

UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire

Master Académique

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection de la Ressource Sol -Eau et Environnement

Présenté par : BENALI Halima

ABDELJAOUAD Samar Kaoutar

Thème

**Effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le
compartiment microbien du sol dans la région de Ouargla**

Soutenu publiquement le :
.../06/2021

Devant le jury :

Mme. OUSTANI Mabrouka

M.KHEMGANI Mohamed Abdelmalek

M.KARABI Mokhtar

M.IDDER Abdelhak

Présidente

Encadreur

Co-encadreur

Examineur

M.C.B

M.C.B

M.C.A

M.C.B

UKM OUARGLA

UKM OUARGLA

UKM OUARGLA

UKM OUARGLA

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

*Je tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage et la patience remercie
pour terminer ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à notre
encadreur **M. KHEMGANI Mohamed Abdelmalek**, Maitre de conférences
« B » quia accepté de nous encadrer, de diriger ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre Co-promoteur: **M.
KARABI Mokhtar**, Maitre de conférences « A » pour sa contribution concrète,
son aide très précieuse et ses conseils afin de terminer ce travail.*

***Mme. OUSTANI Mabrouka**, Maitre de conférences « B » à l'université
d'Ouargla qui nous a fait l'honneur de présider ce jury*

***M.IDDER Abdelhak**, Maitre de conférences « B » qui nous a fait le
grand honneur d'accepter de faire partie du jury*

*Nous remercions tous les enseignants qui ont contribué à notre formation
universitaire.*

*Nos sincères remerciements vont également à toute l'équipe du service
du laboratoire de pédologie et microbiologie du la faculté Sciences de la Nature et
de la Vie, pour leur précieuse aide et collaboration.*

*Enfin, un grand merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce modeste travail.*

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos amis.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À ceux qui brûlent pour éclairer mon chemin

À ceux qui ne peuvent pas parler de leurs vertus.

Pour celui qui a donné et sacrifié, et

*Sa patience, son acuité et sa détermination ont été une lumière
éclatante sur le chemin de ma vie ; mon cher père Djemoui.*

*À qui je me suis envoyé la patience, l'optimisme et l'espoir d'avancer
pour réaliser les rêves ; ma chère mère Regia.*

À mes chères sœurs Leïla et Aïcha.

À tous mes chers frères Messaoud, Ismail, Hamza, Moussa, Hocine.

À mes proches amis surtout Bouchra, Hanane.

Comme je le dédie très chaleureusement à mon binôme et ma sœur ;

Samar Kaoutar.

À tous mes enseignants du primaire jusqu'à l'université.

Et à toute la famille de Benali.

Halima.

Dédicaces

*Je rends grâce à Dieu et dédie ce modeste travail à tous ce qui sont
proches spécialement ;*

*À l'être la plus chère dans l'univers, ma source de tendresse, la femme la
plus patiente qui a éclairé mon chemin et qui m'a encouragé et
soutenue ; ma mère **Sonia**.*

*A la personne qui m'a offert tout ce que j'ai besoin tout au long de mes
études ; mon cher père **Mabrouk**,*

*À mes chers frères **M.Aimen** et **M.Yacine**.*

*À mes sœurs **Aya** et **Maria**.*

*À toute la famille **Abdeldjaouad***

*À mes proches amies **Bouchra**, **Khairia**, **Rayane**, **Haifa** et **Yasmine**.*

Comme je le dédie très chaleureusement à mon binôme et ma sœur ;

Halima

À tous mes enseignants du primaire jusqu'à l'université.

Samar Kaoutar.

Table des matières

| | |
|------------------------------|---|
| Remerciements | |
| Dédicaces..... | |
| Table des matières | |
| Liste des abréviations | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures..... | |
| Liste des photos | |
| Liste des annexes | |
| Introduction | 1 |

Partie I. Synthèse bibliographique

Chapitre I. Contexte de l'étude

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Les eaux..... | 5 |
| I.1. L'irrigation dans la région d'Ouargla | 5 |
| I.2. Eau d'irrigation | 5 |
| I.3. Différentes nappes d'eaux utilisées en irrigation dans la région de Ouargla | 6 |
| I.3.2. Nappe du complexe terminal | 6 |
| I.3.4. Nappes utiles dans la région d'Ouargla..... | 7 |
| I.4. Qualité des eaux du complexe terminale (CT)..... | 7 |
| I.4.1. Conductivité électrique | 7 |
| I.4.2. pH..... | 7 |
| I.4.3. Faciès chimique..... | 7 |
| I.5. Systèmes d'irrigation utilisés dans la région d'Ouargla..... | 8 |
| 1.5.1. Irrigation au goutte à goutte | 8 |
| 1.5.2. Irrigation par aspersion (pivot) | 8 |
| 1.5.3. Technique d'arrosage | 9 |
| 1.5.3.1 Irrigation de surface..... | 9 |
| 1.5.3.2. Irrigation par aspersion..... | 9 |
| II. Sol | 9 |
| II.1. Caractéristiques des sols sableux | 10 |
| II.1.1. Caractéristiques physiques de sol | 10 |
| II.1.1.1. Texture | 10 |

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| II.1.1.2. Structure | 11 |
| II.1.1.3. Porosité | 11 |
| II.1.1.4. Humidité de sol | 12 |
| II.1.2. Propriétés chimiques du sol | 12 |
| II.1.2.1. Salinité | 12 |
| II.1.2.2. Salinisation..... | 12 |
| II.1.3. Les microorganismes du sol | 12 |
| III. Culture de luzerne dans la région de Ouargla..... | 14 |
| III.1. Classification botanique | 15 |

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

| | |
|------------------------------------------------|----|
| I.1. Présentation de la région d'étude | 19 |
| I.1.1. Situation géographique..... | 19 |
| I.1.2. Contexte climatique..... | 20 |
| I.2.1. Température | 20 |
| I.2.2. Précipitations | 21 |
| I.2.3. Vents | 21 |
| I.2.4. Humidité relative..... | 21 |
| I.2.5. Evaporation | 21 |
| I.2.6. Insolation..... | 21 |
| I.3. Contexte Géologique..... | 22 |
| I.4. Géomorphologie..... | 22 |
| I.5. Contexte Hydrogéologique | 23 |
| I.6. Contexte hydrologique | 24 |
| I.7. Contexte pédologique..... | 25 |
| I.2. Matériel et méthodes d'étude | 25 |
| I.2.1. Objectif du travail..... | 25 |
| I.2.2. Choix de la station d'étude..... | 25 |
| I.2.3. Présentation de la station d'étude..... | 25 |
| I.2.4. Matériel et appareils utilisés..... | 26 |
| I.2.4.1. Matériel végétal..... | 26 |
| I.2.4.2. Matériel utilisé sur terrain..... | 26 |
| I.2.4.3. Matériel de laboratoire | 27 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| I.3.Méthodologie du travail | 28 |
| I.3.1.Approche méthodologie | 28 |
| I.3.2.Dispositif expérimental | 29 |
| I.3.2.1. Les pots | 29 |
| I.3.2.2. Culture..... | 29 |
| I.3.2.3. Mise en culture | 29 |
| I.3.2.4. Calculs des doses de semis..... | 30 |
| I.3.2.5. Calculs de la dose de fertilisation minérale..... | 30 |
| I.3.2.6. Irrigation..... | 31 |
| I.3.3. Echantillonnage..... | 31 |
| I.3.4. Techniques d'analyses..... | 33 |
| I.3.4.1.Eaux..... | 33 |
| I.3.4.2.Sol | 34 |
| I.3.4.3. Analyses microbiologiques | 36 |
| I.3.4.3.1. Technique de dénombrement | 36 |
| I.3.4.3.2. Préparation des suspensions dilutions | 36 |
| I.3.4.3.3.Ensemencement..... | 38 |
| I.3.4.3.4 Caractéristiques morphologiques | 38 |
| Observation macroscopique | 38 |
| Préparation des lames | 39 |
| Technique de Coloration Gram | 40 |
| Chapitre II. Résultats et discussion | |
| II.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau..... | 42 |
| II.2.Caractéristiques physiques et physico-chimiques du sol..... | 43 |
| II.3.Caractéristiques microbiologiques du sol | 48 |
| II.3.1. La densité microbienne dans les sols étudiés..... | 48 |
| II.3.2. Caractères morphologiques | 48 |
| II.3.3.Discussion des analyses microbiologiques | 49 |
| II.4. Effet de deux types d'eau sur la culture de luzerne | 52 |
| Conclusion..... | 54 |
| Références bibliographiques..... | 56 |
| Annexes | 64 |

Liste des abréviations

A : Argile.

L.F : Limon Fin.

L.G : Limon Grossier.

S.F : Sable Fin.

S.G : Sable Grossier.

CO : Carbone Organique.

MO : Matière Organique.

CE : Conductivité Electrique.

CT : Complexe terminale.

CI : Continental intercalaire.

T1 : Avec engrais irriguée par de l'eau du forage Miopliocène.

T2 : Sans engrais irriguée par de l'eau du forage Miopliocène.

T'1 : Avec engrais irriguée par de l'eau d'élevage du poisson.

T'2 : Sans engrais irriguée par l'eau d'élevage du poisson.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

ONA : Office National de L'assainissement.

H : Humidité.

dS/m: déci-Siemences /mètre.

ms/cm : milli-siemences/centimètre.

C.R : Capacité de rétention.

SAU : Surface Agricole Utile.

L : Limon.

Ph : Poids humide.

Ps : Poids sec.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

O.N.M : Office Nationale de Météorologie.

I.T.A.S : Institut Technologique de l'Agriculture Saharienne.

UFC.g.s.s⁻¹ : Unité Format Colonie par gramme de sol sec.

Liste des tableaux

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1. Classification botanique de la luzerne | 15 |
| Tableau 2. Données climatiques de la région d'Ouargla (2009-2018)..... | 20 |
| Tableau 3. Matériels et appareils de labo | 27 |
| Tableau 4. Résultats physico-chimiques de l'eau du forage Miopliocène | 42 |
| Tableau 5. Résultats physico-chimiques de l'eau d'élevage du poisson..... | 42 |
| Tableau 6. Résultats des analyses physiques et physico-chimiques des sols | 43 |
| Tableau 7. Résultats du dénombrement de la densité bactérienne du sol avant et après irrigation | 48 |
| Tableau 8. Caractères morphologique des bactéries | 48 |

Liste des figures

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1. Triangle textural..... | 11 |
| Figure 2. Bactérie du sol (source : MBL, 2013)..... | 14 |
| Figure 3. Morphologie de la luzerne (<i>Medicagosativa L.</i>) (CHILDERS, 2008)..... | 16 |
| Figure 4. Position géographique de la région d'Ouargla (ONA, 2009). | 19 |
| Figure 5. Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth 2019)..... | 26 |
| Figure 6. Approche méthodologique. | 28 |
| Figure 7. Dispositif expérimental | 29 |
| Figure 8. Méthode de préparation des suspensions dilutions | 37 |
| Figure 9. Comparaison entre la valeur du pH de sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin. | 45 |
| Figure 10. Comparaison entre la valeur du pH de sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin. | 45 |
| Figure 11: Comparaison entre la valeur de la CE du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin. | 46 |
| Figure 12. Comparaison entre la valeur de la CE du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin. | 46 |
| Figure 13. Comparaison entre la valeur de MO (%) du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle de sol témoin. | 47 |
| Figure 14. Comparaison entre la valeur de MO (%) du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin. | 47 |
| Figure 15: Représentation graphique de la densité bactérienne du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin en UFC.g.s.s ⁻¹ | 50 |
| Figure 16. Représentation graphique de la densité bactérienne du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin en UFC.g.s.s ⁻¹ | 50 |

Liste des photos

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photo 1. Prélèvement de l'eau d'élevage du poisson | 32 |
| Photo 2. Prélèvement de l'eau du forage Miopliocène..... | 32 |
| Photo 3. Stérilisation avant prélèvement | 33 |
| Photo 4. Prélèvement d'échantillons pour l'analyse microbiologie..... | 33 |
| Photo 5. Multiparamètre | 33 |
| Photo 6. Conductivimètre | 35 |
| Photo 7: Dosage de la matière organique | 36 |
| Photo 8.Préparation des suspensions dilutions | 37 |
| Photo 9. Ensemencement des boites pétri | 38 |
| Photo 10. Microphotographie observée au microscope optique présentant des..... | 51 |

Liste des annexes

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annexe 1 : Le pH représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 2/5(LE CLECH, 2000)..... | 64 |
| Annexe 2 : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5..... | 64 |
| Annexe 3: Matière organique (I.T.A. 1975) | 64 |
| Annexe 4 :L'échelle de l'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation proposée par (Durand 1958 in DAOUD et HALITIM, 1994) pour l'Algérie..... | 65 |
| Annexe 5. Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation (Bulletin FAO n° 29 ; 1976) | 66 |

Introduction

La gestion de l'irrigation des cultures en zones arides et semi-arides est un facteur limitant pour le développement et la croissance des cultures.

En effet, malgré la disponibilité de l'eau d'irrigation dans ces de région, la qualité de l'eau constitue une contrainte pour les cultures et les sols et leur fertilité.

Selon **AYERS et WESTCOT, (1976)**, l'effet de la qualité des eaux d'irrigation sur la culture est une préoccupation des agronomes et des économistes chargés de la mise en valeur des territoires des zones arides et semi-arides (**LEKOUARA, 1997**).

Dans leurs travaux, **LEKOUARA (1997)** et **KHANCHOUCHE, (1998)**. *In* **BECHNAB et BEN ACHOURA (2015)**, ont montré que ceci a fait que dans certains cas l'irrigation n'a pas été ce complément nécessaire à l'amélioration de la production et on a pu constater bien au contraire, des baisses de rendements des cultures et parfois même la stérilisation progressive des sols voir des problèmes sanitaires (**BOUAROUDJ, 2010**).

Tout cela à cause du manque de contrôle et le défaut de prendre des critères appropriés pour chaque plante (**LEKOUARA, 1997**).

L'eau d'irrigation, qu'elle provient de rivières ou de sources ou qu'elle soit pompée dans les nappes, n'est jamais pure. Elle contient des sels dissous qui suivant leur concentration, peuvent affecter les sols et les cultures (**KADI, 1997**).

Le présent travail vise à étudier l'effet de deux types d'eau d'irrigation : l'eau la nappe du Miopliocène et l'eau d'élevage de poisson, sur la microbiologie d'un sol cultivé en luzerne.

La composition chimique d'une eau doit donc être examinée en fonction de son impact sur les terres et les plantes (**LEKOUARA, 1997**).

Dans la région d'étude, il y a une possibilité utilisation de l'eau en irrigation des cultures, mais l'agriculteur reste dans une position ambiguë aux résultats futurs du fait de l'utilisation des différentes qualités d'eaux en irrigation sans le moindre contrôle. Pour se prémunir de ces risques, le législateur, selon le principe de précaution, décrété des normes de la qualité pour toute sorte d'eau destinée à des fin d'irrigation.

L'activité biologique reste une composante essentielle de la fertilité du sol. Elle y intervient 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.

La microbiologie des sols a pour but l'étude des micro-organismes proliférant dans le sol en utilisant un groupe de techniques qui visent à estimer quantitativement et qualitativement les micro-organismes à les isoler et à étudier leurs activités (**POCHON et TCHAN, 1948**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui a pour objectif d'étudier l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur la biomasse microbienne du sol.

