

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études



En vue de l'obtention du diplôme de MASTER
en Sciences agronomiques
Spécialité : Cultures pérennes

Thème

**Contribution à l'étude préliminaire de la
richesse des sols sous oliveraies en
microorganismes : Cas des bactéries**

Soutenu le : 13/10/2022

Présenté par :

M^{lle} FRADI Macifa

M^{lle} OUDJOUDI Lisa

Dirigé par : Mme KOURABA - CHERIFI F.

MAA UMMTO

Présenté devant le jury :

Présidente : Mme TALEB - TOUDERT K.

MCA UMMTO

Examinatrice : Mme DAHOUMANE - LARBAOUI A.

MAA UMMTO

Promotion : 2021– 2022



Remerciements

Avant tout on remercie Dieu tout puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier et nous avoir donné force, courage et patience pour accomplir ce travail

Nous adressons nos profonds et sincères remerciements tout d'abord à notre promotrice madame KOURABA CHERIFI F. MAA à l'UMMTO d'avoir dirigé notre travail, nous lui somme très reconnaissantes pour sa disponibilité et sa gentillesse. Nos chaleureux remerciements s'adressent à M^{me} TALEB - TOUDERT K., MCA à l'UMMTO, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance, ainsi que M^{me} DAHOUMANE- LARBAOUI A., MAA à l'UMMTO pour ses orientations, ses explications et avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier également toute l'équipe du laboratoire d'entomologie appliquée et de production végétale de la faculté des Sciences biologiques et des Sciences agronomiques de l'U.M.M.T.O. pour leur accueil.

Nos chaleureux remerciements à nos professeurs et enseignants, d'avoir été présents, de nous avoir énormément appris par la qualité de leur savoir qu'ils nous ont prodigué.

Nous profitons par le biais de ce mémoire pour exprimer nos vifs remerciements à nos familles et à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail spécialement

A mes chers parents pour leur patience, leur soutien et leur encouragement, Je leur dois tout ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain.

A mes très chers frères et sœurs.

A mes amis, et tous mes proches.

Je le dédie également à tous mes enseignants



Lisa





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail spécialement

A mes chers parents pour leur patience, leur soutien et leur encouragement Je leur dois tout ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain.

A mes très chers frères et sœurs.

A mon fiancé Rachid et sa famille

A mes amies, et tous mes proches.

Je le dédie également à tous mes enseignants



Macífa



Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Développement du système racinaire de l'olivier (Loussert et Brousse,1978)	04
Figure 02	Présence de cordes sur un vieil Olivier (Anonyme, 2008)	04
Figure 03	Feuilles de l'olivier (photo originale, 2022)	05
Figure04	Fleurs de l'olivier (Lahouazi et Madani, 2017)	06
Figure05	Fruit de l'olivier (Anonyme, 2006)	06
Figure06	Cycle végétatif annuel de l'olivier (d'après Colbrant et Fabre,1978)	07
Figure07	Échantillon de <u>sol</u> après sédimentation (Anonyme 2021)	14
Figure08	Perméabilité du sol (Anonyme2010)	15
Figure09	Sol calcaire (Sol Vivant)	17
Figure10	Les rôles de la matière Organique (C.Marsden)	20
Figure11	Bactéries intervenant sur le cycle de l'azote(Anonym 2008)	24
Figure12	Situation géographique et délimitation de la région de Mekla (B enneouar etTouat, 2015)	25
Figure13	Localisation géographique de la première parcelle à Tizi n targa (Google Earth, 2022)	27
Figure14	Localisation géographique de la deuxième parcelle à Tizi n targa (Google Earth, 2022)	27
Figure15	Échantillons du sol (photo originale, 2022)	28
Figure16	Suspension dilution (photo originale, 2022)	29
Figure17	Ensemencement des boites de Pétri (photo originale, 2022)	30
Figure18	Apparition de colonies fongiques et de bactéries inhibitrices sur le milieu GN (photo original2022).	33
Figure19	Nombre moyen des bactéries apparues dans les deux milieux de culture (photo original2022)	34

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Evolution de la production des olives dans le monde et dans quelques pays (FAO stat, 2020)	08
Tableau 02	Orientations variétales de l'olivier cultivées en Algérie (COI, 2015)	11
Tableau 03	Principaux constituants du sol (Soltner D, 2005)	18
Tableau 04	Caractères morphologiques des souches bactériennes observées sur milieu King B.	31
Tableau 05	Caractères morphologiques des souches bactériennes observées sur la gélose nutritive.	32

Liste des abréviations

ADN: Acide désoxyribonucléique.

CEC: Capacité d'échange cationique.

CO: Carbone organique.

COI: Conseil Oléicole International.

DSA: direction des services agricoles.

FAO: Food Agriculture Organization.

GN: gélose nutritive

ITAF: Institut national des arbres fruitiers.

MADR: Ministère de l'Agriculture du Développement Rural.

MADRP: Ministère de l'Agriculture du développement Rural et de la Pêche.

MO: Matière organique.

MOS: Matière organique du sol.

N: L'azote.

PH: Potentiel hydrogène.

SAU: Surface agricole utile.

SL: Sol labouré.

SNL: Sol non-labouré.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 01

Partie I

Chapitre I: Généralités sur l'olivier

1. Origine de l'olivier	03
2. Classification botanique de l'olivier	03
3. Morphologie de l'olivier	03
3.1. Système racinaire	04
3.2. Partie aérienne	04
3.2.1. Tronc	04
3.2.2. Rameaux	05
3.2.3. Feuilles	05
3.2.4. Fleurs	05
3.2.5. Fruit	06
4. Cycle végétatif de l'olivier	07
5. Distribution de l'olivier	08
5.1. Dans le monde	08

5.2 EnAlgérie	09
5.2.1. Dans la Wilaya de Tizi-Ouzou	09
6.Exigences de l’olivier	10
6.1. Température.....	10
6.2. Humiditéatmosphérique	10
6.3. Pluviométrie	10
6.4. Vents.....	10
6.5. Sol.....	10
6.6. Exposition.....	10
6.7. Altimétrie	11
7. Principales variétés d’olivier cultivées en Algérie	11
8. Importance économique de l’olivier	12

Chapitre II: Généralités sur le sol

1.Définition du sol.....	13
2. Origine du sol	13
3. Propriétés du sol	13
3.1. Propriétés physiques.....	13
3.1.1. Structure du sol	13
3.1.2. Texture	14
3.1.3. Perméabilité du sol a l’eau	15
3.1.4. Rétention de l’eau	15
3.1.5. Connectivite	16
3.1.6. Porosité.....	16
3.1.7. Résistance mécanique	16

3.2. Propriétés chimiques	16
3.2.1. Capacité d'échange cationique (CEC)	16
3.2.2. Ph du sol	17
3.2.3. L'humidité	17
3.2.4. Calcaire dans le sol	17
3.2.5. Salinité du sol	17
3.2.6. Conductivité électrique	18
4. Constituants du sol	18
4.1. Phase solide du sol	19
4.2. Phase liquide	19
4.3. Phase gazeux	19
5. Matière organique du sol	19

Chapitre III : Généralités sur les bactéries du sol

1. Bactéries du sol	21
2. Morphologie des bactéries	21
3. Classification et identification des bactéries du sol.....	21
4. Répartition des bactéries dans le sol.....	23
5. Rôle des bactéries dans le sol.....	23
5.1. Formation des sols	23
5.2. Cycles nutritifs	23
5.3. Cycle de l'azote.....	23
5.4. Cycle de l'eau.....	24
6. Rôle des bactéries dans la production des antibiotiques	25

Partie II

Chapitre I: Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude	25
1.1. Situation géographique de la commune de Mekla	25
1.2. Données climatiques	26
1.3. Village Tizi n Terga	26
2. Méthodes d'étude	28
2.1. Technique d'échantillonnage	28
2.1.1. Période d'échantillonnage	28
2.1.2. Prélèvement des échantillons	28
2.2. Etude au laboratoire.....	28
2.2.1. Etude microbiologique	29

Chapitre II: Résultats et discussion

1.1. Examen macroscopique.....	31
1.1.1. Milieu King B.....	31
1.1.2. Milieu Gélose nutritive.....	31
1.2. Dénombrement des bactéries.....	33
2. Discussion	34
Conclusion générale	37

Références bibliographiques

Annexe

Introduction

Introduction

L'olivier, arbre ancestral profondément ancré dans les civilisations méditerranéennes et arabo-musulmanes a toujours constitué de par sa forte charge emblématique en termes de paix et de prospérité, un facteur d'atténuation des clivages culturels des peuples du bassin méditerranéen (Saad, 2009).

L'olivier occupant la 24^{ème} place des 35 espèces les plus cultivées dans le monde, car il présente un intérêt économique majeur, il a constitué pendant longtemps avec la vigne et le blé l'un des piliers de l'agriculture. Il contribue à satisfaire les besoins alimentaires de la population en huile et en olive (Breton, 2006).

Les sols sont l'un des principaux réservoirs mondiaux de biodiversité, plus de 40 pour cent des organismes vivants des écosystèmes terrestres sont associés directement aux sols au cours de leur cycle de vie. Les organismes du sol sont à la fois une source de nutriments pour la croissance des plantes et le moteur des transformations des nutriments qui les rendent disponibles aux plantes (FAO, 2021).

Dans les sols, la microflore est complexe et variée. Elle comprend les bactéries, les champignons, les protozoaires, etc. Cependant, les bactéries et les champignons sont les organismes les plus dominants (Hoorman et Islam, 2010). La distribution de ces micro-organismes dans le sol est hétérogène et dépend des facteurs nutritionnels et des facteurs physico-chimiques (Prescott et al. 2003). Ils se trouvent en majorité dans la couche superficielle du sol, mieux aérée et riche en substances nutritives (Bazzine, 2002).

Il existe une diversité d'espèces de bactéries extrêmement forte de l'ordre d'un million d'espèces par gramme de sol. Elles peuvent être classées de plusieurs manières : sur la base de leurs caractéristiques (morphologie, métabolisme, ressources nutritives...), sur la base de leur génome ou par grandes catégories de fonctions.

Avec les champignons, les bactéries du sol sont considérées comme des ingénieurs chimiques du sol. Elles réalisent un très grand nombre de fonctions impliquées par exemple dans la minéralisation des matières organiques, le cycle d'azote, la disponibilité du phosphore ou encore la dégradation de molécules phytosanitaires. Par ailleurs, elles peuvent être impliquées dans la régulation de la croissance racinaire, elles sont aussi impliquées dans la décomposition de la matière organique, formant l'humus et libérant des nutriments disponibles pour les plantes (München, 1958).

Cependant, les interactions positives entre les plantes et les microorganismes de la rhizosphère peuvent améliorer la nutrition des plantes, en augmentant en particulier la fixation biologique de l'azote, en augmentant la tolérance de la plante au stress environnemental et aux pathogènes telluriques réduisant ainsi les besoins d'application d'engrais et de pesticides.

La connaissance de l'activité biologique d'un sol permet donc d'approcher la dynamique d'évolution du sol et les capacités d'échanges entre le sol et la plante (I.T.A.B, 2002).

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est d'apprécier la richesse des sols en microorganismes, sous oliveraies, par le dénombrement des bactéries à partir d'échantillons de sol provenant de deux sols, l'un labouré et l'autre non labouré, de la région de Mekla.

Cette étude sera une contribution pour enrichir nos connaissances sur la diversité des communautés microbiennes du sol, cas des bactéries, selon le mode d'usage des sols, dans le cadre de la recherche des procédés de gestion durable des sols des oliveraies.

Le présent travail de recherche est réparti en deux parties:

La première partie présente une revue bibliographique où seront présentées trois chapitres ;

Chapitre I : Généralités sur l'olivier

Chapitre II : Généralités sur le sol

Chapitre III : Généralités sur les bactéries du sol

La deuxième partie présente l'étude expérimentale comprenant deux chapitres :

Un premier chapitre consacré au matériel et aux méthodes adoptées pour la réalisation des analyses microbiologiques.

Un deuxième chapitre qui groupera les résultats obtenus, leurs interprétations ainsi que leurs discussions.

Enfin une conclusion est tirée à partir des résultats obtenus avec leurs perspectives.

