



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la
terre et de l'univers
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière des sciences biologiques

Référence / 2025

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Robei Maye et Belazreg Maria

Le: mercredi 4 juin 2025

TITRE

**Etude de l'effet d'application des pesticides
sur la microflore du sol de Biskra**

Jury :

Pr.	Badreddine Attir	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	Baba Arbi Souad	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	Widad Bouguenoun	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Avant tous nous remercions Allah de nous avoir donné la force pour réaliser ce modeste travail.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à : Notre encadreur Mme Baba Arbi Souad (MCB) à la Faculté de SNV (Université de BISKRA), qui nous a beaucoup aidé et retenue la longue de la réalisation de ce travail et qui nous a orienté avec ses précieux conseils et surtout son soutien à tous les instants.

Nous adressons également nos remerciements les membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons à remercier tous les vendeurs des produits phytosanitaires pour toutes les informations et l'aides très précieuses qu'ils ont eues apportés.

Nous remercions les professeurs et les travailleurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie dans l'université d'BISKRA ou nous avons réalisé ce travail.

On remercie également de tous nos cœurs tous les enseignants qui ont contribué à notre apprentissage depuis notre jeune âge à ce jour, et on leur adresse nos sentiments respectueusement reconnaissant pour tout le savoir qu'ils nous ont prodigués.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin de quelques façons que ce soit, à la concrétisation de ce travail.

Dédicace

Celui qui a dit "je suis à elle" l'a obtenue, et je suis à elle. Et si elle refuse, malgré moi, je l'ai amenée.

Le voyage n'était pas court et il ne devait pas l'être. Le rêve n'était pas proche et le chemin n'était pas parsemé de facilités. Mais je l'ai fait et je l'ai atteint, grâce à Dieu, avec amour et gratitude. Je regarde moi-même et mon succès comme quelqu'un qui regarde son miracle, le rêve longtemps attendu, réalisé grâce à Dieu et devenu une réalité dont je suis fier.

À celui qui a embelli mon nom avec les plus beaux titres, qui m'a soutenu et donné sans rien attendre en retour, à celui qui m'a appris que la vie est une lutte et que son arme est la science et la connaissance, à celui qui a planté dans mon âme les vertus morales, mon premier soutien dans mon parcours, mon refuge après Dieu, ma fierté et mon honneur (mon père, **Robei Abdelmadjid**).

À celle qui a été mon premier et éternel soutien, à celle sous les pieds de qui Dieu a placé le paradis, à celle qui m'a embrassé le cœur avant la main, à celle qui a facilité mes épreuves par ses prières, à celle qui a été ma lumière dans les nuits sombres, à celle qui est la source de ma force et ma première enseignante (ma mère et mon bien-aimée, **Ghourab Ibtissem**).

Voici aujourd'hui que je vous offre cette réalisation qui n'aurait pas été possible sans vous. Je vous offre toutes mes étapes et mes réalisations. La gloire et les louanges reviennent d'abord à Dieu, puis à votre lutte pour moi, et à votre générosité qui apaise ma fatigue.

À mon pilier constant et à la sécurité de mes jours (mon cher frère **Robei Mohamed Moussa**). À ma deuxième mère qui m'a accompagné de ses prières depuis mon enfance (ma grand-mère **Boukaache Hadda**).

À ma chère tante qui m'a donné toutes les orientations et les conseils (**Ghourab Hadja Mbarka**). À ceux dont les prières m'ont toujours accompagné, ma petite tante (**Ghourab Fatima Zahra**) et mon grand-père (**Ghourab Abdelkader**).

À ceux qui se réjouissent de mon succès, et à tous ceux qui ont été une aide et un soutien sur ce chemin, aux soldats de l'ombre qui ont été un foyer d'amour et de sécurité dans les jours difficiles.

Et à ma chère partenaire **Maria**, à qui je souhaite beaucoup de succès dans sa vie.

Maye Robei

Dédicace

Avec une immense gratitude et une profonde affection, je dédie ce travail à ceux qui ont été ma source d'inspiration, de soutien et d'encouragement tout au long de mon parcours.

A mon cher Père, mon pilier et ma force tranquille, toi qui as toujours cru en moi, ce travail est le fruit de tes sacrifices.

A ma chère Maman, a la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allume mon chemin.

A ma petite Sœur, ta présence et tes mots innocents ont illuminé mes journées les plus sombres.

A ma chère cousine Dalel, ton soutien, ton énergie et ta présence ont beaucoup aidée.

A mon cher Frère, mon petit bout de bonheur.

A mes chères tantes, mes deux secondes mamans, votre amour, vos encouragements et votre présence constante.

A mon cher oncle, ton soutien, tes sacrifices, tes paroles encourageantes et ta bienveillance ont profondément marquée.

A mes amies de cœur, Amira et Imen.

A ma binôme Maye, étais plus qu'un binôme, on a commencé à deux, on a tenu bon à deux et on a brillamment terminé ensemble.

À toutes les personnes chères à mon cœur.

Maria Belazreg

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux I

Liste des figures II

Liste des abréviations III

Introduction 1

Partie 1 : Bibliographique

Chapitre 1. Généralités sur les pesticides

1. Historique des pesticides 3

2. Définition des pesticides 3

3. Classification des pesticides 3

3.1. En fonction de la catégorie chimique 4

3.1.1. Les pesticides organiques 4

3.1.2. Les pesticides non organiques 5

3.1.3. Les biopesticides 5

3.2. Selon la nature des cibles visées 5

3.3. Selon le mode de pénétration 6

3.3.1. Pesticides par contact 6

3.3.2. Pesticides systémiques 6

4. Les pesticides en Algérie 7

5. Avantages et effets nocifs des pesticides 7

5.1. Avantages 7

5.2. Effets nocifs des pesticides 7

5.2.1. Effet sur l'environnement 7

5.2.2. Effets sur les humains 7

Chapitre 2. Biodégradation des pesticides

1. Biodégradation des pesticides 8

1.1. Les *Actinomycètes* en tant qu'agents de biodégradation 8

1.1.1. *Streptomyces Sp* 8

1.1.2. *Rhodococcus sp* 8

1.1.3. *Nocardia sp* 8

1.1.4. *Flavobacterium sp* 9

1.1.5. <i>Nocardioïdes sp</i>	9
1.1.6. <i>Micromonospora sp</i>	9
1.1.7. <i>Mycobacterium sp</i>	9
1.1.8. <i>Arthrobacter sp</i>	9
1.2. Les bactéries	9
1.3. Les champignons	10

