

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et technologie agro-alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master académique

Filière : " sciences Agronomiques "

Spécialité : "Sciences du sol "

Thème

Contribution à l'étude des variations spatio-temporelles de la densité
microbienne des sols (région de sebaïn)

Présenté par :

LAIMECHE Oussama

Membres du jury :

- | | |
|--|-------------------|
| – Président : DELLAL. abdelkader | Professeur |
| – Encadreur: Mme OULBACHIR Karima | MCA |
| – Co-Encadreur : Mlle. REBATI Nadia | Doctorante |
| – Examineur : OUADAH Sahraoui | M.A.A |

Année universitaire : 2018-2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

*Louange à DIEU tout puissant pour tout ce qu'il m'a donné afin
que j'aie puissios terminé ce travail.*

Je tiens à remercier tous d'abord chaleureusement Dr.

***OULBACHIR Karima** qui m'a permis de bénéficier de son
encadrement.*

*Je remercie également ma Co- promotrice rebati nadia pour ses
conseils.*

*Je remercie chaleureusement mon Professeur dellal abdelkadeurn
d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Je remercie Monsieur **Ouadah, S.** d'avoir accepté d'examiner le
document et faire partie du jury de soutenance.*

*Je remercie monsieur Mr. **BENAHMED Mohamed** pour leur
inestimable soutien et leurs encouragements au cours de ma formation.*

Mes grands remerciements à mes chers collègues de la promotion.

*Je remercie vivement tous mes enseignants et toute personne qui a
contribué à ma formation.*

DEDICACES

Je dédie ce travail

*Je dédie ce modeste travaille à ma
mère et mon père pour tous leur
soutien à ma sœur aya et mais frères
a ahmed et mouhamed et mon binôme
Ritedj a mai amis et collègues.*

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Partie bibliographique

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur le sol

Le sol	3
1.1. Composition du sol.....	4
1.1.1.Fraction minérale	4
1.1.2 La matière organique.....	5
1.2.3. L'eau et l'air	6
1.2.3.1. -La phase liquide du sol.....	6
1.2.3.2. -La phase gageuse du sol.....	6
1.2.3.3. La phase solide du sol.....	6
1.2.Actions de la matière organique sur les propriétés du sol	7
1.2.1.Actions de la matière organique sur les propriétés physiques du sol.....	7
1.2.2. Importance de la matière organique du sol :	8

Chapitre II : Les microorganismes du sol

2.1. Les organismes du sol.....	11
2.1.1. La microflore du sol	11
2.1.1.1. Les bactéries	12
2.1.1.2. Les champignons	12
2.1.1.3. Les actinomycètes	12
2.1.1.4. Les protozoaires	12
2.2. Facteur influençant l'activité microbienne du sol	13
2.2.1. Facteurs physiques	13
2.2.1.1. Structure.....	13

2.2.1.2. Texture.....	13
2.2.2. Les facteurs biologiques	14
2.2.2.1. Végétation.....	14
2.2.2.2 Interactions biologiques.....	14
2.2.3 Facteurs climatiques.....	15
2.2.3.1 humidités du sol	15
2.2.3.2 températures	15
2.2.3.3 Influence des Saisons	16
2.2.4 Facteurs chimique :	16
2.2.4.1-Réaction du sol (pH)	16
2.2.4.2 La salinité	16

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

3.1. Localisation géographique :	17
3.2. Localisation du site expérimental :	18
3.2.1. Situation régionale :	18
3.2.2. Situation locale :	19
3.3. Géomorphologie :	20
3.3.1. La géologie :	20
3.3.2. Le sol :	20
3.3.3. L'occupation des sols :	21
3.4. Le climat.....	21
3.4.1. Température :	22
3.4.2. Les précipitations :	25
3.4.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	27
3.4.4. Quotient pluviothermiques d'Emberger	27
3.4.5. Les vents	29

Chapitre 4: Matériel et méthodes

4.1. Echantillonnage :	30
------------------------------	----

4.1.2. Horizon de prélèvement	31
4.1.3. Détermination du taux d'humidité :	31
4.1.4. Préparation des échantillons :	31
4.1.5. Conservation des échantillons :	32
4.2. Les analyses physico-chimiques :	33
4.2.1. L'humidité :	33
4.2.2. Le pH :	33
4.2.2.1. PH kcl :	33
4.2.3. La conductivité électrique :	33
4.2.4. Analyse granulométrique :	34
4.2.5. Calcaire total :	34
4.2.6. Calcaire actif :	34
4.2.7. Dosage de carbone organique et Matière organique :	34
4.2.8. Dosage du phosphore assimilable :	35
4.2.8. La densité apparente (méthode de cylindre) :	35
4.3. Méthode Analyses microbiologiques	36
4.3.1. Techniques de dénombrement des microflores telluriques	36
4.3.2. Préparation des suspensions dilutions :	36
4.4. Analyses	37
4.4.1. Les bactéries aérobies :	37
4.4.2. Les champignons :	37
4.4.3. Les actinomycètes	38
4.4.4. Les germes ammonifiants	38
4.4.5. Les germes nitrifiants et dénitrifiants	38

Chapitre V: Résultats et discussion

5.1. Objective du travail :	40
5.2. Résultats des Analyses physicochimiques :	40
5.2.1. Caractérisation physicochimique des sols de la région de sebaïne :	40
DESCUSSION	
5.2.2. L'humidité :	41
5.2.3. Le pH :	41
5.2.4. La conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	42
5.2.6. La matière organique :	44
5.2.7. Densité apparente :	44
5.2.8. Phosphore assimilable :	45
5.2.9. Analyse granulométrique	46
5.3. Discussion des analyses microbiologiques	47
5.3.1. Evolution des bactéries aérobies :	47
5.3.2. Evolution des champignons	49
5.3.3. Evolution des actinomycètes	50
5.3.5. Evolution des nitrifiants des sols :	52
5.3.6. Evolution des dénitrifiants des sols :	53
5.3.7. Evolution des dénitrifiants en fonction du temps	53

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Figure 01 : Schéma de lon (en volume) d'un sol de texture médiane	3
Figure 02 : les différents compartiments du sol (Marie Jude Merisier, 1997).....	4
Figure 3: Les grandes classes de la matière organique du sol	5
Figure 4 : Classification des organismes vivants dans le sol. in Anonyme, 2011).	11
Figure 5 : Position géographique de la région de Tiaret.....	17
Figure 6 : Situation locale de la zone d'étude	18
Figure 7 : Situation locale de la zone d'étude.	19
Figure 8 : Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret (Duvignaud, 1992).....	20
Figure 9 : Carte lithologique de la wilaya de Tiaret (CFT, 2014).....	21
Figure 10 : carte géographique de la wilaya de Tiaret (Algérie occidentale)	22
Figure 11 : Températures moyennes de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018 (https://fr.tutiempo.net/climat) Consulté le Avril ,2019.	25
Figure 12 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018 (https://fr.tutiempo.net/climat).....	27
Figure 13 : Diagramme Ombrothèrmique de la station de Tiaret (sebaïne)	27
Figure 14 : Situation de la région de Tiaret dans le climagramme d'Emberger de 2008 à 2018(https://fr.tutiempo.net/climat)	28
Figure 15 : Les vitesses moyennes des vents de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018 consulté AVRIL 2019	29
Figure 16 : Méthode d'échantillonnage	30
Figure 17 : Préparation des échantillons pour l'analyse physico-chimiques	31
Figure 18 : Préparation des échantillons pour l'analyse microbiologique	32
Figure 19 : Préparation des suspensions dilutions du sol.	36
Figure 20 : Variations du taux d'humidité des sols.....	41
Figure 21 : variation du PH des sols.....	42
Figure 22 : Variation de la Conductivité électrique (CE) des sols	42
Figure 23 : Variation du Calcaire totale CT (%) des sols	43
Figure 24 : Variation du Calcaire actif (Ca) des sols	43
Figure 25 : Variation du taux de la Matière organique O des sols	44
Figure 26 : Variation du taux de la Densité apparente (g/cm^3)	45
Figure 27 : Variation du taux de Phosphore assimilable des sols,	46
Figure 28 : Composition granulométrique des trois sols (sol cultivé)	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Actions des matières organiques sur les propriétés du sol (SOLTNER, 2003).....	7
Tableau 2: Rôles des matières organiques dans le sol (Soltner., 2003)	10
Tableau 3: Facteurs de variation de l'activité microbienne (MOREL ,1989)	15
Tableau 4: température moyennes mensuelle des maxima et des minima de la région de Tiaret (2008-2018) (O.N.M, 2018).....	23
Tableau 5: La précipitation mensuelle moyenne de la région de Tiaret (2008-2018).....	26
Tableau 6: la lecture des résultats des germes nitrifiants et dénitrifiant (OULBACHIR., 2010)	39
Tableau 7: Caractérisation physico-chimique des sols étudiés	40
Tableau 8: Analyse granulométrique des sols étudiés.....	46
Tableau 9: Evolution des bactéries aérobies des sols	48
Tableau 10: Evaluation des champignons en fonction du temps	49
Tableau 11: évaluation des actinomycètes en fonction du temps	51
Tableau 12: Évaluation des ammonifiants en fonction du temps	52
Tableau 14: Evaluation des dénitrifiants en fonction du temps.	53

Liste des abréviations

INRA	Institut Nationale de la Recherche Agricole
pH	Potentiel Hydrogène
MO	Matière Organique
CE	Conductivité Electrique
CA	Calcaire actif
%	Pourcentage
Da	Densité apparente
ITGC	Institut technique de grande culture
CT	Calcaire total
E1, E2, E3	Echantillons du sol cultivé
MOS	Matière Organique Stabilisé
MOT	Matière Organique Transitoires
MOV	Matière Organique Vivante
INSID	l'Institut National des Sols, de l'Irrigation et de Drainage (INSID Ksar Chellala-Tiaret)

Introduction générale

Introduction générale

Introduction

Le sol est un milieu minéral et vivant, caractérisé par des niveaux d'organisation d'âge pluri-millénaires, issus de la pédogenèse, auxquels se surimposent des niveaux d'organisation qui sont liés à l'usage du sol et qui varient à l'échelle de l'année. Les caractéristiques physico-chimiques du sol sont aussi aisément affectées, et parfois même de façon irréversible, par les pratiques agricoles. Le sol est par conséquent une ressource non renouvelable et fragile qu'il faudra encore mieux connaître pour mieux maîtriser l'utilisation que nous en faisons (Stengel et al., 2009).

La rhizosphère du sol est un milieu dynamique et structuré. Elle représente un habitat propice à la colonisation microbienne. Ces microorganismes interviennent dans la formation, la conservation et l'évolution des sols, et aussi l'établissement des espèces végétales. Les microorganismes sont essentiels à la nutrition et la santé des plantes, effectuent une activité biologique requise pour le bon fonctionnement et la fertilité du sol. En effet, ils y interviennent en agissant d'une part sur le stock d'éléments minéraux assimilables, obtenus par minéralisation de la matière organique et d'autre part sur la structure du sol. (Karabi, 2016).

Les types de sol selon leur teneur en argile, limon et sable, sont des facteurs déterminant dans le contrôle de la biomasse et l'activité microbienne. La structure de la communauté ainsi que son potentiel d'utilisation des rhizodépôts sont davantage affectés par le type de sol que par les saisons ou encore le mode de gestion du sol. Le pH est aussi un filtre environnemental important (Schutter et al., 2001).

La succession des saisons exerce un effet très important sur la microflore des sols. L'humidité et la température sont deux facteurs essentiels dont la combinaison oriente l'intensité saisonnière de l'activité microbienne (Morel, 1989). Les variations saisonnières de la microflore sont probablement dues en grande partie à des changements en qualité et quantité dans les apports nutritifs que constituent les feuilles et les branches mortes (Boullard et Moreau, 1962).

Dans la zone semi-aride, la productivité des sols dépend de la capacité de rétention d'eau qui tend à augmenter avec la profondeur et le contenu organique. La capacité de rétention d'eau des sols sableux est inférieure à celles des sols argileux (Karabi, 2016).

Introduction générale

Les microorganismes apportent des services par l'intermédiaire des plantes dans le domaine de l'agriculture, comme les services agroécosystémiques (Courtois et De Deyn, 2012),

La phytoprotection, c'est-à-dire la capacité des microorganismes à protéger la plante contre les pathogènes, est un service agroécosystémique important car il permet de s'affranchir des traitements chimiques (Kuiper et *al.*, 2004). De plus, la biodiversité microbienne permet une agriculture durable grâce au recyclage des nutriments auquel participent les microbes telluriques (Brussaard et *al.*, 2007).

Malgré leur importance, la répartition des microorganismes, ainsi que les effets de l'environnement sur les sols et leur biodiversité reste peu connue.

Notre travail s'est focalisé sur trois parties primordiales, commençant par une introduction et finissant par une conclusion :

- La première partie présente une synthèse bibliographique qui regroupe deux chapitres, le premier : Généralité sur le sol, le deuxième chapitre : Les microorganismes du sol.
- La deuxième partie présente l'étude expérimentale : présentation de la région d'étude, la méthodologie adaptée pour la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques.
- La Troisième partie est consacrée à la partie : résultats et discussion.

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Généralités sur le sol

Chapitre I: Généralité sur le sol

1.1. Le sol

Le sol est la couche externe de la croûte terrestre composé de particules minérales de la matière organique, d'eau, d'air et caractérisée par la présence de nombreux êtres vivants (PIERRE et VINCENT, 2000).

Le sol est la partie superficielle meuble de l'écorce terrestre, considérée habituellement sur une épaisseur maximale de 1,25 m (SCOHY, 1992).

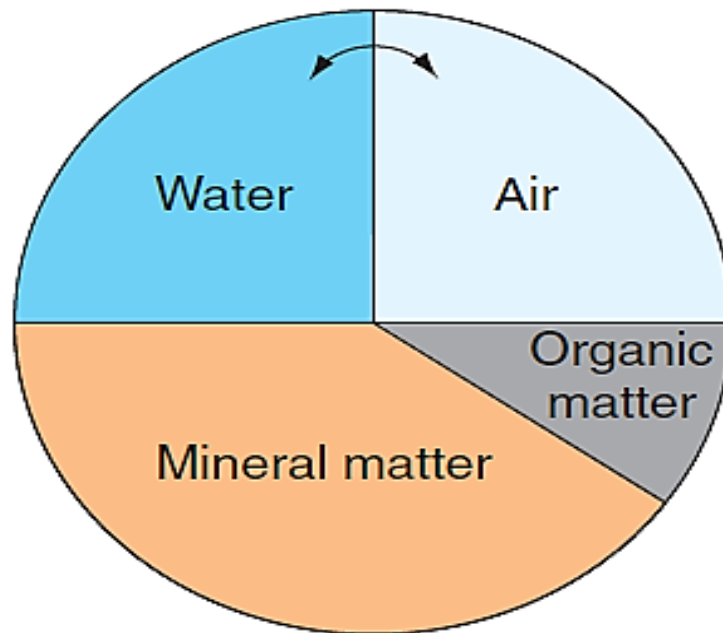


Figure 01 : Schéma de la composition (en volume) d'un sol de texture médiane (Hillel, 2004).

50 % du volume est occupé par la matrice du sol et 50 % par le réseau des vides, ce dernier étant rempli par l'air et l'eau du sol de façon équivalente. Les flèches représentent les échanges entre les 2 phases (Hillel, 2004a).

Il est défini aussi comme un système hétérogène, triphasique, particulaire et poreux, avec une large surface spécifique par unité de volume (Hillel, 2004a). Les trois phases sont les suivantes:

Phase solide (la matrice du sol), phase liquide (l'eau du sol ou solution du sol) qui contient des substances dissoutes et phase gazeuse (l'atmosphère du sol).

Chapitre I: Généralité sur le sol

Peut-être considère comme un organisme vivant à la fois hétérogène par sa structure, sa diversité de ses fonctions physiologiques, homogène par son équilibre et ses réactions vitales (Pochon et Tchan ., 1948).

La matrice du sol est formée de particules minérales et organiques de plusieurs tailles, tournures et orientations. L'organisation des pièces fortes du sol définit les particularités géométriques de l'infrastructure de non remplies (porosité) au travers duquel l'eau (en état pure ou avec des substances dissoutes) et les gaz se baladent (**Figure 01**).

1.1.1. Composition du sol

Selon (Boulaine, 2003) le sol est un système à phases ou à composantes multiples, il est un mélange de constituants minéraux, organiques, de l'eau et de l'air. Le sol est constitué théoriquement de presque de 45% de matière minérale, 5% de matière organique, 25% de l'air. La phase solide est constituée de minéraux et de matières organiques.

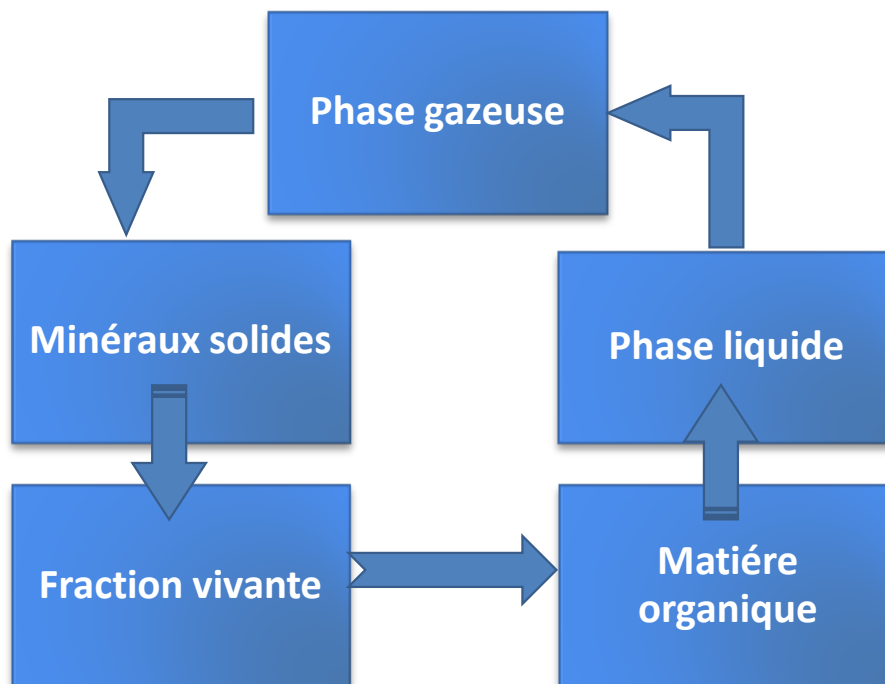


Figure 02 : les différents compartiments du sol (Marie Jude Merisier, 1997)

1.1.1. Fraction minérale

Les minéraux constituent, en générale de 95 à 99 % du sol, la composition minérale dépend de la nature de la roche-mère la nature des minéraux peut être extrêmement diverse avec des tailles granulométriques différentes (Quenea, 2004) :

- Sable ($\phi = 2000$ à 50 μm)
- Limon ($\phi = 50$ à 2 μm)

Chapitre I: Généralité sur le sol

-Argile granulométrique $\varnothing < 2\text{mm}$

La texture d'un sol correspond à la répartition des minéraux par catégorie de grosseur, indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux, les sols sont classés suivant leurs proportions relatives en particules argileuses, limoneuses et sableuses (Atlas et Bartha, 1992).

1.1.2. La matière organique

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique : dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique.

La matière organique est ainsi peu à peu transformée et cela donne naissance, d'une part, à des éléments solubles ou gazeux comme l'ammoniac NH_3 , l'acide nitreux HNO_2 et le gaz carbonique CO_2 , et d'autre part à des complexes humiques (l'humus) qui se décomposeront, se minéraliseront très lentement et progressivement.

Ainsi la matière organique est une source importante d'éléments nutritifs pour les plantes et la connaissance de sa teneur totale dans le sol renseigne sur sa potentialité fertilisante. La matière organique a également un rôle important dans la (fabrication) des agrégats, autrement dit sur l'élaboration de la structure du sol. L'absence de matière organique rend la structure du sol instable.

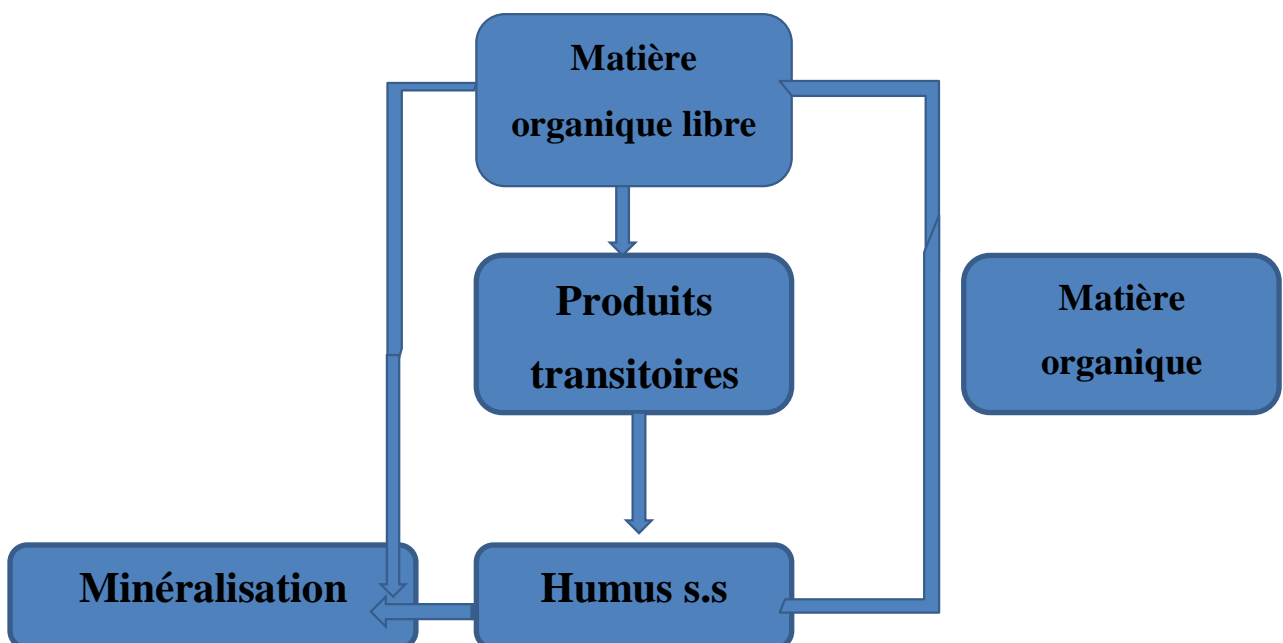


Figure 3: Les grandes classes de la matière organique du sol

Les limites entre les différentes classes sont nécessairement arbitraires : il existe bien entendu de nombreux intermédiaires entre les classes successives (Mathieu, 2003).