Ainsi, le présent document est structuré comme suit :

- Une première partie qui est une synthèse bibliographique sur l'eau d'irrigation, le sol, la culture de luzerne et la microbiologie du sol.
- Une deuxième partie composée de deux chapitres:
 - Un premier chapitre dans lequel on parle de la partie expérimentale de notre travail, y compris les analyses effectuées sur l'eau et le sol.
 - Un deuxième chapitre qui comporte les résultats et discussion qui concerne l'influence de deux types d'eaux sur le sol et la plante et les observations générales sur les caractéristiques physiques et physico-chimiques, caractéristiques microbiologies du sol.

Partie I.

Synthèse

bibliographique

Chapitre I. Contexte de l'étude

I. Les eaux

I.1. L'irrigation dans la région d'Ouargla

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides (**EL-ASSLOUJ et al., 2007**).

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation. (**MESSAHEL et al., 2003**).

Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU) (**MESSAHEL et al., 2003**).

La technique d'irrigation la plus utilisée dans la zone d'étude est la submersion. L'irrigation par inondation ou submersion consiste, comme son nom l'indique, à recouvrir la parcelle par de l'eau.

I.2. Eau d'irrigation

Les eaux d'irrigation, par leur composition peuvent avoir une influence sur le sol (**COUTINET, 1965**). *In* **BENAISSA, 2017** De ce fait, une analyse de leur qualité physico-chimique s'avère nécessaire pour la détermination de la part de leur influence sur les sols. L'évaluation de la qualité de l'eau d'irrigation nécessite l'utilisation d'une grille de qualité à laquelle on doit se référer pour juger si une eau convient ou non à l'irrigation. Pour ce faire, nous avons opté pour les normes proposées par la **FAO (1976)** pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation.

I.3. Différentes nappes d'eaux utilisées en irrigation dans la région de Ouargla**I.3.1. Nappe phréatique**

Elle est dite aussi nappe libre, cette nappe est contenue dans les sables alluviaux de la vallée. Sa profondeur varie en fonction des points et des saisons (ONA, 2003. In YOUSFI, 2011).

On désigne sous le nom de nappe phréatique les aquifères superficiels dont la profondeur n'excède pas les 50 mètre. Ces nappes sont partout présentes au Sahara dans la dépression dans les vallées. (TESCO-VISITER, 1986, In HAFOUDA, 2005).

I.3.2. Nappe du complexe terminal

La nappe du complexe terminale (CT) localisée dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350.000 Km² avec une profondeur oscillant entre 100 et 500 m. Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères, qui sont appelés nappes des sables et nappe des calcaires. La nappe du complexe terminale est en charge sous les formations argileuses du Miopliocène dans la partie Nord et libre dans la partie Sud.

L'écoulement général se fait vers les chotts et vers le golfe de Gabes. Les eaux de cet aquifère se caractérisent par une température peu élevée, l'eau est moins chargée en sels sur les bordures et relativement plus chargée au centre (plus de 5g/l) (KHADRAOUI, 2011).

I.3.3. Nappe du continental intercalaire

La nappe du continental intercalaire occupe l'intervalle stratigraphie compris entre la base du Trias et le sommet de l'albien. Ce réservoir a un volume considérable du à la fois à son extension sur tout le Sahara Septentrional (600.000 Km²) et à son épaisseur, qui peut atteindre 1000 mètres au Nord-ouest du Sahara (KHADRAOUI, 2011).

La nappe du continental intercalaire est un réservoir à eau douce ; la plus grande partie de l'eau de cette ressource a été remplie pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Les eaux du continentale Intercalaire sont caractérisées par : une température qui dépasse les 60°C sauf aux endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol et une minéralisation de l'eau qui oscille entre 1 et 2g/l de résidu sec. L'alimentation de la nappe est relativement à la périphérie du réservoir, tout au long et à l'extrémité des Oueds, qui descendent des montes de l'atlas saharien (KHADRAOUI, 2011).

I.3.4. Nappes utiles dans la région d'Ouargla

Trois aquifères utiles existent dans le sous-sol de la région d'Ouargla, du bas en haut nous avons :

- ◆ Les grès et les argiles sableuses du CI, c'est la nappe dite "Albienne".
- ◆ Les calcaires de la nappe du Sénonien-Eocène carbonatés.
- ◆ L'ensemble détritique (sables et argiles) des formations continentales de la nappe du Miopliocène.

Les eaux des nappes précédentes sont la principale source d'irrigation dans la région d'étude.

I.4. Qualité des eaux du complexe terminale (CT)

L'aquifère du complexe terminal constitué de deux nappes ; la nappe du calcaire d'âge Sénonien carbonatée et la nappe du sable d'âge Miopliocène, elle est la plus exploitée dans la région de Ouargla. Elle est caractérisée par des eaux fortement minéralisées et une salinité excessive. (KHARROUBI M, 2019).

I.4.1. Conductivité électrique

Les eaux de la nappe du Miopliocène, leurs conductivités électriques, à Ouargla, varient de 300 à 650 mS/cm. Les eaux de la nappe sénonienne sont moins chargées, leur conductivité ne dépasse pas 300 mS/cm au niveau de la cuvette. (IDDER T, 2014).

I.4.2. pH

Les valeurs du pH des eaux des forages captant le niveau Moipliocène varient entre 7,26 et 8,12 (BOUCHEMAL, 2011).

I.4.3. Faciès chimique

Selon le sens de l'écoulement des eaux, trois faciès chimiques sont rencontrés : chloruré et sulfaté calcique et magnésien ; - tendance vers le faciès chloruré sodique et potassique ; - sulfaté calcique. Les cations dominants qui sont le calcium et le magnésium changent avec le sens de l'écoulement pour devenir le sodium et le potassium. Les anions dominants sont les

chlorures Cl^- \rightarrow SO_4^{2-} \rightarrow HCO_3^- , avec l'écoulement deviennent : SO_4^{2-} \rightarrow Cl^- \rightarrow HCO_3^- (SO_4^{2-} $>$ 50%). (TABOUCHE, 2004).

I.5. Systèmes d'irrigation utilisés dans la région d'Ouargla

Il existe différents types de techniques d'irrigation qui diffèrent en fonction de la distribution sur le terrain de l'eau obtenue à partir de la source. En général, l'objectif est de fournir de l'eau à l'ensemble du terrain de manière uniforme, de sorte que chaque plante ait le volume d'eau dont elle a besoin, ni trop, ni trop peu, donc dans notre étude nous avons étudié deux systèmes d'irrigation qui sont : le goutte-à-goutte et le pivot.

1.5.1. Irrigation au goutte à goutte

L'irrigation au goutte à goutte convient surtout aux cultures en lignes et à l'arboriculture. On peut utiliser un ou plusieurs goutteurs pour assurer une irrigation adéquate. Dans les régions où l'eau est rare, l'irrigation goutte-à-goutte est le moyen le plus efficace pour conserver l'eau pour l'irrigation. Elle apporte l'eau directement à la plante par le biais d'un tuyau en plastique, empêchant de ce fait des pertes dues à l'évaporation ou au ruissellement. L'efficacité du système goutte à goutte est de 90% à 95% contre 40 à 50% pour l'irrigation gravitaire et 70% à 80% pour l'aspersion parce que il s'adapte presque à tous les types de sol. En sols argileux le débit des goutteurs doit être faible pour éviter la stagnation de l'eau ou bien l'écoulement par ruissellement. Dans le cas de sols sableux, les goutteurs doivent avoir un débit fort pour que l'infiltration latérale des eaux soit suffisante (SONOU, 2010).

1.5.2. Irrigation par aspersion (pivot)

D'après CHOSSAT (2007) montre que L'irrigation par pivot est un système d'irrigation qui reproduit le phénomène naturel de la pluie, en maîtrisant l'intensité et la hauteur de la précipitation; cette technique nécessite des conditions de pression moyenne à forte. La technique d'irrigation par pivot est la meilleure pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort, sans pour autant ignorer qu'elle s'adapte parfaitement à la plupart des types de sol. La pluviométrie moyenne des asperseurs doit être inférieure au taux d'infiltration permanent du sol pour éviter le ruissellement des eaux en surface.

1.5.3. Technique d'arrosage

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois (02) classes, soit :

1.5.3.1 Irrigation de surface

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité). En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte (**TIERCLIN, 1998**).

1.5.3.2. Irrigation par aspersion

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression. Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer. Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux (**TIERCLIN, 1998**).

II. Sol

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (**GLOSSARY, 1965.**) *In* **LEGROS, 2007**.

Qui est dénommée couverture pédologique, est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs génétiques :

- La roche-mère sur laquelle s'est développé;

- Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (DUCHAUFOR, 1984) .In BOULAIN, 1989.

Les conceptions modernes relatives à la formation des sols tiennent de plus en plus compte du rôle des organismes vivants dans cette genèse (LUCIE, 2009).

II.1. Caractéristiques des sols sableux

Le sol comporte trois phases : une phase solide (qui est minérale et organique), une phase liquide ou solution du sol (qui correspond à l'eau et aux éléments dissous), et une phase gazeuse (composé principalement de l'oxygène, de méthane, de d'oxyde de carbone).

Le sol est d'abord caractérisé par une texture et une structure qui va fortement conditionner ses propriétés physiques et chimique, notamment celle liées à l'eau.

II.1.1. Caractéristiques physiques de sol

II.1.1.1. Texture

La texture du sol est caractérisée par la taille et la distribution des particules. La composition granulométrique du sol permet de déterminer sa texture. La composition s'exprime en pourcentage des trois principales fractions minérales inférieure à 2 mm de diamètre.

La texture du sol est une propriété constante dans le temps et peu variable spatialement (BAIZE et JABIOL, 1995).

Certains spécialistes, notamment agronomes et pédologues, savent déterminer approximativement, après humidification, si le sol est plutôt argileux, limoneux ou sableux. En effet, l'argile colle aux doigts au toucher, le limon est doux et le sable rugueux.

Pour déterminer plus finement la texture on évalue au laboratoire pour un échantillon de sol la teneur en sable, en argile et limon. En suite on utilise un diagramme qui permet de déterminer la classe texturale du sol. (Figure 1).

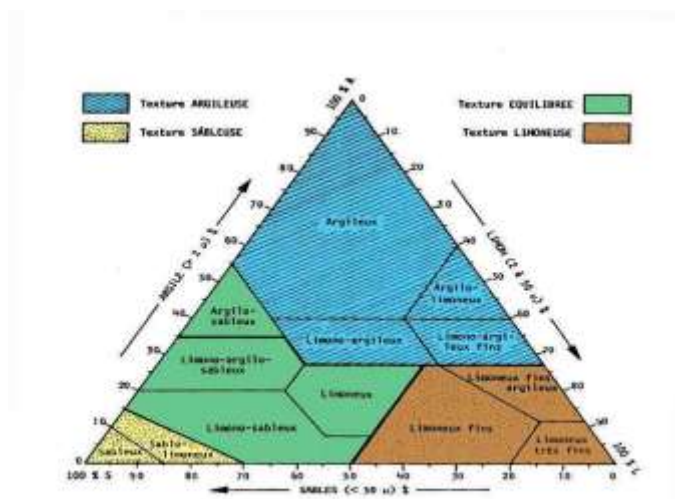


Figure 1. Triangle textural.

La texture joue un rôle essentiel dans la rétention de l'eau du sol et des échanges avec les racines des plantes.

II.1.1.2. Structure

La structure du sol est déterminée par l'organisation des agrégats des éléments minéraux et organiques, qui donnent lieu à la matrice poreuse du sol, au sein de laquelle ont lieu les écoulements d'eau (CARRILLO-AVILA, 1995). In TERCHI (2014).

La structure résulte de processus biologiques, chimiques et physiques, est donc une propriété variable temporellement et spatialement, et peut changer avec la teneur en eau ou d'autres paramètres (OADES, 1993) In TERCHI, (2014). Parmi les agrégats du sol, on peut distinguer les particules primaires libres (sable, limon ou argile), les micro-agrégats (diamètre < 250 μm) et les macro-agrégats (diamètre > 250 μm).

Le mode d'assemblage des constituants du sol à un moment donné résulte une structure qui influe sur la fertilité du sol, elle peut conditionner la circulation de l'air et l'eau et l'enracinement dans les vides (porosité) qu'elle délimite.

II.1.1.3. Porosité

La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "capacité au champ" ou capacité de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Près de la surface, le sol n'est pas saturé,

les espaces vides contiennent de l'eau et de l'air; l'eau est soumise aux forces de gravité et de capillarité. A partir d'une certaine profondeur, la teneur en eau n'augmente plus et le sol est saturé, tous les pores du sol sont remplis d'eau : cette zone saturée forme une nappe ; les forces de gravité sont prédominantes; son rôle est cependant essentiel puisque c'est l'eau qu'utilisent les racines des plantes (**TERCHI, 2014**).

II.1.1.4.Humidité de sol

La teneur en eau du sol en place estimée par la différence de poids après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

La connaissance exacte de l'humidité est nécessaire pour l'évaluation des ressources en eau et pour effectuer des bilans hydriques. (**JACKSON, 1986; SEYFRIED et WILCOX, 1995; QUI et al., 2001**). *In* **BOUAROUA et CHAARANI, 2020**. En plus, la détermination rapide de ce paramètre n'est d'une grande importance dans la modélisation du phénomène du drainage. (**BEVEN et KIRBY, 1979; RAO et al., 1990.In MERZOUKI., 2008**).

II.1.2. Propriétés chimiques du sol

II.1.2.1Salinité

D'après **COUTURE (2006)**, Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium (Ca^{2+}), de magnésium (Mg^{2+}), de sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-), les sulfates (SO_4^{2-}) et les bicarbonates (HCO_3^-). Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires.

II.1.2.2.Salinisation

La salinisation est un processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol, il s'en suit une diminution des rendements, et à terme, une stérilisation du sol (**MERMOUD ,2006**).

II.1.3. Les microorganismes du sol

Les micro-organismes sont, par définition, des êtres microscopiques, pour la plupart unicellulaires. La majeure partie de ces organismes appartient aux règnes procaryotes

Bactéries et Archaea, mais sont aussi représentés chez les eucaryotes comme les Protozoaires et les Fungi. Les bactéries, les actinobactéries et les champignons représentent l'essentiel de la biomasse microbienne du sol (**LAVELLE ET SPAIN, 2001**). Les virus, bien que non cellulaires, sont également classés parmi les micro-organismes.

Le réseau trophique du sol est fondamentalement la communauté des organismes qui vivent dans le sol. Chaque champ agricole, forêt, prairie ou pâturage possède son propre réseau trophique avec un ensemble unique d'organismes du sol.

Le sol est un milieu oligotrophe, la plupart des microorganismes telluriques (algues, Protozoaires, champignons, bactéries) sont impliqués dans de nombreux processus biogéochimiques. La communauté microbienne tellurique, qui joue un rôle primordial dans les cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et d'autres éléments, exercent également des effets bénéfiques ou délétères sur la croissance et la santé des plantes (**ZINGER, 2009 in KARABI, 2016**).

La diversité microbienne est donc vaste tant du point de vue de la diversité taxonomique que du point de vue des fonctions.

En effet, Les agents de la microflore du sol se divisent en quatre groupes : les bactéries, les champignons, les bactéries filamenteuses ou actinobactéries et les algues.

