UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : **Gestion des Agrosystèmes**

Présenté par : **Melle** Ouarda TAR

Thème

Effet de quelques produits phytosanitaires sur la biomasse microbienne des sols oasiens. Cas de la région de Ouargla

Soutenu publiquement
Le : 02/07/2019

Devant le Jury :

Mme	OUSTANI	Mabrouka	M.C.B.	Présidente	UKM Ouargla
M.	YOUCEF	Mahmoud	M.A.A.	Examinateur	UKM Ouargla
M.	KARABI	Mokhtar	M.C.B.	Encadreur	UKM Ouargla
M.	ZENKHRI	Salah	M.C.A.	Co-Encadreur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2018 / 2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux :

Deux personnes, les plus chers au monde que Je ne remercierais jamais assez : leurs aide, encouragement, Soutien, sacrifices et leur patience pendant toute ma vie

Mes chers parents : Salah et Malika

Mes chères sœurs Asma Et Chaima

Et toute la famille : Tar et Ferras

Toutes mes chères amies : Tasnime, Nour Elhouda, Bouchra, Ibtissam

Et tous ceux qui me connaissent de près ou de loin,

Et qui m'ont donné l'espoir et du courage.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Allah, le bon Dieu miséricordieux de nous avoir aidés à réaliser ce travail.

J'exprime mes profonds remerciements à mon encadreur M. KARABI Mokhtar qui a bien voulu diriger ce travail, et Merci de m'avoir donné la chance de travailler avec vous.

Je remercie également mon co-encadreur M. ZENKHRI Salah pour son aide

Mes sincères remerciements vont également à M. BELLAROUSSI Mohamed El Hafedh et à Mme OUSTANI de m'avoir conseillé et guidé dans mon travail

Je tiens à remercier vivement les membres du jury qui ont accepté de consacrer du temps pour juger ce travail: M.OUSTANI Mabrouka et M.YOUCEF Mahmoud

A tout le personnel du département des sciences agronomiques.

Enfin je remercie ma famille : mes parents pour leurs soutiens sans faille, parfois inquiets mais toujours compréhensifs, tout au long de ces années, ainsi que mes sœurs, est pour leurs soutien affectif et moral.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail et qui m'ont soutenu dans les moments difficiles, Bouchra. Nour elhouda , Tasnime , Ibtisame ,

Merci à tous, Merci aussi pour les bons moments passés ensemble…

Table de matière

Dédicace ……..……..…I

Remercîment ……II

Liste des tableaux ……....III

Liste des figures……....VI

Liste des photos……...VII

Liste d'abréviations……...…VIII

Liste des annexes ……..…IX

Introduction……....1

Partie I : Synthése bibliographieque

Chapitre 01 : généralité sur les pesticides

I.1. Définition et classification des pesticides.....3

I.1.1. Définition 3

I-1-2. Classification.....4

I.1.2.1. Selon leurs caractéristiques chimiques.....4

I.1.2.2. Selon les organismes vivants ciblés 4

I.1.2.3. Selon l'usage 4

I.2. Utilisation des produits phytosanitaires en Algérie (cas de la région de Ouargla).....5

I.3. Devenir des pesticides dans le sol : la rétention et l'accumulation.....5

Chapitre 02 : généralité sur la biomasse microbienne

II.1. Composition des organismes vivantes dans le sol.....7

II.1.1. Définition du sol 7

II.1.2 Diversité des micro-organismes du sol.....7

II.1.2.1. Bactéries.....8

II.1.2.2. Champignons 8

II.2. L'interaction entre les pesticides et les micro-organismes du sol.....9

II.2.1. Biodégradation des pesticides 9

II.2.2. Effets des pesticides sur la biologie des sols 10

Partie II : Matériel et Méthodes

II.1. Présentation de la région 13

II.1.1. Situation Géographique 13

II.1.2. Climat 13

II.1.3. Sols 14

II.2. Choix de la station.....14
II.3. Technique de travail.....15
II.3.1. Etapes de préparation des produits diluées.....15
II.3.3. Prélèvement des échantillons.....19
II.4. Méthodes d'analyse.....20
II.4.1. Analyses physico-chimiques.....20
II.4.1.1. Humidité.....20
II.4.1.2. pH.....20
II.4.1.3. Calcaire total.....20
II.4.1.4. Conductivité électrique(CE).....21
II.4.1.5. Carbone organique.....21
II.4.2. Analyse microbiologique.....21
II.4.2.1. Technique de dénombrement.....21
II.4.2.2. Préparation des suspensions dilutions.....21
II.4.2.4. Ensemencement.....23
II.4.2.5. Purification et identification.....23
II.4.3. Caractéristiques morphologiques.....24
II.4.3.1. Observation macroscopique.....24
II.4.3.2. Préparation des lames.....24
II.4.3.3. Technique de Coloration de Gram.....25

Partie III : Résultats discussion

Chapitre 01 : résultats discussion des analyses physico-chimiques

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques des sols.....27

Chapitre 02 : résultats discussion des analyses microbiologiques

III.2. Résultats des analyses microbiologiques :.....32
III.2.1. La densité microbienne dans les sols étudiés.....32
III.2.1.1. La biomasse fongique.....34
III.2.1.2. Comparaison entre l'effet des trois produits utilisés.....35
III.2.1.3. La densité bactérienne.....37
III.2.2. Caractères morphologiques.....39
III.2.3. Purification et identification des champignons.....40
III.2.4. Coloration de Gram.....41

Conclusion.....43

Références bibliographiques.....45

Annexes……53

Liste des tableaux

N	Tableaux	Page
1	Rémanence de quelques pesticides dans le sol	6
2	Les trois fongicides utilisés	16
3	Caractéristique physico-chimiques du sol avant et après le traitement	27
4	Résultats de dénombrement de la biomasse microbienne du sol avant et après le traitement phytosanitaires	32
5	Caractères morphologique des bactéries et des champignons	39

Liste des figures

N	Figures	Page
1	Bactérie du sol	8
2	(A et B) Champignon du sol	9
3	Situation géographique de la région d'Ouargla	13
4	Image satellitaire du site expérimental à l'université de Ouargla	15
5	Les trois types de fongicides utilisés	16
6	mise en place des pots	18
7	Traitement phytosanitaires par les fongicides	18
8	Prélèvement des échantillons.	19
9	Méthode de préparation des suspensions dilutions	22
10	Préparation des suspensions dilutions.	22
11	Représentation graphique de la conductivité électrique (%) dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire	29
12	Représentation graphique du pH dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire	29
13	Représentation graphique de la matière organique (%) dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire	31
14	Représentation graphique de la densité microbienne après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.	33
15	Représentation graphique de la densité fongique après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.	34
16	Représentation graphique de la densité fongique après 3 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}	35
17	Représentation graphique de la densité fongique après 15 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}	36
18	Représentation graphique de la densité bactérienne après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.	37
19	Représentation graphique de la densité bactérienne après 3 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}	38
20	Représentation graphique de la densité des bactéries après 15 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}.	39

21	Observation macroscopique des bactéries après l'application des fongicides	40
22	Aspects macroscopique des colonies des champignons du sol après l'application des fongicides	41
23	Aspects macroscopique des colonies des champignons du sol avant l'application des fongicides	41
24	Microphotographie observée au microscope optique présentant des bactéries dans le sol.	42

Liste des photos

N	Photo	Page
1	Equipement de protection	15
2	Préparation des produits	16
3	Bouteilles remplies d'eau douce	16
4	Préparation de micro pipette	17
5	Prélèvement des produits dosés (fongicides)	17
6	Dilution des produits dans l'eau douce	17
7	finition de la préparation des traitements	18
8	Irrigation des pots.	18
9	Echantillonnage	19
10	Ensemencement des boites pétri	40
11	Absence des colonies fongiques dans quelques boites après le traitement phytosanitaire	42
12 13	Observation macroscopique des Actinobactéries Observation microscopique des Actinobactéries	42

Liste d'ABREVIATIONS

A : Argile
C.org: carbone organique
CE : Conductivité Electrique
DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane
FAO: Food and Agricultural Organization
INRA : Institu National Recherche Agronomique
Kd : "coefficient de partage" ou de distribution des molécules entre les phases solide et liquide.
Koc : est le pourcentage de la masse de C organique par masse de terre sèche.
L.F : Limon Fin
L.G : Limon Grossier
MO : Matière Organique
pH : potentiel hydrique
S.F : Sable Fin
S.G : Sable Grossier
T 01 : Traitement par le fongicide « RELIVE »
T 02 : Traitement par le fongicide « STRIMACH »
T 03 : Traitement par le fongicide « AKORUS »
T.P.P.S: Traitement des produits phytosanitaires
UFC.g.s.s^{-1} : Unité Format Colonie par gramme de sol sec

Liste des annexes

Annexe 01 : Milieux de culture

Annexe 02 : Echelle d'interprétation des résultats

Annexe 03 : Les produits phytosanitaires utilisées

Introduction

Introduction

L'utilisation des pesticides en agriculture depuis la seconde guerre mondiale forme un des piliers de l'agriculture dite intensive **(Anses, 2010).**

La propagation de l'industrialisation, la naissance de nouvelles technologies, l'accroissement de la population, le développement de l'agriculture et l'obligation de l'Algérie à améliorer ses productions agricoles dans le but de résoudre les problèmes de nutrition, sont tous liés à la consommation de quantités énormes de pesticides **(Mokhtari, 2012).**

Au fur à mesure que la population mondiale augmente, la proportion de terres cultivables diminue d'où la nécessité d'accroître les rendements des cultures pour répondre à l'accroissement des besoins alimentaires, ce qui incite à accroître l'utilisation de produits **(FAO, 2002).**

D'après l'Institut Nationale de Protection des Végétaux, plus de 480 pesticides est enregistrés en Algérie, dans le domaine de l'agriculture les autorités algériennes emploient l'expression d'usage « produits phytosanitaires à usage agricole ». Les pesticides sont parmi les polluants les plus dangereux de l'environnement en raison de leur stabilité, leur mobilité, et les effets à longue terme sur les organismes vivants. Le devenir des pesticides concerne tout le milieu naturel dans son ensemble (sol, eau et air) mais le sol reste un compartiment clé car une grande proportion des pesticides appliqués lors du traitement des cultures arrive au sol, par application directe et/ou par lessivage du feuillage **(Calvet, 2005)**. Leur comportement dans les sols conditionne donc leurs impacts sur d'autres compartiments de l'environnement. C'est pourquoi il est crucial d'étudier les sols et le devenir des pesticides sur ces différents sols en vue de comprendre, ou mieux de prédire leur répartition ultérieure dans l'environnement **(Saibi, 2008)**.

Le sol a de nombreuses fonctions, il est un milieu biologique dans et sur lequel se développent des organismes vivants. Ce développement dépend de la qualité de ce sol ou de sa fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange ionique, etc.) **(Quenea, 2004).**

Les microorganismes du sol jouent un rôle important dans les cycles biogéochimiques, en conditionnant l'efficacité et les mécanismes de l'utilisation de la matière organique du sol **(Bowleset *al*, 2014 ; Huang et *al*, 2014)**.

Les pesticides contribuent significativement à l'amélioration des rendements, cependant, ils suscitent des inquiétudes quant à de possibles effets négatifs sur la fertilité des sols **(Mader et**

***al*., 2002)**. En effet, après leur épandage, une importante quantité de pesticides se retrouve dans le sol et cela peut porter préjudice aux organismes vivants du sol. Or, l'activité biologique d'un sol est, au même titre que ses propriétés physiques et chimiques, déterminante pour sa productivité **(Mader et *al*., 2002)**. La plupart des avantages d'ordres physiques et chimiques du sol sont liés à l'activité biologique car ils résultent principalement de l'action des organismes vivants du sol sur la matière organique **(Larouche, 1983 ; Bachelier, 1973 ; Mader et *al*., 2002)**. Afin de mettre en évidence l'impact des pesticides et de leurs métabolites sur le sol, les microorganismes peuvent servir de référence car ils constituent un indicateur fiable de la fertilité des sols **(Chaussod et *al*., 2001 ; Mader et *al*.,2002)**

De nombreuses études dont celles de **Behki et Khan (2001), Xu et *al*.(2001), Zayed et *al*.(2001),Vig et *al*. (2001), Hussain et *al.* (2001), Tejada et *al*. (2001),Tayaputch et *a*l. (2001)** ont été menées dans plusieurs pays au sujet de l'impact des résidus de pesticides sur les microorganismes du sol. Les résultats obtenus à l'issu de ces études sont contradictoires. Parfois, les pesticides inhibent le développement des microorganismes et/ou leurs activités, d'autres fois ils les stimulent. Les effets secondaires des pesticides tels qu'ils sont appliqués en milieu réel sont peu ou pas connus.

D’autres études se sont intéressées aux effets des produits phytosanitaires sur la biologie des sols mais elles ont été conduites au laboratoire et les molécules de produits phytosanitaires ont été testées Séparément **(Topan, 2005 ; Coulibaly, 2006).**

C'est dans ce contexte que la présente étude intitulée « Effet de quelques produits phytosanitaires sur la biomasse microbienne des sols oasiens. Cas de la région de Ouargla » a été réalisé. L’objectif de ce travail est de déterminer l’effet des produits phytosanitaires sur la densité bactérienne et la densité fongique dans un sol salé.

Le présent mémoire comprend trois parties : la première est consacrée à une synthèse bibliographique sur le sujet traité, la deuxième est une partie expérimentale où nous présentons le matériel et les méthodes adoptées afin d’atteindre l’objectif visé ainsi que les résultats obtenus, les interprétations, les discussions éventuelles et la conclusion générale.

Partie I

Synthèse bibliographique

Chapitre I. Généralité sur les produits phytosanitaires

Introduction

Après la seconde guerre mondiale, les pesticides ont permis le développement de l'agriculture et ont contribué à l'augmentation des rendements et à la régulation de la production agricole. L'utilisation des produits phytosanitaires a également limité ou éradiqué un certain nombre de maladies parasitaires très meurtrières. Cependant, aujourd'hui, les pesticides sont soupçonnés de présenter un risque pour la santé de l'homme et pour son environnement **(Bourbia, 2013).**

I.1. Définition et classification des pesticides

I.1.1. Définition

Le terme pesticide désigne en latin pestis, peste; cidere, tuer **(Fabres et *al*., 2005)**.

Les pesticides, produits phytosanitaires, phytopharmaceutiques, agropharmaceutiques, produits de lutte contre les ennemis des cultures, de lutte antiparasitaire, pour la protection des plantes, sont tous les noms servant ·à définir des substances chimiques parfois minérales et en majorité sous forme de composés organiques de synthèse épandues sur les plantes cultivées pour les protéger **(Acta, 2002).**

La directive du conseil européen (91/414/CEE) **(Extraits du Journal Officiel 230 du 19.08.1991)**, a déclaré que les pesticides sont les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elle sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à:

- Protéger les végétaux ou produits végétaux contre tout organisme nuisible ou à prévenir leur action.
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, sans pour autant qu'il ne s'agisse de substances nutritives (ex: régulateurs de croissance).
- Assurer la conservation des produits végétaux.
- Détruire les végétaux indésirables.
- Freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux, par une action chimique ou biologique **(Clavet *et al*., 2005; Prové *et al*., 2007).**

Pour **(Couteux et Lejeune, 2006)** La protection des cultures permet de :

- Préserver le potentiel de production ;
- Régulariser les rendements ;
- Améliorer la qualité ;

- Assurer la quantité des denrées alimentaires.

