

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS

Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat
Spécialité : Agronomie saharienne
Option : Mise en valeur des sols sahariens

THEME

Effet des fertilisants organiques sur quelques propriétés physico-chimiques des sols salés dans les régions arides (Cas de Ouargla)

Présenté et soutenu publiquement par :

M^{elle} ZIANE AMINA
Devant le jury :

Président :	Mr. CHELLOUFI A	M.C.A Univ Ouargla
Promoteur :	M^{elle}. OUSTANI M	M.A.A Univ Ouargla
Examineur:	Mr HAMDY AISSA B	(Prof) Univ Ouargla
Examineur:	Mr. IDDER A. H	M.A.A Univ Ouargla
Member Invité:	Mr KHEMGANI	M.A.A Univ Ouargla

Année Universitaire : 2010/2011

Liste des abréviations

A. N. R. H	Agence Nationale des Ressource Hydrique, Direction Régionale Sud .Ouargla
A. F. N. O. R	Association Française de Normalisation
A. H	Acide Humique
A. F	Acide Fulvique
C/N	Carbone /Azote
CE	Conductivité électrique
C.E. R. D. I	Centre d'édition de reproduction et de Diffusion de Document pédologique
CR	Capacité de Rétention
CV	coefficient de variation
D. P. A. T :	Direction de planification et d'aménagement de territoire de Ouargla
F. A. O :	Food and Agriculture Organization
H :	Humification
HS :	Hautement significatif
IFV :	Institue Français de la vigne et du vin
INRA :	Institue National de Recherche Agronomique
M. O :	Matière Organique
M1 :	Minéralisation primaire
M2 :	Minéralisation secondaire
NS :	Non Significatif
O. N. M :	Office Nationale de Météorologie de Ouargla
pH	Potentiel Hydrogène
S :	Significatif
SPS	Sol peu Salé
SS	Sol Salé

“REMERCIMETS”

Avant de présenter les résultats de ce modeste travail , qu'il me soit permis de remercier tous ceux ou celles qui contribué de prés ou de loin à sa réalisation.

Je remercie avant tout dieu tout puissant, je m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné La volonté, la patience, le courage, et les moyennes pour terminer ce travail.

Mes remerciements vont d'abord à mon promoteur M^{elle} OUSTANI Mabrouka maître assistante à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla, pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils

Comme nous remercions également :

Mr. CHELLOUFI H ; Maître de conférences à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla, d'avoir accepté de présider le jury.

Le professeur HAMDIA AISSA B à l'Université KASDI MERBAH et Mr .IDDER M.A ; Maître assistant. A, à l'Université KASDI MERBAH, et Mr .KHEMGANI ; d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenant également à exprimer nos remerciements :

A tous le corps enseignants de l'Université KASDI MERBAH, particulièrement aux enseignants de l'institut d'agronomie saharienne.

En fin, nous remercions les amis et en particulier ceux de la 23^{eme} promotion, aussi à tous ce qui ont contribué de prés ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

AMINA

Liste des tableaux

01	Superficie affectée par la salinité dans le monde	06
02	Action de la matière organique sur le sol	21
03	Composition comparée de plusieurs types de fumiers	25
04	Donnée climatique de la région de Ouargla (2001-2010)	31
05	Caractéristiques physico-chimiques du sol du site d'expérimental (profondeur 0-30 cm)	37
06	Caractéristique physico-chimiques de fumier de volailles	38
07	Calendrier des prélèvements du sol	41
08	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur le pH dans les deux types du sol	46
09	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur la conductivité électrique dans les deux types du sol	51
10	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur le carbone organique dans les deux types du sol	55
11	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur l'azote total dans les deux types du sol	59
12	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur le rapport C/N dans les deux types du sol	63
13	Effet des différentes doses de fumier de volaille sur la capacité de rétention dans les deux types du sol	67

Liste des figures

Figures	Titre	Page
01	Evolution de la matière organique dans le sol	16
02	Action de la matière organique sur les propriétés du sol (SOLTNER ,2003)	20
03	Situation géographique de la région de Ouargla	28
04	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ouargla (2001-2010)	32
05	Les étages bioclimatiques de la région de Ouargla	34
06	Schéma du dispositif expérimental	40
07	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de pH dans le sol salé	47
08	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de pH dans le sol peu salé	48
09	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de la conductivité électrique dans le sol salé	52
10	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de la conductivité électrique dans le sol peu salé	53
11	Effet du fumier de volaille sur l'évolution du carbone organique dans le sol salé	56
12	Effet du fumier de volaille sur l'évolution du carbone organique dans le sol peu salé	57
13	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de l'azote total dans le sol salé	60
14	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de l'azote total dans le sol peu salé	61
15	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de rapport C/N dans le sol salé	64
16	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de rapport C/N dans le sol peu salé	65
17	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de la capacité de rétention dans le sol salé	68
18	Effet du fumier de volaille sur l'évolution de la capacité de rétention dans le sol peu salé	69

Liste des cartes

Cartes	Titre	Page
A	Cartes politique de l'Algérie (Encarta, 2004)	28
B	Division administrative de la wilaya de Ouargla (D. P. A. T, 2001)	28

Liste des annexes

Annexe	Titre
I	Analyse statistique (Analyse de variances)
II	Echelle d'interprétation de quelques analyses physiques et chimiques du sol

Tables de matière

Introduction générale	01
-----------------------	----

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Salinité

I.1. Définition	03
I.2. Origine et genèse de la salinité	03
I.3. Les grandeurs utilisées pour caractériser les sols salés	04
I.4. Classification des sols salés	04
I.4.1. Les sols salés en rapport avec les ions échangeables	04
I.4.1.1. Les sols salins (Solontchaks)	05
I.4.1.2 Les sols alcalins (Solontez)	05
I.4.2. Les sols salés en rapport avec le degré de la salinité	05
I.4.2.1. Les sols moyennement salins	05
I.4.2.2. Les sols fortement salins	05
I.4.2.3. Les sols excessivement salins	06
I.5. Répartition des sols salés dans le monde et en Algérie	06
I.5.1. Répartition des sols salés dans le monde	06
I.5.2 Répartition des sols salés en Algérie	06
I.6. Effets de la salinité sur les propriétés physiques et chimiques du sol	07
I.6.1. Effets de la salinité sur les propriétés physiques du sol	08
I.6.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol	09
I.7. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologiques du sol	10
I.8. Effets de la salinité sur les plantes	11
I.9. Mise en valeur des sols salés	11

Chapitre II : Matière organique du sol

II.1. Définition	13
II.2. Forme des matières organiques dans le sol	13

II.3. Evolution de la matière organique (M, O) dans le sol	13
II.4. Evolution de la matière organique dans les zones arides	17
II.5. Action de la matière organique sur les propriétés du sol	17
II.5.1 Action de la matière organique sur les propriétés physiques du sol	18
II.5.2. Action de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol	19
II.5.3 Action de la matière organique sur les propriétés biologiques du sol	20
II.5.4. Action de la matière organique sur la pédogenèse du sol	20

Chapitre III : La fertilisation organique

III.1. Définition	22
III.2. Terminologie en rapport avec les formes des produits fertilisants apporté aux sols	22
III.3 Les forme d'apports exogènes de matière organique aux sols	22
III.4. Facteurs influant sur la vitesse et le degré de décomposition des apports organiques dans le sol	23
III.5. Composition chimique de quelques fertilisants organiques de fermes	24
III.6. Fumier de volailles	25

Deuxième partie : Partie pratique

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

I.1. Situation géographique	27
I.2. Le climat	29
I.3. Le sol	34
I.4. Les ressource en eau	35

Chapitre II : Matériel et Méthode

II.1. Site d'étude	36
II.2. Matériel pédologique du site d'étude	36
II.3. Matériel organique (Fumier de volailles)	38
II.4. Protocole expérimental	39
II.5. Prélèvement du sol	41

II.6. Analyse des résultats (analyse statistique)	42
II.7. Méthode d'analyse	42

Chapitre III : Résultats et Discussion

Résultats et interprétation d'analyse du sol durant l'expérimentation

III-1 Effet de fumier de volailles sur quelques propriétés physico-chimique des deux sols très salé et salé	45
III-1-1 Le pH	45
III-1-2-La conductivité électrique	50
III-1-3-Le carbone organique	55
III-1-4-L'azote total	59
III-1-5-Le rapport C/N	63
III-2-Effet de fumier de volaille sur la propriété physique des deux sols très salé et salé	67
III-2-1-Capacité de rétention	67
Conclusion générale	72
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction Générale

Introduction

Les sols dans les zones arides sont sujets à une vitesse de dégradation, qui se caractérise, sur le plan pédologique par une baisse notable de la fertilité des sols sur multiples plans : physiques, chimiques et biologiques (OUSTANI, 2006).

Le déficit en matière organique dans ces zones est à l'origine de l'ensemble des ces dégradations, ce qui influe négativement sur les aptitudes agronomiques des sols.

En effet, les conséquences des faibles teneurs en matières organiques peuvent être préjudiciables à leur fertilité. Il est admis qu'un sol dont le taux de matière organique est bas, perd facilement une partie de sa fertilité physique. Il en est de même pour sa fertilité chimique et surtout de sa fertilité biologique (BALESDENT, 1996 ; ROUSSEL et al, 2001).

Malheureusement, les sols sahariens sont réputés pour être, dans leur ensemble, pauvres en matière organique (M.O) et en éléments minéraux indispensables aux végétaux. La teneur en M.O de ces sols est souvent inférieure à 1% (DURANT 1954, 1959, DUTIL, 1971, ROGNON 1994, DAOUD et HALITIM, 1994, HALILAT, 1998). Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et de la faible biomasse.

Le bilan organique déficitaire dans les sols des régions sahariennes se trouve d'autre part aggravé par la dominance de la texture sableuse qui caractérise le plus souvent le matériel pédologique dans ces régions, ce qui conduit à des pertes significatives de l'eau et des éléments nutritifs, par suite d'une faible capacité de rétention en eau de ces sols (OUSTANI, 2006).

Par ailleurs, l'étude de l'interaction entre la salinité et la fertilité chimique des sols, montre clairement un déficit de disponibilité des éléments nutritifs à l'égard des plantes dans les régions arides. En fait, les pH élevés des salés, et les déséquilibres nutritionnels engendrés par la présence des ions toxiques en excès liés à la salinité (Cl, Na), sont les principaux causes de la faible acquisition des plantes aux éléments nutritifs (MESSEDI et ABDELLEY, 2004).

Face à ces problèmes de fertilité, l'entretien de l'état organique du sol s'inscrit donc comme une priorité dans le raisonnement de la fertilisation organique dans les régions arides dans le but de maintenir le potentiel productif des sols dans ces régions.

Donc il faut un apport des fertilisants organiques pour corriger les défauts du sol et améliorer les propriétés physiques, physico-chimiques et biologiques afin d'obtenir une meilleure terre agricole pour un bon développement végétative (bonne culture). Ce fertilisant est utilisé pour rééquilibrer le taux de la matière organique du sol, l'engrais a lui aussi un rôle sur la plante : C'est apporter les éléments minéraux dont elle a besoin.

Les travaux pour la mise en valeur des sols salés ont été très actifs ces dernières années, avec quelques changements aussi bien dans les objectifs poursuivis que les méthodes d'approche, L'un de ces travaux qui ont été réalisés concerne l'influence des apports organiques sur les propriétés du sol (physiques et physico-chimiques).

Par ailleurs, l'utilisation de la matière organique dans la mise en valeur des sols salés n'a été que très pratiquée. D'après, DELAS(1971) ; MALLOUHI, (1982) ; HALITIM (in OUSTANI, 2006), l'addition de la matière organique améliore les propriétés physiques et biologiques des sols sodiques.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail expérimental qui vise à étudier l'effet de la fertilisation organique sur quelques propriétés physiques et physico-chimiques des sols salés des régions arides particulièrement dans la région d'Ouargla.

Ainsi, ce travail est réparti en trois parties :

- ✓ La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique qui traite trois chapitres : Salinité, Matière organique du sol et fertilisation organique ;
- ✓ La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de notre approche expérimentale ;
- ✓ Enfin, la troisième partie est consacrée aux résultats obtenus accompagnés d'une discussion ponctuée et d'une conclusion générale.

Chapitre I

Salinité

La salinité

I.1. Définition

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence d'une forte quantité de sels solubles – plus solubles que le gypse- ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure, qu'ils rendent diffuse. Ces deux caractères de sols modifient également et diminuent le développement de leur végétation et des cultures que l'on peut y faire .Certains sols « salés » n'ont qu'un caractère, d'autres présentent les deux à la fois (**AUBERT, 1983**).

D'après **SALAMA (2004)**, la salinité est la quantité globale des sels solubles contenue dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol. Cette définition tient compte du fait que : les ions des sels solubles qui retiennent l'eau qui sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente.

I.2. Origine et genèse de la salinité

Les sols salés sont naturellement présents sous les climats et sur les continents (**SZABOLCS, 1998**), ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaaporites), hydrogéologique (eaux souterrains) ou hydrologie (eau marine). Les processus de formation de sol salé sont associés à la redistribution des sels dans les pédopaysages par divers agents, l'eau mobilisant les sels dans à l'état dissous, le vent à l'état dissous ou cristallisé

La formation d'un sol salin résulte généralement de l'accumulation de sels dans les horizons de surface. Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel (**KEREN, 2000 ; LEVY, 2000 ; BRADY et WEIL, 2002 ; ESSINGTON, 2004**)

I.3. Les grandeurs utilisées pour caractériser les sols salés

❖ Conductivité électrique CE

La présence d'ions en solution est à l'origine d'une conductivité électrique ; c'est pourquoi cette propriété est utilisée pour caractériser les sols. Plus la quantité des sels dissous est grande et plus la CE de la pâte saturée est grande (CALVET, 2003). Généralement la CE s'exprime en dS /m.

❖ Sodium en solution (Quantité de sodium absorbé (SAR))

Il s'agit d'un paramètre fondamental pour la détermination du niveau d'alcalinisation de la solution du sol, Il est exprimé par la relation suivante:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \quad ; (\text{Na}^+, \text{Mg}^{++}, \text{Ca}^{++}) \text{ méq/l.}$$

❖ Le pourcentage de sodium échangeable (ex changeable sodium pourcentage ESP). Il représente le pourcentage de sodium présent sur le complexe d'échange :

$$\text{ESP} = \text{Na}^+ / \text{CEC} \times 100$$

(Na⁺ : exprimé en meq/100 g)

(CEC : exprimé en meq/ 100g)

❖ pH du sol : la notion du pH du sol permet de façon commande et précise de designer la réaction du sol .Les sols salés ont un pH supérieur à 7 (OMEIRI ,1994)

I.4. Classification des sols salés

I.4.1. Les sols salés en rapport avec les ions échangeables

Selon DUCHAUFOR (1983), les sols affectés par les sels de sodium, sont regroupés en une classe connue sous le terme de « sols sodiques » proposé par SERVANT (1975).

SZABLOCS (1974), indique que les sols sodiques se subdivisent en deux sous-classes (la classification française) : les sols salins (Solontchaks) et les sols alcalins (Solonetz).

I.4.1.1. Les Sols Salins (Solontchaks)

La formation des sols sal sodiques est en relation étroite avec la présence de l'ion sodium Na^+ .

Ce cation n'est pas indispensable aux plantes, sauf les plantes halophytes et certaines espèces. En excès, il est franchement nuisible aussi bien sous la forme saline (NaCl , Na_2SO_4), que sous la forme échangeable. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi - arides (**POUGET, 1980**).

I.4.1.2. Les sols alcalins (Solonetz)

D'après la classification du FAO et de l'UNESCO, les Solonetz sont regroupés sous la série VII: Sols conditionnés par le climat aride et semi-aride (**MAILLARD, 2001**). Les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-arides et subhumides (**MAILLARD, 2001**). Ces sols sont le résultat d'une alcalinisation définie par les critères suivants: une conductivité inférieure à 4mMhos/cm à 25°C, un pH supérieur à 8,5. On distingue par ailleurs les groupes des sols alcalins lessivés (solonetz) et les groupes des sols alcalins non lessivés (Soloth ou Solod) (**AMIROUCHE et LEGHOUINI, 2006**).

I.4.2. Les sols salés en rapport avec le degré de la salinité

I.4.2.1. Les sols moyennement salins

Ces sols qui se développent sur les alluviaux de texture variable présentent parfois une stratification du caractère verticale. La conductivité électrique est inférieure (à 20 mMhos/cm) en surface du profil salin descendant (**SERVANT, 1975**) qui est un type de salure variant de chlorure à sulfato-chloruré (**HALITIM, 1988**).

I.4.2.2. Les sols fortement salins

On les localise dans les chotts, ils se développent sur des alluvions et sur une marne salée, la conductivité électrique peut atteindre 60 mMhos/cm en surface. La salure est de type chloruré à sulfato chloruré. Ces sols sont calcaires (10 à 20 %) (**HALITIM, 1988**).

I.4.2.3. Les sols excessivement salins

Ces types de sols occupent les sebkhas et présentent un profil salin non différencié en hiver, mais en été on peut observer de fortes efflorescences salines.

I.5. Répartition des sols salés dans le monde et en Algérie

I.5.1. Répartition des sols salés dans le monde

Dans le monde, les terrains salés sont fréquents sur tous les continents. On les rencontre surtout dans les parties mal drainées des régions méditerranéennes et arides. Alimentées par des eaux ayant traversés des sédiments salins anciens, ils sont devenus des sols chlorurés sodiques ou alcalins. La salinité peut toujours prendre de l'extension par l'utilisation intensive de l'eau d'irrigations salées, qui provoque une Salinisation secondaire (MISSAOUI, 1991). La surface affectée par la salinité dans le monde est évaluée à 954,8 millions d'hectare, soit 23 % des terres cultivées (Tableau n°1) (HACHANI et BENHAFID, 2008).

Tableau n° 1 : Superficie affectée par la salinité dans le monde

Région	Superficie (millions d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du Nord	15,7
Amérique du Sud	129,2
Australie	357,3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du Sud	20
Asie du centre et du Nord	211,7
Asie du sud	87,6
Total	954,8

(HACHANI et BENHAFID, 2008)

I.5.2. Répartition des sols salés en Algérie

Selon AUBERT (1975) ; HALITIM (1988), les sols salins sont très rependus en Algérie comme dans les basses plaines d'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, sur les hautes plaines au Sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains Chotts comme

Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes, du Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et d'autres. D'après HOUEROU (in MADANI, 2007), les sols salés occupent de vastes superficies 3.2 millions d'hectares de la superficie totale. Ils sont ainsi localisés au Nord qu'au Sud. Ils s'expriment mieux les isohyètes 450mm et semble être la limite supérieure des sols fortement sodiques (DJILI, 2000).

❖ Cas de la région de Ouargla

Les sols de la cuvette de Ouargla sont caractérisés par l'excès d'eau et des sels lie à la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol. Le caractère de salinité des sols peut varier d'une façon quantitative et qualitative surtout en présence d'un plan d'eau, la salinité des sols. Elle peut atteindre (50 dS/m) en surface et décroître brusquement ou progressivement avec la profondeur. Cette concentration de sels dans les horizons de surface s'explique par la remonter capillaire de la nappe phréatique salée, la manifestation la plus apparente est celle des néoformations d'efflorescence blanchâtres et parfois de croûtes à la surface du sol. (KHADRAOUI, 2005).

Ce phénomène d'amorphisme dans les milieux saturés en eau connu par ces fluctuations à grandes amplitudes confirme la relation très étroite entre la nappe phréatique de sol, la salinité et l'évaporation. Dans la cuvette de Ouargla ce qui aggrave et encore plus le problème de salinité des sols c'est l'utilisation des eaux salées pour l'irrigation avec un drainage défectueux (KHADRAOUI, 2005).

I.6. Effets de la salinité sur les propriétés physiques et chimiques du sol

Les sols salés présentent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques défavorables à la croissance des végétaux. Ils présentent une évolution dominée par la présence de fortes quantités de sel soluble ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leur structure (AUBERT, 1982).

L'excès de sel dans un sol modifie les propriétés physico-chimiques ainsi que les activités microbiologiques. Cette altération des conditions édaphiques constitue un stress indirect à la croissance des plantes (dispersion des colloïdes, déséquilibre nutritionnel...).

I.6.1. Effets de la salinité sur les propriétés physiques du sol

➤ Effet sur la structure et la stabilité structurale

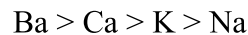
Les cations sodium tendent à provoquer la destruction de la structure en favorisant la dispersion des colloïdes minéraux. D'une façon générale, la dispersion dépend de deux facteurs.

1- La quantité de cations Na^+ adsorbés (ESP) dont l'augmentation favorise la dispersion

2- La concentration de la solution saline au contact de la phase solide, dont l'augmentation limite la dispersion (CALVET, 2003).

La structure devient instable sous l'effet des phénomènes physiques et mécaniques, tels que l'action décapant de l'érosion par les phénomènes de gonflement et de retrait Hillel (in (MISSAOUI, 1991).

HENIN (1970) a démontré que les agrégats deviennent de moins en moins instables en fonction des cations fixés suivant l'ordre décroissant.



En période humide, les agrégats du sol se disloquent et se dispersent suite à la diminution des forces intermoléculaires sous l'action du sodium échangeable, (élévation du potentiel électrique de la surface et hydratation des argiles). L'instabilité de la structure devient ainsi importante et le sol devient imperméable, mal aéré et visqueux (GAUCHER, 1967). Tandis qu'à l'état sec, les argiles dispersées se déshydratent et l'effet de répulsion s'affaiblit, puis entrent en jeu les forces de London Van Valls pour relier les micelles et la structure dense et dure se forme (HLILLET, 1984).

On conclue que le comportement du sol vis-à-vis du sodium échangeable dépend du type d'argile prédominant et de la salure globale.

Lorsque le sodium est présent en quantité importante sur le complexe d'échange, le sol devient instable et acquiert une capacité de gonflement, ce dernier entraîne une diminution de la porosité et de la dispersion qui conduisent au colmatage des pores par les particules

colloïdales (SERVANT, 1975 ; DAOUD, 1994, in REGUIG et HADJLARROUSSI, 2007).

➤ **Effet sur la perméabilité**

La diminution de la perméabilité est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes par l'ion Na^+ . Selon OUSTANI (2006), la diminution de la perméabilité des sols salés va dépendre de l'ion accompagnateur du sodium, elle s'effectue comme suit :



➤ **Formation de la croûte superficielle**

La formation de la croûte superficielle entraîne une modification de la structure du sol susceptible de se répercuter sur les écoulements des eaux et par la suite elle influe sur le métabolisme et le développement des végétaux. L'humectation rapide du sol provoque la compression de l'air dans les pores fermés et l'éclatement des agrégats et par conséquent l'érosion et l'imperméabilisation des surfaces (MIMOUNE, 1995).

I. 6.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol

➤ **Effet sur ESP**

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

La salinité agit sur le complexe adsorbant par les cations échangeables (Na^+ et Mg^{++}) ce qui provoque le lessivage des bases. La destruction des ponts calciques provoque une forte vitesse d'infiltration des eaux, le complexe adsorbant devient saturé en Na^+ qui provoque la dispersion de l'argile (Fraction fine) diminuant ainsi la porosité (aération) et l'emménagement de l'eau. (SALAMA, 2004).

➤ Effet sur le pH

La réaction du sol (pH) est influencée par la nature des sols. Alors que certains sels sont acidifiants (CaSO_4 , KCl , MgSO_4), d'autres sont alcalinisant (NaHCO_3 , CaCO_3 , Na_2CO_3).

Effets sur la fertilité chimique du sol

La faible fertilité des sols salés est généralement liée à la présence de sels solubles en particulier les sels de sodium (SZABOLCS, 1979). Des études ont montré qu'au-delà de 75 Mm-3, la régénération des plantes est compromise, du fait de la baisse de la production du sol et donc de sa fertilité (AMZALLAG, 1994).

L'étude de l'interaction entre la salinité et la fertilité sur la croissance, la composition minérale et le métabolisme de l'azote des plantes, a montré que la salinité diminue la fertilité du sol (GARG et al. 1993). Ils ont aussi noté qu'avec l'augmentation de salinité, il y a une augmentation de la concentration de Na^+ échangeable et une baisse des concentrations de N. P. K.

I.7. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologiques du sol

La teneur excessive en sel présente dans les sols un impact adverse sur les populations microbiennes et sur leurs activités. La concentration de la solution en sels entraîne une augmentation de la pression osmotique, celui-ci inhibe le développement des micro-organismes. Toutefois, la sensibilité des micro-organismes à l'égard de la salinité est différentielle suivant les degrés de la salure, en effet la relation entre la salinité et l'activité microbienne n'est apparemment pas une fonction linéaire, mais représente une valeur seuil de salinité au de-là de laquelle il y'a une forte diminution des populations microbiennes HALITIM et DALLAL (in OUSTANI, 2006).

D'une façon générale la diminution de l'activité microbiologique dans les sols salés est due à :

- La concentration de la solution en sels entraîne une augmentation de la pression osmotique. Celle-ci inhibe le développement des micro-organismes par réduction de la disponibilité de l'eau.
- La présence des ions toxiques.

- La réaction très basique de la solution du sol (**OUSTANI, 2006**).

I.8. Effets de la salinité sur les plantes

Les grandes concentrations en sels dissous dans la solution du sol ont des effets indirects sur les végétaux par leur action sur la structure du sol et la circulation des fluides et de l'oxygène.

Elles ont des effets directs sur la croissance et le développement des plantes.