Bactéries

C'est le groupe le plus nombreux et le plus varié, puisque leur densité peut s'élever de dix millions à un milliard par gramme de sol. Du fait de leur petite taille, leur poids reste inférieur à une tonne par hectare de sol. Ce qui donne aux bactéries une place importante dans le sol, c'est leur extraordinaire variabilité biochimique qui leur permet de transformer toutes les substances du sol et de les faire entrer dans le monde vivant (**BOURGUIGNON et BOURGUIGNON, 2008 In KARABI, 2016**)

Ce sont des procaryotes unicellulaires de formes très diverses. Leur taille peut varier entre 0,3 et 3 ppm. Leur classification était habituellement basée sur des caractères phénotypiques incluant par exemple la morphologie des cellules (bâtonnets, cocci, bacilles...), la structure de la paroi cellulaire (Gram positif, Gram négatif), la présence d'endospores, la mobilité des cellules et la position des flagelles et aussi sur des groupes nutritionnels (hétérotrophes et

autotrophes). Mais c'est la classification en groupe fonctionnel qui est souvent préféré, parce qu'elle donne plus d'informations (**LAVELLE et SPAIN, 2001**).

Cette classification divise les bactéries en 4 groupes selon la source d'énergie utilisée (énergie lumineuse ou des réactions redox) et la nature du donneur d'électron (organique ou minéral) : les photolithotrophes, les photoorganotrophes, les chémolithotrophes et les chémoorganotrophes.

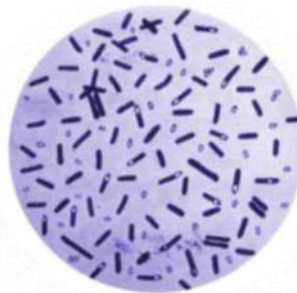


Figure 2. Bactérie du sol (source : MBL, 2013).

III. Culture de luzerne dans la région de Ouargla

Le nom Anglais donné à la luzerne « alfalfa » est d'origine arabe qui signifie « meilleur fourrage ». Les Italiens continuent à l'appeler ainsi. Les Espagnols l'appellent parfois *Mielga* (**DELGADO, 2006**).

La luzerne appartient à la famille des légumineuses, caractérisée par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existante entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire. La luzerne est cultivée pure ou en association avec une graminée, qui est le plus souvent le dactyle (*Dactylis glomerata* L.) (**MAURIES, 1994**), mais se rencontre également en association avec la fétuque élevée, le brome et parfois les ray-grass. Un champ de luzerne se nomme luzernière (**MAZOYER et al, 2002**).

La luzerne est utilisée comme fourrage pour quatre raisons, elle constitue selon (**MARBLE, 1993**):

- Une source d'azote pour d'autres cultures d'assolement.
- Une culture propre à améliorer les sols.

- Une source complète d'éléments nutritifs pour la production de viande et de lait.
- Un aliment de haute qualité pour les chevaux.

La luzerne peut s'adapter à de nombreux types de sol mais elle tolère mal les sols acides (pH inférieur à 5) ou très humides, qui sont plus propices au trèfle violet. Sa préférence va aux sols sains et profonds qui lui permettent de développer son enracinement pivotant. C'est cet enracinement, qui peut descendre jusqu'à 10 m de profondeur, qui lui donne une grande facilité d'adaptation en lui permettant de résister à des conditions extérieures défavorables, notamment la sécheresse. Une grande variabilité génétique lui a également permis de s'imposer dans des milieux très contrastés des plus chauds aux plus froids.

III.1. Classification botanique

La luzerne a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Medicago*, avec comme nom binomial *Medicago sativa* L. Sa classification se trouve dans le tableau 1

Tableau 1. Classification botanique de la luzerne

| | |
|---------------------|----------------------|
| Règne | <i>Plantae</i> |
| Sous-règne | <i>Tracheobionta</i> |
| Division | <i>Magnoliophyta</i> |
| Classe | <i>Magnoliopsida</i> |
| Sous-classe | <i>Rosidae</i> |
| Ordre | <i>Fabales</i> |
| Famille | <i>Fabaceae</i> |
| Sous-famille | <i>Faboideae</i> |
| Tribu | <i>Trifolieae</i> |
| Genre | <i>Medicago</i> |

Morphologie de la luzerne : (CHILDERS, 2008) présente *Medicagosativa* L, avec les différents organes de la plante depuis la graine, la fleur, la fleur épanouie, la fleur ouverte, le pétale, l'inflorescence en stade fructification, la gousse, la graine, et la coupe longitudinale d'une graine.



Figure 3. Morphologie de la luzerne (*Medicago sativa* L). (CHILDERS, 2008).

1-Fleur. 2-Fleur épanouie.

3-Fleur ouverte. 4 et 5 : Un pétale.

6-Une inflorescence en stade fructification. 7-Une gousse.

8- Une graine. 9- Coupe longitudinale d'une graine

Partie II.

Partie expérimentale

Chapitre I. Matériel et méthodes

I.1. Présentation de la région d'étude

I.1.1. Situation géographique

Notre région d'étude est située dans la wilaya d'Ouargla. Elle s'étend sur une superficie de 163 238 km², et limitée au Nord-est par la wilaya d'El Oued, Nord-ouest par la wilaya de Ghardaïa, au Sud-est par la wilaya d'Ilizi. Ses coordonnées géographiques sont: Les longitudes 5°25' Est et les latitudes 31°55' et 32°00' (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).



Figure 4. Position géographique de la région d'Ouargla (ONA, 2009).

I.1.2.Contexte climatique

Tableau 2. Données climatiques de la région d'Ouargla (2009-2018).

| | T° Min (°C) | T° Max (°C) | T Moy (°C) | H(C%) | Vents (Km/h) | Précipitations (mm) | Evaporations (mm) | Insolations (h/mois) |
|-----------|-------------------|-------------------|------------------|-------|-----------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Janvier | 5.23 | 19.52 | 12.37 | 55.33 | 8.17 | 7.95 | 97.85 | 248.38 |
| Février | 6.96 | 21.19 | 14.08 | 47.96 | 9.20 | 3.69 | 120.69 | 237.43 |
| Mars | 10.68 | 25.67 | 18.17 | 42.26 | 9.74 | 5.08 | 180.62 | 266.82 |
| Avril | 15.35 | 30.76 | 23.06 | 36.21 | 10.26 | 1.48 | 231.34 | 285.33 |
| Mai | 19.99 | 35.34 | 27.67 | 30.69 | 10.56 | 2.07 | 302.61 | 316.25 |
| Juin | 24.81 | 40.42 | 32.61 | 26.97 | 9.96 | 0.77 | 366.88 | 229.30 |
| Juillet | 28.14 | 44.04 | 36.09 | 22.94 | 8.92 | 0.35 | 447.18 | 317.54 |
| Aout | 27.26 | 42.42 | 34.84 | 26.79 | 8.95 | 0.38 | 388.00 | 341.44 |
| Septembre | 23.54 | 38.14 | 30.84 | 35.68 | 9.14 | 4.85 | 266.76 | 268.06 |
| Octobre | 17.15 | 31.83 | 24.49 | 41.47 | 7.87 | 3.81 | 207.76 | 270.72 |
| Novembre | 10.45 | 24.59 | 17.52 | 51.21 | 7.26 | 2.67 | 124.50 | 248.21 |
| Décembre | 5.87 | 19.83 | 12.85 | 58.09 | 6.93 | 3.74 | 86.17 | 238.98 |
| Moyenne | 16.29 | 31.15 | 23.72 | 39.63 | 8.91 | 3.08 | 235.02 | 272.37 |
| Annuelle | | | | | | | | |

Source : (O.N.M Ouargla, 2019).

- **T° Moy** : Température moyenne.
- **T° Max** : Température maximale.
- **T° Min**: Température minimale.

I.2.1.Température

A Ouargla, les températures sont en moyennes très élevées, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne de 36,09 °C et le mois le plus froid est le mois de

janvier avec 12, 37°C. La température moyenne maximale est de 31,15°C et la température moyenne minimale atteindra 16,29°C (**Tableau 1**).

I.2.2. Précipitations

Les précipitations dans la région d'Ouargla sont rares et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Leurs répartitions sont marquées par une période de sécheresse étalée sur toute

L'année. Les précipitations moyennes annuelles sont de 3,08mm/an. Janvier est le mois le plus pluvieux 7,95 mm, et Juillet est le mois le plus sec 0,35 mm.

I.2.3. Vents

Ouargla est, en général, caractérisée par des vents fréquents et soufflent durant toute l'année, avec des vitesses qui varient d'un mois à un d'autre. La vitesse moyenne est de 8,91 m/s, la direction des vents dominants est de nord, nord- est et sud, sud-est.

I.2.4. Humidité relative

L'humidité de l'air est très sèche avec une moyenne annuelle de 39,63%. Elle varie entre

22,94% (Juillet) à 58,09% (Décembre) qui se manifeste par une sécheresse atmosphérique

Pendant toute l'année.

I.2.5. Evaporation

L'évaporation est très importante surtout pendant les mois chauds où on note un maximum de 447,18 mm au mois de juillet et un minimum de 86,17 mm au mois de décembre.

I.2.6. Insolation

La wilaya d'Ouargla est caractérisée par une forte insolation durant la journée où on enregistre une moyenne de 272,37 h/mois. Avec un maximum de 341,44 h au mois d'aout et un minimum de 229,6 h au mois de décembre.

I.3. Contexte Géologique

D'après **BUSSON (1967)**, les affleurements géologiques à Ouargla et ses environs sont le Quaternaire indifférencié (q) et dunes (D), le Pliocène ou Quaternaire ancien (qp), le Miocène ou Pliocène (mp) et plus loin vers le Sud-ouest le Sénonien et Eocène indistinguables

La cuvette de Ouargla est creusée dans un dépôt du continental terminal dans lequel alterne des sables rouges, ayant le même aspect que ceux de la vallée de l'Oued N'Sa, les argiles et parfois des marnes ; le gypse est peu abondant, daté du Pontien. Le dépôt est connu au nom du Miopliocène. Le Pliocène continental constitue l'ossature des Regs, sous forme d'une croûte calcaire locale avec des poudings ou des calcaires lacustres. Vers le fond de la vallée d'Ouargla, il y a une succession de formations de plus en plus récentes (**CORNET et GOUSCOV, 1952 In DADDI BOUHOUN, 2010**) :

1. Des alluvions, Regs et terrasses qui datent du Quaternaire continental.
2. Des dunes récentes au Nord-Est et au Sud-Est près du lit d'Oued Mya et du grand Erg oriental, formées à l'Holocène (**COUDE-GAUSSEN, 1991**).
3. Alluvions actuels, ils occupent le fond de la cuvette d'Ouargla et composés de chotts, sebkhas, limons et croûtes gypso-salines.

Les Chotts et sebkhas de la dépression de l'Oued Mya font partie d'un bassin salifère fermé continental Plio-Quaternaire. Ils proviennent du lessivage des dépôts salifères antérieurs, s'effectuant sous un climat aride à semi-aride, et cela jusqu'à l'époque actuelle (**MERABET et POPOV, 1972**).

I.4. Géomorphologie

Ouargla s'étend sur une soixantaine de kilomètres sur le lit de l'oued Mya. Ce dernier draine tout le versant Nord-est du Tademaït et sa vallée suit une direction Sud-ouest /Nord-est. Les principaux ensembles paysagiques de la cuvette d'Ouargla sont les hamadas, les glacis, les sebkhas et chotts, et les dunes de sable. Le relief d'Ouargla est constitué de roches sédimentaires et des alluvions et colluvions issus de ces dernières (**BUSSON, 1967**).

I.5.Contexte Hydrogéologique

Sur le plan hydrogéologique, A Ouargla, il existe trois ensembles d'aquifères de plus en plus profonds: Nappe phréatique, Complexe Terminal (CT) et Continental Intercalaire (CI) ou « Albien ».

- Nappe phréatique

Aux deux grandes aquifères citées ci-dessus, vient s'ajouter une nappe phréatique superficielle, contenue dans les sables quaternaires. Elle est peu profonde avec une large extension dans les vallées De Ouargla et de Oued Righ **ANRH, (2005)**.

Cette nappe est située à des profondeurs variant de 1 à 3m dans les zones urbaines et de 0,5 à 0,9m dans les zones agricoles et elle affleure dans les Chotts. Le sens de l'écoulement des eaux de la nappe, comme d'ailleurs dans tout le bassin oriental du Bas-Sahara, s'oriente du Sud vers le Nord. (**NEZLI et al., 2007**).

-Nappe du complexe terminal (CT)

Le Complexe Terminal (CT) couvre 350000 km² du bassin oriental du Sahara septentrional. **HAMDI AÏSSA, (2001)**. Il regroupe plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques entre le Turonien et le Miopliocène **CORNET, (1964)**. La salinité de la nappe est très variable, elle peut atteindre 3 dS.m⁻¹ et plus.

Le complexe terminal à Ouargla est composé de nappes Miopliocène et du Sénonien, Plus profondes **GUENDOUIZ et al. (1992)**. L'épaisseur de ces formations géologiques est consécutivement de 87 m et 159 m **KARPOFF, (1952)**.

-Nappe du continental intercalaire(CI)

Le réservoir du Continental Intercalaire (CI) ou Albien est contenu dans les formations continentales du Crétacé inférieur **CORNET et GOUSCOV, (1952)**. *In* **DADDI BOUHOUN, 2010**. Il s'étend sur plus de 600000 Km² avec un volume évalué à 50000 milliards de m³ **PNUD-UNESCO, (1972)**. La nappe devient artésienne et dépasse 1500 m de profondeur au Nord-est, à Oued Righ et aux Ziban (**NESSON, 1978**)

Selon, **DAOUD et HALITIM, (1994)**, les eaux du continental intercalaire sont présente une température de l'ordre de 60°C, une pression de 25 Kg.cm⁻² et un débit moyen de 50 l.s⁻¹ et une salinité moyenne de 2,4 dS.m⁻¹ ou 1,5 g.l⁻¹ (**GUENDOUIZ et al, 1992**).

I.6.Contexte hydrologique

Les grands réseaux hydrographiques de la région d'étude sont Oued M'ya et oued M'zab et Oued N'sa qui draine leur eau vers la cuvette de Ouargla et par conséquence pose des problèmes de la remonté des eaux superficielles. La coupe schématique représente la répartition verticale des eaux souterraines. (**BLANCHARD, 2003**).

-Oued M'Zab

L'oued M'Zab coule d'ouest en est sur environ 320 kilomètres de la région de Botma Rouila à 750 mètres d'altitude jusqu'à la Sebkhia Safioune à 107 mètres située au nord de la cuvette de Ouargla.

La surface du bassin versant est de 5 000 km². Il n'y a pas d'écoulement pérenne. Les crues sont exceptionnelles, les dernières observées datent de 1901, 1951, 1991 et septembre 1994. Le débit mesuré en 1994 a atteint 13,5 m³/seconde. Lors de la crue de 1991, la circulation de la route Frane-El Hadjira a été interrompue, cependant l'eau n'a pas franchi la route vers Hassi Debiche. (**BLANCHARD, 2003**).

