :

I.2.3.1. Calcaire total

La quantité totale de calcaire est déterminée par la méthode gazométrique, moyennant le climatère de Bernard décrite par **DUCHAUFOR (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 CO₂ dégagé lors de leur réaction avec l'acide chlorhydrique selon la réaction ci-dessous :



I.2.3.2. Le calcaire actif

Le taux du calcaire actif est plus important à 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 chargée de CO₂ 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 (KMnO₄) en milieu sulfurique.

I.2.3.3. 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 à 8% et 15 ml H₂ SO₄ pur. Porter à ébullition lente.
- Le ballon est relié à un réfrigérant ascendant. Compter le temps à partir de la première goutte condensée, laisser 5 mn à ébullition.
- Refroidir, transvaser dans une fiole de 100 ml. Ajuster avec les eaux de rinçage.
- Prélever 20 ml (V) et verser dans un bécher de 400 ml. Diluer à 200 ml. Ajouter 1,5 g 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 P₀ g et d'une aliquote V ml/100, on a :

(P₀ en gramme)

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

La matière organique est obtenue par la formule suivante :

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

I.2.3.4. Dosage de l'azote total

Le dosage de l'azote total est effectuée par la méthode de **KJELDAHL** qui comprend deux étapes. La digestion du sol par acide concentré et des catalyseurs mixtes. En fin la distillation de solution digérée de l'azote.

$$N\% = (0.5 * A * 100) / P$$

Avec :

0,5 : masse d'azote correspondant a 1 ml d'acide sulfurique(H₂SO₄).

A : Volume en ml d'acide sulfurique versé dans la titration.

P : Poids de l'échantillon de sol en mg.

Une fois doses le carbone et l'azote on peut calculer le rapport C/N qui est un paramètre sur l'intensité de l'activité biologique dans le sol (**SOLTNER, 2005**)

Chapitre II :
Résultats et Discussions

II. 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.

II.1. Résultats et discussions d'analyse physico-chimique du sol avant le traitement :

Les résultats des analyses des principaux paramètres physico-chimiques du sol étudié sont présentés dans le (Tableau 4).

Tableau 4 : Analyse descriptive des principaux paramètres physico-chimique du sol.

caractéristiques		sol
Granulo métrie	S(%)	25
	L(%)	48
	A(%)	27
pH (eau)-extrait(1/5)		7,8
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$		253
CO(%)		0,93
MO(%)		1,5
CaCO ₃ total(%)		13,8
CaCO ₃ actif		2,67
NT(%)		0,11
C/N		8,45

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 salé) ;
- La teneur en matière organique est relativement faible ;
- Le calcaire total est de 13,8%, le calcaire actif est de 2,67% alors que le sol étudié est modérément calcaire ;
- Le taux de carbone est faible (0,93%) donc il est inférieur à 1%. Selon **DUCHAUFOR (1984)** ce sol est pauvre en carbone organique.
- L'azote dans ce sol est de l'ordre (0,11%). Selon **(HENIN,1969)**, c'est un sol très pauvre en azote. Ceci est dû à la pauvreté de ce dernier en matière organique.
- Le rapport C/N est égal 8,45, ce taux est inférieur à 10% ce qui traduit la bonne activité biologique.

II.2. Résultat et discussion d'analyse physico-chimique après les traitements :

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

Traitement 1 : 10% de $NaCl$.

Traitement 2 : 10% de Na_2SO_4 .

Traitement 3 : 10% de Na_2CO_3 .

Traitement 4 : 10% de $NaHCO_3$.

Tableau 5 : Valeurs des paramètres physico-chimiques après les traitements.

Traitements Paramètres	T1 (Na cl)	T2 (Na ₂ SO ₄)	T3 (Na ₂ CO ₃)	T4 (NaHCO ₃)
pH	7,9	8	8,7	8,4
CE (mmhos/cm)	3,5	4,1	2,7	2,9
CaCO ₃ total(%)	13,7	13	14,9	13,1
CaCO ₃ actif(%)	2,5	2,42	3,01	2,48
CO(%)	0,574	0,615	0,888	0,882
MO(%)	11	9,68	8,8	11
N total(%)	0,051	0,057	0,09	0,09
C /N(%)	11,25	10,78	9,86	9,8

II.2.1. Discussions des résultats du pH après les traitements

Le p H_{eau} ou l'activité libre ou réelle est le premier indicateur de toute évolution physico-chimique des sols. Il s'agit d'un paramètre relativement facile à mesurer.

La **Figure 15** représente les teneurs du p H en fonction de type des sels.