Chapitre I: Généralité sur le sol

La matière organique libre est composée de débris végétaux ou animaux (feuilles mortes, brindilles, résidus de récolte, racines mortes, cellules Microbiennes et microfaune mortes, cadavres d'animaux) juxtaposés à la fraction minérale dans le sol.

Les produits transitoires sont issus d'une première décomposition rapide de la matière organique libre ; ils évoluent ensuite en partie pour donner de l'humus, en partie pour libérer des éléments minéraux.

L'humus s.s. est la fraction stable et très prédominante en conditions normales.

La matière organique liée est constituée par les produits transitoires et L'humus S.S. et est appelée ainsi parce qu'elle est liée à la fraction minérale du sol (enrobage, imprégnation).

Lors de l'analyse de la matière organique du sol, on opère sur une quantité de terre fine inférieure à 2 mm ; on dose donc l'humus sensu stricto plus les produits transitoires. Pour déterminer avec plus de réalisme le rapport C/N de l'humus sensu stricto, il peut être recommandé d'effectuer des analyses du carbone organique et de l'azote total sur une fraction de terre fine à diamètre inférieur à 1 mm, voire égale à 0,2 mm (Mathieu et pieltain ,2003).

1.1.3. L'eau et l'air

1.1.3.1. La phase liquide du sol

La solution du sol joue un rôle important dans la nutrition végétale, car les plantes y puisent les éléments nutritifs présents sous des formes solubles dites « assimilables » ou « biodisponibles ». Cette notion de biodisponibilité concerne également de nombreux xénobiotiques (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ...). Leur présence dans la solution du sol les rend accessibles aux microorganismes et aux plantes. (El Arfaoui, 2010).

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables. On pourrait considérer les organismes vivants du sol comme une partie de la phase solide, puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquides (Calvet, 2000).

1.1.3.2. La phase gazeuse du sol

L'air du sol comprend généralement les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique. Les sols bien aérés contiennent environ 180 à 205 ml d'O₂ par litre d'air mais cette teneur peut être abaissée à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans des microenvironnements alentours des racines des plantes. La teneur en CO₂ est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre

Chapitre I: Généralité sur le sol

de sol et peut atteindre 100 ml par litre d'air en profondeur ou au voisinage des racines et en milieux saturés en eau (Alexander, 1994).

L'air du sol contient également d'autres constituants tels que NO, N₂O, NH₃, CH₄, H₂S et parfois des composés organiques volatils (Calvet, 2000).

1.1.3.3. La phase solide du sol

La phase solide du sol est en général composée par des minéraux présents sous forme de particules de différentes tailles (Berthaud et *al.*, 2013), majoritairement de (90 à 99% de la masse du sol) (Raoul, 2003), mais aussi peut contenir des éléments organiques ou divers matériaux proviennent de l'activité humaine (Berthaud et *al.*, 2013), dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. On pourrait considérer les organismes vivants du sol comme une partie de la phase solide, puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquide. (Calvet, 2000)

1.2. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol

La matière organique ont de multiples propriétés qui leur confèrent des fonctions primordiales dans les agro et les écosystèmes et en font une composante de la fertilité. Les fonctions des M.O participent de façon générale à l'aptitude des sols à la production végétale par l'amélioration de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques (Koull, 2007).
(Tableaux. 01)

1.2.1. Actions de la matière organique sur les propriétés physiques du sol

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

La matière organique 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 faible que les M.O peuvent assurer (Balesdent, 1996). Dans les terres manquant de colloïdes minéraux et où l'absence de phénomènes de gonflement « limons ou sables » l'élévation du taux d'humus coïncide avec une certaine tendance à l'agrégation (Duthil, 1973).

Chapitre I: Généralité sur le sol

Tableau 1 : Actions des matières organiques sur les propriétés du sol (SOLTNER, 2003)

<p>Les matières organiques sont un amendement, c'est-à-dire des substances qui, dans le sol, améliorent à la fois :</p>		
<p>Les propriétés physiques</p>	<p>Les propriétés physico-chimiques</p>	<p>Les propriétés biologiques</p>
<p>Elles rendent la structure du sol plus perméable à l'eau et d'alimentation à</p>	<p>Elles favorisent l'alimentation minérale des plantes</p>	<p>Elles servent de support et à l'air, et plus stable l'activité biologique</p>
<p>Structure 1- Décomposition grumelleuse : éléments sableux soudés par le complexe argilo humique en agrégats aérés et résistants, donc stables. Bonne</p>		
<p>2- Humification</p>		
<p>3- Minéralisation</p>		
<p>Matières organiques</p>		
<p>Fixation</p>		
<p>infiltration d'ions échangeables</p>		

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

La capacité du sol pour l'eau est en effet liée à la teneur en matière organique en raison de l'hydrophilie extrêmement accusée des colloïdes qui la composent (DUTHIL, 1973). Cette matière retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée, elle régularise le bilan de l'eau dans le sol. Selon (Monnier et Gras (1965)) son affinité pour l'eau se manifeste par :

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

1 .2.2. Importance de la matière organique du sol

En matière agricole, il convient de faire la distinction entre la matière organique fraîche et celle humifiée. C'est cette dernière qui joue un rôle important dans la fertilité des sols par l'évolution biochimique qu'elle y subit et par les propriétés physico-chimiques qui en découlent. (Huber et al ; 2011).

Un sol prend naissance dès lors que la vie végétale et animale vient s'installer dans les débris de la décomposition d'une roche mère. A la mort de ces êtres vivants, leur matière s'incorpore au sol, se mélangeant aux substances minérales. Ils représentent alors les « constituants organiques » ou « matières organiques » (Soltner, 2003)

Chapitre I: Généralité sur le sol

-La matière organique joue un rôle nutritionnel en fournissant des éléments nutritifs par l'intermédiaire des processus de minéralisation (notamment l'azote, le phosphore et le soufre).

- Elle a aussi un effet favorable sur les propriétés physico-chimiques du sol, effet d'autant plus marqué que l'humification de la matière organique est plus poussée :
- Elle régularise l'humidité de tous les types de sol : en favorisant l'évacuation de l'eau en excès des sols argileux. En augmentant la capacité de rétention en eau des sols sableux.
- Elle améliore les qualités chimiques du sol. Par sa réaction acide, ses propriétés colloïdales et sa minéralisation continue, l'humus agit sur les caractéristiques chimiques du sol et sur la nutrition des plantes.

Elle augmente l'activité microbienne : la matière organique constitue, en effet, une source énergétique pour les micro-organismes.

Chapitre I: Généralité sur le sol

Tableau 2 : Rôles des matières organiques dans le sol (SOLTNER ,2003)

	Action	Bénéfice
Rôle physique = cohésion	Structure, porosité	<ul style="list-style-type: none"> - pénétration de l'eau - stockage de l'eau - limitation de l'hydromorphie - limitation du ruissellement - limitation de l'érosion - limitation du tassement /compactage - réchauffement
Rôle biologique = énergisant	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	<ul style="list-style-type: none"> - dégradation, minéralisation, réorganisation, humification - aération - croissance des racines
Rôle chimique = nutritif Dégradation	Dégradation, minéralisation	- fournitures d'éléments minéraux (N, P, K, oligo-éléments...)
	CEC	- fournitures d'éléments minéraux (N, P, K, oligo-éléments...)
	Complexation ETM	-limitation des toxicités (Cu par exemple) Rétention
	Rétention des micropolluants organiques et des pesticides	- qualité de l'eau

Chapitre II : Les microorganismes du sol

Chapitre II : Les microorganismes du sol

La notion de fonctionnement biologique du sol correspond à un système d'interactions entre différents compartiments de la couverture pédologique qui font intervenir un acteur biologique (faune, micro-organismes ou racine), ces interactions induisant un certain nombre de fonctions écologiques, agronomiques ou environnementales de la couverture pédologique (Cluzeau et al., 2005).

2.1. Les organismes du sol

L'activité biologique du sol est étroitement liée à la biomasse, c'est-à-dire à la quantité de matière vivante présente dans le sol (Davet, 1996). La composition qualitative et quantitative de cette biomasse et elle-même en étroite relation avec la nature physicochimique et contribue à définir un sol. Il est possible de classer la faune et la flore du sol selon la taille des organismes.

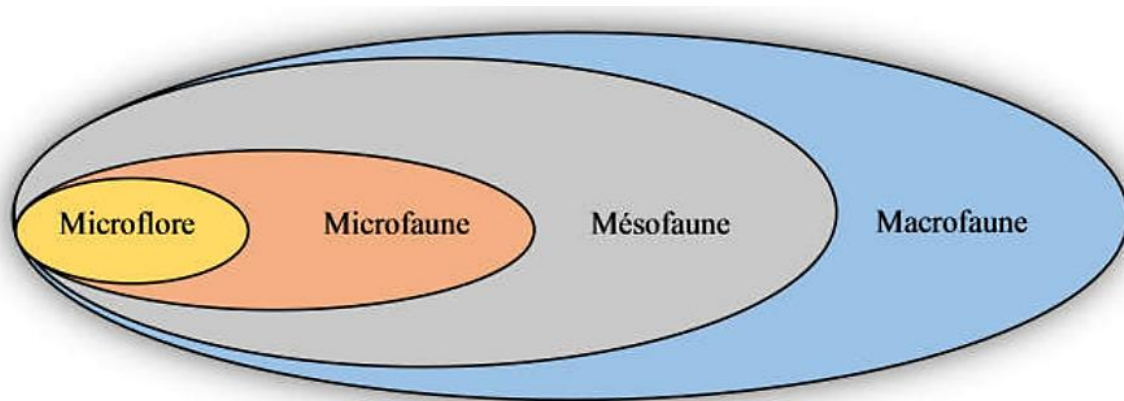


Figure 4 : Classification des organismes vivants dans le sol. (Girard et al., 2005) in Anonyme, 2011).

2.1.1. La microflore du sol

La microflore du sol ou microflore tellurique est profondément modifiée notamment sous l'influence des exsudats racinaires et des rapports des débris tissulaires. On peut considérer la microflore du sol comme étant à la fois transformateur d'espèces appartenant aux groupes suivants : Bactéries – actinomycètes – champignons – algues et protozoaires (Dommergues, 1977).

Chapitre II : Les microorganismes du sol

2.1.1.1. Les bactéries

Les bactéries sont des êtres unicellulaires microscopiques, présentant une nette tendance au nanisme, beaucoup d'entre elles sont munies des cils vibratiles extrêmement délicats appelés flagelles, permettant à l'organisme de nager dans l'eau du sol. Elles sont de formes très variées ; rondes, bacilliformes, ou en spirales (Robert, 1996). La classification bactérienne reposait initialement sur des critères morphologiques. (Leclerc et al., 1989). Elle vise à mettre en évidence des groupes qui rassemblent des espèces taxonomiquement différentes mais présentant des caractères nutritionnels et physiologiques (Dommergues et al., 1970).

2.1.1.2. Les champignons

Ces sont des organismes hétérotrophes, eucaryotes pouvant se présenter sous forme unicellulaire, généralement d'une allure filamenteuse ((Duchaufour et al., 2001) Ces filaments peuvent être simples et restreints ou excessivement ramifiés. Leur distribution dans le sol est liée à la présence des substrats, en général constitués des débris végétaux (Dommergues et al., 1970).

2.1.1.3. Les actinomycètes

Les actinomycètes présentent des ressemblances à la fois avec les eubactéries et les champignons. Elles se caractérisent par leur structure mycélienne, leur appareil nucléaire primitif, avec leur production des organes de fructification (Dommergues et al., 1970).

La présence des actinomycètes est très importante dans le sol car elles sont capables de dégrader les substances organiques non biodégradables par les champignons et les bactéries (Dommergues et al., 1970).

2.1.1.4. Les protozoaires

Les protozoaires constituent un groupe très hétérogène de protistes eucaryotes unicellulaires ; mobiles ; inaptes à la photosynthèse ; la plupart d'entre eux sont aquatiques non parasites ; d'autres se développent parfaitement dans le sol et constituent des éléments de la microflore normale (Dommergues, 1977) .

D'après (Dommergues et al., 1970) leur cycle de vie comporte deux phases :

- Une phase d'activité.
- Une phase de repos.

Chapitre II : Les microorganismes du sol

2.2. Facteur influençant l'activité microbienne du sol

Les micro-organismes vivent en contact intime avec le milieu et sont, donc, particulièrement sensibles aux modifications qu'il subit (BOULLARD, 1962) ; L'abondance des microorganismes du sol, leurs nombres et leurs activités dépendent des facteurs suivant :

2.2.1. Facteurs physiques

2.2.1.1. Structure

La structure de sol étant rappelée comme un facteur écologique, par son importance pratique et théorique dans le développement et l'activité de la microflore tellurique (Dommergues et Mangenot, 1970)

La microflore tellurique intervient activement dans la genèse, la stabilisation et la dégradation de la structure du sol. Inversement, la structure influe considérablement sur l'activité de la microflore ; elle joue le rôle d'un véritable régulateur vis-à-vis des processus biologiques et biochimiques qui se déroule dans le sol (Dommergues et Mangenot, 1970). De la formation et de la rupture des agrégats résultent deux actions possibles, opposées quant à leurs conséquences :

- L'inclusion des substances organiques à l'intérieur d'un agrégat, le rend temporairement inaccessible aux microorganismes;
- La rupture des agrégats par broyage stimule la minéralisation rendue d'autant plus aisée que la dimension des agrégats est plus grande (Morel, 1989).

La structure du sol la plus favorable à la croissance des micro-organismes telluriques est la structure émietée (particulaire), qui se traduit par la présence dans le sol des particules élémentaires. Cela est dû à son effet direct sur les autres facteurs tels que : l'aération, le circulation et la teneur en eau (Mulder et al., 1969).

2.2.1.2. Texture

La texture du sol intervient de deux façons :

- Façon directe, par l'action de différentes fractions minérales;
- Façon indirecte, par son rôle majeur dans la genèse de la structure du sol.

L'action des micro-organismes dépend de la texture du sol. Dans les zones arides où le sable est la fraction dominante, les micro-organismes et leurs produits de synthèse sont faiblement reliés aux particules du sol (Dommergues et Mangenot, 1970). Dans un sol sableux suffisamment humide, la continuité d'un film liquide autour des particules assure une propagation rapide de l'activité microbienne. Cette propagation est ralentie par

Chapitre II : Les microorganismes du sol

La présence d'argile qui, joue un rôle de protection, par la formation des complexes organo minéraux (Morel, 1989).

2.2.2. Les facteurs biologiques

2.2.2.1. Végétation

Le sol sous végétation est beaucoup plus riche en microorganismes qu'un sol nu (Alihaimoud et al., 1980). Par ailleurs les microorganismes sont étroitement stimulés par des apports de carbone et d'énergie d'origine végétale, et par les composés sécrétés par les racines (Clark, 1969).

- La végétation exerce une influence importante sur le développement et l'activité des populations microbiennes. Cette influence se manifeste par la fourniture des résidus végétaux, exsudats radiculaires, substances stimulantes ou inhibitrices et par la modification du milieu édaphique qu'entraîne la présence des microorganismes (Villain, 1987).

- Le couvert végétal apporte à la microflore non seulement de la matière organique, mais encore modifie le microclimat et les associations microbiennes au niveau des racines, produisant ce qu'on appelle un effet rhizosphère (Sasson, 1967).

- Divers chercheurs ne tardèrent pas à signaler que les populations microbiennes ont une densité dix fois plus grande, et même d'avantage, dans les rhizosphères que dans un sol dépourvu de racines (in Zeghib, 2010).

Le sol sous végétation est beaucoup plus riche en microorganismes qu'un sol nu (Hamoud et al., 1980).

Dans les rhizosphères les microorganismes sont stimulés par les rapports de carbone et d'énergie d'origine végétale et par les composés sécrétés par les racines (Clark, 1969).

-2.2.2.2 Interactions biologiques

Les microorganismes interviennent de manière plus ciblée dans les interactions directes ou indirectes entre eux et avec les autres organismes du sol (Gobat et al., 2003).

Certains microorganismes exercent, par leurs sécrétions des effets régulateurs et créent des réactions de nature synergique (commensalisme ou symbiose nutritionnelle) ou antagoniste (compétition, production des substances toxiques ou inhibitrices, prédation ou parasitisme), ou encore des réactions nulles (Bonneau et Souchier, 1979).

Chapitre II : Les microorganismes du sol

Tableau 3 : Facteurs de variation de l'activité microbienne (MOREL ,1989)

Compartiment concerné	Influence sur la biomasse microbienne	Facteurs de l'activité microbienne	Nature des facteurs de l'activité microbienne
Extérieur	Action principale sur l'intensité de l'activité microbienne	Pluviométrie température (facteurs saisonniers)	Facteurs climatiques
Sol	Action sur la nature et l'intensité de l'activité microbienne. Action sur la sociologie des êtres vivants	-Texture du sol -Structure du sol	Facteurs physiques
		-MO -Potentiel oxydo-reduction -Réaction du sol (PH) -Composition minérale -Présence des racines -Interactions biologiques	Facteurs chimiques Facteurs biologiques

2.2.3 Facteurs climatiques

2.2.3.1 humidités du sol

Lorsque la teneur en eau diminue, le nombre des microorganismes diminue aussi, très Rapidement. Lorsque le sol se dessèche, même parfois dépasse le seuil hydrique, la Dessiccation entraîne la mort d'une fraction très importante de la microflore tellurique, mais elle n'aboutit jamais à la stérilisation complète du sol car, même dans le cas des microorganismes les plus fragiles, il subsiste presque toujours des cellules aux micro colonies isolées qui, pour des raisons divers, survivent très longtemps dans le sol sec, Dommergues et Mangenot, 1970).

Mais des différences dans l'influence de l'humidité ont été observées en fonction du type d'activité microbienne aussi la tension dépasse 15 bars, et peut persister jusqu'à 50 bars. Par contre l'ammonification est encore très significative à 60 bars et persiste jusqu'à 300 bars (Dommergues, 1977).

2.2.3.2 températures :

Le facteur température exerce une influence primordiale sur le comportement de tous les organismes vivant on peut distinguer :

Chapitre II : Les microorganismes du sol

-Les microorganismes mésophile: dont la température optimale est comprise entre 25 et 40 C° ;

-les micros organismes thermophiles : dont le taux de croissance est maximal entre 45 et 65 C° (Dommergues, 1970).

2.2.3.3 Influence des saisons

La variation des densités microbiennes et de l'activité microbiologique du sol sont le reflet des effets combinés de nombreux facteurs de l'environnement, dont l'essentiel est l'humidité, la température et les apports des substrats énergétiques (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les maxima de l'activité microbienne se situent au printemps et à la fin de l'été, tandis que le minima en hiver (Djellali et al, 1985).

2.2.4 Facteurs chimique

2.2.4.1. Réaction du sol (pH)

Chaque espèce microbienne est activée entre des limites de pH qui lui son propre. C'est entre pH 6 et 8 que le développement des bactéries est le meilleur, les actinomycètes préfèrent des pH 6 à 7,5 (SOLTNER, 2003). Les champignons supportent généralement bien les pH acides. Cependant on ne doit pas pour autant les considéré comme des acidophiles (Pochonet al., 1969).

Le pH a une influence qui dépend par leur action sur la tolérance des microorganismes (Dommergues et Mangenot, 1970), que chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres avec une valeur optimale (Morel, 1989).

2.2.4.2 La salinité

Le taux de salinité à une grande influence sur l'évolution de la microflore du sol l'augmentation de la quantité fait diminuer le nombre de microorganismes (Maameri, 2007). De tous les processus biologiques la nitrification est la plus touchée ainsi que le dégagement du CO₂ (Dellal et al., 1992).

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

3.1. Localisation géographique

Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est farides au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord (Site officiel de la wilaya, 2019).