-Oued N'sa

Le bassin versant de oued N'sa couvre une superficie de 7 800 km². Il coule selon une direction Ouest-est dans son cours supérieur, en direction Nord- ouest – Sud est dans son cours moyen sur une longueur d'environ 100 kilomètres et de nouveau vers l'est en son cours inférieur pour se déverser dans la sebkhia Safioune. Les crues sont également

- Substratum imperméable
- Aquifère captive profond (albien)
- Aquifère captive (complexe terminal)
- Aquifère captive superficielle (nappe phréatique)
- Fond de Sebkhia Surface piézométrique

Exceptionnelles. La dernière date de 1994, où le débit enregistré a été de 35 m³/seconde. (BLANCHARD, 2003).

I.7.Contexte pédologique

La région d'Ouargla se caractérise par des sols légers, à prédominance sableuse et à structure particulière. Ils sont caractérisés aussi par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une bonne aération et une forte salinité. (HALILAT ,1993).

Distribution des sols de la cuvette d'Ouargla par les travaux de télédétection et de terrain, constituée de cinq pédopaysages suivant d'Ouest en Est, selon la dénomination des sols du référentiel pédologique : le plateau, le glacis, le chott et la sebkha, (HAMDI AISSA et GIRARD, 2000).

I.2. Matériel et méthodes d'étude

I.2.1. Objectif du travail

L'effet le deux types d'eau d'irrigation : L'eau la nappe du Miopliocène et l'eau d'élevage du poisson, sur la microbiologie d'un sol cultivé en luzerne.

I.2.2.Choix de la station d'étude

Le choix de la station d'étude a été fait vu la disponibilité des deux sources d'eau utilisées dans l'expérimentation, à savoir l'eau de la nappe Moipliocène et l'eau des bassins d'élevage de poissons et aussi en raison de la facilité d'accès.

I.2.3.Présentation de la station d'étude

L'exploitation de l'université d'Ouargla fut créée en 1959 par le service colonial pour sa mise en valeur. Elle fut confiée à l'I.T.A.S. en 1979 dans un but pédagogique et scientifique. L'étude a été menée dans l'exploitation agricole de l'université de Ouargla (ex : **I.T.A.S**), située au sud-ouest de la ville d'Ouargla, à six kilomètres environ du centre-ville.

Elle se présente sous forme d'un glacis d'une grande homogénéité topographique. Elle se trouve dans une zone peu élevée, à la bordure d'un chott. Le dénivelé topographique entre le chott et l'exploitation est d'environ deux mètres. Ses coordonnées sont les suivantes (UKMO,

2013).

- ◆ Latitude : 31°,57' Nord.
- ◆ Longitude : 5°,20' Est.
- ◆ Les altitudes sont comprises entre 132.5 et 134.0 m

Le périmètre couvre une superficie de 16 hectares, dont les 8 hectares sont aménagés et répartis en deux secteurs à savoir : secteur A, secteur B. Le réseau de drainage est constitué de drains à ciel ouvert, débouchant sur un collecteur principal.



Figure 5. Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth 2019).

I.2.4. Matériel et appareils utilisés

I.2.4.1. Matériel végétal

Nous avons choisi comme culture pour notre travail la luzerne, qui est une culture fourragère cultivée dans la région d'Ouargla (la variété Alpha).

I.2.4.2. Matériel utilisé sur terrain

-Les pots expérimentaux - La serre - Une pelle- Arrosoir

1.2.4.3. Matériel de laboratoire

Le matériel et les appareils utilisés au laboratoire sont indiqués dans le tableau 3

Tableau 3.Matériels et appareils de labo

| | | | | |
|--------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------|-----------|
| Balance | Agitateur. | pH-mètre | Conductimètre. | Etuve |
| Boîtes de pétri | Anse de platine | Microscope | Lamelle | Lame |
| Coloration de Gram | Pipette Pasture | Bec benzène | Tubes à essais | Autoclave |
| Four pasteur | Pipette grader | Verreries (Becher, pipette, prouvette..). | Réfrigérateur | |

I.3.Méthodologie du travail

I.3.1.Approche méthodologie

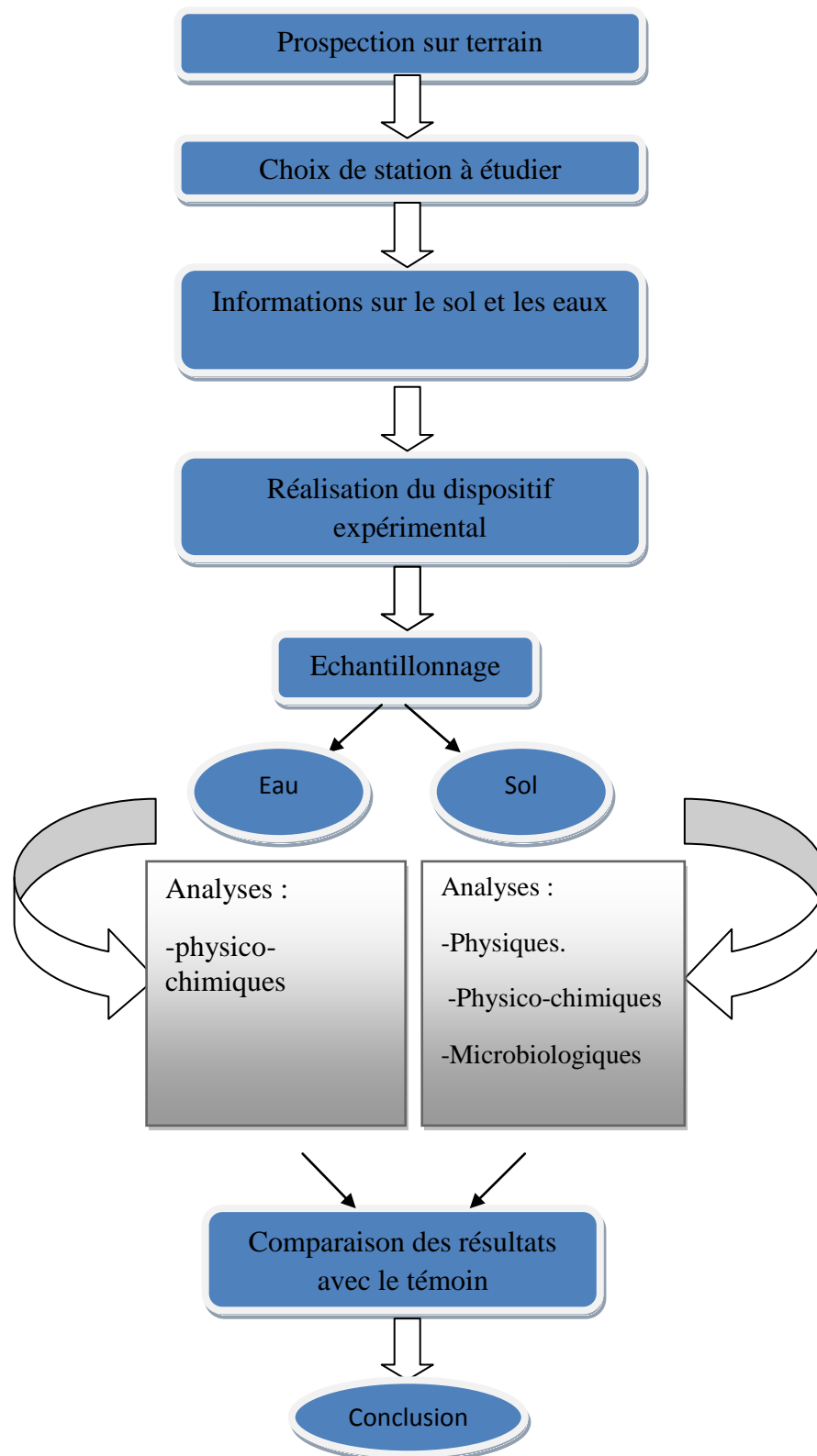


Figure 6. Approche méthodologique.

I.3.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté comporte quatre traitements et trois répétitions, ce qui nous donne au total 12 pots (**Figure 7**) :

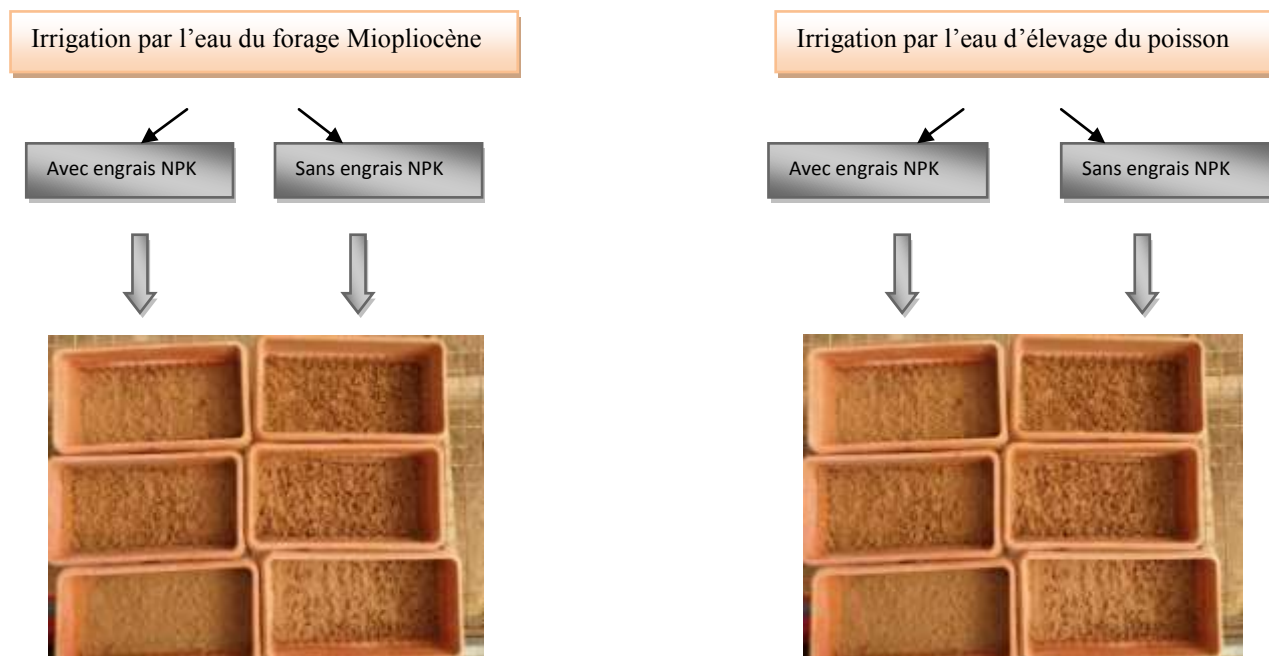


Figure 7. Dispositif expérimental

I.3.2.1. Les pots : Les pots sont caractérisés par:

-Longueur : 31.5 cm.

-Largeur: 16 cm.

-Hauteur : 14,5 cm.

I.3.2.2. Culture

Nous avons choisi la luzerne puisque c'est une culture à cycle court et souvent cultivée dans la station d'étude et même dans la région d'Ouargla.

I.3.2.3. Mise en culture

- Nous avons préparé le sol dans les pots.
- Placement des pots dans la serre d'exploitation d'Ouargla (ITAS).

- Apport de l'engrais NPK dans les pots, mélange avec le sol et pré-irrigation.
- Semis des grains de luzerne dans les pots.
- Irrigation.

I.3.2.4. Calculs des doses de semis

- Dose de semis : 25 à 30 kg/ha avec une profondeur de 2 cm

Calcule la dose de grain de la luzerne :

$$1\text{ha} = 10000\text{m}^2 \longrightarrow 25\text{kg/ha}$$

$$1\text{m}^2 \longrightarrow \text{D1}$$

$$D1 = \frac{25 \times 1}{10000} = 0.0025\text{kg/m}^2 = 2.5\text{g/m}^2$$

Surface superficielle du pot :

$$S : 16 \times 31.5 = 504 \text{ cm}^2$$

$$1\text{m}^2 = 10000\text{cm}^2 \longrightarrow 2.5\text{g/m}^2$$

$$504 \text{ cm}^2 \longrightarrow \text{D2}$$

$$D2 = \frac{2.5 \times 504}{10000} = 0.126\text{g/m}^2.$$

I.3.2.5. Calculs de la dose de fertilisation minérale

Avant labour et au semis : 7qx/ha= 700kg d'engrais NPK 15-15-15.

$$700\text{kg} \longrightarrow 10000\text{m}^2$$

$$70000\text{g} \longrightarrow 10000\text{m}^2$$

$$X \text{ (g)} \longrightarrow 1\text{m}^2$$

$$X = \frac{70000 \times 1}{10000} = 7\text{g/m}^2$$

$$70\text{g} \longrightarrow 10000 \text{ cm}^2$$

$$Y \longrightarrow 1 \text{ cm}^2$$

$$Y = \frac{70 \times 1}{10000} = 0.007 \text{ g/cm}^2$$

$$0.007 \times 504 = 3.528 \text{ g.}$$

I.3.2.6. Irrigation

L'eau d'irrigation utilisée est celle du forage de l'exploitation de l'université d'Ouargla. Elle est pompée à partir de la nappe Miopliocène, à une profondeur de 68 m, avec un débit de 18 l/s et une température de l'eau de 18°C.

Calculs de la dose d'irrigation :

- Capacité de rétention (CR) du sol

-Apportez 3 pots (goblés) et ajoutez 100g de sol (poids sec) dans chaque pot.

-Ajouter l'eau jusqu'à saturation.

-Après 24 h faire une 2^{ème} pesée (poids humide).

$$C.R = \frac{Ph - PS}{PS} * 100.$$

$$C.R = \frac{114.7 - 100}{100} * 100.$$

$$C.R = 14.7\%.$$

I.3.3. Echantillonnage

➤ Eaux

Deux échantillons d'eau du forage Miopliocène et l'eau d'élevage de poissons ont été effectués ; un pour l'irrigation des sols, prélevé et mise dans un Arrosoir en plastique, et

l'autre pour les différentes analyses au laboratoire, prélevé et mise dans un petit flacon en plastique de 0.5 l



Photo 1. Prélèvement de l'eau d'élevage du poisson



Photo 2. Prélèvement de l'eau du forage Miopliocène

➤ **Sol**

Les prélèvements des échantillons ont été effectués le 24/03/2021, en sol physiquement homogène (visiblement uniforme à l'œil nu), et en moment de référence indépendant des aléas climatique. L'échantillonnage a été effectué dans le site d'étude, à 10 cm de profondeur et la méthode adoptée pour l'échantillonnage est simple, à l'aide d'une pelle. Nous avons prélevé les échantillons avant irrigation du sol, pour faire l'objet des analyses au laboratoire.

➤ **Echantillonnage durant l'expérimentation (Après irrigation)**

A l'aide d'une spatule, nous avons prélevé les échantillons de sol qui vont faire l'objet des analyses au laboratoire. Le dernier prélèvement de sol sera à la fin du cycle végétatif de la luzerne (02/05/2021)

➤ **Echantillonnage pour analyses microbiologiques**

Des échantillons ont été prélevés avant et après d'irrigation. Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats est la qualité de l'échantillonnage. Prélever avec une cuillère stérilisée (**photo4**) des échantillons de sol et les mettre dans des flacons bien stériles (**photo5**), et sont conservées dans le réfrigérateur à 4°C.



**Photo 3. Stérilisation avant
prélèvement**



**Photo 4. Prélèvement d'échantillons
pour l'analyse microbiologie**

I.3.4. Techniques d'analyses

I.3.4.1.Eaux

Analyses physico-chimiques

pH

La mesure de pH est effectuée le même jour du prélèvement. Le pH a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre.