Partie 2 : Expérimentale

Chapitre 3. Matériel et méthodes

1. Description de zone	11
2. Choix des zones de prélèvement	11
3. Choix des pesticides et application	12
4. Prélèvement des échantillons	13
5. Méthodes analytique utilisées	14
5.1. Préparation de la suspension mère	15
5.2. Ensemencement	15
5.3. Dénombrement de la flore bactérienne.....	15
5.3.1. Dénombrement des coliformes totaux	15
5.3.2. Dénombrement des <i>Entérocoques</i>	15
5.3.3. Dénombrement de <i>Staphylococcus</i>	16
5.3.4. Dénombrement de <i>Streptocoque</i>	16
5.3.5. Dénombrement de <i>Clostridium</i>	16
5.3.6. Dénombrement des flores fongiques.....	16
5.3.7. Dénombrement des <i>Actinomycètes</i>	16
5.4. Identification des souches d' <i>Actinomycètes</i> isolées	17
5.4.1. Observation macroscopique.....	17
5.4.2. Observation microscopique.....	17
5.5. Test de résistance des <i>Actinomycètes</i> contre pesticides	17

Chapitre 4. Résultats et discussions

1. Résultats et discussions	18
1.1. Avant l'application des pesticides	18
1.1.1. Dénombrement et identification des souches d' <i>Actinomycètes</i>	22
1.2. Après l'application des pesticides	23
1.3. Résultats de test de résistance pour les <i>Actinomycètes</i>	27
Conclusion	31
Références bibliographiques	32

Annexes

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification des pesticides selon leur cible.....	6
Tableau 2. Dénombrement de la charge microbienne avant application des pesticides.....	18
Tableau 3. Dénombrement de la charge microbienne après application des pesticides (24h)	23
Tableau 4. Dénombrement de la charge microbienne après application des pesticides (48h)	26
Tableau 5. Test de résistance pour les <i>Actinomycètes</i>	28

Liste des figures

Figure 1. Localisation de région.....	11
Figure 2. Ferme de Lichana	12
Figure 3. Les 3 zones sélectionnées	12
Figure 4. Pesticide (fongicide - bactéricide).....	13
Figure 5. Pesticide fongicide	13
Figure 6. Compteur de colonies.....	14
Figure 7. Histogramme de la charge microbienne de zone 1 avant application des pesticides	19
Figure 8. Histogramme de la charge microbienne de zone 2 avant application des pesticides	19
Figure 9. Histogramme de la charge microbienne de zone 3 avant application des pesticides	20
Figure 10. Colonies des bactéries <i>Clostridium</i>	21
Figure 11. Résultats de milieu MRS.....	21
Figure 12. Observation macroscopique d' <i>Actinomycète</i>	22
Figure 13. Observation microscopique d' <i>Actinomycète</i> G100.....	23
Figure 14. Colonies de milieu PCA après application des pesticides (24h).....	24
Figure 15. Colonies des champignons après application des pesticides (24h).....	25
Figure 16. Colonies de milieu Chapman après application des pesticides (24h)	25
Figure 17. Test de résistance des <i>Actinomycètes</i> contre pesticide fongicide-bactéricide sur milieu Muller Hinton.....	29
Figure 18. Test de résistance des <i>Actinomycètes</i> contre pesticide fongicide-bactéricide sur milieu Gausse	29

Liste des abréviations

DDD : Dichloro-diphényl dichloroethane.

DDE : Dichloro-diphenyl-Exachloroéthane.

DDT : Dichloro-diphényl-trichloroéthane.

OP : Organophosphates

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques.

BTEX : Benzene ‘toluene ‘ethylbenzene ‘xylene

PCA : Plate Count Agar

GN : Gélose Nutritive

SBA : Slanetz and Bartley Agar

V.F : Viande Foie

MRS : Man, Rogosa, Sharpe

MH : Muller Hinton

MO : Micro-Organisme

Z1 : Zone1

Z2 : Zone2

Z3 : Zone3

Introduction

L'Algérie, grâce à sa diversité climatique et écologique, bénéficie non seulement de diverses productions agricoles, mais elle favorise aussi la multiplication des bioagresseurs nuisibles aux cultures. Ainsi, les enjeux phytosanitaires se présentent comme un défi majeur pour l'agriculture (Rahmoune et *al.*, 2018 ; Bettiche et *al.*, 2017).

L'usage intensif des pesticides dans la lutte chimique est pratiqué pour sauvegarder les cultures, les graines et les produits entreposés contre les organismes nuisibles. L'utilisation de produits chimiques aide à minimiser les pertes agricoles en défendant les plantes contre les organismes nuisibles, en diminuant les assauts des parasites, en restreignant la compétition des mauvaises herbes et en garantissant la préservation des marchandises entreposées (Ndao, 2008 ; Cruz, 2015). Les pesticides, également appelés produits phytosanitaires, sont des composés chimiques conçus pour éliminer ou lutter contre les organismes nuisibles aux plantes. Ces derniers sont fortement régulés à l'échelle mondiale en raison de leur caractère dangereux (Benzine, 2006).

L'amélioration des techniques phytosanitaires en agriculture a contribué à la protection des cultures contre les espèces nuisibles ainsi que les « mauvaises herbes », tout en augmentant les rendements. Cependant, ce développement est la cause de la contamination environnementale due aux pesticides (Jacquet et *al.*, 2022).

Les sols sont principalement affectés par la contamination par ces derniers. Suite à leur dispersion, une grande concentration des pesticides se trouve dans le sol, ce qui peut nuire aux êtres vivants qui s'y trouvent. L'activité biologique d'un sol (en particulier des microorganismes), tout autant que ses caractéristiques physiques et chimiques, est cruciale pour sa productivité (Jacquet et *al.*, 2022).

Dans ce contexte, notre travail consiste à mener une étude sur les effets des pesticides sur les micro-organismes du sol dans la région de Lichana, wilaya de Biskra, dans le but d'évaluer la résistance des différents groupes microbiens (en particulier les *Actinomycètes*) vis-à-vis la présence de ces pesticides.

Pour atteindre les objectifs cités, ce présent mémoire se subdivise en deux parties :

Une première partie consacrée à un rappel bibliographique sur les généralités du pesticides et leur biodégradation.