Tiaret occupe une superficie de 208793 km₂, elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas de Relizane, Cheleff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayd. (Site officiel de la wilaya, 2019)

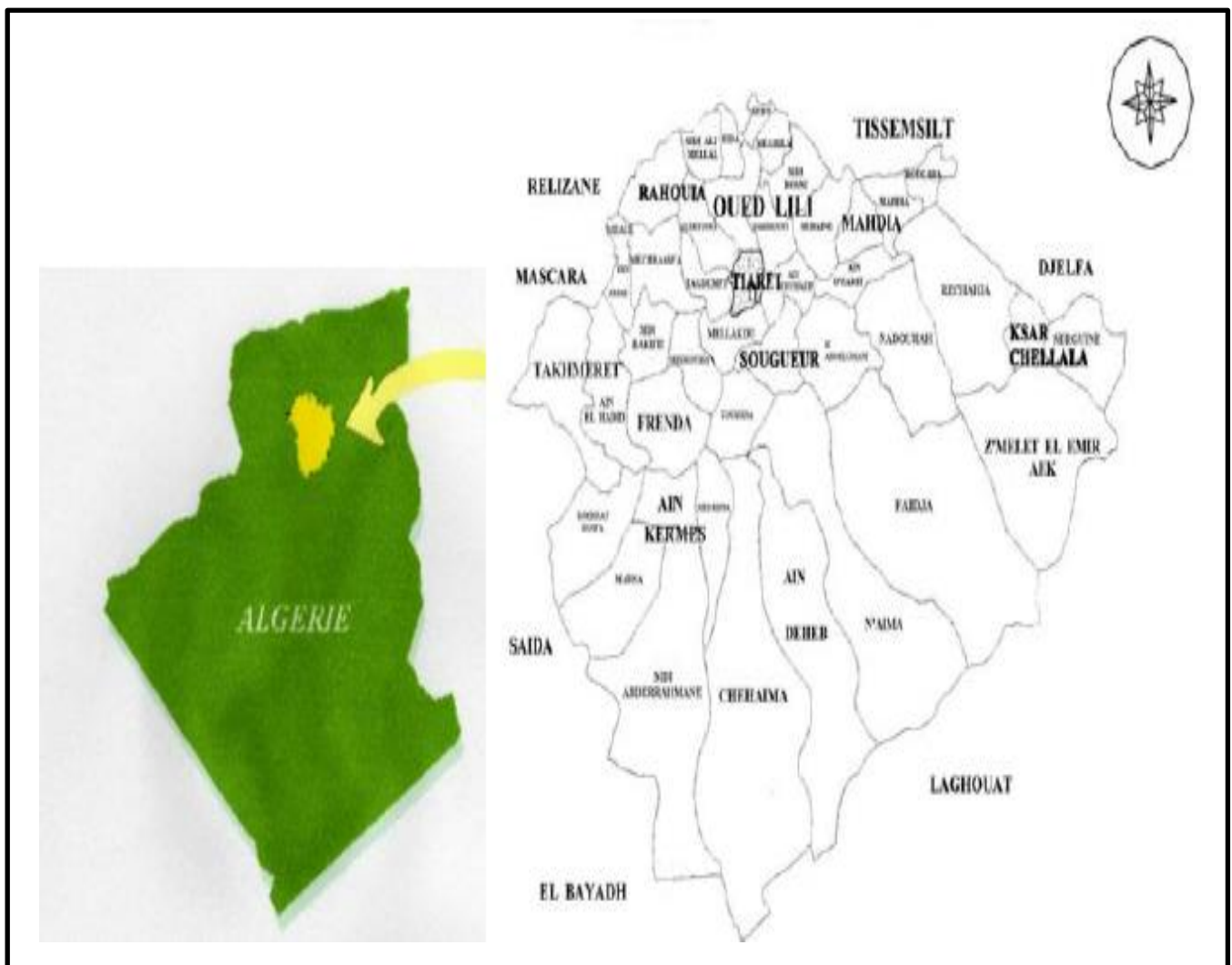


Figure 5 : Position géographique de la région de Tiaret.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

3.2. Localisation du site expérimental :

3.2.1. Situation régionale :

Nous avons réalisé notre essai dans la région de Tiaret, sur des parcelles de -I T G C - située dans la commune de Sebain, Daïra de Dahmouni, à environ 37k m du chef-lieu de la wilaya de Tiaret. La zone d'étude se trouve à une altitude de 980m, avec les coordonnées Suivantes :

Latitude : $35^{\circ}23'02''$ N.

Longitude : $1^{\circ}03'12''$ E.

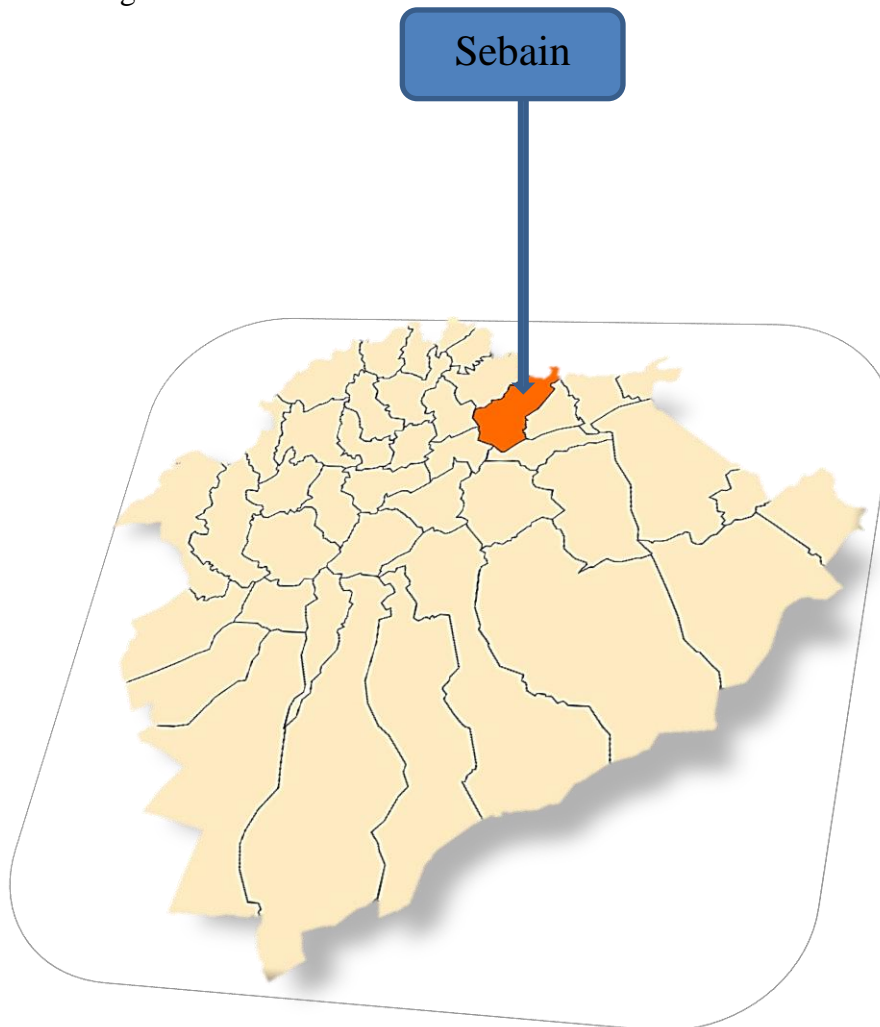


Figure 6 : Situation locale de la zone d'étude

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

3.2.2. Situation locale :

La zone d'étude se situe à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tiaret, dans la commune de Sebain. Elle occupe une superficie de 600ha environ. Elle est limitée au sud par Nahr Ouassel, à l'est par la piste reliant la makabra « sidi-raïs » à Nahr–Ouassel, à l'ouest par la route communale reliant Taslemt à Sebain et au nord par la route nationale numéro 14 reliant Tiaret -Tissemsilte (Figure 07)

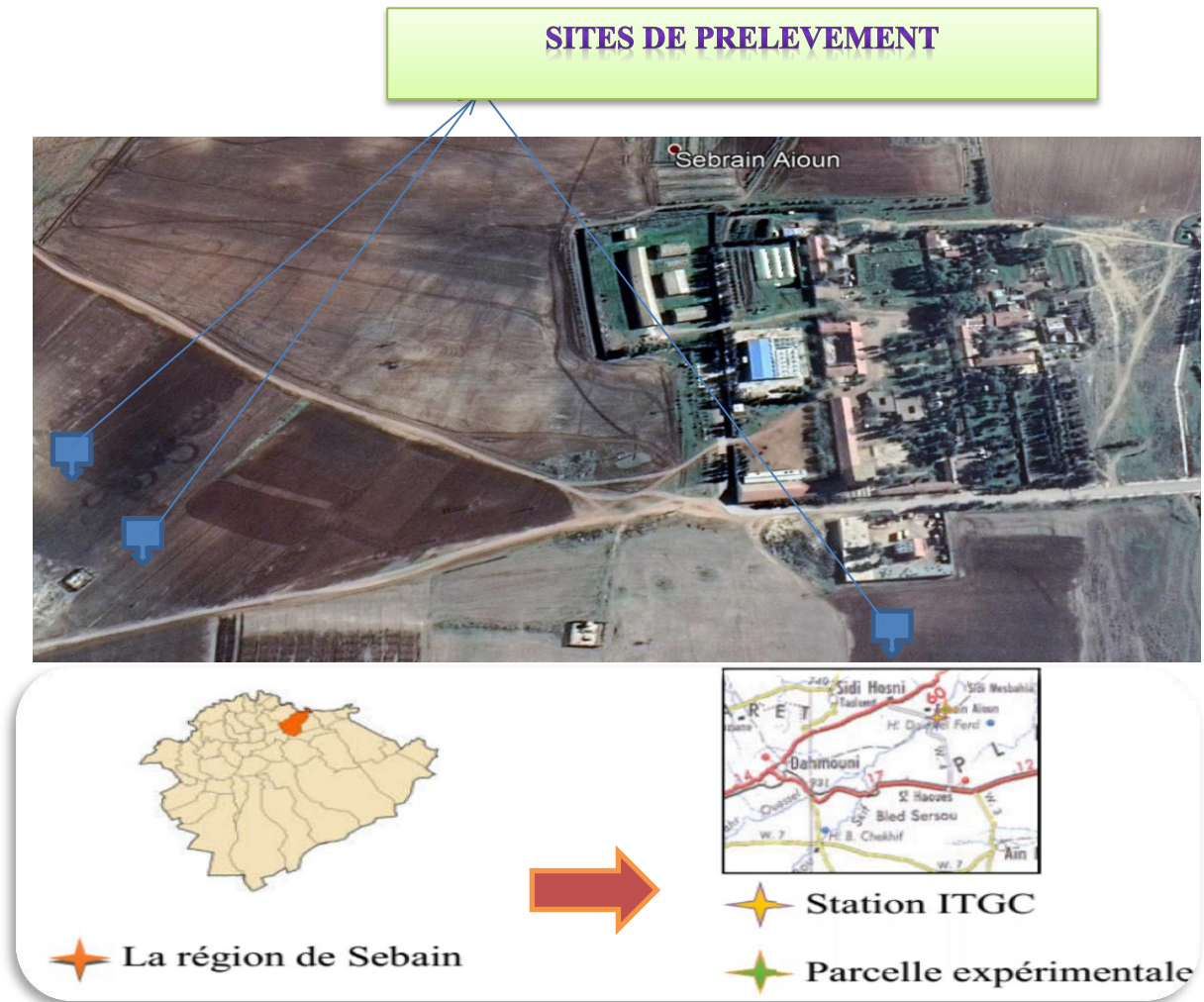


Figure 7 : Situation locale de la zone d'étude.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

3.3. Géomorphologie :

L'analyse des photographies aériennes (1/100.000), permet d'identifier quatre unités géomorphologiques distinctes et plus ou moins homogènes (Duvignaud, 1992).

Il s'agit de :

- l'unité des bas piémonts l'Ouersnis.
- l'unité des collines de Tiaret.
- l'unité du plateau du Sersou.

Les parcours steppiques.

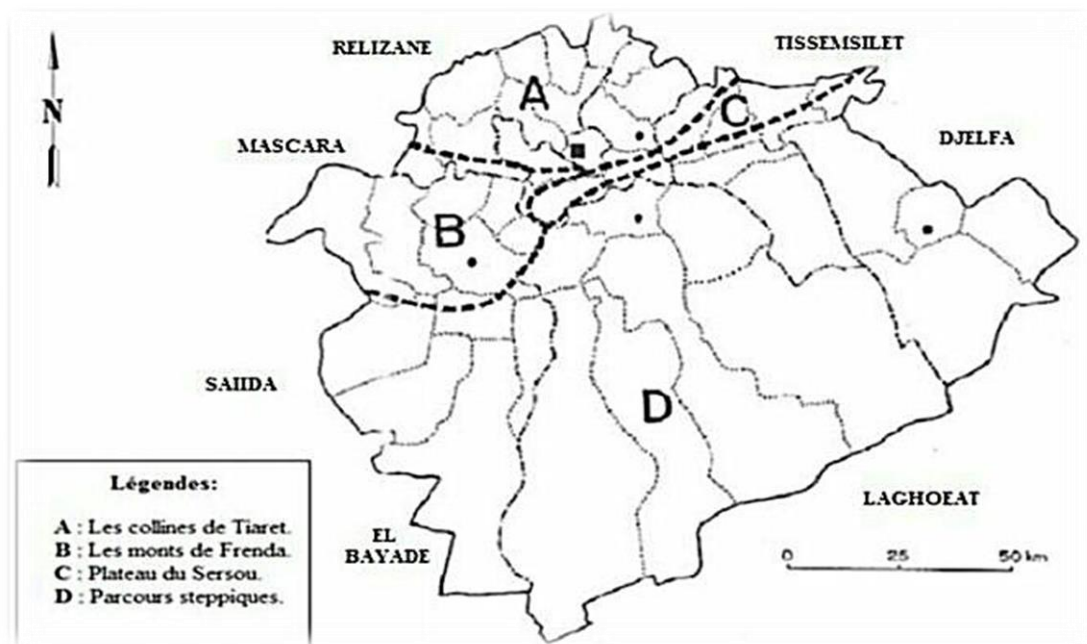


Figure 8 : Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret (Duvignaud, 1992).

3.3.1. La géologie :

Le matériel géologique qu'on retrouve dans la zone d'étude, comprend :

-Le miocène supérieur : calcaire organogène, calcaire marneux, marnes et rares lames de grès micacés.

- Le miocène inférieur : marnes grises ou brunes très plastiques, argiles, grés et conglomérats calcaires.

-Le quaternaire constitué d'alluvions le long d'oued Nahr-Ouassel et de dépôts de pente anciens et moyens.

3.3.2. Le sol :

Le sol reste l'élément principal de l'environnement, qui règle la répartition des espèces végétales.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

La mise en place du climat, de la végétation et des sols méditerranéens est très ancienne et très complexe. Elle commença au début du quaternaire et s'affirme à partir de l'holocène. Il s'agit dans ce contexte de sols anciens selon le concept de (Duchaufour, 1983) c'est-à-dire des sols ayant évolué pendant plus de dix milles ans, avec des phases d'accélération et de ralentissement, mais dont le processus fondamental est resté pratiquement le même pendant toute la durée de l'évolution.

Les sols les plus répandus sur les monts de Tiaret sont (CFT, 2014) :

- Les sols marneux.
- Les sols calcaires et dolomites dures.
- Les sols calcaires friables.
- Conglomérats, alluvions et sables.
- Conglomérats.

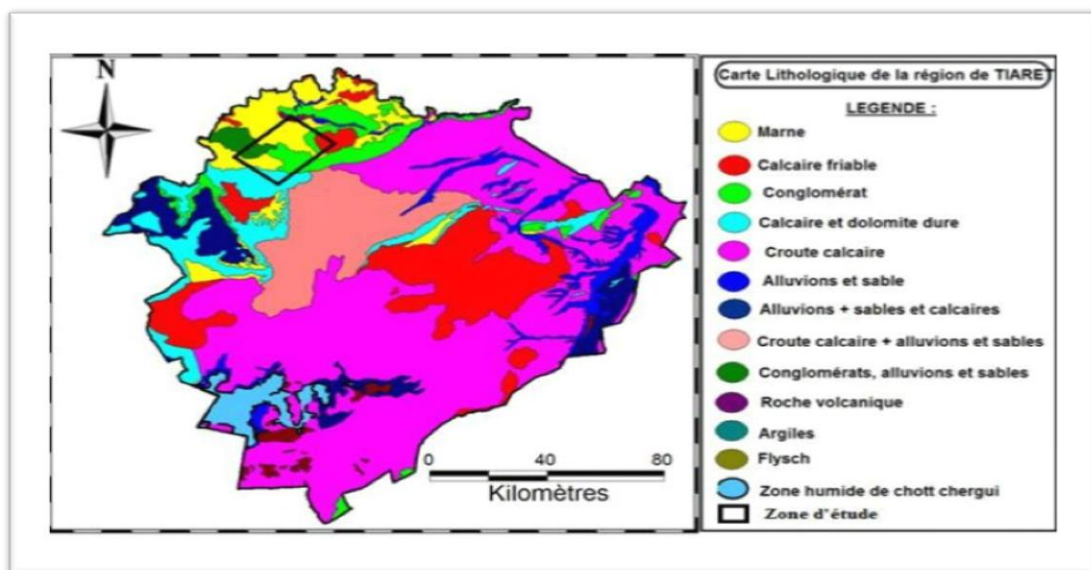


Figure 9 : Carte lithologique de la wilaya de Tiaret (CFT, 2014)

3.3.3. L'occupation des sols

La région de Tiaret est une zone agricole ou plutôt a vocation agropastorale si nous prenons en compte toute l'étendue de la willaya, la grande superficie de la SAU est occupée par la céréaliculture essentiellement l'orge, le blé dur, le blé tendre et l'avion. (DSA, 2014)

3.4. Le climat

Le climat à des effets évidents, dans l'évolution géographique, toute étude doit être accompagnée par étude climatique de la région considérée. Carte géographique de la wilaya de Tiaret (Algérie occidentale) Elle se trouve à 1150 m d'altitude, son climat se caractérise par 02 périodes à savoir :

- -un hiver rigoureux
- -un été chaud et sec

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

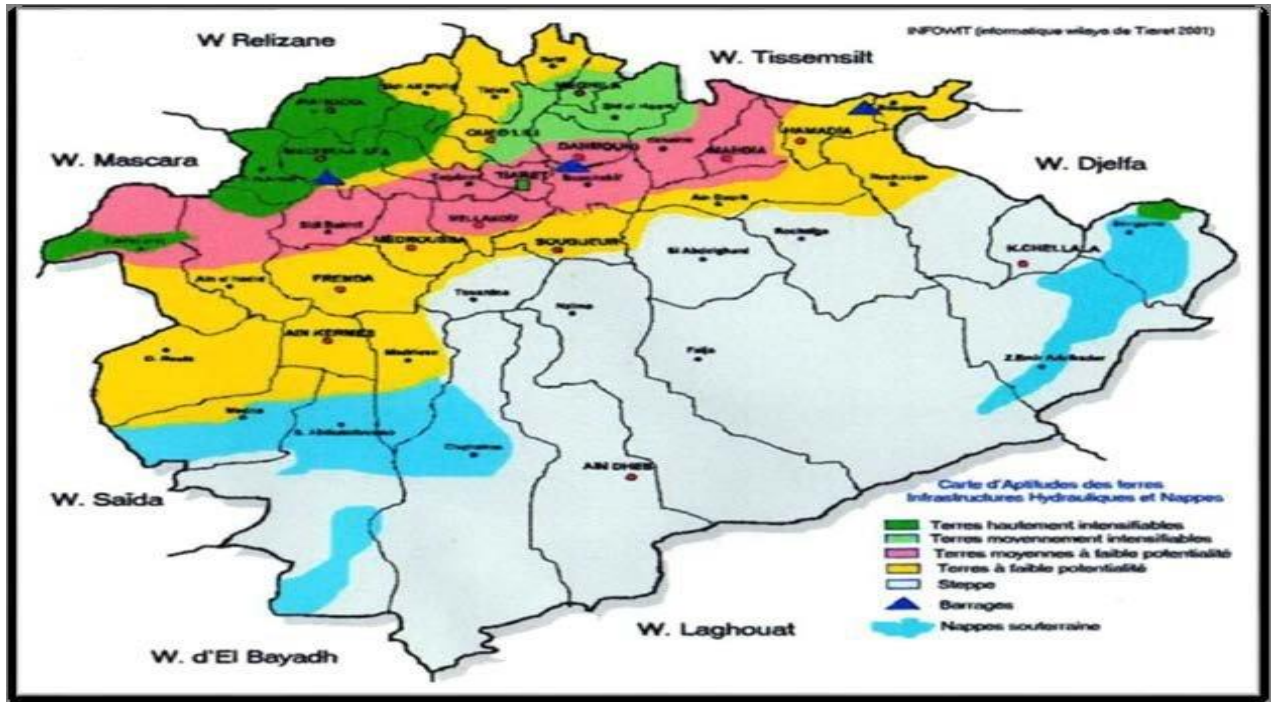


Figure 10 : carte géographique de la wilaya de Tiaret (Algérie occidentale)

Parmi les facteurs qui influent sur la variabilité du milieu, le climat, qui est défini comme étant l'interaction de l'ensemble des facteurs (température, pluviométrie...). Ces facteurs influent considérablement sur la répartition des microorganismes dans les sols. Pour déterminer le climat de la zone d'étude, je nous sommes référés aux données climatiques pour la période (2008 à 2018) fournies par le site l'Espagnole que faire a fourni les données climatiques.

3.4.1. Température

Chaque espèce microbienne est caractérisée par une température optimale de croissance, et par un intervalle entre un minimum et un maximum en dehors duquel sa croissance est impossible. D'une manière générale la température optimale pour la croissance des microorganismes est comprise entre (25 et 45) C°. En ce qui concerne les températures létales la plus part des espèces microbiennes meurent dès que la température atteint (50 à 80) C° ou lorsqu'elle descend jusqu'à 4C° (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970). La température du sol représente dans les zones arides, un facteur écologique très essentiel qui régit la multiplication des microorganismes de ces régions (SASSON, 1967).