Les effets néfastes des sels sur les végétaux ont plusieurs causes dont aucune ne semble être dominante :

- ✓ La pression osmotique élevée de la solution du sol qui limite la biodisponibilité de l'eau.
- ✓ La pression osmotique intracellulaire élevée due à l'absorption des sels et qui aurait des effets Inhibiteurs sur la croissance.
- ✓ La toxicité propre de certains éléments chimiques liée à leur quantité excessive, comme le bore et surtout l'anion chlore (**CALVET, 2003**)

I.9. Mise en valeur des sols salés

La restauration des sols salins et leur mise en valeur nécessitent des investissements très importants qu'il faut l'évaluer afin de justifier sur le plan de rentabilité des investissements nécessaires pour les différentes phases (**OMEIRI, 1994**)

Une bonne utilisation agricole des sols salés nécessite :

- L'élimination des excès de sels (lixiviation) et la suppression de la source de sodium (drainage de la nappe salée).

Ces pratiques seront d'autant plus aisées que le sol est perméable et que l'eau (pluie, irrigation) est abondante et de bonne qualité.

- L'utilisation des plantes résistantes à la salinité.
- La reconstitution de la fertilité par des amendements organiques et minéraux

Le rôle favorable de la matière organique dans la mise en valeur des sols salés, en particulier les sols alcalins dont le complexe absorbant est saturé en sodium. Il apparaît alors très raisonnable de conseiller un épandage de matière organique avant d'entreprendre toute opération de drainage ; l'intérêt de ces recherches, permettent de penser que l'apport de la matière organique devrait freiner la salinisation des sols (**MALLOUHI, 1982**).

Chapitre II :
Matière organique
du sol

La matière organique du sol

II.1. Définition

La matière organique du sol (M, O, S) désigne l'ensemble des substances et des composés carbonés d'origine végétale et animale, elle se localise surtout dans l'horizon superficiel (0-20cm) (IFV, 2005). Elle comprend l'ensemble des résidus des organismes vivants, animaux, végétaux incorporés dans le sol et microbiens. Sans tenir compte de leur état de décomposition (COLLOT et al,1982).

II.2. Forme des matières organiques dans le sol

Généralement les matières organiques se trouvent au niveau du sol sous forme :

- une matière organique vivante, animale, végétale et microbienne, qui englobe la totalité de la biomasse en activité.
- Des débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animal (déjection, cadavres) et microbienne (cadavres, exsudats) appelés « matière organique fraîche ».
- Des composés organiques intermédiaires, appelés matière organique transitoire (évolution de la matière organique fraîche).
- Des composés organiques stabilisés, les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes (DUCHAUFOR, 1976).

II.3. Evolution de la matière organique (M, O) dans le sol :

Dans le sol, l'entrée principale du carbone se fait par le biais de la photosynthèse et l'apport de M, O exogène (apports de fumier, d'humus de pailles, retour des résidus de récoltes,) cette matière organique évolue dans le sol selon trois étapes principales :

a) Minéralisation primaire (M1)

C'est la décomposition de la matière organique fraîche en composés minéraux solubles assimilables par la plante, et c'est la biodégradation de la matière organique fraîche (M, O, F) en particulier les composantes peu résistantes comme les glucides, les protéines et les acide aminés, ainsi que les lipides et les acide nucléiques, si elle est totale, les produits de

La transformation est des cations, des anions et des molécules simples. Le devenir de ces substances solubles dans la solution du sol est comme suite : (figure 01)

- ❖ Evacuation dans l'atmosphère du CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2 , H_2S , par échanges gazeux (1)
- ❖ Absorption des cations, anions et H_2O par les végétaux (2)
- ❖ Absorption du CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- et SO_4^{2-} , PO_4^{3-} par les micro-organismes (3)
- ❖ Fixation du K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Na^+ et H^+ sur le complexe absorbant (4)
- ❖ Entraînement du NO_3^- , K^+ , Na^+ et Ca^{++} par lixiviation (5)

D'après DUCHAUFURE (1995), l'évolution de la matière organique fraîche (M.O.F) engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaire qui donnent naissance à l'argile.

b) Humification (H)

C'est une phase de synthèse et de reconstruction des molécules complexes. Cette étape à l'inverse de la minéralisation primaire, est à la fois biologique, physicochimique et biochimique. En fait une partie de la M.O.F s'échappe à la minéralisation et sert à l'édification des molécules de plus en plus complexe qui est donne l'humus par trois voies de synthèse de matière organique stabilisée :

- L'humification par héritage (H1), qui donne l'humine résiduelle ou héritée.
- L'humification par polycondensation (H2) qui fournit l'humine d'in solubilisation
- L'humification par néo synthèse bactérienne (H3), qui fournit l'humine microbienne (figure 01)

L'ensemble de ces trois humine (résiduelle, d'insolubilisations et de néosynthèse bactérienne) forme la partie la plus stable de l'humus qui l'humine (GOBAT et al ,1998).

- Dans l'**humification par héritage (H1)** : les composés les plus résistants libérés lors de la fragmentation de la litière (lignines, résine, acides phénoliques) sont incorporés directement au complexe argilo-humiques, sans grands transformation ils en constituent l'humine résiduelle, qui n'est donc pas vraiment néosynthétiser in situ, cette humification est favorisée par des pH bas ou de fortes teneurs en calcaire actif.

- Dans **l'humification par polycondensation** (H_2) : des composés phénoliques simples, ainsi que des chaînes de polysaccharides et de polypeptides, issus des premières étapes de la minéralisation ou hérités, se polycondensent en molécules de plus en plus grosses, des acides créniques aux acides humiques, aboutissant à l'humine d'in solubilisation, cette véritable néosynthèse in situ est favorisée par des conditions édaphiques moyennes, ni trop acides ni trop basiques.
- Dans **l'humification par néosynthèse bactérienne** (H_3) : certains des molécules organiques solubles résultant des dégradations enzymatiques ou des sécrétions racinaires sont reprises par les microorganismes, qui les transforment et les sécrètent sous forme de polysaccharides extrêmement stable, ceux-ci donnent une cohésion aux microcolonies bactériennes et structurent le sol, comme la précédente, l'humification bactérienne est favorisée par un environnement physico-chimiques.

c) Minéralisation secondaire (M2)

C'est la phase la plus lente (1 à 3 %) de la matière humifiée par an se minéralise mais aboutissant au même résultat que la minéralisation primaire et concernant les molécules organiques préalablement synthétisée par l'humification. Ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation (GOBAT et al ,1998). On désigne le coefficient de minéralisation (K_2), ceci varie suivant que les conditions sont favorables au micro-organisme responsable de la minéralisation, il dépend également de la nature du sol.

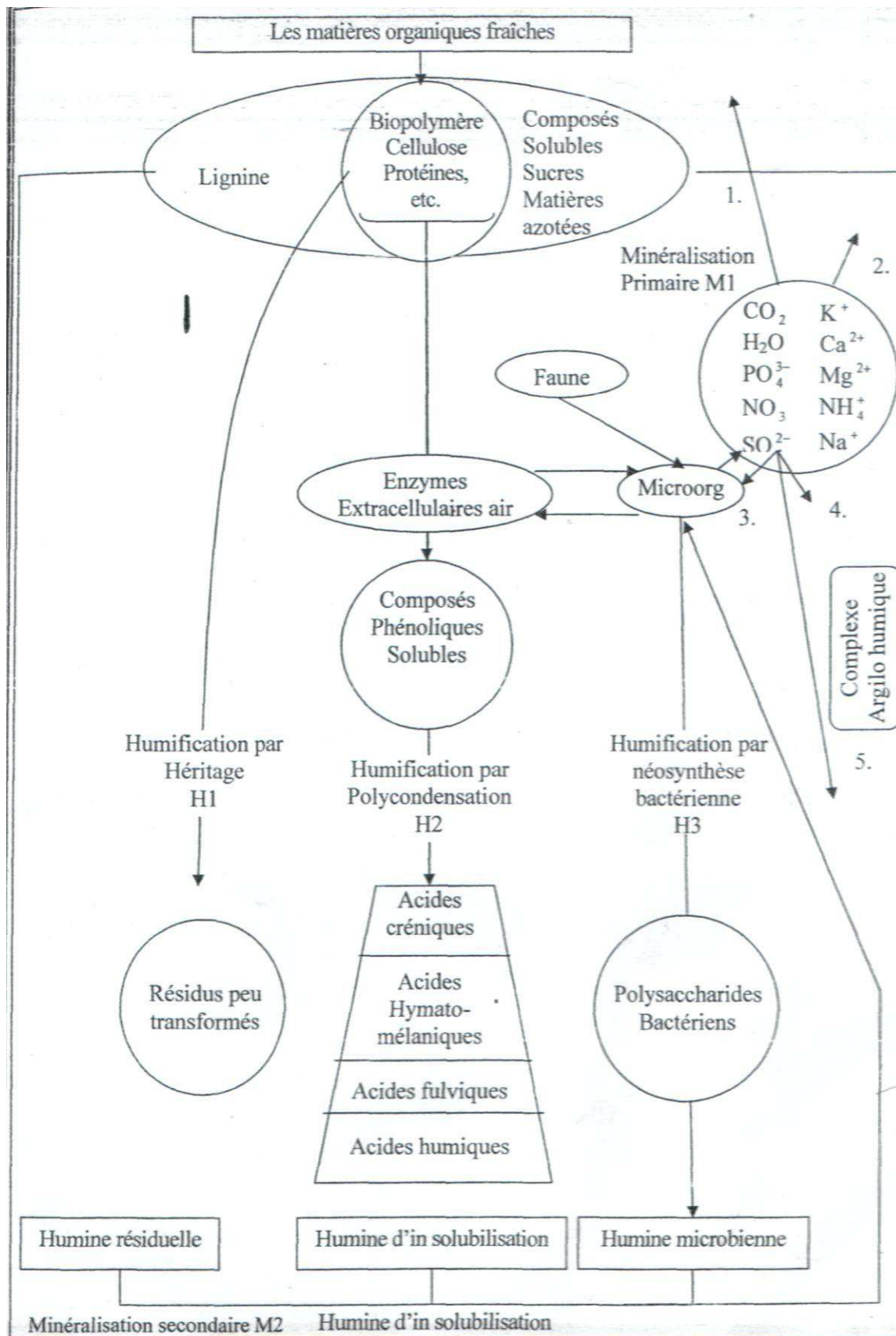


Figure n° 1 : Evolution de la matière organique dans le sol (SOLTNER, 1996 in GOBAT, 1998)

II.4. Evolution de la matière organique dans les zones arides

Les conditions climatiques (haute température, faible humidité.....) défavorisent l'accumulation de la matière organique, et le peu qui s'accumule est rapidement décomposé sous l'action unique des paramètres physiques BIRCH (in **OUSTANI, 2006**)

Le type de sol constitue un paramètre essentiel qui régit l'humification. La texture du sol influe sur le pourcentage de la matière organique présente dans le sol. Si les autres facteurs sont constants ; un sol sableux, par exemple contient moins d'humus qu'un sol argileux (**POUGET, 1980 in KOULL, 2007**).

L'évolution de la matière organique est influencée souvent par la composition chimique des sols dans les zones arides. C'est ainsi, que la présence des sels induit une évolution particulière de la matière organique.

Evolution de la matière organique dans les sols halomorphes

En règle générale les sols désertiques sont extrêmement riche en sels solubles se qui détruit les micro-organismes ou inhibe leur activité .Toute fois cette dernière, n'est pas nulle , puis qu'il y a toujours un dégagement de gaz carbonique(**POCHON et DEBARJAC , 1958 in KOULL , 2007**)

JACQUIN et al (1979) ont montré qu'une forte salinité d'un sol ralentit la biodégradation des composés organiques et amplifie le transfert des fractions humiques.

II.5. Action de la matière organique sur les propriétés du sol

Les matières organiques exercent un rôle très important sur la formation et l'évolution des sols. Elles améliorent les propriétés physiques de la terre (sol) (stabilité structurale, capacité de rétention, porosité, formation d'agrégats stable) et ces propriétés chimiques (libération progressives des éléments nutritifs utiles à la plantes en particulier de l'azote, de phosphore et soufre, entretien d'une légère acidité favorisant la dissolution de minéraux peu assimilable tels que les phosphates et les fers, etc....) des pratiques culturales qui modifient l'activité microbienne. Les fonctions des matières organiques participent de façon générale à l'aptitude des sols à la production végétale par l'amélioration de ces propriétés physiques, chimiques et biologiques

II.5.1. Action de la matière organique sur les propriétés physiques du sol :

Les effets globaux résultent surtout de son action à la fois sur la structure du sol et sur l'économie de l'eau (CHAREAU, 1975 ; BALESSENT, 1996).

✓ Sur la structure et la stabilité structurale

Les matières organiques 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 (BALESSENT, 1996).

1. **Structuration du sol** : l'humus permet d'obtenir la structure grumeleuse dans les sols légers aussi bien que dans les sols lourds.
2. **Maintien de la stabilité structurale** : la structure obtenue à un moment donné a une plus grande stabilité lorsque l'humus est présent ; à cet égard, les différents types de matière organique utilisés ont des actions différentes :

-Engrais vert : action nette mais de courte durée

-Paille : effet plus prolongé

-Fumier : action durable

✓ Sur l'économie de l'eau

La capacité du sol pour l'eau est en effet liée à la teneur en raison du caractère hydrophile extrêmement accusé 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 HILIEL (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 ,de la teneur en M O et de son degré d'humification.

II.5.2. Action de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol

Les matières organiques 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**).

1. Augmentation de la capacité d'échange des sols : la capacité de fixation de l'humus est plus élevée que celle de l'argile. D'après **SOLTENER (2003)**, 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

2. Contribution à la nutrition des plantes par :

- La décomposition très rapide des matières organiques fraîches peu lignifiées.
- La minéralisation lente de l'humus stable.

3. Maintien dans le sol d'un pH légèrement acide favorable à l'assimilation des éléments minéraux

4. Libération, par oxydation de l'humus, de gaz carbonique qui accroît la solubilité de certains éléments nutritifs dans le sol et leur utilisation par la plante

5. Formation de complexe phospho-humique : du phosphore peut ainsi être maintenu sous forme assimilable malgré la présence de calcaire libre ou de fer libre

6. Diminution de la rétrogradation du potassium

7. Amélioration de la pénétration des éléments fertilisants minéraux à travers la membrane cellulaire des racelles d'où une meilleure utilisation des engrais minéraux par exemple (**CERDI, 1992**).

II.5.3. Action de la matière organique sur les propriétés biologiques du sol

Les apports organiques facilement fermentescibles permettent d'améliorer l'activité biologique (**PARR, 1973**). Les matières organiques représentent un véritable substrat énergétique pour les micro-organismes pour synthétiser leurs propres protéines ainsi que pour former des métabolites (**RIBIERO, MOUREAUX, NOUVIKOFF, 1976**)

Les matières organiques sont l'aliment des vers de terre et des arthropodes (insectes, acariens ...). Les matières organiques jeunes apportent les sucres et les matières azotées nécessaires aux microorganismes. Elles améliorent la structure et l'aération du sol, favorisent le développement des bactéries aérobies indispensables à la minéralisation et aux échanges dans la rhizosphère par son rôle capital dans la fourniture des éléments majeurs et des oligoéléments. Les matières organiques favorisant la croissance et la résistance des plantes aux parasitismes (**SOLTNER, 2003**).

Dans les phases de l'ammonification et de la nitrification, la matière organique entretient pour son évolution des microbes de plus en plus spécifique, dont l'activité prépare la nutrition azotée des plantes (**OUSTANI, 2006**).

II.6. Action des matières organiques sur la pédogenèse du sol

En plus de ces rôles « agricoles », les matières organiques, et tout particulièrement l'humus, exercent sur la formation et l'évolution des sols.

Les matières organiques sont un amendement, c'est-à-dire des substances qui, dans le sol, améliorent à la fois :

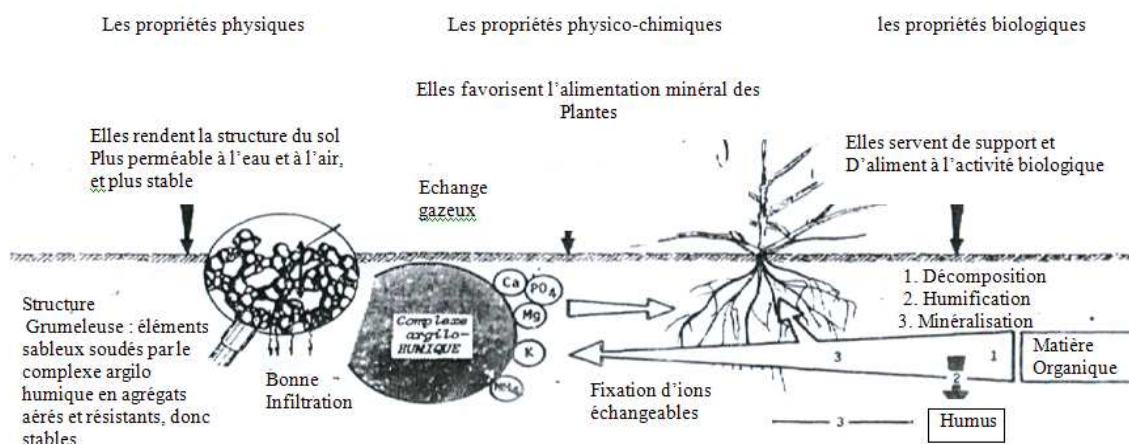


Figure n° 2: Action des matières organiques sur les propriétés du sol (SOLTNER, 2003)

L'ensemble des actions de la matière organique sur le sol peuvent être résumés dans le tableau suivant :

Tableau n° 2 : Actions de la matière organique sur le sol

	Action	Bénéfice
Rôle physique	Structure, porosité	<ul style="list-style-type: none"> - Pénétration de l'eau et de l'air - Stockage de l'eau - Limitation de l'hydromorphie . - Limitation de ruissellement. - Limitation de l'érosion. - Limitation du tassement. - Réchauffement.
	Rétention en eau	- Meilleure alimentation hydrique
Rôle biologique	Stimulation de l'activité biologique (vert de terre, biomasse microbienne)	Dégradation, minéralisation réorganisation, humification -aération
Rôle chimique	Dégradation, minéralisation.	Fourniture d'éléments minéraux (N, P, K, et les oligo-éléments
	CEC	Stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Rétention en micropolluants organique est des pesticides	Préservation de la qualité de l'eau

Chapitre III :
La fertilisation organique

La fertilisation organique

III.1. Définition

Fertilisation : c'est l'amélioration de l'aptitude d'un sol à assurer de façon régulière et répétée, la croissance des cultures et l'obtention de récolte au moyen d'action qui modifient les propriétés physico-chimique et biologique de celui -ci (**CERDI, 1992**).

L'apport des matières fertilisantes (amendement, engrais) représente le moyen essentiel auquel la fertilisation fait appel.

III.2. Terminologie en rapport avec les formes de produits fertilisants apportés aux sols

Amendement : Substance incorporée au sol pour en améliorer la constitution physico-chimique sans qu'il soit forcément question d'augmenter ses réserves en éléments nutritifs.

Engrais : Matière fertilisante dont la fonction principale est d'apporter aux végétaux des éléments qui leurs sont directement utiles.

On distingue **des engrais minéraux** qui sont obtenus par synthèse ou transformation industrielles et **des engrais organiques** qui proviennent de la transformation de déchets végétaux et surtout animaux.

Amendement organique : la M, O est un constituant normal des sols, elle constitue l'ensemble des substances carbonées provenant des débris végétaux, des déjections et des cadavres d'animaux.

La M O se transforme en permanence en humus. L'humus est une substance colloïdale noirâtre résultant de la décomposition partielle de la matière organique par les microbes du sol.

III.3. Les formes d'apports exogènes de matières organiques aux sols

Le fumier

Le fumier est un mélange de déjections animales (solides ou liquides) avec une litière, soumise à l'action de microorganismes qui amorcent sa décomposition, source d'humus

Importante pour l'agriculture, le fumier est un excellent amendement organique des productions végétales, car contient de l'azote sous forme minérale et organique ainsi que de nombreux autres éléments nutritifs (MUSTIN, 1987)

Le compost

Le compost est un produit stable riche en humus issu de la décomposition rapide de toutes les matières organiques : fumier, résidu de récolte, déchets agro-industriels, déchets ménages ... etc. (MUSTIN, 1987), apporte peu l'azote minéral. Mais l'application annuelle du composte améliore indirectement la quantité disponible d'azote organique, donc le compostage est une méthode de traitement des déchets organiques qui permet de stabiliser efficacement leur matière organique, à condition que ce compostage soit bien mené et que les composte atteignent une maturité suffisante (HAOUT et al, 2002)

Les résidus de cultures

Les résidus de culture frais et les engrais verts (plantes cultivées expressément pour être incorporées au sol dont elles enrichissent la teneur en matière organique), se décomposent très rapidement si la température du sol est suffisamment élevée (SOLTNER, 2003) cet engrais vert est destiné à l'enfouissement afin d'améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol par l'enrichissement en humus.

III.4. Facteurs influant sur la vitesse et le degré de décomposition des apports organiques dans le sol

De nombreux facteurs peuvent influencer sur la biodégradation des divers substrats organiques appliqués au sol .On peut les classer en facteurs substrat et en facteurs sol.

Rapport C/N

On utilise souvent le rapport C/N pour comparer la teneur en azote du sol .Ainsi, plus la valeur du ratio C/N de la matière organique est élevée, plus l'activité microbienne est limitée par la quantité d'azote disponible dans le sol, ce qui indique une faible décomposition de la matière organique.

Teneur en lignine

La vitesse de décomposition du substrat est souvent proportionnelle à leur teneur en lignine .Les substrats qui en contiennent beaucoup se décomposent plus lentement que ceux qui en contiennent peu.

Oxygène disponible

Le pouvoir oxydo-réducteur, étant pour une large partie dépendant des qualités texturales et structurales du sol, ainsi que son état d'humidité (MOREL, 1989) .Les substrats se décomposent lentement et ne subissent qu'une oxydation incomplète dans les conditions d'anaérobiose.

Température

Les différents microorganismes exigent différentes températures optimales pour que la croissance soit une activité maximale. C'est à des températures de 28 à 35 °C que les substrats se décomposent le plus vite (DOMERGUE et MANGENOT, 1970).

pH du sol

Tandis que les différents types de microorganismes du sol ont chacun son pH optimum de croissance maximale, le pH optimum est le correspond rapide de substrats qui se situe entre 6,5 et 8,5.

Teneur en humidité

C'est dans les sols en fort potentiel hydrique que se produisent la prolifération et l'activité maximale des bactéries. Les champignons cependant peuvent, croître et survivre dans des sols à potentiel hydrique beaucoup plus faible, sols secs) où les bactéries sont moins actives (MUSTIN, 1987).

III.5. Composition chimiques de quelques fertilisants organiques de ferme

Comparés aux engrais chimiques, les fertilisants organiques de ferme sont des engrais complets : les propriétés biologiques, physiques et chimiques du sol sont améliorées par des

apports réguliers de fumiers. A la fois engrais et amendement, les fumiers ont des effets bénéfiques sur la fertilité et sur l'équilibre des sols.

La teneur moyenne en éléments fertilisants des différents types fertilisants organiques de ferme varie suivant l'espèce animale. Le tableau n° 3 montre la composition comparée de plusieurs types de fumiers.

Tableau n° 3 : Composition comparée de plusieurs types de fumiers

Type d'animal	MO (kg/t)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)	N tot (kg/t)
Bovines (stabulation Entravée)	150	3,1	7	5
Bovines (stabulation libre)	175	2,4	12	5
Chevaux	175	2,4	12	5
Montons et chèvres	180	2,5	12	5,5
Porcs	200	6,3	7	9
Volailles	300 - 440	18-25	14	20 - 40

(AFNOR, 2004)

III.6. Fumier de volailles

La composition chimique du fumier de volailles, en fait un engrais très convenable en raison de ses concentrations en éléments nutritifs : azote, phosphore et potassium. Il contient en moyenne 3à4 fois plus d'éléments nutritifs que les autres fumiers. Il s'agit d'un excellent moyen pour engraisser les sols à fertilité médiocre.

Le fumier de volailles est un fumier chaud, il se fermente avec élévation de la température, ce qui peut causer des brûlures au niveau des racines des plantes, d'où l'intérêt de prendre précaution lors de la pratique de ce type de fumier, d'éviter de l'utiliser à l'état frais.

Il existe deux types de fumier de volailles :

✓ **Fiente ou lisier de volaille**

Ce sont les excréments formés du mélange de déjections solides et liquides (fèces + urines). Ces déjections proviennent des installations d'élevage en cage ou batteries, donc produites en majorité par les poules pondeuses (ANONYME, 1984).

✓ **Les litières de volaille ou fumier de volaille**

Quand les volailles sont élevées sur une litière, le mélange fiente+paille constitue la litière de volaille ou fumier de volaille. Les matériaux les plus utilisés comme litière sont : la paille, les copeaux de bois et les sciures. Les litières sont issues, en majorité, de la production de poulet de chair.

Les litières de volailles présentent, en raison de la paille qu'elles contiennent, un plus grand intérêt que les finets seules (ANONYME, 1984).