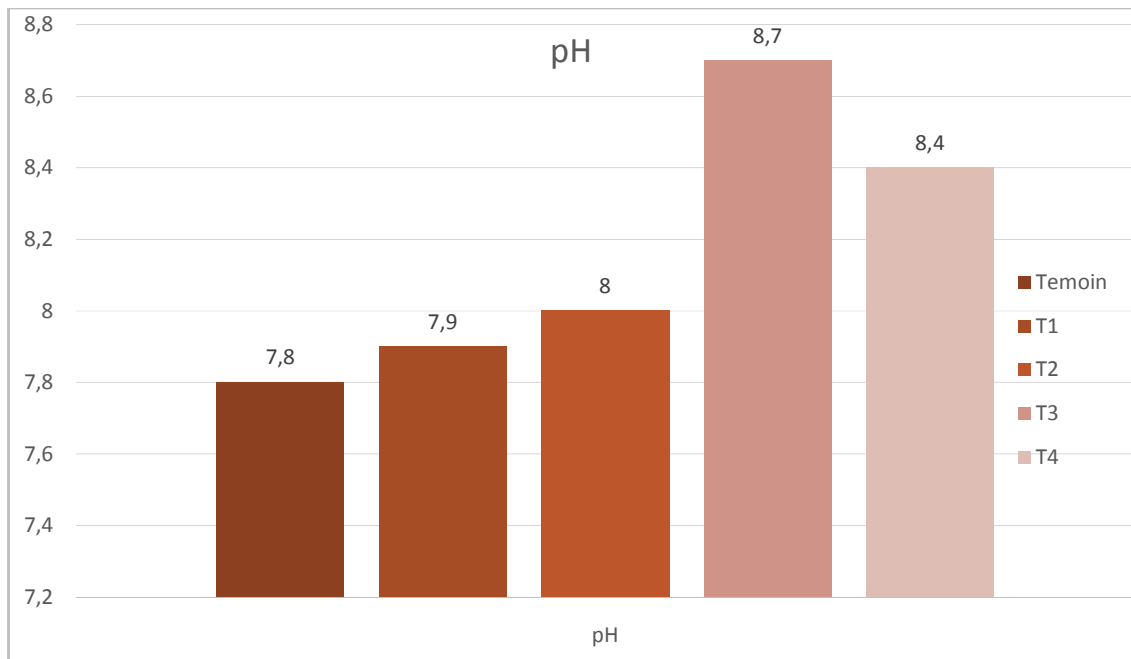


Figure 7 : Histogramme de la variation du pH en fonction des différents sels traités.

Le **Tableau 5** dévoile les résultats d’analyses du pH de nos quatre groupes d’échantillons. On remarque que les valeurs du pH sont entre 7,9 et 8,7.

Le traitement T3 et T4 représentent les valeurs les plus élevées respectivement (pH= 8,7, pH= 8,4) par rapport au témoin (7,8) et aux autres traitements T1 et T2 (légère augmentation). D’après **KHATIR (2000)**, les sols salés ont un pH généralement supérieur à 7, il peut atteindre des valeurs nettement supérieures à 8,5 quand il y a une forte abondance et une diversité en espèce chimique de sels. Le pH augmente avec la salinité à cause de la présence des bicarbonates et carbonates de sodium (**GUPTA et al. 1990**). 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 ; NaCO_3 et NaHCO_3 qui sont des sels alcalins confèrent au sol un pH fortement élevé (**BEN HADJTAHER, 2016**).

II.2.2. Discussions des résultats du CE après les traitements :

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

La **Figure 8** représente les variations du CE en fonction de type de sel.

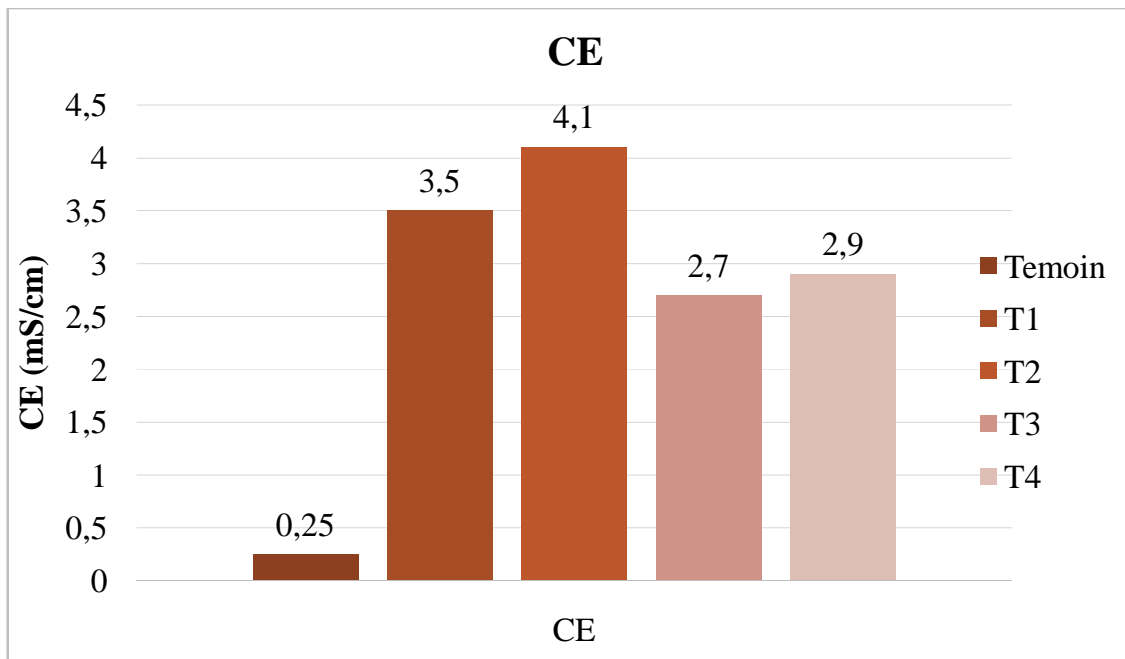


Figure 8 : Histogramme de la Variations du CE en fonctions des différents sels traités.

La conductivité électrique moyenne du témoin diffère de celles des quatre traitements utilisés (T1 : NaCl, T2 : Na₂SO₄, T3 : Na₂CO₃ et T4 : Na₂HCO₃), cette différence est variable en fonction de la nature des sels. voir (Figure 8). Mais dans le traitement T2, nous marquons une valeur maximale (4,1 mmhos/cm).