Et une deuxième partie expérimentale contenant le matériel et les méthodes appliqués pour cette étude, et une partie des résultats obtenus avec la discussion, enfin une conclusion générale.

Partie 1

Bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les pesticides

1. Historique des pesticides

L'histoire de l'utilisation des pesticides peut être divisée en trois phases : avant 1870, lorsque des composés naturels étaient utilisés, il y a environ 4500 ans chez les Sumériens. Tous les produits utilisés étaient dérivés de ressources animales, végétales ou minérales. Le pyrèthre, un insecticide utilisé depuis plus de 2000 ans, est dérivé des fleurs séchées du chrysanthème (Tudi et *al.*, 2021).

Vers la fin du 19^{ème} siècle, les Suédois employaient des composés de cuivre et de soufre pour lutter contre les infections fongiques affectant les fruits et les pommes de terre (Tudi et *al.*, 2021). Depuis ce temps, on a eu recours à divers produits chimiques inorganiques, dont la bouillie bordelaise contenant du sulfate de cuivre et de la chaux arsenic, en tant que pesticides. Ces substances sont toujours employées pour combattre de nombreuses affections fongiques (Bernardes et *al.*, 2015).

La troisième phase des pesticides synthétiques a commencé après 1945 (Tudi et *al.*, 2021), suite à la découverte des effets nocifs du DDT, de l'aldrine, de la dieldrine, de l'endrine, du chlordane, du parathion, du captane et du 2,4-D (Zhang et *al.*, 2017). En 1972, le DDT a été interdit aux États-Unis en raison de ses effets nocifs (Tudi et *al.*, 2021).

Les scientifiques développent des plantes génétiquement modifiées capables de produire leurs propres insecticides ou de résister aux herbicides ou pesticides, une approche innovante pour lutter contre les ravageurs, réduisant l'utilisation de produits chimiques et les effets environnementaux (Bernardes et *al.*, 2015).

2. Définition des pesticides

Le mot « pesticide » désigne toute substance, qu'elle soit naturelle ou synthétique, qui peut éliminer ou freiner la croissance des organismes nuisibles à l'agriculture. (Communautés d'insectes, parasites, micro-organismes, rongeurs, plantes indésirables...) (Bernard, 2018).

D'après le Code des règlements fédéraux américains (CFR), un pesticide est toute formulation ou assemblage de substances élaborées pour agir comme agent de régulation des plantes, défoliant ou dessiccant (Garud et *al.*, 2024). Dans le domaine de l'agriculture, les pesticides jouent un rôle crucial, étant donné que les producteurs les emploient pour optimiser la productivité de leurs cultures (Tudi et *al.*, 2021).

3. Classification des pesticides

L'actuelle gamme de pesticide sur le marché présente une diversité de structures chimiques et de groupes fonctionnels, ce qui complique leur classification. La majorité des

auteurs répartissent les pesticides en deux catégories, soit en fonction de la composition chimique de leur substance active, soit selon les êtres vivants ciblés (Bettiche, 2017).

3.1. En fonction de la catégorie chimique

3.1.1. Les pesticides organiques

Il s'agit de produits carbonés synthétiques développés en laboratoire ou naturellement. Ils proviennent de sources animales, végétales ou microbiennes, comme les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les triazines et l'urée substituée (Garud et *al.*, 2024).

- **Chlorés organiques** : Les premiers pesticides de synthèse sont l'essentielle, mais l'essentielle est interdit pour leur durabilité et leurs impacts sur les êtres non visés tels que le DDT. Le lindane et l'endosulfan, qui sont considérés comme les plus biodégradables et sont encore utilisés aujourd'hui (Garud et *al.*, 2024).
- **Carbamates** : Les carbamates constituent une catégorie des pesticides qui bloquent l'action de l'acétylcholinestérase, une enzyme essentielle à la propagation des signaux nerveux. En bloquant l'action de cette enzyme, les carbamates altèrent le système nerveux des nuisibles, provoquant paralysie et décès. Ceci influence la transmission nerveuse chez les organismes non visés (Ahamad et *al.*, 2023 ; Garud et *al.*, 2024).
- **Organophosphates** : Les pesticides comme les OP et les pyréthriinoïdes ont un impact significatif sur le système nerveux en inhibant l'enzyme acétylcholinestérase, ce qui entraîne des effets neurotoxiques et un risque accru de maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson. Les pyréthriinoïdes, dérivés d'insecticides naturels présents dans les fleurs de chrysanthème, sont utilisés en agriculture et dans la lutte contre les ravageurs en raison de leur capacité à contrôler une grande variété de ravageurs. Cependant, une exposition prolongée peut provoquer des lésions nerveuses et une paralysie (Ahamad et *al.*, 2023 ; Garud et *al.*, 2024).
- **Néonicotinoïdes** : Les néonicotinoïdes, une classe des pesticides chimiquement associés à la nicotine, sont jugés particulièrement toxiques et relativement récents. Ils agissent sur le système nerveux des insectes en se fixant aux récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine, provoquant une excitation excessive qui mène finalement à leur décès. On considère que les néonicotinoïdes comportent un

risque assez faible pour les organismes qui ne sont pas ciblés ainsi que pour l'environnement, et ils affichent une spécificité élevée (Garud et *al.*, 2024).

- Les triazines : D'après Bettiche (2017), la première triazine a été identifiée en 1952 en Suisse par JR Geigy, Ltd. Les triazines sont des herbicides organo-azotés dont la formule chimique est $C_8H_{14}ClN_5$. Ils sont considérés comme de deuxième génération en raison de leur dégradation plus rapide que les composés organochlorés, mais leurs produits de dégradation restent persistants. Ils ont une persistance dans l'eau et une mobilité au soleil.
- Les urées substituées : Les molécules contenant un groupe urée ($NH_2-CO-NH_2$) peuvent être situées dans un cycle, et les sulfonylurées sont considérées comme des urées. Les molécules satisfaisant aux deux critères sont classées comme sulfonylurées, car le groupe a une priorité plus élevée (Bettiche, 2017).

3.1.2. Les pesticides non organiques

Ces éléments non biodégradables, dérivés principalement de minéraux contenant du cuivre, de l'arsenic, du cyanure, du soufre, etc.... Une fois mises en œuvre, ces substances ont un impact toxique grave sur l'environnement (s'accumulent dans les sols). Parmi ceux-ci, le plomb et le mercure sont considérés comme les plus nuisibles (Bettiche, 2017).