Chapitre I

Généralités sur l'olivier

1. Origine de l'olivier

L'olivier, arbre des lointaines civilisations, a sa place dans les textes les plus anciens. L'origine de l'olivier est très ancienne, son apparition et sa culture remontent à la préhistoire. La thèse la plus fréquemment retenue est celle de Candolle qui désigne la Syrie et l'Iran comme lieu d'origine. De là, l'expansion de la culture oléicole se fit de l'Est en Ouest et se répandit dans tout le bassin Circumméditerranéen. De nombreuses civilisations méditerranéennes se relayèrent à travers l'histoire pour propager la culture de l'olivier (Loussert et Brousse, 1978).

Les fouilles syriennes de l'ancien port d'Ougarit ont permis de trouver de grandes quantités d'amphores d'huiles destinées probablement aux échanges méditerranéens (De Barry N., 1999).

Selon le Conseil Oléicole Internationale (COI., 1998), on découvrit en 1957 dans la zone montagneuse du Sahara Central (Tassili dans le Hoggar en Algérie) , des peintures rupestres réalisées au IIe millénaire avant J.C avec des hommes couronnés de branches d'olivier témoignant ainsi de la connaissance de cet arbre au cours de ces époques anciennes.

2. Classification botanique de l'olivier

Selon Strikis *et al.*, (2011), la classification de l'olivier (*Olea europea* L.) est comme suit :

Règne :	Plante
Embranchement :	Spermaphytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Lamiales
Famille :	Oléacées
Genre:	<i>Olea</i>
Espèce:	<i>Olea europea</i> L.

3. Morphologie de l'olivier

L'olivier est un arbre qui peut vivre des milliers d'années, pousse lentement, il peut atteindre une hauteur de 15 m et même plus dans des conditions favorables. Au début, le jeune arbre est lisse et rond, et le tronc gris devient rugueux et tortueux. Il est toujours court et généralement multiple à partir de la base, se divisant en grosses branches puissantes. Son système racinaire pivotant à la plantation, puis se subdivise en grosses racines qui s'enfoncent dans le sol et se divisent en racines traçantes à quelques centimètres de profondeur (Polese, 2015).

3.1. Système racinaire

Le développement du système racinaire de l'arbre (Figure 01) est surtout en fonction des caractéristiques physicochimiques du sol. L'olivier adaptera son système racinaire à la profondeur du sol, suivant sa texture et sa structure (Loussert et Brousse, 1978).

Selon Civantos (1998), le développement en profondeur peut se situer entre 15 à 150 cm avec une concentration importante située aux environs de 80 cm. A noter que dans les sols sablonneux, les racines se développent jusqu'à 6 m de profondeur.

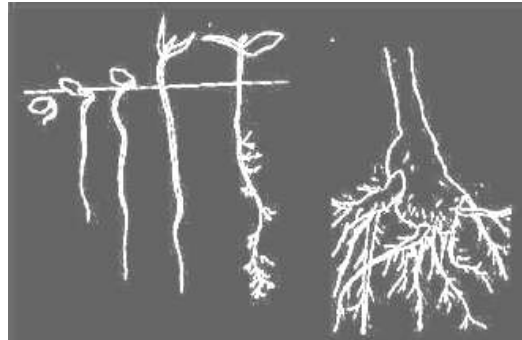


Figure 01: Développement du système racinaire de l'olivier (Loussert et Brousse, 1978)

3.2. Partie aérienne

3.2.1. Tronc

Sur les jeunes arbres, le tronc est droit et circulaire. Au fur et à mesure de leur vieillissement, il se déforme en donnant naissance à des cordes (Figure 02). Dans les vieilles plantations, la sélection des rejets se développent à la base du tronc permettent la régénération et la pérennité de l'arbre (Loussert et Brousse, 1978).

Pour faciliter la récolte, la hauteur des troncs semble être de 80 à 120 cm (Civantos, 1998).



Figure 02: Présence de cordes sur un vieil olivier (Anonyme, 2008)

3.2.2. Charpentières

Il s'agit de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre. Les branches mères prennent naissance sur le tronc au moment des premières tailles de formation. Les branches sous mères, se développent sur les charpentières, elles porteront des rameaux feuillés et des rameaux fructifères (Loussert et Brousse, 1978).

3.2.3. Feuilles

Les feuilles portées sur les rameaux ont une position opposée (Figure 03), elles sont de petite taille (de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2,5 cm de large), de durée de vie moyenne de deux années et demie. La forme, la taille et les caractéristiques de la feuille de l'olivier peuvent être différentes selon les cultivars, mais les caractéristiques principales sont les mêmes dans la plupart des variétés (Villa, 2003).



Figure 03 : Feuilles de l'olivier (photo originale, 2022)

3.2.4. Fleurs

Les fleurs d'olivier sont en nombre très variable suivant la variété (Figure 04), de 10 à plus de 40 par grappe en moyenne (Loussert et Brousse, 1978). Les fleurs sont hermaphrodites, très petite mesurent 3 à 5 mm. Le pistil est court, trapu, le stigmate est large, couvert de plumes et pourvu de papilles idéales pour retenir le pollen (Villa, 2003).



Figure 04 : Fleurs de l'olivier (Lahouazi et Madani, 2017)

3.2.5. Fruit

En termes botaniques, le fruit de l'olivier est une drupe. Toutes les olives sont d'abord vertes puis deviennent noires (Figure 05). À partir du mois d'octobre, la couleur commence à prendre des tons rouge-violet. A ce stade, on peut récolter les olives pour la production d'huile. Le fruit devient noir à complète maturité. La taille et surtout la forme des olives, ainsi que celle du noyau, sont représentatives de chaque variété. La production des fruits (en moyenne de 15 à 50 kg par arbre) se fait normalement sur un cycle de 2 ans, lorsque l'arbre est laissé à l'abandon (Polese, 2015).



Figure 05 : Fruit de l'olivier (Anonyme, 2006)

4. Cycle végétatif de l'olivier

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son air d'adaptation. Le repos hivernal s'étend de novembre à février, et le réveil printanier se manifeste entre mars et avril par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires qui donneront soit du bois, soit des fleurs.

La floraison a eu lieu en mai - juin. Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, la maturation est plus ou moins rapide. La récolte s'effectue de la fin septembre pour les variétés précoces récoltées en vert, jusqu'en février pour les variétés tardives à huile (Loussert et Brousse, 1978).

Les stades repères de l'olivier sont mentionnés dans la figure 06.

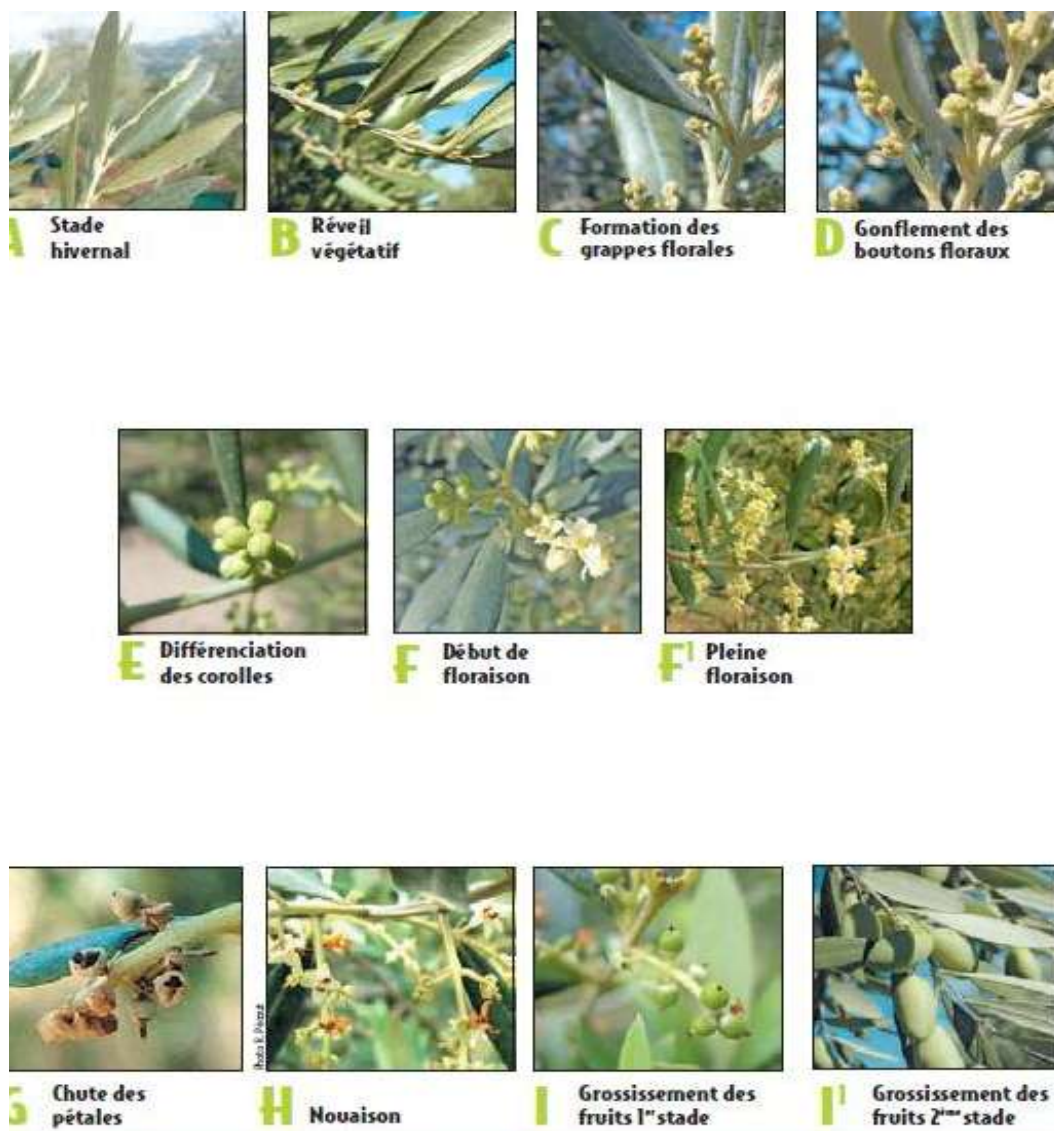


Figure06 : Cycle végétatif annuel de l'olivier (d'après Colbrant et Fabre ,1975 cité par Loussert et Brousse, 1978).

5. Distribution de l'olivier

5.1. Dans le monde

L'oléiculture constitue de très loin, la première arboriculture méditerranéenne en surfaces avec 13 millions d'hectares en 2017 (Oreggia et Marinelli, 2017).

Selon la FAO, (2020), la production mondiale de la campagne 2018/2019 est estimée à 21.066.062 tonnes sur une superficie de 10.513.320 ha et un rendement moyen de 20.037 hg/ha. La production de cette campagne est d'environ 1,1 % que celle de l'année précédente dont la récolte est estimée à 2.087.278.8 tonne (Tableau 1). Les quatre premiers pays producteurs (Espagne, Italie, Grèce et Turquie) assurent 80 % de la production mondiale d'olives. Les pays situés dans la zone méditerranéenne, assurent 95 % de la production mondiale des olives (FAO, 2020).

Tableau 1: Evolution de la production des olives dans le monde et dans quelques pays (FAO stat, 2020)

Zone		2015	2016	2017	2018
Algérie	Superficie récoltée (ha)	406.571	424.028	432.961	431.009
Turquie		836.935	845.542	846.062	864.428
Espagne		2.351.370	2521.694	2554.829	2579.001
Grèce		821.206	965.000	871.892	963.120
Portugal		351.340	356.183	358.276	361.481
Monde		10.141.126	10.604.658	10.804.517	10.513.320
Algérie		Rendement (hg/ha)	16.079	16.424	15.809
Turquie	20.312		20.460	24.821	17.358
Espagne	25.295		28.086	25.636	38.075
Grèce	35.410		29.839	31.202	11.204
Portugal	20.575		13.364	24.456	20.475
Monde	20.308		19.185	1.939	20.037
Algérie	Production (tonnes)		653.725	696.436	684.461
Turquie		1.700.000	1.730.000	2.100.000	1.500.467
Espagne		5.947.700	7.082.550	6.549.499	9.819.569
Grèce		2.907.866	2.879.500	2.720.488	1.079.080
Portugal		7.22.893	476.003	876.215	740.151
Monde		20.595.045	20.344.597	20.872.788	21.066.062

5.2. En Algérie

La culture de l'olivier en Algérie est une activité ancestrale depuis son introduction par les phéniciens en Afrique du nord et particulièrement en Algérie. En effet, les pressoirs d'olive existants au niveau des hauts-plateaux représentent des témoins de cette ancienne activité durant l'époque romaine (Mendil et Sebai, 2006).