Partie II :
Partie pratique

Chapitre I
Présentation de la région
d'étude

I. Présentation de la région d'étude

I.1.Situation géographique

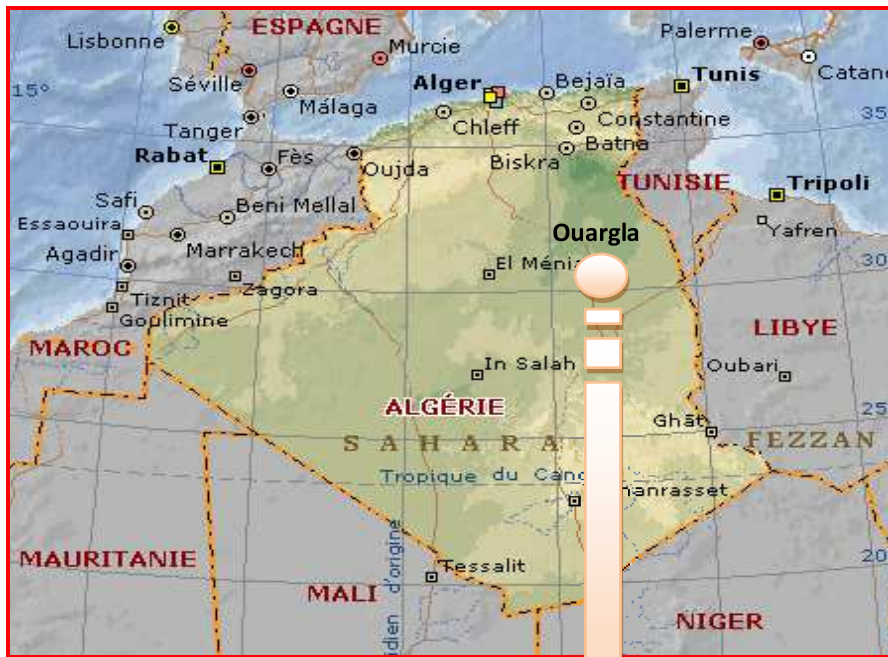
La ville d'Ouargla, chef lieu de Wilaya est située au Sud-est de l'Algérie (figure 01) au fond d'une cuvette très large de la vallée de l'Oued M'ya (**ROUVILOIS, 1975**). Elle couvre une superficie de 163.230 km².

Selon la direction de la planification et d'aménagement de territoires de Ouargla (**D.P.A.T, 2006**), la wilaya d'Ouargla est limitée :

- Au Nord-est par la wilaya d'El Oued.
- Au Nord-ouest par la wilaya de Djelfa.
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset.
- Au Sud-est par les frontières Tunisiennes et la wilaya d'Illizi.
- A l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa.

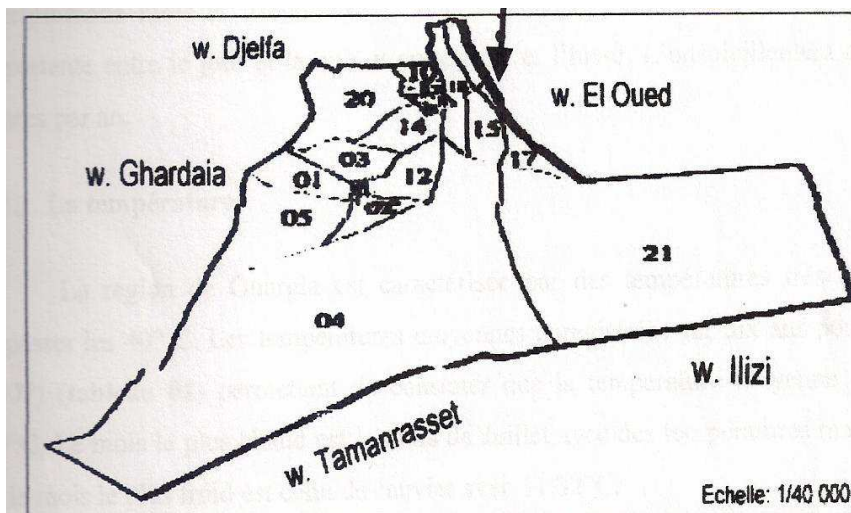
Les coordonnées géographiques de la ville sont les suivantes :

- Altitude 157m.
- Latitude 31°57 Nord.
- Longitude 5°20 Est.



Carte A

Echelle : 1/50 000



Carte B

Les communes de la région Ouargla	
01	Ouargla
05	Rouissat
03	N'agoussa
02	Aie beida
11	Sidi kouiled
12	Hassi ben Abdellah

Carte A : Carte de l'Algérie (Encarta, 2004)

Carte B : Division administrative de la wilaya d'Ouargla (D.P.A.T.2001)

Figure n° 3. Situation géographique de la région d'Ouargla

I. 2. Le Climat

Le climat est une composante de milieu, il exerce un rôle déterminant dans le développement des végétaux. Ses effets sur la production végétale se manifestent de différentes manières, en conditionnant le choix des cultures et des variétés, en agissant directement sur le processus d'élaboration du rendement ou encore en imposant des contraintes pour la réalisation et l'efficacité des techniques culturales pratiquées (VILLAIN, 1997).

Les paramètres climatiques utilisés pour cette étude proviennent des données recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) d'Ouargla pour la période (2001-2010) (tableau n° 4).

La région de Ouargla possède une aridité bien exprimée caractérisée par des précipitations rares et irrégulières et une sécheresse permanente. L'amplitude thermique est importante entre le jour et la nuit et entre l'été et l'hiver. L'ensoleillement est de plus de 3000 heures par an.

I. 2.1. Les températures

La région de Ouargla est caractérisée par des températures très élevées qui peuvent dépasser les 40°C. Les températures moyennes enregistrées sur dix ans pour la période (2001-2010) (tableau n° 4) permettent de constater que la température moyenne annuelle est de 16.42°C. Le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec des températures maximales de 43.71°C et le mois le plus froid est celui de Janvier avec des températures minimales de 18.9 °C.

I. 2.2. Les précipitations

Les précipitations sont rares et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Leurs répartitions sont marquées par une sécheresse presque absolue du mois d'Avril jusqu'au mois d'Août et par un maximum au mois janvier (17.06 mm). Le cumul des précipitations annuelles sur 10 ans (2001-2010) est de 56.31mm.

I. 2.3. L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible avec une moyenne annuelle de 42.6%. Elle diminue au mois de janvier 59.3 % jusqu'au mois de Juillet 24.8%. Puis elle augmente pour atteindre une moyenne de 65.8 % au mois de Novembre (tableau n° 4).

I.2.4. L'évaporation

L'évaporation est un paramètre climatique important à connaître dans la mesure où elle permet d'apprécier les pertes en eau dans l'atmosphère et de déterminer éventuellement les apports d'eau à la plante.

La région de Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante, son intensité étant renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (**TOUTAIN, 1979**). Elle est de 280.58/an avec un minimum de 95.5mm au mois Décembre, le maximum enregistré est de 500.00mm au mois de juillet (tableau n° 4).

I. 2.5. L'insolation

La région de Ouargla est caractérisée par une forte insolation. L'insolation correspond à la durée d'éclairement du sol par le soleil, elle conditionne l'activité photosynthétique des plantes. La durée d'insolation moyenne annuelle est de 269.54 heures/an avec un maximum de 335 heures au mois de Juillet et un minimum de 202.2 heures au mois de décembre (tableau n° 4).

I. 2.6. Les vents

Les vents sont fréquents durant toute l'année, avec une vitesse moyenne qui varie entre 3.01 et 5.02m/s. Les vents soufflent du Nord-Sud ou Nord-est /Sud-ouest (vent chaud sirocco). La fréquence et la force des vents augmentent de fin Mars et s'atténuent durant l'été, pour revenir aux mois de Septembre-Octobre et parfois même Novembre.

Tableau n° 4 : Données climatiques de la Région de Ouargla (moyennes sur une période de dix ans de 2001-2010) (ONM, Ouargla 2010).

Paramètre mois	T Max Moy (°C)	T Min Moy (°C)	T Moy Moy(°C)	P Moy Moy(mm)	Hr Moy (%)	Vit Moy V (m.s)	Durée Moy I (h)	E Moy(mm)
Janvier	18.9	5.28	12.09	17,06	59,3	3,27	249.9	109.6
Février	21.27	7.24	14.26	0,79	52	3,66	247	148.7
Mars	25.94	10.98	18.46	5	42,4	4,34	264.3	232.3
Avril	29.9	15.14	22.52	3	35,7	4,77	283.1	304.2
Mai	34.8	19.96	27.38	0,73	32,9	4,71	269.8	371.3
Juin	37.06	24.9	30.98	0,64	32,9	5,02	296.9	442.7
Juillet	43.71	28.28	36	0,2	24,8	4,42	335	500
Aout	43.37	27.7	35.53	1,84	27,7	3,78	322.6	468
Septembre	37.09	23.36	30.22	6,4	27,7	3,81	257.9	310
Octobre	32.26	17.95	25.10	11,63	45,6	3,76	256.8	245.8
Novembre	23.93	10.14	17.04	6,36	65,8	3,16	249	139
Décembre	19.24	6.13	12.69	2,66	60,3	3,01	202.2	95.5
Moy Ann	30,62	16,42	16,42	56,31*	42,6	3,98	269.54	3367*

* cumul

Tmax : température maximale

Tmin : température minimale

P : précipitations

Hr : Humidité relative de l'air vit moy V : vitesse moyenne de vent

I : insolation

E : évaporation

*Diagramme Ombrothermique

BAGNOUL et GAUSSEN (1959), proposent de définir les conditions bioclimatiques d'une région par l'importance de la saison sèche. Un mois est considéré sec, quand le total mensuel des précipitations en mm est égal ou inférieur ou double de la température en degré Celsius (**DUVIGNEAU, 1982**). Pour la région de Ouargla la période sèche s'étale sur toute l'année (figure4)

Il consiste à placer en abscisse les mois de l'année, en ordonnées les températures (à gauche) et les précipitations (à droites) avec l'échelle $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ mm}$ de précipitation. (1953).

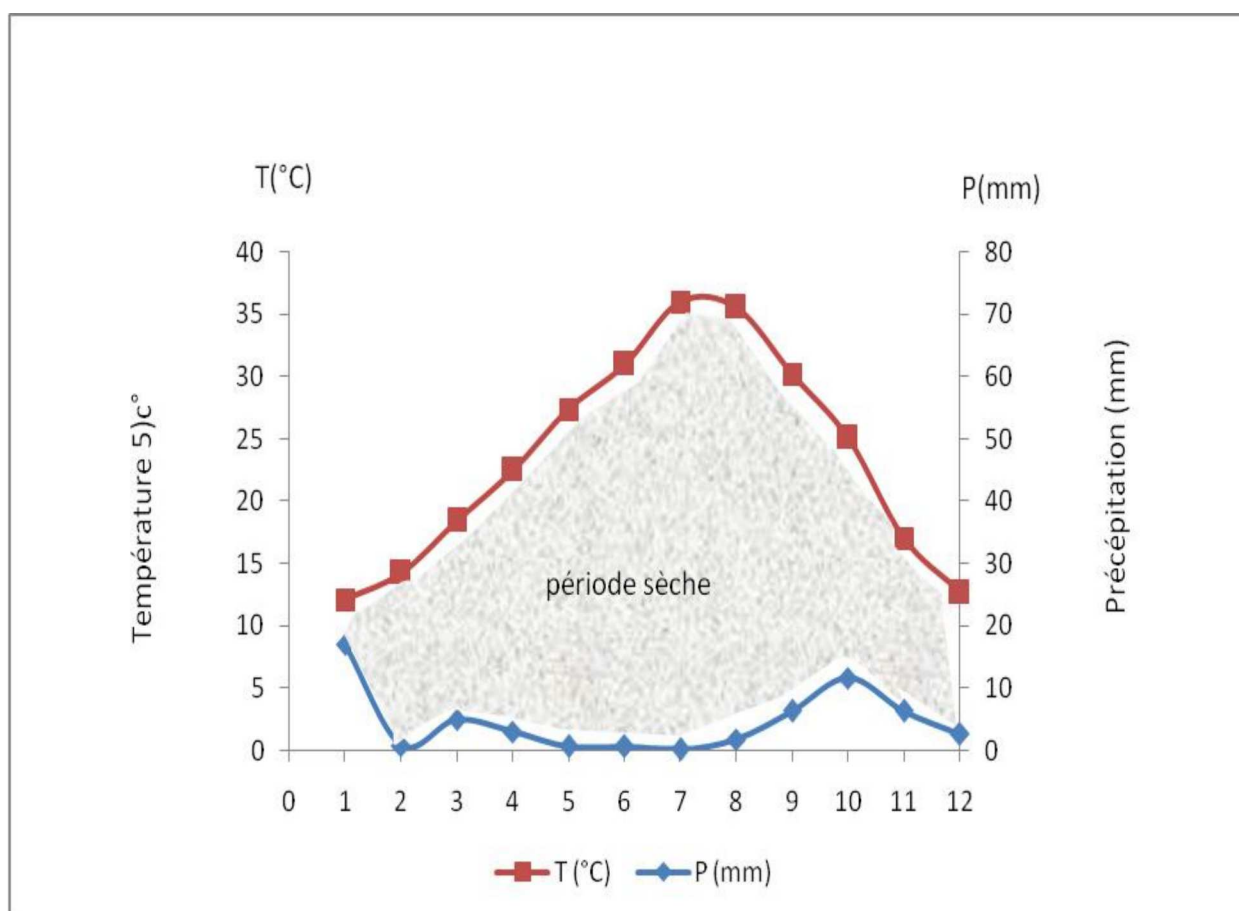


Figure n° 4 : Diagramme Ombrothermique de Gausсен de la région d'Ouargla (2001-2010)

Climagramme d'EMBEGER :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Pour classer le bioclimat du Ouargla nous avons utilisé la formule $(Q_2 = 3.430 P / (M. - m))$ adaptée pour l'Algérie par STEWART (1969) (LEHOUEIROU, 1995) avec :

Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chauds en °C.

m : moyenne des minima du mois le plus froids en °C.

D'après la figure (03), Ouargla est caractérisée par un climat saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q_2) est de 5,02

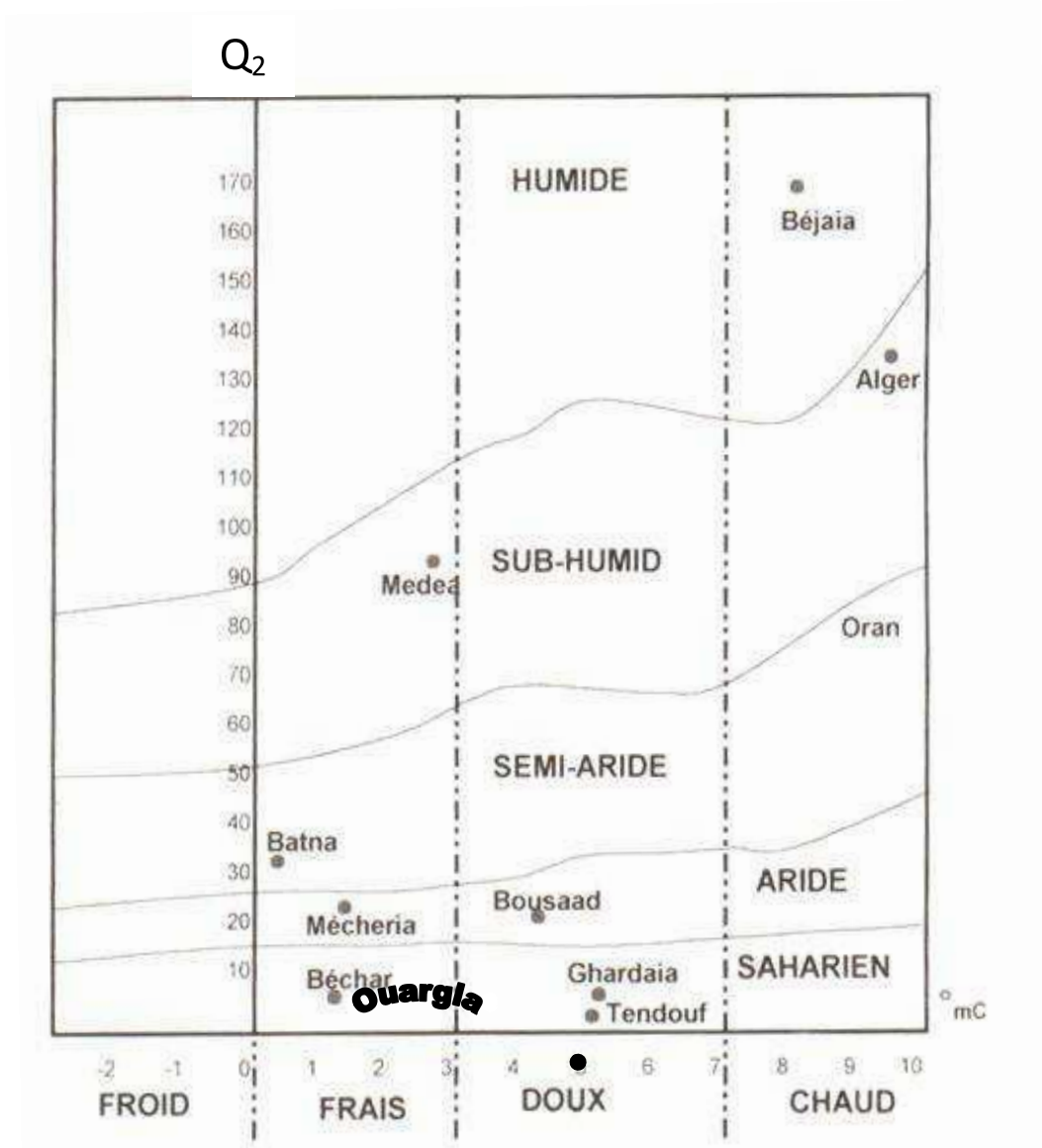


Figure n° 5: Climagramme d'EMBERGER de la région de

1.3. Le sol

Selon HALILAT (1993) les sols de Ouargla sont légers à prédominance sableux et à structure particulaire, Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une faible activité biologique, une forte salinité et une bonne aération, On distingue dans la région trois types de sol :

- Sol sal sodique
- Sol hydro morphe
- Sol minéral brut

Donc le sol est un support pour les cultures et un réservoir pour les eaux et les éléments nutritifs, il assure le stockage des éléments nécessaire à la vie des végétaux et leur réapprovisionnement (DUBOST ,2002) .

Les sols doivent pouvoir retenir une certaine humidité, mais ils doivent aussi fixer les sels minéraux indispensables à l'alimentation de plantes (DUBOST, 2002).

1.4. Les ressources en eau

Quatre ensembles aquifères de plus ou moins de grande importance existent dans les sous-sols dans la région d'Ouargla.

1.4.1. La nappe phréatique

La nappe phréatique est contenue dans les sables alluviaux de la vallée de Ouargla. Sa profondeur varie de 1 à 8 mètres selon les lieux et la saison, elle s'écoule du sud vers le Nord, selon la pente de la vallée, Sa température varie entre 15 et 20 °C. C'est une source cruciale pour l'irrigation dans les palmeraies bours (ROUVILOIS, 1975). Les analyses des eaux de la nappe phréatique montrent qu'elles sont salées avec une conductivité électrique de l'ordre de 5 à 10 dS/m et parfois dépasse les 20 dS/m (A. N. R. H, 2000).

1.4.2. La nappe du complexe terminal

La nappe du complexe terminal est constituée de deux nappes, la nappe de Miopliocène et la nappe de Sénonien (A.N.R.H., 2000).

1.4.2.1. Nappe du Miopliocène

La nappe du Miopliocène dite nappe des sables fut à l'origine des palmeraies irriguées. La salinité de la nappe du Miopliocène dans le cas de notre site expérimental est de 5,40 dS/m.

1.4.2.2. Nappe de Sénonien

La nappe de Sénonien est mal connue, elle est exploitée à des profondeurs allant de 140 à 200 m environ. Son débit a limité son utilisation malgré la bonne qualité de ces eaux. La salinité de cette nappe selon NEZLI (2009) est aussi très variable 3,76 à 5,48 dS/m, alors que dans l'exploitation de l'université, nous l'avons trouvée qu'elle est inférieure à cette gamme est de 3,70 dS/m.

1.4.3. La nappe Albienne

La nappe albienne est la nappe du continentale intercalaire, est caractérisée par une faible salinité environ 1-2 g/l de résidu sec (A.N.R.H., 2000).

L'exploitation de la nappe continentale intercalaire à Ouargla remonte à l'année 1960. Les forages atteignent la nappe entre 1100 et 1400m de profondeur, leur eau faiblement minéralisée (1,9g/l), sont à un débit de 250 à 400 l/s (HAMDI-AISSA, 2001)

Chapitre II

Matériels et Méthodes

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II. 1.Site d'étude

L'essai a été implanté dans la ferme BABZIZ, située dans le secteur Sud-Est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah et à 26 km de la chef de la wilaya de Ouargla, elle a été créée en 1999. La ferme couvre une superficie de 130 ha. Le choix de ce site a été justifié par le fait que le sol est à son niveau caractérisé par une faible fertilité naturelle (notamment en ce qui concerne la faible teneur de ses sols en matière organique, ainsi que sa teneur appréciable en sels).

II .2.Matériel pédologique

Pour caractériser le sol des parcelles expérimentales, nous avons effectué les analyses de sol au laboratoire de département des sciences agronomiques de l'Université de Ouargla. Les échantillons du sol ont été prélevés sur une profondeur de 30 cm. La caractérisation physico-chimique du matériel pédologique est illustrée dans le tableau n° 5.

Tableau n° 5: Caractérisation physico-chimique des sols au niveau du site d'étude

Caractérisations		Sol Salé Site 1	Sol peu salé Site 2
Granulométrie	Sable fine (%)	20,60	22,54
	Sable grossier (%)	72,58	69,54
	Argile et Limon (%)	6,82	7,01
Réaction du sol (pH eau =1/2,5)		8,42	8,50
Conductivité électrique : CE à 25°C (1/5ds/m)		4,30	2,1
Calcaire total (%)		6,13	2,94
Calcaire actif (%)		5,2	-
Matière organique (%)		0,65	0,51
Carbone organique (%)		0,37	0,29
Azote total (%)		0,024	0,012
Potassium (ppm)		9,75	2,59
Calcium (ppm)		55,05	40,5
Sodium (ppm)		64,75	48,15
Chlore (ppm)		43	35

Les résultats des analyses physico-chimiques, montrent que les deux sols sont caractérisés par une texture sableuse, un pH basique et une faible teneur en colloïdes organiques et minéraux (MO et argile). Alors, qu'on note que les deux sols se différencient sur le plan de la salinité. Ainsi d'après l'échelle de classification des sols salés (Tableau n°4, Annexe I), les deux sols appartiennent aux classes du sol salé (CE : 4,30 (ds/m) et sol peu salé (CE : 2,1 (ds/m) respectivement pour le site 1 et site 2.

D'après ces résultats, les deux types de sols montrant une bonne réponse aux enrichissements en matière organiques, dans la mesure où, cette dernière permet d'éteindre les graves conséquences résultant à la fois du manque de colloïdes minéraux et organiques.

II.3. Matériel organique

Notre choix s'est porté sur le fumier de volailles. Il s'agit d'un substrat organique très concentré en éléments nutritifs : azote, phosphore, potassium, et en oligo-élément. Il contient en moyenne 3 à 4 fois plus éléments nutritifs que les autres fumiers (SAHNOUNE, 1996 ; in OUSTANI, 2006).

Le fumier de volailles utilisé dans le cadre de notre étude, nous a été fourni par une exploitation privée d'élevage de poulet de chair. Les principales caractéristiques de ce type de fumier sont indiquées dans le tableau n° 6.

Tableau n° 6 : Caractéristiques physico-chimiques du fumier

Caractérisations	Résultats
pH (1/2,5)	8,24
CE à 25 C° 1/2,5 (ds/m)	6,65
Calcaire total (%)	11,87
Matière organique (%)	41,28
Azote total (%)	2,09
Carbone organique (%)	24
C/N	11,48
Ca ⁺⁺ %	2,70
K ⁺ %	1,70

L'examen analytique des données du tableau n°6, montre qu'il s'agit d'un fertilisant organique riche en matière organique et en éléments majeurs en particulier C, N, K, N, Ca,...., cependant on peut constater qu'il est assez riche. Le rapport C/N calculé est de l'ordre de 11,48 ce qui indique une minéralisation rapide de substrat organique.