3.1.3. Les biopesticides

Les biopesticides sont des substances issues de végétaux ou d'animaux, ou basées sur des organismes vivants bénéfiques tels que les moisissures, les bactéries, les virus et certains nématodes avantageux. On peut mentionner, par exemple, des *Bacillus thuringiensis*, qui sont des insecticides ayant la capacité d'éliminer les moustiques responsables du paludisme ou les lépidoptères nuisibles dans le domaine de l'agriculture. Ces composés jouent un rôle crucial dans la lutte contre les nuisibles et contribuent également à la protection des animaux domestiques (Kumar et Singh, 2015).

3.2. Selon la nature des cibles visées

Tableau 1. Classification des pesticides selon leur cible (CCHST, 2023)

Catégorie	Usage	Exemples
Insecticides	Détruisent ou repoussent les insectes, les tiques et les mites.	<ul style="list-style-type: none"> • insectifuges • appâts pour souris et blattes • poudre ou liquide à vaporiser pour le jardin • produits commerciaux à vaporiser pour fermes/vergers • shampoing contre les puces, colliers contre les puces et les tiques • boules-à-mites
Herbicides	Détruisent les mauvaises herbes ou les plantes indésirables.	<ul style="list-style-type: none"> • herbicides ou désherbants • produits d'entretien du gazon (engrais et herbicides) • traitements pour souches/pour plaies d'élagage
Fongicides	Détruisent les moisissures, le mildiou et autres champignons.	<ul style="list-style-type: none"> • liquides à vaporiser pour roses et fleurs • produits commerciaux à vaporiser pour fermes/vergers • grains traités • adjuvants de peinture
Rodenticides	Détruisent les rongeurs tels que les souris et les rats.	<ul style="list-style-type: none"> • points d'appâts pour souris et rats
Désinfectants	Détruisent les bactéries, les moisissures et le mildiou.	<ul style="list-style-type: none"> • javellisant • ammoniac • détersifs pour cuisine et salles de bain • détersifs pour piscines et spa
Produits de préservation du bois	Protègent le bois contre les insectes et les champignons.	<ul style="list-style-type: none"> • bois traité sous pression

3.3. Selon le mode de pénétration

3.3.1. Pesticides par contact

Les pesticides de contact agissent directement sur les organismes nuisibles en étant en contact avec eux. Lorsque la majeure partie de leur superficie est traitée avec un herbicide non sélectif, les plantes indésirables sont éradiquées. Le contrôle des insectes nuisibles peut être réalisé par la pulvérisation directe ou le déplacement des insectes sur une surface traitée (Bernard, 2018).

3.3.2. Pesticides systémiques

Les pesticides systémiques luttent contre les organismes indésirables sur des parties spécifiques des plantes ou des animaux, pouvant entraîner leur mort. Ces pesticides sont assimilés par les racines de la plante, qui se propagent et asphyxient les insectes se nourrissant des sèves de la plante (Bernard, 2018).

4. Les pesticides en Algérie

L'expansion de l'agriculture algérienne a entraîné une augmentation significative de l'utilisation de produits phytosanitaires, fabriqués par des entreprises indépendantes comme Aasmidal et Moubydal. Selon Bettiche (2017), en 2009, les importations ont atteint 67 millions de dinars. Les pesticides, notamment les pyréthrinoïdes, les organophosphorés et les carbamates, sont largement utilisés pour protéger les cultures et lutter contre les maladies vectorielles.

5. Avantages et effets nocifs des pesticides

5.1. Avantages

Les pesticides se sont avérés bénéfiques pour l'humanité en protégeant les cultures des parasites et des insectes, en empêchant la croissance indésirable des plantes, en contrôlant les infestations des parasites agricoles, en régulant les maladies des plantes et en éliminant les maladies animales, conduisant à une croissance exponentielle de l'agriculture mondiale ces dernières années (Garud et *al.*, 2024).

5.2. Effets nocifs des pesticides

5.2.1. Effet sur l'environnement

Les pesticides persistent dans l'environnement et contaminent le sol, l'eau, les plantes, les oiseaux, les poissons, les insectes utiles et les plantes non cultivées. Ils sont toxiques pour ces espèces. Les insecticides constituent la catégorie la plus toxique, tandis que les herbicides présentent des risques pour les organismes qui ne sont pas visés (Garud et *al.*, 2024). Ils peuvent endommager les micro-organismes utiles du sol (Yamaguchi et *al.*, 2021 ; Beaumelle et *al.*, 2023).

5.2.2. Effets sur les humains

L'exposition à long terme aux pesticides a été associée à un risque accru de cancer, notamment de divers types de cancer. L'exposition aux pesticides entraîne plus de 150 000 décès par an, principalement dus à l'auto-intoxication par ingestion. Les expositions professionnelles et accidentelles peuvent également entraîner la mort par contact ou par inhalation. L'exposition prolongée aux pesticides augmente le risque de divers types de cancer (Beaumelle et *al.*, 2023 ; Garud et *al.*, 2024 ; Sajjad et *al.*, 2024).

Chapitre 2

Biodégradation des pesticides

1. Biodégradation des pesticides

L'essentiel de la biodégradation est effectué par des processus faisant intervenir divers microorganismes tels que les bactéries, les champignons (Bensouici et *al.*, 2025).

De nombreux microorganismes présents dans le sol ont démontré leur aptitude à biodégrader un large éventail des pesticides. Ces aptitudes métaboliques se manifestent habituellement par la sécrétion d'enzymes extracellulaires. La liste de ces bactéries est vaste et les scientifiques cherchent à identifier le microorganisme le plus performant, rapide et adapté pour la dépollution des écosystèmes (Diez, 2010).

1.1. Les *Actinomycètes* en tant qu'agents de biodégradation

Selon Ghadbane (2014), les *Actinomycètes* ont une grande importance dans la biodégradation de diverses matières organiques. Il a également été démontré que les *Actinomycètes* décomposent intensément la chitine, la cellulose, l'amidon et le xylane. Certains dégradent activement les pesticides, Certains membres de ce groupe de bactérie gram-positif ont la capacité de dégrader les pesticides avec très différentes structures chimiques (Ghabbane, 2014 ; Fuentes et *al.*, 2010).