L'oléiculture représente la culture fruitière la plus répandue, elle compte dans notre pays près de 34.739.080 pieds en occupant 5.72% de la surface agricole utile(SAU). Selon les données du ministère de l'agriculture, les surfaces oléicoles cultivées en Algérie ont augmenté presque trois fois plus depuis dix sept ans: de 170 000 hectares en 2000 à 487.000 hectares en 2017 (Oreggia et Marinelli, 2017).

Selon MADR(2016), la superficie oléicole est répartie essentiellement dans la partie nord du pays en 2016. A l'est, on recense principalement et par ordre d'importance les wilayas suivantes : Jijel, Skikda, Mila, Batna et Guelma. Alors qu'au centre du pays sont réparties essentiellement dans les wilayas : Bejaia, Tizi Ouzou, Bouira, bordj Bou Arréridj, sétif, M'sila et Boumerdès. L'ouest est représenté par les wilayas oléicoles suivantes : Mascar, Tlemcen, Djelfa, Relizane , Mostaganem et Sidi Bel Abbas.

5.2.1. Dans la Wilaya de Tizi-Ouzou

Dans la province de Tizi-Ouzou, la culture de l'olivier est le secteur arboricole le plus dominant et le plus représentatif en raison de son importance symbolique et socio-économique et de son potentiel de production de 38622 hectares (DSA de Tizi-Ouzou, 2018)

Selon les statistiques obtenues auprès de la direction des services agricoles (DSA) de Tizi-Ouzou, le nombre total d'oliviers dont dispose la wilaya est plus de 4 millions, dont plus de 3 millions d'oliviers en rapport. L'effort est beaucoup plus centré sur la taille de l'olivier pour favoriser le plus grand nombre de nouvelles poussées qui vont porter la production prochaine. C'est la taille de l'olivier qui détermine la production et sa fructification.

La saison oléicole 2020/2021 a enregistré une forte baisse de la production de l'huile d'olive dans la wilaya de Tizi-Ouzou. En somme, près de 7,4 de millions de litres d'huile d'olive ont été produits en 2020/ 2021, contre plus de 18 millions de litres durant la saison oléicole 2019/ 2020. De ce fait, le rendement à l'hectare est de 11 quintaux (11q/ha) contre 31 q/ha en 2019. La campagne oléicole 2021/2022, aurait pu être exceptionnelle, si ce n'était les incendies. Mais elle est toutefois bonne du point de vue rendement et acceptable en termes de production d'huile (Anonyme, 2022).

6. Exigences de l'olivier

6.1. Température

L'olivier est un arbre des pays à climat méditerranéen où les températures varient entre 16 et 22°C (moyenne annuelle des températures). Il aime la lumière et la chaleur, supporte très bien les fortes températures, même en atmosphère sèche, et ne craint pas les insulations. De même il craint le froid, les températures négatives peuvent être dangereuses particulièrement si elles se produisent au moment de la floraison (Hannachi *et al.*, 2007).

6.2. Humidité atmosphérique

Une humidité élevée de l'aire constitue une contrainte notable pour l'olivier. Les zones du littoral sous influence des vents marins chargés d'humidité et d'embruns sont à éviter. L'humidité de l'aire peut cependant être utile quand elle n'est pas excessive (plus 60%), ni constante (MADRP, 2016).

6.3. Pluviométrie

Même si l'olivier est une culture assez rustique, il a quand même des exigences en termes de pluviosité annuelle. A partir de 450 mm/an de pluie, on peut obtenir de bons résultats, mais en dessous, l'irrigation est indispensable (MADRP, 2016).

6.4. Vents

L'olivier préfère les endroits dégagés à la lumière. L'installation des vergers oléicoles dans les bas fonds là où l'air ne circule pas et là où les gelées stagnent sont à éviter. Il en est de même des zones couramment ventées, car les vents forts font tomber les fleurs et les fruits. (MADRP, 2016).

6.5. Sol

L'olivier s'adapte à tous les types de sols sauf les sols lourds, compacts, humides ou se ressuyant mal. Les sols calcaires jusqu'à pH 8.5 peuvent lui convenir, par contre les sols acides pH 5.5 sont déconseillés (ITAF, 2015).

La Profondeur du sol nécessaire pour un bon développement du système racinaire de l'olivier varie de 1m à 1,5m en fonction du mode de conduite (Masmoudi-Charfi *et al.*, 2016).

6.6. Exposition:

Elle renseigne sur la durée d'insolation. L'olivier étant un arbre avide de lumière, il donne de meilleurs rendements sur les versants bien exposés au soleil (exposition Sud – Est et Sud-ouest). Ce paramètre devrait être conjugué à l'altitude : plus l'altitude est élevée, plus l'olivier a besoin d'exposition sèche et ensoleillée (MADRP, 2016).

6.7. Altimétrie:

La culture de l'olivier est possible jusqu'à 1000 mètre dans le Tell Nord et 1200 mètres dans le Sud. Les conditions climatiques extrêmes de ces altitudes font que la neige, par son poids, peut parfois provoquer la rupture des charpentières (MADRP, 2016).

7. Principales variétés d'olivier cultivées en Algérie :

Les principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie sont présentées dans le tableau 02.

Tableau 02 : Orientations variétales de l'olivier en Algérie (COI, 2015)

Variétés	Aire de culture	Importance	Destination	Observations
Ségoise	Ouest Algérien (Oranie, Tlemce)	25%	Table+Huile	Très estimée pour la conservation et l'huilerie, rendement élevé en huile,
Cornicabra	Ouest Algérien (Oranie, Tlemce)	5%	Table+Huile	Originaire d'Espagne
Sevillanece	Ouest Algérien (Plaine d'Oran)	3%	Table	Très intéressante par le gros calibre des fruits
Chemlal	Centre Algérien Kabylie	10%	Huile	Huile très appréciée. Résiste en culture sèche.
Azeradj	Centre Algérien	15%	Table+Huile	-
Bouchouk la Fayette	Centre Algérien	2%	Table+Huile	Intéressante pour la région de Bougaâ
Boukhenfas	Centre Algérien	2%	Huile	Donne les meilleurs résultats à la station de Sidi-Aïch
Limli	Est Algérien	8%	Huile	Variété conseillée dans la région de Jijel à Sidi-Aïch
Blanquette	Est Algérien	20% du verger	Table+Huile	-
Rougette	Est Algérien	12%	Huile	-
Neb Djmel	Sud Est Algérien	5%	Table+Huile	Variété des régions présaharienne
Frontoio	Centre et Est	1%	Huile	Variété italienne
Coratina	Centre et Est	1%	Huile	Variété italienne très rigoureuse et très productive
Longue de Miliana	Centre et Est	5%	Table+Huile	Très localisée dans la région de Miliana
Ronde de Miliana	Centre et Est	5%	Table+Huile	Très localisée dans la région de Miliana
Picholine Marocaine	Ouest du pays	30%	Huile	Très commune avec la Sigoise (même caractère)
Ascolana	Ouest	-	Table	
Bouricha	Est Algérien	5 à 6%	Table	Cultivée dans les régions à forte pluviométrie

8. Importance économique de l'olivier :

Sur le plan économique, l'oléiculture représente une activité très importante dans de nombreuses régions méditerranéennes et demeure une des bases de l'agriculture en Andalousie, dans les Pouilles italiennes, en Tunisie, en Crète ou dans le Péloponnèse grec. En France, on relève de nombreux petits bassins oléicoles comme le Nyonsais, les Baronnies ou les Alpilles dans lesquels l'olivier est un des fondements de l'économie locale. Sur le plan social, l'importance accordée à l'olivier est largement renforcée par la multitude de petites unités de production. L'oléiculture conserve donc un rôle socio-économique majeur dans toutes les régions méditerranéennes dans lesquelles elle assure des revenus et une source d'emplois considérables. La prégnance sociale de l'olivier est accentuée par le poids culturel qu'il représente (Angles, 2012).

L'olivier tient une part très importante dans l'économie des pays méditerranéens. On commercialise dans le monde quelques 2 millions de tonnes de l'huile d'olive. Dans certains pays, l'extension de la culture de l'olivier fait partie du programme de développement économique, tandis que dans d'autres pays, comme l'Espagne, la saturation du marché interne a fait ralentir le programme de la culture (Dutuit et *al.*, 1991).

Chapitre II

Généralités sur le sol

1. Définition du sol

Le sol est la couche de «terre »qui recouvre les continents .Une couverture très fine, de quelques centimètres à quelques mètres seulement (Ruellan 2010).

Les sols forment un film d'épaisseur et de composition variables sur la surface lithosphérique, selon le climat et la nature du matériau parental. Les humains utilisent le sol ce patrimoine fragile (La Cohorte, 2009).

2. Origine du sol

Le sol émerge, s'approfondit et se différencie en couches superposées : couches de sol qui forment le profil du sol. Elle s'équilibre éventuellement avec le climat et la végétation (Lozet et Mathieu, 1997).

Selon Soltner (2005), le sol est dérivé de l'air, de l'eau et des êtres vivants. La composition du sol est l'altération et la décomposition des roches par l'action de l'air et de l'eau.

3. Propriétés du sol

3.1. Propriétés physiques

3.1.1. Structure du sol

La structure d'un sol est le résultat d'une histoire de plusieurs centaines d'années, où les phénomènes physiques, chimiques et biologiques s'entremêlent. Du point de vue de la fertilité du sol, la structure c'est d'abord des trous, de 30 à 50% du volume total du sol, dont dépendent en particulier :

- la réserve utile en eau, facteur majeur de la fertilité,
- les niches pour les microorganismes du sol,
- et pour les racines, l'accès aux ressources nutritives du sol,

L'observation de différents types de sol, par la loupe binoculaire, permet de distinguer trois grandes structures : (Aragno et al, 2003).

a- La structure particulière : il n'y a pas d'argile, les éléments fins ne sont donc pas liés entre eux. Abondance d'espace ou lacunes entre les grains de sable. C'est une mauvaise structure qui ne permet pas au sol une bonne rétention de l'eau pour le bon développement des plantes.

b- La structure compacte : les éléments fins sont liés par l'argile, absence de lacunes. Mauvaise structure qui ne permet pas une bonne aération du sol, et retient de l'eau qui asphyxie les racines.

c - La structure grumeleuse : les petits agrégats d'argiles et d'acide humique forment des colloïdes qui maintiennent les éléments fins. Le sol reste aéré grâce aux espaces lacunaires.

3.1.2. Texture

La texture ou granulométrie (Figure07), fait référence à la répartition des sédiments selon leur taille. C'est une propriété stable du sol et reste la propriété la plus importante. La texture du sol est une propriété stable qui détermine directement la structure du sol et donc sa porosité et son humidité. Les textures fines sont nettement plus perméables que les textures grossières (Callot, 1982 ; Aragno et al, 2003).

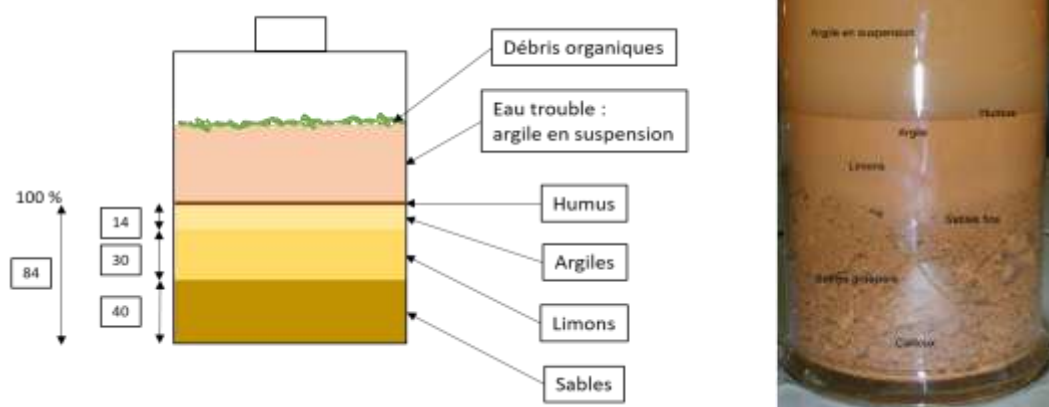


Figure 07 : Échantillon de sol après sédimentation (Anonyme, 2010)

La texture d'un sol est la répartition granulométrique de ses constituants. C'est la proportion entre les petites particules, les argiles, les particules de taille moyenne, les limons, et particules de grande taille, les sables (Bessière, 2020).