Les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique (EMBERGER. L, 1955), et sont :

- La moyenne de minima du mois le plus froid "m"

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

- La moyenne des maxima du mois le plus chaud "M
- La moyenne du mois (T moy)

Tableau 4 : température moyennes mensuelle des maxima et des minima de la région de Tiaret (2008-2018) (O.N.M, 2018)

Année/ Mois		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Moyenne annuel
2008	T moy	6.5	8.5	9.2	13.4	16.1	22.2	27.6	27.1	21.5	15.3	7.8	5	15.01
	TM	13.7	15.5	16.3	21.4	23.1	30.2	35.2	35.8	28.3	20.5	12.9	9.5	21.86
	Tm	0.4	1.9	2.5	4.5	9.5	12.9	18.2	17.9	14.8	10.6	3.2	0.5	8.075
2009	T moy	5.5	6	9.9	9.4	17.9	23.9	28.7	26.2	19.2	16.3	11.7	8.9	15.3
	TM	9.2	12.4	16.2	15.5	26.4	32.9	37.2	34.8	26	24.2	18.9	14.9	22.38
	Tm	1.8	0	3.7	3.1	8.8	14.2	18.5	16.8	12.8	9	6	4	8.25
2010	T moy	7.1	8.7	10.20	13.1	15	20.8	28.4	26.6	29.4	15.5	10.1	8.1	16.08
	TM	11.9	14.2	16.3	20	22.2	29.1	36.9	35.1	29	23	15.3	14.7	22.30
	Tm	2.8	3.5	4.2	5.9	7.3	11.7	18.1	17.8	13.9	9.1	5.5	2.8	8.55
2011	T moy	6.6	5.7	9.3	14.5	17.4	22.1	26.2	27.9	22.7	15.9	10.3	6.2	15.4
	TM	12.7	11.4	15.3	22.5	24.2	29.6	34.6	36.2	31.1	23.2	16.6	12	22.45
	Tm	1.5	0.5	3.3	6.4	10.1	13.4	17	18.6	14.1	8.9	5.3	1.6	8.39
2012	T moy	4.9	2.4	9.5	10.5	17.8	25.5	27.8	28.4	21.8	16.8	11.4	7.4	15.35
	TM	12.5	8.9	16.8	16.4	26.3	33.9	36.5	37.1	30	24.1	17.1	13.3	22.74
	Tm	-1.5	-3.2	3.1	4.6	8.2	15.9	18.1	19.	14	10.1	6.8	2.6	8.14
2013	T moy	6.2	5.1	9.4	11.8	13.8	20.2	25.8	25.6	21.3	20.2	8.6	6.2	14.51
	TM	11.4	10.8	15.3	18.5	20	29	34.6	33.8	29	28.2	14	12.3	21.40
	Tm	1.7	0.4	4.6	4.9	7	9.9	16.5	16.3	13.9	13.1	3.6	1.3	7.76
2014	T moy	7.2	8	8.5	14.4	17.9	22	25.2	26.9	23.2	17.6	12	6.1	15.75

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

	TM	12.1	13.5	14.1	21.8	26	29.4	33.6	35.1	30.4	25.2	17.2	10.9	22.44
	Tm	3.1	3.2	3	6.1	8.5	13.1	16	17.3	16.1	11.4	7.6	2.3	8.97
2015	T moy	5.2	4.7	9.3	15.6	19.8	21.8	28.5	27.2	21.2	16.7	10.1	7.7	15.65
	TM	11.9	8.9	16.4	23.4	28.7	29.7	36.9	35	29.2	23.2	17.2	16.8	23.10
	Tm	0	1.3	2.1	7.4	10.2	13	18.3	19.8	14.3	11.4	4.2	0.7	8.55
2016	T moy	8.4	8.4	8.1	12.8	16.9	22.4	27.5	26	21.2	18.4	10.4	7.3	15.65
	TM	15.3	14.4	14.2	20.5	25.2	31	36.5	35.1	29.5	26.7	15.9	12.5	23.06
	Tm	2.5	3.6	2.4	5.8	9	13.1	18	16.7	13.6	10.9	5.2	2.6	8.61
2017	T moy	4.1	8.4	10.7	14.1	20.2	25.6	28.4	27.7	21.3	16	9.7	5.4	15.96
	TM	8.9	14.2	17.6	21.6	28	33.2	36.4	35.5	28.9	23.4	17	10.1	22.9
	Tm	0.6	2.6	3.3	5.3	11.1	17	18.7	19.1	13	8.1	2.7	1.1	8.45
2018	T moy	6.7	5	9.1	12.4	14.4	20.8	27	25	22.3	14.5	10	7.6	14.56
	TM	12.7	10.4	13.3	17.9	19.9	28.3	35.3	21.1	29	20.5	15.2	15.1	19.89
	Tm	1.3	0.1	4.4	6.5	7.6	12.1	18.2	16.3	15.5	8.8	4.7	1.3	8.06

D'après l'analyse du Tableau,

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 14.5 °C. montre bien que la température le maximum est enregistrée pendant le mois de juillet de (35.3°C) et le minimum observé dans le mois de Février de l'ordre de (0.1°C), c'est le mois le plus froid.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

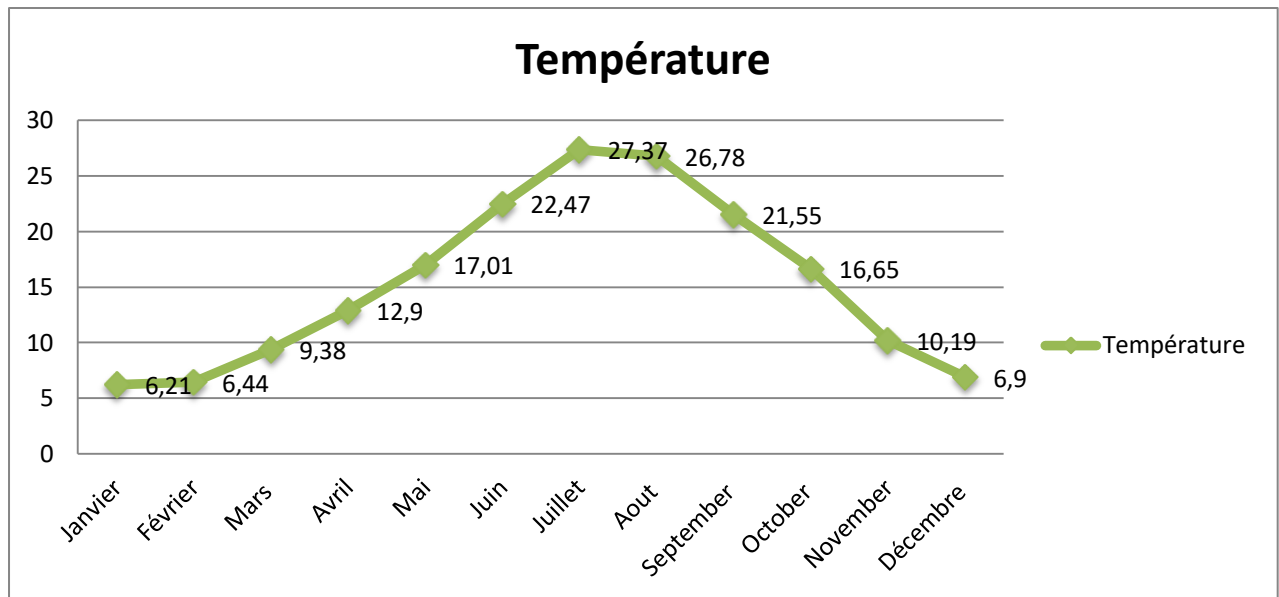


Figure 11 : Températures moyennes de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018
(<https://fr.tutiempo.net/climat>) Consulté le Avril ,2019.

3.4.2. Les précipitations :

En période normale la wilaya de Tiaret reçoit 300 à 400 mm de pluies par an, avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157 mm en hiver à 31 mm en été. Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais où le climat est du type méditerranéen. Le relief qui est hétérogène, est matérialisé par : une zone de montagne au Nord ; des hautes plaines au Centre ; des espaces semi-arides au Sud (68,44%). La wilaya recèle d'importantes potentialités naturelles et notamment 1.609.900 Ha de terres agricole Selon (Mohammed, Achir et al., (2016).

Les conditions climatiques de l'Algérie du Nord se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales (Seltzer, 1946 ; Emberger, 1955).

Les précipitations du mois février ont eu en un effet avantageux, elles vont permettre un développement plus extensif du système racinaire (BALDY, 1973).

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

Tableau 5 : La précipitation mensuelle moyenne de la région de Tiaret (2008-2018).

Année/mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moy
2008	18.55	20.82	24.4	16.75	60.47	15.49	1.02	1.78	31.74	66.81	56.38	68.08	31.85
2009	99.05	29.73	78.73	80.26	22.1	6.86	1.02	5.08	81.28	22.6	26.16	89.67	45.21
2010	52.34	136.13	67.56	13.71	41.66	5.84	0	35.05	7.11	38.6	46.64	28.19	39.40
2011	40.88	47.74	28.44	41.39	42.16	31.49	1.78	2.03	0	37.08	76.2	6.61	29.65
2012	12.19	36.07	39.37	107.2	15.24	1.02	0.51	5.08	12.19	49.52	98.79	19.56	33.06
2013	89.92	61.46	94.5	97.4	19.81	0	7.87	7.36	15.24	0	208.29	60.45	55.16
2014	60.7	57.14	98.3	4.31	7.87	59.17	0	2.79	109.99	33.02	56.13	62.48	45.99
2015	25.4	81.01	11.17	0.51	15.74	15.5	0	9.65	18.04	79.51	21.59	0	23.17
2016	13.03	49.53	94.75	31.24	44.97	18.04	1.53	0.25	7.37	4.32	37.85	26.15	27.41
2017	156.96	12.19	3.04	10.67	18.54	2.5	0	5.5	3.3	19.05	8.63	58.4	24.89
2018	25.6	38.3	134.1	136.6	16	41.9	0	5.1	50.1	93.5	33.8	40.1	51.25

La moyenne pluviométrique par année calculée au cours de la période (2008-2018) est égale à 40.1 mm. Les valeurs maximales de précipitation sont enregistrées au mois de mars de 136.6 mm. Au cours de Juillet la pluviométrie enregistrée avec le minimum de 0 mm. alors que la valeur minimale a été enregistré durant le mois de juillet (Figure 12)

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

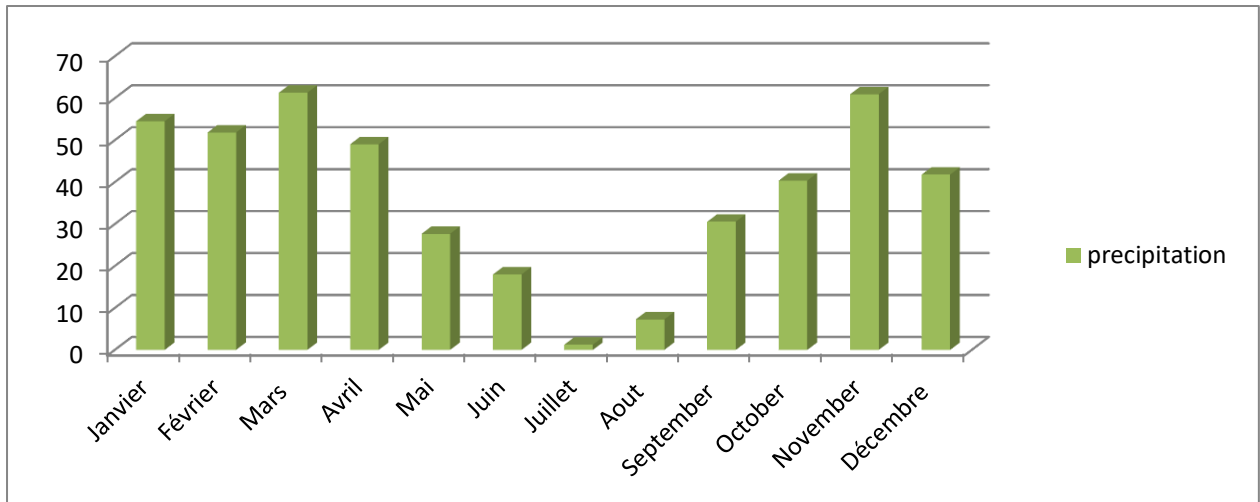


Figure 12 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018 (<https://fr.tutiempo.net/climat>)

3.4.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN est une Méthode graphique qui déterminé la période sèche dans l'année, il est utilisé le Principe d'échelle $P = 2T$.

P : Précipitation.

T : Température moyenne annuelle.

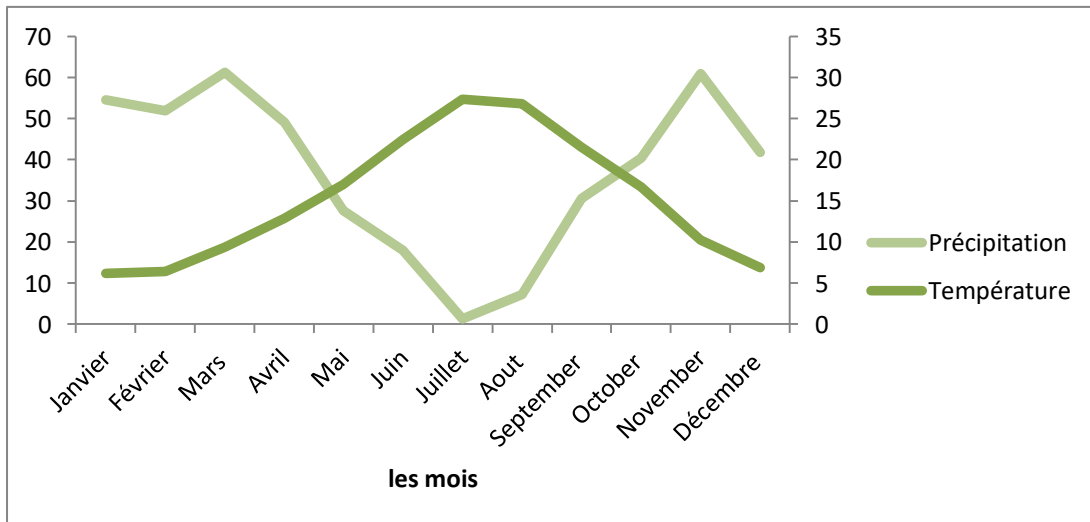


Figure 13 : Diagramme Ombrothèrmique de la station de Tiaret (sebaine)

La région de Sebaine se caractérise par deux périodes humide qui commence du mois de Janvier jusqu'à la début du mois de Mai, elle dure – 2eme période qui commence du mois de Octobre jusqu'à la fin de Décembre .

Les mois les plus pluvieux sont (Mars) avec 61,32mm, Novembres 60,96mm. Par contre les mois les plus secs sont juillet 1,24mm.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

En fin, la région de seabain se caractérise par un seul période sèche à partir du début de mai jusqu'à à la début de october avec deux périodes humides (janvier-Mai et October-Décember).

3.4.4. Quotient pluviothermiques d'Emberger

Ce quotient d'Emberger a été mis en place spécialement pour déterminer les types de climats méditerranéens, il est calculé par la formule suivante :

$$Q3 = 3,43P / M-m.$$

Q3 : Le quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm.

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

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

3,43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie.

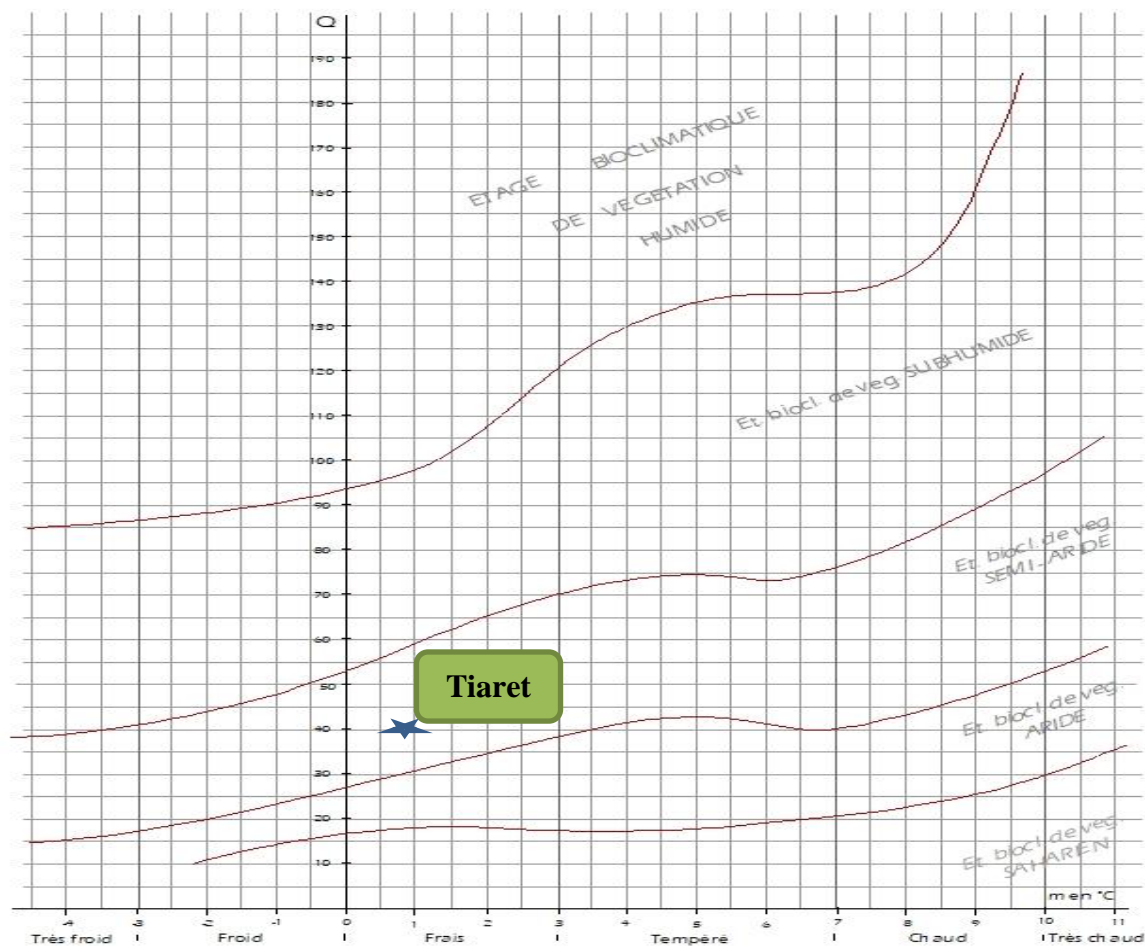


Figure 14 : Situation de la région de Tiaret dans le climagramme d'Emberger de 2008 à 2018.

Chapitre III : présentation de la zone d'étude

Conclusion :

A travers ces données, on peut dire que les régions d'études sont caractérisées comme suit :

- La région de Tiaret présente un $Q2 = 43.75$ et se classe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais avec une saison sèche allant de 5 à 6 mois (Mai à Octobre).

3.4.3. Les vents

La vitesse moyenne des vents varient selon les mois de l'année. Elle relativement faible en été, puis elle augmente dès le mois de novembre et atteint ses valeurs maximales au mois de février. Les valeurs des vitesses varient entre 10 et 18 Km/h.

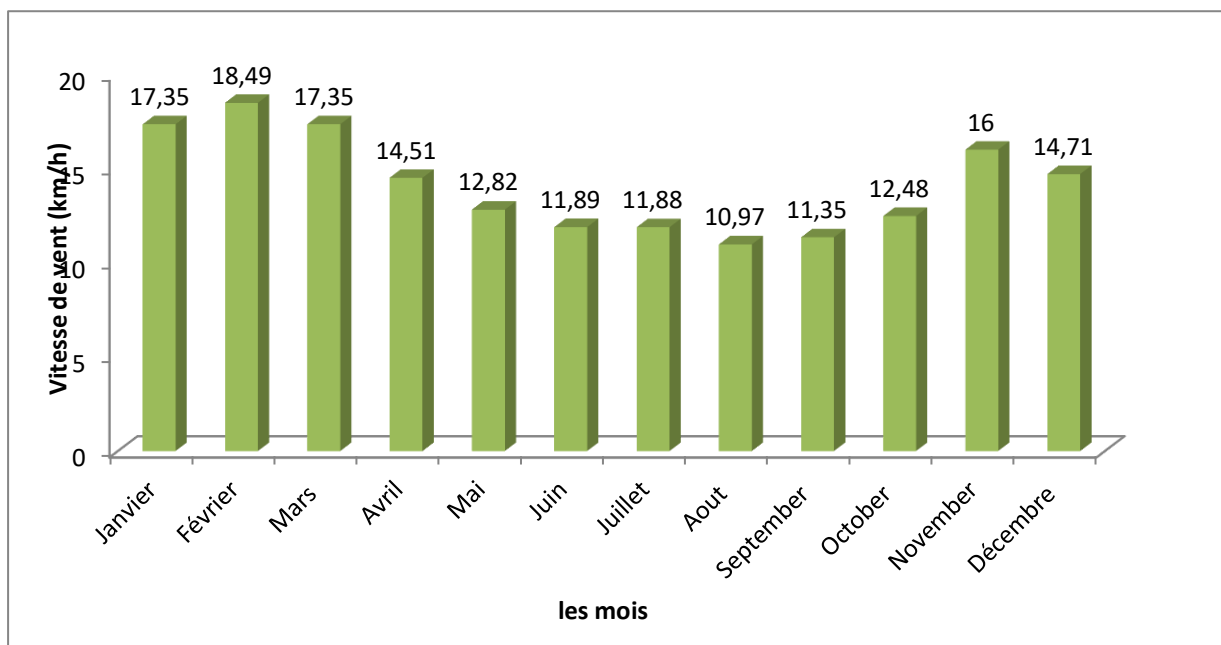


Figure 15 : Les vitesses moyennes des vents de la wilaya de Tiaret de 2008 à 2018 consulté AVRIL 2019 .

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.1. Echantillonnage

Dans notre zone d'étude, une série de prélèvements de sol a été effectuée dans 3 sites différents pendant les saisons D'hiver et printanière

On prélève des élémentaires échantillons de chaque station, à fin d'obtenir un échantillon représentatif de l'état microbologique, qui règne dans notre terrain. L'échantillon établi est sous forme diagonale Figure 16.