I-1-2 classification

Les pesticides peuvent être classés selon la composition chimique, l'ennemi ciblé (insecticides, herbicides, fongicides, bactéricides, algicides ...), la formulation (concentrés émulsionnables, poudres mouillables, solutions aqueuses, granulés) et la toxicité (modérément toxique, hautement toxique, extrêmement toxique). (**Bouchon et Lemoine (2003)**

Il existe trois façons de classer les pesticides: par leurs caractéristiques chimiques, par les organismes vivants visés et par leur usage **(Clavet et *al*., 2005).**

I.1.2.1. Selon leurs caractéristiques chimiques

Selon **Clavet et *al* (2005),** il existe trois catégories de pesticides:

- Les pesticides inorganiques, qui sont peu nombreux, sont des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts de la chimie organique de synthèse.
- Les pesticides organométalliques.
- Les pesticides organiques, qui sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques dont il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques.

I.1.2.2. Selon les organismes vivants ciblés

- **Les Insecticides :** Les insecticides sont toutes les substances qui tuent les insectes, empêchent l'éclosion des oeufs, altèrent le développement normal des larves ou la maturation sexuelle **(Faurie et *al* 2003).** C'est le plus important groupe de pesticides qui englobe plusieurs familles : les insecticides organophosphorés, les insecticides végétaux et autres produits **(Belmonte et *al*, 2005).**
- **Les Fongicides :** Ils servent à combattre la prolifération des champignons pathogènes. Ils permettent de lutter contre les maladies cryptogamiques qui causent de graves dommages aux végétaux cultivés **(Cairns et Shermaj, 1996).**
- **Les Herbicides :** Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes. Ce sont des phénoxydes, des triazines, des amides, des dinitro-anilines dérivés d'urée, des sulfonylurées et uraciles **(Benziane, 2014).** On distingue en outre :

I.1.2.3. Selon l'usage :

Selon **Clavet *al*. (2005)**, les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisible, d'où des usages différents. Il existe six catégories de pesticides classés selon leurs usages, c'est-à-dire, selon la destination des traitements:

- Les cultures.
- Les bâtiments d'élevage.
- Les locaux de stockage des produits végétaux.
- Les zones non agricoles.
- Les bâtiments d'habitation.
- L'homme et les animaux.

I.2. Utilisation des produits phytosanitaires en Algérie (cas de la région de Ouargla)

En Algérie, la fabrication des pesticides a été assurée par des entités autonomes de gestion des pesticides: Asmidal, Moubydal. Mais avec l'économie de marché actuelle, plusieurs entreprises se sont spécialisées dans l'importation d'insecticides et divers produits apparentés. Ainsi, environ 100 produits phytosanitaires sont homologués en Algérie, dont une quarantaine de variétés sont largement utilisées par les agriculteurs**.** C'est la loi n° 87-17 du 1er août 1987, relative à la protection phytosanitaire**,** qui a instauré au départ les mécanismes qui permettent une utilisation efficace des pesticides **(Bouziani, 2007).**

L'agriculture dans la région d'Ouargla a connu depuis ces dernières décennies un développement très remarquable en termes de superficies agricoles, qui sont en cours d'extension par la mise en valeur de nouveaux périmètres et en termes de la diversité culturale dans les systèmes de production végétale, qui tend de plus en plus vers l'agriculture intensif. Ceci fait appel à l'usage de nouvelles techniques afin d'assurer une bonne production de quantité et de qualité. Et sous l'effet de ces mutations, les agriculteurs et notamment ceux qui pratiquent le maraichage ont une tendance à utiliser des intrants agricoles, comme les fertilisants, les correcteurs de carence, les stimulateurs de croissance et les pesticides de toutes catégories (insecticides, acaricides, fongicides et herbicides) pour augmenter leurs productions **(Slamene, 2015).**

L'application des pesticides se fait généralement par pulvérisation, et ces substances pourraient être à l'origine d'une contamination des sols, des eaux souterraines et des plantes **(Bouziani, 2007).**

I.3. Devenir des pesticides dans le sol : la rétention et l'accumulation

Les pesticides dans les sols peuvent provenir des activités agricoles mais également des activités d'entretien des espaces verts et jardins ou de désherbage des réseaux routiers et ferrés. La vitesse d'infiltration des pesticides dans le sol dépend de certains facteurs tels que l'humidité, le taux de matière organique, le pH et du pesticide. **(Chaignon *et al.*, 2003).**

Une importante quantité des pesticides utilisés contre des organismes vivants nuisibles se il retrouve sur le sol. De là, les molécules de pesticides sont entraînées par le ruissellement dans les cours d'eau, et par lixiviation dans le sol et la nappe phréatique. Le comportement global des pesticides dans le sol est complexe car il dépend d'une multitude de processus interconnectés et de la diversité des molécules actives **(Colleu et Mignard, 2000; Barussio *et al.*, 1996 et Calvet *et al.*, 2005).**

Un des principaux problèmes environnementaux en agriculture est l'accumulation des fongicides à base de cuivre dans les sols. Le cuivre perturbe les cycles de l'azote et du carbone de la biocénose du sol et ralentit la croissance des graminées et des légumineuses **(Ballif, 1995 ; Coullery, 1997; Courde *et al.*, 1998 ; Deluisa *et al.*, 1996; Flores-Velez *et al.*, 1996 ; Ribolzi *et al.*, 2002)**. Cette accumulation s'explique par le caractère minéral et donc non dégradable du cuivre. Le tableau suivante présente la rémanence de quelques pesticides dans le sol.

Tableau 1 : Rémanence de quelques pesticides dans le sol

Pesticide	Rémanence
DDT (organochloré)	4-30 ans
Lindane (organochloré)	3-10ans
Endosulfan (organochloré)	2 mois à 2ans
Carbofuran (carbamate)	6 mois
Parathion (organophosphoré)	3-6 mois
2,4,5-T	3-5 mois
2,4-0	4-6 mois

***Source:* Boseret (2000).**

Chapitre II. Généralités sur la biomasse microbienne

Introduction

La biomasse microbienne est la fraction labile et active de la matière organique du sol. Le concept de la biomasse microbienne fait référence à la fraction vivante de la matière organique considérant l'ensemble des micro-organismes comme un tout (bactéries, les champignons...) **(Baise ,2000).**

La biomasse microbienne régule la transformation et le stockage des éléments nutritifs nécessaire à la croissance des plantes **(Horwath et Paul, 1994)**. Le renouvellement de la matière organique dans le sol est soit d' une manière continue pour les sols forestiers (chute des feuilles), soit d'une manière discontinue qui dépend de l' homme pour les sols arables (fumier, résidus de récolte, incorporation de paille), la stabilité et la qualité du compost jouent un rôle considérable sur l' évolution de la biomasse microbienne du sol **(Jedidi et *al*., 2000)**.

II.1. Composition des organismes vivantes dans le sol

II.1.1. Définition du sol

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)**.

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.) (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 **(Duchaufour, 1984) (Boulaine, 1989)**

II.1.2 Diversité des micro-organismes 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).**

Une présentation des microorganismes telluriques fondée sur des classifications traditionnelles et qui privilégie les caractéristiques trophiques des organismes et leurs activités est proposée par (**Roger et *al*.,2001).**

II.1.2.1. 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).**

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, coccis, bacilles...), la structure de la paroi cellulaire (Gram positif, Gram négatif), la présence d'endospores, la mobilité des cellules et la position des flagelles **(Lavelle et Spain, 2001),**

Les bactéries **(figure 01)** interviennent dans un grand nombre de processus, et d'interactions mutualistes ou antagonistes avec les autres organismes du sol. Elles jouent un rôle fondamental dans les cycles de l'azote (ammonification, nitrification, dénitrification, fixation symbiotique du N2), du carbone (décomposition et minéralisation), du phosphore, du soufre, et dans le recyclage des déchets et des polluants comme les pesticides **(Leung et *al*., 1997).**

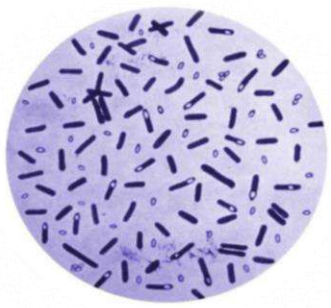


Figure 01. Bactérie du sol (source : MBL, 2013).

II.1.2.2. Champignons

Les Champignons du sol ou mycètes sont des levures, des Champignons supérieurs et surtout des moisissures des genres *Penicillium*, *Aspergilus*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Trichoderma*… **(Figure 02).** Ils peuvent être définis comme des microorganismes hétérotrophes filamenteux et immobiles ; mais l' hétérotrophie est la règle générale, les autres critères ne sont pas absolus **(Sablonnier, 2002).**

A. Aspergillus (G : 40×10) **B.** Penicillium (G : 40×10)

Figure 02. (A et B) Champignon du sol (source : MBL, 2013).

Les champignons sont souvent dominants dans les sols naturels en termes de biomasse **(Shields et *al.*, 1973).** Ils jouent des rôles très importants dans les cycles des nutriments du sol **(Thorn, 1997, Bloem et *al.*, 1994)** notamment dans la décomposition de la matière organique.

II.1.3. Importance des organismes dans le sol

Les organismes vivants du sol jouent un rôle capital dans la transformation de la matière organique qui détermine la fertilité du sol. La faune intervient dans la fragmentation des débris végétaux et leur enfouissement naturel dans le sol, et participe à la formation de l'humus. Les microorganismes, participent significativement aux cycles biogéochimiques (cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, soufre ...), à la détermination de l'équilibre biologique des sols et aux activités symbiotiques **(Columa, 1977 ; Soulas, 1999).**

II.2. L'interaction entre les pesticides et les micro-organismes du sol

II.2.1. Biodégradation des pesticides

La biodégradation des pesticides dans le sol est le fait de micro-organismes de toutes sortes (actinomycètes, bactéries, champignons) **(Deuet et *al.*, 1995 ; Soulas, 1999)**. Toutefois, certains micro-organismes ont la faculté d 'utiliser le pesticide comme source d'énergie et de

carbone. Cette voie de dégradation, connue depuis longtemps pour les herbicides à activité hormonale **(Audus, 1949)**, est généralement rapide et complète, mais ne concerne qu'un nombre limité de pesticides ; c 'est le cas par exemple des Thio carbamates **(Bean et *al*., 1988 ; Tal et *al*. 1989)**. Elle est assurée par des souches microbiennes qui s 'adaptent rapidement et dont la taille augmente dans le milieu **(Soulas, 1991).**

La dégradation biotique des pesticides dans le sol et dans les eaux, est réalisée par la microflore présente dans ces milieux et consiste en des transformations chimiques dues à leurs systèmes enzymatiques. Dans les sols, les champignons, les algues, les protozoaires et les bactéries sont impliqués dans la dégradation des pesticides, mais les bactéries et les champignons sont en majorité responsables de cette dégradation. Les réactions de dégradation des pesticides peuvent se dérouler à l'intérieur et/ou à l'extérieur des microorganismes **(Calvet *et al*., 2005)**.

Les résultats indiquent qu'elle dépend de plusieurs facteurs dont les types de microorganismes en présence, la nature du pesticide, le pH, la température, la nature et la composition chimique du sol (**Nacoulma, 1994 ; Savadogo, 1996 et 2001 ; Savadogo *et al*., 1999, 2006 et 2007; Andrea *et al*., 2001 ; Behki et Khan, 2001 ; Tejada *et al*., 2001 ; Topan, 2005 et Coulibaly, 2006).** Les travaux de **Savadogo et *al.* (2006)** ont montré en milieu contrôlé une dégradation plus rapide de l'endosulfan dans les sols riches en matière organique et en argiles.

Selon **Columa (1977), et Calvet *et al.* (2005)**, trois mécanismes sont considérés comme étant directement à l'origine de la dégradation microbienne des pesticides: ce sont le métabolisme direct, le cométabolisme et la conjugaison.

II.2.2. Effets des pesticides sur la biologie des sols

Les pesticides ou leurs produits de dégradation peuvent avoir une action directe ou indirecte sur les organismes vivants du sol **(Columa, 1977; Calvet et *al., 2005).***

Les pesticides peuvent être toxiques pour les microorganismes des sols. Dans ce cas, ['activité microbienne est ralentie et on assiste à une sélection des microorganismes résistants aux pesticides ou pouvant l'utiliser comme source de carbone. Cela se traduit par des réajustements microbiens pouvant être associés à des modifications de caractéristiques physiologiques de la microflore des sols et peut être aussi à une diminution de la diversité des microorganismes **(Columa, 1977 ; Barriuso *et al*., 1996 et Savadogo *et al., 2007).***

Partie II

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la région

II.1.1. Situation Géographique

La région d'Ouargla se situe à 800 km au sud-est de la capitale. Elle s'étend sur une superficie de 163 233 km² et limitée au nord-est par la wilaya d'El Oued, nord-ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d'Illizi et l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa. Ses coordonnées géographiques sont: les latitudes (29° 13' à 33° 42 N) et les longitudes (3° 06' à 5° 20' E) (**Figure 3**) **(Rouvillois-Brigol, 1975).**

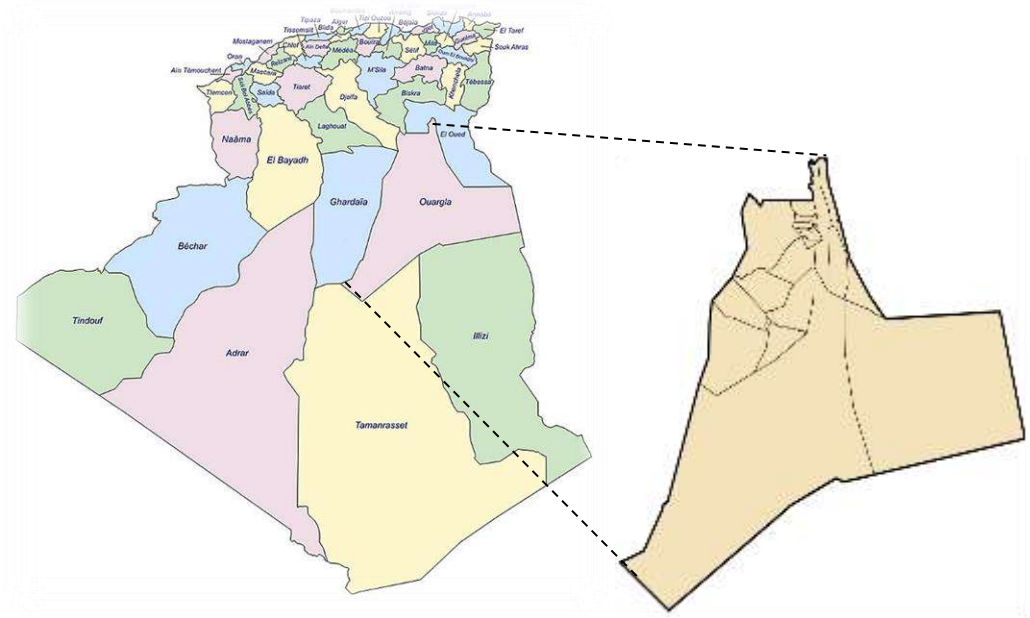


Figure 03. Situation géographique de la région d'Ouargla (Dada Moussa, 2007)

II.1.2. Climat

Comme l'ensemble du Bas-Sahara, Ouargla présente un climat désertique avec un hiver froid et un été chaud **(Dubief, 1959 ; Dubief, 1963).** Elle évolue dans des conditions climatiques extrêmes, elle appartient à l'étage bioclimatique saharien tempéré. Son climat est caractérisé par une aridité bien marquée due à un manque de précipitations et une sécheresse quasi permanente. Dans la région de Ouargla, la pluviométrie, qui est le facteur déterminant pour la caractérisation du climat, est faible et varie très fortement durant l'année et d'année en année. Les températures sont élevées avec des amplitudes thermiques (entre minima et maxima) très importantes (**Mate, 2001**). Ce type de climat se distingue, également, par une forte insolation dont la moyenne annuelle peut atteindre les 3000 heures (**Khadraoui, 2005**).