✓ Sol sableux

Les sols sablonneux sont faciles à identifier. Au toucher, une poignée de terre n'est pas cohésive. C'est comme serrer les poings sur la plage. Par conséquent, les sols sablonneux sont très faciles à travailler. C'est une terre lumineuse.

Sa couleur est intermédiaire, ni foncée ni claire. Propriété très importante, il ne retient pas l'eau.

✓ Sol limoneux

C'est un sol riche en limon. Typique des bords de Loire, ce sol particulier est déposé par des couches alluviales. Il est contre sol sablonneux et argileux.

Les sols fertiles contiennent moins de 10 % d'argile. Il est constitué de particules de diamètre moyen : plus grosses que le sable et plus petites que l'argile. Selon sa texture, on dit « limon léger » ou « limon moyen ».

✓ Sol argileux

L'argile désigne une matière rocheuse naturelle à base de silicates ou d'aluminosilicates hydratés de structure lamellaire. Elle peut être une matière localement abondante, très diverse, traitée ou raffinée avant emploi, à la fois meuble ou plastique ou à pouvoir desséchant, absorbant ou dégraissant, voire à propriétés collantes ou encore réfractaires.

3.1.3. Perméabilité du sol à l'eau

La perméabilité est indépendante du rapport de matière organique. L'étalon utilisé pour mesurer la perméabilité est la perméabilité à l'eau exprimée en cm^3/h . Une teneur élevée en matière organique ne signifie pas nécessairement une bonne perméabilité (Redich et Verdure .1975).

La perméabilité est le degré auquel l'eau ou d'autres liquides peuvent s'écouler à travers un matériau (Figure 08). Différentes substances telles que le sol, le gravier, le sable et l'asphalte ont des niveaux de perméabilité variables. La porosité du matériau permet la perméabilité.

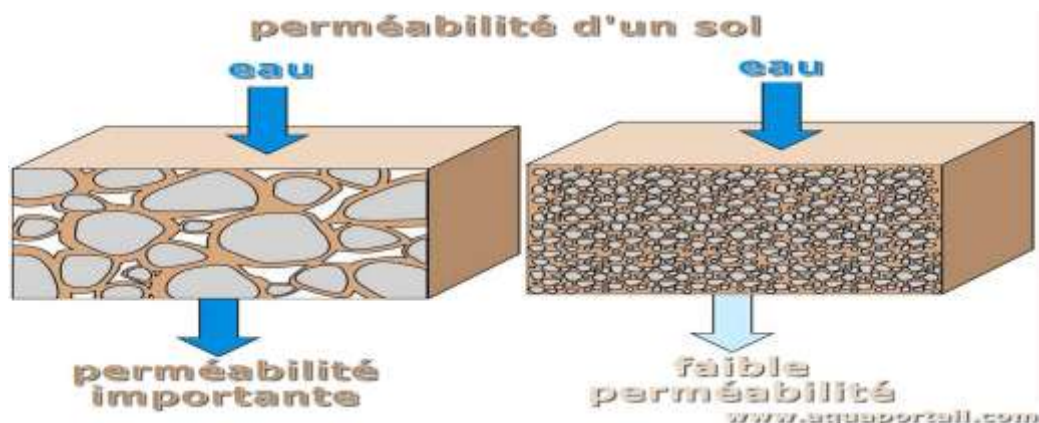


Figure 08 : Perméabilité du sol (Anonyme2010)

3.1.4. Rétention de l'eau

Une partie de l'eau de pluie qui a pénétré dans le sol s'écoule dans les pores les plus grossiers du sol et s'infiltré ainsi profondément. Une autre partie reste emprisonnée dans des pores fins (diamètre $< 8 \mu$), retenue par les forces capillaires. La quantité d'eau retenue par unité de

poids ou de volume de sol, après que celui-ci a été complètement saturé par l'eau et s'est convenablement drainé pendant quelques jours, s'appelle la capacité de rétention (au champ) (Bonneau, 1997).

Cette caractéristique du sol est intéressante à deux points de vue :

a) Alimentation en eau des arbres : L'eau retenue à la capacité de rétention constitue, en l'absence d'une nappe permanente, la réserve à laquelle puisent les arbres au cours de leur période de végétation.

B) Aération : seuls les pores les plus fins du sol (= microporosité) sont saturés par l'eau de la capacité de rétention après une pluie. Les pores et cavités de diamètre plus grand (= macroporosité) restent occupés par l'air, dans le cas au moins où le drainage est libre (Bonneau, 1997).

3.1.5. Connectivité

D'après (Boudouch, 2009). La connectivité est l'importance des connexions entre les pores qui est un déterminant de la continuité de la phase gazeuse, donc de l'écoulement de l'air.

3.1.6. Porosité

La porosité donc reflète le volume des vides et renseigne sur les capacités hydriques ou atmosphériques (Gobat et al, 2010), la porosité donne une bonne idée de l'état structural. Selon la taille des pores, elle est subdivisée en macroporosité (vides > 50 μm , pouvant être remplies par l'eau de gravité, rapidement drainée et seront colonisées par les racines moyennes) en méso porosité ou porosité capillaire constituée des vides de 0,2 à 50 μm retenant l'eau utilisable par les plantes, et en microporosité dont les vides inférieures à 0,2 μm retiennent l'eau inutilisables (Aragnou et al, 2003). La mésoporosité dépend beaucoup de la texture, tandis que la macroporosité de la structure.

3.1.7. Résistance mécanique

La résistance mécanique du sol à la pénétration et les voies de circulation pour la progression des racines dépendent des différentes caractéristiques du sol, dont les principales sont la texture, la porosité, la structure et la stabilité structurale et aussi l'humidité du sol. Elle est variable dans le temps et l'espace (Demolon, 1968; Callot, 1981).

3.2. Propriétés chimiques

3.2.1. Capacité d'échange cationique (CEC)

Il représente la capacité du sol à retenir les cations sous une forme échangeable. La capacité d'échanger des cations est une propriété utile et intéressante du sol. Ceci est utile car

il permet de caractériser le sol en termes de modulation de la composition ionique des solutions du sol (Calvet., 2003).

3.2.2. Le pH du sol

Le pH est l'une des propriétés physiques et chimiques les plus importantes des sols. Parce que la morphologie, la mobilité et la disponibilité des éléments traces métalliques sont liées à la valeur du pH (Hlavackova, 2005).

3.2.3. L'humidité

L'eau joue un rôle vital dans tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol. il peut entrer en compétition avec des molécules organiques pour l'adsorption sur des matériaux solides, réduisant ainsi l'adsorption de contaminants lorsque la teneur en humidité du sol augmente (Sayyad et al., 2010).

3.2.4. Calcaire dans le sol

Le calcaire peut se trouver dans le sol à l'état de fragments de dimension quelconque depuis les blocs et les graviers jusqu' à la taille des colloïdes argileux (Figure 09). Généralement, les fragments sont des parties de la roche mère (Figure10). Il arrive aussi que le calcaire du sol ait une origine biologique et qu'il soit constitué partiellement ou en totalité par des coquilles de gastéropodes (Hélicidés) (Clément, 1998).



Figure 09: Sol calcaire (Sol Vivant) (Anonyme, 2010)

3.2.5. Salinité du sol

La salinité du sol est un élément naturel et un facteur écologique constitué par la teneur en sel des eaux ou des sols.

L'excès de sel dans les sols empêche le développement d'une végétation normale, seules quelques plantes halophiles pouvant y croître (François, 2008).

3.2.6. Conductivité électrique

La conductivité électrique du sol est un indice de la teneur en sels solubles dans ce sol. Elle exprime approximativement la concentration des solutions ionisables présentes dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité. (Clément, 1998).

4. Les constituants du sol

Le sol est un milieu poreux où se déroulent de nombreux processus physiques, chimiques et biologiques. C'est un système multi-composant ouvert formé par trois phases : solide, liquide et gazeuse. (Sol triphasique) (Soltner, 2005).

Les principaux constituants du sol sont présentés dans le tableau 03

Tableau 3 : Principaux constituants du sol (Soltner, 2005)

	Constituants solides		Constituants liquides	Constituants gazeux
	Minéraux	Organiques	Solution du sol	Atmosphère du sol
Origine	Désagrégation Physique et altération biochimique des roches.	Décomposition des être vivants	Précipitations, nappes, ruissellement	Air hors sol, Matières en Décomposition respiration
Critères de Classement	Classement Taille (granulométrie) Qualité (minéralogie)	Etat (vivant, mort) Qualité chimique (originelle, transformée)	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (potentiel hydrique) qualité chimique	Origine (air, Organismes) Qualité chimique
Catégories	*Selon la granulométrie Le squelette Terre fine (>2mm)	Organismes vivants *Organismes morts *Matières organique Héritée : cellulose, Lignine, résine *Matières organiques humifiées: acides fluviques et humiques, humines.	au *Substances Dissoutes : .Glucides .Alcools .Acides .Minéraux .Organiques .Cations .anions.	Gaz de l'air : N2, O2, Co2, Gaz issu de la respiration et de la décomposition des organismes : Co2, H2, CH2, NH

4.1. La phase solide du sol

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

4.2. La phase liquide

C'est une solution aqueuse de composition très riche et variable. Les substances solubles sont principalement des sels minéraux et leurs faibles concentrations sont de 10⁻⁵ à 10⁻² mol l⁻¹, correspondant à des pressions osmotiques de 0,025 à 25 kPa. Certains sont en équilibre dynamique avec la phase solide (Tessier et al, 2022).

4.3. Phase gazeux

Souvent appelée atmosphère au sol. Sa composition est généralement proche de celle de l'air, mais varie fortement dans l'espace et dans le temps.

L'air du sol contient généralement les mêmes substances que l'air atmosphérique, mais sa composition peut être très différente, notamment en raison de l'activité biologique (Soulas et al, 1983).

5. La matière organique du sol (MOS)

La MO se présente dans le sol pour une part sous forme de résidus végétaux ou animaux plus ou moins reconnaissables, et pour le reste sous forme des substances adhérentes à la fraction minérale (Henin et al. 1969).

La (MOS) est le principal réservoir de carbone, dont la moitié se trouve dans les couches profondes du sol. Par conséquent, la gestion des stocks de carbone organique (CO) dans les sols, en particulier les couches profondes du sol, peut moduler l'excès actuel de carbone dans l'atmosphère.

➤ Rôle de la matière organique dans le sol

D'après Marsden (2020), La MOS joue des rôles dans les processus écologiques : (Figure10)

- C'est le principal substrat du réseau trophique détritique : les micro-organismes saprophytes de nombreux animaux du sol, y compris les ingénieurs du sol, se nourrissent en échangeant de la litière et des composés organiques dans le sol.
- Ces organismes saprophages servent alors de substrats à divers organismes prédateurs et omnivores.
- C'est un réservoir de nutriments qui peut être libéré par minéralisation et absorbé par les plantes ou d'autres organismes du sol.
- La MO retient les cations et les anions adsorbés à sa surface. Il a un CEC très élevé :

- Argiles de type illite. Par conséquent, la teneur en matière organique du sol a un impact important sur la capacité des sols à retenir et à libérer les nutriments, les protégeant ainsi de la dégradation.
- La MO contribue à la structure du sol. Certains composés produits par les organismes du sol, tels que les polysaccharides, agissent comme des liants entre les particules minérales, facilitant l'agrégation. Les MO stables sont des matériaux colloïdaux qui participent à la formation de complexes argilo-humiques en raison de leur charge de surface. Cette liaison étroite entre MO et l'argile contribue également à la formation d'agrégats stables.
- La MO a une capacité de rétention d'eau très élevée, augmentant ainsi les réserves utiles du sol
- La MO colore le sol qui devient plus sombre en sa présence. Le sol absorbe alors davantage de rayonnement solaire et il s'échauffe plus. Son bilan énergétique est donc lié à sa teneur en MO, entre autres facteurs. (Marsden , 2020)

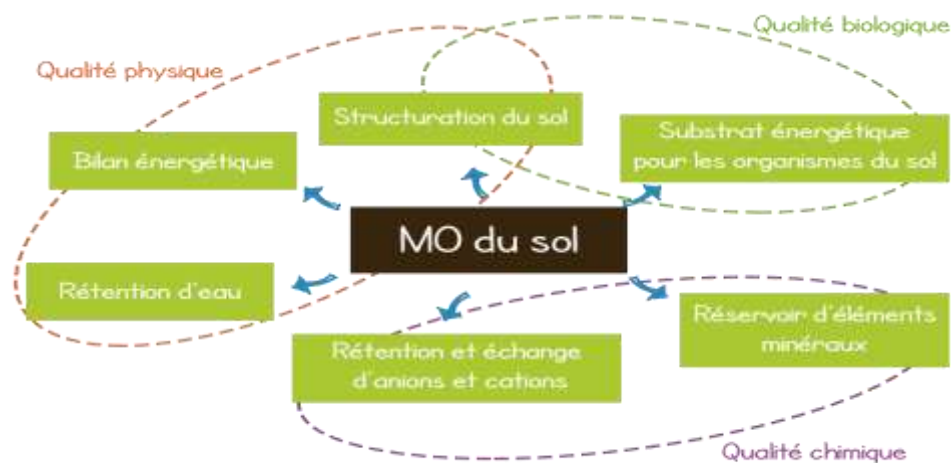


Figure10 : Les rôles de la matière Organique (Marsden, 2020)

Chapitre III

Généralités sur les bactéries du sol

1. Les bactéries du sol

Le sol est considéré comme l'un des environnements les plus complexes de la biosphère et est à ce titre un réservoir majeur de la diversité microbienne (Faugier, 2010).