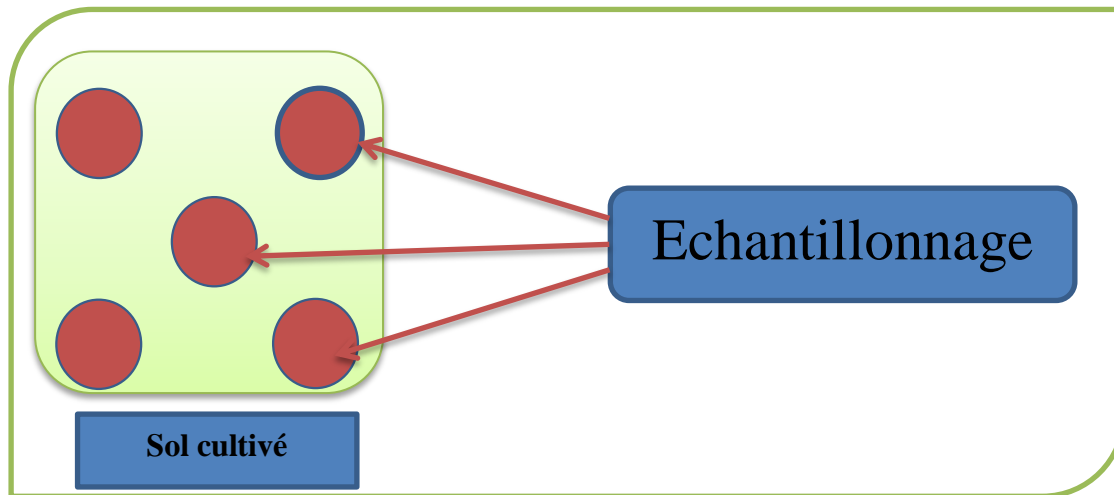


Figure 16 : Méthode d'échantillonnage

4.1.1. Périodes d'échantillonnage

Notre prélèvement a été réalisé au :

Prélèvements	La date
Prélèvements 1 hiver	27 janvier 2019.
Prélèvements 2 printemps	26 avril 2019.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.1.2. Horizon de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés dans la couche superficielle du sol (0-30 cm dans laquelle ce consente la plus grosse part de l'activité biologique du sol.

4.1.3. Détermination du taux d'humidité :

Après tamisage, nous avons déterminé le taux d'humidité des trois échantillons, ceci est un renseignement plus important pour l'état hydrique du sol. Ainsi est un facteur très important pour déterminer le niveau de différents groupes de microorganismes. (ITAB, 2002).

4.1.4. Préparation des échantillons :

Les échantillons de sol ont été divisé on deux partie :
Une partie tamisés à 2 mm et stockés dans des sacs en plastique 4° C pour l'analyse microbiologique et l'autre partie et séché a l'Aire libre, broyé et tamisé a 2 mm pour les analyse phisique -chimique (figure 17 et 18). Comme le montre la figure correspondante
-Les analyses physico-chimiques



Figure 17 : Préparation des échantillons pour l'analyse physico-chimiques

Chapitre IV : Matériels et méthodes

-l'analyse microbiologique :

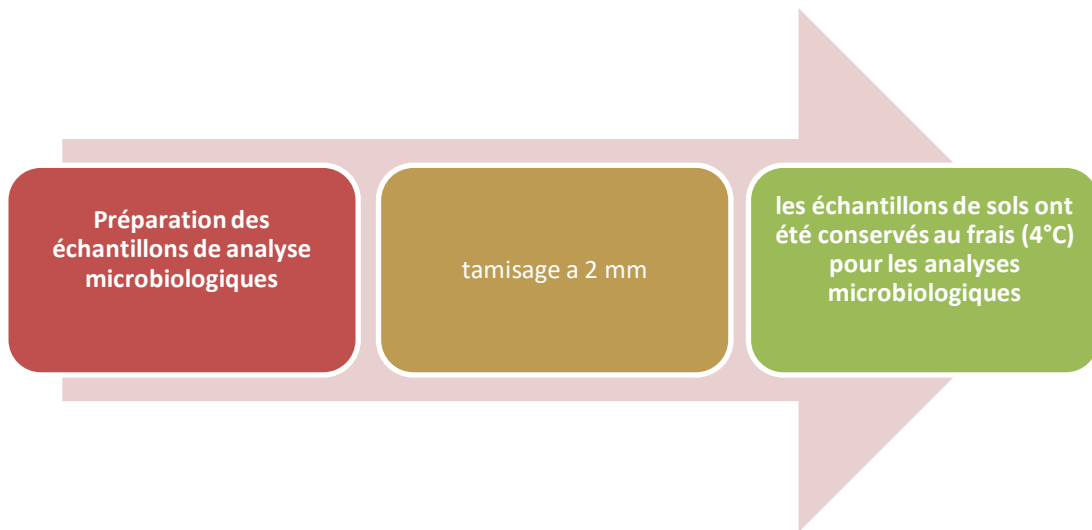


Figure 18 : Préparation des échantillons pour l'analyse microbiologique

4.1.5. Conservation des échantillons :

Les déterminations biologiques s'appliquent obligatoirement à des échantillons du sol "frais". Il convient donc de considérer l'échantillon du sol comme un être vivant, avec toutes les contraintes que cela suppose, en matière de transport et de stockage. Après le prélèvement, l'échantillon de sol doit être entouré de soins afin que les mesures biologiques qui seront réalisées au laboratoire .les échantillons des sols devant être conservés au frais (environ 4°C) .Le séchage des échantillons tue une partie de la microflore et rend impossible la détermination de la biomasse microbienne (ITAB, 2002).

Les échantillons ont été ensuite tamisés à 5 mm pour éliminer les éléments grossiers et les débris organiques. Avant l'emploi, les échantillons du sol seront une nouvelle fois tamisés à 2mm.

Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons des sols seront séchés aux températures ambiantes du laboratoire.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.2. Les analyses physico-chimiques :

4.2.1. L'humidité :

Le calcul de l'humidité est un facteur important immédiatement réalisé après l'échantillonnage afin de calculer la teneur en eau dans le sol.

C'est la quantité d'eau contenue dans le sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans le sol, il est exprimée en pourcent (ITA, 1975).

La méthode par prélèvement d'échantillons : la pesée avant et après à l'étuve (100 à 105°C) durant 24h, l'humidité du sol est égale à :

$$H\% = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

P1 : la prise d'essai de l'échantillon.

P2 : l'échantillon après passe à l'étuve.

L'utilisation de capsule en verre à couvercles rodés permet d'éviter un ré humectation au cours du transport de l'étuve à la balance. Elle est aussi appelée "humidité résiduelle"

4.2.2. Le pH :

La mesure du Ph par une suspension de terre fine de l'eau distillée, est effectuée sur un extrait 1\5 après deux heures de repos, par la méthode électro métrique à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire préalablement étalonné.

4.2.2.1. PH kcl :

Exprimer l'acidité d'échange ou le potentiel d'acidité. C'est un indicateur de l'expression des niveaux de saturation dans le complexe adsorbant, ainsi que de la nature chimique des ions fixés (DELCOUR, F, 1981).

4.2.3. La conductivité électrique :

Cette méthode consiste à mélanger l'échantillon de sol avec suffisamment d'eau pour obtenir des dilutions élevées. Le rapport sol / eau est généralement de 1/5 ou de 2/5 (Wade, 1998).

La conductivité électrique représente les sels dissous totaux (Van Hoorn et Van Alphen, 1998).

-Mesuré par une mesure de conductimètre à 25 ° C sur des extraits de 1/5 (terre / eau).

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.2.4. Analyse granulométrique :

S'effectuer le plus souvent par la méthode internationale à l'aide de la pipette de robinson elle consiste :

Détruire la matière organique, soudant les éléments en agrégats, par l'eau oxygène.

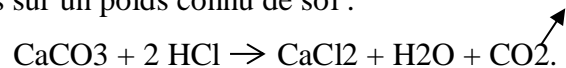
Disperser l'argile : enrobant les particules et les soudants en agrégats, par hexametaphosphate de sodium suite par agitation mécanique.

Faire des prélèvements au cours de la sédimentation à une profondeur et a des moments précis pour isoler les éléments non tamisables : argile, limon fins et grossier.

Sépare par tamisage les sables grossiers et fins (SOLTNER, 2005).

4.2.5. Calcaire total

Il a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide du calcimètre de BERNARD, c'est à dire par la mesure du volume de CO₂ dégagé par l'action de l'acide chlorhydrique (HCl) en excès sur un poids connu de sol :

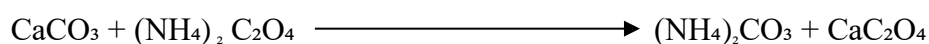


Le CO₂ dégagé est comparé à celui obtenu par un poids connu de carbonate de calcium Pur.

4.2.6. Calcaire actif

Le calcaire actif est une partie de calcaire totale qui se trouve dans le sol à dimensions très fines.

On a exploitée la propriété de calcaire à se combiner aux oxalates pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium. Alors le principe de dosage se résume :



L'oxalate précipité est déterminé par l'infiltration et l'oxalate en excès est dose par manganimétrie.

4.2.7. Dosage de carbone organique et Matière organique :

La teneur en carbone est déterminée par la méthode de « Anne » qui se base sur un titrage par le sel de Mohr. Ce dernier oxyde les bichromates de potassium (K₂Cr₂O₇) qui sont dans la solution H₂C₅MnO₄, dosés en excès. Les bichromates vont être fixés avec les molécules de carbone, ce qui reste de bichromates va être oxydés par le sel de Mohr :

$$C\% = (Y - X) / P \times 0.615$$

Y : La quantité du sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'essai témoin.

X : La quantité du sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'échantillon du sol.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

P : la prise d'essai (1g)

Donc : $MO\% = (C \times 1,72)$

Selon (DUCHAUFOR II ,2001) est arbitrairement admis que la matière organique des sols est le double du carbone organique dans un sol non cultivé et que dans un sol cultivé, elle est égale à 1.73 fois la teneur en carbone organique.

4.2.8. Dosage du phosphore assimilable :

Méthode Joret-Hebert

Elle consiste en une extraction par oxalate d'ammonium, 0,2 neutre, dont le rapport sol/solution est de 1/ 25, 02 g de sol sont mis en contact de 50ml de la solution d'oxalate d'ammonium à 2% puis bien agiter et filtrer juste après l'utilisation de l'acide ascorbique puis formation du complexe phosphomolybdique dans la suspension, après chauffage, une coloration bleue se développe, l'intensité de celle-ci est proportionnelle à la concentration en orthophosphates.

4.2.9. La densité apparente (méthode de cylindre) :

Le volume est estimé immédiatement sur le terrain alors que le poids est évalué au laboratoire après séchage et pesée. La connaissance de ces deux variables permet de calculer la densité apparente selon la relation :

$$Da = P/V$$

P : C'est le poids sec de l'échantillon,

V : Le volume de l'échantillon prélevé et séché = le volume de cylindre.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.3. Méthode Analyses microbiologiques

4.3.1. Techniques de dénombrement des microflores telluriques

L'état du sol peut être dressé par l'analyse de l'état des divers groupes des microorganismes : bactéries aérobie, actinomycètes, champignons nitrifiant, dénitrifiant ammonifiant. La quantité des microorganismes du sol peut être déterminé par différentes méthodes (Microscopique, ensemencement sur milieux nutritifs...).

La microflore du sol est caractérisée par le nombre des groupes séparés de la population microbienne du sol ; cependant, l'analyse de l'état des différents microorganismes dans le sol à une grande importance.

La technique utilisée pour la numération des germes telluriques comprend plusieurs étapes allant de la préparation des suspension- dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (DAVET, 1996). La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles (DAVET, 1996).

4.3.2. Préparation des suspensions dilutions

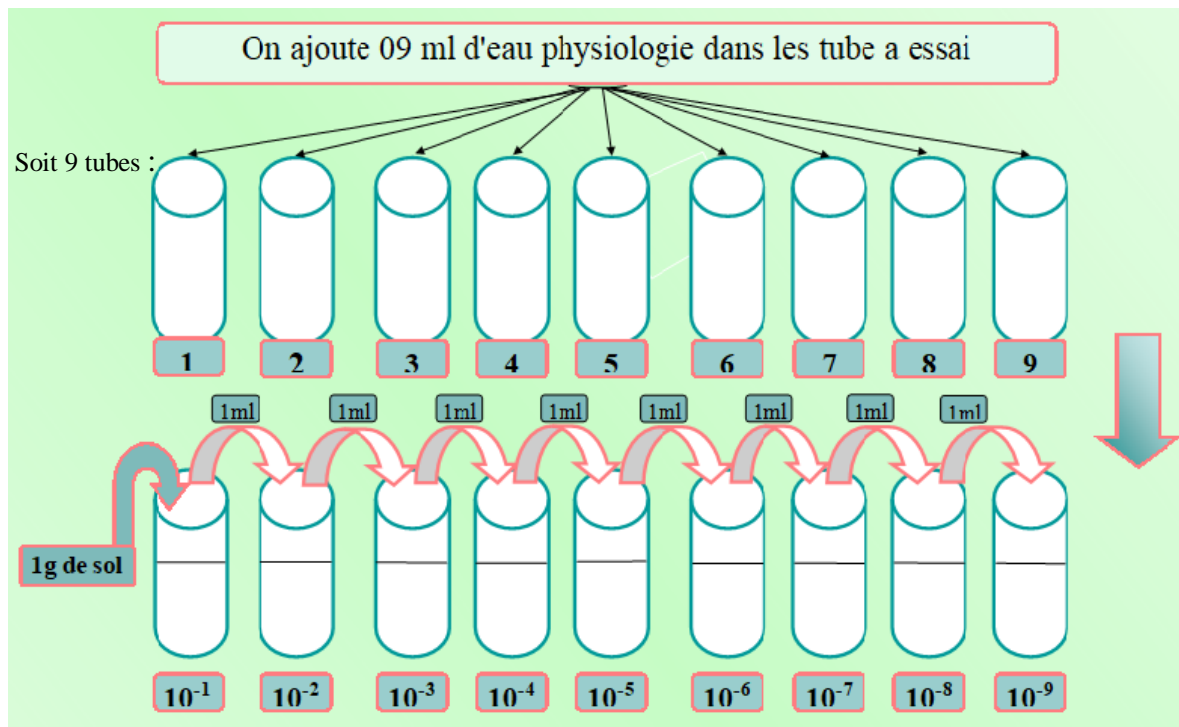


Figure 19 : Préparation des suspensions dilutions du sol.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

- La préparation de ces suspensions consiste à diluer 1g d'échantillon de sol dans 9 ml d'eau physiologique stérile puis agiter au vortex. Puis une série de dilution décimale (10^{-1} à 10^{-9}) est effectuée.
- Les dilutions ainsi préparées doivent être utilisées immédiatement pour les ensemencements, ceux peuvent être faits sur milieux favorables soit solides ou liquides qu'ils doivent satisfaire les exigences nutritives du microorganisme étudié.

4.4. Analyses

4.4.1. Les bactéries aérobies :

➤ **Principe :**

Les bactéries aérobies sont cultivées sur milieu solide et ensemencées avec des suspensions dilutions du sol sur support gélosés. Dénombrement des colonies apparues après incubation prolongée.

➤ **Ensemencement :**

Deux gouttes de la suspension dilution 10-5 soit 0,1ml sont déposées sur chaque boîte et aussitôt étalées avec soin sur toute la surface, verser la solution nutritive (annex) préparer avant, homogénéiser, incubé à 28°C.

➤ **Lecture des résultats :**

La lecture des résultats se fait après incubation pendant 24 à 78 heures par utilisation de compteur des colonies.

4.4.2. Les champignons :

Pour la préparation des milieux de culture, on procède aux étapes suivantes : Les Champignon sont cultivés sur un milieu solide (boîte de pétri) et ensemencés avec des suspensions dilutions du sol sur un support gélosé pour l'ensemencement, deux gouttes de suspension dilution 10-5 soit 0,1ml sont déposées sur chaque boîte et étalées avec soin sur toute la surface ; Verser la solution nutritive préparée auparavant, on homogénéise puis incubé à 28°C à l'obscurité. La lecture se fait après 7 jours avec une incubation, et Pour éviter le développement des bactéries on ajoute quelques gouttes des antibiotique CEFAZOLINE. Et le nombre de colonies des champignons développées sur chaque boîte de Pétri.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

4.4.3. Les actinomycètes

Ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle sur le milieu Starch Casein Agar (Gordon et al.1974) (Annexe).

- Le milieu SCA estensemencé avec 0,1ml de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-5}).
- on inoculera 03 boites de chaque échantillon du sol, puis Les boîtes sont incubées à 28°C.
- La lecture des résultats se fait après 7 jours.

4.4.4. Le dénombrement du nombre de germes

Le dénombrement du nombre de germes dans 1g du sol pour les actinomycètes, azotobacters, champignons et les bactéries aérobies sont faits par la relation suivante
 $N = \frac{\text{La moyenne des colonies développées dans les trois boites} \times \text{inverse de la dilution} \times \text{Coefficient de sécheresse}}{1 \text{ g de sol}}$

Coefficient de sécheresse = $1 / (1 - \text{Taux d'humidité})$.

4.4.5. Les germes ammonifiants

-Principe : Ensemencement avec des suspensions dilutions du sol d'un milieu liquide de salin additionné d'asparagine comme seule source de carbone et d'azote, la recherche de l'apparition d'ammoniaque se fait par le réactif de Nessler.

Ensemencement : utiliser les suspensions du sol préparées selon la technique habituelle, 0,1ml par tube par dilution de 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7} dans l'étuve à 28°C.

Lecture des résultats : Les lectures sont faites après 21 jours par l'addition de réactif de Nessler Tube (+) = Trouble jaune ou bien orange. Tube (-) = pas de coloration. Déterminer le nombre de germes ammonifiants par gramme du sol à l'aide de la table de Mac-Crady

4.4.6. Les germes nitrifiants et dénitrifiantes

La méthode des suspensions dilutions avec l'ensemencement sur un milieu liquide (annexe) (OULBACHIR. K, 2010)

On a Répartis le milieu de culture en tube a raison 5 ml par tube.

Puis, nous avant fait une stérilisation à l'autoclave pendant 20 minutes a 110c°.

On a utilisées la suspension délutions déjà préparer ; 1ml par tube, 3 tubes par dilution de 10^{-5} , 10^{-6} et 10^{-7} dans l'étuve à 28°C.

Les lectures sont faites après 21 jours par l'addition des réactifs.

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Lecture des résultats

Tableau 6 : la lecture des résultats des germes nitrifiants et dénitrifiant (OULBACHIR. K, 2010)

Les germes nitrifiants :	le Zinc en poudre, plus quelques gouttes de NaOH on chauffe en mettant en même temps un papier tournesol sur le tube.
Les germes dénitrifiants :	la même façon que les nitrifiants, seulement les tubes où le papier tournesol vite au bleu, sont les tubes (+) et là où le papier ne vire pas sont les tubes (-).

Lecture des résultats

Elle se fait après 21 jours à l'aide de Zinc en poudre, plus quelques gouttes de NaOH, on chauffe en mettant en même temps un papier tournesol sur tube.

Le résultat est positif lorsque le papier tournesol vire au bleu on détermine le nombre des tubes positifs et on calcule le nombre par gramme du sol.

Chapitre V : Résultats et discussions

Chapitre V : Résultats et discussions

5.1. Objectif du travail :

Le but de notre travail est d'étudier les fluctuations microbiennes des germes : bactéries, champignons, actinomycètes, nitrifiants et dénitrifiants, ammonifiants) du sol, sous différentes cultures (Blé l'orge et tomate) et selon les variations spatiales (hiver et printemps).

5.2. Résultats des Analyses physicochimiques :

5.2.1. Caractérisation physicochimique des sols de la région de sebaine :

Les résultats des analyses physiques et chimiques sont exprimés dans le Tableau N°07

Tableau 7 : Caractérisation physico-chimique des sols étudiés

Paramètres		Prélèvement - printemps - hiver	Sol cultivé E1 (Blé)	Sol cultivé E2 (l'orge)	Sol cultivé E3 (tomate)
pH		P1	8.01	8.16	7.88
		P2	8.09	8.46	8.31
Conductivité électrique $\mu\text{s}/\text{cm}$ 1/5		P1	124,1	105,7	104,8
		P2	172.2	211	204
H (%)		P1	17.90	17.65	18.95
		P2	16.18	12.20	15.25
Matière organique %		P1	0.46	1,06	1,25
		P2	0.37	0.81	0.79
Calcaire %	total	P1	8 ,33	10	10,38
		P2	2.50	6.67	11.25
	Actif	P1	2,88	3,25	3,55
		P2	/	2.25	3.55
Phosphore assimilable ppm		P1	138,25	127,5	126,73
		P2	170.53	179.97	202.02
TDS Mg/l		P1	120	102	101
		P2	166	203	197
Densité apparent %		P1	1.50	1.55	1,53
		P2	1.35	1.40	1,50

Chapitre V : Résultats et discussions

Discussions

5.2.2. L'humidité

On constate que, humidité de notre sols est relativement élevée varie entre (18.95 et 17.90) dans période hiver. Donc le sol est humide étant donné que ça coïncidant avec une période marquée par des précipitations. En outre, il est diminué au moment de printemps (16.18(Blé) ,12.20 (l'orge) et 15.25 (tomate)).

À cause de Structure de sol et argileux limoneuse et argileux il a une capacité de rétention en eux. La présence des résidus en surface qui limitent le phénomène d'évaporation et la vitesse d'infiltration. Il s'avère que le sol présente une bonne rétention en eau.

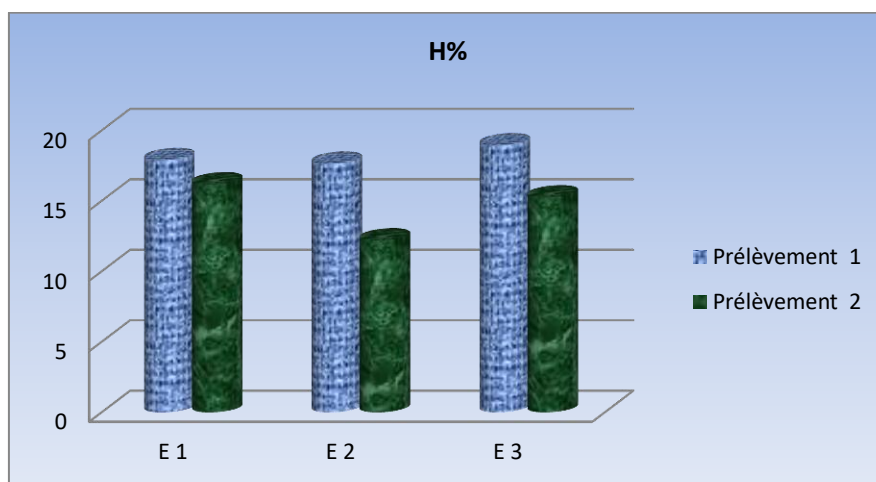


Figure 20 : Variations du taux d'humidité des sols

Sol cultivé E1 → (blé) - période hiver → (p1)
Sol cultivé E2 → (l'orge) - période printemps → (p2)
Sol cultivé E3 → (tomate)

5.2.3. Le pH :

Selon l'échelle d'interprétation du pH signalé par (LE CLECH,2000), nos sols sont alcalins , ils variable entre 7.88 à 8.46 .donc ils représentent un milieu favorable pour l'activité des certains microorganismes (HERISSE, 2004).