Conductivité électrique(CE)

La CE a été déterminé à l'aide d'un conductivité-mètre. Il est recommandé de déterminer le pH et la CE des eaux in situ, de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons dans des flacons (**RODIER, 2005**). A ce titre, La mesure du pH et de la CE a été effectuée dans le laboratoire.



Photo 5. Multiparamètre

I.3.4.2.Sol**Analyses physiques et physico-chimiques**

Ces analyses ont été réalisées au laboratoire de microbiologie et au laboratoire de pédologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie (Université de Ouargla).

Granulométrie

Elle a été faite sur des échantillons de terre fine (inférieur à 2 mm) séchée à l'air libre, selon la méthode internationale à la pipette de Robinson, après décarbonatation et destruction de la matière organique puis dispersion des particules par un dispersant énergétique (Héxamétaphosphate de sodium) et par agitation mécanique. Des prélèvements ont été effectués à l'aide de la pipette de Robinson, en appliquant la loi de Stokes (**AUBERT, 1978; MATHIEU ET PIELTAIN, 1998**). Cependant pour les échantillons qui ont montré une texture sableuse, nous avons effectué la granulométrie par tamisage en 5 classes (1-2 mm, 1-0,5 mm, 0,5-0,2 mm, 0,2-0,1 mm et 0,1-0,045 mm).

Humidité

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans ce sol, et exprimée en pourcent. La méthode consiste à sécher l'échantillon du sol à l'étuve à 105°C jusqu'à un poids constant, la différence du poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau (**ITA, 1975**).

$$\% \text{ Humidité du sol} = (\text{masse humide} - \text{masse sec}) / \text{masse sec} \times 100$$

pH et conductivité électrique

La mesure du pH a été effectuée par pH mètre et celle de la conductivité électrique (C.E) par conductivimètre sur une suspension de terre fine, le rapport sol/eau étant de 1/5 (**AUBERT, 1978**).



Photo 6. Conductivimètre

Carbone organique

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

Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique total, on utilise le coefficient de multiplication 1,72 (M'SADAK, 2013).

$$\% \text{ Matière organique} = \% \text{ carbone organique} \times 1.72$$

Matière organique

Le dosage de la matière organique a été effectué selon la méthode d'Anne dont le principe est l'oxydation du carbone organique par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de Mohr, en présence de diphenylamine (AUBERT, 1978).



Photo 7: Dosage de la matière organique

I.3.4.3. Analyses microbiologiques

I.3.4.3.1. Technique de dénombrement

Le principe de la méthode s'appuie sur des cultures en milieu solide après ensemencement avec des suspensions dilutions du sol.

I.3.4.3.2. Préparation des suspensions dilutions

Une bonne compréhension des changements microbiologiques exige une étude précise des successions de communautés microbiennes comprenant l'ensemble des micro-organismes présents y compris ceux qui sont en très faible proportion (ALBRECHE, 2007 *in* TAR, 2019). A l'aide d'une pipette pasteur une série de dilution (10^{-1} à 10^{-7}) a été préparée pour chaque échantillon en prélevant 1g du sol et le plaçant dans 9ml d'eau distillée stérile dans un tube à essai stérile pour obtenir une dilution de 10^{-1} puis de chaque dilution la même opération est répétée jusqu'à obtention de la dilution 10^{-7} .

Remarque : La valeur analysée dépend, en grande partie, du soin apporté et à la condition de stérilisation.

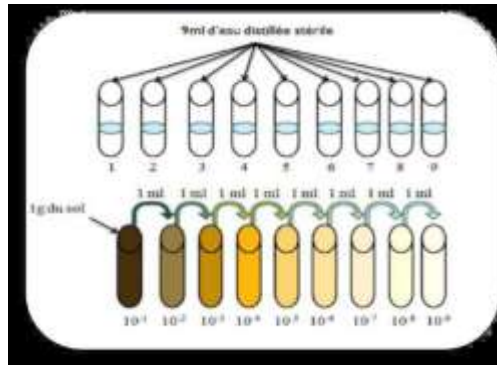


Figure 8. Méthode de préparation des suspensions dilutions

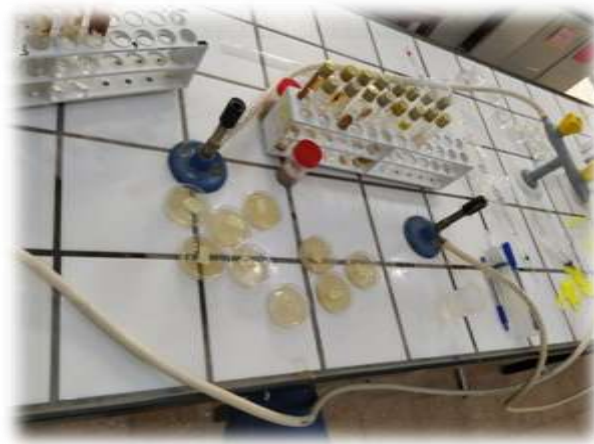


Photo 8. Préparation des suspensions dilutions

Microflore bactérienne

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive .Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs et n'entraîne pas un développement exagéré des colonies (OUSTANI, 2006).

Les bactéries sont cultivées sur milieu solide et ensemencées avec des suspensions du sol dilué de 10^{-3} à 10^{-7} incubé à 37°C , la lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 48 heures.

I.3.4.3.3. Ensemencement

L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle. On inoculera 3 boîtes en position retournée.

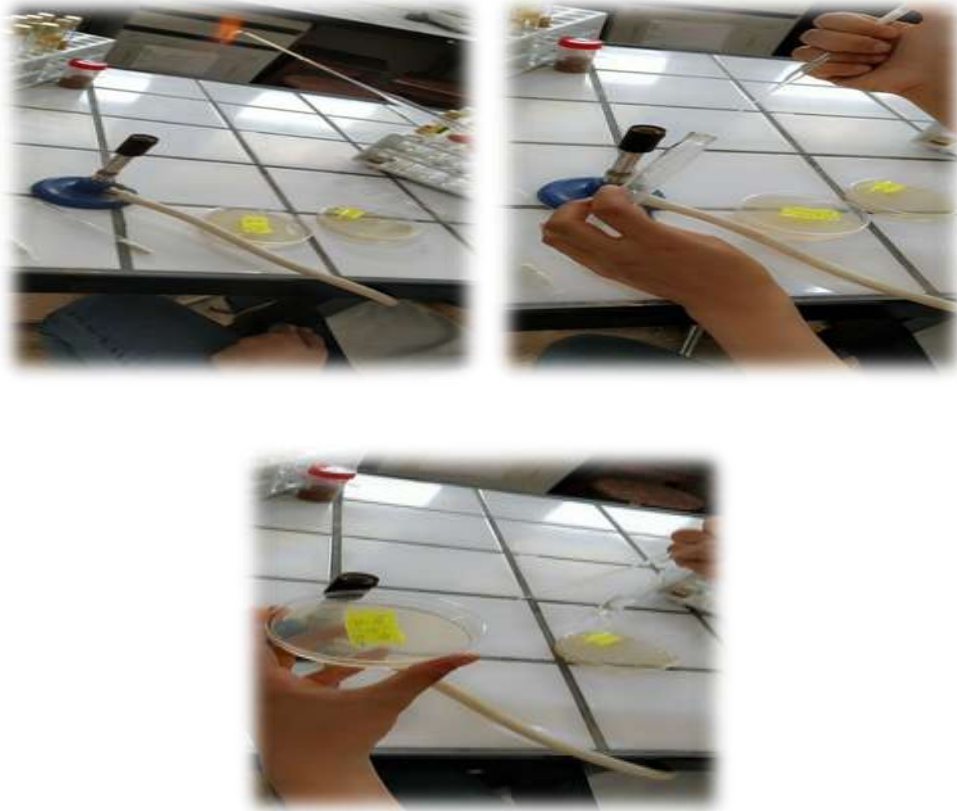


Photo 9. Ensemencement des boîtes pétri

I.3.4.3.4. Caractéristiques morphologiques

Observation macroscopique

L'examen macroscopique des cultures est le premier examen effectué à partir de l'isolement après incubation. L'aspect des colonies dépend du milieu utilisé de la durée et la température de l'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir de colonies bien isolées les colonies sont d'autant plus petites qu'elles sont rapprochées.

Il faut noter :

- La couleur

- La taille : petite, grande, moyenne.
- La forme du contour : lobé, plat, bombé, dentelé, rondie, ...etc.
- L'aspect de la surface : lisse, rugueuse.
- Opacité : opaque ou transparent.

Observation microscopique des Bactéries

Nous faisons une observation microscopique des bactéries à l'état frais, pour voir leur mobilité. La taille, la forme et le type de regroupement des cellules bactériennes sont appréciées après coloration au bleu de méthylène.

Pour vérifier la pureté des isolats et s'orienter dans le diagnostic, nous utilisons la coloration de Gram.

Préparation des lames

Dans des conditions d'hygiène et d'asepsie, la préparation du matériel fongique pour l'observation microscopique à l'état frais est réalisée comme suit :

- ✓ Prélever un fragment du thalle de la colonie à l'aide d'une anse de platine, flambée à la flamme du bec bunsen, puis le déposer dans une goutte d'eau physiologique sur une lame stérile.
- ✓ Dilacérer le fragment mycélien avec l'anse de platine pour le rendre moins dense et mieux observable, sans autant l'abîmer complètement.
- ✓ On a utilisé des colorants spécifiques tels que le bleu de méthylène pour une observation meilleure.
- ✓ Recouvrir la préparation à l'aide d'une lamelle et la faire passer légèrement par-dessus la flamme pour éliminer les bulles d'air formées.

Technique de Coloration Gram

Un frottis fixé à la chaleur est coloré pendant une minute au violet de cristal; il est ensuite rincé rapidement à l'eau distillée, traité pendant une minute par une solution de lugol, et de nouveau rincé rapidement à l'eau distillée. On soumet alors le frottis coloré à une étape de décoloration en le traitant avec l'éthanol 95 %, pendant 15 à 30 secondes puis est rincé à l'eau distillée. Ensuite le frottis est coloré par la fushine pendant 10 à 30 secondes et après un bref rinçage à l'eau distillée, on sèche le frottis au buvard ou au-dessus de la flamme d'un bec bunsen et on l'examine à l'objectif (X 100) à immersion. Avec cette coloration double, les bactéries « Gram positif » apparaissent en violet foncé tandis que les bactéries « Gram négatif» sont colorées en rose ou en rouge (**DELARRAS, 2007**).

Chapitre II. Résultats et discussion

II.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Les résultats physico-chimiques des eaux sont donnés dans les **Tableaux 4** et **5**.

Tableau 4. Résultats physico-chimiques de l'eau du forage Miopliocène

| | |
|------------------|------|
| pH | 7,32 |
| CE à 25°C (dS/m) | 5.28 |

Source : Niboua(2010)

Tableau 5. Résultats physico-chimiques de l'eau d'élevage du poisson

| | |
|------------------|------|
| Ph | 8,57 |
| CE à 25°C (dS/m) | 5.21 |

Le pH des eaux d'irrigation de la station d'étude, varie légèrement entre le forage Miopliocène et l'eau d'élevage de poissons. Il est de $7.32 < \text{pH} < 8.57$, il est donc alcalin. Ces valeurs circonscrites au domaine de (6.5-8.4) (**Annexe 5**).

Selon **SERVANT(1978)**, la salinité est ordinairement exprimée par la conductivité électrique à 25 °C. La conductivité électrique pour l'eau d'irrigation du forage Miopliocène est de l'ordre de 5,28 dS/m, pour l'eau d'élevage du poisson est de 5,21 dS/m. Ces valeurs sont supérieures à 5 et sont classées dans la classe 5(C5). Ce sont des eaux excessivement salées, selon l'échelle de l'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation proposée par **DURAND (1958)** pour l'Algérie (**Annexe 4**).

La qualité d'une eau d'irrigation est estimée en prévoyant son influence sur les propriétés du sol et en considérant la tolérance des cultures pratiquées à la salure. Une eau est dite "de bonne qualité" lorsqu'elle n'entraîne ni la salinisation du sol irrigué (CE du sol > 4 mS/cm), ni sa désagrégation (taux de sodium échangeable ESP du sol $> 15\%$) (**BRADY and WEIL, 2002**).

II.2.Caractéristiques physiques et physico-chimiques du sol

Les résultats physiques et physico-chimiques du sol témoin et irrigué par l'eau du forage Miopliocène et l'eau d'élevage de poisson sont donnés dans **Tableau 6**.

Tableau 6. Résultats des analyses physiques et physico-chimiques des sols

| | | Sol témoin | Sols irrigués | | | |
|--------------------------|----------------|------------|-----------------------------|------|----------------------------|------|
| | | | l'eau de forage Miopliocène | | l'eau d'élevage du poisson | |
| | | | T1 | T2 | T'1 | T'2 |
| Granulométrie | S.G(%) | 26.32 | | | | |
| | S.F (%) | 41.01 | | | | |
| | L.G (%) | 17.45 | | | | |
| | L.F (%) | 8.23 | | | | |
| | A (%) | 6.99 | | | | |
| Humidité(%) | | 11,3 | | | | |
| Ph | | 7.8 | 7.63 | 7.8 | 7.63 | 7.63 |
| CE à 25 °C (dS/m) | | 5.93 | 2.72 | 2.77 | 3.07 | 3.04 |
| CO(%) | | 0.39 | 0.21 | 0.29 | 0.26 | 0.2 |
| MO(%) | | 0.68 | 0.36 | 0.49 | 0.45 | 0.34 |

D'après le **Tableau 6**, on remarque que le sable est la fraction la plus dominante, en deuxième lieu vient le limon, tandis que le taux d'argile est faible. Ceci nous a conduit à classer nos sols selon le diagramme textural américain parmi les sols à texture sablo-limoneuse.

L'humidité est de **11.3**. Cette faible teneur en eau peut s'expliquer d'une part par : l'aridité du climat (le taux d'évaporation est supérieur à celui des précipitations), d'autre part, la capacité de rétention en eau de ce sol est faible, faute de texture qui contient du sable, celui-ci peut stocker qu'une petite quantité d'eau, le reste s'infiltre rapidement vers le sous-sol (**BEDJADJ, 2011**).

Des valeurs du pH de sol comprises entre 7,63 et 7,8. Qu'il soit irrigué avec de l'eau du forage Miopliocène ou de l'eau d'élevage du poisson, par rapport sol témoin, qui est estimée

à 7,8. Selon LE **CLECH, (2000)**, les sols dont la valeur du pH varie entre 7,5 et 8,7 sont considérés comme légèrement alcalin.

La conductivité électrique dans le sol témoin est estimée à **5,93 dS/m**. C'est une valeur élevée par rapport aux valeurs du sol irrigué soit par l'eau du forage Miopliocène **T1 (2,77dS/m)** et **T2 (2,72dS/m)** ou l'eau d'élevage du poisson **T'1(3,07dS/m)** et **T'2(3,04dS/m)**. Ces valeurs montrent que le sol est sol très salé (**LE CLECH, 2000**).

En effet, la salinité affecte un milliard d'hectares de terre dans le monde majoritairement localisés dans les régions arides et semi-arides (**SAID et NASSER, 2016**).

Selon **DAOUD et HALITIM, (1994)** la présence des sels dans les sols cultivés au Sahara peut provenir essentiellement de l'eau d'irrigation. Alors que **MARCUM In NADJMI(2013)** montre que la salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale dans les régions arides.