La valeur du témoin et les valeurs des sols dans les quatre traitements montrent qu'ils appartiennent à deux classes de salinité différentes selon **Durand, 1983** :

- Témoin Non **salé** CE (suspension sol/eau = 1/2.5) < 500 u S/cm ;
- T1, T2, T3, T4 **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 CE est élevée.

II.2.3. Discussions des résultats du Calcaire total et actif après les traitements

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire de sol représenté sous toutes dimensions (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.

L'échantillon du sol le plus riche en calcaire est celui du traitement T3(Na_2CO_3) de 14,9% ceci est valable aussi pour le calcaire actif avec une valeur de 3,01% (Figure 9). 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 (13,1% à 13,5%) et (2,42% à 2,5%) pour le calcaire actif.

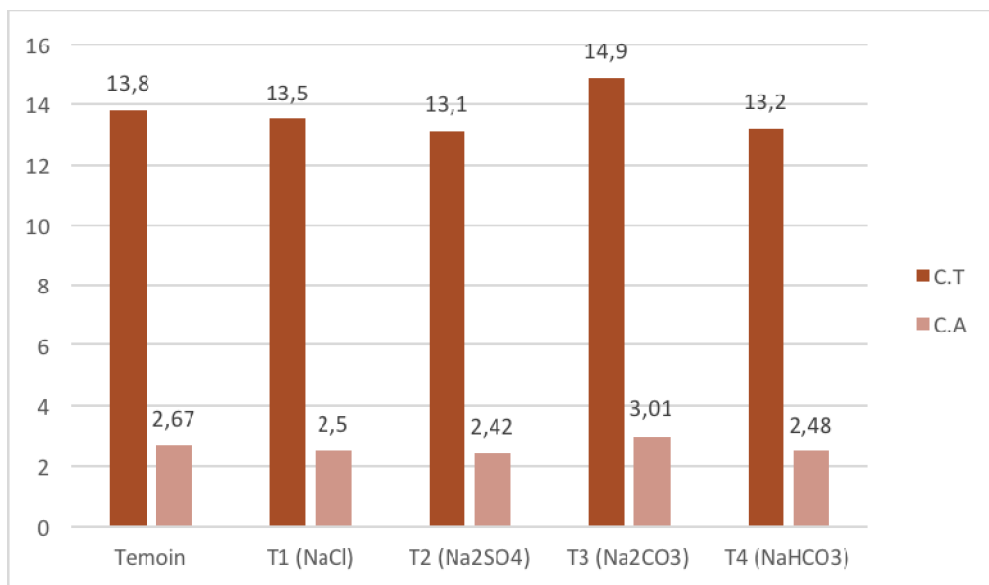


Figure 9 : Histogramme de la Variations du C.T et C.A en fonctions des différents sels.

On remarque que la présence des sels et précisément le Na_2CO_3 a un effet sur l'augmentation du taux de carbonates dans le sol.

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

I.2.4. Discussions des résultats du matière organique (MO) après les traitements

La Figure 9 représente les variations de MO (%) en fonction de différents sels.

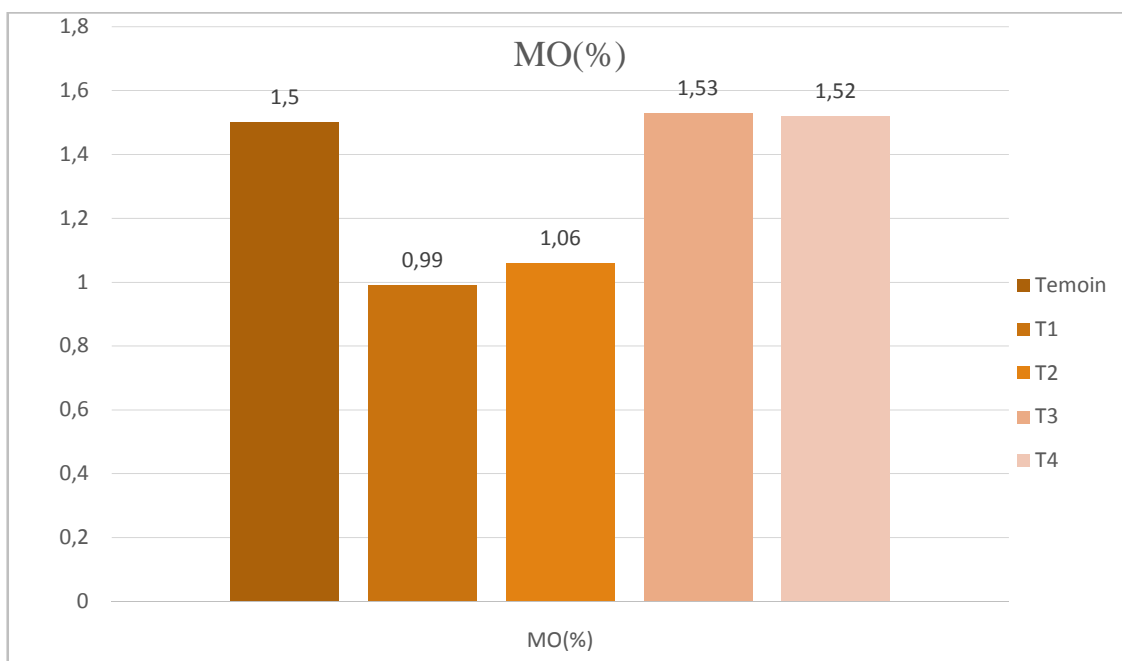


Figure 9 : Histogramme de la variation de la matière organique en fonctions des sels traités.