Les bactéries sont des organismes procaryotes, parmi les plus petits vivant dans les sols avec une longueur de 1 à 2 μm dans des conditions aérobies (en présence d'oxygène) ou anaérobies (sans oxygène). Les bactéries sont très abondantes dans les sols : 1 milliard d'individus par gramme de sol en moyenne (2,5 t/ha en équivalent carbone).

Les bactéries du sol consomment des molécules organiques en sécrétant des enzymes dans l'espace extracellulaire permettant de les hydrolyser en molécules simples absorbables au travers de leur paroi et de leur membrane plasmique. L'acquisition de ces ressources permet à la bactérie de croître jusqu'à une taille suffisante pour se diviser, division qui produit alors deux bactéries identiques. En général, les bactéries ont une croissance rapide. Mais cette vitesse de croissance est vite ralentie en fonction des conditions du milieu (facteurs limitants): disponibilité en ressources nutritives, humidité du sol (Gendry et al ; 2018).

2. Morphologie des bactéries :

Les bactéries sont très modestes quant à leur expression morphologique : la plupart ont la forme de bâtonnets ou de petites sphères. Certaines d'entre elles sont incurvées ou spiralées, d'autres ramifiées, jusqu'à engendrer.

Certaines bactéries se déplacent au moyen de flagelles qui fonctionnent comme des hélices de bateau entraînées par un moteur rotatif. D'autres, les *myxobactéries* fréquentes dans les sols et dans la litière, se meuvent en rampant à la surface des corps solides, telles de minuscules limaces. Elles ont en outre un comportement « social », se déplaçant en « essaims » à la recherche de nourriture, en général d'autres bactéries ou des champignons, quand le milieu est épuisé, elles se rassemblent en véritables fructification, dont les formes peuvent être étonnamment différenciées (Gobat et al, 2010).

3. Classification et identification des bactéries du sol

Le sol est un milieu extrêmement riche qui abrite un grand nombre de micro-organismes. Parmi ces micro-organismes, les bactéries sont de loin les plus abondantes en termes de biomasse et de diversité taxonomique (Buckley et Schmidt 2002).

La taxonomie est l'ensemble des principes et théories qui permettent de classer puis de valider le classement des organismes.

Il faut décrire et classer les espèces en fonction d'un certain nombre de critères. Avant l'essor de la biologie moléculaire, les espèces pouvaient ainsi être classées et donc identifiées en fonction de leurs caractères : biochimiques, antigéniques, pathogéniques, enzymatiques, de sensibilité aux antibiotiques, de sensibilité aux bactériophages

D'autres critères se basent sur la composition de la paroi, discernable selon la coloration des cellules après application du protocole de Gram, la morphologie microscopique, la morphologie macroscopique, la mobilité, la capacité à sporuler, la température de croissance, les besoins nutritionnels, le mode respiratoire, la capacité de photosynthèse. Une étape importante qui a changé la classification bactérienne a été de prendre en compte les propriétés génomiques des bactéries (Faugier, 2010).

La plupart des espèces de bactéries se nourrissent de substance organique morte et des déjections des organismes vivants, elles sont hétérotrophes. Il existe toutefois aussi des espèces de bactéries anaérobies qui décomposent la substance organique dans des milieux pauvres en oxygène (Shendure et Ji, 2008).

Il s'agit généralement de processus de fermentation et de putréfaction. Dans ce contexte, les fonctions de quelques bactéries dans le sol ; sont comme suite (Roesch et al. 2007).

3.1. Les bactéries autotrophes

vivent sans substance étrangère organique et tirent leur énergie de la lumière du soleil, les bactéries bleu-vert chlorophylliennes (cyanobactéries) notamment.

3.2. Les bactéries hétérotrophes

Se nourrissent de substance organique. D'après leur fonction et le type de production d'énergie, les bactéries importantes pour le sol peuvent se répartir de la façon suivante

➤ Les bactéries dégradatrices de glucides

Décomposent les substances riches en glucides et les transforment en sucres (par exemple la cellulose, l'hémicellulose, les amidons)

➤ Les bactéries décompositrices de protéines et ammonifiantes

Dégradent les protéines en acides aminés, en ammoniac et en ammonium.

➤ Les bactéries nitrifiantes

Oxydent l'ammonium en nitrite puis en nitrate. On parle alors d'un processus de nitrification.

➤ Les bactéries dénitrifiantes

Réduisent les oxydes d'azote en azote élémentaire dans un milieu anaérobie. Il s'agit alors d'un processus de dénitrification (du nitrate au nitrite, puis à l'oxyde nitreux et enfin à l'azote atmosphérique élémentaire) (Roesch et al. 2007).

➤ Les bactéries fixatrices d'azote

Fixent l'azote atmosphérique et le transforment en composés N organiques (Roesch et al. 2007).

➤ **Les bactéries formatrices de méthane**

Utilisent la formation de méthane comme source d'énergie. Seules les archaebactéries (archées) disposent de cette capacité. Ces bactéries sont strictement anaérobies (par exemple dans les sols très compactés) (Roesch et al. 2007).

4. Répartition des bactéries dans le sol

La distribution microbienne est représentée par le nombre d'espèces différentes et leur abondance relative dans la microflore du sol.

La distribution des espèces dans l'écosystème local est considérée comme la distribution alpha. Les variations de la distribution alpha des écosystèmes dans le même environnement sont considérées comme des distributions bêta et, lorsqu'elles sont mesurables, les distributions gamma représentent la richesse en espèces à l'échelle régionale et mondiale. La distribution gamma est principalement sensible aux phénomènes qui ont des effets environnementaux à l'échelle mondiale, tels que les changements climatiques majeurs, plutôt qu'aux effets à l'échelle locale. Ainsi, la distribution bactérienne peut être observée à différentes échelles, révélant la complexité des communautés bactériennes dans le sol d'une part, mais aussi la préservation de certaines caractéristiques. (Kennedy et Smith, 1995).

5. Rôle des bactéries dans le sol

5.1. Formation des sols

Les roches récemment exposées n'offrent pas d'éléments carbone et oxygène disponibles. Les cyanobactéries, capables de fixer le carbone et l'azote atmosphérique, en sont les premiers colonisateurs et permettent l'accumulation de nutriments dans les sols. (Tompkins Bird 1989).

5.2. Cycles nutritifs

Les bactéries du sol sont impliquées dans la décomposition de la matière organique, formant l'humus et libérant des nutriments disponibles pour les plantes. Les bactéries cellulolytiques dégradent la cellulose. C'est le groupe le plus important dans la dynamique de la matière organique, car elles décomposent la cellulose, molécule structurelle la plus répandue chez les végétaux. Les bactéries pectinolytiques dégradent la pectine et ses dérivés. Les bactéries les plus abondantes sont du genre *Arthrobacter* (Tompkins Bird 1989).

5.3. Cycle de l'azote

Les bactéries ammonifiantes décomposent les matières organiques azotées en ammoniac ou en ions ammonium. Les bactéries nitrifiantes permettent l'oxydation de l'ammoniac en nitrate. Les bactéries fixatrices d'azote captent l'azote atmosphérique (N₂) et le transforment en

composés utilisables par les plantes (ammoniac). Ce sont notamment les bactéries symbiotiques localisées dans la rhizosphère des plantes cultivées (*rhizobium* chez les légumineuses). En association symbiotique avec les plantes les *Rhizobium* forment des nodules fixateurs d'azote au niveau des racines des légumineuses : soja, trèfle, luzerne, haricot... Cette association favorise la croissance des plantes dans les sols pauvres en azote. La teneur en azote des cadavres des micro-organismes multiplie par deux la quantité de matière nutritive d'un sol fertile et vivant. (Tompkins Bird, 1989) (Figure 11).

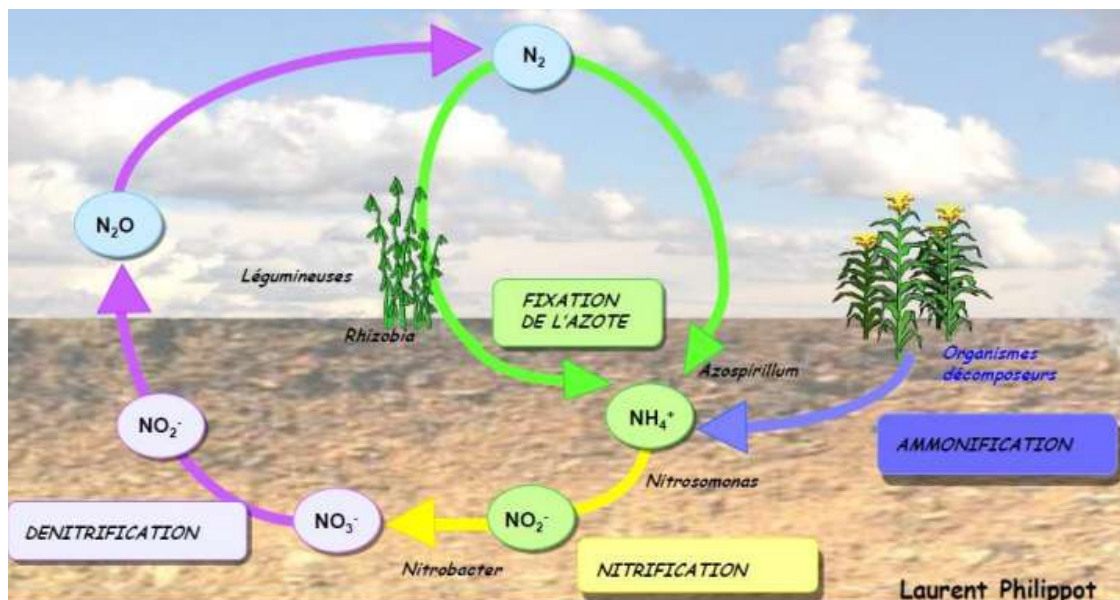


Figure 11: Bactéries intervenant sur le cycle de l'azote (Anonyme 2008).

5.4. Cycle de l'eau

Les micro-organismes peuvent absorber plus d'eau qu'ils n'en ont besoin dans l'immédiat : le surplus est restitué, en cas de sécheresse, à l'environnement, au sol et aux plantes (Tompkins Bird, 1989).

6. Rôle des bactéries dans la production des antibiotiques :

Les bactéries du genre *streptomyces* (bactéries saprophytes du sol) renferme de nombreuses espèces capables de produire des antibiotiques, des antifongiques ou des antiviraux, armement chimique fruit de millions d'années d'évolution, assurant leur survie dans le biotope le plus densément peuplé.

Ces bactéries sont capables d'utiliser de nombreuses molécules organiques comme seule source de carbone (amidon, glycérol, chitine, etc.) et de l'azote sous forme minérale. Elles sont des eubactéries à Gram positif et filamenteuses qui représentent la principale source naturelle de métabolites anti-cellulaires. Environ 75 % des antibiotiques découverts entre 1971 et 1980 proviennent de *Streptomyces* (Higashide, 1984).

Chapitre I

Matériel et méthodes

1. Présentation de la région d'étude

Afin de réaliser notre étude expérimentale, nous nous sommes déplacées sur deux oliveraies du village Tizi n terga, situé dans la commune de Mekla, une des régions oléicoles de la wilaya de Tizi-Ouzou.