Les taux de MO de sol (**T1=0,36%** ; **T2=0,49%** ; **T'1=0,45%** ; **T'2=0,34%**) sont ≤ 1 qu'elle soit irrigué avec de l'eau du forage Miopliocène ou de l'eau d'élevage du poisson, par rapport au sol témoin, qui est estimé à 0,68 %.

Donc selon **I.T.A., (1975) (Annexe1)**, les sols dont le taux de MO(%) est inférieur à 1 sont des sols sol très pauvres. Selon **BEDJADJ (2011)**, la faible richesse en matière organique des sols des zones arides est due à la faible couverture végétale dans ces zones. En effet, la matière organique exerce un rôle très important sur le sol, elle améliore ses propriétés physiques (stabilité structurale, capacité de rétention en eau,...) et chimiques par la libération progressif des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en éléments minéraux apportés par les engrais (**CALLOT et al. 1982**).

Les résultats du **pH** du sol obtenu après et avant irrigation sont présentés dans les figures ci dessous (**Figure 9 et 10**).

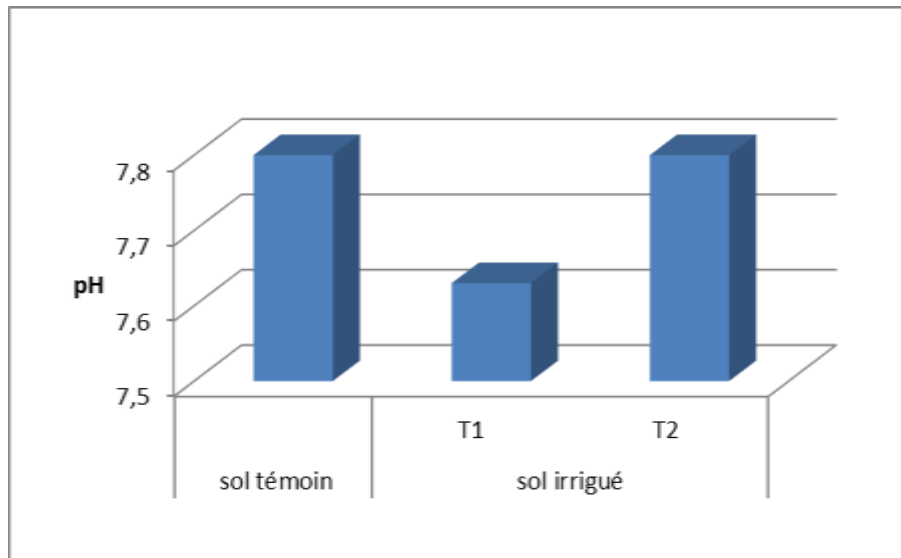


Figure 9. Comparaison entre la valeur du pH de sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin.

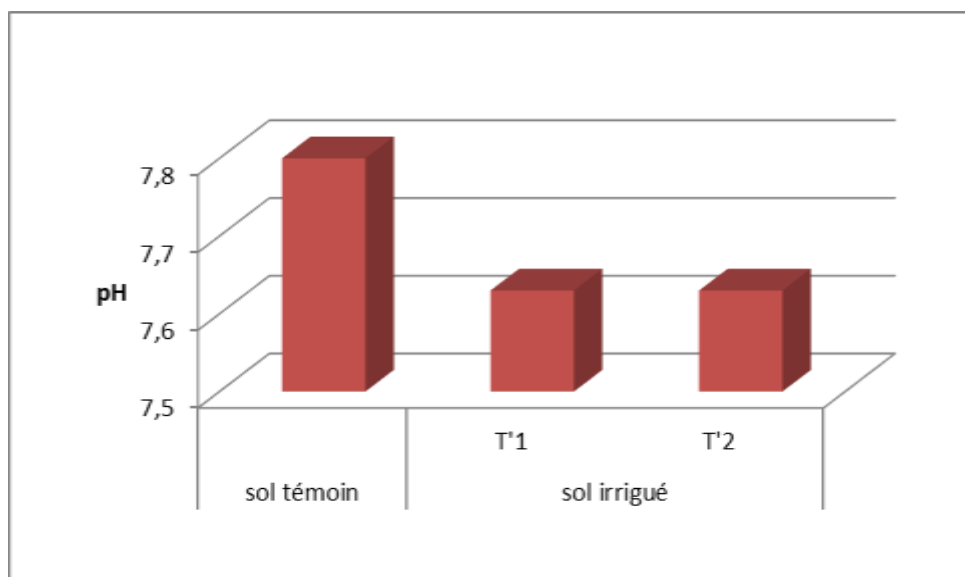


Figure 10. Comparaison entre la valeur du pH de sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin.

Les résultats de la CE du sol obtenu après et avant irrigation sont présentés dans les figures ci-dessous (**Figure 11 et 12**)

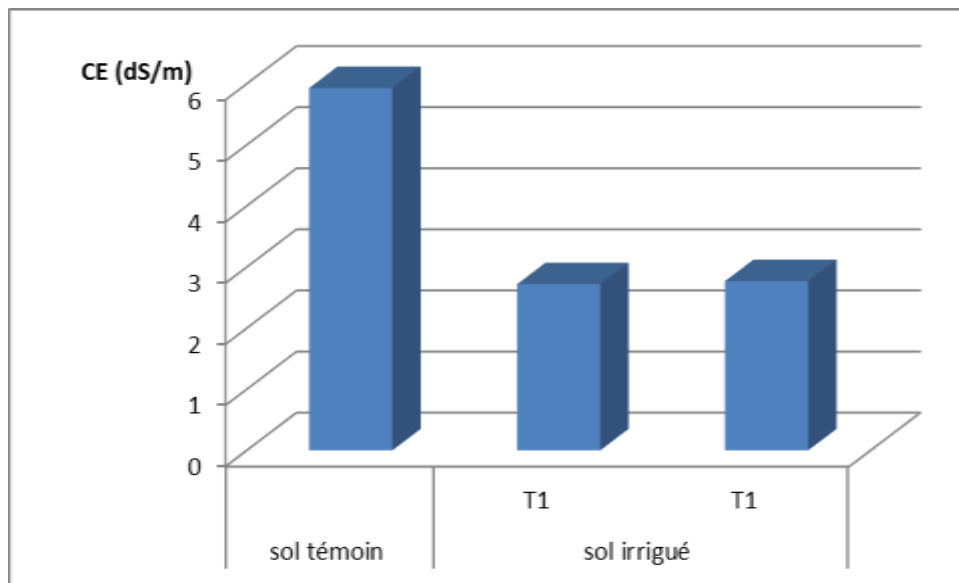


Figure 11: Comparaison entre la valeur de la CE du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin.

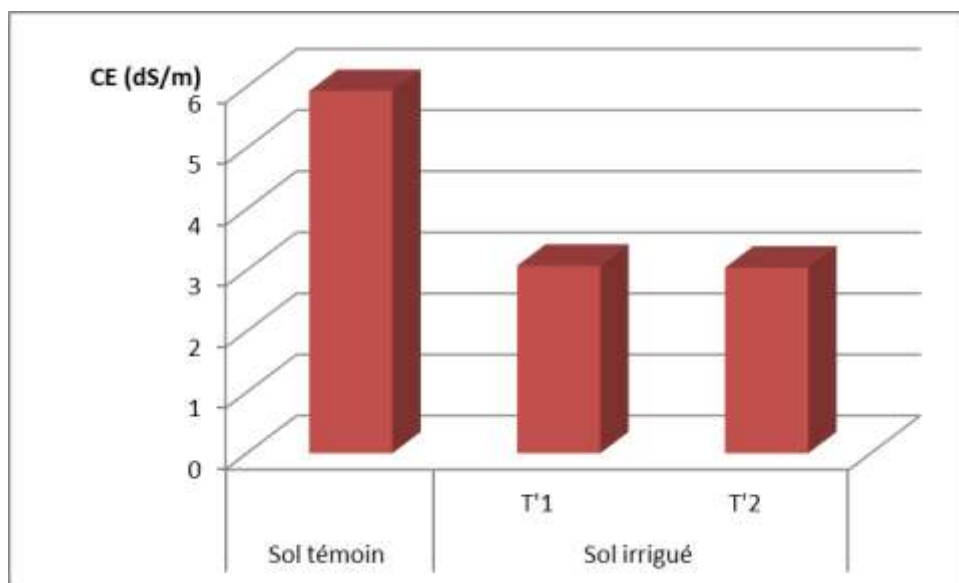


Figure 12. Comparaison entre la valeur de la CE du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin.

Les résultats de MO(%) du sol obtenu après et avant irrigation sont présentés dans les figures ci-dessous (**Figure 13 et 14**).

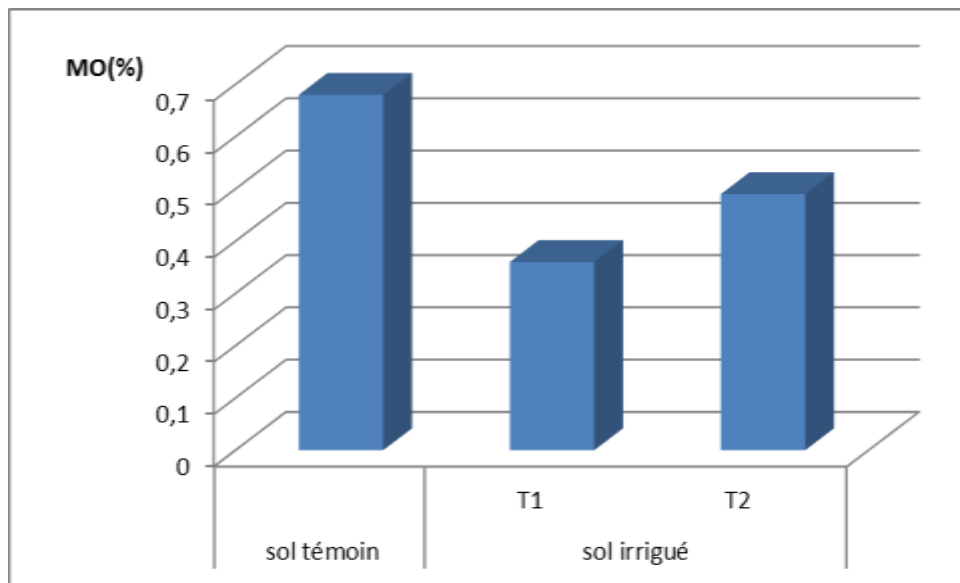


Figure 13. Comparaison entre la valeur de MO (%) du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle de sol témoin.

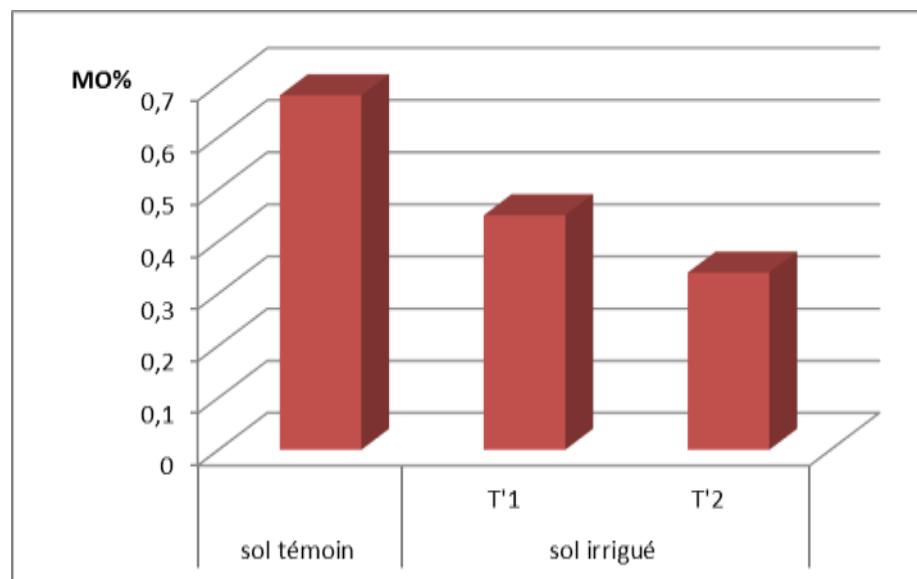


Figure 14. Comparaison entre la valeur de MO (%) du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin.

II.3.Caractéristiques microbiologiques du sol

II.3.1. La densité microbienne dans les sols étudiés

Les résultats du dénombrement de la biomasse microbienne dans les échantillons du sol avant et après irrigation sont représentés dans le **tableau 7**.

Tableau 7. Résultats du dénombrement de la densité bactérienne du sol avant et après irrigation

| UFC.g.s.s ⁻¹ | sol témoin | sol irrigué | | | | | | | |
|-----------------------------------------|------------|------------------|--|------------------|--|------------------|--|------------------|--|
| | | EN. Avec engrais | | EN. Sans engrais | | EE. Avec engrais | | EE. Sans engrais | |
| Bactéries (×10 ⁷) | 9,47 | 27 | | 24.5 | | 29 | | 25 | |

g/g.s.s : germes par gramme de sol sec.

EN : eau de forage Miopliocène

EE : eau d'élevage de poisson

II.3.2.Caractères morphologiques

L'étude morphologique des isolats des bactéries à partir du sol après et avant d'irrigation a permis de distinguer les caractères indiqués dans le **Tableau 8**.

Tableau 8. Caractères morphologique des bactéries

| Caractère Germes | Couleur | Forme | Opacité | Taille | Aspect du Surface |
|---------------------|------------|----------|-------------|---------|-------------------------|
| Bactéries | Jaune | Plat | Opaque | Moyenne | Lisse |
| | Orangée | Arrondie | Transparent | Petite | Rugueuse |
| | Blanchâtre | Bombée | | | |
| | Marron | Dentelée | | | |

II.3.3. Discussion des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques laissent apparaître des variations entre les deux sols en nombre de germes avec des valeurs minimales pour le sol témoin. Le **Tableau 7** montre les résultats de dénombrement de la biomasse bactérienne du sol avant et après irrigation.

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 (**BERGERON, 2007**).

Cette densité est d'autant plus faible dans les sols sahariens où les substrats énergétiques et nutritifs sont réduits, combinés aux effets des conditions pédoclimatiques extrêmes à savoir :

- ◆ Température trop élevée ;
- ◆ Faible humidité ;
- ◆ Forte salinité et pH trop alcalin du sol.

L'élévation de la densité microbienne dans le sol cultivé est due probablement aux taux de la MO légèrement élevés, et une salinité moins importante que le sol témoin, ce qui stimule la prolifération des germes microbiens. Alors que, la faible teneur en MO dans le sol témoin est dû à l'absence du couvert végétal, du faible taux d'humidité et de la forte salinité qui caractérisent ce sol.

Des densités bactériennes relativement élevées ont été enregistrées dans les sols irrigués par les eaux d'élevage des poissons comparativement aux autres sols. En effet, les eaux usées à l'instar des eaux d'élevage des poissons, à travers leur pouvoir fertilisant, entraînent également une augmentation du taux de la MO et des éléments nutritifs du sol (**RATTAN et al. 2005; YADAV et al. 2002**). Toutefois, ces éléments nutritifs stimulent l'activité microbiologique du sol (**MAGESAN et al, 2000, RAMIREZ-FUENTES et al. 2002**), ce qui favorise la minéralisation de la MO entraînant du même coup la diminution de la CEC du sol (**SOLIS et al, 2005; HERPIN et al, 2007**).