Dans le sol la matière organique(MO) assure le stockage et la mise a disposition pour la plante, par minéralisation, des éléments nutritifs dont elle a besoin, stimulent l'activité biologique, participent à la stabilité structurale, la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau (TOULLEFSON, 2005 ; DUPRARQUE et RIGALLE,2011).

L'analyse des résultats montre l'apparition de deux groupes variables. Le premier qui caractérise les traitements T1 et T2 avec des teneurs (0,99% et 1,06% respectivement) inférieures au témoin. En parallèle , on n'a pas enregistré une diminution de la MO dans l'autre groupe de traitement T3 et T4 (1,53% et 1,52% respectivement) voir **Figure 9**. Ces teneurs stables peuvent être expliquées par l'interaction de décomposition de la MO vis-à-vis les sels carbonates et bicarbonates (sels alcalins) entraînant la diminution de l'activité biologique responsable de la minéralisation de cette dernière.

Une forte salinité exerce une action d'inhibition de l'activité des micro-organismes dans le sol, ce qui ralentit l'évolution et la dégradation de la matière organique. Donc le sel influe sur

l'activité biologique du sol et la nature des produit humique formes ainsi que le cycle biochimique des éléments minéraux (GALLALI, 1980).

I.2.5. Discussions des résultats de l'azote total après les traitements

La Figure 10 représente la variation du N total en fonction des sels traités.

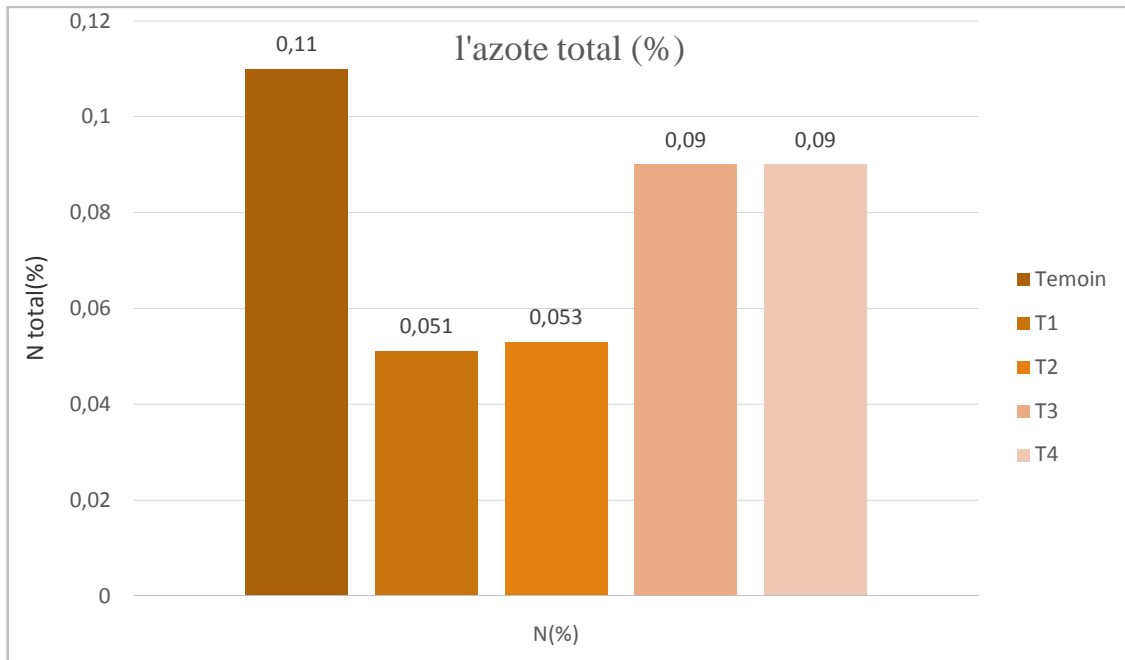


Figure 10 : Histogramme de la variation de l'azote total en fonction des sels traités.

Les résultats du **Tableau 5** et **Figure 10**, montrent une diminution importante du taux d'azote dans les traitements T1 et T2 avec des taux de (0,051 et 0,053 respectivement). En parallèle dans Les traitements T 3 (Na_2CO_3) et T4 (NaHCO_3) on marque une légère diminution du taux est de l'ordre (0,09% dans les deux traitements) ; donc les résultats sont très proche du témoin (0.11%).

Dans les sols salés, il en résulte l'inhibition de certains processus microbiens particulièrement, la nitrification. Une forte salinité exerce une action d'inhibition de l'activité des micro-organismes dans le sol, ce qui ralentit l'évolution et la maturation de la matière organique (BENZAHI, 1994).

I.2.6. Discussions des résultats de rapport C /N après les traitements

La Figure 11 représente la variation du rapport C/N en fonction des sels traités.