1.1.1. *Streptomyces Sp*

Streptomyces sp. A été prouvé comme possédant des capacités de décomposition remarquables, avec 17 variétés capables de décomposer le diuron, un herbicide puissant. 93 colonies de ce groupe ont été testées contre 11 pesticides organochlorés, dont l'aldrine, le chlordan, le DDD, le DDE, le DDT, la dieldrine, l'heptachlore, l'heptachlorepoxyde, le lindane et le méthoxychlor (Benimeli et *al.*, 2007 ; Fuentes et *al.*, 2010).

1.1.2. *Rhodococcus sp*

Rhodococcus Actinomycètes du genre *Rhodococcus* décomposent certains persistants des pesticides, dont le Thiocarbamate et le S-triazine, et le Bromoxynil. Ce sont des microorganismes intéressants en raison de leurs différentes actions de dépollution sur les hydrocarbures, les pesticides, les herbicides et autres substances polluantes naturelles (Alliouch-kerboua, 2017).

1.1.3. *Nocardia sp*

Selon Hocinat et Boudemagh (2015), les *Actinomycètes* du genre *Nocardia sp* sont performants dans la décomposition de certains pesticides, tels que : l'herbicide Dalapon et le fongicide Ortiva. Ils ont la capacité de transformer l'insecticide DDT en DDD par un processus de déchloration. L'impact du fongicide azoxystrobine sur les micro-organismes du sol

susceptibles de se développer dans des environnements déficients. Ils ont signalé que ce fongicide a favorisé la croissance de *Nocardia*. Des *Actinomycète* qui appartiennent au genre *Nocardia*. Pour la première fois, il a été démontré que *Nocardia*, isolée à partir de boues activées, était la seule capable de se développer sur tous les composés BTEX utilisés comme seule source de carbone et d'énergie (Hocinat et al., 2019).

1.1.4. *Flavobacterium sp*

Des recherches sur les *Actinomycètes* ont démontré la dégradation des composés organophosphorés et du Coumaphos en 1973, identifiant alors l'organisme comme étant *Flavobacterium sp*. Le Diazinon est aussi décomposé par une espèce qui appartient au *Flavobacterium* (Singh et al., 2004).

1.1.5. *Nocardioides sp*

Nocardioides simplex NRRL B-24074 et *Pseudaminobacter sp*. Sont capables de décomposer coumaphos et atrazine, et la dégradation de l'atrazine est rapide pour *Pseudaminobacter*. La demi-vie de l'atrazine est de 5 jours pour *Pseudaminobacter* inoculée dans le sol et de 3 jours pour *Nocardioides* inoculée dans le sol (Hocinat et al., 2019 ; Hocinat et al., 2020).

1.1.6. *Micromonospora sp*

Micromonospora sp. A la capacité de dégrader l'alachlore, le diuron, le lindane, le chlordane, le méthoxychlore et la cyperméthrine. Il a été observé que l'application de l'insecticide endosulfan β est liée à la croissance de *Micromonospora* (Giri et al., 2005).

1.1.7. *Mycobacterium sp*

L'utilisation de l'insecticide endosulfan, combinée à l'urée et aux engrais phosphatés, a entraîné une augmentation du nombre de *Mycobacterium* (Giri et al., 2005).

1.1.8. *Arthrobacter sp*

Huiling et al. (2014) ont récemment découvert que certaines espèces d'*Arthrobacter* contribuent à la décomposition de divers pesticides, et sont donc suggérées pour l'épuration des eaux usées. On a également signalé la décomposition du diazinon par deux variétés d'*Arthrobacter sp*.

1.2. Les bactéries

Les bactéries jouent un rôle dans les transformations qui impliquent des enzymes plus spécifiques dans des processus plus complexes, capables, dans certains cas, d'alimenter le métabolisme et la production de biomasse (Calvet et al., 2005).

Les hétérotrophes Gram-négatif, qui abritent une multitude d'espèces, sont capables d'exploiter un large éventail de composés organiques comme source de carbone et d'énergie. Ce groupe, d'une grande importance dans le domaine agricole, inclut les genres fixateurs azote : *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Azospirillum*, *Klebsiella* (Calvet et al., 2005).

Les bactéries à Gram positif ; notamment associés dans le cadre de consortiums sont capables de dégrader : les organochlorés, les S-triazines, les carbamates, les organophosphates, etc. Le mécanisme moléculaire de processus de transformation des bactéries à Gram positif sont moins connus que celle des bactéries à Gram négatif (Calvet et al., 2005).

1.3. Les champignons

Des études montrent que les champignons peuvent décomposer divers produits chimiques toxiques, notamment les HAP, les BTEX, les chlorophénols, les polychlorobiphényles et les pesticides. Ces micro-organismes ligninolytiques et non ligninolytiques peuvent être utilisés pour la biorestauration de ces polluants, notamment ceux des pourritures blanches (Diez, 2010).

Les champignons, grâce à leur richesse enzymatique, possèdent des caractéristiques physicochimiques (polaire, lipophile, etc.) qui stimulent une multitude de réactions chimiques (oxydation, réduction, hydrolyse, conjugaison et oligomérisation). Cela leur offre la possibilité d'agir sur une large variété de contaminants xénobiotiques de différentes structures (Diez, 2010).

Partie 2

Expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

1. Description de zone

Wilaya de Biskra.se trouve dans le sud-est algérien, à 425 km au sud d'Alger.

La wilaya de Biskra est bordée au nord par la wilaya de Batna.

Du nord-ouest, la wilaya de M'Sila.

Du nord-est de la wilaya de Khenchela.

Du sud-ouest de la wilaya d'Oulad Djellal.

Du sud, la wilaya de El Oued.

Notre étude est déroulée au niveau de région de Lichana de la wilaya de Biskra et constitue une partie de l'Oasis de Tolga. Cette région est reconnue mondialement pour ses dates de qualité supérieure (Deglet Nour), avec plus de 500 000 palmiers dattiers répartis sur son territoire (Bettiche, 2017).

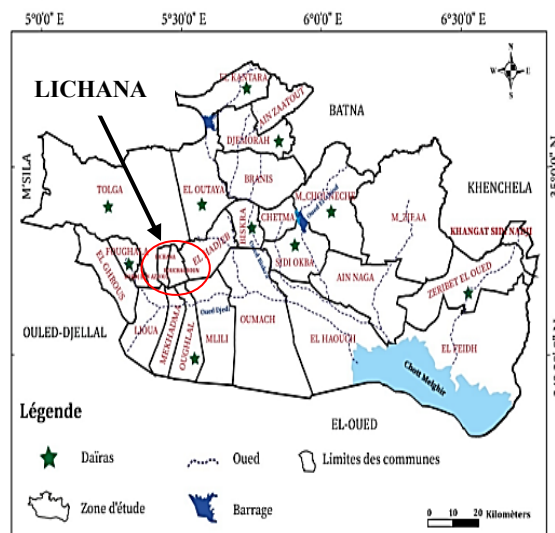


Figure 1. Localisation de région (Reghais,2023)

2. Choix des zones de prélèvement

À l'intérieur de la ferme sélectionnée dans la région de Lichana (figure2), trois zones ont été sélectionnés pour l'étude (figure3).