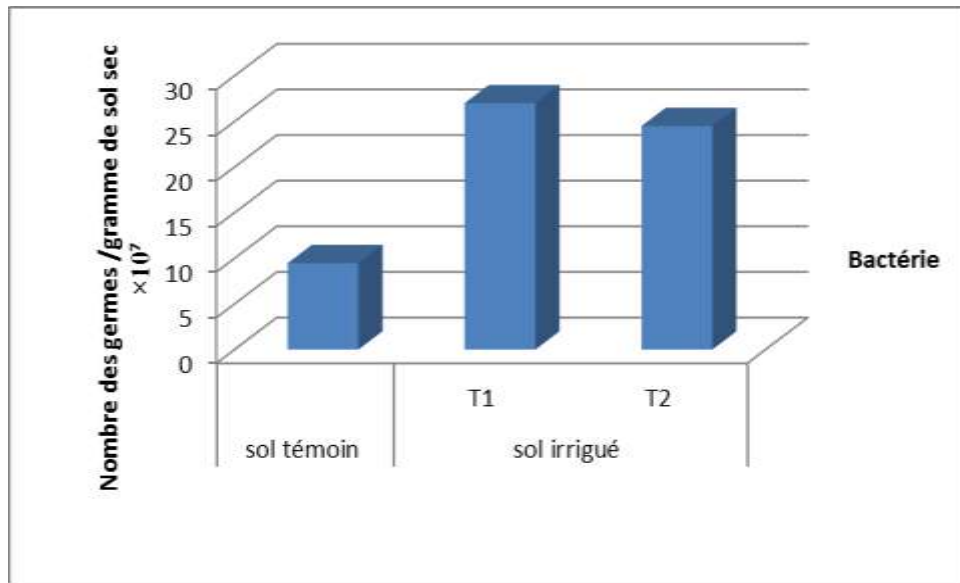


Figure 15: Représentation graphique de la densité bactérienne du sol irrigué par l'eau du forage Miopliocène et celle du sol témoin en UFC.g.s.⁻¹.

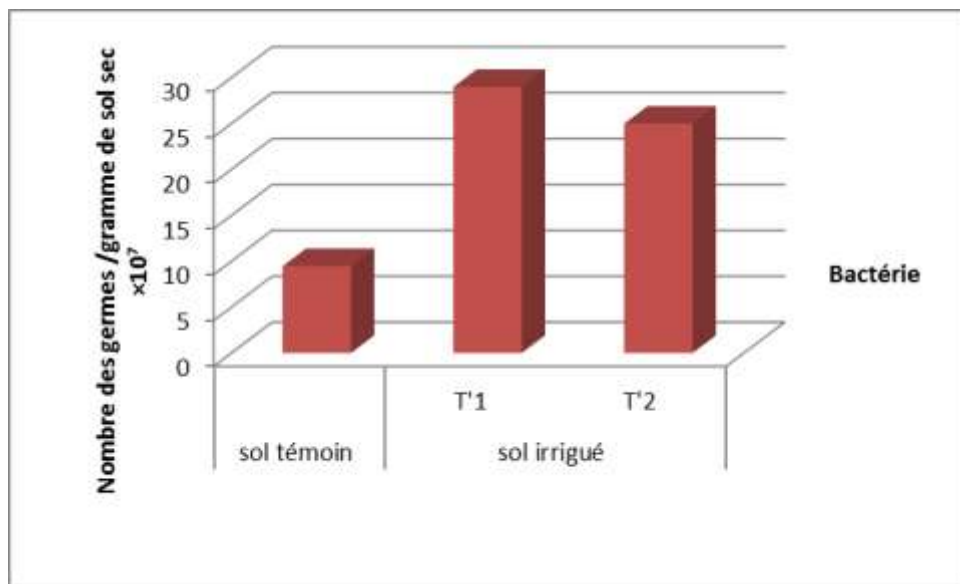


Figure 16. Représentation graphique de la densité bactérienne du sol irrigué par l'eau d'élevage du poisson et celle du sol témoin en UFC.g.s.⁻¹.

D'après les figures 15 et 16. En examinant les valeurs relatives à la densité bactérienne dans sol irrigué soit irrigué par l'eau du forage Miopliocène (T1:27 x10⁷ ; T2 : 24,5 x10⁷) ou irriguer par l'eau d'élevage du poisson (T'1: 29 x10⁷ ; T'2: 25 x10⁷) sont élevés par rapport la densité bactérienne du sol témoin (9,47x10⁷).

La plupart des caractéristiques morphologiques observées (forme, taille, couleur, opacité, aspect de surface) chez les bactéries ont une similarité dans le sol avant et après irrigation (**photo 11**). La couleur est blanchâtre et marron, jaune et de petite taille.



Photo 11. Observation macroscopique des bactéries après irrigation

L'observation microscopique nous a montré la présence des bactéries Gram négatives et Gram positives dans les échantillons du sol prélevés après irrigation.



Bactéries à Gram (+)

Bactéries à Gram (-)

Photo 10. Microphotographie observée au microscope optique présentant des

Bactéries dans le sol. (Gross x40).

II.4. Effet de deux types d'eau sur la culture de luzerne

Nous avons observé dans les pots irrigués par l'eau de l'élevage des poissons que les plants de luzerne ont montré une meilleure réponse par rapport à ceux irrigués par l'eau du miopliocène. En effet, du fait de leur teneur en éléments nutritifs et de leur richesse en oligoéléments, les eaux de l'élevage des poissons lorsqu'elles sont réutilisées pour l'irrigation, entraînent une amélioration des rendements des plantes cultivées, c'est une fertigation.

Dans ce cadre, **FARS et al. (2003)** et **MOHAMMAD RUSAN et al. (2007)** ont constaté une augmentation de la biomasse d'une plante fourragère lorsqu'elle est irriguée par une eau usée soit brute soit traitée. Ainsi, **FARS et al. (2003)** indiquent que les rendements enregistrés par rapport à un témoin dépassent les 110 %, pour les plantes irriguées par les deux types d'eau. De même, l'irrigation par des eaux usées entraîne un enrichissement important du tissu des plantes cultivées en oligoéléments (**YADAV et al., 2002 ; FARS et al., 2003**). En effet, certains éléments traces (le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène), peu nombreux, sont reconnus nécessaires au développement des végétaux en très faibles quantités, (**FABY et BRISSAUD, 1997**). L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome, le sélénium et l'étain. La biodisponibilité de ces éléments dans le sol peut engendrer leur accumulation dans les tissus des plantes et dans certains cas, les teneurs en ces éléments peuvent atteindre des seuils de phytotoxicité (**FABY et BRISSAUD, 1997**).

Cependant, **YADAV et al. (2002)** ont constaté que les teneurs en métaux lourds au niveau des plantes irriguées par des eaux usées depuis 30 ans sont au-dessous de seuil de toxicité pour les plantes. De même, **ASSADIAN et al. (1998)**, ont constaté que les teneurs en métaux dans des plantes de luzerne irriguées par EU, à l'exception du Zn, sont largement inférieures à celles trouvées dans le sol. Les auteurs précisent également qu'il n'existe pas une corrélation évidente entre les teneurs en métaux dans les plantes cultivés et les sols.

Conclusion

Conclusion

Cette étude a mis en évidence, l'effet des différents types d'eaux d'irrigation testées sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques par un dénombrement de la biomasse microbienne du sol dans la région de Ouargla. Nous avons utilisé deux types d'eaux à savoir l'eau du forage Miopliocène et l'eau d'élevage du poisson.

Les résultats des analyses physiques et physico-chimiques du sol étudié montrent que :

- Le sol a une texture sablo-limoneuse.
- Le taux d'humidité est relativement élevé.
- Le pH est alcalin avant irrigation, la valeur du pH a sensiblement diminué après irrigation.
- La salinité est élevée dans le sol témoin (sol avant irrigation), alors qu'après irrigation la CE a légèrement diminué.
- Le taux de matière organique est faible avant irrigation, cette valeur diminue légèrement après irrigation.

Les résultats du dénombrement des cellules bactériennes dans le sol témoin et irrigué montrent une variation en fonction des caractéristiques physiques et physico-chimiques du sol étudié et aussi au types des eaux utilisés.

Le sol irrigué est relativement riche en biomasse microbienne en rapport avec les conditions environnementales meilleures du milieu.

La biomasse microbienne est plus importante après irrigation par l'eau d'élevage du poisson sensiblement riche en matière organique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ASSADIAN N.W., ESPARZA L.C., FENN L.B., ALI A.S., MIYAMOTO S., FIGUEROA U.V., and WARRICK, A.W., (1998)**, Spatial variability of heavy metals in irrigated alfalfa fields in the upper Rio Grande River Basin, *Agric. Water Manage.* 36, 141-156p.
- ANRH., 2005.** Rapport de synthèse des résultats de l'inventaire des forages et enquête sur les débits extraits. Ouargla, 07 p.
- AUBERT G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. C.R.D.P., Marseille, 189 p-191p.
- AYERS RS ET WESTCOT DW., 1976 :** La qualité de l'eau en agriculture. Bull. FAO N° 29 Rome ,81p.
- BAHIR M et MENNANI A., (2002).** Problématique de la gestion des eaux souterraines au Maroc *In Estudios. Geol*, p 58.
- BAIZE D ; JABIAL B., 1995.** <<Guide pour la description des sols>>Ed INRA
- BECHNAB N et BEN ACHOURA I., 2015.** Effet de la qualité des eaux d'irrigation sur la laitue (*Lactuca sativa*) (cas la région de Touggourt et de Ouargla).Diplôme de Master, 1p.
- BEDJADJ S., 2011.** Contribution a l'étude du fonctionnement microbiologique du sol dans la région de Ouargla (ex : l'université de l'ITAS).Mémoire de Master .Univ Kasdi Merbah Ouargla, 26-27p.
- BENAISSA A., 2017 :** Impact de la qualité des eaux des forages Albien et Mio-pliocène sur certains paramètres physico-chimiques du sol dans la zone de Hassi Ben Abdellah (Wilaya de Ouargla) Diplôme de Magister, 28p.
- BERGERON O., 2007.** Dynamique des échanges de dioxyde de carbone. Collec. Mémoires et thèses électroniques. univ Laval.
- BLANCHARD G., 2003.** Étude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Rapport de la mission II B .Caractérisation environnementale de la situation actuelle. Bonard &t Gardel, Lausanne, 17-18p.
- BOUAROUJ S., 2010.**Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation Thème de Magistère en Écologie .Univ, Mentouri Constantine.
- BOUAROUA N et CHAARANI K., 2020.**Impact de la qualité des eaux d'irrigation sur quelques paramètres du sol dans la région d'Ouargla, Mémoire de Master.4-5-6-14p.
- BOUCHMAL F ; et al. 2011.** Qualité Des Eaux Des Nappes Aquifères De La Région De Biskra. . *Rev. SCI. Fond. App. Vol. 3 N°:1*,38-42p.

- BOULAINE J., 1989.** Histoire Des Pédologues Et De La Science Du Sol. Ed. INRA, 285 p.
- BRADY N.C; WEIL, R.R., (2002).** The Nature and Properties of Soils, 13th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River. In : Leone A.P., Menenti M., Buondonno A., Letizia A., Maffei C., Sorrentino G., (2007). A field experiment on spectrometry of crop response to soil salinity; Agricultural Water Management 89 39 – 48p.
- BUSSON G., 1967.** Le Mésozoïque saharien. 1ère partie : L'Extrême Sud-tunisien. Edit., Paris, « Centre Rech. Zones Arides », Géol., 8, 194 p. Ed. C.N.R.S.
- CALLOT G ; CHAMAYOU H ; MAERTENS C ; et SALSAC L., 1982.** Mieux comprendre les interactions sol-racine. Incidence sur la nutrition minérale. INRA, Paris, 325p.
- CHILDERS W.R., 2008.** Encyclopédie Canadienne ([http://www. The Canadian encyclopedia.com](http://www.TheCanadianencyclopedia.com)).
- CHOSSAT, J. C., 2007.** Bases techniques de l'irrigation par aspersion, 74p.
Colloque sur l'irrigation l'eau, source de qualité et de rendement 10 février 2006, Hôtel Mortagne, Boucherville.
- CORNET A., 1964.** Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Géog. Phys. et Géol. Dyn., vol. VI, fasc. 1 : 5-72p.
- COUDE-GAUSSEN G., 1991.** Les poussières sahariennes, cycle sédimentaire et place dans les environnements et paléoenvironnements désertique. John Libby, Paris, 485 p.
- COUTURE I., 2006.**(a) Analyse d'eau pour fin d'irrigation MAPAQ Montérégie-Est AGRIVISION 2003 2004. 8p.
- COUTURE I., 2006.** (b) Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-irrigation.
- DADDI BOUHOUN M., 2010.** Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique Et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et La nutrition du palmier dattier dans la cuvette d'Ouargla (sud-est algérien). Thèse Doct. Université Badji Mokhtar Annaba, 365p.
- DAOUD Y et HALITIM A., 1994** .Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse, 5 (3).151-160p.
- DELARRAS C., 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire: Aliments, produits cosmétiques, eaux, produits pharmaceutiques.Éditions Médicales Internationales, Lavoisier 476 p.
- DELGADO E., 2006.** Research works on Mielgas (*Medicago sativa* L.). Possibilities to use for grazing and improve degraded soils in the Mediterranean region. Workshop international sur Diversité des fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique,

agronomiques et environnementales. Editeur Dr. Abdelguerfi A., Alger 19-22 Février 2006, pp.188-192 Doc. Lavoisier, Paris.275p.

DUCHAUFOR P., 1984. Abrégés De Pédologie. Ed. Masson. Paris. 220p.

DURAND J. H., 1958 .Les sols irrigables. Etude pédologique. Ed. Imbert. Alger. 190 p.

EL ASSLOUJ J ; E KHOLTEI S ; EL AMRANI N et HILALI A., 2007. Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. Afrique SCIENCE 03(1) (2007),109-122p.

FABY J.A., BRISSAUD F. (1997), L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 pages.

FAO., 1976. La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin d'irrigation et de drainage, 29-82p

FARS S., BOUSSELHAJ K., NEJMEDDINE A., OUAZZANI N. LAGHMARI A. et BOUADILI A. (2003), Réutilisation d'une eau résiduaire brute et purée en agriculture: Disponibilité de l'azote et trois métaux lourds (Cu, Cd et Cr). Séminaire internationale: Réutilisation des eaux usées traitées et des sous-produits de l'épuration: optimisation, valorisation et durabilité, septembre 2003, Tunis, Tunisie.

GUENDOUZ A ; REGHIS Z ; MOULLA A.S., 1992. Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla. Rapport N° 1, 65p.

Guide pédagogique « Les sols » - Les Journées de l'ERE 2012-2013 Conception : Association nationale Les petits débrouillards.

HAFODA L., 2005. Caractérisation et quantification de la salinité du sol et de l'apport dans la vallée de l'oued Rhir. Mémoire Mag.Agro. Université d'Ouargla. 78p.

HALILAT M.T., 1993 .Etude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété aldura) en zones sahariennes (région d'Ouargla). Thèse Magiter. Univ. Batna. 130p.

HAMDI AISSA B., MICHEL CLAUDE G., 2000. Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysage. Science et changements planétaires. Sécheresse. Volume 11. Numéro 3,179-88p.