1.1. Situation géographique de la commune de Mekla

La commune de Mekla est située sur le flanc nord du massif central de la Kabylie, à 25 km légèrement à l'est du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est accessible au nord par la route nationale n°12. Le territoire de la commune de Mekla s'étend sur une superficie de 64,71km². (Subdivision agricole de Mekla, 2022).

Elle est bordée au nord par la commune de Freha et Azazga, au sud, elle est limitée par les communes Ait Yahia, Ain El Hammam et Ait Aghacha. Les communes d'Ait Khelili et Souama s'étendent à l'est. A l'ouest, elle est bordée par les communes : Larbaa Nait Irathen, Tizi-Rached et Ait Oumalou(Figure 12).



Figure 12 : Situation géographique et délimitation de la région de Mekla (Benneouar et Touat, 2015)

1.2. Données climatiques

a. Température

Le climat de la commune est méditerranéen, de type continental avec des hivers très froids et des étés très chauds.

Les températures sont élevées en été, avec une moyenne de 34°C et des pics de 40°C, y compris en zones de montagne plus tempérée pendant la saison estivale mais exposées, elles aussi au sirocco. En hiver, toute la commune se caractérise par un climat de type continental avec des températures parfois négatives dans les zones de montagne (Subdivision agricole de Mekla, 2022).

b. Pluviométrie

Les précipitations annuelles moyennes dans cette commune sont de 800mm. Les précipitations moyennes mensuelles varient, quant à elles :

Entre 30mm en août et 300mm en décembre pour les années favorables.

Entre 0mm en juillet-août et 43mm en février.

Ces dernières sont donc irrégulières et peuvent être décuplées d'une année à l'autre entraînant un lessivage des sols durant les périodes d'orages (Subdivision agricole de Mekla, 2022).

1.3. Village Tizi n Terga

Le village de Tizi n Terga se situe à environ 7km au sud de Mekla avec une superficie totale de 2,71 km².

La première parcelle échantillonnée est située dans une pente au nord du village, d'une superficie de 5250m², avec environ 50 oliviers âgés entre 50 et 90 ans de la variété Chemlal. C'est une parcelle familiale labourée, entourée par d'autres plantations d'oliviers, marquée par une production moyenne en olives (Figure 13).

La deuxième parcelle est située dans une pente au sud du village, d'une superficie de 3620m², avec environ 35 arbres de la variété Chemlal, âgés entre 40 et 60 ans. Elle est entourée par d'autres plantations d'oliviers. La parcelle est familiale marquée par une production moyenne en olives. Elle n'a pas été labourée durant les dix dernières années (Figure 14).



Figure 13 : localisation géographique de la première parcelle à Tizi n targa (Google Earth, 2022)



Figure 14 : Localisation géographique de la deuxième parcelle à Tizi n targa (Google Earth, 2022)

2. Méthodes d'étude

2.1. Technique d'échantillonnage

2.1.1. Période d'échantillonnage

Deux sorties sont effectuées dans le but de réaliser l'échantillonnage du sol au niveau des deux parcelles de notre région d'étude. Le premier prélèvement est réalisé le 23 mai 2022 et le deuxième le 20 juin 2022.

2.1.2. Prélèvement des échantillons

Dans les deux parcelles, 10 arbres sont choisis au hasard à l'écart des arbres des extrémités, pour chaque arbre quatre échantillons sont prélevés suivant les quatre directions cardinales.

Les prélèvements du sol (labourée et non labourée) ont été réalisés à une profondeur de 11 cm. Les échantillons sont mis dans des sacs en plastique étiquetés (numéro d'arbre, direction cardinale, date de prélèvement et la parcelle d'étude), et transportés au laboratoire (Figure 15).



Figure 15 : échantillons du sol (photo originale, 2022)

2.2. Etude au laboratoire

Les échantillons sont traités au niveau du laboratoire de recherche d'Entomologie appliquée au département des Sciences biologiques.

Les échantillons ont été tamisés à l'aide de trois tamis de diamètre différents : tamisage à 5mm et 2mm pour éliminer les éléments grossiers et les débris organiques ; le tamisage à 1mm pour extraire la terre fine utilisée dans la préparation des suspensions dilutions.

A la fin du tamisage, les quatre prélèvements de chaque arbre ont été mélangés dans le but d'obtenir un échantillon représentatif de ce dernier.

Pour chaque parcelle, un échantillon représentatif de sol est obtenu à base d'un mélange des 10 échantillons composites des 10 arbres étudiés. Ces derniers ont été conservés au frais.

2.2.1. Etude microbiologique

L'isolement et le dénombrement des bactéries ont été réalisés selon la technique des suspensions - dilutions et étalement sur milieu de culture (Davet et Rouxel, 1997).

Pour l'isolement des bactéries, deux milieux de cultures sont utilisés, le premier est la Gélose nutritive et le deuxième est le King B (King *et al*, 1954).

Au moment de l'emploi, les flacons des deux milieux sont liquéfiés au bain marie à ébullition jusqu'à fusion complète. Laisser refroidir entre 45 et 50°C avant d'être coulés en boîtes de Petri stériles en conditions d'asepsie. Les compositions de ces milieux sont présentées dans l'Annexe.

a. Préparation de la suspension mère

La préparation se fait à partir d'une suspension de 1g de sol dans 9ml d'eau distillée stérile (solutions mères 10^{-1}) pour les deux parcelles. Les suspensions obtenues sont par la suite agitées à l'aide d'un agitateur vortex dans le but de libérer le maximum de la charge microbienne.

Les dilutions en séries sont ensuite réalisées à partir de la solution mère de chaque parcelle jusqu'à 10^{-6} . Ces dernières doivent être utilisées immédiatement pour les ensemencements (Figure 16).



Figure 16 : suspension dilution (photo originale, 2022)

b. Ensemencements des suspensions dilutions et incubation des boîtes de Petri

De chaque suspension-dilution, 0.2 ml sont prélevés sous des conditions d'asepsie à l'aide d'une micropipette et ensemencés dans les boîtes de Petri contenant les milieux solidifiés. Cette opération est répétée trois fois pour chaque dilution (Figure 17).

Les échantillons de culture ensemencés correspondent respectivement aux dilutions 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} . L'incubation des boîtes de Pétri ensemencées s'est faite à température ambiante pendant 72 heures.



Figure 17 : Ensemencement des boîtes de Pétri (photo originale, 2022)

c. Caractérisation macroscopique et dénombrement des bactéries

Le dénombrement après culture concerne évidemment les cellules viables de l'échantillon, autrement dit les cellules capables de croître. Il est basé sur l'aptitude de chaque bactérie, fixée par la solidification du milieu, à former une colonie visible à l'œil nu (Austin, 1988) cité par (Baroudi, 2018).

Pour notre expérimentation, l'étude macroscopique consiste en premier lieu à déterminer la présence ou l'absence des colonies de bactéries dans les boîtes de Petri par un comptage direct, et en deuxième lieu d'effectuer une caractérisation macroscopique des colonies (l'aspect, la taille et la couleur).

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Examen macroscopique

L'observation de cultures bactériennes sur boîtes de Petri à l'œil nu et sous loupe binoculaire a été effectuée après 2, 4 et 6 jours d'incubation, pour déterminer la couleur, la forme, la taille, le contour, l'opacité, l'aspect ainsi que l'élévation des colonies.

1.1.1. Milieu King B

Le résultat de l'étude macroscopique des colonies bactériennes les plus dominantes apparues sur le milieu King B est mentionné dans le tableau 04.

Tableau 04 : Caractères morphologiques des souches bactériennes observées sur milieu King B.

Origine de l'isolat	Couleur	Forme	Taille < > à 1 mm	Contour	Opacité	Aspect	Elévation
Sol labouré (S L)	Crème, Jaune	Ronde Ovale Irrégulière	< 1mm De 1mm à 5mm	Régulier Irrégulière	Opaque Translucide	Lisse Plissé	Bombé Plate
Sol non labouré (S N L)	Crème	Ronde Ovale Irrégulière	<1mm De 1mm à 8mm	Régulier Irrégulière	Opaque Translucide	Lisse Plissé	Bombé

D'après le tableau 04, on constate que les résultats obtenus pour les caractères morphologiques des colonies bactériennes, apparues à partir des deux échantillons de sol, présentent des similitudes sur le milieu King B pour la majorité des caractères, à l'exception surtout de la taille, où on remarque que certaines bactéries du sol non labouré ont manifesté une taille allant jusqu'à 8mm.

1.1.2. Milieu Gélose nutritive

L'observation macroscopique des colonies bactériennes apparues sur la gélose nutritive a permis de déterminer l'aspect morphologique de ces dernières. Les résultats obtenus apparaissent dans le tableau 05.

Tableau 05 : Caractères morphologiques des souches bactériennes observées sur la gélose nutritive.

Origine des isolats	Couleur	Forme	Taille < > à 1 mm	Contour	Opacité	Aspect	Elévation
Sol labouré (S L)	Crème Jaune Rouge Rose Orange marron	Ronde Ovale Irrégulière	< 1mm De 1mm à 6mm	Régulier Irrégulière	opaque Translucide	Lisse Plissée Rhizoïde	Bombé Plate
Sol non labouré (SNL)	Crème Jaune Rouge Rose Orange Marron Vert Noir blanc	Ronde Ovale Irrégulière	<1mm De 1mm à 8mm	Régulier Irrégulière	opaque Translucide	Lisse Plissée	Bombé Plate

D'après le tableau 05, on constate que les colonies bactériennes apparues à partir des deux échantillons de sol présentent une grande diversité pour les caractères morphologiques constatée surtout au niveau de la couleur, de la taille et de l'aspect des colonies, avec une diversité plus apparente pour le sol non labouré.

A signaler, l'apparition de colonies fongiques morphologiquement différentes sur le milieu de culture de gélose nutritive à partir des deux échantillons de sol, avec une diversité constatée pour la couleur et le diamètre des colonies de champignons (Figure 18)

Aussi, les résultats indiquent une activité inhibitrice de certaines souches bactériennes contre la croissance de certains champignons (Figure 18).



Figure 18 : Apparition de colonies fongiques et de bactéries inhibitrices sur le milieu GN.

Selon les résultats obtenus à partir des deux échantillons de sol de notre étude, on remarque que les colonies bactériennes apparues sur les deux milieux de cultures présentent des caractères morphologiques différents, avec une variabilité plus marquée au niveau du sol non labouré constaté surtout au niveau de la couleur des bactéries. Aussi, la taille des colonies apparues à partir de l'échantillon de sol non labouré est plus importante, elle varie entre 1mm et 8mm en comparaison avec celles du sol labouré qui présentent des bactéries de taille allant de 1mm à 6mm.

1.2. Dénombrement des bactéries

Le dénombrement des bactéries sur milieux solides se base sur la capacité qu'ont de nombreux micro-organismes à produire des colonies dans ou sur des milieux gélosés pouvant être détectées à l'œil nu ou à l'aide d'une simple loupe (Norme ISO 7218, 2007). Le dénombrement des souches évoluées dans les deux milieux de culture a été effectué après la fin de l'incubation des suspensions de sols dilués.

Les résultats du dénombrement sur gélose nutritive et sur milieu King B obtenus pour les différentes dilutions a permis de nous renseigner sur la charge bactérienne du sol labouré (SL) et du sol non labouré (SNL). Les valeurs obtenues sont indiquées dans la figure 19.