En remarquant que les valeurs augments dans printemps d'ordre de 8.46, par contre dans le l'hiver d'ordre de 7.88.

Cependant l'analyse factorielle nous permet de penser que les variations saisonnières (température, précipitation) a un influence sur facteur pH.

Chapitre V : Résultats et discussions

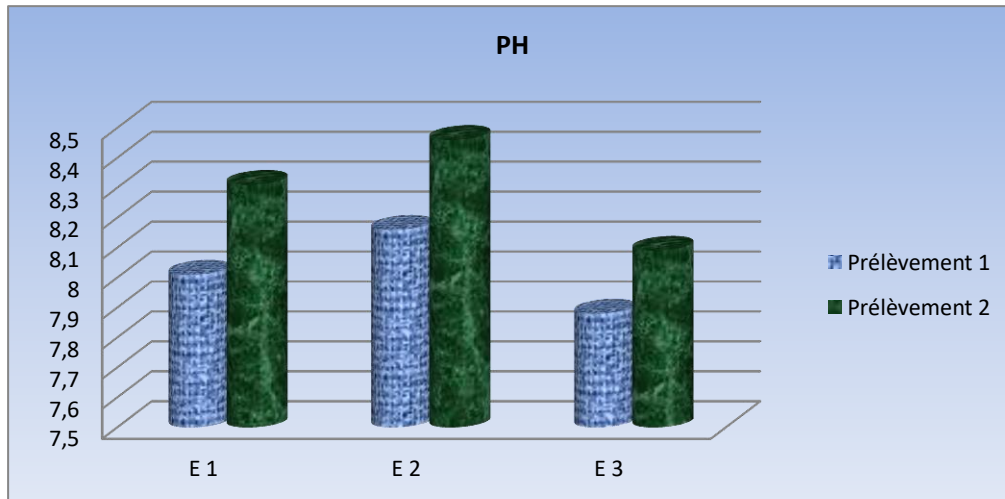


Figure 21 : variation du PH des sols

5.2.4. La conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La conductivité électrique (C.E) d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels soluble, selon Aubert nos sols sont considéré non salé ou légère salinité étant donné que c'est de l'ordre $<0.6\text{ms}/\text{cm}$.

Les résultats des prélèvements prouvent que la CE change entre 104,8 (μS) et 124,1 (μS) dans la saison d'hiver et entre 172.2 (μS) et 211 (μS) au printemps. $ms = \frac{\mu\text{S}}{1000}$

La conductivité électrique dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans le sol (Guessoum, 2001)

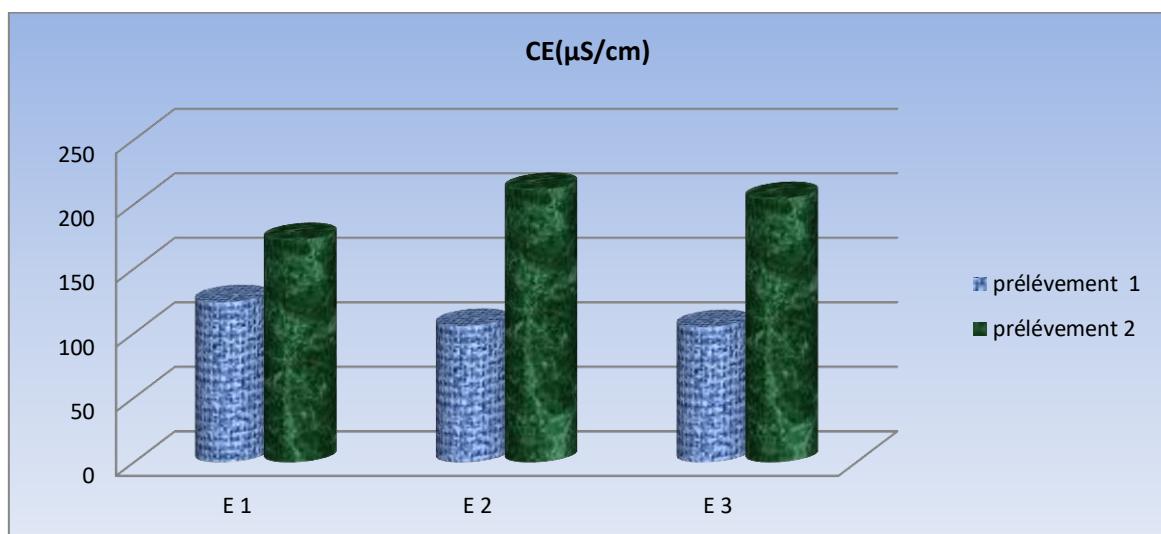


Figure 22 : Variation de la Conductivité électrique (CE) des sols

Chapitre V : Résultats et discussions

5.2.5. Le calcaire total et calcaire actif :

La teneur en calcaire de nos sols change entre 2.50% et 11.25 %, ils sont alors modérément calcaires (baïse, 1988).

Concernant le calcaire actif sa teneur est située entre 2.55% et 3.55%.

Le taux du calcaire dans les sols influence la conductivité électrique d'une manière indirecte et le pH du sol de manière direct

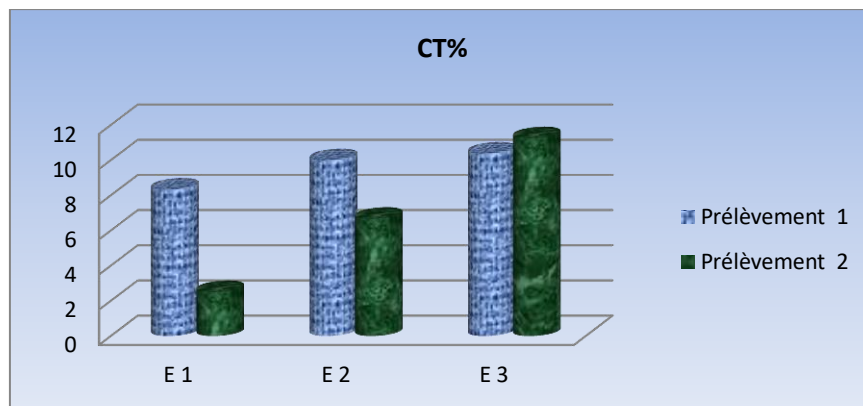


Figure 23 : Variation du Calcaire totale CT (%) des sols

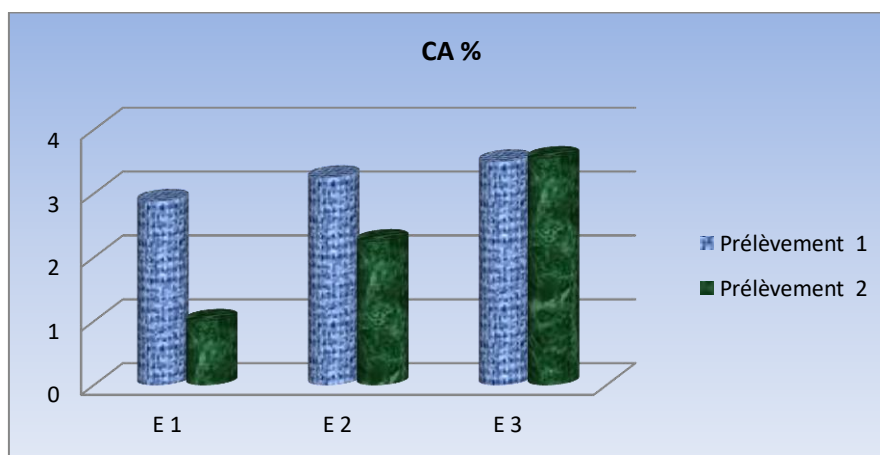


Figure 24 : Variation du Calcaire actif (Ca) des sols

Les teneurs en calcaire actif sont variable entre 2.88% blé et 3.55% tomate en hiver. Alor que elles sont variable entre 2.25% (l'orge) et 3.55% tomate au Printemps .En se basant sur les résultats obtenus, en peut classer nos sols en sol moyennement calcaire. Selon MICHEL (1997) le calcaire favorise l'activité microbienne en particulier l'activité minéralisatrice.

Chapitre V : Résultats et discussions

5.2.6. La matière organique :

Nous constatons d'après les (tableaux 7) que les taux de matière organique varient entre 1.06% pour les sols cultivé par l'orge et 2.46% pour les sols cultivé par le blé en hiver ; à l'inverse ces valeurs diminues aux printemps qui varie entre 0.37% (blé) et de 0.81% (l'orge) pour les 3 sols. En plus de faiblesse des teneurs en matière organique dans les sols étudiés s'ajoute l'activité microbienne qui est stimulé par la température et l'humidité qui augmente la minéralisation de cette dernière

D'après (Michel, 1997), la matière organique est une source d'énergie, il en faut de larges quantités dans le sol pour aider les besoins des populations bactériennes. La matière organique, c'est un facteur bridant pour la stabilité structurale et aussi pour la croissance microbienne. Le taux de la matière organique dans le sol dépend des quantités des résidus et des débris qui, soient d'origine végétale, ou animale. Nos sols se manifestent moyennement riche en matière organique.

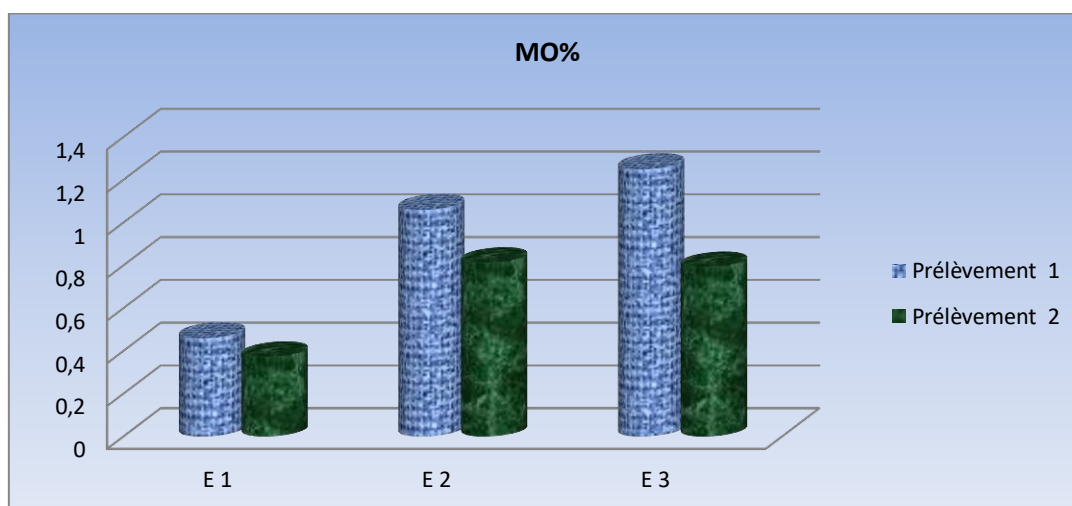


Figure 25 : Variation du taux de la Matière organique O des sols

5.2.7. Densité apparent :

Tableau N08° : Caractérisation de la densité apparent g/cm^3 des sols étudiés

Echantillons Prélèvement	E1	E2	E3
P1	1.50	1.55	1,53
P2	1.35	1.40	1,50

Chapitre V : Résultats et discussions

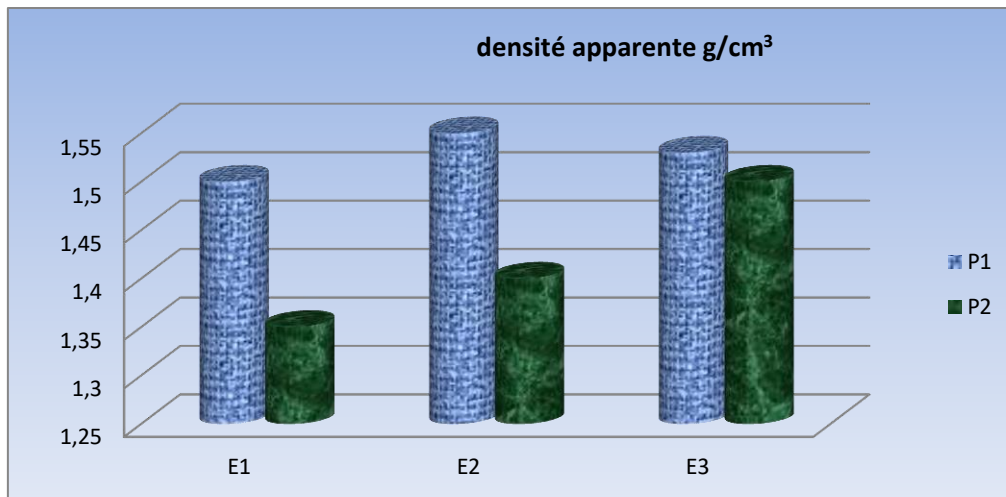


Figure 26 : Variation du taux de la Densité apparente (g/cm³)

D'après les résultats obtenus (tableau N08°) nous remarquons que la densité apparente des sols dans l'hiver est l'ordre : 1.50 pour les sols cultivés (blé), 1.55 pour les sols cultivés (l'orge) et 1,53 pour les sols cultivés (tomate) et dans le printemps la densité est l'ordre : 1.35 pour les sols cultivés (blé), 1.40 pour les sols cultivé (l'orge) et 1.50 pour les sols cultivés (tomate).

Les études réalisées dans des conditions pédoclimatiques variées concluent une diminution de la densité apparente.

5.2.8. Phosphore assimilable

Le phosphore est un des éléments majeurs indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Il joue en particulier un rôle essentiel dans la mise en place du système racinaire, la photosynthèse et la reproduction du végétale. (INRA)

Selon l'analyse réalisée nous remarquons. Que la teneur en phosphore assimilable en hiver est l'ordre : 138,25 ppm pour les sols cultivés (blé), 127,5 ppm pour les sols cultivés (orge) et 126,73 ppm pour les sols cultivés (tomate), Au printemps la quantité est l'ordre : 170.53 ppm pour les sols cultivé (blé), 179.97 pour les sols cultivé (orge) et 202.02 ppm pour les sols cultivés (tomate).

Nous constatons que la teneur en phosphore assimilable est très élevée, elle est de l'ordre De 202.02 ppm, nous remarquons que les valeurs augmentent au printemps.

Chapitre V : Résultats et discussions

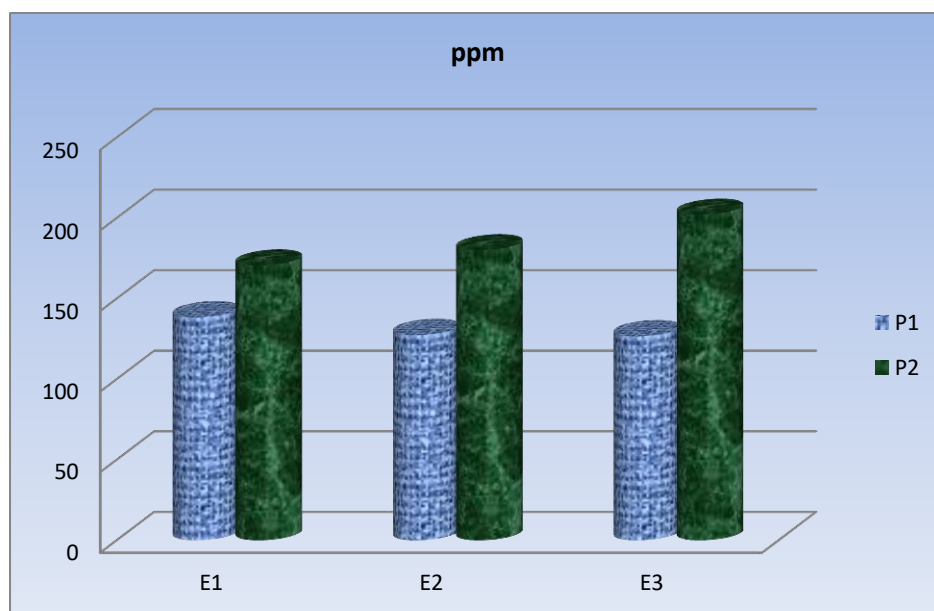


Figure 27 : Variation du taux de Phosphore assimilable des sols,

5.2.9. Analyse granulométrique

Par la méthode de Robinson cette analyse permet de connaître la répartition des particules minérales inférieures à (2mm), selon la classe de grosseur il s'agit de déterminer la répartition statistique des particules d'un échantillon dans ces différentes classes granulométriques (Baise, 1988).

Tableau 8 : Analyse granulométrique des sols étudiés

Échantillon	Granulométrie			Texture
	Argile %	Limon %	Sable %	
Sol cultivé E1	45.01	42.58	12.39	Argilo limoneuse
Sol cultivé E2	50.81	32.29	16.90	Argile
Sol cultivé E3	48.53	21.34	30.13	Argile

Discussion

Selon l'analyse granulométrique, on constate que l'argile est la fraction la plus dominante ce que confirme ce qui confirme les résultats des travaux de Oulbachir (2010), en deuxième lieu vient le limon, tandis que le taux sable est faible. Donc on a pu déterminer la texture de nos sols, celle-ci est Argilo limoneuse.

Chapitre V : Résultats et discussions

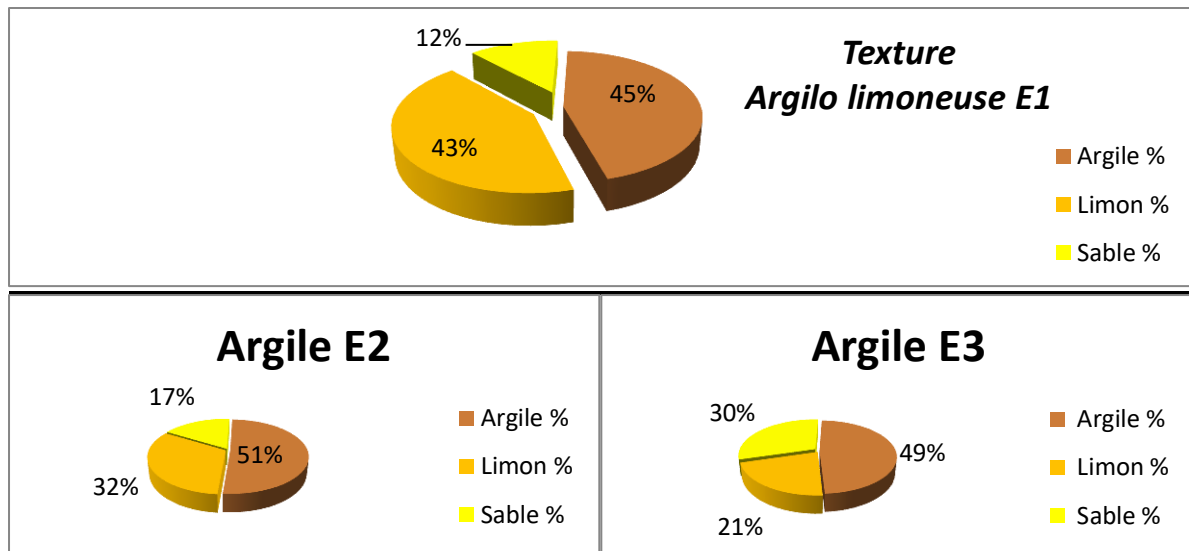


Figure 28 : Composition granulométrique des trois sols (sol cultivé)

Discussions des analyses microbiologiques

La caractérisation physico-chimique serait insuffisante si le facteur microbiologique n'était pas analysé, cette section est orientée vers le développement des différents microorganismes.

Selon les résultats des analyses microbiologiques laissent apparaître des variations entre les deux prélèvements (hiver et printemps) Ces variations de densité peuvent être expliquées par le fait que les microorganismes sont soumis à quelques influences surtout celles des conditions physico-chimiques du sol (taux d'humidité, salinité...etc.), et aussi des variations notables au niveau des facteurs biochimiques (nutritionnels et énergétiques). Les variations climatiques : température et humidité affectent d'une manière directe la biomasse microbienne.

5.3.1. Evolution des bactéries aérobies :

D'après les résultats du tableau N09 °:

En général, la densité de bactéries aérobies est relativement plus élevée dans les échantillons de printemps (P2). Lorsque la température est relativement élevée et que l'humidité est un peu basse en printemps, ces facteurs sont propices à la croissance des bactéries. L'effet du sol cultivé sur la biomasse microbienne est un facteur important.

Les bactéries sont capables de coloniser des milieux différents et elles peuvent être actives pour de grands domaines de température, d'acidité, d'alcalinité, de pression, de salinité... (DOMMERMUES et MANGENOT, 1970).






Chapitre V : Résultats et discussions

Selon (Dommergues et mangelot, 1970) Suggèrent un effet de la plante cultivée sur la biomasse microbienne, l'hypothèse avancée est la suivante : Les pratiques culturales, telles que labour ou fumure, améliorent la croissance végétale, entraînant une rhizodéposition accrue, source de le carbone est facilement métabolisable par les microorganismes rhizosphériques. En plus Les pratiques culturales qui exercent un effet indirect sur la biomasse.