HAMDI-AÏSSA B., 2001. Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara Hydrologiques, 42(2) April 1997, 191p.

HERPIN U., GLOAGUEN T. V., DA FONSECA A. F., MONTES C. R., MENDONÇA F. C., PIVELI R. P., BREULMANN G., FORTI M. C. ET MELFI A. J., (2007), Chemical effects on the soil-plant system in a secondary treated wastewater irrigated coffee plantation- A pilot field study in Brazil. Agricultural Water Management 89, 105 – 115.

- IDDER T ; IDDER A ; TANKARI DAN-BADJO A ; BENZIDA A ; MERABET S ; NEGAIS H ; SERRAYE A., 2014.** Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis d'Ouargla, *Revue des sciences de l'eau*. 159p.
- ITA., 1975.** Laboratoire du sol : méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut technologique agricole. Mostaganem. 78p.
- KADI A., 1997.** La gestion de l'eau en Algérie Hydrological Sciences-Journal-des Sciences
- KARABI M., 2017.** Fonctionnement microbiologique des sols oasiens. Cas de quelques sols de la région d'Ouargla. Thèse de Doctorat, université kasdi merbah Ouargla, 1-11p.
- KARPOFF R., 1952.** Observation préliminaire sur l'hydrologie du Bas-Sahara. In: "
- KHADRAOUI A et TALEB S., 2008.** Qualité des eaux dans le sud algérien. potabilité-pollution et impact sur le milieu. Paris : khyam, 49p.
- KHADRAOUI A., 2011.** Eau et impact environnementale dans le Sahara Algérie, 145 -147p.
- KHARROUBI M., 2019.** Contribution à l'étude hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la cuvette d'Ouargla.
- LAVELLE P et SPAIN A. V., 2001.** Soil Ecology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 65 p.
- LE CLECH B., 2000 .** Agronomie « des bases aux nouvelles orientations ». Edition Synthèses Agricole. Bordeaux, 260p.
- LEGROS J.P., 2007.** Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne, 574 P.
- LEKOUARA F., 1997.** Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation dans trois exploitations agricoles. (Ain-Smara-Hamma-Bouziane). Wilaya de Constantine. Mémoire d'Ing. Ecologie. Univ. Constantine, 73 p.
- LUCIE Z., 2009.** Variations spatio-temporelles de la microflore des sols alpins. Thèse de doc biologie, université joseph fourier– grenoble I. France.
- MARBLE V. L., 1993.** Des fourrages pour le proche Orient : La luzerne, Etude FAO Production végétale et protection des plantes 97/1, FAO, Rome, 237p.
- MATHIEU, C. & PIELTAIN, F. 1998.** Analyse physique des sols, méthodes choisies. Ed. Tech et Doc. Lavoisier, Paris, 275p.
- MAURIÉS M., 1994.** La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres. Ed. France Agricole. Paris, 254p.

- MAZOYER M ; AUBINEAU M ; BERMOND A ; BOUGLER J ; NEY B., ET ROGER-ESTRADE J., 2002.**Larousse agricole. Le monde agricole au XXIe siècle septembre 2002, 767p.
- MERABET O., POPOV A., 1972.** Les bassins salifères de l'Algérie. Actes du colloque
- MERMOUD A, 2006.** Cours physique du sol Maitrise de la salinité des sols. Ecole de polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- MERZOUKI A ; BANNARI A ; TEILLET, P; King, D. J. (2008).** Caractérisation géostatistique de la variabilité spatiale de l'humidité du sol à l'aide des cartes dérivées des données radar à synthèse d'ouverture de RADARSAT, 377p.
- MESSAHEL1 M; BENHAFID M.S et CHERIF M 2003.** Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie.
- MOHAMMAD RUSAN M..J., HINNAWI S., ROUSAN L., (2007).** Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. Desalination 215, 143–152.
- M'SADAK Y., ELOUAER M.A., ELKAMEL R., 2013.** Evaluation du comportement chimique des composts sylvicoles, des tamisats et des mélanges pour la conception des substrats de culture, *Revue « Nature Et Technologie ».C-Sciences De L'environnement*, N°08/01/2013.
- NESSON C., SARI D., PEILLON P., 1978 .**Recherches sur l'Algérie. Cent. Nat. Rech. Sci., Paris, Vol. 17, 291 p.
- NEZLI I.E., ACHOUR S., DJABRI L., 2007.**Approche géochimique des processus d'acquisition de la salinisation des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'Oued M'ya (Ouargla). Larhyss Journal. ISSN 1112-3680. N° 06,121-134p.
- NIBOUA Y, 2010.** Etude comparative de la salinité dans trois situations agricoles différentes. Application à la palmeraie de l'université, 40p.
- ONM., 2019.** *Rapport sur les données climatiques de la région de Ouargla*, Office National de la Météorologie de Ouargla, 10 p.
- OUSTANI M., 2006.** Contribution à l'étude de l'influence des amendements organique (fumier de volailles et fumier de bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes (cas d'Ouargla). Mémoire de magister, Université de Ouargla, 187p.
- PNUD-UNESCO, 1972 -** Projet Reg 100. Etude des ressources en eau du Sahara

POCHON J. et TCHAN Y.T., 1948. Précis de Microbiologie du sol. Ed. Masson et Cie. Paris. 222p.

QUENEA K., 2004. Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'une chronoséquence forêt/maïs (1CESTAS, Sud-Ouest de la France). Thèse Doct .Univ Paris VI, 202 p.

RAMIREZ-FUENTES E., LUCHO-CONSTANTINO C., E. ESCAMILLA-SILVA ET L. DENDOOVEN (2002), Characteristics, and carbon and nitrogen dynamics in soil irrigated with wastewater for different lengths of time; *Bioresource Technology* 85, 179–187

RATTAN R.K., DATTA S.P., CHHONKAR P.K., SURIBABU K., SINGH A.K. (2005), Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109, 310–322

RATTAN RK ; DUTTA SP ; CHANDRA S ; SAHARAAN N., 2002. Heavy metals in environments- Indian scenario. *Fertil News* 47:21–40

RODIER J., 2005 .L'analyse de l'eau, éd. DUNOD, Paris, 1383p.

ROUVILLOIS-BRIGOL M., 1975.Le pays d'Ouargla (Sahara algérien) Ed. Publ. Dépt. Géo. Univ., Sorbonne, Pris, 316 p.

SAID H ; NASSER M .N., 2016. Etude de la salinité des sols de périmètres agricoles pour la culture de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*L.) en République de Djibouti. *Science et Environnement* 30, 53-67 p.

SERVENT J. M., 1978. La salinité dans les sols et les eaux : caractérisation et problèmes d'irrigation drainages. *Bull. B.R.G.M., Sect. N° 2*, 123-142p.

SONOU M., 2010. Capitalisation d'expériences sur le développement de la petite irrigation privée pour des productions à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest: rapport final, 140 p.

TABOUCHE N.1, ACHOUR S.2., 2004. Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien, 105p.

TAR O., 2019.Effet de quelques produits phytosanitaires sur la biomasse microbienne des sols oasiens. Cas de la région de Ouargla. Mémoire de master, p28.

TERCHI S., 2014. Etude de l'impact de la qualité des eaux d'irrigation sur la fertilité du sol, la plante et le rendement des systèmes d'irrigation. Mémoire de master, 17-18-19p.

TIERCLIN J-R. 1998. Traité d'irrigation, édition **Lavoisier** technique et documentation 11, Rue Lavoisier ; F 75 384 Cedex 8. Paris.

UKMO., 2013

U.N.E.S.C.O. Géologie des dépôts salifères, Hanovre - *Science de la terre*, 7, 173-181.

Universitaires Romandes. Lausanne, 574 p.

YADAV RK ; GOYAL B ; SHARMA RK ; DUBEY SK ; MINHAS PS., 2002. Post irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water-a case study. Environ Int 28: 481–486P.

YOUCEFI M., 2011. Etude de l'impact de l'hydro-halomorphie des sols sur la biogéographie des hydro-halophytes dans la cuvette de Ouargla. Mémoire magister, 3, 110p.

Annexes

Annexes

Echelle d'interprétation des résultats

Annexe 1 : Le pH représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 2/5(LE CLECH, 2000)

| pH | <3,5 | 3,5-4,2 | 4,2-5 | 5-6,5 | 6,5-7,5 | 7,5-8,7 | >8,7 |
|---------------|-------------|------------|-------|------------------|---------|---------|--------------|
| Classe | Hyper acide | Très acide | Acide | Faiblement acide | Neutre | Basique | Très Basique |

Annexe 2 : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (AUBERT, 1978)

| CE (dS/m) à 25°C | Degré de salinité |
|-------------------------|--------------------------|
| ≤ 0.6 | Sol non salé |
| $0.6 < CE \leq 2$ | Sol peu salé |
| $2 < CE \leq 2.4$ | Sol salé |
| $2.4 < CE \leq 6$ | Sol très salé |
| $CE > 6$ | Sol extrêmement salé |

Annexe 3: Matière organique (I.T.A. 1975)

| Matière organique % | Nom de classe |
|----------------------------|-----------------------|
| ≤ 1 | Sol très pauvre |
| $1 < M.O \leq 2$ | Sol pauvre |
| $2 < M.O \leq 4$ | Sol moyennement riche |
| $M.O > 4$ | Sol riche |

Annexe 4 :L'échelle de l'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation proposée par (Durand 1958 in DAOUD et HALITIM, 1994) pour l'Algérie

| Conductivité électrique dS.m ⁻¹ à 25 °C | Différentes classes d'eaux |
|----------------------------------------------------|------------------------------|
| CE < 0,25 | C1 Eaux faiblement salines |
| 0,25 < CE ≤ 0,75 | C2 Salinité moyenne |
| 0,75 < CE ≤ 2,25 | C3 Salinité forte |
| 2,25 < CE ≤ 5 | C4 Très forte salinité |
| CE > 5 | C5 Eaux à salinité excessive |

Les différentes classes des eaux d'irrigation

D'après Durand (1958), la salinité de l'eau permet de déterminer cinq classes d'eau

| Classe | CE à 25°C (dS/m) | utilisation |
|--------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | < 0.25 | eaux utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures sur la plupart des terrains avec peu de chances d'apparition de salinité dans le sol. une légère lixiviation est nécessaire mais il se produit en irrigation normale sauf en sol peu perméable. |
| C2 | 0.25 < CE < 0.75 | eaux utilisables avec une légère lixiviation. Les plantes modérément tolérants aux sels peuvent pousser dans la plupart des cas sans pratique spéciale de contrôle de la salinité ; |
| C3 | 0.75 < CE < 2.25 | eaux inutilisables pour les sols à drainage restreint même avec un bon drainage des pratiques spéciales de contrôle de la salinité peuvent être nécessaires et les plante ayant une bonne tolérance aux sels peuvent seules être cultivées ; |
| C4 | 2.25 < CE < 5 | la salinité est qualifiée de très forte cette eau est inutilisable en conditions normales elle n'est autorisée que si en pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes |
| C5 | > 5 | cette eau est qualifiée d'inutilisables sauf sur sable drainé et pour des cultures du genre palmier dattier. |

Annexe 5. Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation (Bulletin FAO n° 29 ; 1976)

| Nature des problèmes | Unité | Guide pour la qualité de l'eau | | |
|----------------------------------------------|--------|--------------------------------|----------------------|------------------|
| | | Pas de problèmes | Problèmes croissants | Problèmes graves |
| Salinité C_E | mS/cm | < 0.75 | 0.75 - 3.0 | > 3 |
| SAR | / | < 6 | 6.0 - 9 | > 9 |
| Toxicité spécifique de certains ions. | | | | |
| Sodium (Na) | SAR aj | < 3 | 3-9 | >9 |
| Chlore (Cl⁻) | meq/l | < 4 | 4.0 - 10 | >10 |
| Effets divers | | | | |
| Azote (NO ₃ ⁻) | mg/l | < 5 | 5.0 - 30 | > 30 |
| Bicarbonate (HCO ₃) | meq/l | < 1.5 | 1.5 - 8.5 | > 8.5 |
| pH | / | <6.5 | 6.5 -8.4 | >8.4 |

La région d'Ouargla est l'un des zones sèches en Algérie, il se caractérise par son climat aride, et rareté de pluie, Contient une réserve considérable d'eau souterraine, ce qui en a fait la principale source pour l'irrigation.

L'objectif de cette étude est l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur la biomasse microbienne du sol. L'étude a été menée dans l'exploitation de l'université de Ouargla.

Les résultats analytiques ont révélé que les eaux d'irrigation issues l'eau du forage Miopliocène et l'eau d'élevage du poisson sont excessivement salées, à pH tendant alcalins ce qui leur confère une mauvaise qualité pour l'irrigation. Toutefois, elles pourraient être exceptionnellement utilisées sur des sols très perméables avec un bon drainage.

Le dénombrement de la microflore bactérienne relève que l'effet d'irrigation est nettement positif puisque les densités obtenues au niveau du sol irrigué sont plus élevée que le sol témoin.

La biomasse microbienne est plus importante après irrigation par l'eau d'élevage du poisson sensiblement riche en matière organique.

Mots clé : irrigation, biomasse microbienne, sol, eau du forage Miopliocène, eau d'élevage du poisson.

The Ouargla region is one of the dry areas in Algeria, it is characterized by its arid climate, and scarcity of rain, Contains a considerable reserve of groundwater, which has made it the main source for irrigation.

The objective of this study is the effect of irrigation water quality on soil microbial biomass. The study was conducted at the University of Ouargla farm.

Analytical results revealed that irrigation water from Miopliocene borehole water and fish culture water are excessively salty, with a tending to alkaline pH, which makes them poor quality for irrigation. However, they could exceptionally be used on very permeable soils with good drainage.

The enumeration of the bacterial microflora shows that the irrigation effect is clearly positive since the densities obtained at the level of the irrigated soil are higher than the control soil.

The microbial biomass is greater after irrigation with water from rearing fish which is significantly rich in organic matter.

Key words: irrigation, microbial biomass, soil, Miopliocene borehole water, fish rearing water.

تعتبر منطقة ورقلة من المناطق الجافة في الجزائر ، وتتميز بمناخها الجاف ، وندرة الأمطار ، وتحتوي على احتياطي كبير من المياه الجوفية ، مما جعلها المصدر الرئيسي للري.

الهدف من هذه الدراسة هو تأثير جودة مياه الري على الكتلة الحيوية الميكروبية للتربة. أجريت الدراسة في مزرعة جامعة ورقلة.

أظهرت النتائج التحليلية أن مياه الري من مياه الآبار الميوليبوسينية ومياه تربية الأسماك شديدة الملوحة ، وتميل إلى درجة الحموضة القلوية ، مما يجعلها ذات نوعية رديفة للري. ومع ذلك ، يمكن استخدامها بشكل استثنائي في التربة شديدة النفاذية مع الصرف الجيد.

يظهر تعداد البكتيريا البكتيرية أن تأثير الري إيجابي بشكل واضح لأن الكثافات التي تم الحصول عليها على مستوى التربة المروية أعلى من التربة الضابطة.

تكون الكتلة الحيوية الميكروبية أكبر بعد الري بمياه تربية الأسماك الغنية بالمواد العضوية.

الكلمات الأساسية: الري ، الكتلة الحيوية الميكروبية ، التربة ، مياه الآبار الميوليبوسينية ، مياه تربية الأسماك .