II.1.3. Sols

Le sol de la région d'Ouargla est léger, à prédominance sableuse et à structure particulaire. Il se caractérise par un faible taux de matière organique. Le pH est alcalin et varie entre 7,6 et 8,4 **(Rouvillios- Brigol, 1975 ; Khadraoui, 2007).**

Les conditions climatiques au Sahara sont en effet telles que tous les phénomènes d'altération qui ont pour résultat de transformer la couche superficielle des terrains en une couche meuble bien individualisée, organisée en horizons dotés de leurs caractéristiques physiques propres et d'une activité biochimique originale, sont inexistants (**Dubost, 1991**). Au Sahara, le facteur de la formation des sols est essentiellement le vent. Il s'y ajoute l'ampleur des variations thermiques, notamment journalières. Les sols sahariens sont généralement peu évolués et dépourvus d'humus (**Halitim, 1985**).

II.2. Choix de la station

Pour la réalisation de cette phase d'étude nous avons choisi la palmeraie de l'exploitation agricole de l'Université de Ouargla. C'est une exploitation moderne qui représente une palmeraie représentative de la plupart des palmeraies de la région de Ouargla.

Elle se présente sous forme d'un glacis d'une grande homogénéité topographique. Elle est située à Mékhadma, six kilomètres au sud-ouest de la ville d'Ouargla, à une altitude comprise entre 132,5 et 134 m, une latitude de 31°56' Nord et une longitude de 5°17‘ Est. Elle présente une orientation Nord-Ouest, dans une zone peu élevée, en bordure du chott de Mékhadma.

L'exploitation s'étende sur une superficie de 32 hectares, 14,4 hectares aménagés, répartis en quatre secteurs A, B, C et D occupant chacun une superficie de 3,6 hectares et cultivés essentiellement en palmier dattiers, une serre vitrée, trois serres plastiques, ainsi que des cultures fourragères sous palmier dattier. Le reste se trouve inexploité correspondant à l'extension de l'exploitation représentée par des secteurs nus E, F, G et H. Actuellement, une partie de cette superficie a été attribué au pôle universitaire.

Le sol est d'une texture sableuse à sablo limoneuse, structure particulaire, légèrement basique et pauvre en matière organique, avec une présence notoire à certains niveaux de croûtes compactes et encroûtements gypseux. Il est d'une conductivité électrique élevée sous palmiers et très élevés pour le sol hors palmiers (3,34 à 9,16ds/m). Le sol est classé comme Solon chak Hypogypsic (Calcaric Gypsiric) **(Iuss working group wrb, 2015)**

Figure 04. Image satellitaire du site expérimental à l'université de Ouargla (ITAS) (image Google Earth, 2019)

II.3. Technique de travail

Notre travail consiste à tester l'effet de trois types des fongicides sur la microflore bactérienne et fongique, dans le sol pour le but de déterminée l'impact sur elles. Les enchantions vont prélève avent et après le traitement phytosanitaire.

II.3.1. Etapes de préparation des produits diluées

Premiére étape

Préparer l'équipement de protection pour l'utilisation des produit phytosanitaires à **usage** agricole **(Photo 01)**

Photo 01. Equipement de protection (Ouarda, 2019)

Deuxième étape

Remplir trois bouteilles avec de l'eau douce **(Photo 02).**

Choisir les produits **(Figure 05)** et **Préparer** les dans des flacons pour faciliter le prélèvement **(Photo 03)**

Photo 02. Bouteilles remplies d'eau douce (Ouarda, 2019)

T1 **T2** **T3**

Figure 05.Les trois types de fongicides utilisés (Ouarda, 2019)

Photo 03. Préparation des produits (Ouarda, 2019)

Tableau 02. Les trois fongicides utilisés (Index d'utilisation des produits phytosanitaires à l'usage agricole. Alger, 2017)

Nom commercial	Matière Active	Concentration	Formulation	Culture
T1 RELIVE	TRIADIMENOL	25%	EC	Vigne Céréales Cultures maraîchères
T2 STRIMACH 25 SC	AZOXYSTROBINE	250 G/L	SC	Légumineuses Cultures maraîchères
T3 AKORUS	TEBUCONAZOLE	0,25	OD	Céréales Pommier/poirier Vigne/cultures légumières

Troisième étapes

Avec une micro pipette (**Photo 04**) prélever 1 ml (le volume prélevé est dicté par la fiche technique de chaque produit (**annexe 03**). Le produit (**Photo 05**) est dilué dans la bouteille préparée (**Photo 06**).

Photo 04 : Préparation de micro pipette (Ouarda, 2019)

Photo 05 : Prélèvement des produits dosés (fongicides)(Ouarda, 2019)

Photo 06. Dilution des produits dans l'eau douce (Ouarda, 2019)

Photo 07. finition de la préparation des traitements (Ouarda, 2019)

II.3.2. Étapes de traitement

Premiére étape

Remplir neuf pots par un sol prélvé de différent secteurs de l'exploitation de l'université de Ouargla. Rassembler trois pots et les étiquetter ensemble (**figure 06**).

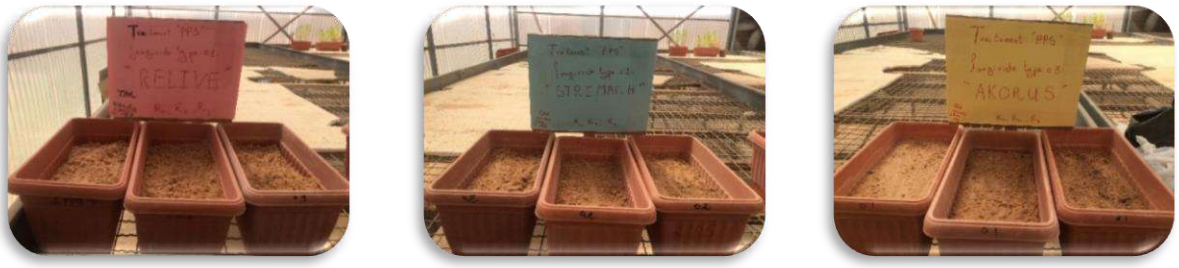


Figure 06 : mise en place des pots (Ouarda, 2019)

Deuxième étape

Irriguer par un arrosoir les pots avant traitement (**photo 08**).

Photo 08. Irrigation des pots. (Ouarda, 2019)

Troisième étape

Par la méthode de pulvérisation, traiter chaque 03 pot avec un produit phytosanitaire (fongicide) (**figure 07)**

Figure 07. Traitement phytosanitaires par les fongicides (Ouarda, 2019)

II.3.3. Prélèvement des échantillons

Des échantillons ont été prélevés avant et après traitement par des produits phytosanitaires. Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats est la qualité de l'échantillonnage. Prélever avec une spatule stérilisée (**photo 09**) des échantillons de sol et les mettre dans des flacons bien stériles (**figure 08**).

Photo 09. Echantillonnage (Ouarda, 2019)

Figure 08 : Prélèvement des échantillons (Ouarda, 2019)

II.4. Méthodes d'analyse

II.4.1. Analyses physico-chimiques

II.4.1.1. 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).**

% Humidité du sol = (masse humide – masse sec) /masse sec ×100

II.4.1.2. pH

La mesure du pH a été effectuée sur un extrait 1/5 par la méthode électro métrique à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire **(Mathieu** et **pieltain, 2009).**

Le pH fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car la spéciation, la mobilité et la disponibilité des éléments de traces métalliques sont liées à la valeur du pH (**Hlavackova, 2005).**

II.4.1.3. Calcaire total

Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide du0Calcimètre de Bernard **(Mathieu** et **Pieltain, 2009)**. L'échantillon est attaqué par l'HCl (6 N), on mesure le volume de CO_2 dégagé ; un mol de CO_2 correspondant à un mol de $CaCO_3$.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl + H_2O + CO_2$$

Le volume du CO_2 dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

Taux de $CaCO_3$en % = (P'.v) / (P.V) ×100

P : poids de l'échantillon (en gramme).

P': poids de $CaCO_3$.

V: volume de CO_2 dégagé par l'échantillon.

v : volume de CO_2 dégagé par $CaCO_3$

II.4.1.4. Conductivité électrique(CE)

La conductivité électrique a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de 1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol **(Nanypetra**, **2013).**

II.4.1.5. Carbone organique

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

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

% Matière organique = % carbone organique x 1.72

II.4.2. Analyse microbiologique

II.4.2.1. Technique de dénombrement

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

II.4.2.2. 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).**

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.

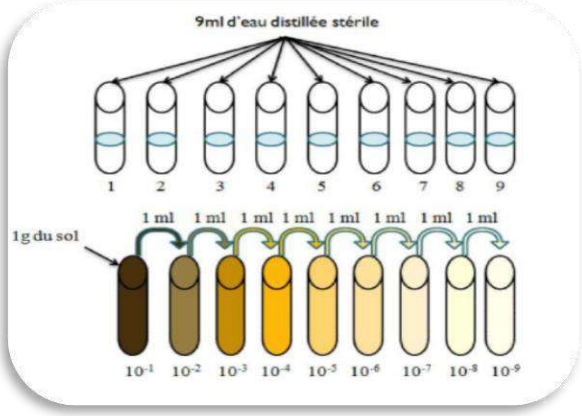


Figure 09. Méthode de préparation des suspensions dilutions

Figure 10. Préparation des suspensions dilutions. (Ouarda, 2019)

Microflore bactérienne

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive (**annexe 1**). Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs et n'entraine pas un développement exagéré des colonies **(Oustani, 2006).**

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

La biomasse fongique

Le milieu de culture utilisé pour la quantification des champignons est le milieu (OGA) **Annexe 01**. L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle ; On inoculera 3 boites pour chaque dilution. Les dilutions vont de 10^{-3} à 10^{-9}. L'incubation se fait à 28°C en position retournée. La lecture des résultats se fait à compter de sept jours d'incubation, le nombre de colonies des champignons développées sur chaque boite de Pétri

II.4.2.4. Ensemencement

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

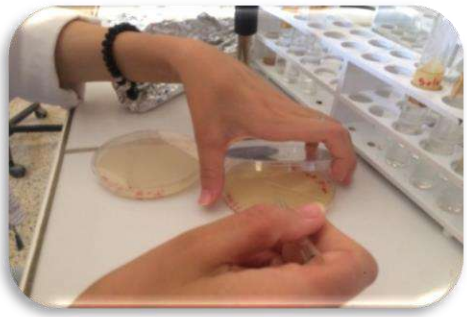


Photo 10. Ensemencement des boites pétri (Ouarda, 2019)

II.4.2.5. Purification et identification

La purification est une étape très importante et très délicate, qui demande beaucoup de temps, puisqu'il s'agit d'un prélèvement qui abrite des milliers de microorganismes, et c'est de la pureté des cultures que va dépendre l'identification des espèces.

A partir de l'enrichissement il est possible d'isoler des espèces pures. Pour ce faire on dispose de techniques classiques qui sont : l'isolement sur boite, la dilution successive en milieu solide. On procède à la purification des souches isolées à l'aide d'une série de repiquage des souches isolées qui consiste à transférer aseptiquement un microorganisme dans un milieu neuf et stérile pour s'assurer de la pureté de l'isolat (**Botton** et *al*., **1990).**

Après le premier ensemencement sur boite de Pétri, différentes colonies sont obtenues. Chaque colonie d'aspect différent est ensemencée à part dans un milieu solide. Les boites ensemencées seront incubés 7 jours pour les champignons. La purification des souches se fait par des passages successifs en milieu solide jusqu'à l'obtention au sein d'une boite de Pétri de colonies identiques par l'aspect et la couleur. Après plusieurs passages sur milieu gélosé, la souche est

en général purifiée et nous procédons à l'identification des espèces.

L'identification a pour but de classer les souches microbiennes par genres et espèces selon les critères d'identification. Elle est basée sur les deux aspects : microscopiques et macroscopiques (**Botton**et *al*, **1990; Robert** et *al*, **1999**).

II.4.3. Caractéristiques morphologiques

II.4.3.1. 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 chez les 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 appréciés après coloration au bleu de méthylène.

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

Observation microscopique chez les Champignons

Pour les champignons, l'examen microscopique est basé sur les caractères morphologiques. On note les organes de fructifications, types de spores, aspect du thalle, aspect, taille, couleur et disposition des spores (**Bourgeois** et **Leveau**, 1980).

L'observation microscopique est réalisée par la méthode :

II.4.3.2. 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 tel 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.
- ✓ A partir d'un microscope binoculaire on observe directement les champignons en grattant de chaque boites de pétri une colonie on met le gratis sur une lame contenant une goutte d'eau distillée et on pose la lamelle. Nous avons utilisé cette méthode pour identifier les genres des champignons et leurs caractérisations

II.4.3.3. Technique de Coloration de 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).**

Partie III

Résultats et discussions

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques des sols

Les caractéristiques physico-chimiques des échantillons du sol prélevés avant et après le traitement phytosanitaire déterminées au laboratoire, sont représentées dans le tableau 03.