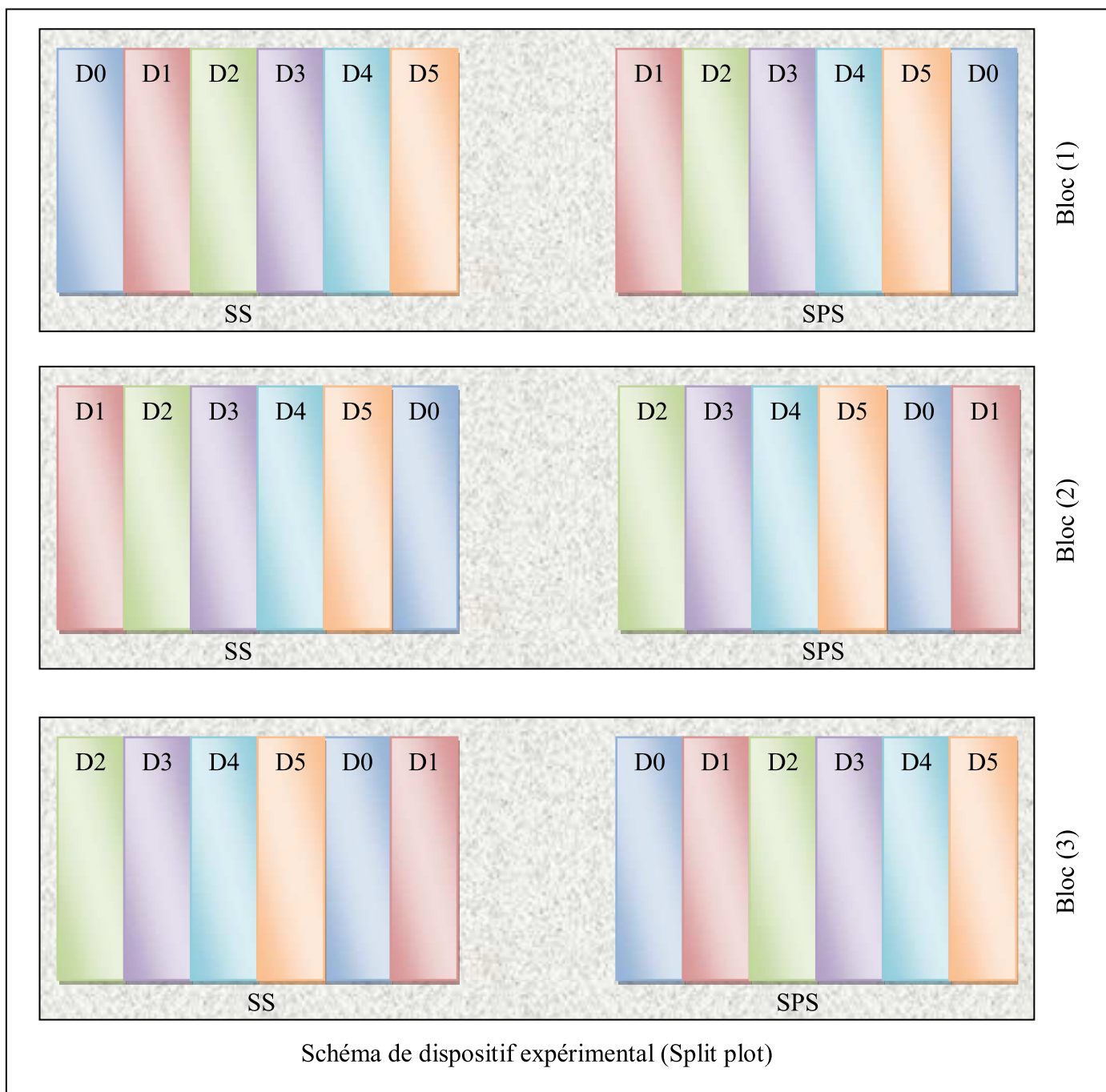
II. 4. Protocole expérimental

Dispositif expérimental

Pour notre expérimentation nous avons réalisées un dispositif expérimental au niveau d'un sol nu, donc le protocole de l'essai consiste à comparer l'effet de quatre doses croissantes de fumier de volailles sur l'évolution de quelques propriétés physiques et physico-chimiques de deux sols à niveau de salinité différent, tout en les comparant à un témoin sans aucun apport et à un apport d'engrais minéral seul.

Ainsi, le dispositif expérimental adopté est de type Split plot (parcelles subdivisées), qui est employé pour des essais multifactoriels. Les parcelles du facteur principal sont subdivisées par celles du facteur secondaire, telle est le cas pour notre essai, où nous avons trois facteurs (niveau de salinité ; doses de fumier de volailles et le temps de prélèvement).

- Les parcelles principales sont consacrées aux sols à savoir : le sol salé et le sol peu salé.
- Tandis que les sous parcelles portent sur les différentes doses de fumier de volailles (figure 06).



Légende :

SS : Sole salé

SPS : Sole peu salé

M.O : Matière organique

D0 : dose 0 (Témoin)

D1 : dose 1 (minéral)

D2 : dose 2 (M.O) (20 t/ha)

D3 : dose 3 (30 t/ha)

D4 : dose 4 (40 t/ha)

D5 : dose 5 (50 t/ha)

II-5 Prélèvements du sol

Pour chaque traitement, un échantillon représentatif du sol a été prélevé après épandage de fumier de volailles dans les deux types de sols (sol salé et peu salé) suivant le dispositif expérimental adopté.

Les échantillons ont été ramenés au laboratoire dans des sachets, numérotés suivants les différentes doses de fumier et le type de sol, séchés à l'air libre et tamisés à 2 mm procédés des analyses.

Les prélèvements étant destinés à suivre l'effet des différentes doses de fumier sur l'évolution des propriétés physiques et physico-chimiques des deux types de sol (sol salé, et peu salé).

Ainsi, cinq prélèvements du sol répartis sur une période de 5 mois de l'expérimentation ont été réalisés suivant le calendrier donné par le tableau n°7. Les mesures ont portés sur les paramètres suivants :

- ❖ pH;
- ❖ Conductivité électrique;
- ❖ Capacité de rétention en eau;
- ❖ Carbone organique et l'azote total;
- ❖ Rapport C/N.

Tableau n°7 : Calendrier de prélèvements du sol

Prélèvements	Dates
P1	01/11/2010
P2	01/12/2010
P3	01/01/2011
P4	01/02/2011
P5	01/03/2011

II-6 Analyse des résultats

L'analyse statistique a été faite à l'aide d'un logiciel « STATITCF » qui permet d'effectuer l'analyse de la variance pour les différents traitements, ainsi que le test de Newman - Keuls pour les comparaisons multiples de moyennes.

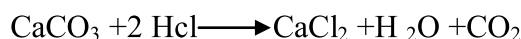
II-7 Méthode d'analyse

7-1- Analyse du sol

- **Granulométrie** : La granulométrie a été déterminée par la méthode de l'hydromètre. C'est une méthode quantitative qui détermine les proportions physiques de particules primaires (argile, limon, sable). La mesure est effectuée par une lecture sur un hydromètre (COUTINET, 1965)
- **Réaction du sol (pH eau)** : Le pH a été mesuré au pH mètre à électrode en verre, avec un rapport sol/ eau (1/2,5)
- **Conductivité électrique** : La conductivité électrique a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de 1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol.
- **Capacité de rétention** : Pour la mesure de la capacité de rétention en eau on a utilisé adopté la méthode de BOYUCOS, Elle consiste à saturer le sol avec de l'eau, à le laisser se ressayer pendant 24 heures, puis le filtre pour éliminer l'eau dans les pores ($\leq 2 \mu m$), par la suite faire une pesée à l'état humide puis passer à l'étuve (105 °c) et récupérer 24 heures après, faire une seconde pesée, la différence de poids correspond à l'eau retenue par le sol en (%).

$$CR(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

- **Calcaire total** : Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide de Calcimètre de Bernard, l'échantillon est attaqué à HCl (6 N), On mesure le volume de CO₂ dégagé ; une mol de CO₂ correspondant à un mol de CaCO₃.



Le CO₂ dégagé est comparé à celui obtenue par poids connus de carbonate de calcium pur. (SOLTNER, 1979).

- **Carbone organique :** Le carbone organique a été dosé par la méthode (Anne), qui consiste à oxyder la matière par un oxydant puissant (le bichromate de potassium) en milieu sulfurique, le bichromate doit être en excès. La quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert. (AUBERT, 1978).

Pour passer du taux de carbone organique obtenu au taux de matière organique totale. On utilise soit le coefficient de multiplication 1,72 soit le coefficient 2 (BAISE, 2000)

- **L'azote total :** l'azote total a été dosé par la méthode Kjeldahl ; l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal par l'acide sulfurique concentrés portés à l'ébullition.

Pour accentuer l'action oxydante de l'acide sulfurique on élève la température d'ébullition, en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium qui jouent le rôle de catalyseur. La matière organique totalement oxydée. la solution contenant de sulfate d'ammonium est récupérée , ou procède ainsi à un dosage de l'azote ammoniacal par distillation après l'avoir déplacée de sa combinaison par une solution de soude en excès et solution d'acide borique , ou titre avec une solution d'acide sulfurique à 0,05 N .

Les cations échangeables : K⁺, Na⁺ et Ca⁺⁺ sont dosés par spectrophotomètre à flamme.

7-2- Analyse de la matière organique (fumier)

Les méthodes d'analyses adoptées pour la caractérisation du matériel organique, sont les mêmes que celles utilisées pour le matériel édaphique, mise à part quelques analyses spécifiques aux substances organiques :

1. Dosage du carbone organique

Etant donné que le dosage du carbone organique par la méthode classique de combustion humide (méthode ANNE), fournit des valeurs trop faibles pour les horizons holo-organiques ou très riches en matière organique (BAISE, 2000), on a en effet adopté la méthode de calcination (perte au feu) dont le principe se résume comme suit:

On pèse 10 de broyats des deux fumiers dans de capsules en porcelaine, que l'on fait passer par la suite au four à moufle à une température de 850 °C (DOGGAR, 1980), on attaque à feu modéré pendant deux heures et on la porte lentement et graduellement à la chaleur rouge (pendant quatre heures).

La perte au feu représente grossièrement la masse de matière organique disparue par combustion et pyrolyse, mais l'attaque thermique donne des résultats par excès c'est à dire qu'il y a toujours départ simultanée d'eau libre résiduelle. En évaluant la quantité d'eau perdue et en la soustrayant de la masse perdue au feu, on détermine le pourcentage de matière organique.

2. Dosage du Ca^{++} , K^+

Le dosage est effectué selon la méthode d'EAWAC (1973). La minéralisation de la matière organique par voie humide avec un mélange triacide (nitrique, perchlorure et sulfurique), puis dosage de la solution obtenue par le spectrophotomètre d'adsorption atomique.

Chapitre III

Résultats et discussion

D'après HENIN *et al* (1969) ; HALITIM, (1973) ; MALLUHI (1982), la matière organique contribue à l'amélioration des propriétés physiques et physicochimiques des sols salés, toutefois cette amélioration dépend de la nature et de la quantité de matière organique apportée au sol.

Dans notre travail expérimental nous avons effectué un suivi comparatif de l'influence de la matière organique sur quelques propriétés physiques et physicochimiques entre un sol salé et un sol peu salé, par suite de leurs enrichissements par différentes doses de fumier de volailles.

III.1. Effet de fumier de volailles sur quelques propriétés physico-chimiques des deux sols salé et peu salé :

III.1. 1. pH :

Résultats

Les résultats de mesure de l'évolution pH dans les deux types de sols salé et peu salé et en fonction des différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (8) et illustrés dans la figure (6 a, b).

Tableau n° 8 : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur l'évolution de pH dans les deux types de sol.

Traitements Types du sol		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques
		P1	P2	P3	P4	P5		
sol salé	T0	8,28	8,10	8,09	8,11	7,89	8,09	Effet Salinité T.H.S Effet fumier de volaille T.H.S Effet Prélèvement T.H.S Effet de l'interaction Salinité*fumier de volaille T.H.S
	Tmn	8,35	8,25	7,98	7,87	7,88	8,07	
	T20	8,30	8,20	7,99	7,89	7,80	8,04	
	T30	8,45	8,30	8,00	7,91	7,88	8,11	
	T40	8,60	8,45	8,30	7,95	7,92	8,24	
	T50	8,85	8,74	8,55	7,97	7,94	8,41	
sol peu salé	T0	7,50	7,45	7,36	7,40	7,31	7,40	Interaction Salinité * Prélèvement T.H.S Interaction Fumier de volaille *Prélèvement T.H.S
	Tmn	7,25	7,20	7,15	7,10	7,07	7,15	
	T20	7,52	7,48	7,43	7,38	7,32	7,43	
	T30	7,57	7,52	7,45	7,41	7,36	7,46	
	T40	7,65	7,60	7,52	7,46	7,41	7,53	
	T50	7,89	7,73	7,60	7,53	7,47	7,64	
Moyennes		7,77	7,92	7,78	7,67	7,60	7,75	Interaction Salinité*fumier de volaille *Prélèvement T.H.S

C.V .S : 0,7%

C.V.MO : 0,8%

C.V.P : 0,9%

D'après les valeurs du coefficient de variation (CV), nous pouvons dire que notre essai pour ce paramètre est d'une grande précision.

Le pH est influencé de façon très hautement significative par le facteur salinité. Les moyennes enregistrées sont de 8,06 et 7,43 respectivement pour le sol salé et peu salé.

Quant aux résultats relatifs au facteur fumier (Tableau 08), l'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif sur le paramètre pH. Ce dernier augmente proportionnellement avec l'augmentation des doses de fumier de volailles. Ainsi, le pH passe de 7,75 par la dose T0 (témoin) à 8,02 obtenu par la dose T5 (50t/ha), soit une augmentation de l'ordre de 3,36% et 8,85% respectivement par rapport au témoin et à l'engrais minéral (Annexe II, Tableau 2)

En ce qui concerne le facteur temps, l'analyse statistique a montré un effet très hautement significatif sur le pH. Ce paramètre enregistre une diminution progressive en fonction du temps de prélèvement, avec un taux de réduction de l'ordre de 4,12% entre le premier et le dernier prélèvement (Annexe II, Tableau 3).

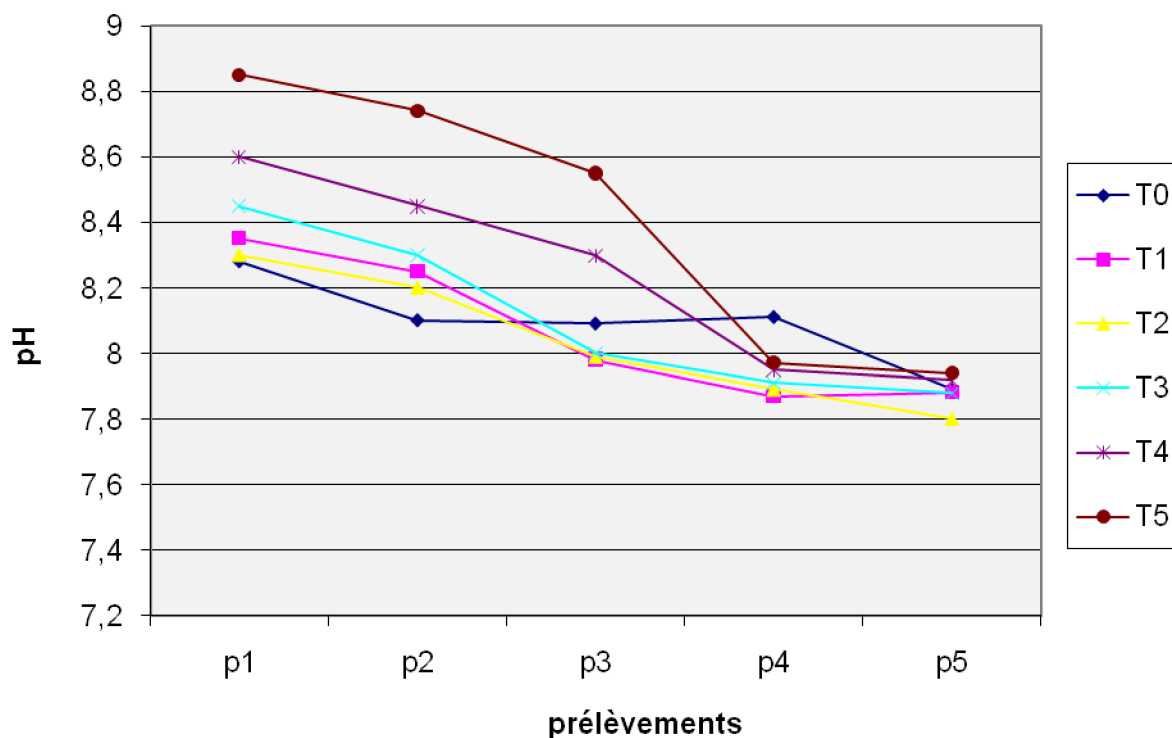


Figure n° 6-a: Effet des différentes doses de fumier de volailles sur l'évolution du pH dans le sol salé.

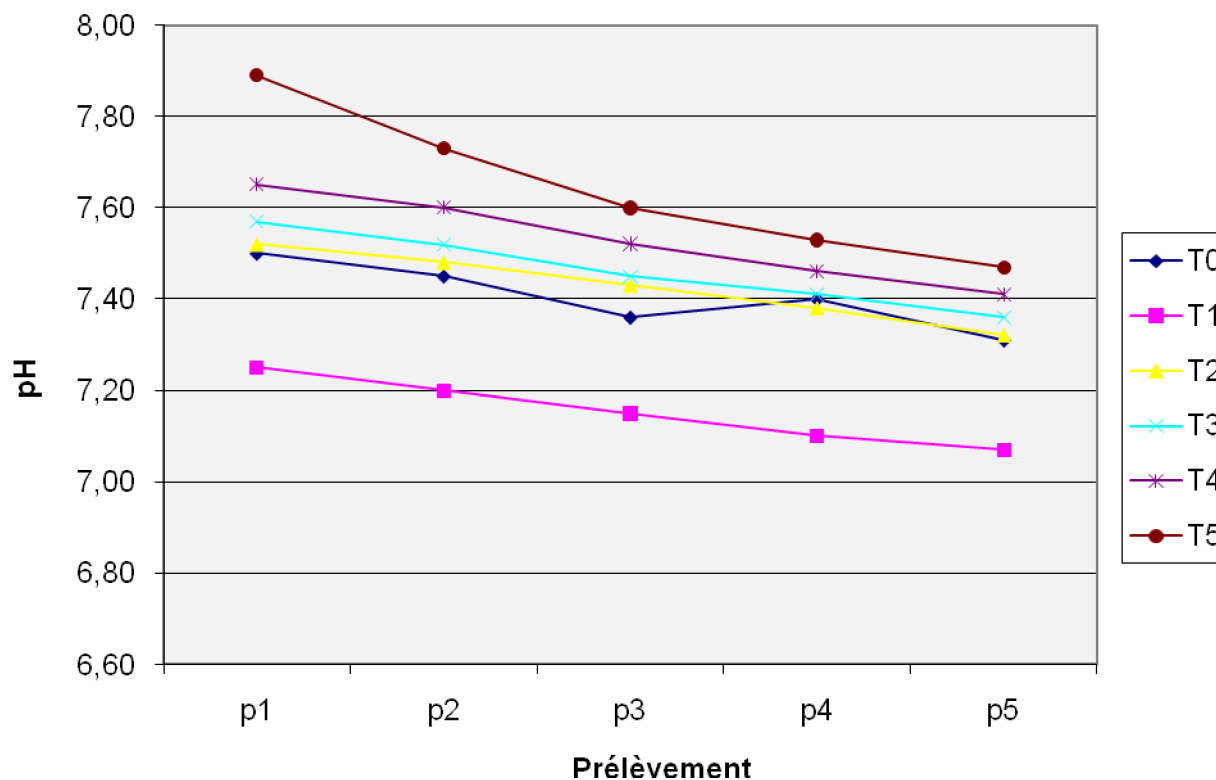


Figure n° 6-b: Effet des différentes doses de fumier de volaille sur l'évolution du pH dans le sol peu salé

L'interaction des deux facteurs (**salinité –fumier**) présente des différences très hautement significatives entre les divers combinaisons. D'après la figure (6 a, b), nous remarquons que les valeurs de pH augmentent proportionnellement avec les doses de fumier de volailles pour les deux sols. Cette augmentation enregistre un maximum au niveau de la dose T5 (50t/ha) avec des valeurs de pH de 8,41 et 7,64 respectivement pour le sol salé et le sol peu salé.

Le test de Newman-Keuls a révélé, pour l'interaction huit groupes homogènes (A, B, C, D, E, F, G et H) pour les deux sols (Annexe II, Tableau 4).

Pour l'analyse de la variance relative à l'effet de l'interaction (**salinité-temps de prélèvement**) nous avons illustré un effet très hautement significatif entre les deux sols en fonction du temps de prélèvement. Ainsi, le pH marque une diminution à partir de 2^{ème}

prélèvement pour les deux sols (sol salé, sol peu salé), néanmoins cette diminution paraît plus importante pour le sol peu salé.

Le test de Newman-Keuls a révélé huit groupes homogènes (A, B, C, D, E, F, G et H) pour les deux sols (Annexe II, Tableau 5).

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet hautement significatif entre les différentes combinaisons. Ainsi, l'augmentation des doses de fumier est inversement proportionnelle aux valeurs de pH qui subissent une diminution avec le temps.

Le test de Newman-Keuls a révélé 11 groupes homogènes (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K et L) pour les deux sols (Annexe II, Tableau 6) .

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité-fumier-temps de prélèvement**) a illustré un effet très hautement significatif entre les différents traitements sur le pH. En fait, on remarque que les valeurs de pH diminuent en fonction du temps, alors qu'elles augmentent avec l'augmentation des doses de fumier de volailles. Ce constat est valable pour les deux sols.

Le test de Newman-Keuls a révélé deux groupes homogènes bien distincts (A et B) (Annexe II, Tableau 7).

Discussion et conclusion:

L'augmentation de pH dans au niveau des différentes doses de fumier peut être liée à la nature de fumier de volaille qui a une réaction alcaline, alors que, la diminution enregistrée dans les traitements avec engrais minéral peut être liée à la nature des engrais utilisés qui ont un effet acidifiant (l'urée, sulfate de potassium).

La diminution de pH en fonction de temps de prélèvement est due principalement à la libération des acides organiques au cours de la biodégradation de matière organique.

D'après **SCHINZER et KHAN, 1985 (in CHAMAYOU et LEGRO, 1989)**, la diminution du pH lors de la décomposition de la matière organique est due principalement à la libération des groupements acides de fumier.

Selon, **MALLOUHI (1982)**, l'abaissement du pH n'est pas seulement lié à l'effet des acides organique libérés au cours de la biodégradation de la matière organique, mais également à la diminution de la salinité, provoquée par l'amélioration des propriétés physiques du sol grâce aux apports de matière organique qui augmentent la perméabilité et par voies de conséquence facilitent le lessivage des sels et engendre la désalcalinisation du sol.

Enfin, on peut conclure que l'évolution du paramètre de pH dans les deux types de sols a montré que l'apport organique provoque une diminution significative de pH. Cette diminution est liée à l'effet des acides organiques et/ou au CO₂ libéré au cours de la biodégradation de fumier de volaille.

III- 2- La Conductivité électrique (CE)

Résultats :

La conductivité électrique permet d'obtenir une estimation de la teneur globale en sels dissous; elle ne s'applique qu'aux terres salées et aux terres à taux de fertilisation très élevé (**AUBERT, 1978**).

Les résultats de mesure de l'évolution du CE dans les deux types de sols et en fonction de différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (9) et illustrés dans la figure (7 a, b)

Tableau n° 9 : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la conductivité électrique en (dS/m) dans les deux types de sols

Traitements		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques	
		P1	P2	P3	P4	P5			
Types du sol		P1	P2	P3	P4	P5	Moyennes		
sol salé	T0	4,20	4,18	4,15	4,07	4,16	4,15	5,00	Effet Salinité T.H.S Effet fumier de volaille H.S Effet Prélèvement H.S Effet interaction Salinité *fumier de volaille H.S
	Tmn	5,16	5,25	5,35	5,56	5,50	5,36		
	T20	5,20	5,15	4,82	4,60	4,75	4,90		
	T30	5,35	5,31	5,19	5,23	4,97	5,21		
	T40	5,42	5,40	5,36	5,30	5,28	5,35		
	T50	5,48	5,43	5,39	4,95	4,13	5,08		
sol peu salé	T0	2,04	2,00	1,95	1,87	1,85	1,94	2,14	Effet interaction Salinité*Prélèvement N.S Effet interaction Fumier de volaille *Prélèvement S
	Tmn	2,15	2,11	2,17	2,22	2,24	2,26		
	T20	2,21	2,19	2,08	1,90	1,71	2,02		
	T30	2,35	2,29	2,18	2,01	1,85	2,14		
	T40	2,40	2,35	2,15	2,10	1,90	2,18		
	T50	2,53	2,49	2,31	2,16	2,03	2,30		
Moyennes		3,71	3,68	3,59	3,50	3,40	3,57		Effet interaction Salinité*fumier de volaille *Prélèvement N.S

C.V. .S: 5,3 %

C.V. MO: 11,8 %

C.V. P: 9,6 %

L'analyse de la variance montre un effet très hautement significatif des doses de fumier de volailles sur la conductivité électrique avec des moyennes de 5,01ds/m et 2,14 dS/m respectivement pour le sol salé et peu salé (Tableau 9).

Pour les deux autres facteurs fumier et temps de prélèvement, l'analyse statistique a montré des différences significatives entre traitements.