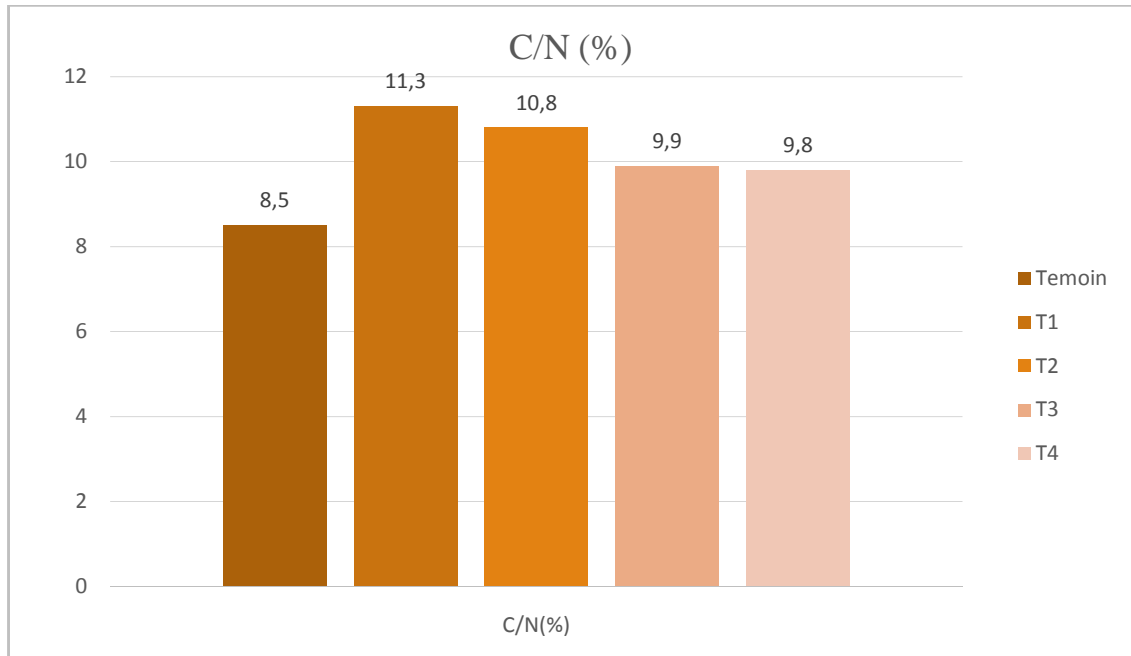


Figure 21 : Histogramme de la variation du C/N en fonction des sels traités.

Les valeurs du C/N varient de (9,8 -11,3). Les sols qui ont subi les traitements présentent des rapports plus élevés à savoir 11,3 pour T1, (10,8) pour T2, (9,9) pour T3, (9,8) pour T4, par rapport au témoin (8,5).

L'augmentation du rapport C /N durant les traitements montre l'effet de la nature des sels sur l'activité biologique ceci est valable pour le traitement T1 et T2.

Selon FRANCOIS JEAN *et al.*,2008, un sol qui a un rapport C / N élevé présente un ralentissement de l'activité des micro-organismes du sol.

Conclusion général

Conclusion général

Le travail réalisé dans ce mémoire nous permis d'avoir certains renseignements sur l'effet du facies salin (NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 et NaHCO_3) sur le stock organique et l'azote du sol.

D'après les résultats obtenus, il est possible de retenir les points essentiels suivants :

- La granulométrie de notre sol est limoneuse,
- La variation du p H, la conductivité électrique ainsi que le calcaire sont en relation directe avec les différents sels utilisés durant l'expérimentation.
- Le point le plus important tiré de ce travail est l'influence des sels carbonates NaCO_3 et bicarbonates NaHCO_3 (nature carbonaté) sur les teneurs de carbone et de l'azote dans le sol, ce qui a diminué l'activité biologique et ceci ne peut être expliqué que par les deux processus : l'alcalinisation et la salinisation.

L'alcalinisation a un effet inhibiteur sur la minéralisation de la matière organique et aussi sur la transformation de l'azote par contre la salinisation a un effet moins accentué que l'alcalinisation.

Cette approche est bien visible dans nos résultats obtenus au cours de notre expérimentation

Au terme de ces résultats on peut conclure que la détermination de la nature des sels peut être une directive quant à l'utilisation des amendements organiques dans les sols salés en tenant compte des autres facteurs de productions agricoles (l'eau et le matériel végétal)

A cet effet nous suggérons un suivi de l'évolution du facies salin et une introduction du matériel végétal dans l'expérimentation et de maîtriser l'influence de la nature des sels sur le sol, la plante et l'environnement.

Références bibliographiques

Références bibliographique

- **ALEXANDER E. B., 2014.** Soil in Natural Landscapes. CRC PRESS.
- **BAISE D., DUVAI O., RICHARD G., 2013.** Les sols et leurs structures. Observations a différentes échelles. Edition Quae. Paris. P51.
- **BALDOK, J. A., SKJEMSTAD, J.O., 2000.** Role of the soil matrix and mineral in protecting natural organic materials against biological attack. Org. Geochem., 31, 697-710. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(00\)00049-8](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(00)00049-8)
- **BEAUVAIL V., 2017.** L'agronomie en action. Mobiliser concepts et outils de l'agronomie dans une démarche agro écologique. Editions Educagri. Paris. P156.
- **BEN NACEUR M., CHEIKH-M'HAMED H., MAALEM S., RAHMOUN C., 2005.** Les indicateurs précoces de la tolérance a la salinité 1^{er} cloque Eero-mediterraneen de biologie végétale et environnement. Annaba .P28-29.
- **BENZAHI Y., 1994.** Contribution a l'étude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigue sous palmerie. Mem. Ing. INFS/AS, Ourgla, 111p.
- **BERG L. R., RAVEN P.H., HASSENZAHN D.M., 2009.** Environnement. 6^{eme} Edition .Bruxelles. P93.
- **BOHN H. L., MCNEAL B.L., O'CONNOR G., 2001,** Soil Chemistry. 3rd Edition. USA.
- **BOUALLA N., BENZIANE A., DERRICHE Z., 2012.** Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'lela (bordure sud du bassin sebkha Oran). Journal of applied biosciences. PP 3787-3796.
- **BRIAT J., JOB D., CCORDINATEURS, 2017.** Les sols et la vie souterraine. Des enjeux majeurs en agro écologie. Edition Quae. France. P 47.
- **BUSNOT A., BUSNOT F., LE QUERLER J. F., YAZBECK J., 1995.** Caracterisation de materiel humique, d'origine terrestre de la région Bas-Normande. Thermochimica acta, 254.319-330.
- **CALVET R., 2003.** Le sol propriétés et fonction. Tom I et II. Edition Dunod.
- **CARROW R. N. et DUNCAN R. R., 2012.** Best management practices for saline and sodic turfgrass soils. assessment and reclamation. CRC Press. USA. P3.
- **CHEFTEZ B., TARCHITZKY J., DESHMUKH A. P., HATCHER P. G. & CHEN Y., 2002.** Structural characterization of soil organic matter and humic acids in particle-size fractions of an agricultural soil. Soil Science of America Journal, 66 129-141.
- **CHENU, C., KLUMPP, K., BISPO, A., ANGERS, D., COLNENNE, C., METAY, A., 2014.** Stocker du carbone dans les sols agricoles : evaluation du levier d'action pour la France. Innov. Agron. 37, 23-37.
- **DEMELON A., 1966.** Dynamique du sol. Tome 1 .5^{eme} Edition. dund. Pris. 520P.