Tableau 03 : Caractéristique physico-chimiques du sol avant et après le traitement

		Avant le T,PPs	Après le Traitement phytosanitaire					
			Après 03 jours			Après 15 jours		
			T 01	T 02	T 03	T 01	T 02	T 03
Granulométrie	A (%)	10,7						
	L.F (%)	2,8						
	L.G (%)	2,6						
	S.F(%)	36,3						
	S.G (%)	37,6						
Humidité du sol (%)		11,3						
Calcaire total(%)		3						
Salinité globale CE à 25° (dS/m) 1/5		3,98	3,33	6,44	10,3	3,18	6,5	9,83
Réaction du sol (pH eau : 1/5)		7,2	6,45	6,5	6,3	6,54	6,7	6,6
Caractéristiques biochimiques	C.org (%)	0,8	1.19	1.38	1.23	0.25	0.30	0.15
	MO (%)	1,37	2.04	2.38	2.11	0.26	0.52	0.26

On trouve dans la littérature des relations entre les coefficients d'adsorption de pesticides et certaines propriétés des sols : teneurs en carbone, en argiles ou en oxydes, pH, … **(Barriuso & Calvet, 1992 ; Coquet & Barriuso, 2002 ; Weber et *al*., 2004 ; Calvet et *al*., 2005).**

L'analyse granulométrique du sol non traité par les produits phytosanitaires (fongicide) montre que le sable est la fraction la plus dominante, en deuxième lieu vient le limon, tandis que le taux d'argile est très faible. Ceci nous a conduit à classer nos sols selon le diagramme textural américain parmi les sols à texture sablo-limoneuse.

En général, les sols qui compte un pourcentage élevé de sable ont une bonne porosité, mais leur capacité de rétention en eau est faible **(Van De Casteele, 2003)**

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).**

La teneur en calcaire total est de **3 %.** D'après **Baise (2000),** nous constatons que le sol étudié est peu à modérément calcaire.

Les sols de Ouargla sont légers à prédominance sableuse et à structure particulaire caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin ainsi qu'une faible microporosité avec une bonne aération. La plupart des sols sont salins à cause de la remontée capillaire des eaux de la nappe phréatique **(Kafiet *al.*, 1978 in Maachi, 2005).**

La conductivité électrique dans le sol avant le traitement est de **3.98 dS/cm^3**, cette valeur montre que le sol est très salé à extrêmement salé selon **(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 **(Saidet Nasser, 2016).**

Avec l'application des fongicides dans le sol, la salinité va augmenter pour **T 02** et **T 03** après trois jours et la valeur de chacune reste constante même après **15 jours** d'incubation, par contre **T 01** subit une diminution dans la **CE** du sol **(figure 11**), cette variation est due à la composition chimique de ces produits.

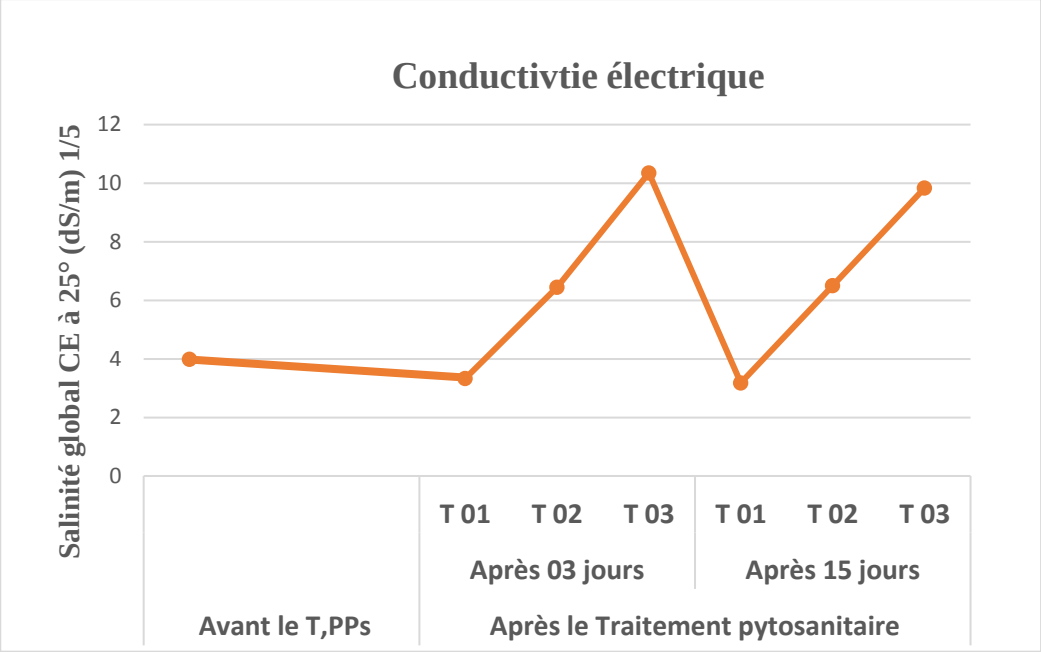


Figure 11. Représentation graphique de la conductivité électrique (%) dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire

Les résultats du **pH** du sol obtenu après et avant le traitement phytosanitaire présentés dans la courbe ci-dessous **(figure 12)** montre une diminution du **pH** après l'application des fongicides.

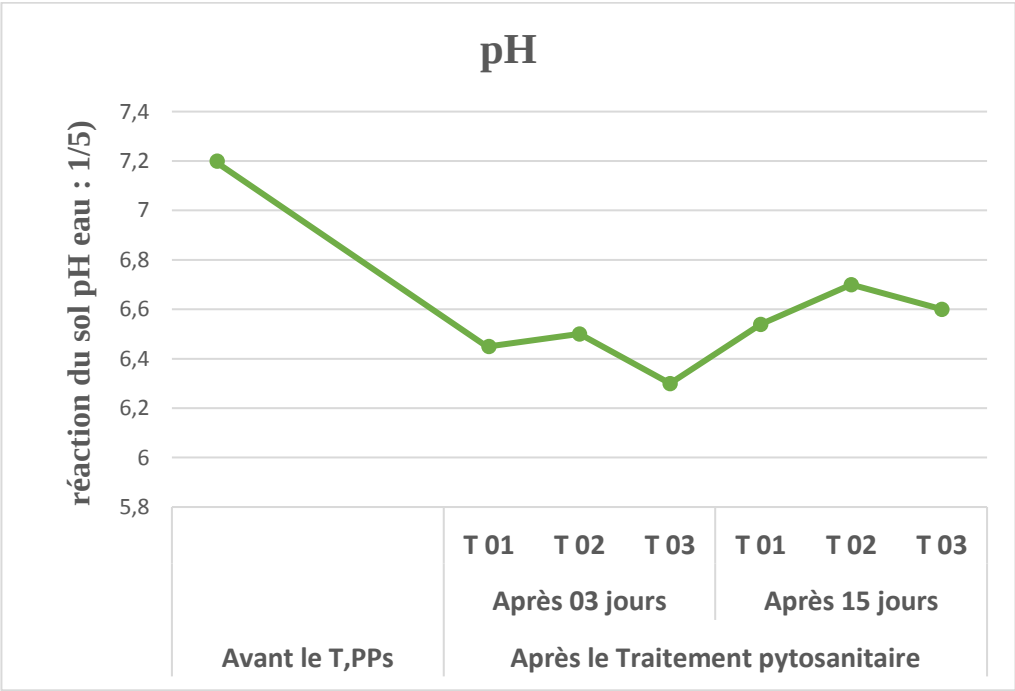


Figure12. Représentation graphique du pH dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire

Selon **ITAB (2002)** le pH influence la taille de la biomasse et la diversité des populations microbiennes et plus le sol est acide, moins la biomasse microbienne est importante**.** La

composition chimique et la matière active dans les fongicides peuvent être la cause principale de cette diminution du **pH**

Le **pH** fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car la spéciation, la mobilité et la disponibilité des éléments de traces métalliques contenu dans les produits phytosanitaires sont liées à la valeur du pH (**Hlavackova, 2005).**

D'après la valeur du **pH** enregistrée avant l'application des fongicides, il ressort que notre sol est neutre. Dans les régions arides, les sols sont généralement neutres à légèrement alcalins (7,5<**pH**<8,7) **(Le Clech, 2000)**.

Dans le cas des molécules polaires et/ou ionisables, les constituants minéraux et les propriétés physico-chimiques, en particulier le **pH**, jouent un rôle déterminant dans leur adsorption. Dans le cas de bases faibles, en plus de la matière organique, d'autres facteurs interviennent, comme le **pH** (conditionnant le degré de protonation des molécules) ou les argiles (colloïdes minéraux chargés négativement, susceptibles d'adsorber les molécules protonées ; **Calvet *et al.*, 1980 ; Barriuso & Calvet, 1992)**. L'adsorption des acides organiques est très dépendante du pH des sols et de leur teneur en oxydes ; elle augmente très rapidement avec l'acidification du milieu **(Barriuso & Calvet, 1992 ; Barriuso *et al*., 1992).**

En ce qui concerne la matière organique et d'après nos résultats la **figure 13** montre une augmentation des valeurs de la matière organique après **03 jours** de l'application des pesticides. Les résidus de pesticides pourraient être à l'origine de ces augmentations qui sont selon **Insam (1990)** cité par **Traoré et *al*. (2007)**, synonymes d'une baisse de l'efficience de l'utilisation de la matière organique par les microorganismes du sol et ce bien que la teneur en matière organique dans les zones arides ne dépasse pas **1%** selon (**Duchaufour, 1984)**.

Après **15 jours**, le taux de la matière organique enregistre un abaissement remarquable suite à une minéralisation rapide. Selon les observations de **Campbell (1978)** confirmées par **Sedogo (1993)** et **Gamouh et *al*. (2005)**, plus le taux de matière organique est faible, plus La minéralisation est importante.

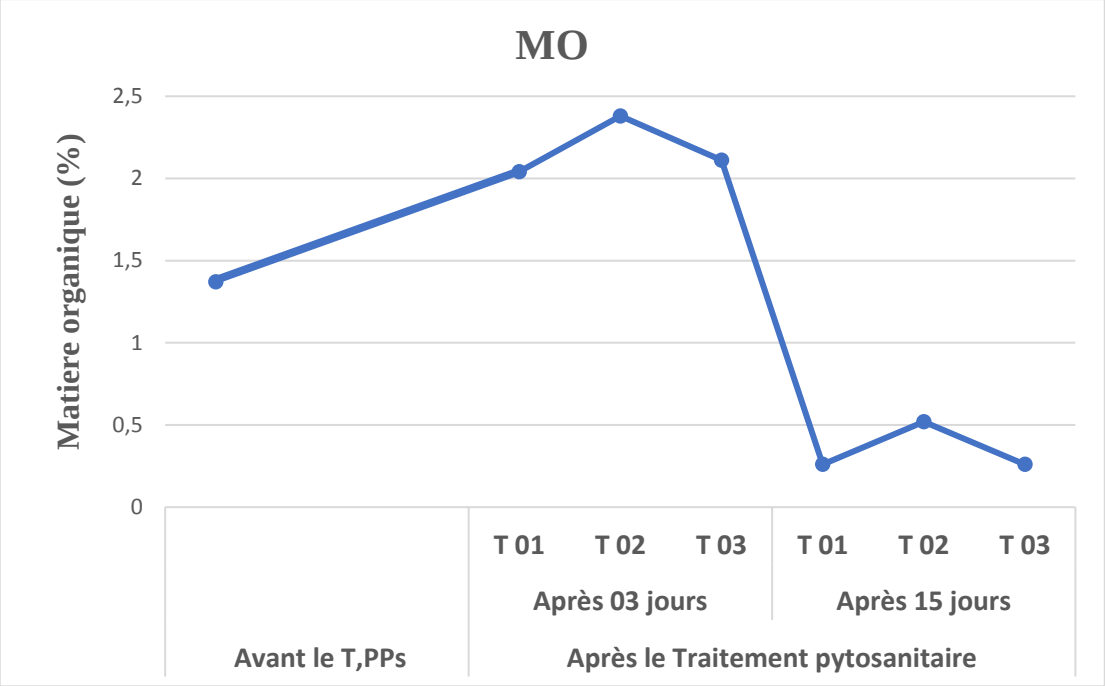


Figure 13. Représentation graphique de la matière organique (%) dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire

La variable "teneur en carbone" est un facteur explicatif de l'adsorption des pesticides non ionisés**.** Une corrélation positive très générale est trouvée entre la rétention et la teneur en matière organique des sols avec la plupart de pesticides et pour la plupart des sols**, (Walker & Crawford, 1968 ; Hassett el *al*., 1981 ; Barriuso & Calvet, 1992 ; Coquet & Barriuso, 2002 ; Weber et *al*., 2004)**. Ce type de relation justifie la normalisation des valeurs de Kd en fonction de la teneur en carbone organique des sols et l'utilisation des Koc à la place des Kd pour la comparaison de l'adsorption d'une même molécule sur des sols présentant des teneurs en matière organique différentes **(Hamaker & Thomson, 1972).**

Par ailleurs, l'adsorption des pesticides sur de la matière organique est dépendante de la polarité des surfaces. Cette polarité est fixée par l'abondance relative des groupes polaires (groupes fonctionnels azotés et oxygénés) et apolaires (groupes fonctionnels carbonés) (**Xing *et al*., 1994 ; Hu *et al*., 1995)**. Moins les surfaces organiques sont polaires, plus elles ont une grande affinité pour les molécules hydrophobes. Il est donc compréhensible que la valeur du coefficient Koc dépende de la nature du sol, mais aussi des transformations subies par la matière organique qui modifient sa composition **(Calvet *et al*., 2005)**.

III.2. Résultats des analyses microbiologiques :

III.2.1. La densité microbienne dans les sols étudiés

Les résultats du dénombrement de la biomasse microbienne dans les échantillons du sol avant et après traitement par les trois types des fongicides sont représentés dans **le tableau 04**.

Tableau 04. Résultats de dénombrement de la biomasse microbienne du sol avant et après le traitement phytosanitaires

UFC.g.s.s^{-1}	Avant T.P.P.S	Après 3 jours de T.P.P.S			Après 15 jours de T.P.P.S		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Bactéries (10^6)	151	8,33	68,5	67,67	60,33	22,67	11
Champignons (10^4)	6	0,6	1,5	1,67	1,33	1	0,13

UFC.g.s.s^{-1} : unité formant colonie par gramme de sol sec.

L'impact potentiel des pesticides sur les organismes du sol dépend de divers paramètres environnementaux tels que le type de sol et la température, qui influent sur la persistance, la disponibilité et la toxicité des pesticides ainsi que sur le métabolisme microbien **(Beulke & Malkomes, 2001)**.

Les conséquences des impacts des pesticides sur les paramètres de fonctionnement du sol sont rarement discutées, notamment en raison du nombre de paramètres qu'il est nécessaire de suivre sur le terrain afin de mettre en évidence des relations de cause à effet. Les conséquences sur les rendements agricoles le sont encore moins **(Johnsen et al., 2001).**

Les produits à base de cuivre utilisés comme fongicides depuis la fin du XIXe Siècle constituent un cas particulier de pollution des sols par les pesticides eu égard à la persistance de cet élément, à sa toxicité et aux quantités utilisées. Ces produits sont à l'origine d'une contamination des sols, les concentrations en cuivre pouvant atteindre fréquemment des valeurs comprises entre 100 et 1500 mg/kg **(Deluisa et *al.*, 1996 ; Flores-Velez et *al.*, 1996 ; Brun et *al.*, 1998, 2001 ;Chaignon et *al.*, 2003)**.