Selon Lynch 1982 La présence de la culture de blé dans le sol à un effet stimulateur pour la biomasse microbienne du fait que l'exsudation où la production racinaire fournit des composés facilement utilisables qui sont à l'origine de la stimulation de la densité microbienne qui sont constitués par un matériel labile facilement biodégradable cette stimulation est particulièrement exprimée au stade tallage (Davet,Piere ,1995).

Tableau 9 : Evolution des bactéries aérobies des sols

Germe	Bactérie Aérobie	
	(Nombre des germes/gramme du sol)	
	P1	P2
Sol 1	2,28 *10⁶	5,17 *10⁶
Sol 2	4,79 *10⁶	6,68 *10⁶
Sol 3	4,18 *10⁶	7,09* 10⁶

Sol cultivé 1  (blé) - période hiver  (p1)
 Sol cultivé 2  (l'orge) - période printemps  (p2)
 Sol cultivé 3  (tomate)

En effet les bactéries constituent l'essentiel de la microflore du sol et sont extrêmement nombreuses. On estime par exemple qu'1g de sol contient entre 10⁶ et 10⁹ de Bactéries (SOLTNER, 2003).

Selon DOMMERGUES et MANGENOT (1970), les densités bactériennes dans les sols soumis à des conditions écologiques dures (régions arides et régions polaires), sont faibles

Chapitre V : Résultats et discussions

mais elles ne tombent rarement au-dessous de $10^4 - 10^5$ germes /g de sol sec dans les horizons superficiels, cela est confirmé par nos résultats.

En ce qui concerne la densité de la microflore bactérienne dans les 3 sols, nous avons enregistré des valeurs relativement proches avec une légère prédominance pour le sol cultivé par la tomate. Ainsi nous avons enregistré les valeurs de **5,17 10^6** , **6,68 10^6** et **7,09 10^6** germes/gramme de sol sec dans le sol occupé par le blé et l'orge et le sol occupé par la tomate respectivement.

La supériorité numérique légère des bactéries sous culture légume-fruit peut être expliquée par le taux relativement élevé de matière organique et humidité qui caractérise ce sol. D'après les travaux de (GRAYSTON et al., (1998), la diversité des microorganismes rhizosphérique de différentes espèces végétales peut être due à la variation des sources de carbone exsudé par ces plantes.

5.3.2. Evolution des champignons

Il est rare de trouver dans la nature une plante sans mycorhizes déclare Silvio Gianinazzi, directeur de recherche émérite du CNRS travaillant à l'Inra, et spécialiste de ce sujet. Cette association entre une plante et un champignon concerne près de 95 % des végétaux. » (Millou .2009).

D'après les résultats du tableau N 10

La densité des champignons dans les échantillons 2 et 3 de sols cultivés prélevés pendant la saison printanière (P2) est supérieure à celle présentés dans la période hivernale (P1), alors que l'échantillon 1 exprime l'inverse.

Tableau 10 : Evaluation des champignons en fonction du temps

Germe	Champignons	
	(Nombre des germes/gramme du sol)	
	P1	P2
Échantillons		
Sol 1	3.49 10^5	2.50 10^5
Sol 2	2.51 $*10^5$	2.87 $*10^5$
Sol 3	1.54 $*10^5$	5.74 $*10^5$

-Sol cultivé 1  (blé)

-Sol cultivé 2  (l'orge)

Chapitre V : Résultats et discussions

-Sol cultivé 3  (tomate)

Pour la microflore fongique, on constate que la densité des champignons dans le sol sous légume-fruit est plus importante à celle des sols sous céréale $5.74 \cdot 10^6$ et $2.50 \cdot 10^6$ Nombre des germes/gramme du sol (printemps). On constate également que la densité des champignons est moins importante que celle des bactéries.

Les champignons ne sont pas les plus nombreux des micro-organismes du sol, mais leur activité est très importante, du fait de leur grande taille, comparativement aux bactéries (Huber et Schaub, 2011).

Cette diminution peut être expliquée par la particularité que possèdent les champignons vis-à-vis de l'acidité. En effet les champignons préfèrent des milieux acides où ils ne rencontrent pas la concurrence des bactéries (Morel, 1989). Le pH alcalin de nos 3 sols explique la faible densité des champignons par rapport aux bactéries.

On constate également que la densité des champignons dans le sol sous légumine-fruit est supérieure à celle du sol sous céréale, due au taux élevé de MO et l'humidité.

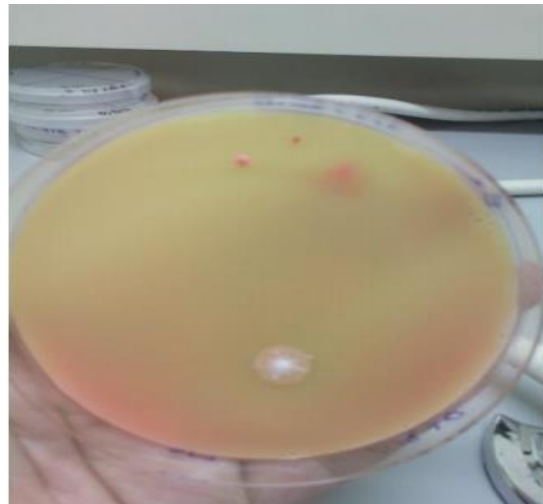
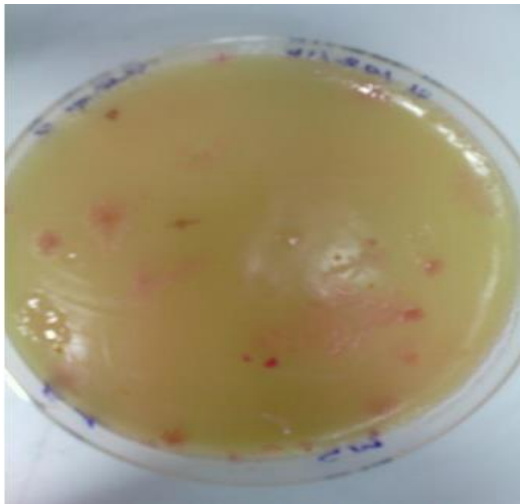


Photo 01 : Fusarium (champignon). 2019

4.3.3. Evolution des actinomycètes

D'après Hubert A. LECHEVALIER, La fonction écologique des actinomycètes au sein des écosystèmes est la décomposition des substances organiques. Les actinomycètes, fort nombreux dans les sols, se joignent aux autres bactéries et aux champignons comme nettoyeurs de la nature et formateurs d'humus. Ils prolifèrent surtout quand l'action des bactéries ordinaires touche à sa fin, on pourrait dire qu'ils terminent leur action.

Chapitre V : Résultats et discussions



D'après les résultats du Tableau 11

Les échantillons prélevés dans période 1 (hiver) contiennent un niveau d'actinomycète varie entre $2.06 \cdot 10^6$ germes/g de sol dans sol cultivé E1 et moyen de $4.53 \cdot 10^6$ germes/g de sol dans sol cultivé E3.

En (p2) le taux des actinomycètes atteint une valeur maximale avec une moyenne de $6.72 \cdot 10^6$ germes/g de sol en sol cultivé 1 et une valeur minimal avec une moyenne de $1.89 \cdot 10^6$ germes/g de sol cultivé 2.

Nous avons constaté, que la densité des actinomycètes pour la culture de tomate est moins important que la culture de blé et l'orge pendant la période printanière.

Cette diminution en nombre de germes des actinomycètes est due à leur faible pouvoir de multiplication (Bazzine, 2002) ; et leur faible pouvoir compétitif par rapport aux autres microorganismes.

Tableau 11 : Evolution des actinomycètes en fonction du temps

Germe Échantillons	Actinomycètes	
	(Nombre des germes/gramme du sol)	
	P1	P2
Sol 1	$2.06 \cdot 10^6$	$6.72 \cdot 10^6$
Sol 2	$2.09 \cdot 10^6$	$1.89 \cdot 10^6$
Sol 3	$4.53 \cdot 10^6$	$5.00 \cdot 10^6$

Chapitre V : Résultats et discussions

Sol cultivé 1  (blé)

Sol cultivé 2  (l'orge)

Sol cultivé 3  (tomate)

4.3.4. Evolution des ammonifiants des sols :

Tableau 12: Évaluation des ammonifiants en fonction du temps

Germe Échantillons	Ammonifiants	
	P1	P2
Sol 1	20 10^5	140 10^5
Sol 2	101 10^5	140 10^5
Sol 3	7.5 10^5	140 10^5

Les résultats obtenus en tableau N12° montre que

Les échantillons prélevés en P1 présentent un taux d'ammonifiants enregistrés en 3 sols avec une valeur maximal (101. 10^5) germes/g de sol et une valeur minimale de (7.5. 10^5) germes/g de sol

En P2 les échantillons prélevés présentent un taux maximal d'ammonifiants avec une moyenne de (140* 10^5) germes /g de sol

4.3.5. Evolution des nitrifiants des sols :

Tableau N13: Evolution des nitrifiants en fonction du temps

Germe Échantillons	Nitrifiants	
	P1	P2
Sol 1	4 10^5	140 10^5
Sol 2	4 10^5	140 10^5
Sol 3	4 10^5	140 10^5

Chapitre V : Résultats et discussions

Les résultats obtenus en tableau N13° montre que

Les échantillons Prélevés en P1 présentent un taux des nitrifiants avec une moyenne de 4.10^5 germes /g de sol dans les 3 prélèvements

En P2 le taux des nitrifiants atteint une valeur maximale avec une moyenne de (140.10^5) germes/g de sol dans la totalité des sols.

4.3.6. Evolution des dénitrifiant des sols :

Tableau 13 : Evaluation des dénitrifiant en fonction du temps.

Germe Échantillons	Dénitrifiant	
	P1	P2
Sol 1	$20 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$
Sol 2	0	0
Sol 3	$140 \cdot 10^5$	0

Les résultats obtenus en tableau N14°montre que

Les échantillons prélevés en P1 présentent un taux des dénitrifiants varie entre une moyenne de $20 \cdot 10^5$ germes/ g de sol et $(140 \cdot 10^5)$ germes /g de sol.

En P2 le taux des dénitrifiants atteint une valeur maximale avec une moyenne de $4 \cdot 10^5$ germes/g de sol et une valeur minimal avec une moyenne 0 germes/g de sol.

Le taux de dénitrifiant est faible ce qui explique la faible dénitrification

Conclusion générale

Conclusion générale

Les résultats de cette étude ont permis d'évaluer La biomasse microbienne des sols selon les variations saisonnières, l'effet des paramètres édaphiques, et la présence de la végétation, des sols des régions semis aride, dans la région de TIARET (sebine)

L'évaluation quantitative a été estimée à travers la caractérisation de la biomasse microbienne sous différents caractéristiques physico-chimiques et selon les variations saisonnières

Les résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques de 3 sols de la Couche superficielle (0-30cm) montrent que ces sols se caractérisent par une texture argileux-limoneuse, un pH légèrement alcalin, les sols présentent une conductivité électrique faible considérés non salés, et pauvres en matière organique.

La biomasse microbienne est un de paramètre biologique le plus sensible mesure dans le sol, qui varie en fonction de leurs environnements, ces changement sont liée a la variation saisonnière et les propriétés physico-chimique du sol (humidité, la salinité et la teneur en matière organique).

Dans cette étude, il a été montré que L'humidité du sol, dépend de la qualité du sol (structure et texture) et de sa capacité à retenir l'eau. Humidité de nos sols est relativement élevée donc le sol est humide

Les variations climatiques : température et humidité affectent d'une manière directe la biomasse microbienne Le groupe microbien le plus touché par l'effet des variations saisonnières est celui des champignons, suivi par les actinomycètes et bactéries .

L'application de diverses mesures physico-chimiques et microbiologiques et à des échantillons d'un même type de sol mais provenant de parcelles sous différents systèmes de culture permet de tirer quelques premiers enseignements quant aux critères les plus pertinents pour juger l'état microbiologique des sols semi-aride. La numération des groupes microbiens dans l'ensemble des sols étudiés révèle que les bactéries présentent une supériorité numérique par rapport aux champignons à cause de leur grand pouvoir d'adaptation et de multiplication.

Les résultats des dénombrements microbiologiques laissent apparaître des variations entre les sols en nombre de germes avec des valeurs maximales pour le sol (sous culture de tomate suivi par le sol Céréale).

Les sols cultivés par tomate renferment un potentiel riche en microorganismes.

Référence bibliographi

Référence bibliographique

1. **-Achir Mohammed Hellal Benchaben** Réflexions Sur Les Variations Pluviométriques De La Région De Tiaret (Algérie Occidentale) Durant La Période 1984 – 2015 Achir Mohammed Hellal Benchaben
2. **ALEXANDER, M., 1994.** Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York (USA).
3. **-ALEXANDERE M., 1982.** Introduction to soil microbiology, 2ème Edit. J. Wily and sons
4. **-ALI HAMOUD. A, AMIR. H, BOUNAGA. D, CHAMI. M, DJELLAH. N, 1980.** Analtitude gradient in three different localities. Folia Microbiol. 49, 105-111.
5. **-ALI-HAIMMOUD, AMIR H, BOUNAGA D, CHAMI et DJELALI N. 1980.** Contribution à l'étude de l'activité microbiologique de quelques sols de la sebkha de Boughzou1 (Hauts plateaux Algérois), Physio. Vég. 18. P19-33.
6. **-ATLAS R. M. et BARTHA R., 1992.** Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3rd edition.
7. **-BAISE D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. Ed. INRA, Paris., 171 P
8. **-Balesdent J., 1996:** The significance of organic separates to carbon dynamics and its modelling in some cultivated soils. Fractionnements des matieres organiques: apport a l'etude de la dynamique du carbone de sols cultives et a sa modelisation, 47(4): 485- 493.
9. **BAZZINE M. 2002.** Etude de la biomasse microbienne dans les sols halomorphes d'une Sebkhha situe au niveau de l'exploitation du l'université de Ouargla (Ex-ITAS). Mém. Ing. Ecol. Université de Ouargla. P67.
10. **BERTHAUD. Y, Buhan. D.P, Schmitt. N, 2013.** Aide-mémoire de mécanique des sols. 2eme édition ; Dunod, Paris, 338p.
11. **-Bonneau M., Souchier., 1979.** Constituants et propriétés du sol. Edit ; Masson et Cie ; Paris, 459p.
12. **-Boulaine, J.** Histoire Des Pédologues Et De La Science Du Sol. Ed. INRA. 285 P. 1989. [10].
13. **BOULLARD B., MOREAU J., 1962-** Sol, microflore et végétation. Edit ; Masson ; Paris, 289p.
14. **-BOULLARD. B, MOREAU. J, 1962.** Sol, microflore et végétation. Edit. Masson, Paris, 172p.
15. **Brussaard, L., Pulleman, M. M., Ouédraogo, E., Mando, A., and Six, J.:** Soil fauna and soil function in the fabric of the food web, Pedobiologia, 50, 447–462, 2007

16. **Brussaard,L.de ruiter,P.c,Brown,G.G,2007** soil biodiversity for agricultural sustainability.agriculture , Ecosystems & Environment 121,233-244.
17. **C. MILOU CULTIVAR** Article (Fertilité des sols Mycorhizes d'engrais pour réduire l'apport Un axe de recherché) - OCTOBRE 2009 .
18. **-CALVET R., 2000.** Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France). 83-90p.
19. **-CLARK F.E, 1969.** Association Ecologiques entre Microorganismes du sol. Biologie des sols (Comptes rendus de recherches) UNESCO, Paris. 125-153p.
20. **-Claudia Carolina UGARTE NANO** - Etude de la variabilité des propriétés physiques et hydrodynamiques d'un sol argileux sous l'effet de conduites en protection intégrée contre les adventices. 3 mars 2015 page 17)
21. **-Clément Mathieu et Françoise pieltain** (analyse chimique des sols. méthode choisies Clément Mathieu et Françoise pieltain page, 37, 38,39)
22. **-Cluzeau et al. 2005)** Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols: exemple du programme pilote à l'échelle régionale, le RMQS BioDiv-page 192-201
23. **Courtois, R., De Deyn, G.B., 2012.** The curse of the black box. Plant and Soil, 350, 27-33.
24. CFT., 2014- Conservation des forêts de la Wilaya de TIARET-Service de cartographie et Service des statistiques
25. **DAVET. P, 1996.** La vie microbienne dans le sol et la production végétale, INRA, Edit, Paris, 383 , 89 .p
26. **déclare Silvio Gianinazzi**, directeur de recherche émérite du CNRS travaillant à l'Inra
27. **-DELLAL. A et HALITIM. A, 1992.** Activités microbiologiques en conditions salines.cas de quelques sols sales de la région de relizane (Algérie) Cah. Agri.vol 1, N°5, éd John Libbey Euro texte, paris.
28. **-DELLAL.A.1994.** Réactivité physico-chimique et fonctionnement physiologique et microbiologique en conditions salines. Thèse doctorat ENSA Rennes 223p.
Détection
29. **-DJELLALI N, BILLES G, BOUNAGA N, et LOSSAINT P. 1985.** Etude de l'activité biologique des sols de la steppe à alfa d'Algérie. Minéralisation du carbone et de l'azote. Acta Oecologica, Oecol. Plant. Gauthier- Villars, Montreuil, Vol 6, N° : 289-307.

30. **-DOMMERGUES Y et MANGENOT F., 1970-** Ecologie microbienne du sol. Masson et Cie Editeurs, Paris, 796, 100, 120,115 p.
31. **-DOMMERGUES Y., 1977.** La biologie des sols, Ed. Que sais-Je ?, Presse Universitaire France.
32. **-DUCHAUFOR. PH, 2001.** Introduction a la science du sol. 6 eme edition de labrege de pedologie. Dunod. Ed. Masson. Paris. 314p.
33. **-Duthil J., 1973.** Elément d'écologie et d'agronomie. Tome II. Exploitation et amélioration du milieu. Ed.J.B. Baillièrè. Paris. 265p
34. **DSA., 2014-** (Direction des Services Agricoles, Wilaya de TIARET)- service des statistiques
35. **DELLOUR. F, 1981.** Initiation à la pédologie, Fac, Sc, Agron. Gembloux 78p.
36. **-El Arfaoui Benaomar A., 2010 :** Etude des processus d'adsorption et de désorption de produits phytosanitaires dans des sols calcaires, Thèse de doctorat de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, Ecole Doctorale Sciences, Technologies et Santé, Discipline : Chimie de l'environnement
37. **GIRARD MICHEL-CLAUDE, SCHVARTZ CHRISTIAN, JABIOL BERNARD, DUNOD, 2011.** Etude des sols.
38. **-GOBA.T J.M, ARAGNO. M, MATTHEY. W, 2003.** Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p
39. **GOBAT. J, ARANGO. M, MATHEY.W, 2003.** Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols ,568p
40. **Gordon RE.,** Barnett DA., Handerhan JE., Pang CHN. (1974). *Nocardia coeliaca*, *Nocardia autotrophica*, and the nocardin strain. *Int J Syst Bacteriol* 24:54–63
41. **-Grayston, S. J.,** Wang, S., Campbell, C. D., and Edwards, A. C. 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. *Soil Biology & Biochemistry* 30: 369-378.Griffiths,
42. **-HADJDJALLOUL.A, 2016.** Etude de l'évaluation saisonnière de la biomasse microbienne des sols cultivés de lentille, Cas de la région de sebaine (Tiaret).Thèse Master.
43. **HÉRISSÉ A & VECOLI M. &. (2004).**- Biostratigraphy, taxonomic diversity, and patterns of morphological evolution of Ordovician acritarchs (organic-walled microphytoplakton) from the northern Gondwana margin in relation to palaeoclimatic and palaeogeographic changes.- *Earth-Science Reviews*, Amsterdam, 67, p. 267-311

44. -**HILLEL, D.** - Clay, the colloidal component. - Introduction to Environmental Soil Physics (p. 53-71), Elsevier, Academic Press, 2004b
45. -**HILLEL, D.** - Soil physics and soil physical characteristics. - Introduction to Environmental Soil Physics (p. 3- 17), Elsevier, Academic Press, 2004a.
46. -**Huber G. et Schaub C.,2011.**Guide des fertilisations Azotés utilisables en Bio, Paris, 14 p
47. **Hubert A. LECHEVALIER :** Professor of microbiology Rutgers, The State University of New Jersey INC, 467p
48. **ITAB., 2002.** Activités biologique et fertilité du sol, 27p
49. **ITA, 1975.** Laboratoire Du Sol : Méthodes D'analyses Physiques Et Chimiques Du Sol. Institut Technologique Agricole. Mostaganem. 78p.
50. **KARABI. M, 2010.** Fonctionnement microbiologique et biochimique des sols sahariens: étude comparative entre sol salés (palmeraies de l'université d'Ouargla) et sol alluvionnaire (palmeraie traditionnelle de Guerrara) mémoire magister université Ouargla, 76p.
51. **KARABI. M, 2016.** FONCTIONNEMENT MICROBIOLOGIQUE DES SOLS OASIENS. CAS DE QUELQUES SOLS DE LA REGION DE OUARGLA. THESE de DOCTORAT ès SCIENCES, UNIVERSITE DE OUARGLA. 216p.
52. **Katell QUENEA.**ETUDE STRUCTURALE ET DYNAMIQUE DES FRACTIONS LIPIDIQUES ET ORGANIQUES REFRACTAIRES DE SOLS D'UNE CHRONOSEQUENCE FORET/MAÏS (CESTAS, SUD OUEST DE LA FRANCE). octobre 2004
53. **Le Clech B., 2000 .**Agronomie « des bases aux nouvelles orientations ».Edition Synthèses Agricole.Bordeaux.260p
54. -**MAAMERI M., 2007.** Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (KsarChellala) mém.ing.agro.université IBN KHALDOUN, Tiaret.
55. **Monniers G., 1965** - Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Annales Agronomiques, 16 (4 et 5), pp. 327-534.
56. **MOREL, 1989.** Les sols cultivés. Tech et Doc .Lavoisier, paris, 272p.
57. -**MOREL. R, 1989.** Les sols cultivés. Tech et doc. La voisier, Paris, 272p.
58. -**MULDER E, G. LIE T, A et WOLDDENDROP J, W.** 1969. Biologie et fertilité du sol. Biologie des sols (comptes rendus de recherches). UNESCO. Paris. P165-214.