Figure 2. Ferme de Lichana

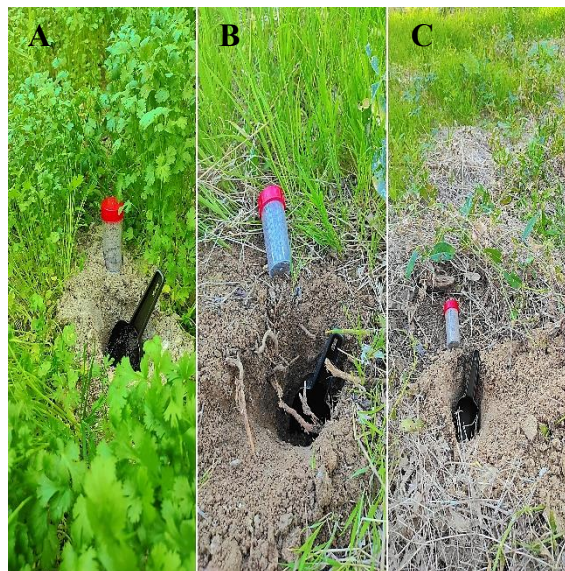


Figure 3. Les 3 zones sélectionnées

A : La première zone contient une végétation dense (coriandre).

B : La deuxième zone contient une implantation moyenne.

C : La troisième zone contient une plantation faible.

3. Choix des pesticides et application

Deux types de pesticides ont été sélectionnés (fongicide et bactéricide) et appliqués simultanément sur les trois zones d'étude. Ce sont des pesticides de type liquide à concentration intense, qui doivent être dilués dans l'eau lors de leur utilisation.

La préparation et l'application des pesticides sont réalisés selon les instructions indiquées par les fabricants.



Figure 4. Pesticide (fongicide - bactéricide)



Figure 5. Pesticide fongicide

4. Prélèvement des échantillons

Les échantillons utilisés dans cette étude ont été prélevés dans un sol agricole en deux étapes : avant et après un traitement avec les pesticides. Les échantillons sont prélevés après avoir retiré les cinq premiers centimètres du sol, puis une quantité suffisante de sol est prélevée jusqu'à une profondeur de 10 centimètres des trois zones. Le sol est ensuite placé à l'aide d'une spatule stérile sur une feuille d'aluminium stérile. Après le premier tri, en excluant les pierres

et les débris végétaux, les échantillons sont récupérés dans des flacons stériles transportés au laboratoire pour être analysés.

5. Méthodes analytique utilisées

Nous avons utilisé 2 méthodes indirectes pour le dénombrement : sur gélose et en bouillon.

Le dénombrement su milieu solide est réalisé par comptage des colonies qui apparaissent dans deux boîtes (ou tube) de milieu de culture (contient >15 colonies et <300 colonies) pour chaque zone et en calculant la moyenne des deux, en suite on applique la relation : le nbr des microorganisme/g de sol = Σ nbr de colonies / $V \cdot D$. La lecture du nombre de colonies est effectuée par compteur de colonies (Haddad, 2023).



Figure 6. Compteur de colonies

Le dénombrement en milieu liquide pour déterminer la présence d'un micro-organisme dans l'inoculum est réalisé généralement par détecter l'une de ses caractéristiques, comme la fermentation d'un glucide entraînant un changement de couleur de l'indicateur de pH, production de gaz, etc. Généralement le test est réalisé par la méthode classique dont un tube stérile, contenant le milieu de culture, estensemencé avec une quantité d'inoculum (produit pur ou dilution), puis on observe, après incubation, si la caractéristique souhaitée se manifeste (trouble, virage, gaz). Si c'est le cas, le résultat est considéré comme positif. Autrement, il est déclaré négatif (Haddad, 2023).

5.1. Préparation de la suspension mère

Dans des conditions stériles on prépare la solution mère (SM) du sol ; en ajoutant 1g du sol dans un tube d'essai contenant (9ml) d'eau distillée stérile et on agite jusqu'à obtenir une solution homogène (Cheloufi et *al.*, 2022).

5.2. Ensemencement

Pour tous les milieux nutritifs, nous avons pris l'inoculum de la solution mère pour les cultures, sauf pour le milieu nutritif Viande-Fois nous avons utilisé la dilution 10^{-1} pour l'inoculation.

Après avoir préparé la suspension microbienne, l'ensemencement se fait par un étalement en surface, où nous avons pris un volume (10ul) et déposé sur le milieu nutritif choisie dans une boîte de Petri, puis étaler l'inoculum sur la surface de la gélose avec une râteau, (pour les cultures en surface), ou l'ensemencement en profondeur, et c'est fait en plaçant (1ml) de la suspension microbienne dans une boîte de Petri, puis en ajoutant le milieu de culture en-dessus.

Après ensemencement les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48h pour les bactéries et les champignons, pour les *Actinomycètes* à 25°C pendant 5 jours (Allilouch-Kerboua, 2017).

5.3. Dénombrement de la flore bactérienne

5.3.1. Dénombrement des coliformes totaux

Deux milieux nutritifs ont été utilisés pour le dénombrement, pour le premier milieu, nous avons appliqué la méthode d'ensemencement dans la masse. Avec une pipette stérile, nous mettons un volume (1ml) de la suspension microbienne dans une boîte de Petri, puis ajoutons le milieu de culture PCA. Nous mélangeons ensuite le contenu de la boîte en effectuant des mouvements circulaires (∞), après que le milieu soit solidifié, nous retournons la boîte et l'incubons à 37°C pendant 24 à 48 heures (Hussel et *al.*, 2021).

Quant au deuxième milieu on a utilisé le milieu de Gélose Nutritif où nous avons pris un volume (10ul) de la suspension microbienne et le placé sur la surface du milieu nutritif, puis étaler l'inoculum sur la gélose à l'aide d'un râteau. Ensuite, nous plaçons la boîte de Petri dans l'incubateur en position inversée à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures (Minerbe et *al.*, 2022).