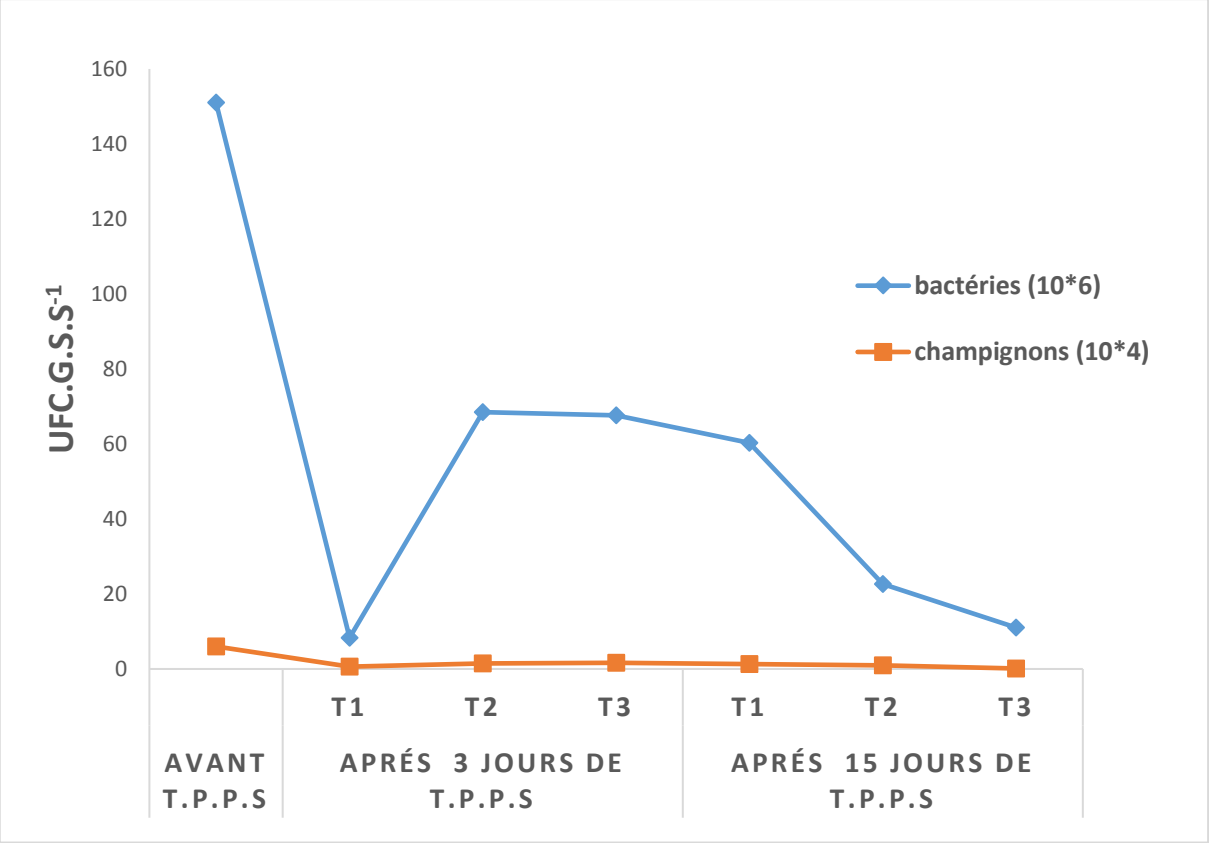


Figure 14. Représentation graphique de la densité microbienne après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.

D'après la représentation graphique (**figure 14**), on remarque que la densité microbienne dans le sol avant traitement phytosanitaire (par les fongicides) est plus importante que la densité microbienne dans le sol après traitement. Ceci montre que l'effet des produits phytosanitaires sur les micro-organismes est nettement négatif. Des résultats similaires ont été observés par **EI-Ghamry, (2000), Hussain ; (2001) ; Mader, (2002) ; Selon Gamouh, (2005).** Les pesticides peuvent être toxiques pour les microorganismes du sol. Dans ce cas, l'activité microbienne est ralentie et on assiste à une sélection des microorganismes les mieux adaptés aux pesticides ou pouvant l'utiliser comme source de carbone. Cela se traduit par des réajustements microbiens pouvant être associés à des modifications de caractéristiques physiologiques de la microflore des sols et pouvant conduire à une diminution de la diversité des microorganismes.

L'action du pesticide peut provoquer un ralentissement de l'activité de la microflore du sol et une sélection des populations les mieux dotées pour résister à cette action toxique ou pour l'utiliser comme source de carbone **(Barriuso *et al.*, 2004)**.

Un effet stimulant des pesticides sur l'activité des micro-organismes peut dans certains cas être observé. Ce phénomène peut découler de l'utilisation par les micro-organismes survivants de nutriments provenant de la décomposition d'autres micro-organismes tués par les pesticides ou de la prolifération de micro-organismes capables de dégrader ces substances **(Smith & Mayfield, 1977 ; Kunc *et al.*, 1985 ; Venkatramesh & Agrihothrudu, 1988 ; Cortet *et al.*, 2002)**.

III.2.1.1. La biomasse fongique

La représentation graphique **(figure 15)** de la biomasse fongique avant et après le traitement montre une diminution remarquable après l'application des fongicides.

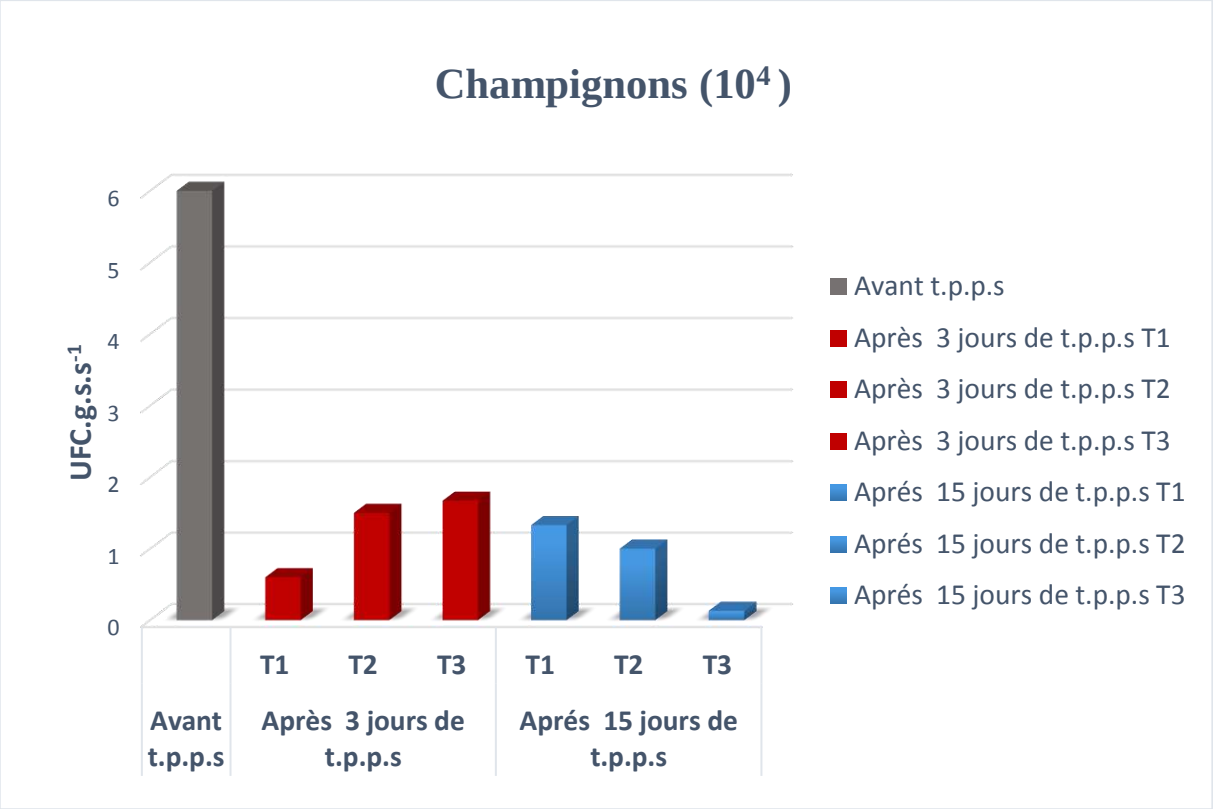


Figure 15. Représentation graphique de la densité fongique après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.

En effet, la diversité fongique peut être la seule affectée par certains produits, comme l'ont montré les travaux de **Bjornlung *et al.*, (2000) in Johnsen *et al.*, (2001)** sur les populations des champignons autour des racines de plants d'orge, alors qu'aucun effet n'a été observé sur les populations de bactéries **(Thirup *et al.*, 2001 in Johnsen *et al.*, 2001)**. L'impact des pesticides sur les organismes du sol indiquent un déclin, et surtout pour les populations fongiques du sol **Arnolds, 1985, 1989 in de Jong, 1996).**

III.2.1.2. Comparaison entre l'effet des trois produits utilisés

L'observation et l'analyse des résultats présentés dans les **figure 16 et 17** nous conduit à constater que le produit **T 01** a un effet négatif et plus efficace que le **T 02** et le **T 03** sur les champignons du sol après **03 jours** du traitement, mais après **15 jours** le **T 03** devient le plus efficace. La densité fongique dans le **T 01** augmente de nouveau alors que le **T 02** a presque le même effet durant la toute la période d'incubation.

Ainsi, l'impact des pesticides sur les micro-organismes du sol dépend de la nature des matières actives utilisées **(Gamouh et *al*., 2005 ; Topan, 2005).**

Figure 16. Représentation graphique de la densité fongique après 3 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}

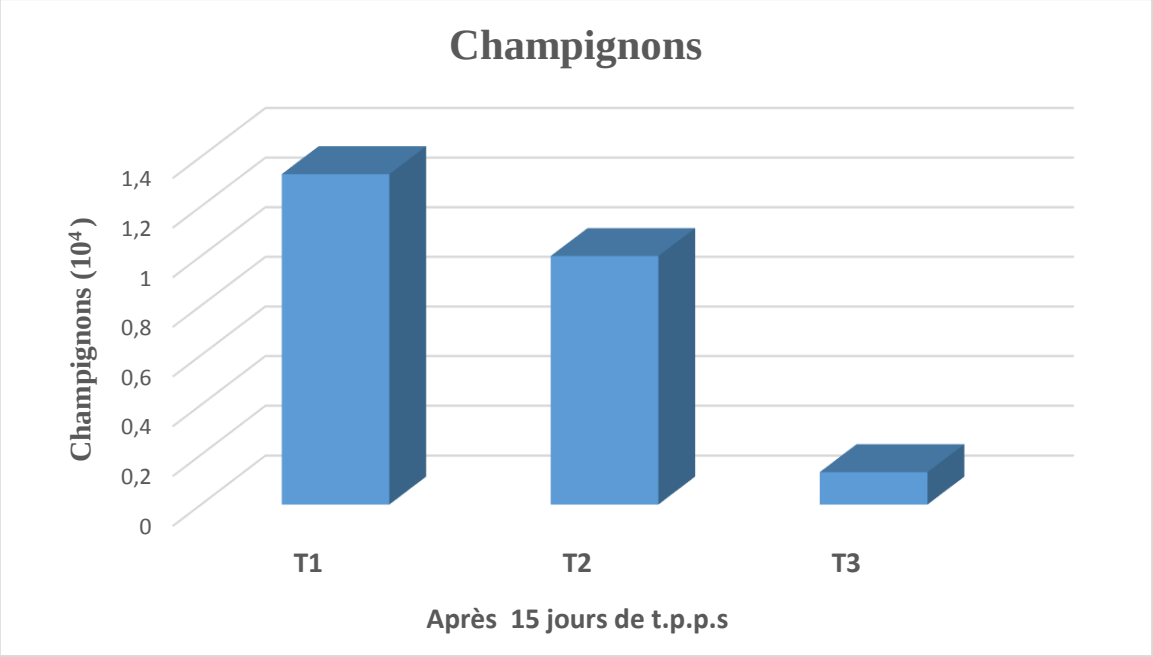


Figure 17. Représentation graphique de la densité fongique après 15 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}

Les pesticides pourraient être responsables de cette diminution de la biomasse fongique. Les travaux de **Mader et *al.* (2002)** ont révélé une réduction de 20 à 50% de la biomasse microbienne d'un sol cultivé en pomme de terre traitée par deux pesticides, le dinoseb (Super Kabrol) et le glufosinate (Basta). Ces observations avaient été faites 21 jours après la dernière application de pesticides.

En effet, Les champignons du sol ont une plus grande capacité à résister à l'application des pesticides, mais l'application de fongicides affecte considérablement leur population et une variété de processus de minéralisation / décomposition contrôlées par eux **(Kalia et Gosal, 2011).**

En général, la majorité des herbicides n'ont pas un impact négatif considérable sur la population des champignons du sol, cependant, quelques insecticides peuvent avoir une inhibition initiale sur les champignons du sol, suivi par un effet stimulateur. Les champignons appartiennent au groupe des micro-organismes qui, après une réponse initiale sensible à la présence de pesticides dans le sol, peuvent rapidement établir un métabolisme normal, leur permettant même de se multiplier, en particulier dans le cas de l'application de fongicide et d'insecticide **(Mandic et *al.* 2005).** Ceci corrobore nos résultats obtenus après **15 jours** de l'application du fongicide **T01**.

III.2.1.3. La densité bactérienne

L'application des fongicides a également un effet négatif sur la microflore bactérienne mais avec un degré moindre**. (Figure 18).**

En effet, des groupes de bactéries nitrifiantes, "ammonium-oxydantes" peuvent être inhibées spécifiquement par des fongicides à mode d'action multi-sites **(Doneche et *al.*, 1983 in Johnsen et *al.*, 2001)**.