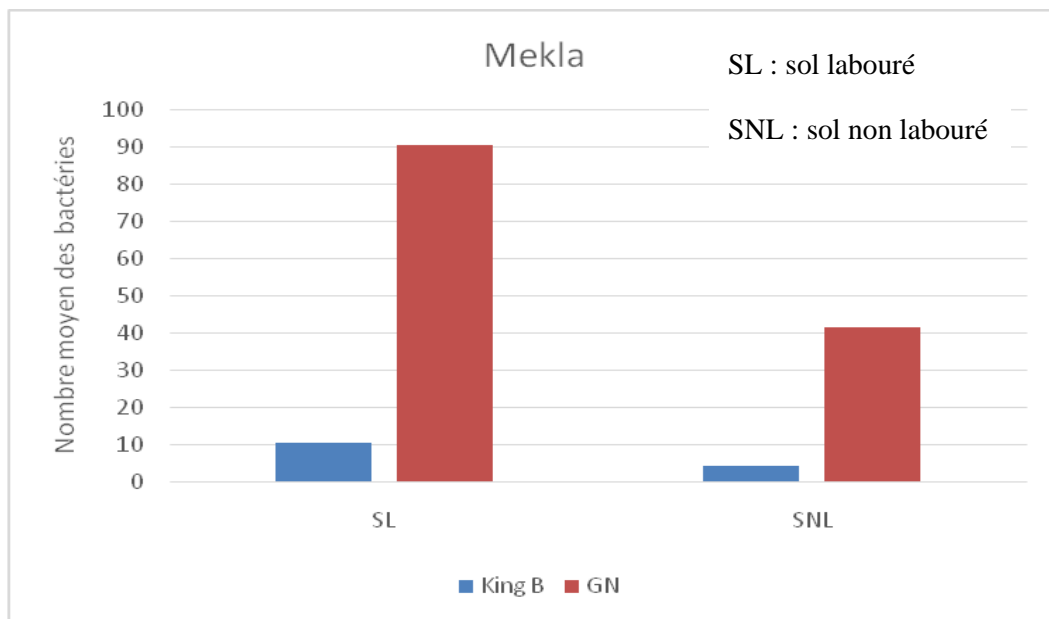


Figure 19 : Nombre moyen de bactéries apparues dans les deux milieux de culture

D'après la figure 19, on observe que le nombre de colonies bactériennes apparues sur la gélose nutritive est plus élevé par rapport à celui observé sur le milieu King B respectivement avec un nombre moyen de 90,22 colonies sur GN et 10,33 colonies sur King B pour le sol labouré, contre 41,33 colonies sur GN et 4,11 colonies sur King B pour le sol non labouré.

Le nombre moyen de colonies bactériennes apparues est plus important dans le sol labouré que dans le sol non labouré.

2. Discussion

La portion du sol autour des racines de la plante, la rhizosphère, est un des lieux avec la plus grande biodiversité microbienne au monde. Elle est composée, entre autre de bactéries qui peuvent vivre en symbiose avec la plante afin de l'aider à obtenir les nutriments dont elle a besoin. Ainsi le manque d'azote, de phosphore ou encore de calcium sont des facteurs limitant pour la croissance de la plante. Les bactéries fournissent donc de l'azote à la plante qui l'utilise pour sa croissance, en retour, la plante fournit des molécules organiques (à base de carbone) indispensables à la croissance de la bactérie (Peter, 2013).

Dans la rhizosphère, les bactéries sont les organismes les plus nombreux, leur densité est de l'ordre de 10^9 par gramme de sol, et les plus variés (Dommergues et Mangenot, 1970). Elles constituent le groupe le plus décomposeurs de matière organique, elles digèrent les

éléments facilement dégradables (protéines, acide aminés, sucres simples, amidon, pectine, chitine) (URGPIE, 2015).

Le milieu de culture est un mélange de substances, sous forme liquide, semi-solide ou solide, qui contient des constituants naturels et/ou synthétiques permettant la croissance des micro-organismes (avec ou sans inhibition de certains d'entre eux), leur identification ou leur conservation. Les milieux de culture sont utilisés dans toutes les méthodes de culture microbiologique traditionnelles (ISO, 2014).

Au cours de notre étude, nous avons constaté que les milieux de culture utilisés ont un effet différent sur le développement des bactéries. D'après notre expérimentation, on observe l'apparition d'un grand nombre de colonies bactérienne sur la gélose nutritive, qui est un milieu non sélectif, riche en éléments nutritifs, et qui permet la croissance de la majorité des bactéries et des champignons (Rodier et al, 2009).

D'un autre coté, la diminution de la densité microbienne sur le milieu King B est due à la spécificité de ce milieu. En effet, ce dernier est un milieu sélectif utilisé pour la caractérisation des *Pseudomonas* (King et al, 1957). Les différentes espèces de *Pseudomonas* qui colonisent la rhizosphère possèdent plusieurs caractéristiques intrinsèques qui les rendent particulièrement intéressantes pour une utilisation comme agent de lutte biologique. Premièrement, leurs capacités à coloniser les racines et à y maintenir une forte densité de population est remarquable (Haas et Défago, 2005), cette grande rhizo compétence vient sans doute de leur taux de croissance plus élevé que celui de la plupart des autres rhizobactéries et de leur capacité à métaboliser efficacement plusieurs composés des exsudats racinaires (Chin et al, 2003).

Le travail du sol agit sur l'environnement physique et biotique des microorganismes du sol et modifie en retour leurs abondances, leurs diversités et leurs activités au sein du profil de sol.

Dans les systèmes non travaillés ou travaillés superficiellement, la quantité et l'activité des microorganismes du sol présentent une forte stratification verticale tandis qu'elles sont réparties de façon plus homogène sur la profondeur de la couche de sol labouré (Andrade et al, 2003).

A partir de notre étude, on a constatés que la microflore bactérienne dans le sol labouré est plus importante par rapport à celle dans le sol non labouré, et cela peut être attribué à la présence des conditions favorables pour un bon développement des bactéries dans le sol travaillé (aération, humidité).

La plupart du temps, les résidus sont retournés au sol en fragments grossiers dont les surfaces seront colonisées par les microorganismes du sol dès que les conditions seront propices. Dans les systèmes avec sol labouré, les résidus sont mis en contact intime avec le

sol et la colonisation microbienne survient rapidement. En revanche, dans les systèmes de non labour les résidus de culture à la surface du sol sont graduellement mis en contact avec le sol par les cycles de gel-dégel et d'humectation- dessiccation et par l'action de la faune du sol (Frey et al, 2000).

D'après Kladvko (2001) ; Young et Ritz (2000), les sols labourés seront dominées par des espèces bactériennes tandis que ceux dans lesquels le travaille de sol est limité favoriseront le développement des populations fongiques.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a porté sur l'estimation du niveau de richesse en microorganismes, cas des bactéries, de deux sols sous oliveraies, l'un avec labour et l'autre sans labour, du village Tizi n Terga de la commune de Mekla. Le dénombrement des bactéries a été réalisé sur deux milieux de culture différents qui sont la gélose nutritive et le milieu King B.

Pour ce qui concerne les résultats observés sur les milieux de culture, on a remarqué l'apparition d'un nombre important de colonies bactériennes sur la gélose nutritive avec une large diversité pour les caractères macroscopiques en l'occurrence la couleur, la taille et l'aspect. Des champignons ont été observés aussi sur ce milieu. Par contre sur le milieu King B, le nombre de colonies apparu est moins important avec une diversité moyenne qui est dû à la spécificité de ce milieu dans la caractérisation des bactéries de genre *Pseudomonas*.

Les résultats obtenus pour le dénombrement des bactéries montrent que le nombre moyen des colonies varient considérablement d'une parcelle à une autre. Le maximum est enregistré dans le sol labouré, qui est probablement dû à la présence de conditions plus favorables pour le développement des bactéries, comme l'aération et la présence de débris végétaux qui représentent les éléments nutritifs de la microflore bactérienne.

D'une manière générale le labour du sol associé à d'autres pratiques culturales peut jouer un rôle important soit au niveau du sol, soit au niveau de la production végétale par apport à un sol non labouré. Le travail du sol garanti des quantités suffisantes de nourriture et de fibres au diverses populations végétales et microbiennes dans le sol. Il assure aussi un bon développement pour la diversité des bactéries, ces dernières sont essentielles dans les fonctions clés du sol, elles sont nécessaire pour la minéralisation de la matière organique et contribues à une meilleure structure du sol, ainsi qu'à la dégradation de polluants organiques et un meilleur état sanitaire dans les sols.

L'apparition de bactéries antagoniste serait un indicateur à ne pas négliger vu leur importance dans la protection des plantes contre les pathogènes telluriques.

Il sera important de réaliser une étude sur les caractéristiques physico-chimiques des sols pour évaluer leur état de fertilité, la teneur en eau, l'humidité et le pH. Aussi, il serait intéressant de suivre les communautés microbiennes sur un grand nombre de sols, en complétons en parallèle l'analyse macroscopique par une caractérisation microscopique des souches bactériennes par la coloration de Gram pour distinguer et classier ces bactéries.

Notre expérimentation a permis d'apporter des connaissances sur la microflore bactérienne de deux oliveraies de la région de Mekla, elle peut être une passerelle vers d'autres études sur la diversité bactérienne des sols sous oliveraies. Ainsi ce travail ouvre plusieurs perspectives de recherche.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ❖ **Andrade, D. S ; colozzi-Filho, A. et Guiller, K.E. 2003-** The soil microbial community and soil tillage, p.51-81, in A.ElTiti, ed. Soil Tillage in agroecosystems. CRC Press LLC, Boca Raton.
- ❖ **Angles Stéphane .2012 -** L'olivier et les territoires méditerranéens. L'histoire de l'olivier. hal-02096367
- ❖ **Anonyme; 2006-** <https://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier>
- ❖ **Anonyme ,2010-** <https://www.aquaportail.com/definition-4977-permeabilite.html>
- ❖ **Anonyme; 2008-** umeamarie.canalblog.com/archives.
- ❖ **Anonyme;2022** -<https://ecotimesdz.com/production-oleicole-a-tizi-ouzou-limperative-valoerisation-de-la-filiere/>
- ❖ **Aragno m, Gobat. JM. Matthey W ; 2003-** Le sol vivant, base pédologie /Biologie des sols. 2ed, imprimé en France, 568 p.
- ❖ **Aurélie Faugier ; 2010-** <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00502105/document>
- ❖ **Baba Hamed AM ; 2017-** Effet des facteurs agro-écologiques sur le rendement et la qualité d'huile d'olive. Mémoire de master. Amélioration végétale. Université Tlemcen. 132p
- ❖ **Banneouar K et Touat Y, 2015-** Inventaire des arthropodes parasites des bovins et de quelques parasitoses dans la région de MEKLA. Mémoire de Master. Faculté des sciences biologiques et agronomiques. Université Mouloud Maameri Tizi ousou. 66p.
- ❖ **Baroudi N ; 2018-** isolement et identification de microorganismes issus d'une matrice polluée. Mémoire de Master. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université de Moustaganem. 72p
- ❖ **Bazzine M ; 2002-** Etude de la biomasse microbienne dans les sols halomorphes
- ❖ **Benyahia N et Zein K ; 2003-** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2ème Conférence Internationale Suisse Environnemental Solution for Emerging countries (SESECII) Lausanne. Suisse. 7p.

Références bibliographiques

- ❖ **Bonneau M ; 1997-** Ingénieur des Eaux et Forêts à la Station de Recherches de Nancy (5e Section) l'importance des propriétés physiques du sol dans la production forestière.
- ❖ **Boudouch ; 2009-** Étude de dépollution des sols par extraction sous pression réduite. Application au traitement des composés organiques volatils. Thèse de doctorat. Institut national des sciences appliquées de Lyon. 50-53.
- ❖ **Breton C ; 2006-** Reconstitution de l'histoire de l'olivier (*Olea europaea* subsp. *Europea*) et son processus de domestication en région méditerranéenne, étudiés sur des bases moléculaires. Thèse doctorat INRA. Montpellier. 329 p.
- ❖ **Buckley et Schmidt ; 2002-** Diversité bactérienne des sols - TEL – Thèses.
- ❖ **C.O.I; 1998 -** L'Olivier, l'huile, l'olive - Madrid / Espagne.
- ❖ **Callot G ; 1982 -** le sol vivant, bases de pédologie-Biologie des sols.
- ❖ **Callot G ; 1981-** Les interactions sol – racine, incidences sur la nutrition minérale. Ed. INRA, Paris, 305 p.
- ❖ **Calvet R., 2003-** Le sol. Tomel. Propriétés et fonction ; constitution et structure, phénomène et interface. Edition France agricole. 95-365.
- ❖ **Calvet R ; 2000-** Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), P 83-90.
- ❖ **Chenoua A ; 2010 -** Inventaire de l'entomofaune de l'olivier, étude préliminaire de *bactroceraoleae* GMEL (Diptera, Tephritidae) et *saissetiaoleae* BERN (Homoptera, Lecanidae), dans la région de Blida. Mémoire: protection des végétaux (Zoophytatrie). EL Harrach-Alger : ECOLE NATIONAL SUPERIEURE AGRONOMIQUE .57p.
- ❖ **Chin A T F Woeng; Bloemberg G Vet Lugtenberg B J; 2003-** Phenazines and their role in bio control by pseudomonas bacteria. New. Phyto. 157: 503-523.
- ❖ **Civantos L ; 1998-** L'olivier: l'huile d'olive et l'olive. France. Conseil oléicole international. 130p.
- ❖ **Claire Marsden ; 2020-** Les matières organiques et les sols agricoles. Chaire agrosys-montpellierSupAgro.
- ❖ **Cohorte ; 2009 -** planetvie.ens.fr/thematiques/ecologie/le-sol-l-epiderme-vivant-de-notre-plane 195, 15-28, SMLH, Paris.