5.3.2. Dénombrement des *Entérocoques*

On a utilisé le milieu Slanetz and Bartley Agar sélectif différentiel utilisé pour l'identification et le dénombrement des *Entérocoques*. Nous avons pris un volume (10ul) de la suspension microbienne et l'avons placé sur la surface du milieu nutritif, puis étaler l'inoculum

sur la surface de la gélose à l'aide d'un râteau. Ensuite, nous plaçons la boîte de Petri dans l'incubateur en position inversée à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures (Karambiri et *al.*, 2023).

5.3.3. Dénombrement de *Staphylococcus*

On utilise le milieu de Chapman pour isoler les *staphylocoques* pathogènes qui produisent des colonies jaunes par la fermentation du mannitol. Nous avons pris un volume (10ul) de la suspension microbienne et l'avons placé et l'étalé sur la gélose. Ensuite incubez à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures (Gillespie et Hawkey, 2006).

5.3.4. Dénombrement de *Streptocoque*

Ce test est réalisé en utilisant le bouillon MRS, ce milieu est recommandé pour la différenciation des Cocci Gram-positif. Nous avons pris un volume (1ml) de la suspension microbienne et l'avons placé dans un tube à essai contenant le milieu de culture. Ensuite, nous le plaçons dans l'incubateur à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures (Hussel et *al.*, 2021).

5.3.5. Dénombrement de *Clostridium*

La Gélose Viande Foie sert à compter les spores des *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les échantillons. Après avoir placé la dilution dans un bain-marie à 80°C pendant 10 minutes pour éliminer les formes végétatives et activer les spores. Nous avons pris un volume (1ml) de la suspension microbienne et l'avons placé dans un tube à essai contenant le milieu de culture. Les tubes sont ensuite incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures (El Hraikl et *al.*, 2021).

5.3.6. Dénombrement des flores fongiques

Le dénombrement des champignons est réalisé sur le milieu de culture Sabouraud qui est un environnement polyvalent qui favorise la prolifération et la séparation d'une vaste gamme des levures et des moisissures. L'ajout de chloramphénicol freine le développement des bactéries Gram positive et Gram négative. L'inoculation du milieu est réalisée en plaçant (10ul) de la suspension microbienne à la surface du milieu nutritif, puis étaler l'inoculum sur la gélose ensuite incubé les boîtes de Petri à 37°C pendant 24 à 48 heures (Hussel et *al.*, 2021).

5.3.7. Dénombrement des *Actinomycètes*

On a utilisé le milieu de Gausse sélectif pour les *Actinomycètes*. Nous avons prélevé un volume (10ul) de la suspension microbienne puis l'étaler sur la gélose. Ensuite, nous plaçons les boîtes à une température de 28°C pendant 5 jours (Kpoda et *al.*, 2024).

5.4. Identification des souches d'*Actinomycètes* isolées

L'identification des souches d'*Actinomycètes* isolées se fait par la détermination de leurs caractères macroscopiques et microscopiques.

5.4.1. Observation macroscopique

L'examen des colonies isolées à une échelle macroscopique permet d'effectuer une caractérisation initiale.

5.4.2. Observation microscopique

La caractérisation microscopique des isolats est réalisée par observation après coloration de Gram, les souches isolées sont fixées et teintées selon la technique de Gram. Cette coloration permet de déterminer la morphologie cellulaire et le type de Gram des bactéries étudiées (Allilouch-Kerboua, 2017).

5.5. Test de résistance des *Actinomycètes* contre pesticides

Nous avons d'abord procédé à un repiquage des *Actinomycètes* isolés de chaque zone pour assurer leur pureté. Par la suite, une suspension bactérienne est préparée pour chaque isolat. Ensuite, par écouvillonnage, nous avons inoculé les deux milieux de culture Muller Hinton et Gausse. L'étape suivante consiste à placer dans chaque boîte 3 disques dont chaque disque porte une concentration différente du même pesticide (pesticide 1 un fongicide « SEMIPLANT » ; pesticide 2 un fongicide-bactéricide « Beltanol-L ») (Kpoda et *al.*, 2024).

Chapitre 4

Résultats et discussions

1. Résultats et discussions

Dans le but d'étudier l'effet des pesticides sur la microflore du sol, la région de Lichana dans la wilaya de Biskra a été choisie, où des échantillons ont été prélevés de trois endroits différents avant et après l'application de deux types des pesticides pendant quatre jours consécutifs : le premier pesticide est un fongique et le deuxième est un fongicide - bactéricide.

1.1. Avant l'application des pesticides

Après le prélèvement des échantillons à partir des trois zones et la culture sur différents milieux nutritifs avant l'application des pesticides, les résultats présentés par chaque zone sont résumés dans le tab 2.

Nous constatons, d'après le tableau, que la première zone présente une charge bactérienne plus élevée que les deux autres zones, ainsi la deuxième zone présente une charge bactérienne plus élevée que la troisième.

De plus, nous remarquons une différence significative entre les zones en termes de nombre des champignons, la troisième zone se distingue par un nombre élevé en champignons contrairement aux deux autres zones.

Tableau 2. Dénombrement de la charge microbienne avant application des pesticides

	Nombre des microorganismes pour chaque zone UFC/g de sol		
	Zone-1-	Zone-2-	Zone-3-
Les milieux	Charge microbienne	Charge microbienne	Charge microbienne
PCA	300000	275000	250000
GN	270000	280000	277000
SBA	7000	5000	7000
Chapman	230000	200000	195000
MRS	$\geq 10\text{MO cellule/g}$	$\geq 10\text{MO cellule/g}$	$\geq 10\text{MO cellule/g}$
V.F	700	400	1400
Sabouraud	28000	34000	133000
Gausse	37000	33000	40000

Parmi les résultats indiqués dans la figure 7, la charge bactérienne élevée sur la première zone peut être due à sa richesse en plantes et en matières organiques, ce qui en fait présente un environnement favorable. Nous constatons également que la charge fongique (28000 UFC/g de sol) est inférieure à la charge bactérienne (161540 UFC/g de sol) et les *Actinomycètes* (37000 UFC/g de sol).