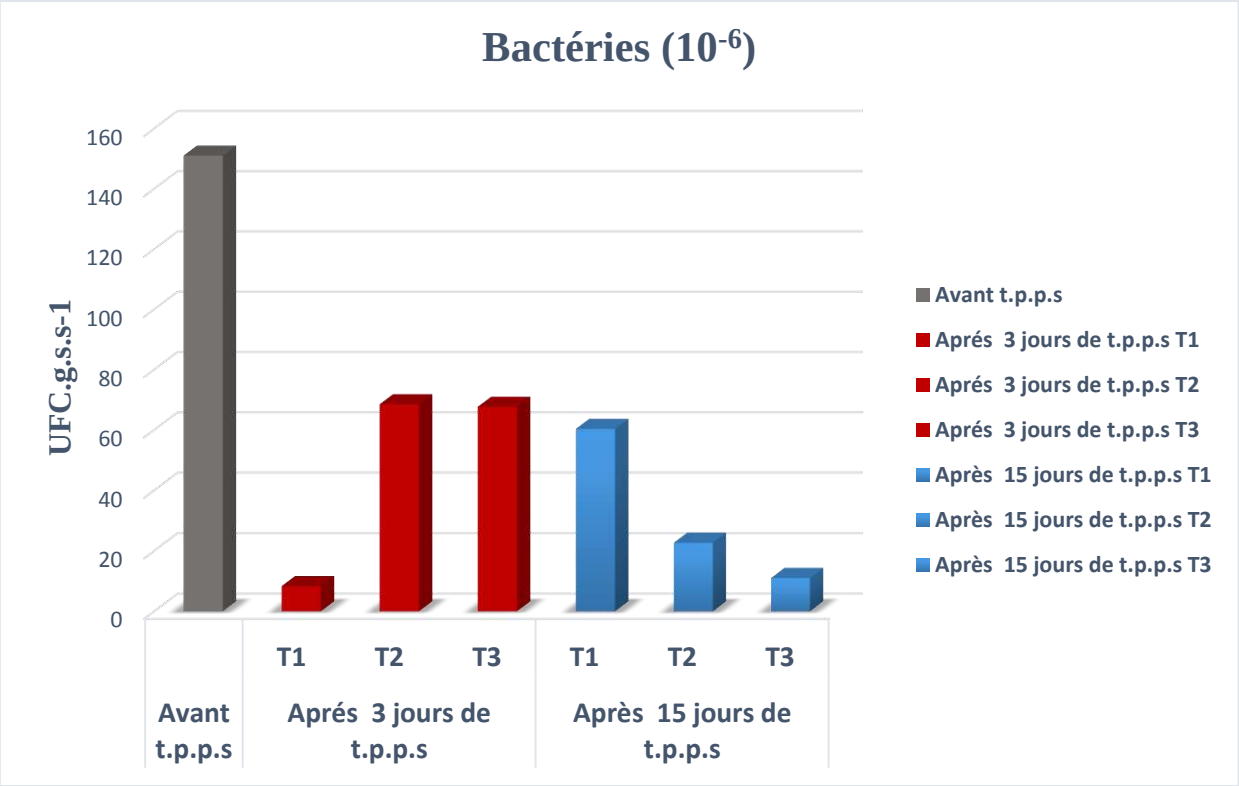


Figure 18. Représentation graphique de la densité bactérienne après et avant le traitement phytosanitaire en UFC.g.s.s^{-1}.

III.2.1.4. Comparaison entre l'effet des trois produits utilisés

La lecture des histogrammes (**figure 19 et 20**) nous conduit à constater que le produit **T 02** est plus efficace que le **T 03** et le **T 01** sur les bactéries du sol après traitement.

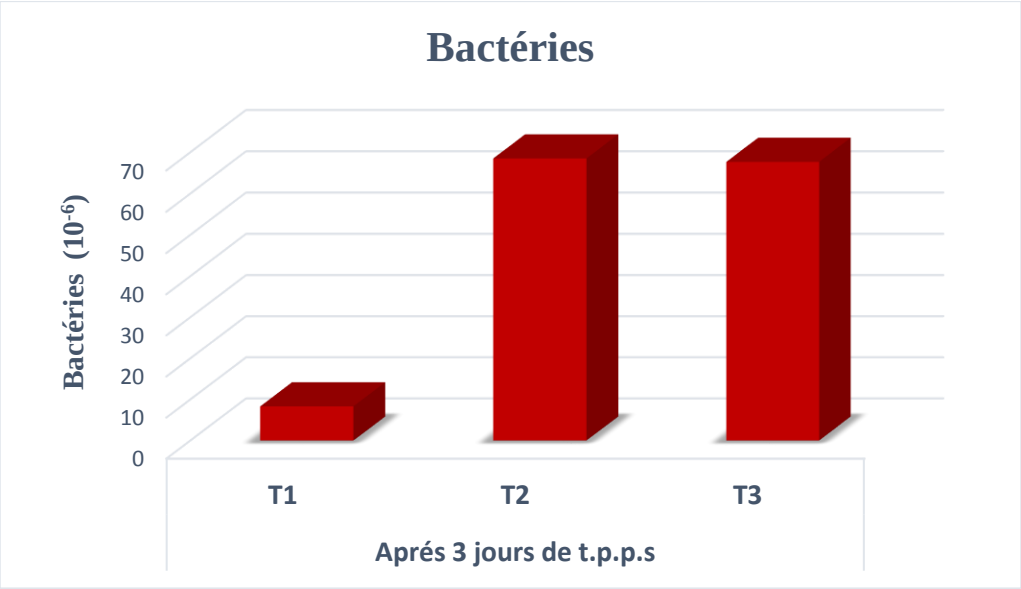


Figure 19. Représentation graphique de la densité bactérienne après 3 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}

Le résultat obtenu pourrait s'expliquer par le fait que les matières actives des produits phytosanitaires utilisés diffèrent d'un produit à l'autre (**Annexe 3**). En effet, l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol dépend aussi de la nature des matières actives utilisées **(Gamouh et *al.*, 2005 ; Topan, 2005).**

Cependant, nous avons observé une réduction de la densité bactérienne après **15 jours** de l'application des pesticides. Cela signifierait que les résidus de quelques pesticides ont tendance à persister après un certain temps d'incubation.

En effet, une fois appliqué, les produits agrochimiques persistent dans le sol (c'est-à-dire se concentrent dans la phase liquide du sol) pendant de longues périodes et ont des impacts négatifs sur la flore microbienne du sol **(Araujo et *al.*, 2003).** Une diminution conséquente du nombre de microbes perturbe le processus spécifique effectué par un individu ou un groupe dans la chaine trophique. Une série de modifications est déclenchée dans presque toute la flore microbienne/ faune, ce qui conduit à la modification des modules proies-prédateurs qui peuvent causer des changements dans l'agrégation du sol, la chimie du sol, le **pH** et l'épuisement de la matière organique **(Bossuyt et *al.*, 2001).** Cependant l'application des pesticides ne stérilise pas totalement le sol. En effet, dans un premier temps, l'application de pesticide diminue le nombre des microbes et l'activité microbienne, mais comme le produit chimique persiste, les microbes développent une certaine tolérance ou résistance et peuvent ainsi recoloniser le sol **(Kalia et Gosal, 2011).**

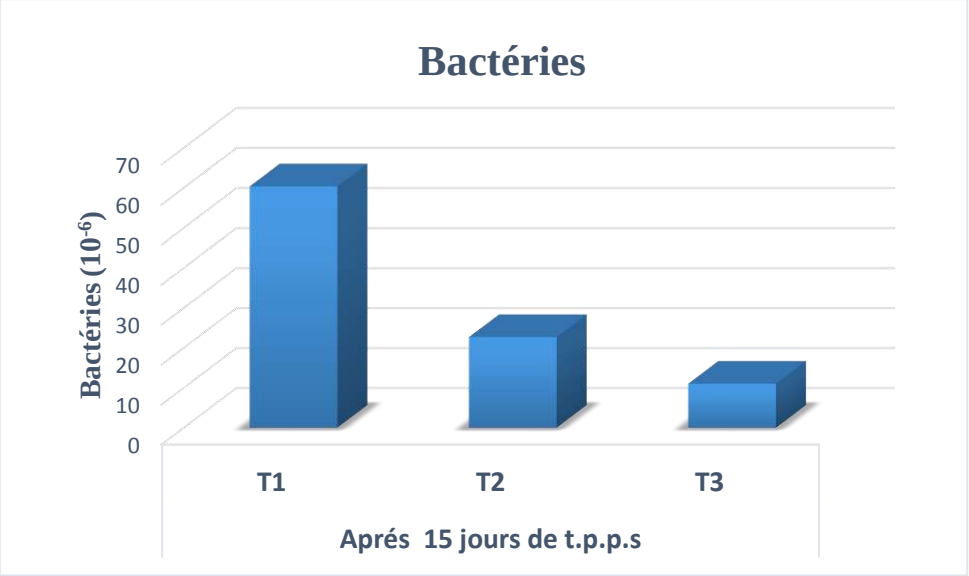


Figure 20. Représentation graphique de la densité des bactéries après 15 jours de traitement en UFC.g.s.s^{-1}.

III.2.2. Caractères morphologiques

L'étude morphologiques des isolats des bactéries et des champignons à partir du sol après et avant le traitement phytosanitaire a permis de distinguer les caractères indiquées dans le **tableau 05**.

Tableau 05. Caractères morphologique des bactéries et des champignons

Caractères / Germes	Couleur	Forme	Opacité	Taille	Aspect du Surface
Bactéries	Jaune Orangée Blanchâtre Marron	Plat Arrondie Bombée Dentelée	Opaque Transparent	Moyenne Petite	Lisse Rugueuse
Champignons	Vert Noire Gris Blanchâtre Marron	Bombée Arrondie Surélève	Opaque	Moyenne Grande Petite	Rugueuse Lisse

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 le traitement **(figure 21)**. Cependant, les champignons présentent des dissimilitudes morphologiques Ainsi, nous avons trouvé dans le sol avant l'application des fongicides des colonies de couleur noire, verte et grise de taille grande à moyenne, alors que dans le sol prélevé après **03 jours** du traitement, la couleur est blanchâtre et marronne et de petite taille. Après **15 jours**, en trouve des boites vide **(photo 11).**

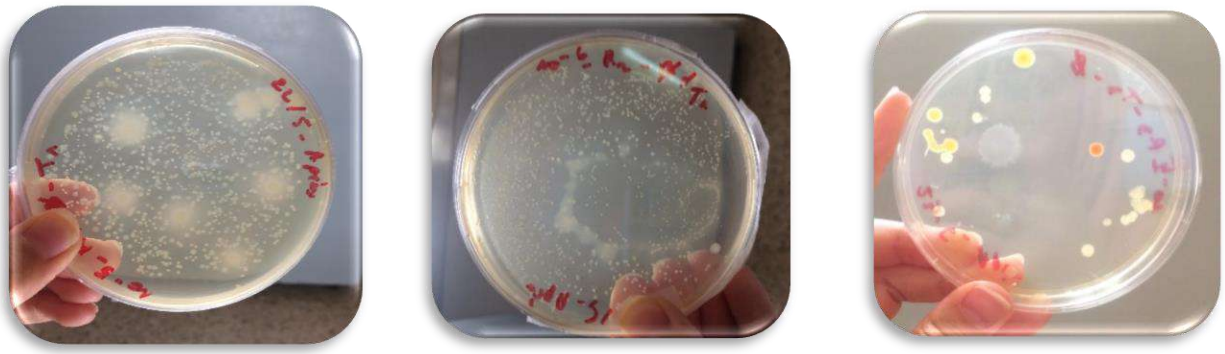
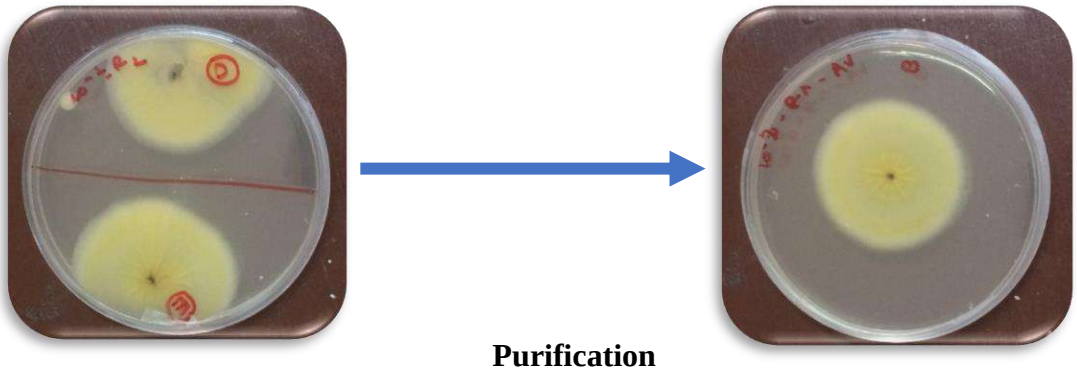


Figure 21. Observation macroscopique des bactéries après l'application des fongicides (Ouarda, 2019)

Photo 11. Absence des colonies fongiques dans quelques boites après le traitement phytosanitaire (Ouarda, 2019)

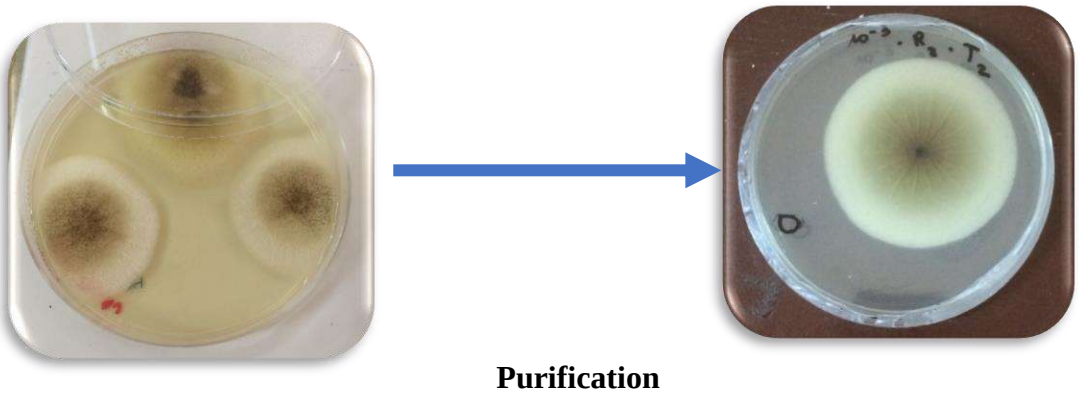
III.2.3. Purification des champignons

Plusieurs travaux ont été réalisé pour isoler et purifier ainsi que caractériser des microorganismes les plus spécifiques **(Faghire** et ***al.*, 2012)**. Vu que la plupart des microorganismes isolées dans cette étude, ressemblent dans leurs caractéristiques morphologiques aux cellules souches, on peut déduire que les espèces existantes sont identiques **(figure 22 et 23)**



Purification

Figure 22. Aspects macroscopique des colonies des champignons du sol avant l'application des fongicides (Ouarda, 2019)

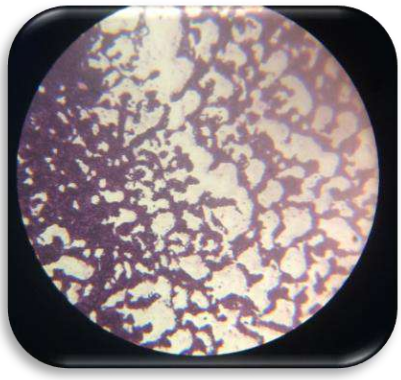


Purification

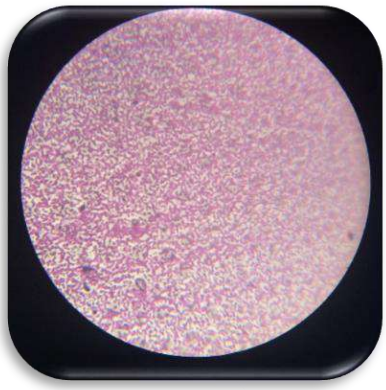
Figure 23. Aspects macroscopique des colonies des champignons du sol après l'application des fongicides (Ouarda , 2019)

III.2.4. Coloration de Gram

L'observation microscopique nous a montré la présence des bactéries Gram négatives dans les échantillons du sol prélevés avant traitement. Ces résultats sont identiques à d'autres auteurs qui ont observé essentiellement des Bactéries Gram négatives à croissance rapide à la surface du sol (0-30cm), alors que les bactéries Gram positives (les coques et les bâtonnets sporulés) se retrouvent surtout dans le sol traité.