Par ailleurs, les résultats obtenus montrent que la conductivité électrique augmente proportionnellement avec l'augmentation des apports de fumier de volailles. Cette augmentation de la CE passe de 3,05ds/m par la dose T0 (témoin) à 3,77ds/m obtenue par la dose T4 (40t/ha), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 19,09% et 15,64% respectivement par rapport au T0 (témoin) et au T1 (engrais minéral) et (Annexe II, Tableau 9)

Une diminution progressive en fonction de temps de prélèvement, et ceci avec un taux de réduction de l'ordre de 9,11% entre le début et la fin de prélèvement. Annexe II, Tableau 10)

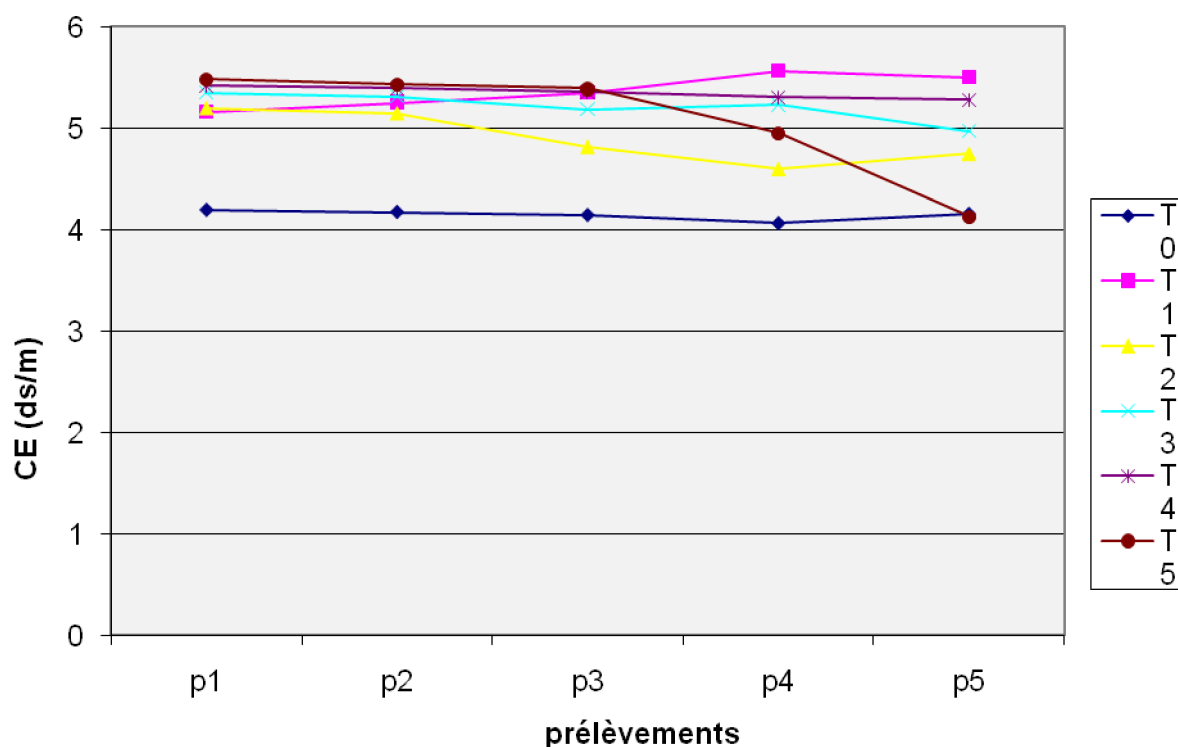


Figure n°7-a : Effet des doses de fumier de volaille sur l'évolution de la conductivité électrique dans le sol salé

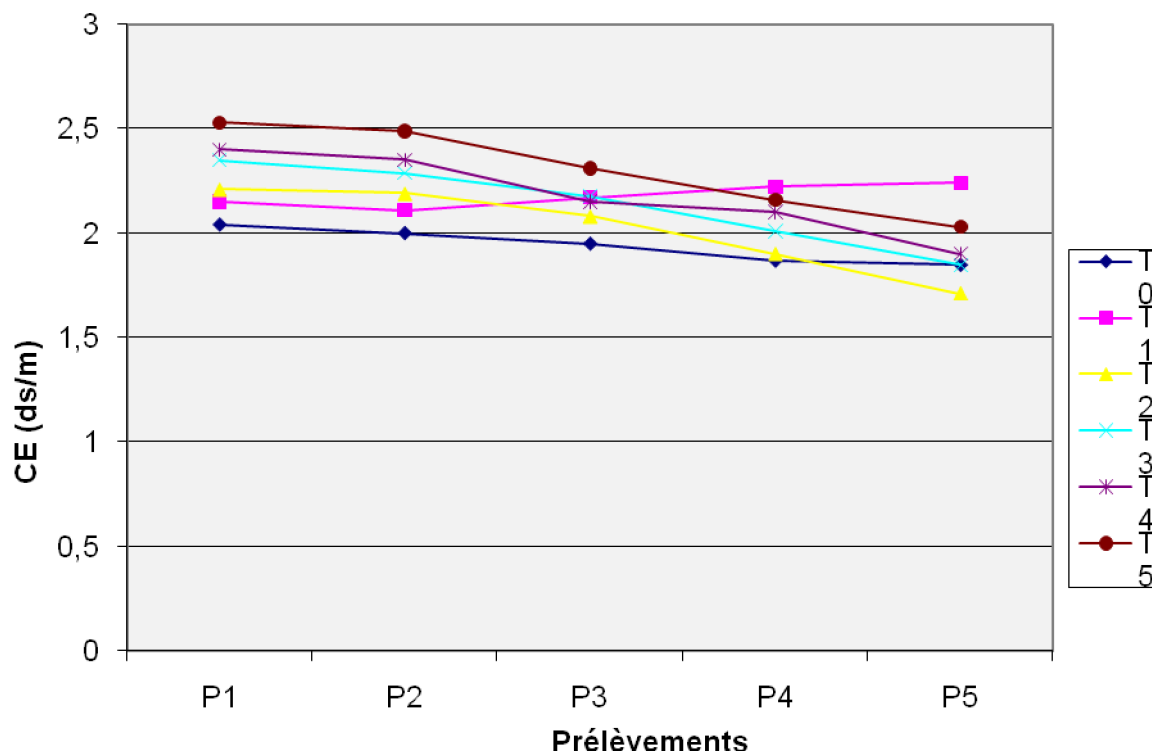


Figure n° 7-b : Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la conductivité électrique dans le sol peu salé

L'interaction entre les deux facteurs (**salinité-fumier**) montre un effet hautement significatif sur la conductivité électrique qui augmente en fonction des doses croissantes de fumier de volailles. Les plus fortes conductivités ont été enregistrées au niveau du sol salé.

Le test de Newman-Keuls a révélé pour l'interaction (salinité-fumier), trois groupes homogènes (A, B, C) (Annexe II, Tableau 11).

Pour l'interaction de deux facteurs (**salinité –temps de prélèvement**), l'analyse statistique n'a montré aucun effet significatif sur la conductivité électrique. Toutefois, la figure (7a,b) montre que la conductivité électrique diminue en fonction du temps de prélèvement pour tous les traitements, mise à part les traitements avec engrais minéral.

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet significatif entre les différentes combinaisons, on note lorsqu' on augmente les doses de fumier de volailles, la CE subi une diminution et ce ci en fonction de temps.

Le test de Newman-Keuls a dégagé sept groupes homogènes (A, B, C, D, E, F, G) pour l'interaction (Annexe II, Tableau 12)

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité - fumier - temps de prélèvement**), illustre un effet non significatif sur l'évolution de la CE.

Discussion et conclusion :

On remarque que la conductivité (CE) du sol témoin n'a subi qu'une légère variation tout au long de la période expérimental ; par contre ceux qui sont enrichis en fumier organique affichent des diminutions dans tous les traitements.

D'après la figure (7a, b), l'augmentation de la conductivité électrique en fonction de doses de fumier de volailles est très remarquable dans le sol salé par rapport au sol peu salé, ce ci est en relation avec la concentration initialement élevée en sels au niveau du sol salé.

En ce qui concerne le sol traité par l'engrais, nous avons enregistré une légère augmentation dans la conductivité électrique qui est due principalement à l'enrichissement des deux sols en sels apportés par l'apport d'engrais.

La conductivité électrique diminue en fonction de temps, ceci est remarquable surtout dans le sol peu salé par rapport au sol salé, par suite de la forte concentration en sels au niveau de ce dernier.

L'enrichissement croissant des deux sols en fumier de volailles augmente parallèlement la teneur en sels dissous notamment en sol salé, cet accroissement provient de la minéralisation continuelle de la M.O qui est à l'origine de l'augmentation de la CE observée au niveaux des deux sols traités par les différentes doses de fumier et même à ceux traités par l'engrais, toutefois la diminution de ce paramètre en fonction du temps ne peut s'expliquer que par l'effet de fumier sur l'amélioration de la structure du sol et par voie de conséquence l'amélioration de sa perméabilité ce qui a facilité de lessivage des sels.

D'après **MALLOUHI (1979)**, la matière organique fraîche améliore la stabilité structurale. Ce ci est en concordance avec les résultats de notre essai.

III.3. Le Carbone organique :

Résultats :

Les résultats de mesure de l'évolution du carbone organique dans les deux types de sols et en fonction des différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (10) et illustrés par la figure (9 a, b).

Tableau n° 10: Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le carbone organique dans les deux types du sol.

Traitements Type du sol		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques
		P1	P2	P3	P4	P5		
sol salé	T0	0,286	0,276	0,287	0,275	0,280	0,281	0,487 Effet salinité N.S Effet fumier de volaille T.H.S Effet prélèvement H.S Effet interaction Salinité*fumier de volaille N.S
	Tmn	0,272	0,275	0,265	0,282	0,270	0,273	
	T20	0,495	0,480	0,465	0,452	0,435	0,465	
	T30	0,552	0,543	0,536	0,525	0,514	0,534	
	T40	0,660	0,645	0,625	0,619	0,611	0,632	
	T50	0,770	0,742	0,735	0,730	0,715	0,738	
sol peu salé	T0	0,265	0,250	0,246	0,242	0,242	0,249	0,460 Effet interaction Salinité*Prélèvement N.S Effet interaction Fumier de volaille*Prélèvement H.S
	Tmn	0,252	0,245	0,243	0,242	0,245	0,245	
	T20	0,489	0,465	0,450	0,335	0,330	0,414	
	T30	0,538	0,522	0,517	0,500	0,495	0,514	
	T40	0,653	0,635	0,615	0,585	0,570	0,612	
	T50	0,765	0,745	0,731	0,715	0,689	0,729	
Moyennes		0,500	0,485	0,476	0,459	0,450	0,474	Effet interaction Salinité *fumier de volaille *Prélèvement N.S

C.V. S: 13, 7 %

C.V. MO: 7, 7 %

C.V. P: 6, 3 %

L'analyse de la variance montre un effet non significatif du type du sol sur l'évolution du carbone avec une moyenne de 0,48 % et 0,46 % respectivement pour le sol salé et peu salé (Tableau 10).

Le coefficient de variance est de (13,7 %) ce qui masquerait probablement les différences éventuelles entre les différents traitements

Pour les deux autres facteurs fumier et temps de prélèvement, l'analyse statistique a montre un effet très hautement significatif sur l'évolution du carbone organique.

Les valeurs du carbone organique pour le facteur dose de fumier enregistré passe de 0,26% par la dose T0 (témoin) à la dose maximale obtenue par la dose T5 (50t/ha), soit un taux d'augmentation commun de l'ordre de 64,38% pour les traitements : témoin (T0) et l'engrais minéral (Annexe II, Tableau 13).

Par rapport au facteur temps de prélèvement une diminution de la CE avec un taux de réduction de l'ordre de 13,63% entre le premier et le dernier prélèvement (Annexe II, Tableau 14).

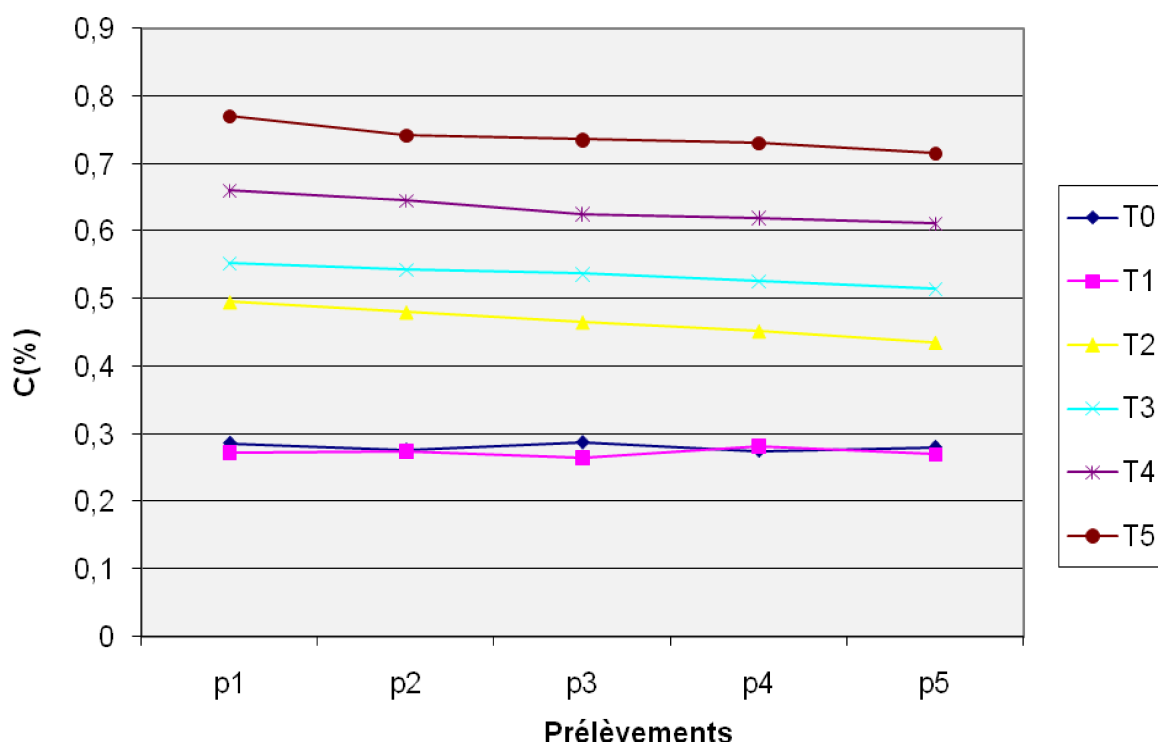


Figure n°8-a : Effet des doses de fumier de volaille sur l'évolution du carbone organique dans le sol salé

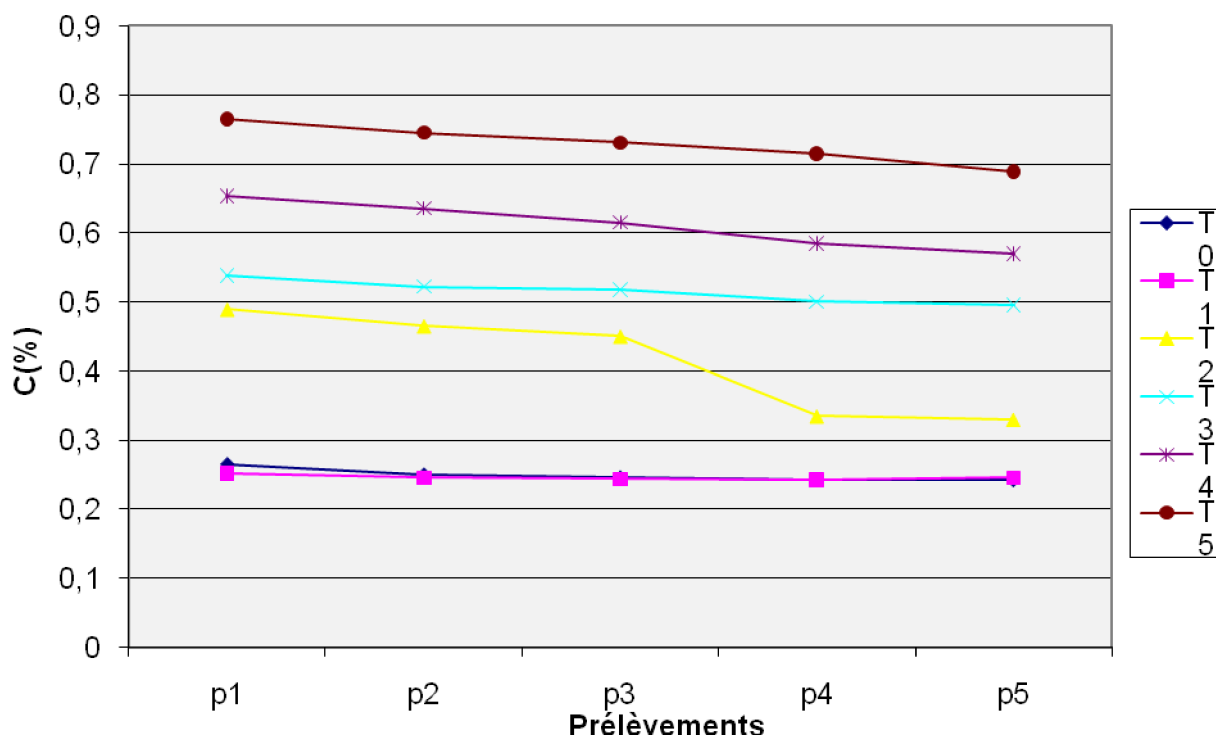


Figure n°8-b: Effet des doses de fumier de volaille sur l'évolution du carbone organique dans le sol peu salé

L'interaction de deux facteurs (**salinité - fumier**) montre un effet non significatif sur l'évolution du carbone.

Les apports croissants de fumier de volailles conduisent à une augmentation proportionnelle du carbone organique des deux sols. Le maximum d'augmentation a été enregistré à la dose (T5) 50t/ ha, avec des valeurs très proches entre les deux types de sols de l'ordre de 0,72 % et 0,74 % respectivement pour le sol salé et peu salé.

L'analyse statistique relative à l'effet de l'interaction des deux facteurs (**salinité – temps de prélèvement**), montre un effet non significatif sur l'évolution du carbone organique. Cependant, l'allure des courbes d'évolution relative à ce paramètre montre que les valeurs du carbone diminuent légèrement vers la fin de la période expérimental. Ce constat est valable pour les deux sols.

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet hautement significatif entre les différentes combinaisons, on note lorsqu' on augmente

les doses de fumier de volailles, le carbone subi une diminution parallèle en fonction de temps.

Le test de Newman-Keuls a illustré 9 groupes homogènes qui sont (A, B, C, D, E, F, G, H, I) pour l'interaction (Annexe II, Tableau 15).

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité-fumier-temps de prélèvement**) montre un effet non significatif sur l'évolution du carbone organique. Par ailleurs, on note une augmentation proportionnelle des teneurs des deux sols en carbone avec l'accroissement des doses de fumier de volailles.

L'évolution du carbone organique dans les deux types de sols prend une allure décroissante en allant de début d'expérimentation vers la fin et ceci pour l'ensemble des traitements.

Discussion et conclusion :

L'absence des différences significatives entre les deux sols s'explique par le fait que la teneur en carbone est influencée par l'apport organique croissant et non par la salinité.

L'augmentation du carbone organique dans les deux sols est due à leur enrichissement en fumier. Alors que, son décroissement en fonction du temps est dû pour large part, à un dégagement de CO₂ issue par dégradation et décomposition de la matière organique fraîche durant l'expérimentation.

D'après **DUCHAUFOR (1988)** ; **DOMMERGUES, (1999)**, l'apport de la matière organique à un sol stimule la minéralisation du carbone organique. D'après ces auteurs, les sources du carbone apportées au sol y sont soumises à la biodégradation, c'est-à-dire qu'elles y subissent des transformations conduisant à l'apparition de nouvelles structures moléculaires, qu'il s'agisse de CO₂ ou de composés organiques.

L'apport organique, au sol quelque soit le type de ce dernier, et la nature de cette apport, est soumis à une dégradation a pour terme ultime la production de CO₂, c'est-à-dire la minéralisation de la matière organique.

III- 4- l'azote total :**Résultats :**

Les résultats de mesure de l'azote total dans les deux types de sols et en fonction des différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (11) et illustrés dans la figure (10 a, b)

Tableau n°11 : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur l'évolution l'azote total dans les deux types du sol

Traitements		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques	
Types du sol		P1	P2	P3	P4	P5			
sol salé	T0	0,0266	0,0259	0,0258	0,0257	0,0256	0,0259	0,0445	Effet Salinité S Effet fumier de volaille T.H.S Effet prélèvement H.S Effet interaction Salinité*fumier de volaille H.S
	Tmn	0,0285	0,0282	0,0281	0,028	0,0278	0,0281		
	T20	0,045	0,0455	0,0435	0,0429	0,042	0,0438		
	T30	0,049	0,0486	0,0484	0,0482	0,0475	0,0483		
	T40	0,0574	0,0572	0,0562	0,0559	0,0553	0,0564		
	T50	0,0656	0,0655	0,0652	0,064	0,0635	0,0648		
sol peu salé	T0	0,0245	0,0262	0,0261	0,026	0,0258	0,0257	0,0426	Effet interaction Salinité*Prélèvement H.S Effet interaction fumier de volaille *Prélèvement H.S
	Tmn	0,0265	0,0262	0,0261	0,026	0,0258	0,0261		
	T20	0,0444	0,0439	0,0429	0,0323	0,0314	0,0390		
	T30	0,0476	0,0472	0,047	0,0458	0,0457	0,0467		
	T40	0,0567	0,0565	0,0555	0,0531	0,0522	0,0548		
	T50	0,0651	0,065	0,0638	0,0632	0,0615	0,0637		
Moyennes		0,0447	0,0447	0,0441	0,0426	0,0420	0,0436	Effet interaction Salinité*fumier de volaille *Prélèvement H.S	

C.V. S: 2, 9 %

C.V MO: 3, 1 %

C.V. P: 3, 9 %

L'analyse de la variance montre un effet significatif de type du sol sur la teneur en azote total avec une moyenne de 0,044 % et 0,042 % respectivement pour le sol salé et peu salé.

L'azote total varie d'autre part, d'une façon très hautement significative avec le facteur fumier. On remarque que les teneurs en azote total augmentent proportionnellement à l'augmentation des doses de fumier. Les valeurs de l'azote passe d'une valeur minimale enregistrée par le témoin 0,026 % jusqu'à une valeur maximale de l'ordre de 0,06 % obtenue au niveau de la dose T5 (50t ha), avec un taux d'augmentation de l'ordre de 66,66% et 50% respectivement pour au T0 (témoin) et au T1 (engrais minéral) (Annexe II, Tableau 17).

Quant' au facteur temps, l'analyse statistique montre que cet élément varie d'une façon hautement significative en fonction des dates de prélèvement. Ainsi, on remarque une diminution progressive de l'azote tout au long de la période expérimental et ce ci pour l'ensemble des traitements.

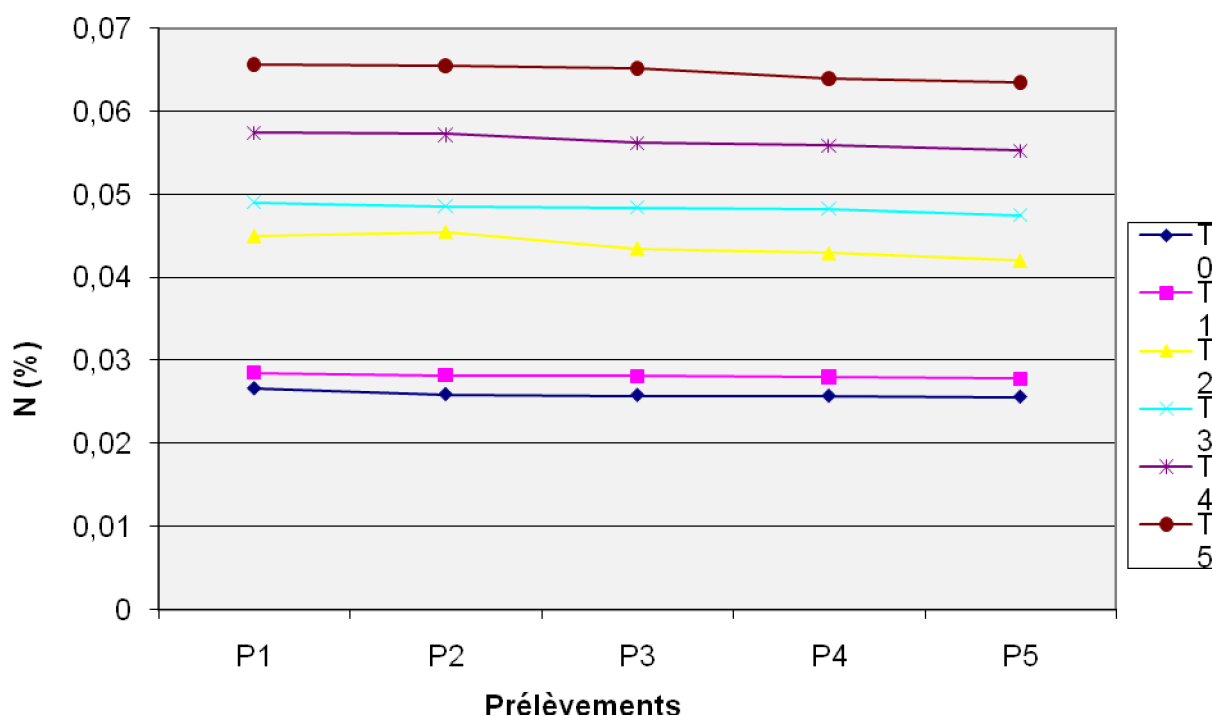


Figure n°9-a: Effet des différentes doses de fumier de volaille sur l'évolution de l'azote total dans le sol salé

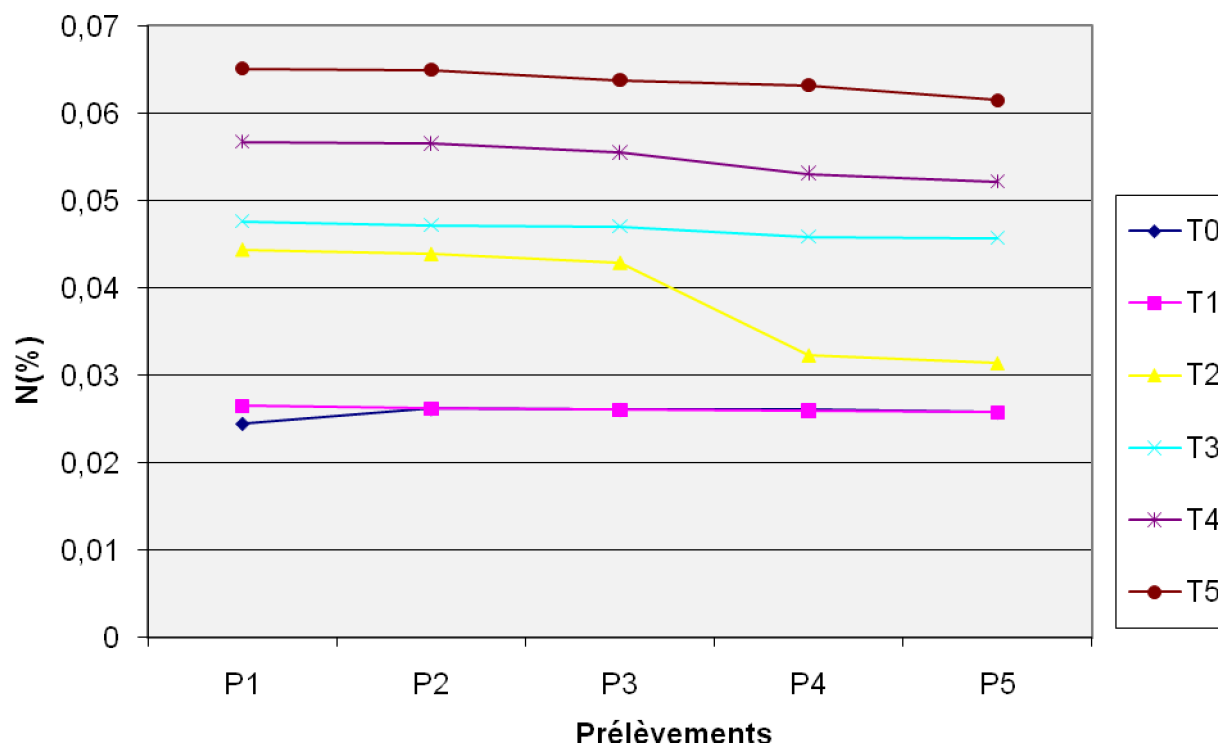


Figure n°9-b: Effet des différentes doses de fumier de volaille sur l'évolution de l'azote total dans le sol peu salé

L'interaction de deux facteurs (**salinité – fumier**) a fait ressortir un effet hautement significatif sur l'évolution de l'azote.