59. **Naima KOULL** Effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla Université Kasdi Merbah Ouargla Algérie - Magister 2007
organiques
60. **OULBACHIR.K, (2010)**. Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages bioclimatiques, 07/10/2010. Thèse de Doctorat, Ecopédologie, p.31, 55, 91 ,42 ,50.
61. **-Pierre Davet**, Vie microbienne du sol et production végétale 1996, édité par l'Inra
62. **-PIERRE et VINCENT, 2000**
63. **-POCHON J,TARDIEUX P et AGUILLAR J (1969)**.Problèmes de méthodologie en biologie des sols .Biologie des sols (CRR).UNESCO,Paris pp 13-53.
64. **POCHON J., TCHAN Y.T., 1948**. Précis de microbiologie du sol. ed. masson et cie. Paris. 222P.
65. **-QUENEA K., 2004**. Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et
66. **-Quenea. K, 2005**. Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'une chronoséquence forêt/maïs (CESTAS, Sud ouest de la France). Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).
67. **-Raoul CALVET, 2013**. Le sol ,2eme édition ; pp : 36,38 .France.
68. **-Robert M., 1996**. **Le sol** : interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Masson, Paris, 241p.
69. **-SASSON A., 1967**. Recherches écophysiological sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série Botanique et Biologie Végétale. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien et de la Faculté des Sciences, Rabat, N0 30 : 27-55.
70. **Schutter, M. E., Sandeno, J. M., and Dick, R. P. 2001**. Seasonal, soil type, and alternative management influences on microbial communities of vegetable cropping systems. *Biology and Fertility of Soils* 34: 397-410
71. **-SCOHY J.-P., 1992**. Utilisation des cartes pédologiques. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Division de la Nature et des Forêts.
72. **-SOLTNER D., 2003-** Les bases de la production végétale, le sol et son amélioration. Tome I, Edit collection science technique agricole, 472 p.
73. **Stengel, P., Bruckler, L., & Balesdent, J. (2009)**. Le sol (Vol. 1-1). Versailles - Paris: Ed. Quae. p. 102)

74. -**VAN HOORN JW., VAN ALPHEN JG., 1998** - Maîtrise de la salinité, bilan de sels et besoins de lessivage des sols irrigués, Cours d'irrigation, IAM/Bari, Italie, 95p.
75. **VILLAIN., M, 1987.** La production végétale, les composantes de la production. Voll. Edition tech et doc. Lavoisier, 402p.
76. **Wade M. (1998)** Cartographie de la salinité dans la zone de Ngnith. Rapport de stage, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 27 p.
77. **www.wilaya-Tiaret.dz-** Site officiel de la wilaya de TIARET.
78. **www.wilaya-Tiaret.dz/dhw.html-** site officiel de la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de TIARET
79. -**ZEGHIB M., 2010.** Contribution à l'étude de la biomasse microbienne des sols gypseux dans la rive gauche de l'Oued Righ (cas de la région de M'rara). Mém. Ing. Eco.70p.

-site web-

- (<http://www.afes.fr>) .
- (www.universalis.fr/encyclopedie/actinomycetes/).
- (<http://www.universalis.fr/encyclopedie/actinomycetes/>).
- www.wilaya-Tiaret.dz/dhw.html- site officiel de la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de TIARET (consulté 2019).
- www.wilaya-Tiaret.dz- Site officiel de la wilaya de TIARET (consulté 2019).
- (<https://fr.tutiempo.net/climat>) site esgpaniole .

Annexe

Milieux de culture

1-

Milieu de culture des champignons (PDA) d'après Davet et al. (1985) :

-Pomme de terre.....	200g.
-Glucose	20g.
-Agar-agar	20g .

Le milieu est préparé suivant les étapes suivantes :

- -Faire cuire 200g de pomme de terre pelée, lavée et coupée en tranches fines dans 500ml d'eau distillée pendant 1 heure.
- -Filtrer sur plusieurs couches d'étamines pour presse.
- -Ajouter le glucose et l'Agar à l'extrait.
- -Compléter le volume à 1 litre avec de l'eau distillée.
- -Autoclaver pendant 18mn à 121°C.

2-

Milieu de culture pour les actinomycètes Starch Casein Agar (S.C.A)

Amidon	10 g
KNO ₃	2 g
K ₂ HPO ₄	2 g
NaCl	2 g
Caséine (Difco)	0,3 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,05 g
CaCO ₃	0,02 g
FeSO ₄ .7H ₂ O.....	0,01 g
Agar Agar.....	18 g
Eau distillée	1000ml

3-

c) Milieu de culture pour les bactéries : Gélose nutritive à l'extrait de terre (POCHON, 1954)

- -Extrait de viande..... 1g
- -Extrait de levure 2g |- -Chlorure de sodium..... 5g |- -Peptone 10g |- -Agar-agar..... 15g |- -Extrait de terre..... 100ml |

Dissoudre les constituants dans un litre d'eau distillée, puis autoclaver à 121°C pendant 15 min.

4-

Milieu de culture pour les Ammonifiants

- Solution saline standard50ml
- Asparagine0,2g
- Eau distillé.....950ml

5-

Milieu de culture pour les Nitrifiants :

- Solution saline standard50ml
- (NH₄)₂SO₄0,5ml
- CaCO₃01g
- Eau distillée
.....950ml

6-

Milieu de culture pour les Dénitrifiants :

- Solution saline standard50ml
- NaNO₃01g
- CaCO₃01g
- Eau distillée.....950ml

Calcul du nombre de germes par gramme de sol : N

$N =$ La moyenne des colonies développées dans les trois boîtes \times l'inverse de la dilution \times coefficient de sécheresse $\times 10^6 / 1 \text{ g de sol}$ Coefficient de sécheresse = $1 / (1 - \text{Taux d'humidité})$.

Table de Mac Crady

<i>3 tubes par dilution</i>					
<i>Nombre caractéristique</i>	<i>Nombre de cellules</i>	<i>Nombre caractéristique</i>	<i>Nombre de cellules</i>	<i>Nombre caractéristique</i>	<i>Nombre de cellules</i>
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

Tableau 3 : Classes de pH des sols selon l'extrait 1/5 le pH de l'extrait (Soltner, 1989)

pH	Classes	Désignation
5 à 5,5	Très Acide	
5,5 à 5,9	Acide	
6 à 6,5	Légèrement acide	
6,6 à 7,2	Neutre	
7,3 à 8	Alcaline	
>8	Très Alcaline	

Tableau 4 : classification des sols en fonction de la conductivité électrique (Aubert, 1978)

Degrés de salinité d sol	CE (mS/cm) 25°C	Désignation
Non salé	0-0.6	
Peu salé	0.6- 1.2	
Salé	1.2- 2.4	
Très salé	2.4- 6	
Extrêmement salé	6 <	

Tableau 5 : Echelle du calcaire (Baize, 1998)

Calcaire CaCO ₃ (%)	Classe de sols	Désignation
≤01	Non calcaire	
01 ≤CaCO ₃ ≤05	Peu calcaire	
05≤CaCO ₃ ≤25	Modérément calcaire	
25≤CaCO ₃ ≤50	Fortement calcaire	
50≤CaCO ₃ ≤80	Très fortement calcaire	
>80	Excessivement calcaire	

Tableau 6 : Norme d'interprétation du phosphore assimilable d'après Calvet et Villemin 1986 :

Taux de phosphore assimilable en ppm	Classe de sols	Désignation
< 30 ppm	Très faible	
30- 50 ppm	Pauvre	
50- 100 ppm	Moyennement pauvre	
100- 200 ppm	Riche	

Tableau 7 : Norme d'interprétation : selon MTA 1977 (Institut de technologie agricole 1977 laboratoire du sol méthode d'analyse physique et chimique du sol. 3 ED.I.T.A. Mostaganem.105p.

Taux du matière organique	Classe de sols	Désignation
<1	Très pauvre	
1à2	Pauvre	
2 à 4	Moyenne	
>4	Riche	

Classes	EC en dS/m	Concentration mg/l
Non saline	< 0.7	< 500
Légèrement saline	0.7 – 2	500 – 1500
Modérément saline	2 – 10	1500 - 7000
Très saline	10 – 25	7000 – 15000
Très fortement saline	25 – 45	15000 – 35000
Saumure	> 45	> 45 000

Tableau 8 : Classification de la Total des Sels Dissous

Annexe 04

Matériels utilisés :



1-Support

2- Burette gradué

4- Conductivité électriques

6- Spatule

8- Échantillons du sol

10- pH mètre

3- Balance électronique

5- Broyeur

7- Calcimètre de Bernard

9- Tammie

11- Agitateur magnétique



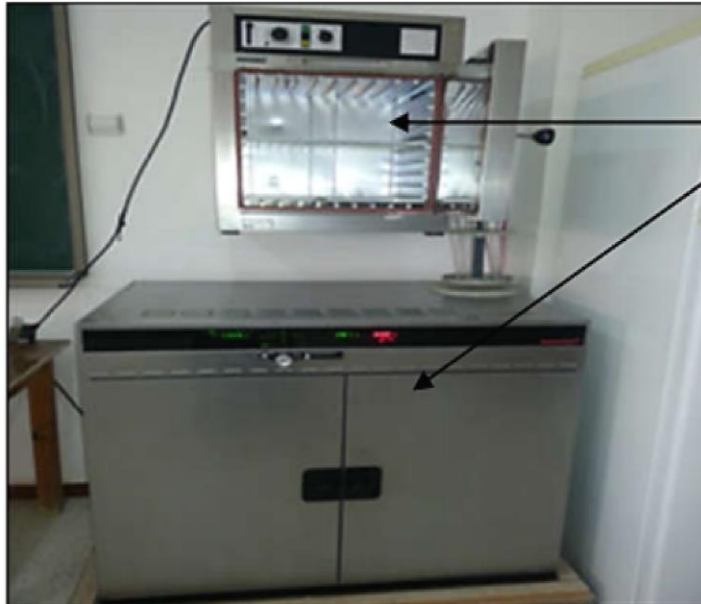
1- Burette de piston

2- plaque chauffante

3- Système de réfrigération



Bain



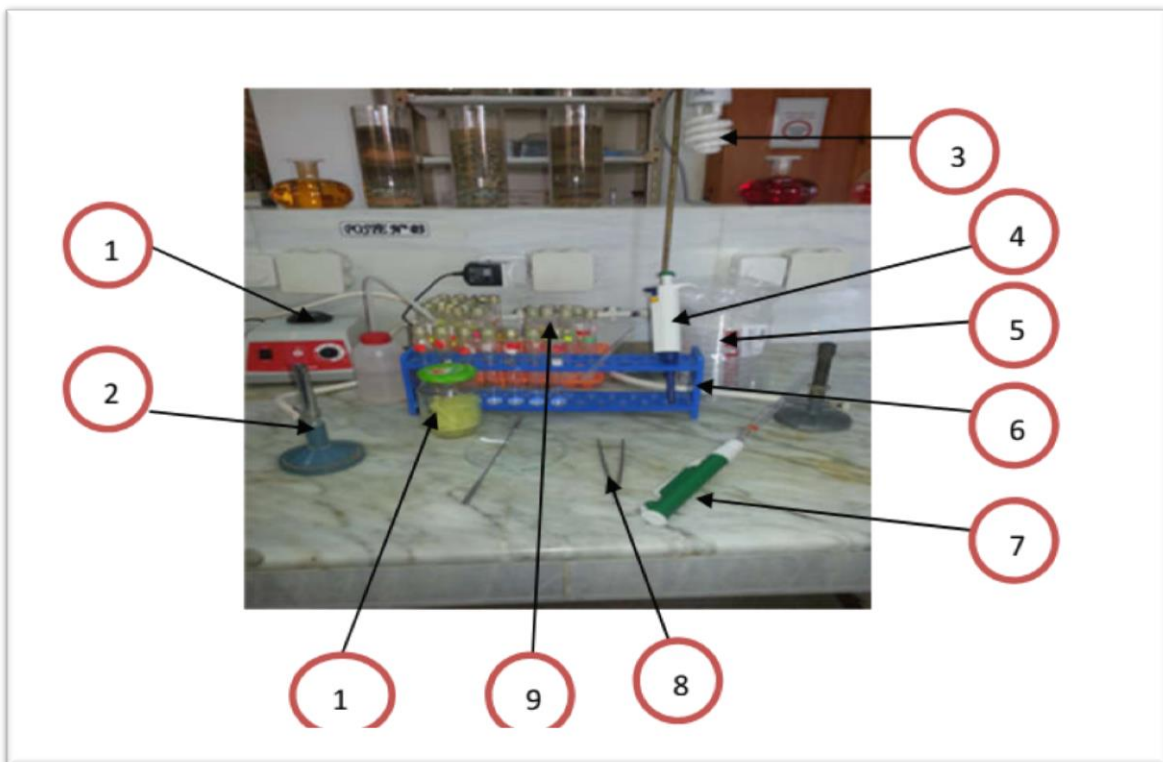
Incubateu



1- Agitateur mécanique

2- Autoclave

3- Plaque chauffante



1-Vortex

2- Bec benzène

3- Lampe

4- Micropipette

5- Boites de Pétri

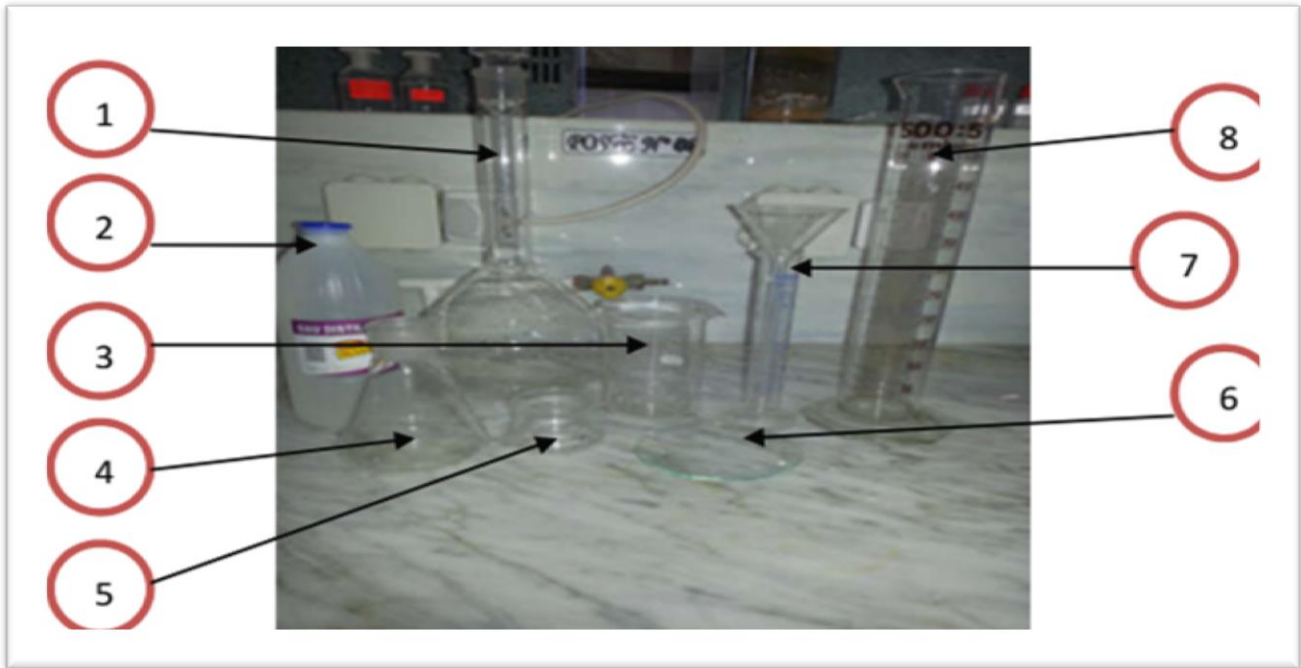
6- Portoir des tubes

7- Pro pipette

8- Pince

9- Tubes à essai

10- Embus



1- Fiole

2- L'eau distillée

3- Bécher

4- Erlén Meyer

5- Capsule

6- Verre de montr

7- Entonnoir

8- Burette

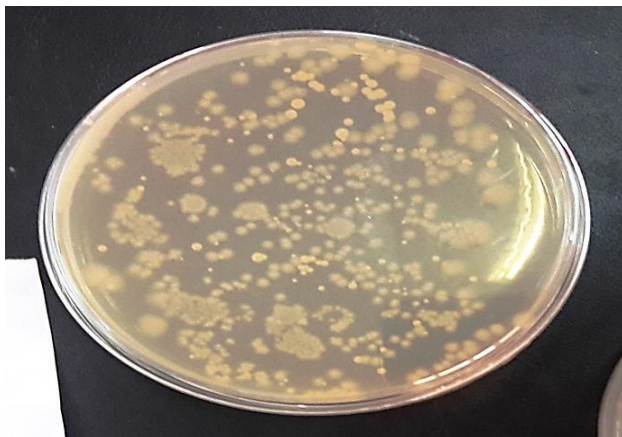
✓ **Champignons :**



✓ **Actinomycètes**



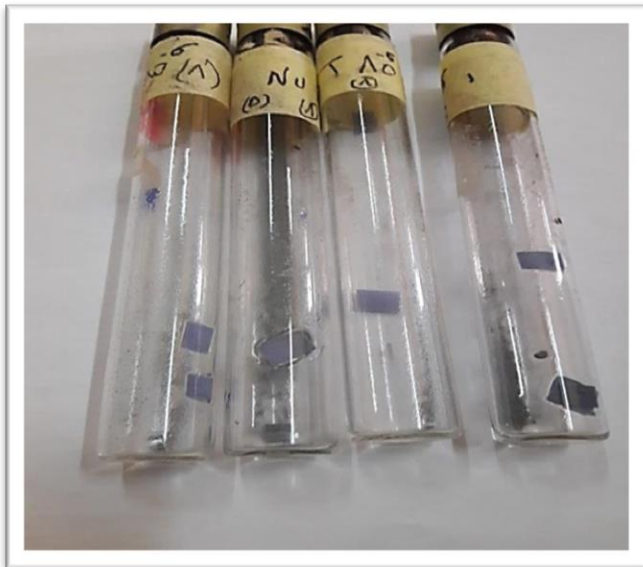
✓ **Bactéries aérobies :**



✓ Ammonifiant :



➤ Nitrifiant & Dénitrifiant :



Résumé

La présente étude porte sur un sol cultivé par la Blé et un sol cultivé par l'orge et tomate, Nôtre travail consiste à une étude de la variation de la densité microbienne des sols cultivés sous condition semi-aride.

L'objectif de notre étude est de réside dans l'évaluation et la détermination de la biomasse microbienne rhizosphérique des sols cultivés en fonction de la variation saisonnière (hiver, Printemps) et selon sous différentes cultures (Blé et l'orge et tomate)

le système de culture étudié, représentatif de la région de Tiaret (sebain)

L'examen des caractéristiques physico-chimiques de la couche superficielle (0-30cm) des 3 sols montre que la texture de ces sols est : argileux-limoneuse, et argileux.

la teneur en calcaire de nos sols est modérément calcaires, le pH est alcalin, leur teneur est faible en matière organique, nos sols sont considéré non salé ou légère salinité.

Le dénombrement des différents groupes microbiens montrent une variation de la biomasse microbienne en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols.

L'influence de la saison montre aussi une très grande adaptation pour le développement de la population microbienne où la densité végétale pourrait avoir une influence sur la répartition et richesse des sols en microorganismes.

Ces résultats révèlent la dominance de la microflore bactérienne, suivie par les actinomycètes et enfin Champignons, Le sol cultivé par la tomate présente une supériorité vis-à-vis la richesse en microorganismes par rapport au sol cultivé par le blé et l'orge.

Mots clés : Régions humide et semi-aride, facteurs pédoclimatiques, , la biomasse microbienne. sol, céréaliculture,

تتناول الدراسة الحالية التربة المزروعة بالقمح والتربة المزروعة بالشعير والطماطم، ويتألف عملنا من دراسة تباين الكثافة الميكروبية للتربة المزروعة في ظروف شبه قاحلة

الهدف من دراستنا هو تقييم وتحديد الكتلة الحيوية الميكروبية للتربة المزروعة وفقاً للتغير الموسمي (الشتاء ، الربيع) وتحت محاصيل مختلفة (القمح والشعير والطماطم) وهكذا تمت دراسة النظم الثقافية ، ممثلة لمناطق تيارت (سبعين) فحص الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطبقة السطحية (0-30 سم) من التربة الثلاثة يدل على أن نسيج هذه التربة هو الطين الغريني ، إن محتوى الحجر الجيري يكون بشكل معتدل ، ودرجة الحموضة في التربة لدينا عبارة عن قلوية ، ومحتواها منخفض في المادة العضوية ، وتعتبر التربة غير مملحة أو خفيفة ملوحة نظراً لأنها أقل من >0.6 مللي ثانية / سم

يظهر تعداد المجموعات الميكروبية المختلفة تبايناً للكتلة الحيوية الميكروبية وفقاً للخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. كما أظهر تأثير التغيرات الموسمية تطوراً كبيراً في عدد الميكروبات حيث يمكن أن يكون تنوع النباتات له تأثير على توزيع وثرء التربة بالكائنات الحية الدقيقة

تكشف هذه النتائج عن هيمنة النباتات الدقيقة البكتيرية ، تليها الفطريات الخيطية وأخيراً الفطريات ، وتكون التربة التي تزرع بالطماطم فيما يتعلق بثرء الكائنات الحية الدقيقة مقارنة بالتربة التي يزرعها القمح و الشعير (الحبوب).

كلمات مفتاحية :

الكتلة الحيوية الميكروبية، المنطقة الجذرية للتربة، التغيرات الموسمية، ميكروبات التربة. النظم الثقافية.