A. Bactéries à Gram (+)



Bactéries à Gram (-)

Figure 24. Microphotographie observée au microscope optique présentant des bactéries dans le sol. (Gross x40)(Ouarda, 2019)

L'observation microscopique a montré également la présence des actinobactéries dans les échantillons de sols traités par les fongicides (**Photo 12**). Au cours des dernières années, les actinobactéries ont attiré l'attention en tant que candidats à l'application dans la bioremédiation des sols contaminés **(Fuentes Et *al*., 2010).** Ces bactéries omniprésentes, possèdent des possibilités de résistances grâces aux spores produites par beaucoup d'entre elles. Cette capacité leur permet une grande dissémination dans les différents écosystèmes. Ces microorganismes sont très riches du point de vue métabolique. Ils sont capables de s'adapter aux conditions les plus dures et les plus extrêmes. Ce sont donc des candidats potentiels pour la bioremédiation des écosystèmes les plus variés.

Photo 12. Observation macroscopique des Actinobactéries (Ouarda, 2019)

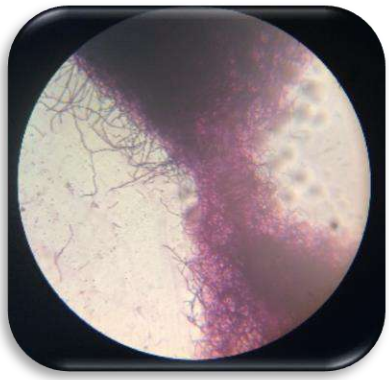


Photo 13. Observation microscopique des Actinobactéries (Gross X 40) (Ouarda, 2019)

Conclusion

Conclusion

La problématique de l'effet des produits phytosanitaires et plus précisément les fongicides sur la biomasse microbienne du sol a été abordée dans cette étude. L'objectif global était de déterminer en milieu contrôlé et à court terme, l'impact des résidus des fongicides sur la biomasse microbienne des sols oasiens. Cas de la région de Ouargla. L'étude a été menée au niveau de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla consiste à déterminer la densité fongique et bactérienne dans des échantillons de sol traité par trois types des fongicides comparés à un sol témoin.

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

- Le sol a une texture sablo-limoneuse.

- **Le taux d'humidité** est relativement élevé.

- **Le taux de calcaire** est faible.

- Le **pH** est neutre avant l'application des fongicides, la valeur du pH diminue après le traitement phytosanitaire et le sol va devenir légèrement alcalin.

- **La salinité** est relativement élevée dans le sol non traité (sol avant le traitement), alors qu'après le traitement la **CE** s'augmenté pour deux types des fongicides appliqués **(T 02, T 03).**

- **Le taux de matière organique** est faible avant le traitement, cette valeur augmentée **après 03** jours de l'application, elle se réduit après **15 jours**.

Les résultats du dénombrement des cellules fongiques et bactériennes dans le sol traité et non traité montrent une variation en fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol étudié et aussi au type des pesticides utilisés.

Ces résultats révèlent que les bactéries et les champignons sont affectées suite à l'utilisation des produits phytosanitaires.

La biomasse fongique est la plus affecté après l'application du traitement, et les fongicides ont un effet négatif même sur les bactéries.

L'étude s'est limitée à l'évaluation de l'impact des fongicides sur uniquement les bactéries et les champignons du sol. Afin de permettre une meilleure connaissance de l'impact des pesticides sur la microbiologie du sol, d'autres paramètres microbiologiques doivent être

pris en compte dans le futur. On devrait par exemple s'intéresser à l'impact des pesticides sur la diversité microbienne et les activités enzymatiques.

Enfin, cette étude a concerné uniquement les effets à court terme. Dans l'objectif d'une agriculture productive, durable et soucieuse de l'environnement, des études à long terme de l'impact des pesticides sur les la biologie des sols doivent être réalisées.

Références bibliographiques

1. **Acta** (2002). "Pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement," Acta, Paris. 976 p.
2. **Andrea M. M., Peres T. B., Luchini L. c., Marcondes M. A., Pettinelli Jr A., Nakagawa L. E., 2001.** Impact of long-term applications of cotton pesticides on soil biological propertities, dissipation of [14C]-methyl parathion and persistence of multi-pesticide residues. *In: "Impact of long term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques". Proceeding of final research coordination meeting. Organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Hangzhou, Zhejiang, China,* 24-28 *May* 1999: 15-36.
3. **Anses, 2010**- *Portail des bases de données de propriétés des pesticides*. Editions scientifiques 27 - 31 avenue du Général Leclerc 94701 Maisons-Alfort Cedex. 54p.
4. **Araujo ASF, Monterio RTR. et Abarkeli R.B. 2003.** Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. Chemosphere. 52:799–804.
5. **Aubert G., 1978**, Méthodes D'analyses Des Sols. Edit : C.R.D.P., Marseille, 191p.
6. **Audus, L.J., 1949**. The biological detoxication of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in soils. Plant and Soil, 2, p. 31-36.
7. **Bachelier G., 1973.** Activité biologique des sols et techniques simples qui en pennettent l'évaluation. *Cah. ORSTOM, série Pédol., vol. XI,* 1: 65-77.
8. **Baise D., 2000**- Guide Des Analyses En Pédologie. INRA, Edit : Paris, 257 P.
9. **Barriuso E., (2004).** Evaluation des risques environnementaux des pesticides. INRA Editions, Paris, P: 123.
10. **Barriuso E., Calvet R., Schiavon M. et Soulas G., 1996**. Les pesticides et les polluants organiques des sols. *Forum* « *le sol, un patrimoine menacé?* » *numéro spécial: 279-295.*
11. **Barriuso E., Calvet R., Schiavon M. et Soulas G., 1996.** Les pesticides et les polluants organiques des sols. *Forum* « *le sol, un patrimoine menacé?* » *numéro spécial: 279-295.*
12. **Bean, B.W., Roeth, F.W., Martin, A.R., Wilson, R.G., 1988.** Infl uence of prior pesticide treatments on EPTC and butylate degradation? Weed Sci., 36, p. 70-77.
13. **Behki R. et Khan S. U., 2001.** Impact of repeated long-term application of atrasine on soil properties and bound residues formation. *In: "impact of long term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques". Proceeding offinal research*

coordination meeting. Organized by the joint FAO/iaea division of nuclear techniques in food and agriculture and held in hangzhou, zhejiang,china, 24-28 *may* 1999: 37-42.

14. **Belmonte V., A. Garrido F., Marting V.J.L. 2005.** Monitoring of pesticidien agricultural water and soil samples from Andalusia by liquid chromatographycoupled to mass spectrometry, analyticachimica, ACTA, Vol 538: 117-127.
15. **Benziane A.D., 2014.** Effet d'un régime enrichi en chlorpyrifos chez le rat wistar: etude de l'activité enzymatique des cholinestérases comme indicateur biologique.Thése de master, université Telemsane. 51p.
16. **Beulke S., Brown CD., Fryer CJ. & Walker A. 2001**. Lysimeter study to investigate the effect of rainfall patterns on leaching of isoproturon. Pest. Manag. Sci. 58, 45-53.
17. Biomass in a loamy sand soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3 (5) *2000: 731-734.*
18. **Bloem, J., Lebbink, G., Zwart, K. B., Bouwman, L. A., Burges , S., Devos, J. A. et De Ruiter, P.C.,1994**.Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralization in whinterwheat fields under conventional and integrated management. Agriculture, Ecosystems and Environment. 51,129-143.
19. **Boseret J-PH., 2000**. Pollution des sols: les pesticides http : // w.w.w.geocities.comlboss_be_99/pesticides.htm.
20. **Bossuyt H, Denef K, Six J, Frey SD, Merckx R, Paustian K. 2001.** Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability. Appl Soil Ecol. 16(3), 195–208.
21. **Bouchon C. et Lemoine S., 2003**. Niveau de contamination par les pesticides des chaînes trophiques des milieux marins côtiers de la Guadeloupe et recherche de biomarqueurs génotoxicité. *Rapportfinal, DRE/Guadeloupe,* 71 p.
22. **Boulaine, 1989**. J. Histoire Des Pédologues Et De La Science Du Sol. Ed. INRA. 285 P.
23. **Boutouil, A., 2007.** Effet du disque (charrue a disque) sur les différents précédents culturaux (chaumes, jachère travaillée, jachère nue) et leurs impacts sur le rendement dans la zone de Timgad (Ferme pilote ABDESSAMED SALAH - Sidi Maâncer) (W. de BATNA). Mémoire d'ingénieur. Univ. Batna. 158p.
24. **Bouziani M., 2007**. L'usage immodéré des pesticides.de graves consequences sanitaires. Le guide de médcin et de la santé. Santémarghreb. (Consulte, 11/12/2011).

25. **Brun, L.A., Maillet, J., Richarte, J., Herrmann, P., Remy, J.C., 1998**. Relationships between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. Environmental Pollution 102, 151e161.
26. **Cairns T., Sherma J.1996.** Emerging strategiers for pesticides analysis. CRC press, Boca Raton. Florida-USA. Vol 754: 125-135.
27. **Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit C., Charnay M.-P. et Coquet Y., 2005**. Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. *Éditions France Agricole*, Paris. 625 p.
28. **Campbell C. A., 1978**. Soil organic carbon, nitrogen and fertility In soil organic matter. *Developments in soil science*, 8: 173-265.
29. **Chaignon, V., Sanchez-Neira, I., Herrmann, P., Jaillard, B., And Hinsinger, P., 2003.** Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. *Environ Pollut*. 123(2); 229-238.
30. **Chaussod R, Bodet J.-M., Caron M. et Irène Félix 1., 2001.** Travail du sol et activités microbiologiques. *INRA - 2001 - http://www.inra.fr/*
31. **Colleu S. et Mignard E., 2000.** La lutte contre la pollution des sols par les pesticides: limiter les apports, réduire les fuites. *INRA*, 5p.
32. **Columa, 1977.** Les herbicides et le sol. *ACTA*, 143 p.
33. Combined effects ofChlorsulfuron and Bensulfuron-methyl herbicides on the size of Microbial
34. **Coulibaly K., 2006.** Contribution à l'étude des effets de l'endosulfan sur les paramètres biologiques de trois types de sol en zone cotonnière du Burkina Faso. *Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option Agronomie, Univ. Polytech. de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 53 p.*
35. **Coullery, P. (1997).** Gestion des sols faiblement pollués par des métaux lourds. *Revue Suisse d'Agriculture.* 29, 299-305.
36. **Courde, L., Vallaeys, T., Chaussod, R., Levèque, J. et Andreux, F. (1998).** Faut-il craindre des effets secondaires du cuivre sur la biocoenose des sols viticoles ? *Revue des oenologues.* 86, 19-21.
37. **Couteux A. et Lejeune V., 2006** Indexe phytosanitaire ACTA 2007. 43 éd. Paris. 832 p.
38. **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.

39. **Deluisa, A., Giandon, P., Aichner, M., Bortolami, P., Bruna, L., Lupetti, A., Nardelli, F. et Stringari, G. (1996).** Copper pollution in Italian vineyard soils. *Communication Sail Science Plant Anal.* 27, 1537-1548.
40. **Deuet, S., Dubourguier, H.C., Wijffels, P., 1995.** Successful land farming bioremediation of soils highly contaminated by coal tar residues. Abstract 5th International KfK/TNO Conf. Cont. Soils, Maastricht, The Netherlands.
41. **Dubief J., 1959**. Le climat du Sahara. Mém. Inst. Rech. Saha., Alger, Tome I, 298.
42. **Dubief J., 1963** - Le climat du Sahara. Mém. Inst. Rech. Saha., Alger, Tome II, 262.
43. **Dubost F., 1991-** La problématique du paysage, état des lieux. Etudes rurales n°2pp.121-124
44. **Duchaufour, 1984**. P. Abrégés De Pédologie. Ed. Masson. Paris, 220 P.
45. **Duchaufour**, P. Abrégés De Pédologie. Ed. Masson. Paris, 220 P. 1984.
46. **EI-ghamry A. M., Changyong H., Jiangming X., Zhengmiao X. and Subhani A., 2000.**
47. **FAO. (2002)** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, *Les perspectives à long terme. Perspectives agricoles.* In : Agriculture mondiale: horizon 2015/2030 [Rapport abrégé].URL: http://www.fao.org/docrep/004/y3557f/y3557f00.htm
48. **Faurie C., Erra C., Médorie P., Devane J., Remptime J.L. 2003.** Ecologie, Scientifique. 5 éme édition LAVOISIER. 823P.
49. **Flores-Velez, L. M., Robert, M., Ducaroir, J. et Elsass, F.** (1996). Transfert du cuivre dans les sols de vignobles. *In* "Transfert des polluants dans les hydrosystèmes", Paris. 39-46 p.
50. **Fuentes, M.S., C.S., Benimili S.A., Cuozzo et Amoroso M.J., (2010)**. Isolation of pesticide- degrading actinomycetes from a contaminated site: Bacterial growth, removal and dechlorination of organochlorine pesticides. *Int. Biodeter. Biodegradation*. 64.P: 434-441.
51. **Gamouh A., Bensalah M., Abaadi N., Zyad A., Coste C., Fournier J-C., 2005**. Effets comparés et interactifs des pesticides et facteurs physiques sur la minéralisation de substrats carbonés dans le sol. *Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie, N°26-27,2004-2005* : 35-38.
52. **Glossary, 1965**.Of Soil Science Terms. Ed. Soil Science Society Of America. Am. J. Potato Res. 42, 346. [Online] Https://Www.Soils.Org/Publications/Soils-Glossary.