Références bibliographiques

- **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 agrégats in degraded soil by amendement with urban refuse and peat. *Geoderma*. P277-288.
- **DIGNAC M. F., HOUOT S., FRANCOU C., DERENNE S., 2006.** Pyrolytic study of compost and waste organic matter. *Organic Geochemistry*, 36.1054-1071.
- **DINEL, H., MONREAL C. M., & SCHNITZER M., 1998.** Extractable lipids and organic matter status in two soil catenas as influenced by tillage. *Geoderma*. 86.279-293.
- **DOLMAN H., 2019.** Biogeochemical cycles and climate
- **DOUCET R., 2006.** Le climat et les sols agricoles. Editions Berger A.C. Canada. P117.
- **DUCHAUFEUR Ph., 2001.** Introduction a la science du sol, végétation, environnement. 6^{ème} Edition l'abrege de pedologie. Masson. 331P.
- **DUCHAUFOR P., 1983.** Pédologie pédogenèse et classification. Edition Masson. P491.
- **DUCHAUFOR PH., 1984.** Abrège de pédologie. Edition Masson paris. P317.
- **DUPRAQUE A., RIGALLE P. 2011.** Composition des MO et turnover ; Rôles et fonction des MO, Actes du cloque « Gestion de l'état organique du sol », 27 janvier 2011, Agro Transfer.
- **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 soil? *Geoderma*, 128:167-176.
- **EL ARFAOUI BENOMAR A., 2010.** Etude des processus d'adsorption et de produits phytosanitaires dans des sols calcaires, thèse de doctorat de l'Université de Reims champagne-ardenne, Ecole Doctorale Science, technologie et sante, Discipline chimie de l'environnement.
- **ESSINGTON M., E., 2004.** Soil and Water Chemistry. CRC Press .P129.150.
- **FAGHIR M., 2012.** Rôle des microorganismes symbiotiques (cas des rhizobies) dans l'amélioration de la production agricole le *Phaseolus vulgaris* sous stress salin. Thèse Doctorat, université cadi ayyad (Marrakech), Maroc. P11.
- **FAO, 2009.** How to feed the world in 2050. FAO, Rome, Italie
- **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J., HEMPTINNE J., 2012.** Ecologie Approche scientifique et pratique. 6^{ème} Edition. Edition TEC&DOC. P206.
- **GALLALI T., 1980.** Transfert sels-matière organique en zones arides méditerranéennes. Thèse de Doctorat es-science, université de Nancy-I, 202p.
- **GOBAT J., ARAGNO M., MATTHEY W., 2010.** Le sol vivant. bases de pedologie-biologie des sol. 3^{ème} Edition. press polytechnique et univairsitaires romandes. Italie. P12. P33.

Références bibliographiques

- **HAMMOU B., 2010.** Recherche de marquer génétique lies a la tolérance a la salinité chez de écotypes d'espèces annuelles de medicago. Thèse magister amélioration des plantes, université d'Oran Es Senia, P21-22.
- **HASSANI I., DELLAL A., BELKHOUDJA M., KAID-HARCHE M., 2008.** Effet de salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (Hordum Vulgare). *Européen journal of scientific Research*, 23,1:61-69.
- **HATTENSCHWILER, S., TIUNOV, A. V., SCHEU, S., 2005.** Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 36, 191-218.
- **HERNANDEZ T., MASCIANDARO G., MORENO J. I. & GRACIA C., 2006.** Changes in organic matter composition during composting of two digested sewage sludges. *Waste management*. 26.
- **HUBER, V., NEHER, I., BODIRSKY, B. L., HOFNER, K., SCHLLNHUBER, H. J., 2014.** Will the world run out of land? A Kaya-type decomposition to study past trends of cropland expansion. *Environ. Res. Lett.* 9, 024011. doi: 10.1088/1748-9326/9/2/024011
- **HULLIN M., 1983.** Cours de drainage. Partie consacrée aux sols sales. Cours polycopie, Vol3 .INA,Algerie.P139.
- **JAMIL, A., RIAZ, S., ASHRAF, M., FOOLAD, M. R. (2011).** Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Reviews in Plants Science*, 30(5), 435-458.
- **JEGO G., 2008.** Influence des activités agricoles sur la pollution nitrique des eaux souterraines. Analyse par modération des impacts des systèmes de grande culture sur les fuites de nitrate dans les plaines alluviales. Université de Toulouse III-p=Paul Sabatier.
- **KHAN T., O., 2013.** Soils, Principles Properties and Managements. Springer. London.
- **KNICKER H., HATCHER P. G., 1997 .** Survival of protein in an organic-rich sediment. Possible protection by encapsulation in organic matter. *Naturwissenschaften*. 84.231-234.
- **KOGEL-KNABNER I., 2002.** The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 34.139-162.
- **KOGEL-KNABNER I., 1997.** ¹³C and ¹⁵N NMR spectroscopy as a tool in soil organic matter study. *Geoderma*. 80.243-270.
- **KOURDOI M. A., 2007.** Extraction et quantification de la matière organique des deux sols cultivés différemment, rapport de stage, Université de Toulon et du Var, Faculté des sciences et techniques.
- **LAL R., GRIFFIN, M., APT, J., GRANGER MORGAN, M., 2004.** Managing soil carbon. *Science* 304 no 56, P. 393.