Références bibliographiques

- ❖ **Conseil Oléicole International ; 2015-** COI/T.15 /NC n°3/Rév.8 Février 2015. Norme commerciale applicable aux huiles d'olives et huiles de grignons d'olives.
- ❖ **Daniel Tessier, François-Alain Daudet et Pierre Cruiziat. Copyright ; 2022-** Plantes et eaux. Mentions légales.
- ❖ **Davet P ; 1996-** vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Editions (Paris), 384 p : 52- 57- 106.
- ❖ **De Barry N ; 1999-** L'Abécédaire de l'huile d'olive. Éd. Flammarion, France, page 86
- ❖ **Demolon A ; 1968-** Croissance des végétaux cultivés, Ed DUNOD, 6eme édition, Tome II, paris, 520 p.
- ❖ **DSA ; 2018** -Direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- ❖ **Dutuit, P. POurrat, Y. Dodernan, V.L ; 1991-** Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridités du pourtour méditerranéen. Paris : AUPELF-UREF. John Libbey. 65-73p. Ecol, univ. De ouargla, 106 p.
- ❖ **FAO, ITPS, GSBI, CDB et CE ; 2021-** L'état des connaissances sur la biodiversité des sols - L'état actuel, les enjeux et potentialités, Résumé à l'intention des décideurs. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1929fr>
- ❖ **FAO; 2020** - Food and Agricultural Organization. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>
- ❖ **François R ; (2008)-** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, Edition DUNOD, Paris, 1152 p.
- ❖ **Frey, S. D; E. T. Elliott, K. Paustian et G.A. Peterson; 2000-** Fungal translocation as a mechanism for soil nitrogen inputs to surface residue decomposition in a no-tillage agroecosystem. Soil biology and biochemistry 32: 689-698.
- ❖ **Gendry ; 2018-** N°3 du 3/04/2018 Bulletin Sol et Agronomie des Chambres.
- ❖ **Gobat J, Arango M, Matthey W ; 2010-** Le Sol Vivant : Bases de pédologie et biologie des sols). 3eme Edition revue et augmentée.
- ❖ **Haas D et Défago G; 2005-** Biological control of soil – borne pathogens by fluorescent Pseudomonads. Nature. Rev. Microbial. 3(4): 307-349.

Références bibliographiques

- ❖ **Hannachi H, M'sallem M, Benalhadj S, El-Gazzah M; 2007-** Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies*330, p 135-142.
- ❖ **Higashide E; 1984** - The macrolides : properties, biosynthesis and fermentation. *Drugs Pharm Sci* ; 22 : 452-508.
- ❖ **Henin S, Gras r, Monnier G; 1969-** Le profil cultural, l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Ed. Masson et Cie, Paris, 332p.
- ❖ **Hlavackova P ; 2005-** Evaluation du comportement du cuivre et du zinc dans une matrice de type sol à l'aide de différentes méthodologies. Thèse de doctorat. L'Institut national des sciences appliquées de Lyon. P 207.
- ❖ **Hoorman J. J., Islam R., 2010-** understing soil microbes and nutrient recycling. FACT SHEET. Agriculture and natural resources. The Ohio state University, p.1-5.
- ❖ **Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAFV) ; 2015-** *La culture de l'olivier*. Alger : ITAF. P 32.
- ❖ **ISO ; 2014-** Microbiologie des aliments, des aliments pour animaux et de l'eau, Préparation, production, stockage et essais de performance des milieux de culture. (<https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:53610:fr>)
- ❖ **ITAB ; 2002-** Activités biologique et fertilité du sol, 23p.KARA (1993)
- ❖ **Kennedy AC, Smith KL; 1995-** Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*170: 75-86.
- ❖ **King EO., Ward, MK and D.E.Raney; 1954-** Two simple media for the demonstration of pyocianin and fluorescein. *J. Lab. Clin. Med.* 44:301-307.
- ❖ **Kladivko, E.J; 2001-** tillage systems and soil ecology. *Soil& tillage Research*61:61-76.
- ❖ **Lahouazi A et Madani A ; 2017-** Contribution à l'étude de l'entomofaune de l'olivier dans la région Haizer (Bouira). Mémoire de master. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, université AkliMouhandOulhadj- Bouira. 70p.
- ❖ **Laurent Philippot ; 2008-** N°3 du 3/04/2018 Bulletin Sol et Agronomie des Chambres d'agriculture des Pays de la Loire.

Références bibliographiques

- ❖ **Loussert R et Brousse J., 1978-** L'olivier : Techniques agricoles et production méditerranéennes. Ed. Larose, Paris, 464 p.
- ❖ **Lozet et Mathieu ; 1997** -Dictionnaire de sciences du sol. Lavoisier Tec &Doc.P 420.
- ❖ **MADR ; 2016- Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche ; 2016-** Mission de prospection pédologique à travers les vergers nouvellement créés et les terres potentielles à la mise en place de l'oléiculture. Rapport d'analyse. Bouira .12p.
- ❖ **Masmoudi-Charfi C., Msallem M., Ajmi L., Sai B., Siala S. et Kchaou M., 2016–** Mise en place et Conduite d'une plantation intensive d'Oliviers. Document Electronique (DVD) élaboré dans le cadre des activités de la « Commission Nord pour la Promotion du Secteur Oléicole ». ED. L'Institut de l'Olivier. 115 Diapos.
- ❖ **Mathieu Bessière ; 2020-** La France Agricole ;Le pâturage tournant dynamique 2020.156p.
- ❖ **Mendil M ; Sebai A ; 2006-** L'olivier en Algérie, Alger : Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, pp. 26-97. Mise en place et Conduite d'une plantation intensive d'Oliviers. Document Electronique.
- ❖ **München ; Nörr. H ; 1958-** PhytochemischeundpharmakologischUntersuchungen der AdaptogendregenEleutherococcussenticosus, Ocimumsanctum, codonopsispilosula, rhodiolarosea end rhodiolacrenulata;HieronymusBuchproduktionsGmbH. P. 3 ; 126 – 127.
- ❖ **Orregia M ; Marinelli ; 2017-** FLOS OLEI. DEL TRIBUNAL DI ROMA. Italie.
- ❖ **Peter mergaert ; 2013-** Institute des science de végétale (CNRS Gif).
- ❖ **Polese J ; 2015-** L'olivier. Italie : les presses de l'imprimerie papergraf à padoue. 93p.
- ❖ **Prescott L. M., Harley J. P., Klein D. A ; 2003-** Microbiologie. De Boeck : Bruxelles. 2ème édition. p.1164.
- ❖ **Redich G.C et Verdure ; 1975-** Le comportement physique des tourbes en cours de culture PHM. Revue Horticole.160. 13-20).
- ❖ **Rodier J., Leguebe B., Merlet N et col ; 2009-** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles.
- ❖ **Roesch LF, Fulthorpe RR, Riva A, et al; 2007-** Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity. Isme J. 1: 283-290.
- ❖ **Ruellan ; 2010** - Des sols et des hommes.

Références bibliographiques

- ❖ **Saad D ; 2009-** Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d'olivier (*Olea europea*L.) essai de leur application à des boutures semi-ligneuses. Mémoire de Magister en Biotechnologie. Option Intérêt des microorganismes en Agriculture et en Agro-alimentaire. sebkha située au niveau de l'exploitation de l'université de ouargla (ex-Itas). Mémoire. Ing.
- ❖ **Sayyad G., Afyun M., Mousavi S.-F., Abbaspour K. C., Richards B. K &Schulin R.; 2010-** Transport of Cd, Cu, Pb and Zn in a calcareous soil under wheat and safflower cultivation-a column study. Geoderma, vol. 154. 311-320.
- ❖ **Shendure J & Ji H; 2008-** Next-generation DNA sequencing. Nat Biotechnol. 26: 1135-1145.
- ❖ **Soltenr D ; 2005** -Les bases de la production végétal-le climat- le plant .21ème Edition science technique agricole, P111.
- ❖ **Stéphane Angles, 2012** - L'olivier et les territoires méditerranéens. L'histoire de l'olivier. hal-02096367
- ❖ **Strikis D., Hellal F., Hurtado A., Ruschel J., Flynn K.C., Laskowski C.J., Umlauf M., Kapitein L.C., Lemmon V., Bixby J., Hoogenraad C.C., Bradke F; 2011-** Study of developpement and classification of different plants. 34 : 19-30p. Université D'Oran. 98p.
- ❖ **Tompkins Bird ; 1989-** La vie re-belle31/08/2019 <https://lavierebelle.org/bacteries-et-vie-du-sol>.
- ❖ **URGPIE ; 2015-** Union régionale des centres permanents d'initiatives pour l'environnement. (www.compagnons-des-jardins.com/compostage-microorganismes-et-décomposeurs chimiques/)
- ❖ **Villa p ; 2003-** La culture d'olivier. Ed. De Vecchi , Paris, 143 p.
- ❖ **Young, I.M et K. Ritz; 2000-** Tillage, habitat,space and fonction of soil microbes. Soil and tillage Research 53 : 201- 213.

Annexe

Annexe

Gélose nutritive

La composition du milieu :

- Extrait de viande.....1,0g
- Extrait de levure.....2,0 g
- Peptone.....5,0 g
- Chlorure de sodium.....5,0 g
- Agar......15 g
- Eau distillée.....1000ml
- Ph.....7,4

Milieu King B

La composition du milieu :

- Peptone.....20g
- Glycérol.....15ml
- Sulfate de magnésium.....1,5g
- Phosphate bi-potassique1,5g
- Agar agar.....20g
- Eau distillée.....1000ml

Résumé

La présente étude a porté sur l'appréciation de la richesse des sols en microorganismes, sous oliveraies, par le dénombrement des bactéries à partir d'échantillons de deux sols, l'un labouré et l'autre non labouré, de la région de Mekla. L'échantillonnage a été réalisé à une profondeur de 11cm.

L'étude macroscopique des colonies bactériennes est effectuée sur deux milieux de culture à savoir la Gélose nutritive et le King B.

Les résultats obtenus indiquent que la densité de la microflore bactérienne sous oliveraies est plus importante dans la parcelle labourée. Le nombre des colonies bactériennes apparues sur la Gélose nutritive, qui est un milieu non sélectif, est plus élevé que celle sur le milieu King B, qui est un milieu sélectif, utilisé pour la caractérisation des *Pseudomonas*.

Mots clés : oliveraies, sol, labour, dénombrement, bactéries du sol, Mekla

Abstract

This study focused on the assessment of the richness of soils in microorganisms, under olive groves, by counting bacteria from samples of two soils, one plowed and the other unploughed, from the Mekla region. Sampling was carried out at a depth of 11cm.

The macroscopic study of bacterial colonies is carried out on two culture media, namely nutrient agar and King B.

The results obtained indicate that the density of the bacterial microflora under olive groves is greater in the plowed plot. The number of bacterial colonies that appeared on nutrient agar, which is a non-selective medium, is higher than that on King B medium, which is a selective medium, used for the characterization of *Pseudomonas*.

Keywords: olive groves, soil, ploughing, enumeration, soil bacteria, Mekla

ملخص

ركزت هذه الدراسة على تقييم ثراء التربة بالكائنات الحية الدقيقة، تحت بساتين الزيتون، من خلال عد البكتيريا من عينات من تربتين، إحداهما محروثة والأخرى غير محروثة، من منطقة مكلّا. تم أخذ العينات على عمق 11 سم.

تم إجراء الدراسة العيانية للمستعمرات البكتيرية على وسطي استزراع، وهما Gélose nutritive و King B.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن كثافة البكتيريا تحت بساتين الزيتون أكبر في قطعة الأرض المحروثة. عدد المستعمرات البكتيرية التي ظهرت على أجار المغذيات، وهو وسط غير انتقائي، أعلى من تلك الموجودة في وسط King B، وهو وسط انتقائي، يستخدم في توصيف *Pseudomonas*.

الكلمات المفتاحية: بساتين الزيتون، التربة، الحرث، العد، بكتيريا التربة، مكلّا.