53. **Halitim A., 1985**- Contribution à l'étude des sols des zones arides (H autes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distrib ution et rôle des sels dans la genès et le comportement des sols. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, 383
54. **Hlavackova, P**., 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, 207p, 2005.
55. **Horwath et Paul. 1994**. Microbial biomass. In: Soil Science Society of America677 S. Segoe Rd., Madson of Soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical properties. SSSA Book Series, n:5.
56. **Hussain A., Rafique Asi M., Iqbal Z., Chaudhry J. A., 2001**. Impact of heavy repeated long-term pesticides applications on soil propertities in a cotton agroecosystem. *In: "Impact oflong term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques". Proceeding offinal research coordination meeting. Organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Hangzhou, Zhejiang,China,* 24-28 *May 1999:* 141-156.
57. **INERA, 2006**. Rapport d'avancement. *Projet FSP/Pesticides,* 50 p.
58. **Ita.,1975.** Laboratoire du sol : méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut technologique agricole. Mostaganem. 78p.
59. **ITAB, 2002**. Activités biologiques et fertilité des sols: Intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles, 25 p.
60. **IUSS Working Group WRB. 2015**. World Reference Base for Resources 2014, update 2015.
61. **IUSS Working Group WRB. 2015**. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015.
62. **Jedidi, N., Hassen A., Van Cleemput O. et M' Hiri A**. Microbial biomass in a soil amended with different organic wastes. Subjected for publication in Microbial Ecology, 2000.
63. **K.El Mraet** . Thèse de doctorat ,paris 2006
64. **Kalia A., Gosal S.K., 2011.** Effect of pesticide application on soil Microorganisms. Arch. Agron. Soil. Sci. 57 (6), 569-596.
65. **Kalia A., Gosal S.K., 2011**. Effect of pesticide application on soil Microorganisms. Arch. Agron. Soil. Sci. 57 (6), 569-596.
66. **Khadraoui A., 2005**. Eaux et sols en Algérie : gestion et impact sur l'environnement. Recueil de communications, Ouargla, 391p.

67. **Khadraoui A., 2007.** Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes. Caractérisation-Contraintes et propositions d'aménagement. 324p.
68. **Larouche A.-R., 1983**. La matière organique et ses décomposeurs, l'équipe par excellence en jardinage. *Projets pour une Agriculture Écologique. Collège Macdonald, Université McGill, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec, Canada,* 5 p.
69. **Lavelle P. et Spain, A. V., 2001**. Soil Ecology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 65 p. Leung K.T, Errampalli, D., Cassidy M., Lee H., Hall B., Trevors J. T, Okamura H. et Bach, H.J., 1997. A case study of bioremediation of pollued soil: biodegradation and toxicity of chlorophenols in soil. In: Van Eisas J. D, Trevors J. T & Wellington E. M. H. (eds) Modem soil microbiology. Marcel Dekker, INC. New York. 577 605.
70. **Legros, 2007**.J.P. Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne, 574 P.
71. **Legros, J.P.** Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne, 574 P. 2007.
72. **Lucie Z., 2009**. Variations spatio-temporelles de la microflore des sols alpins. these de doc biologie, université joseph fourier – grenoble I. France
73. **M'sadak Y., Elouaer M.A., Elkamel R., 2013**. Evaluation Du Comportement Chimique Des Composts Sylvicoles, Des Tamisas Et Des Mélanges Pour La Conception Des Substrats De Culture,Revue « Nature Et Technologie ».C-Sciences De l'Environnement, N°08/01/2013.
74. **Mandic L, Dragutin Dukic D, Dordevic S. 2005.** Soil fungi as indicators of pesticide soil pollution. Proc Natl Sci Matica Srpska Novi Sad. 109,97–102.
75. **Mandic L, Dragutin Dukic D, Dordevic S. 2005.** Soil fungi as indicators of pesticide soil pollution. Proc Natl Sci Matica Srpska Novi Sad. 109,97–102.
76. **Mate** (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement). 2001. Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques, communication nationale initiale, projet national ALG 98/G31, Alger, 131p.
77. **Mathieu C., Pieltain., 2009.** Les principaux sols du monde. voyage au centre de l'épiderme de la planète terre. Lavoisier, Editions Tech et Doc.233 p.
78. **Mider P., Peng S. et Fliessbach A., 2002**. Effets des produits phytosanitaires sur les microorganismes du sol. *VBB-Bulletin,* 6 : 6-7.
79. **Mider P., Peng S. et Fliessbach A., 2002**. Effets des produits phytosanitaires sur les microorganismes du sol. *VBB-Bulletin,* 6 : 6-7.

80. **Nacoulma J., 1994.** Contribution à l'étude de la biodégradation des polluants phénoliques par les microorganismes du sol. *Mémoire DEA, Option Biochimie et Microbiologie Appliquée; Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso,* 40 p.
81. **Nunan N**, Wu K, Young IM, Crawford JW & Ritz K. 2002. In situ spatial patterns of soil bacterial populations, mapped at multiple scales, in an arable soil. Microb Ecol. 44: 296-305.
82. **Oustani M., 2006**. Contribution A 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 Magistère, Université D'Ouargla, 187P.
83. **Prové P., Ambrosi D., Barralis G., Cluzeau-Moulay S., Coutin R, Faivre-Amiot A., Muller B., De La Rocque B., 2007**.
84. **Regnault-Roger C., Fabres G. et Philogène B. J.R., 2005** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Londre-Paris- New York.1013 p
85. **Ribolzi, O., Valles, V., Gomez, L. et Voltz, M.** (2002). Speciation and origin ofparticulate copper in runoff water from a Mediterranean vineyard catchment. *Environmental pollution.* 117,261-271.
86. **Robert M., 1996**. Le sol : interface dans l' environnement, ressource pour le développement. Masson, Paris, 241p.
87. **Roger P et Garcia J.L., 2001**. Introduction à la Microbiologie du sol. Polycopié de cours. Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Luminy, France, 193p.
88. **Rouvillios Brigol. M**., 1975. Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Pub. Dépt. Géo., Univ. Sarbonne, Paris, T. 2, 316p.
89. **Sablonnier, B., 2002.** Biologie microbienne [Microbial biology]. pp. 157-202.
90. **Savadogo P. W., 1996.** Biodégradation des pesticides et polluants industriels utilisés dans l'agriculture. *Mémoire de D.E.A, Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso,* 79 p.
91. **Savadogo P. W., Ouattara C.A.T., Ouattara A. S., Traoré A. S., 1999.** Biodégradation anaérobie d'un pyréthrinoïde de synthèse et d'insecticides organochlorés par les cultures bactériennes mixtes non définies. *Revue Sciences et Techniques du CNRST, Sciences Naturelles, vol.* 23 : 15-24.
92. **Savadogo P. W., Traoré O., Topan M., Tapsoba K. H., Sedogo P. M., Bonzi-Coulibaly L. Y., 2007.** Variation de la teneur en résidus de pesticides dans les sols de

la zone cotonnière du Burkina Faso. *Journal Africain des Sciences de l'environnement,* 1,2007: 29-39.

93. **Savadogo P.W., 2005**. Pesticides et Microflore du sol de la zone maraîchère des Niayes de Dakar. *Rapport de stage Post-doctoral de perfectionnement à la recherche,* 25 p.
94. **Sedogo P. M., 1993**. Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Doct., Mention Sciences Naturelles, Univ.Nat., Côte d'ivoire, 329 p.
95. **Slamen N., 2015.** Place des produits phytosanitaires inféodés aux ravageurs dans la region de Ouargla.Thése.Mastre.Univ.Ouargla. 58p.
96. **Soulas G., 1999**. Techniques d'évaluation de l'écotoxicité des substances xénobiotiques vis-àvis de la microflore des sols. *Ingénieries* 19, 1999: 57-66.
97. **Soulas, G., 1991.** La biodégradation des pesticides dans le sol. XXI Congrès du GFP, 22-23 mai 1991, Nancy, p. 120-137.
98. **Tejada A. W., Bayot R G., Quintana B. B., Austria L. M., Bobiles S. C. et Villanueva A. G. R, 2001.** Impact of continued use of profenofos on soil as a consequence of cotton crop protection. *In: "Impact of long term pesticides usage on soi! Properties using radiotracer techniques". Proceeding of final research coordination meeting. Organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Hangzhou, Zhejiang,China,* 24-28 *May* 1999: 165-172.
99. **Thorn G., 1997**. The fungi in soil. In: Van Elsas J.D, Wellington EMH, Trevors ST (Eds. Modern Soil Microbiology, New York Marcel Dekker.63-127.
100. **Topan S. M., 2005.** Contribution à l'étude de la dégradation des pesticides dans les sols au Burkina Faso. *Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option Agronomie, IDRlUPB, Burkina Faso,* 54 p.
101. **Traoré S., Millogo J. R, Thiombiano L., Guinko S., 2007.** Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by Acacia spp. in eastem Burkina Faso: Relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soi! Ecology,* 35: 660-669.
102. **Walker A., Brown CD., Fryer CJ.,. 2001**. Influence of topsoil tilth and soil moisture status on losses of pesticides to drains from a heavy clay soil. Pest. Manag. Sci. 57, 1127-1134.
103. **Young I.M. et Ritz K., 2000**. Tillage, habitat space and function of soil microbes. Soil and Tillage Research 53,201-213.

Annexes

Annexe 1

Milieux de culture

A. Milieu pour les bactéries telluriques : Gélose nutritive (Biokar, 2014)

- Extrait de viande ---------- 01g
- Extrait de levure ---------- 02g
- Chlorure de sodium (Na Cl) ---------- 05g
- Peptone ---------- 10g
- Agar-agar ---------- 15g
- Extrait de terre ---------- 100 ml

Dissoudre les constituants dans un litre d'eau distillée, puis l'autoclaver à 121°C pendant 15 minutes. Ajuster le pH à 7.

B. Milieu pour les champignons (O.G.A), (Biokar, 2014)

OGA……30g

Eau distillée……1000ml

- Dissoudre sous un bec bunsen les constituants de milieu dans une petite quantité d'eau distillée puis compléter le volume jusqu'à un litre.
- Ajuster le PH de milieu. +
- Repartir le mélange dans des flacons fermé et autoclave à 112 °C pendant 20 min.
- Conserver le milieu au réfrigérateur jusqu'au moment de l'utilisation

Annexe 02

Echelle d'interprétation des résultats

Tableau 01. 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

Tableau 02. La salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (LE CLECH,2000)

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**

Tableau 03. 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

Tableau 04. Calcaire total (BAISE, 1988)

CaCO3(%)	Horizon
CaCO3≤ 1 1<CaCO3≤5 5< CaCO3≤25 25<CaCO3≤50 50<CaCO3 ≤80 CaCO3>80	Non calcaire Peu calcaire Modérément calcaire Fortement calcaire Très calcaire Excessivement calcaire

Annexe 03 :

Tableau 05. Les produits phytosanitaires utilisées

Nom commercial	Matière Active	Concentration	Formulation	Déprédateur	Culture	Dose d'utilisation
RELIVE	TRIADIMENOL	25%	EC	Rouille	Vigne Céréales	0,25 à 0,5 L/hl 0,5 à L/Ha
				Oïdium	Cultures maraîchères	0,25 à 0,5 L/hl
STRIMACH 25 SC	AZOXYSTROBINE	250 G/L	SC	Anthracnose / oïdium /rouille	Légumineuses	70ml/hl
				Altrernaria / mildiou /oïdium	Cultures maraîchères	
AKORUS	TEBUCONAZOLE	0,25	OD	Traitement de semence /oïdium/septoriose	Céréales	1 L/Ha
				Tavelure	Pommier/poirier	300 ml/Ha
				Rouille/blackrot	Vigne/cultures légumières	300 ml/Ha-1L/Ha

D.A.R	Observation	N° d'homologation	Firme	Représen
1515		155527	PLANT PROTECTION COMPANY,S. L'Espagne	AGROSEED ALGERIE
3				
7		846111	AGRICHEM AUSTREALIE	ARD ALGERIE
21		745068	AAKO B V	AGRICOM INTERNATIONAL
14				
7à14				

Résumé

Les impacts des pesticides en agriculture sont reliés à plusieurs facteurs dont la nature du pesticide, les pratiques culturales, les conditions climatiques, le type de sol. Plusieurs études ont porté sur les effets secondaires des pesticides mais celles intéressant les effets combinés des pesticides sur la biologie des sols en milieu réel restent limitées. Le présent travail a porté sur l'étude de l'effet de quelques produits phytosanitaires sur la biomasse microbienne des sols oasienne. L'étude a été menée dans l'exploitation de l'université de **Ouargla**. Des échantillons de sol ont été prélevés avant et après traitement phytosanitaire. Trois types des fongicides ont été utilisé et la lecture des résultats de la densité bactérienne et fongique a été fait après **03** et **15 jours** d'incubation. Le dénombrement de la microflore fongique et bactérienne relève que l'effet des produits phytosanitaires est nettement négatif puisque les densités obtenues au niveau du sol témoin est plus élevée que le sol traité. L'observation microscopique a montré la présence des bactéries **Gram** $^{(-)}$ à croissance rapide dans les échantillons du sol non traité, alors que les bactéries **Gram** $^{(+)}$ **se** retrouve dans le sol traité par les fongicides.

Mots clé : produits phytosanitaires, biomasse microbienne, sol oasien, Ouargla, Algérie

Abstract

The impacts of pesticides in agriculture are related to several factors including the nature of the pesticide, cultural practices, climatic conditions, soil type. Several studies have focused on the side effects of pesticides, but those related to the combined effects of pesticides on soil biology in the field remain limited. The present work focused on the study of the effect of some phytosanitary products on the microbial biomass of oasis soils. The study was conducted in the operation of the University of Ouargla. Soil samples were taken before and after phytosanitary treatment. Three types of fungicides were used and the reading of the bacterial and fungal density results was done after 03 and 15 days of incubation. The count of the fungal and bacterial microflora indicates that the effect of plant protection products is clearly negative since the densities obtained in the control soil are higher than the treated soil. Microscopic observation has shown the presence of fast-growing Gram (-) bacteria in untreated soil samples, while Gram (+) bacteria are found in fungicide-treated soil.

Key words: phytosanitary products, microbial biomass, oasis soil, Ouargla, Algeria

الملخص

ترتبط تأثيرات المبيدات في الزراعة بعدة عوامل بما في ذلك طبيعة المبيدات والتطبيقات االزراعية والظروف المناخية ونوعية التربة. ركزت العديد من الدراســـات على الآثار الجانبية للمبيدات ، لكن تلك المتعلقة بالتأثيرات المشـــتركة للمبيدات على بيولوجيا التربة في الحقل تظل محدودة. ركز العمل الحالي على دراسة تأثير بعض منتجات الصحة النباتية على الكتلة الحيوية الميكروبية لتربة الواحات. وقد أجريت الدراســة في مستثمرة جامعة ورقلة. أخذت عينات التربة قبل وبعد العلاج بالصــحة النباتية. تم اسـتخدام ثلاثة أنواع من مبيدات الفطريات وقراءة نتائج الكثافة البكتيرية بعد 03 و 15 يومًا من الحضانة. يشير عدد البكتيريا الفطرية والبكتيرية إلى أن تأثير منتجات وقاية النبات هو تأثير سلبي بشكل واضح لأن الكثافات التي يتم الحصول عليها في التربة الخاضعة للمعالجة أعلى من التربة المعالجة. أظهرت المراقبة المجهرية وجود بكتيريا (-) Gram ســـريعة النمو في عينات التربة غير المعالجة ، بينما توجد بكتيريا(Gram+) في التربة المعالجة بالمبيدات الفطرية.

الكلمات المفتاحية: منتجات الصحة النباتية ، الكتلة الحيوية الميكروبية ، تربة الواحة ، ورقلة ، الجزائر