Références bibliographiques

- **LAVAUD A., 2010.** Extraction et caractérisation de la matière organique soluble des horizons profonds d'un sol arable, Thèse du Doctorat, Université de Poitiers, Spécialité: Chimie et Microbiologie de l'Eau.
- **LCA. 2008.** Guide pratique : comprendre et utiliser les analyses agro-environnementales.
- **LEHMANN, J., KLEBER, M., 2015.** The contentious nature of soil organic matter. *Nature* 528, 60-68.
- **LUTZOW M.V., KOGEL-KNABNER I., EKHCHMITT K., MATZNER E., GUGGENBERGER G., MARSCHNER B., et FLESSA H., 2006.** Stabilization of organic matter in temperate soils, mechanisms and their relevance under different soil conditions. A review. *European Journal of Soil Science*, P57.
- **MASHLI A., SUAREZ D. L., NABHAN H., et RABIRNDRA R., 2005.** Integrated management for sustainable use of salt-affected soils: FAO Soils bulletin, now printing.
- **MERMOUD M., 2006.** Cours de physique du sol : maîtrise de salinité des sols. École polytechnique fédérale de Lausanne, P23.
- **MERZOUG S., FALI S., 2011.** Les plantes cultivées face au stress salin, projet de fin d'étude, université de M. Sila. P2.
- **MOLINA F. V., 2014.** Soil Colloids, properties and ion binding. CRC Press. P215. P337.
- **NEIROP K. G. P., PULLEMAN M. M., et MARINISSEN J. C. Y., 2001.** Management induced organic matter differentiation in grassland and arable soil, a study using pyrolysis techniques. *Soil Biology & Biochemistry*, P33.
- **PAUL E. A. et CLARK J.S., 1996.** Soil microbiology and biochemistry. Academic Press, San Diego.
- **PRIDA A. K. et DAS A. B., 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: review. *Ecotox. Environ. Safety* 60, 324-349.
- **PUGET P., ANGERS D. A. et CHENU C., 1999.** Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. *Soil Biology & Biochemistry*. P46.
- **QUENEA K., 2004:** Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organique réfractaires de sol d'un chrono séquence forêt/maïs (Céty, sud-ouest de la France), thèse de doctorat de l'université Paris VI, Spécialité: Fonctionnement physique, chimique et biologique de la biosphère continentale.
- **ROBERT M., 1996.** Le sol, interface dans l'environnement, ressource pour le développement, Paris, P241.
- **SCHVARTZ C., MULLER J., DECROUX J., 2005.** Guide de la fertilisation raisonnée. Édition France Agricole. P89
- **SHULZE E. D., BECK E., MULLER-HOHENSTEIN K., 2005:** plant ecology. Édition Springer Berlin, Heidelberg. P692.

Références bibliographiques

- **SILLINI, A., CHERIF-SILINI, H., YAHIAOUI, B., 2016.** Growing varieties durum wheat (*Triticum durum*) in response to the effect of osmolytes and inoculation by *Azotobacter chroococcum* under salt stress. *African j. Microbial. Res.* 10(12): 387-399.
- **SUYT L.,** Les végétaux. les relations avec leur environnement. Edition Quae. Paris. P15.
- **SWIFT, M. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M., GREIG, S. D. J., PITELKA, P., FRANK, A., 1979.** Décomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell, Oxford.
- **TEJADA, M., GONZALES, J. L., 2007.** Influence of organic amendments on the soil structure and soil loss under simulated rain. *Soil Tillage Res.* 93, 197-205.
- **TOULLEFSON, 2005.** Les sols et leurs environnements. Département des sciences du sol. Université de la Saskatchewan, pp. 36.
- **UNITED NATION, DEPARTEMENT F ECONOMIC AND SOIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. 2004.** World population prospects. World population to 2300. Working paper no. ST/ESA/SER.A/236. New York.
- **VALENTIN C., 2018.** Les sols au Cœur de la zone critique 5 . dégradation et réhabilitation. Volume 5. ISTE Edition. London .P103.
- **WANJOGU S. N., MUYA E. M., GICHERU P.T. and WARURU B. K., 2001.** Soil degradation: Management and rehabilitation in Kenya. Proceeding of the FAO/ISCW expert consultation on Management of Degraded Soil in Southern and Eastern Africa (MADS-SEA) 2nd Networking Meeting 18-22 September 200, Pretoria, South Africa. PR 102-113.
- **WICHERN, J., WICHERN, F., & JOERGGENSEN, R. G., 2006.** Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, 137(1), 100-108.