Le test de Newman-Keuls a fait ressortir dix groupes homogènes (A , B, C, D, E, F, G, H, Ij) (Annexe II , Tableau19)

L'interaction des deux facteurs (**salinité-temps de prélèvement**) montre des différences hautement significative entre les deux sols. Par ailleurs, on note que la teneur en azote enregistre une diminution progressive au cours de l'essai pour les deux sols.

Le test de Newman-Keuls a dégagé, pour l'interaction trois groupes homogènes (A, B, C) (Annexe II, Tableau 20)

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet hautement significatif entre les différentes combinaisons, on note lorsqu' on augmente les doses de fumier de volailles, l'azote subi une diminution et ce ci en fonction de temps.

Le test de Newman-Keuls a révélé, pour l'interaction dix groupes homogènes (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) (Annexe II, Tableau 21)

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité-fumier-temps de prélèvement**), illustre un effet hautement significatif sur l'évolution de l'azote total au niveau du deux sols.

Il est à noter que les traitements témoins et les traitements avec engrais minéral subissent une faible variation, et ils sont presque comparable pour les deux sols tout au long de l'essai.

Le test de Newman-Keuls a révélé deux groupes homogènes (A, B) correspondent aux deux sols 1 (Annexe II, Tableau 22)

D'après la figure (9 a, b), l'augmentation de l'azote total dans les deux sols est due principalement à l'enrichissement des deux sols en fumier de volailles connue par sa richesse en azote.

Discussion et conclusion :

D'après, SAHNOUNE(1982) ; OUSTANI (2006), le fumier de volaille introduit au sol provoque un fort dégagement de CO₂ par suite d'une forte activité microbologique.

En revanche, la tendance de la courbe d'évolution de l'azote total enregistre une diminution faible et régulière tout au long de la période expérimental. Cette diminution est due à la minéralisation de ce type de fertilisant organique et à la libération de l'azote minéral (NO₃⁻ et NH₄⁺) contenu dans les grosses molécules protéiques de ce fumier.

La diminution dans les teneurs en azote peut être expliquée également par la perte de l'azote, sous forme gazeuse (NH₃). Cette forme de perte par volatilisation se trouve favorisée par les conditions de milieu, notamment sous l'angle des fortes températures et les pH alcalins qui caractérisent les deux sols.

Par ailleurs, d'après CHAREAU(1975), l'addition de la matière organique au sol augmente la minéralisation de l'azote, même dans les sols salés.

III- 5- Le rapport C/N :**Résultats :**

Les résultats de mesure de rapport C/N dans les deux types de sols et en fonction des différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (12) et illustrés par la figure (11 a, b)

Tableau n° 12 : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le rapport C/N dans les deux types du sol

Traitements		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques
Types du sol		P1	P2	P3	P4	P5		
sol salé	T0	10,75	10,65	11,12	10,7	10,93	10,83	10,73 Effet salinité N.S Effet fumier de volaille H.S Effet prélèvement N.S Effet interaction Salinité*fumier de volaille N.S
	Tmn	9,54	9,75	9,43	10,07	9,71	9,70	
	T20	11	10,78	10,68	10,53	10,35	10,67	
	T30	11,26	11,17	11,07	10,89	10,82	11,04	
	T40	11,49	11,27	11,12	11,07	11,04	11,20	
	T50	11,73	11,32	11,27	11,4	11,25	11,39	
sol peu salé	T0	10,81	10,5	10,37	10,25	10,08	10,40	10,70 Effet interaction Salinité*Prélèvement N.S Effet interaction Fumier de volaille *Prélèvement N.S
	Tmn	9,5	9,35	9,31	9,3	9,49	9,39	
	T20	11,01	10,59	10,48	10,37	10,5	10,59	
	T30	11,3	11,05	11	10,91	10,83	11,02	
	T40	11,51	11,23	11,08	11,01	10,91	11,15	
	T50	11,75	11,46	11,45	11,31	11,2	11,43	
Moyennes		10,97	10,82	10,71	10,63	10,48	10,72	Effet interaction Salinité *fumier de volaille *Prélèvement N.S

C.V. S: 13, 6 %

C.V MO: 9, 4 %

C.V. P: 8, 7 %

L'analyse de la variance illustre un effet non significatif du facteur salinité sur l'évolution de rapport C/N avec une moyenne de 10,73 et 10,70 respectivement pour le sol salé et peu salé (Tableau 12).

Le coefficient de variance est de (13,6 %) ce qui masquerait probablement les différences éventuelles entre les différents traitements.

Le rapport C/N évolue d'une façon hautement significative avec le facteur fumier. On observe que l'augmentation de ratio C/N coïncide avec l'augmentation des doses de fumier dans les deux sols. Cette évolution de rapport C/N passe de 10,64 (témoin) à 11,35 au niveau de la dose T5 (50t/ha), soit une augmentation de l'ordre de 6,25% et 15,94% respectivement pour la dose T0 (témoin) et T1 (engrais minéral) (Annexe II, Tableau 23).

Pour le facteur temps, on remarque que le rapport C/N diminue en fonction de temps quelque soit le type de sol et la quantité de fumier apportée. Le taux de réduction de l'ordre de 4,58% entre le premier et le dernier prélèvement.

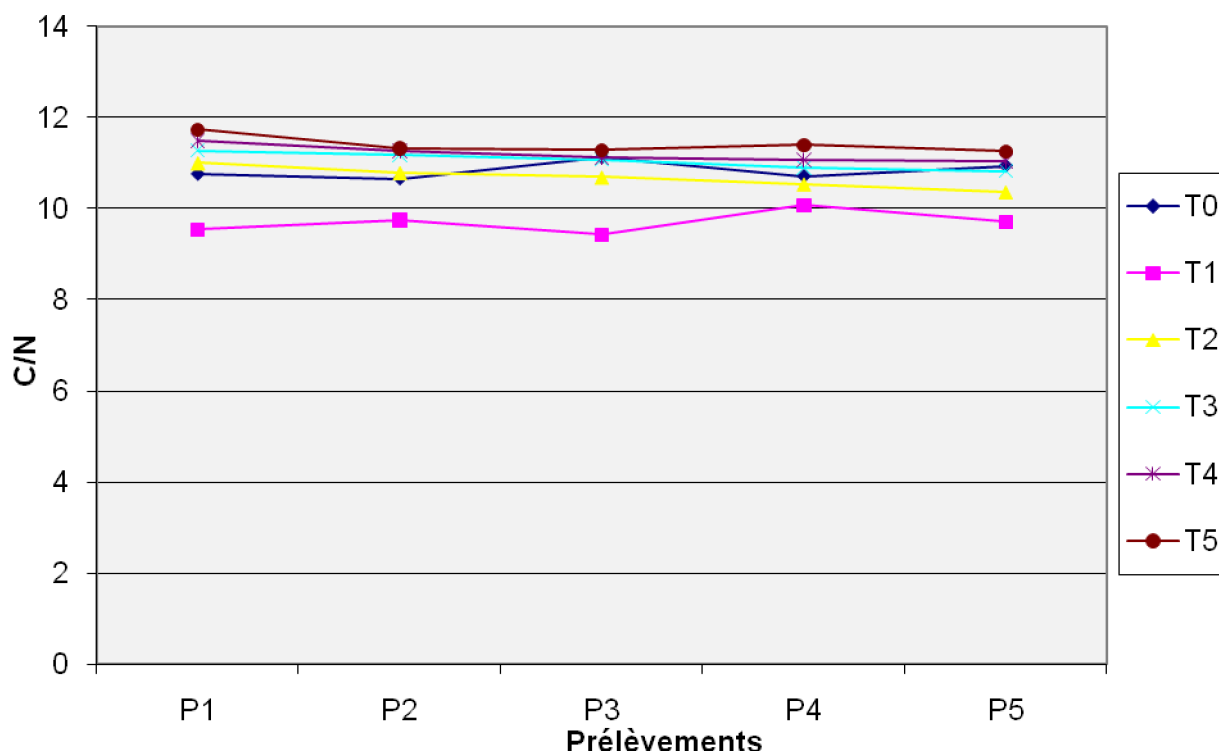


Figure (10, a) : Effet des différentes doses de fumier de volailles la sur l'évolution de rapport C/N dans le sol salé

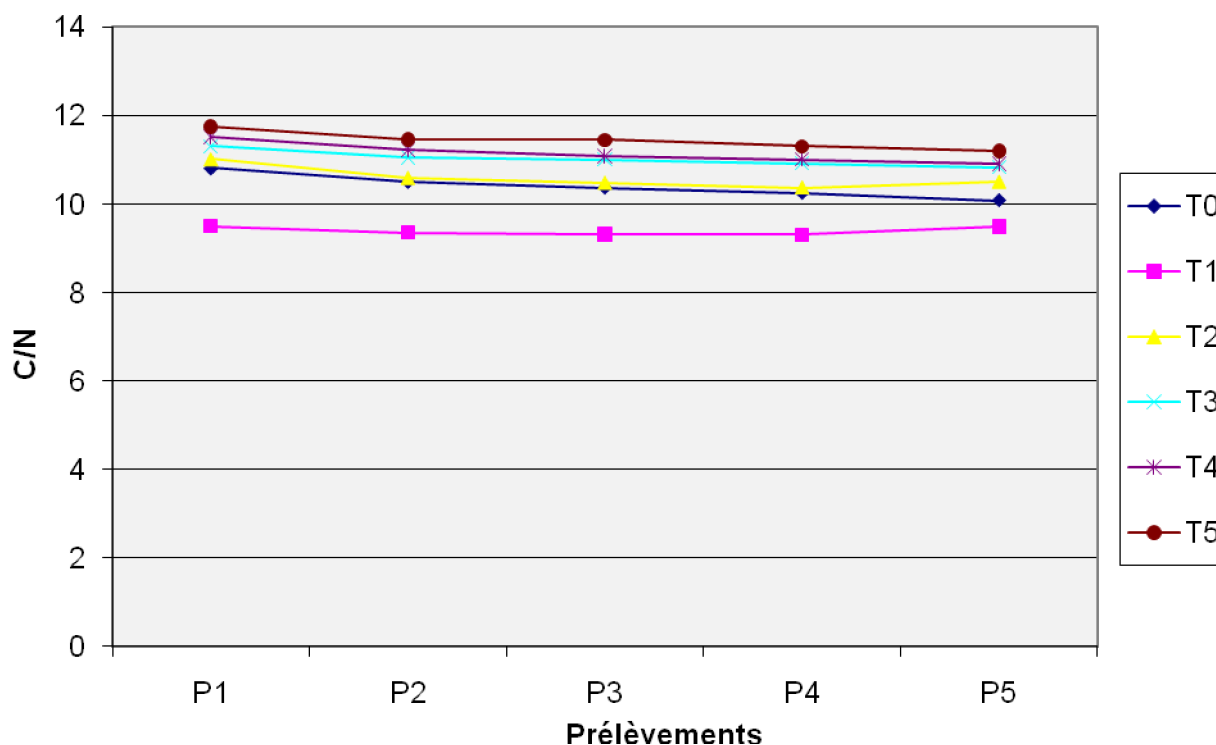


Figure (10,b) : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur l'évolution de rapport C/N dans le sol peu salé

L'interaction entre les deux facteurs (**salinité-fumier**) montre un effet non significatif sur l'évolution de rapport C/N.

L'interaction de deux facteurs (**salinité – temps de prélèvement**) montre un effet non significatif sur l'évolution du C/N, toutefois on peut remarquer sur l'allure des courbes d'évolution relative aux deux types de sol, qu'elle marque une diminution en allant vers la fin de la période expérimentale. Ce ci est valable pour tous les traitements mise à part les traitements avec engrais minéral.

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet non significatif entre les différentes combinaisons, on note lorsqu'on augmente les doses de fumier de volailles, le ratio C/N subi une diminution et ce ci en fonction de temps.

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité - fumier – temps de prélèvement**) montre un effet non significatif sur le rapport C/N. En comparant les résultats d'analyse de témoin avec celles des autres traitements avec fumier de volailles, on remarque que le rapport C/N a bien évolué chez ces derniers.

Discussion et conclusion :

La diminution de rapport C/N au cours de l'essai montre bien une minéralisation progressive des deux composantes du rapport à savoir l'azote et le carbone.

En fait au cours de la minéralisation des matières organiques, une partie l'azote total subi une minéralisation et se transforme en azote minéral, une autre partie est reprise par les microorganismes pour la synthèse de leur composés protéiques, une partie est probablement réservée pour la synthèse de l'humus et enfin une partie peut être perdue soit par volatilisation ou par lessivage.

Quant 'aux composés carbonés, la minéralisation de la matière organique enregistre une perte de carbone par le dégagement de CO₂ résultant de l'activité des microorganismes de biodégradation de la matière organique. La forte perte du carbone des différents traitements est le signe d'une intense activité de microorganismes

D'après **CHARREAU, (1975)** le rapport C/N, diminue progressivement au fur et à mesure dans le temps lorsqu'en incorporant de la matière organique dans le sol, ceci est dû à la minéralisation de cette dernière.

D'après **DELAS (1971)**, On ne trouve dans le sol qu'une fraction de l'azote et du carbone apportée par le fumier, les pertes sont beaucoup plus importantes dans le cas de l'azote que dans celui du carbone surtout pour les MO à rapport C/N élevée.

Par ailleurs, la faible évolution du C/N peut être expliquée par la courte durée de notre essai qui s'est déroulée pendant 5 mois seulement, de tel période n'est pas suffisante pour tirer des conclusions sur l'itinéraire de l'évolution de la matière organique surtout dans les sols salés des régions arides où l'activité microorganismes est réduite.

D'autre part, la faible évolution du rapport C/N s'explique par la nature de notre fumier qui est caractérisé par un rapport C/N faible dès le départ par suite de sa richesse en azote.

Le rapport C/N est un facteur essentiel de la dynamique du carbone et de l'azote, Il est couramment admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé, plus il se décompose lentement dans le sol, mais plus l'humus obtenu est stable.

III.2. Effet de fumier de volailles sur la propriété physique des deux sols salé et peu salé :

La capacité de rétention :

Résultats :

Les résultats de mesure du CR dans les deux types de sols et en fonction des différentes doses de fumier de volailles sont présentés dans le tableau (13) et illustrés dans la figure (11 a, b).

Tableau 13 : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la capacité de rétention dans les deux types du sol.

Traitements		Prélèvements					Moyennes	Analyses statistiques	
		P1	P2	P3	P4	P5			
Types du sol		P1	P2	P3	P4	P5	Moyennes		
sol salé	T0	20,72	20,77	20,85	20,70	20,66	20,74	21,89	Effet salinité T.H.S Effet fumier volaille T.H.S Effet prélèvement H.S Effet interaction Salinité*fumier de volaille S Effet interaction Salinité*Prélèvement N.S Effet interaction Fumier de volaille *Prélèvement N.S
	Tmn	20,88	20,90	21,01	20,80	20,75	20,87		
	T20	21,10	21,09	21,09	20,95	20,80	21,01		
	T30	22,26	22,25	22,23	21,75	21,45	21,99		
	T40	23,52	23,50	23,49	22,80	22,50	23,16		
	T50	23,86	23,86	23,84	23,50	22,95	23,60		
sol peu salé	T0	19,30	19,35	19,65	19,25	19,15	19,34	20,29	
	Tmn	19,35	19,55	19,70	19,65	19,25	19,50		
	T20	19,80	19,79	19,75	19,67	19,60	19,72		
	T30	20,20	20,19	20,15	19,95	19,89	20,08		
	T40	21,45	21,43	21,42	20,89	20,70	21,18		
	T50	22,25	22,25	22,24	21,50	21,35	21,92		
Moyennes		21,22	21,24	21,29	20,95	20,75	21,09	Effet interaction Salinité*fumier de volaille *Prélèvement N.S	

C.V. S: 1, 7 %

C.V. MO: 2, 7 %

C.V. P: 2, 1 %

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif de la salinité sur l'évolution de la capacité de rétention en eau. Les moyennes enregistrées pour ce facteur sont de l'ordre de 21,86% pour le sol salé et de 20,26 % pour le sol peu salé.

La capacité de rétention est d'autre part, influencée d'une façon très hautement significative avec les deux autres facteurs (fumier et temps de prélèvement). De ce faite, on remarque une augmentation proportionnelle de la CR avec l'apport croissant de fumier de volailles, ainsi la CR passe de 20,04 pour la dose témoin jusqu'à la valeur 22,29 correspond à la dose T5 (50t/ha), avec un taux d'augmentation de l'ordre de 11,37% et 11,67% respectivement pour la dose T1 (minéral) et la dose T0 (témoin) (Annexe II, Tableau 25), et une diminution avec les dates de prélèvement, avec un taux de réduction de l'ordre de 5,74% entre le premier et le dernier prélèvement.

L'accroissement de la capacité de rétention des traitements au fumier de volailles par rapport aux témoins des deux sols sont dues à l'affinité des composantes de M.O (cellulose et acide fulvique) à l'eau.

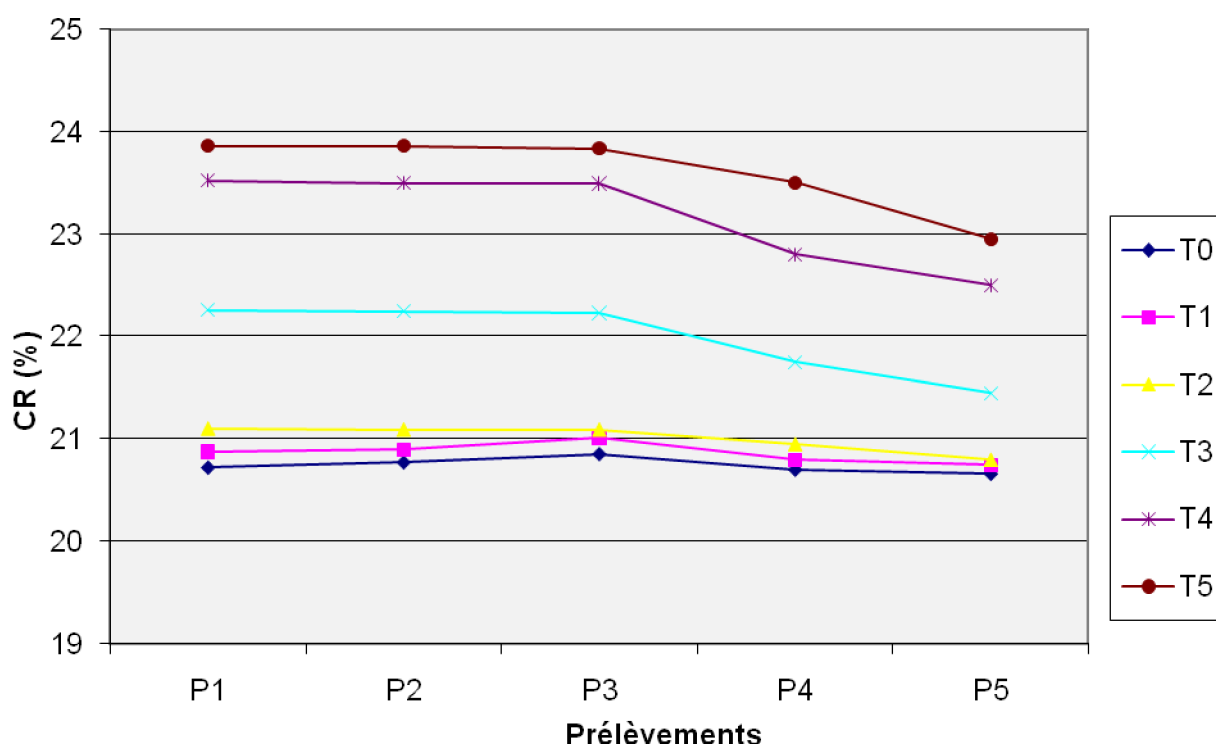


Figure (11, a) : Effet des différentes doses de fumier de volailles sur l'évolution de la capacité de rétention dans le sol salé

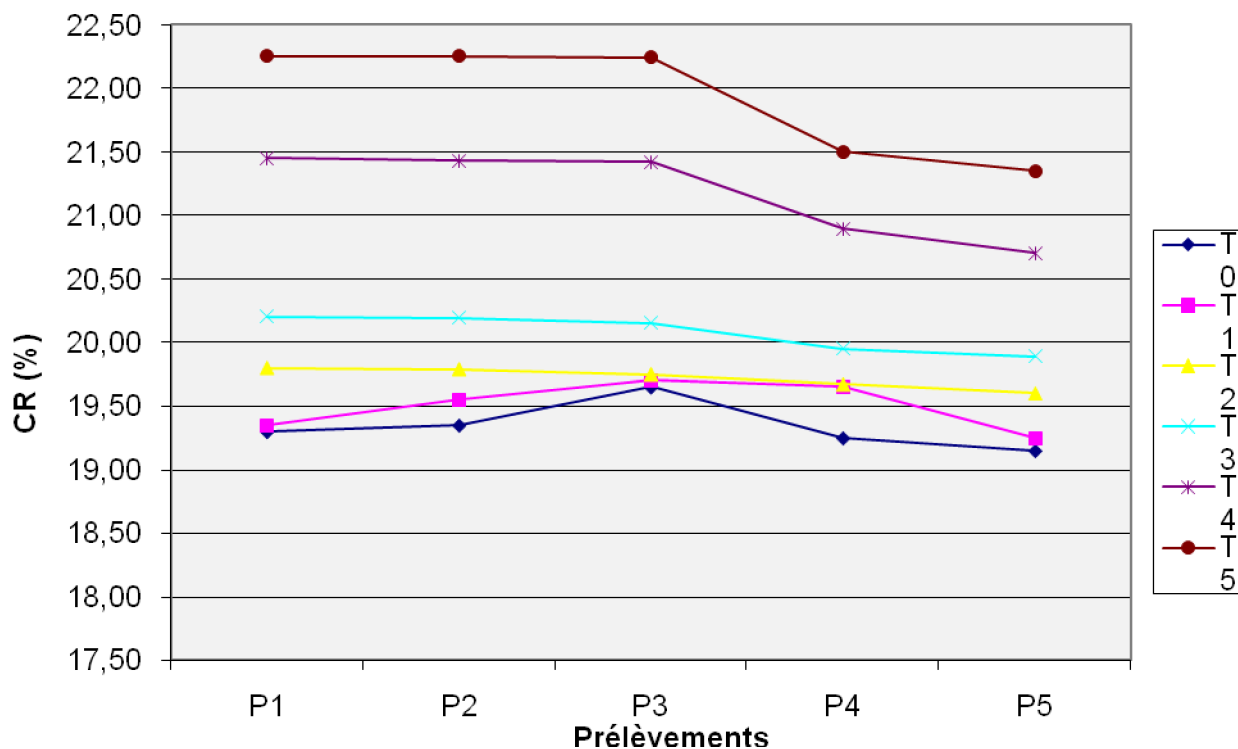


Figure (11, b) : Effet des différentes doses de fumier de volailles de la matière organique sur l'évolution de la capacité de rétention en eau dans le sol peu salé

L'interaction des deux facteurs (**salinité-fumier**) montre un effet significatif sur l'évolution de la capacité de rétention en eau. On remarque que cette dernière augmente progressivement pour tous les traitements suite à l'apport croissant de fumier de volailles. Toutefois, l'effet inverse a été enregistré en ce qui concerne l'évolution de la CR en fonction du temps.