Annexes

Annexe :

I. Les tableaux :

Tableau 1 : Résultats de carbone organique après traitements :

Traitements Echantillons	T1 :NaCL	T2 :Na ₂ SO ₄	T3 :Na ₂ CO ₃	T4 :NaHCO ₃
1	0,58	0,63	0,88	0,9
2	0,58	0,66	0,9	0,9
3	0,6	0,6	0,9	0,87
4	0,6	0,6	0,87	0,82
5	0,52	0,62	0,9	0,9
6	0,55	0,62	0,88	0,88
7	0,55	0,62	0,88	0,88
8	0,6	0,6	0,9	0,9
9	0,6	0,6	0,87	0,87
10	0,55	0,6	0,9	0,9

Tableau 2 : Résultats de l'azote après traitements :

Traitements Echantillons	T1 :NaCL	T2 :Na ₂ SO ₄	T3 :Na ₂ CO ₃	T4 :NaHCO ₃
1	0,051	0,064	0,1	0,09
2	0,051	0,05	0,1	0,1
3	0,06	0,062	0,1	0,1
4	0,061	0,07	0,09	0,1
5	0,061	0,07	0,08	0,09
6	0,05	0,064	0,1	0,08
7	0,043	0,05	0,1	0,09
8	0,043	0,048	0,09	0,08
9	0,042	0,044	0,09	0,08
10	0,051	0,052	0,09	0,08

Annexes

Tableau 3 : les 7 domaines de pH_{eau} distingués par la référentielle pédologique (AFES, 2009) pour des horizons de sols et des qualificatifs correspondants (BAISE, 2018) :

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

Classes	Conductivité électrique En (ms/cm) à 25°C	Désignation
01	≤ 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

Annexes

Tableau 5 : Calcaire total (BAIZE, 1998) :

CaCO₃ %	Classe de sols
≤1	Non calcaire
CaCO ₃ ≤ 5	Peu calcaire
5 < CaCO ₃ ≤ 25	Modérément calcaire
25 < CaCO ₃ ≤ 50	Fortement calcaire
50 < CaCO ₃ ≤ 80	Très fortement calcaire
> 80	Excessivement calcaire

Tableau 6 : Echelle de répartition de la matière organique dans le sol (D'après Morand, 2001) :

MO %	Nom de classe
De 0.5 à 1.0 %	Teneur très faible en matière organique
De 1.0 à 2.0 %	Teneur faible en matière organique
De 2.0 à 3.0 %	Teneur moyenne (ou modérée) en matière organique
De 3.0 à 5.0 %	Teneur élevée en matière organique
>à 5%	Teneur très élevée en matière organique

Tableau 6 : Azote total (HENIN, 1969) :

N total %	Désignation du sol
≤0.5	Sol très pauvre
0.5 < N total ≤ 1.0	Sol pauvre
1.0 < N total ≤ 1.5	Sol moyen
>1.5	Sol bien pourvue

Annexes

II. Les photos :

Photo 1 : le dispositif expérimental :



Photo 2 : Le p H mètre.



Annexes

Photo 3 : Le conductimètre.



Photo 4 : Calcimètre de Bernard.



Résumé :

Ce travail porte sur l'effet du type de sels sur le stock organique dans sol. Les éléments majeurs caractéristiques des milieux sales sont Na^+ , Ca^{++} , Mg^+ , pour les cations et Cl^- , So_4^- , HCO_3^- pour les anions. Mais l'effet qualitatif et quantitatif des sels sur le sol n'est pas le même pour les différents types de sels.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui vise à étudier l'impact de différents types des sels (Na Cl , Na_2So_4 , Na_2Co_3 et NaHCo_3) de degrés constante 10%, dans plusieurs échantillons (50) ; 10 pour chaque type et 10 reste comme témoin sans traitement.

Ces échantillons sont menés dans des pots en plastique et places dans l'étuve pour l'incubation pendant 21 jour. Nous effectuons des analyses physicochimiques avant et après cette période.

Les résultats montrent que le degré d'effet de la salinité varie selon leurs types (facies salin). On a les sels carbonates et les bicarbonates du sodium (sels alcalin) ont un effet sur les teneurs du carbone et de l'azote ce qui à diminuer l'activité biologique.

Mots clés : Carbone, Azote, Matière organique, Facies salin, Salinité, Décomposition.

الملخص:

يتناول هذا العمل تأثير نوع الأملاح على المخزون العضوي في التربة. العناصر الأساسية التي تميز الأوساط المالحة هي (Na^+ , Ca^{++} , Mg^+) بالنسبة للأيونات الموجبة و (Cl^- , So_4^- , HCO_3^-) بالنسبة للأيونات السالبة. لكن التأثير الكمي والنوعي لنوعية الملح على التربة غير متشابه.

في هذا السياق قمنا بهذا العمل لدراسة تأثير أنواع مختلفة من الأملاح (Na Cl , Na_2So_4 , Na_2Co_3 et NaHCo_3) بدرجة ثابتة 10% في عدة عينات (50)، 10 لكل نوع و 10 تبقى كشاهد بدون علاج. تؤخذ هذه العينات إلى أواني بلاستيكية وتوضع في الحاضنة لمدة 21 يوم. نقوم بإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية قبل وبعد هذه الفترة.

أظهرت النتائج درجة تأثير الملوحة تختلف باختلاف أنواعها لدينا أملاح الكربونات وبكربونات الصوديوم (الأملاح القلوية) لديهم تأثير على قيم الكربون والازوت مما يؤدي إلى نقص في النشاط البيولوجي. الكلمات المفتاحية: الكربون، الازوت، المادة العضوية، نوع الأملاح، الأملاح، التحلل.