Le test de Newman-Keuls a illustré six groupes homogènes : qui sont les groupes : A, B, C, D, E et F pour (**l'effet de l'interaction salinité x fumier**) (Annexe II, Tableau 27).

L'interaction des deux facteurs (**salinité-temps de prélèvement**), agit d'une façon non significative sur l'évolution de la CR. L'augmentation maximale de la capacité de rétention a été observée principalement au niveau des trois premiers mois de l'expérience, alors qu'on note ensuite une diminution et stabilisation relativement sensible de la capacité de rétention pour le reste de l'expérience. Ces observations sont valables pour les deux types de sols.

L'interaction entre les deux facteurs (**fumier – temps de prélèvement**) montre un effet non significatif entre les différentes combinaisons, on note lorsqu'on augmente les doses de fumier de volailles, la CR subit une faible diminution et ce-ci en fonction de temps.

L'interaction entre les trois facteurs (**salinité-fumier-temps de prélèvement**), montre un effet non significatif sur la capacité de rétention. Toutefois il est à noter que l'augmentation la plus importante de la capacité de rétention en eau tout au long de la période expérimentale a été observée dans le sol salé enrichi en fumier de volaille par suite probablement de sa richesse initiale en sels.

Discussions et conclusion :

D'après **HALITIM (1973)**, les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche, suite à leur richesse en élément hygroscopique, les sels diminuent la macroporosité et augmentent la microporosité.

La diminution des valeurs de la CR marquée à partir de la 4^{ème} prélèvement pour les deux sols correspond à la diminution de la quantité de matière organique par suite de la minéralisation de cette dernière.

La matière organique agit comme une éponge et peut absorber plusieurs fois son poids en eau, elle augmente ainsi la capacité de rétention en eau des sols, en période de sécheresse, ce-là favorise le maintien dans le sol d'une plus grande réserve en eau utile, cet effet peut être particulièrement bénéfique pour les sols sableux (CPVQ, 2000).

La matière organique peut contribuer à l'enrichissement du sol en eau, qui se traduit par une grande capacité de rétention grâce au caractère hydrophile de la matière organique extrêmement accusée des colloïdes qui la compose (**MALLOUHI, 1982**).

Par ailleurs, d'après **MONNIER et GRAS (1965)** et **HILLEL (1974)**, la M.O retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée.

Toutefois, d'après nos résultats c'est la matière organique fraîche qui a favorisé plus l'augmentation de la capacité de rétention en eau et non pas la matière organique humifiée.

Ces résultats sont soutenus par ceux de **MALLOUHI (1982)** qui montre que l'augmentation de la capacité de rétention est certainement liée à la teneur élevée du sol en

matière organique fraîche. D'après les expériences de cet auteur, la diminution de CR en fonction du temps est due à une stabilisation relativement sensible de cette dernière, ce qui correspond d'une part à la diminution de la quantité de matière organique fraîche dans le sol et, d'autre part, à une stabilisation des composés humiques.

Hénin et al (1970), indique que l'incorporation de la M.O dans le sol augmente la quantité d'eau retenu au point de flétrissement et la capacité de rétention s'accroît jusqu'à 30 %.

Conclusion Générale

Conclusion

A lumière des résultats obtenus, nous avons constaté une amélioration significative de l'ensemble des propriétés étudiées au niveau des deux sols par suite de leurs enrichissements en matière organique sous forme fumier de volailles, par rapport aux traitements avec engrais minéral et au traitement témoins sans apport. Toutefois cette amélioration paraît plus marquée dans le cas du sol salé. Ainsi, l'analyse de l'ensemble des paramètres étudiés permet de tirer les conclusions suivantes:

- L'apport organique à des doses croissantes a fait diminuer de façon hautement significative les valeurs de pH. Les plus forts taux de réduction de ce paramètre entre l'état initial et la fin de l'essai ont été obtenus par la dose T5 (50 T/ha) avec des taux de réduction de l'ordre de 11,64 et 5,62 % respectivement pour le sol salé et le sol peu salé.
- D'autre part, les résultats obtenus montrent des diminutions significatives dans les valeurs de la conductivité électrique entre le début et la fin de l'essai. Ainsi, les plus forts taux de réduction de CE ont été obtenus par la dose T5 (50 T/ha) qui a enregistré une diminution de l'ordre de 32,68 et 24,63% respectivement pour le sol salé et peu salé en fin de l'essai par rapport à l'état initial.
- Une faible évolution de rapport C/N été enregistrée au cours de l'essai avec des taux de réduction de l'ordre de 4,26 et 4,91 % respectivement pour le sol salé et peu salé entre le premier et le dernier prélèvement. La faible évolution du C/N peut être expliquée par la courte durée de notre essai qui s'est déroulée pendant 5 mois seulement, de tel période n'est pas suffisante pour tirer des conclusions sur l'itinéraire de l'évolution de la matière organique surtout dans les sols salés des régions arides où l'activité microbienne est réduite.
- La capacité de rétention en eau du sol a présentée des différences très hautement significatives entre les différents traitements. En fait, la matière organique accroît la capacité de rétention en eau du sol surtout pendant les premiers mois de la période expérimentale. Ainsi, les plus fortes valeurs de CR ont été obtenues par la dose T5 (50 T/ha) avec des taux d'augmentations de l'ordre 2,64 et 3,68 % respectivement pour le sol salé et peu salé et ceci entre les premiers et les derniers mois de l'expérience.

Au vu des résultats que nous avons obtenu, nous pouvons conclure que les propriétés physiques et physico-chimiques des sols salés dans les régions arides peuvent être améliorées par une fertilisation organique raisonnée et bien conduite.

Références bibliographique

Référence bibliographique

- ANONYME, 1984** : Note d'information sur les litières de volailles, I. D. C. M. I, 6p.
- AUBERT G, 1978** : Méthode d'analyse des sols .Edit C .R .D .p Marseille, 191p
- BAISE D, 2000** : Guide des analyses en pédologie. INRA, Edition : Paris, 257p
- BALESDENT J, 1996** : Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France .Etude et gestion des sols .INRA vol 3 N°4Paris pp245.260.
- BEKKARIS, 1991** : Essai de fertilisation combinée (N. P. K +Agrispon) sur la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) (Cas d'Ouargla) Mémoire Ing. Institut de technologie de l'agriculture saharienne.
- BERNARDLE CLECH, 2000** : **docteur** ès science, maître de conférences Ecole nationale d'ingénieurs des travaux agricoles de Bordeaux, agronomie des bases aux nouvelles orientations.
- BOULAIN J, 1974** : Cours d'hydro pédologie ,122p
- BRADY N .C .and Weil R.R, 2002** .The nature and properties of soils .13 the end .Prentice Hall, Upper saddle river, N J .USA
- CALVET R, 2003** : Constituants et structure, phénomènes aux interfaces, édit franc Agricole, Dunod, pp : 159-218.
- CHAHATA MA, 1993** : Les engrais organiques et les nouvelles terres 149 p.
- CHAMAYOU H. et LEGROS J.P., 1989.** Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol. Technique vivante. Presses universitaires de France. Paris. pp 212-213.
- CHAREAU C, 1975** : Matière organique et propriétés biochimique du sol dans la zone tropicale sèche d'Afrique occidentale, bul, pédologique de la FAO, Romme, pp : 305-323.
- CALLOT G., CHAMAYOU H., MAERTENS C. ET SALSAC L., 1982.** Les interactions sols racines. Incidences sur la nutrition minérale. INRA. Paris. 325p
- COUTINENT S, 1965** : Méthodes d'analyses utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux analyse d'eau, l'agronomie tropicale série agronomie générale, Etude scientifiques .Ed. Institues de recherches agronomiques tropicales et de la culture vivrière, P ARIS5 D2CEMBRE1965N °12) Rp 1243.125.
- DAVET P, 1996** : la vie microbienne dans le sol et la production végétale, INRA, Edit, Paris, 383p.

DELAS J, JUST C, GOULAS JP, 1973 : Matières organiques et fertilité des sols, contribution à l'étude de la matière organique sur les rendements et la qualité des récoltes ainsi que l'évolution du milieu .BTIN° 285, PP : 842-855.

DELAS J., 1971. Évolution des propriétés d'un sol sableux sous l'influence d'apport massif et répété de matières organiques de différentes origines. Ann. Agr.vol 5 (22). pp 585-610.

DELLAL A ,1994 : Réactivité physicochimique, fonctionnement physiologique et microbiologique en conditions salines. Thèse Doct, ENASA de Rennes, 219 p.

DJILI K, 2000 : Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie Thèse doctorat .INA, Algérie

DOMMERGUES et MANGENOT F, 1970 : Ecologie microbienne du sol .Masson et Cie Editeurs, Paris, 796 p.

DOMMERGUES Y, 1962 : contribution à l'étude de la dynamique microbienne des sols semi aride tropicale sèche, Thèse Doct, Paris.

DUCHAUFOR Ph., 1995. Abrégés pédologie : sol, végétation, environnement. 4^{ème}Ed. Masson. Paris.324p

DURAND J, H, 1983 : Les sols irrigables, étude pédologique, Edit –imprimerie, Paris 339 p

DUTHIL J : 1973 : Elément d'écologie et d'agronomie, Tome III, Edit : J. B. Baillière, Paris, p954.

ESSINGTON ME, 2004 .Soil and chemistry, and integrative approach.CRC P RESS .USA .

GAUCHER G, 1968 : Traité de pédologie agricole : le sol et ses caractéristiques organiques .Edit .Dunod, Paris, 569 p

GIRARD MC, et al 2005 : Sols et Environnement .Edit .Dunod .Paris, 816p.

GOBAT J, ARAGNO M, MATTHEY W, 1998 : le sol vivant .base de pédologie, biologie des sols, 572p.

GRISSA et BEN KHEDER, 2000 : Principes de base de l'agriculture biologique centre technique de l'agriculture biologique. 33p.

HALILAT MT, 1993 : Etude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété aldura) en zone sahariennes (Région de Ouargla) .Thèse Magist Univ, Batna, 130 p.

HALITIM A, 1973 : Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture .Thèse Doct, 3^{ème} cycle .Univ .Renne 171 p.

HALITIM A, 1988 : Sols des régions arides, Edit, OPU, 1988.

Hillal D., 1974. L'eau et le sol : principes et processus physiques. Poly Académie. Press. Neuyourk.357p.

JOSEPH P, 2002 : Engrais Verts et fertilité des sols. Edit. Agridécision groupe France Agricole. Paris 303p.

JOURDON O., 1983. Contribution à l'étude de la capacité de rétention en eau des sols, cas de deux sols MALGACHES. Thèse. Doct. 136p.

KEREN R, 2000: Salinity. In: Summer M.E Ed. Handbook of science. CRC Press .NY .USA, pp G3 .G25

KOULL, 2007: Effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla. Thèse Magister .Université .Ouargla.

LEVY G .J, 2000.Sodicity .In: Summer M.E éd. Handbook of Soil science. CRC Press, NY. ISA .pp G27.G62.

MALLOUHI N, 1982 Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur l'évolution de la matière organique .Thèse Doct .INPL, Nancy 127 P

MONNIER G, 1981 : Action de la matière organique sur la stabilité structurale des sols Ann. Agr. 16,4-5 pp393-420.

MONNIER G., 1965. Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Ann. Agron. 16 (4 et 5). pp 327-534.

MUSTIN, 1987 : le compost : gestion de la matière organique .Edit : François Dubusc, Paris, p954.

OUMEIRI N, 1994 : Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière des sels solubles dans la cuvette de Ouargla, Mém .Ing, Univ de Ouargla, 72p.

OUSTANI , 2006 : Contribution à l'étude de l'influence des amendements organique sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salé et salé dans les régions sahariennes (cas de Ouargla) .Thèse Magister .Université .Ouargla187p .

POUGET M ,1980 : les relations sol végétation dans les steppes sud –algériroises O. R. S. T. O. M. Paris. 555p.

ROUVILOIS-BRIGOL M., 1975. Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Publ. Dépar. Géol. Univ. Sorbonne. Paris. Tome 2.316p.

SAHNOUNE M, 1986 : Contribution à l'étude des litières de volailles comme amendement organique en cultures maraîchères, sous trois étages bioclimatiques (Sub-humide, semi aride et saharien) en Algérie. Thèse Magister .INA .Alger .66p .

SARAG ., 1985. Étude méthodologique de la matière organique des sols. Cas de matière organique des sols de semi-aride du Hodna. Ann. Inst. Agr. d'Alger. 9(1). pp 100-125.

SERVANT J, 1970 : Etude expérimentale des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques, science du sol .pp.85.105.

SOLTNER, 2003 : les bases de la production végétale, Tome, le sol et son amélioration Edit collection science technique agricole,

SZABLOCS, 1994 : Prospects of soil salinity for 243 p the 21 Century trans, Int .Cong of soil sc, pp : 123.141.

TOUTAIN G., 1979. Élément d'agronomie saharienne De la recherche au développement. I.N.R.A. Paris.276p

VANGHANn D. et MALCOLM R.E., 1985. Soil organic matter and biological activity. Development in plant and soil sciences. Martinus

VILAIN H., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie (pratique et analyse). Edit : Tec et Doc. Paris.337p.

Références électroniques:

[http : // www, scribd, com. / doc /46897825/ Effet – de – la salinité- sur – le Milieu –Karim](http://www.scribd.com/doc/46897825/Effet-de-la-salinite-sur-le-Milieu-Karim)

[http : // www, vignevin –sud Ouest, com. / publication / fiches – pratique / matière – organique – php](http://www.vignevin-sud-Ouest.com/publication/fiches-pratique/matiere-organique-php)

KEREN R, 2000: Salinity. In: Summer M.E Ed. Handbook of science. CRC Press .NY .USA, pp G3 .G25

KOULL, 2007: Effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla. Thèse Magister .Université .Ouargla.

LEVY G .J, 2000. Sodicity .In: Summer M.E éd. Handbook of Soil science. CRC Press, NY. ISA .pp G27.G62.

MALLOUHI N, 1982 Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur l'évolution de la matière organique .Thèse Doct .INPL, Nancy 127 P

MONNIER G, 1981 : Action de la matière organique sur la stabilité structurale des sols Ann. Agr. 16,4-5 pp393-420.

MONNIER G., 1965. Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Ann. Agron. 16 (4 et 5). pp 327-534.

MUSTIN, 1987 : le compost : gestion de la matière organique .Edit : François Dubusc, Paris, p954.

OUMEIRI N, 1994 : Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière des sels solubles dans la cuvette de Ouargla, Mém .Ing, Univ de Ouargla, 72p.

OUSTANI , 2006 : Contribution à l'étude de l'influence des amendements organique sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salé et salé dans les régions sahariennes (cas de Ouargla) .Thèse Magister .Université .Ouargla187p .

POUGET M ,1980 : les relations sol végétation dans les steppes sud –algériennes O. R. S. T. O. M. Paris. 555p.

ROUVILOIS-BRIGOL M., 1975. Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Publ. Dépar. Géol. Univ. Sorbonne. Paris. Tome 2.316p.

SAHNOUNE M, 1986 : Contribution à l'étude des litières de volailles comme amendement organique en cultures maraîchères, sous trois étages bioclimatiques (Sub-humide, semi aride et saharien) en Algérie. Thèse Magister .INA .Alger .66p .

SARAG ., 1985. Étude méthodologique de la matière organique des sols. Cas de matière organique des sols de semi-aride du Hodna. Ann. Inst. Agr. d'Alger. 9(1). pp 100-125.

SERVANT J, 1970 : Etude expérimentale des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques, science du sol .pp.85.105.

SOLTNER, 2003 : les bases de la production végétale, Tome, le sol et son amélioration Edit collection science technique agricole,

SZABLOCS, 1994 : Prospects of soil salinity for 243 p the 21 Century trans, Int .Cong of soil sc, pp : 123.141.

TOUTAIN G., 1979. Élément d'agronomie saharienne De la recherche au développement. I.N.R.A. Paris.276p

VANGHANn D. et MALCOLM R.E., 1985. Soil organic matter and biological activity. Development in plant and soil sciences. Martinus

VILAIN H., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie (pratique et analyse). Edit : Tec et Doc. Paris.337p.

Références électroniques:

[http : // www, scribd, com. / doc /46897825/ Effet – de – la salinité- sur – le Milieu –Karim](http://www.scribd.com/doc/46897825/Effet-de-la-salinite-sur-le-Milieu-Karim)

[http : // www, vignevin –sud Ouest, com. / publication / fiches – pratique / matière – organique – php](http://www.vignevin-sud-Ouest.com/publication/fiches-pratique/matiere-organique-php)

Annexes

Annexe I : Analyse des variances

Tableau n°1 : d'analyse de la variance du pH

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	17,87	5	3,57			
VAR-FACTEUR 1	17,62	1	17,62	6615,80		
VAR-BLOCS	0,25	2	0,13	47,52		
VAR-RESIDUELLE 1	0,01	2	0,00		0,05	0,7 %
VAR-TOT-BLOC 2	27,71	35	0,79			
VAR-FACTEUR 2	8,73	5	1,75	446,79		
VAR – INTER F1*2	1,04	5	0,21	53,02		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	17,87	5	3,57	915,19		
VAR-RESIDUELLE 2	0,08	20	0,00		0,06	0,8 %
VAR-TOTALE	50,71	179	0,28			
VAR-FACTEUR 3	2,11	4	0,53	116,03		
VAR-INTER F1*3	0,99	4	0,25	54,75		
VAR-INTER F2*3	10 ,24	20	0,51	112,84		
VAR-INTER F1*2*3	9,21	20	0, 46	101,52		
VAR-TOT.S-BLOC 2	27,71	35	0,79	174,47		
VAR-RESIDUELLE 3	0,44	96	0,00		0,07	0,9 %

Tableau n°2 : d'analyse de la variance de la conductivité électrique

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	377,83	5	75,57			
VAR-FACTEUR 1	370,57	1	370,57	10352,07		
VAR-BLOCS	7,19	2	3,59	100,40		
VAR-RESIDUELLE 1	0,07	2	0,04		0,19	5,3 %
VAR-TOT-BLOC 2	389,39	35	11,38			
VAR-FACTEUR 2	12,22	5	2,44	13,63		
VAR – INTER F1*2	4,75	5	0,95	5,30		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	377,83	5	75,57	421,40		
VAR-RESIDUELLE 2	3,59	20	0,18		0,42	11,8 %
VAR-TOTALE	417,85	179	2,33			
VAR-FACTEUR 3	2,37	4	0,59	5,02		
VAR-INTER F1*3	0,07	4	0,02	0,15		
VAR-INTER F2*3	4,30	20	0,21	1,82		
VAR-INTER F1*2*3	1,39	20	0,07	0,59		
VAR-TOT.S-BLOC 2	398,39	35	11,38	96 ,41		
VAR-RESIDUELLE 3	11,33	96	0,12		0,34	9,6 %

Tableau n°3 : d'analyse de la variance du carbone organique

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	0 ,11	5	0,02			
VAR-FACTEUR 1	0,02	1	0,02	5,63		
VAR-BLOCS	0,08	2	0,04	9,33		
VAR-RESIDUELLE 1	0,01	2	0,00		0,07	13,7 %
VAR-TOT-BLOC 2	5,57	35	0,16	0,16		
VAR-FACTEUR 2	5,42	5	1,08	810,51		
VAR – INTER F1*2	0,02	5	0,00	2,48		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	0,11	5	0,02	16,64		
VAR-RESIDUELLE 2	0,03	20	0,00		0,04	7,7 %
VAR-TOTALE	5,81	179	0,03			
VAR-FACTEUR 3	0,07	4	0,02	20,70		
VAR-INTER F1*3	0,01	4	0,00	1,93		
VAR-INTER F2*3	0,05	20	0,00	2,77		
VAR-INTER F1*2*3	0,02	20	0,00	1,04		
VAR-TOT.S-BLOC 2	5,57	35	0,16	178,57		
VAR-RESIDUELLE 3	0,09	96	0,00		0,03	6,3 %

Tableau n°4 : d'analyse de la variance de l'azote total

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	0,00	5	0,00			
VAR-FACTEUR 1	0,00	1	0,00	138,72		
VAR-BLOCS	0,00	2	0,00	55,27		
VAR-RESIDUELLE 1	0,00	2	0,00		0,00	2,9 %
VAR-TOT-BLOC 2	0,04	35	0,00			
VAR-FACTEUR 2	0,04	5	0,01	3905,63		
VAR – INTER F1*2	0,00	5	0,00	7,00		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	0,00	5	0,00	43,01		
VAR-RESIDUELLE 2	0,00	20	0,00		0,00	3,1 %
VAR-TOTALE	0,04	179	0,00			
VAR-FACTEUR 3	0,00	4	0,00	21,53		
VAR-INTER F1*3	0,00	4	0,00	5,24		
VAR-INTER F2*3	0,00	20	0,00	4,13		
VAR-INTER F1*2*3	0,00	20	0,00	2,29		
VAR-TOT.S-BLOC 2	0,04	35	0,00	370,75		
VAR-RESIDUELLE 3	0,00	96	0,00		0,00	3,9 %

Tableau n°5 : d'analyse de la variance de rapport C/N

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	15 ,70	5	3,14			
VAR-FACTEUR 1	0,04	1	0,04	0,02		
VAR-BLOCS	11,43	2	5,72	2,70		
VAR-RESIDUELLE 1	4,23	2	2,11		1,45	13,6 %
VAR-TOT-BLOC 2	102,59	20	2,93			
VAR-FACTEUR 2	63,09	5	12,62	12,34		
VAR – INTER F1*2	3,35	5	0,67	0,66		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	15,70	5	3,14	3,07		
VAR-RESIDUELLE 2	20,45	20	1,02		1,01	9,4 %
VAR-TOTALE	199,76	179	1,12			
VAR-FACTEUR 3	4, 83	4	1,21	1,38		
VAR-INTER F1*3	0,63	4	0,16	0,18		
VAR-INTER F2*3	5,01	20	0,25	0,29		
VAR-INTER F1*2*3	2,57	20	2,13	0,15		
VAR-TOT.S-BLOC 2	102,59	35	2,93	3,34		
VAR-RESIDUELLE 3	84,14	96	0,88		0,94	8,7 %

Tableau n°6 : d'analyse de la variance de la capacité de rétention

	SCE	DDL	CM	Test F	ET	CV
VAR TOT .S –BLOC 1	130,72	5	26,14			
VAR-FACTEUR 1	115,41	1	115,41	900,67		
VAR-BLOCS	15,06	2	7,53	58,76		
VAR-RESIDUELLE 1	0,26	2	0,13		0,36	1,7 %
VAR-TOT-BLOC 2	331,46	35	9,47			
VAR-FACTEUR 2	189,43	5	37,89	118,88		
VAR – INTER F1*2	4,94	5	0,99	3,10		
VAR-TOT- .S-BLOC 1	130,72	5	26,14	82,04		
VAR-RESIDUELLE 2	6,37	20	0,32		0,56	2,7 %
VAR-TOTALE	364,59	179	2,04			
VAR-FACTEUR 3	7,42	4	1,86	9,10		
VAR-INTER F1*3	0,03	4	0,01	0,03		
VAR-INTER F2*3	4,66	20	0,23	1,14		
VAR-INTER F1*2*3	1,44	20	0,07	0,35		
VAR-TOT.S-BLOC 2	331,46	35	9,47	46 ,42		
VAR-RESIDUELLE 3	19 ,58	96	0,20		0,45	2,1 %

ANNEXE II : Test de NEWMAN-KEULS - Seuil = 5%
Analyse de la variable : pH
Tableau n° 1. Facteur 1 : Salinité

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	SS	8,06	A
2	SPS	7,43	B

Tableau n°2. Facteur 2 : Fumier

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	T5	8,02	A
5	T4	7,89	B
4	T3	7,78	C
1	T0	7,75	D
3	T2	7,73	D
2	T1	7,31	E

Tableau n°3. Facteur 3 : Temps

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
2	P2	7,92	A
3	P3	7,78	B
4	P4	7,77	B
1	P1	7,67	C
5	P5	7,6	D

Tableau n° 4. Interaction F1*2 : Salinité - fumier

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	6	SS-T5	8,41	A
1	5	SS-T4	8,25	B
1	4	SS-T3	8,11	C
1	1	SS-T0	8,09	C D
1	3	SS-T2	8,04	D
2	6	SPS-T5	7,64	E
2	5	SPS-T4	7,53	F
2	4	SPS-T3	7,46	G
1	2	SS-T1	7,46	G
2	3	SPS-T2	7,42	G
2	1	SPS-T0	7,4	G
2	2	SPS-T1	7,15	H

Tableau n°5. Interaction F1*3 : Salinité – temps

F1	F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	2	SS-P2	8,34	A
1	3	SS-P3	8,15	B
1	1	SS-P1	7,97	C
1	4	SS-P4	7,95	C
1	5	SS-P5	7,89	D
2	1	SPS-P1	7,56	E
2	2	SPS-P2	7,5	F
2	3	SPS-P3	7,42	G
2	4	SPS-P4	7,38	G
2	5	SPS-P5	7,32	H

Tableau n°6. Interaction F2*3 : Fumier - temps

F2	F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	1	T5-P1	8,37	A
6	2	T5-P2	8,23	B
5	1	T4-P1	8,13	C
6	3	T5-P3	8,07	CD
5	2	T4-P2	8,02	D
4	1	T3-P1	8,01	D
5	3	T4-P3	7,91	E
4	2	T3-P2	7,91	E
3	1	T2-P1	7,9	E
1	1	T0-P1	7,89	E
3	2	T2-P2	7,84	EF
1	2	T0-P2	7,78	FG
1	4	T0-P4	7,76	FG
6	4	T5-P4	7,75	FG
1	3	T0-P3	7,73	GH
2	2	T1-P2	7,72	GH
4	3	T3-P3	7,72	GH
3	3	T2-P3	7,71	GH
5	4	T4-P4	7,7	GH
6	5	T5-P5	7,68	GHI
5	5	T4-P5	7,67	GHI
4	4	T3-P4	7,66	GHIJ
3	4	T2-P4	7,65	GHIJ
4	5	T3-P5	7,62	HIJ
1	5	T0-P5	7,6	HIJ
3	5	T2-P5	7,56	IJK
2	3	T1-P3	7,55	JK
2	4	T1-P4	7,48	K
2	5	T1-P5	7,47	K
2	1	T1-P1	6,3	L

Tableau n°7 .Interaction F1*2*3 : Salinité – fumier- temps

F1	F2	F3	Libelles	Moyenne	Groupes homogènes
1	1	1	SS-T0-P1	8,28	A
2	1	1	SPS-T0-P1	7,5	B
1	1	2	SS-T0-P2	8,1	A
2	1	2	SPS-T0-P2	7,45	B
1	1	3	SS-T0-P3	8,09	A
2	1	3	SPS-T0-P3	7,36	B
1	1	4	SS-T0-P4	8,11	A
2	1	4	SPS-T0-P4	7,4	B
1	1	5	SS-T0-P5	7,89	A
2	1	5	SPS-T0-P5	7,31	B
2	2	1	SPS-T1-P1	7,25	A
1	2	1	SS-T1-P1	5,35	B
1	2	2	SS-T1-P2	8,25	A
2	2	2	SPS-T1-P2	7,2	B
1	2	3	SS-T1-P3	7,95	A
2	2	3	SPS-T1-P3	7,15	B
1	2	4	SS-T1-P4	7,87	A
2	2	4	SPS-T1-P4	7,1	B
1	2	5	SS-T1-P5	7,88	A
2	2	5	SPS-T1-P5	7,07	B
1	3	1	SS-T2-P1	8,3	A
2	3	1	SPS-T2-P1	7,51	B
1	3	2	SS-T2-P2	8,2	A
2	3	2	SPS-T2-P2	7,48	B
1	3	3	SS-T2-P3	7,99	A
2	3	3	SPS-T2-P3	7,43	B
1	3	4	SS-T2-P4	7,92	A
2	3	4	SPS-T2-P4	7,38	B
1	3	5	SS-T2-P5	7,8	A
2	3	5	SPS-T2-P5	7,32	B

1	4	1	SS-T3-P1	8,45	A
2	4	1	SPS-T3-P1	7,57	B
1	2	4	SS-T1-P4	8,3	A
2	4	2	SPS-T3-P2	7,52	B
1	4	3	SS-T3-P3	8	A
2	4	3	SPS-T3-P3	7,44	B
1	4	4	SS-T3-P4	7,91	A
2	4	4	SPS-T3-P4	7,41	B
1	4	5	SS-T3-P5	7,88	A
2	4	5	SPS-T3-P5	7,36	B
1	5	1	SS-T4-P1	8,6	A
2	5	1	SPS-T4-P1	7,65	B
1	5	2	SS-T4-P2	8,45	A
2	5	2	SPS-T4-P2	7,6	B
1	5	3	SS-T4-P3	8,3	A
2	5	3	SPS-T4-P3	7,52	B
1	5	4	SS-T4-P4	7,95	A
2	5	4	SPS-T4-P4	7,46	B
1	5	5	SS-T4-P5	7,94	A
2	5	5	SPS-T4-P5	7,41	B
1	6	1	SS-T5-P1	8,85	A
2	6	1	SPS-T5-P1	7,89	B
1	6	2	SS-T5-P2	8,74	A
2	6	2	SPS-T5-P2	7,73	B
1	6	3	SS-T5-P3	8,55	A
2	6	3	SPS-T5-P3	7,6	B
1	6	4	SS-T5-P4	7,97	A
2	6	4	SPS-T5-P4	7,53	B
1	6	5	SS-T5-P5	7,93	A
2	6	5	SPS-T5-P5	7,43	B

Analyse de la variable : CE

Tableau 8. Facteur 1 : Salinité

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	SS	5,01	A
2	SPS	2,14	B

Tableau 9. Facteur 2 : Fumier

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
2	T1	3,81	A
5	T4	3,77	AB
6	T5	3,69	AB
4	T3	3,67	AB
3	T2	3,46	B
1	T0	3,05	C

Tableau 10. Facture 3 : Temps

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	P1	3,71	A
2	P2	3,68	A
3	P3	3,59	A
4	P4	3,5	AB
5	P5	3,4	B

Tableau n°11. Interaction F1*2 : Salinité - fumier

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	2	SS-T1	5,36	A
1	5	SS-T4	5,35	A
1	4	SS-T3	5,21	AB
1	6	SS-T5	5,08	AB
1	3	SS-T2	4,9	B
1	1	SS-T0	4,15	C
2	6	SPS-T5	2,3	D
2	2	SPS-T1	2,26	D
2	5	SPS-T4	2,18	D
2	4	SPS-T3	2,14	D
2	3	SPS-T2	2,02	D
2	1	SPS-T0	1,94	D

Tableau 12. Interaction F2*3 : Fumier - temps

F2	F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
2	5	T1-P5	4,08	A
6	1	T5-P1	4	AB
6	2	T5-P2	3,96	AB
5	1	T4-P1	3,91	ABC
2	4	T1-P4	3,89	ABC
5	2	T4-P2	3,88	ABCD
4	1	T3-P1	3,85	ABCDE
6	3	T5-P3	3,85	ABCDE
4	2	T3-P2	3,8	ABCDEF
2	3	T1-P3	3,76	ABCDEFG
5	3	T4-P3	3,75	ABCDEFG
3	1	T2-P1	3,71	ABCDEFGH
5	4	T4-P4	3,7	ABCDEFGH
4	3	T3-P3	3,69	ABCDEFGH

2	2	T1-P2	3,68	ABCDEFGH
3	2	T2-P2	3,67	ABCDEFGH
2	1	T1-P1	3,65	ABCDEFGH
4	4	T3-P4	3,62	ABCDEFGH
5	5	T4-P5	3,59	ABCDEFGH
6	4	T5-P4	3,56	ABCDEFGH
3	3	T2-P3	3,45	ABCDEFGH
4	5	T3-P5	3,41	ABCDEFGH
3	4	T2-P4	3,25	BCDEFGH
3	5	T2-P5	3,23	BCDEFGH
1	1	T0-P1	3,12	CDEFGH
1	2	T0-P2	3,09	DEFGH
6	5	T5-P5	3,08	EFGH
1	3	T0-P3	3,05	FGH
1	5	T0-P5	3	GH
1	4	T0-P4	2,97	H

Analyse de la variable C

Tableau n°13. Facteur 2 : Fumier

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	T5	0,73	A
5	T4	0,62	B
4	T3	0,52	C
3	T2	0,44	D
1	T0	0,26	E
2	T1	0,26	E

Tableau 14. Facture 3 : Temps

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	P1	0,5	A
2	P2	0,49	AB
3	P3	0,48	B
4	P4	0,46	C
5	P5	0,44	D

Tableau 15. Interaction F2*3 : Fumier - temps

F2	F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	1	T5-P1	0,77	A
6	2	T5-P2	0,76	A
6	3	T5-P3	0,73	A
6	4	T5-P4	0,72	A
6	5	T5-P5	0,66	B
5	1	T4-P1	0,66	B
5	2	T4-P2	0,64	BC
5	3	T4-P3	0,62	BCD
5	4	T4-P4	0,6	CD
5	5	T4-P5	0,59	D
4	1	T3-P1	0,55	E
4	2	T3-P2	0,53	E
4	3	T3-P3	0,53	E
4	4	T3-P4	0,51	EF
4	5	T3-P5	0,5	EFG
3	1	T2-P1	0,49	EFG
3	2	T2-P2	0,47	FG
3	3	T2-P3	0,46	G
3	4	T2-P4	0,39	H
3	5	T2-P5	0,38	H
1	1	T0-P1	0,28	I

1	3	T0-P3	0,27	I
1	2	T0-P2	0,26	I
2	4	T1-P4	0,26	I
2	1	T1-P1	0,26	I
1	5	T0-P5	0,26	I
2	2	T1-P2	0,26	I
1	4	T0-P4	0,26	I
2	5	T1-P5	0,26	I
2	3	T1-P3	0,25	I

Analyse de la variable : N

Tableau n°16. Facteur 1 : Salinité

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	SS	0,042	A
2	SPS	0,042	B

Tableau n°17. Facteur 2 : Fumier

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	T5	0,06	A
5	T4	0,06	B
4	T3	0,05	C
3	T2	0,04	D
2	T1	0,03	E
1	T0	0,02	F

Tableau n°18. Facture 3 : Temps

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	P1	0,04	A
2	P2	0,04	A
3	P3	0,04	A
4	P4	0,04	B
5	P5	0,04	B

Tableau n°19. Interaction F1*2 : Salinité - fumier

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	6	SS-T5	0,06	A
2	6	SPS-T5	0,06	A
1	5	SS-T4	0,06	B
2	5	SPS-T4	0,05	C
1	4	SS-T3	0,05	D
2	4	SPS-T3	0,05	E
1	3	SS-T2	0,04	F
2	3	SPS-T2	0,04	G
1	2	SS-T1	0,03	H
2	2	SPS-T1	0,03	I
1	1	SS-T0	0,03	I
2	1	SPS-T0	0,02	J

Tableau n° 20. Interaction F2*3 : Fumier - temps

F2	F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	1	T5-P1	0,07	A
6	2	T5-P2	0,7	A
6	3	T5-P3	0,06	AB
6	4	T5-P4	0,06	AB
6	5	T5-P5	0,06	B
5	1	T4-P1	0,06	C
5	2	T4-P2	0,06	C
5	3	T4-P3	0,06	CD
5	4	T4-P4	0,05	D
5	5	T4-P5	0,05	D
4	1	T3-P1	0,05	E
4	2	T3-P2	0,05	E
4	3	T3-P3	0,05	E
4	5	T4-P5	0,05	EF
4	4	T4-P4	0,05	EF
3	1	T2-P1	0,04	FG
3	2	T2-P2	0,04	FG
3	3	T2-P3	0,04	G
3	4	T2-P4	0,04	H
3	5	T2-P5	0,04	H
2	1	T1-P1	0,03	I
2	2	T1-P2	0,03	I
2	3	T1-P3	0,03	I
2	4	T1-P4	0,03	I
2	5	T1-P5	0,03	I
1	1	T0-P1	0,03	I
1	2	T0-P1	0,02	I
1	5	T0-P5	0,02	I
1	4	T0-P4	0,02	I
1	3	T0-P3	0,02	I

Tableau n°21. Interaction F1*2*3 : Salinité – fumier- temps

F1	F2	F3	Libelles	Moyenne	Groupes homogènes
1	1	1	SS-T0-P1	0,03	A
2	1	1	SPS-T0-P1	0,02	A
1	1	2	SS-T0-P2	0,03	A
2	1	2	SPS-T0-P2	0,02	A
1	1	3	SS-T0-P3	0,03	A
2	1	3	SPS-T0-P3	0,02	A
1	1	4	SS-T0-P4	0,03	A
2	1	4	SPS-T0-P4	0,02	A
1	1	5	SS-T0-P5	0,03	A
2	1	5	SPS-T0-P5	0,02	A
1	2	1	SS-T1-P1	0,03	A
2	2	1	SPS-T1-P1	0,03	A
1	2	2	SS-T1-P2	0,03	A
2	2	2	SPS-T1-P2	0,03	A
1	2	3	SS-T1-P3	0,03	A
2	2	3	SPS-T1-P3	0,03	A
1	2	4	SS-T1-P4	0,03	A
2	2	4	SPS-T1-P4	0,03	A
1	2	5	SS-T1-P5	0,03	A
2	2	5	SPS-T1-P5	0,03	A

1	3	1	SS-T2-P1	0,05	A
2	3	1	SPS-T2-P1	0,04	A
1	3	2	SS-T2-P2	0,05	A
2	3	2	SPS-T2-P2	0,04	A
1	3	3	SS-T2-P3	0,04	A
2	3	3	SPS-T2-P3	0,04	A
1	3	4	SS-T2-P4	0,04	A
2	3	4	SPS-T2-P4	0,03	B
1	3	5	SS-T2-P5	0,04	A
2	3	5	SPS-T2-P5	0,03	B
1	4	1	SS-T3-P1	0,05	A
2	4	1	SPS-T3-P1	0,05	A
1	4	2	SS-T3-P2	0,05	A
2	4	2	SPS-T3-P2	0,05	A
1	4	3	SS-T3-P3	0,05	A
2	4	3	SPS-T3-P3	0,04	A
1	4	4	SS-T3-P4	0,05	A
2	4	4	SPS-T3-P4	0,04	B
1	4	5	SS-T3-P5	0,05	A
2	4	5	SPS-T3-P5	0,05	A
1	5	1	SS-T4-P1	0,06	A
2	5	1	SPS-T4-P1	0,06	A

1	5	2	SS-T4-P1	0,06	A
2	5	2	SPS-T4-P2	0,06	A
1	5	3	SS-T4-P3	0,06	A
2	5	3	SPS-T4-P3	0,06	A
1	5	4	SS-T4-P4	0,06	A
2	5	4	SPS-T4-P4	0,05	B
1	5	5	SS-T4-P5	0,06	A
2	5	5	SPS-T4-P5	0,05	B
1	6	1	SS-T5-P1	0,07	A
2	6	1	SPS-T5-P1	0,06	A
1	6	2	SS-T5-P2	0,07	A
2	6	2	SPS-T5-P2	0,06	A
1	6	3	SS-T5-P3	0,07	A
2	6	3	SPS-T5-P3	0,06	A
1	6	4	SS-T5-P4	0,06	A
2	6	4	SPS-T5-P4	0,06	A
1	6	5	SS-T5-P5	0,06	A
2	6	5	SPS-T5-P5	0,06	A

Analyse de la variable : C/N**Tableau n° 22. Facteur 2 : Fumier**

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	T5	11,35	A
5	T4	11,19	A
4	T3	11	A
1	T0	10,64	A
3	T2	10,6	A
2	T1	9,54	B

Analyse de la variable : CR**Tableau n°23. Facteur 1 : Salinité**

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	SS	21,86	A
2	SPS	20,26	B

Tableau n° 24. Facteur 2 : Fumier

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
6	T5	22,69	A
5	T4	22,14	B
4	T3	21,03	C
3	T2	20,11	D
2	T1	20,04	D
1	T0		D

Tableau n°25. Facture 3 : Temps

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
3	P3	21,29	A
2	P2	21,24	A
1	P1	21,08	AB
4	P4	20,95	B
5	P5	20,73	C

Tableau n°26. Interaction F1*2 : Salinité - fumier

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	6	SS-T5	23,6	A
1	5	SS-T4	23,16	B
1	4	SS-T3	21,99	C
2	6	SPS-T5	21,78	C
2	5	SPS-T4	21,13	D
1	3	SS-T2	20,94	D
1	1	SS-T0	20,74	D
1	2	SS-T1	20,73	D
2	4	SPS-T3	20,08	E
2	3	SPS-T2	19,72	EF
2	2	SPS-T1	19,5	F
2	1	SPS-T0	19,34	F

ANNEXE III :

Echelle d'interprétation de quelques analyses physiques et chimiques du sol

Tableau n°1 : Granulométrie :

Terre fine					
Taille	< 2 µm	2 à 20 µm	20 à 50 µm	50 à 200 µm	0,2 à 2 mm
Classe	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
Elément grossier					
Taille	2 à 20 mm	2 à 5cm	5 à 20cm	>20 cm	
Classe	Gravier	Caillou	Pierre	Bloc	

Tableau n°2 : Calcaire

Quand les sols sont calcaires, la texture peut être qualifiée en conséquence :

Taux de calcaire en % de masse	< 5	5 à 20	20 à 50	>50
Dénomination	Normal	Suffixe « calcaire »	Préfixe « Calcaro »	Calcaire
Exemples	Sablo argileux	Argilo calcaire	Calcaro argileux	Calcaire argilo-limoneux

(Bernard LECLECH ,2000)

Tableau n°3 : pH

Le pH, potentiel hydrogène, représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 2,5.

pH	< 3,5	3,5-4,2	4,2 - 5	5 – 6,5	6,5 – 7,5	7,5 – 8,7	8,7
Classes	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très basique

(Bernard LECLECH ,2000)

Tableau n°4 : Classification des sols salés

	Sols salins (Solontchaks)	Sols Salés à alcalins (Solontchaks Solonetz)	Sols alcalins (Solonetz)
CE ds/m (à 25 °c)	>4 ds/m	>4 ds/m	<4 ds/m
pH	<8,5	<8,5	>8,5
ESP (% CEC)	< 15 %	> 15 %	>15 %

Tableau n°5: Matière organique (MO)

MO (%)	Sol
$MO \leq 1$	Très pauvre
$1 < MO \leq 2$	Pauvre
$2 < MO \leq 4$	Moyenne
$MO > 4$	Riche

(ITA, 1975)

Tableau n°6 : Azote total

N_{total} (%)	Sol
$N_{\text{total}} \leq 0.5$	Très pauvre
$0.5 < N_T < 1$	Pauvre
$1 < N_T < 1.5$	Moyen
$N_T > 1.5$	Bien pauvre

(HENN, 1969)

Tableau n°7 : Rapport C/N

C/N	Niveau de minéralisation	Disponibilité de l'azote
<10	Forte minéralisation	Elevée à très élevée
10-20	Bonne minéralisation	Bonne à élevée
20-60	Faible minéralisation	Faible à négative
60-100	Faible minéralisation	Très faible a négative
>100	Forte minéralisation	Négative

Relation entre le rapport C/N résidus organiques la minéralisation et la disponibilité de l'azote pour les plantes (Elliot et al 199)

Résumé

Thème : Effet de la fertilisation organique sur quelques propriétés physico-chimiques des sols salés dans les régions arides (Cas de Ouargla)

Pour mettre en évidence les effets de la fertilisation organique par le fumier de volailles sur quelques propriétés du sol, une expérimentation a été conduite en plein champ dans la ferme babziz située dans la région d'Ouargla au Sud Est de l'Algérie. L'objectif était de déterminer l'efficacité de la fertilisation organique par le fumier de volailles sur l'évolution de : CR, pH, CE, C/N.

Pour ce faire, un essai a été installé suivant un dispositif en split plot comprenant deux parcelles principales correspondant à deux niveaux de salinité différents (sol peu salé et sol salé), et des parcelles secondaires correspondant aux quatre doses croissantes de fumier de volailles 20, 30, 40 et 50 t/ha, un traitement engrais minéral et un témoin sans aucun apport. Les différentes combinaisons ont fait l'objet d'un suivi évolutif des paramètres étudiés s'étalant sur une période de 5 mois. Les résultats obtenus ont montré une amélioration significative de l'ensemble des propriétés étudiées pour les deux sols suite à leur enrichissement par les différentes doses de fumier de volailles par rapport au traitement avec engrais minéral et le témoin aucun apport de fertilisant. Toutefois, les meilleurs résultats ont été enregistrés par le traitement T50 (50t/ha)

D'après les résultats enregistrés sur les paramètres étudiés, nous avons noté au cours de l'essai :

- Une diminution du pH de 8,42, 8,50 à 7,43, 7,93 respectivement pour le sol peu salé et salé.
- Une diminution de la conductivité électrique de 2,14, 30 à 1,85ds/m, 3,14ds/m respectivement pour le sol peu salé et salé.
- Une augmentation de la capacité de rétention en eau jusqu'à 21,35% et 22,95 respectivement pour le sol salé et peu salé.
- Une bonne évolution de rapport C/N de 10,02 et 11,20 pour le sol salé et peu salé à la fin de l'essai.

L'ensemble des résultats obtenus montre l'intérêt de l'utilisation de la fertilisation organique pour l'amélioration de fertilité des sols des régions arides notamment ceux qui sont caractérisés par une forte salinité.

Mots clés:

Salinité, Fertilisation organique, Fumier de volailles, pH, CE, CR, CN, Ouargla, zones arides.

المخلص:

الموضوع: تأثير التسميد العضوي على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المالحة في المناطق الجافة (حالة وقلة)

تهدف هذه الدراسة لتبسيط الضوء على الآثار المترتبة على التسميد العضوي من روث الدواجن على بعض خصائص الأرض، وقد تم في مزرعة ببزير الواقعة في منطقة ورقلة في جنوب شرق الجزائر. وكان الهدف تحديد فعالية التسميد العضوي من روث الدواجن على تطور CR، ودرجة الحموضة، ودرجة الملوحة (C/N) مع هذه الدراسة، تم تثبيت اختبار وفقا لتوضيح سبلت بلوت مقارنة لقطعتين أساسيتين مقابلة لاثنتين من مستويات مختلفة من الملوحة (الأرض المالحة، والأرض أقل ملوحة)، والقطع الثانوية المقابلة لأربع معاملات متزايدة من سماد الدواجن (20، 30، 40 و 50 طن / هكتار)، والمعادن لمعالجة السماد العضوي والشاهد من دون أي سماد. التركيبات المختلفة من أجل متابعة التطورات لمختلف العوامل المدروسة موزعة على فترات لمدة خمسة أشهر. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تحسنا كبيرا في مجمل الخصائص المدروسة من أجل الترتيبين تبعاً لوفرة كميات متنوعة من روث الدواجن بالمقارنة مع العلاج مع السماد العضوي والمعدني الشاهد أي بدون مساهمة من الأسمدة. ومع ذلك، سجلت نتائج أفضل من العلاج T5 (50t/ha).

وفقاً للنتائج المسجلة على العوامل التي تمت دراستها، لاحظنا أثناء الاختبار

- انخفاض في درجة الحموضة من (8,50، 8,42 إلى 7,93، 7,43) وفقاً للتربة المالحة و الأقل ملوحة
- انخفاض في درجة الملوحة مع (2,14، 30 إلى 1,85، 3) وفقاً للتربة المالحة و الأقل ملوحة
- زيادة في القدرة على حفظ الماء تصل إلى 22,95. 21,35 وفقاً إلى (التربة مالحة و الأقل ملوحة)
- تطور جيد في نسبة C/N تصل إلى 11,20، 10,02 تبعاً للتربة المالحة و الأقل ملوحة

مجملاً النتائج المتحصل عليها أثبتت أهمية استعمال السماد العضوي من أجل تحسين خصوبة التربة في الأراضي القاحلة و الجافة خاصة التي تتميز بملوحة شديدة

الكلمات الدالة:

الملوحة، والتسميد العضوي، وروث الدواجن، ودرجة الحموضة، درجة الملوحة، CR، CN، ورقلة منطقة القاحلة

Abstract

Theme: Effect of the organic fertilization on some physicochemical properties of the grounds in the arid areas (Case of Ouargla)

To highlight the effects of the organic fertilization by the poultry manure on some properties of the ground, experimentation was led in full field in the farm babziz located in the area of ouargla at the South East of Algeria. The objective was to determine the effectiveness of the organic fertilization by the poultry manure on the evolution of: CR, pH, EC, C/N.

With this intention, a test was installed according to a device in Split stud including/understanding two principal pieces corresponding to two different levels of salinity (little salted ground and salted ground), and of the secondary pieces corresponding to the four increasing amounts of poultry manure 20, 30, 40 and 50 t/ha, mineral a manure treatment and a witness without any contribution. The various combinations were the evolutionary follow-up object of the studied parameters being spread out over one period of 5 mois. The results obtained showed an significant improvement of the whole of the properties studied for the two grounds following their enrichment by the various amounts of poultry manure compared to the treatment with mineral manure and the witness no contribution of fertilizer. However, the best results were recorded by the treatment T5 (50t/ha).

According to the results recorded on the studied parameters, we noted during the test

- A reduction in the pH from (8,50, 8,42) to 7,43, 7,93 ground slat and low salt
- A reduction in the electric conductivity of (2,14, 30) with 1,85 ds/m, 3,14ds/m.respected from (ground salt and low salt)
- An increase in the water holding capacity up to 21, 35% and 22,95respected from (ground salt and low salt)
- A good evolution of report/ratio C/N from to 10, 02.10, 20.respected from (ground salt and low salt)
- The whole of the results obtained watch interest of the use of the organic fertilization for the improvement of fertility of the grounds of the arid areas in particular those which are characterized by a strong salinity.

Experimental Our work is for the goat off studying the effect off two standard off organic matter according to the poultry farmyard manure in furnace levels off amount (20, 30,40 and 50 t/ha) compared to treatment with mineral fertilizer and has control without any input for nap physical and chemical properties off arid soil. Five the soil fertilized by organic during months off experimentation in Samarians climatic conditions off Ouargla area

Key words:

Salinity, organic Fertilization, poultry Manure, pH, EC, CR, CN, Ouargla, arid regions.