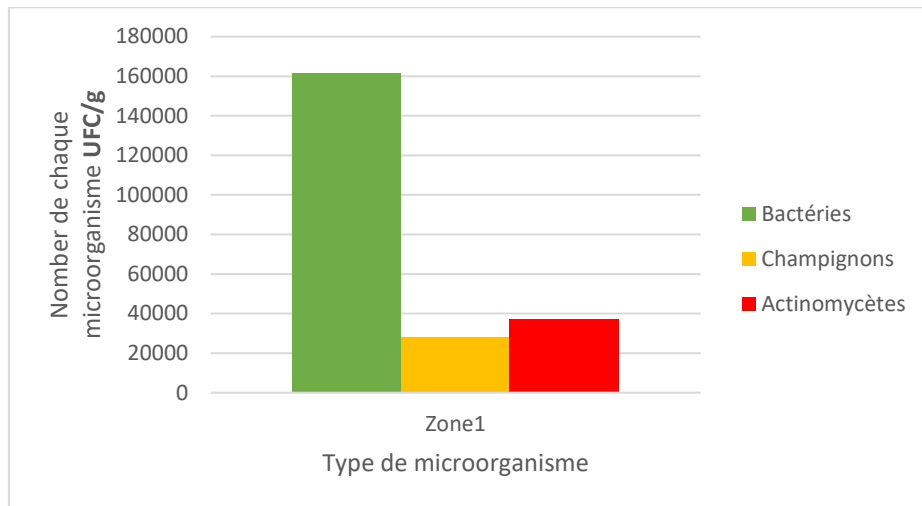


Figure 7. Histogramme de la charge microbienne de zone 1 avant application des pesticides

En ce qui concerne la deuxième zone, elle se caractérise par une densité de végétation inférieure à celle de la première zone, c'est peut-être pourquoi nous trouvons un nombre de bactéries moins élevée (152080 UFC/g de sol) par rapport à cette dernière, quant à la charge fongique (34000 UFC/g de sol) et aux *Actinomycètes* (33000 UFC/g de sol) qui sont au même nombre (figure 8).

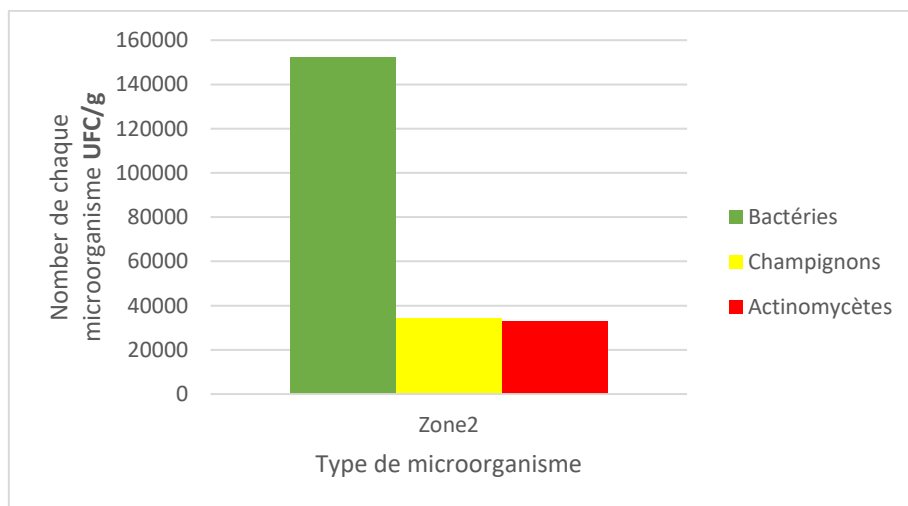


Figure 8. Histogramme de la charge microbienne de zone 2 avant application des pesticides

Pour la troisième zone, nous constatons qu'elle a une charge bactérienne inférieure à celle des deux autres zones, ce qui dû à une plantation faible sur la zone. D'après la figure 9, nous remarquons que la charge fongique (133000 UFC/g de sol) est proche de la charge bactérienne (146080 UFC/g de sol).

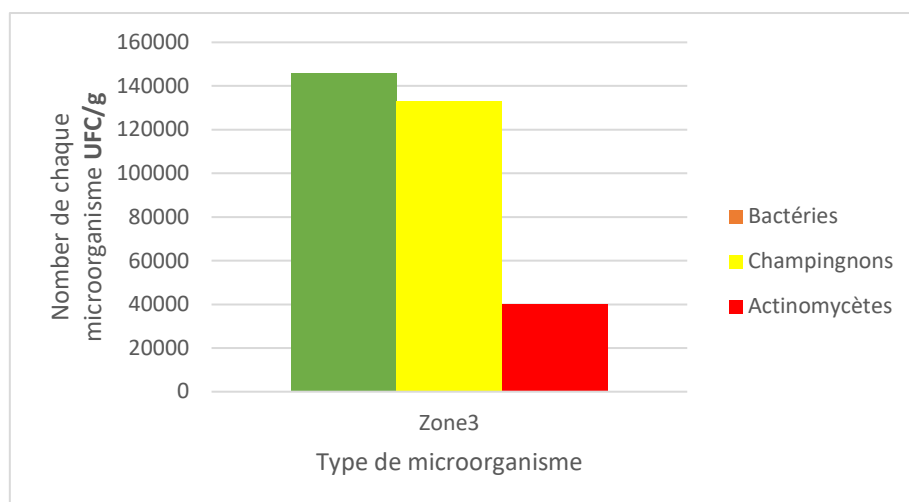


Figure 9. Histogramme de la charge microbienne de zone 3 avant application des pesticides

La différence dans la charge fongique entre les zones peut être liée à plusieurs facteurs (pH du sol, teneur en eau, texture de sol, pesticides, température, les saisons) (Frey et *al.*, 1999 ; Pietikainen et *al.*, 2005 ; Six et *al.*, 2006 ; Bell et *al.*, 2009 ; Rousk et *al.*, 2010 ; Bapiri et *al.*, 2010 ; Lo, 2010), y compris le labour du sol. Selon Frey et *al.* (1999) l'utilisation intensive du labour perturbe les réseaux de mycélium fongique, ce qui diminue la biomasse en comparaison avec celle des bactéries. Les méthodes de préservation des sols (comme le semis direct et l'absence de labour) encouragent généralement la croissance des champignons. Cela correspond à l'état des trois zones que nous avons choisies. C'est pour cette raison, nous constatons que la forte présence fongique sur la zone trois, est à cause de son faible couvert végétal dû donc à l'absence de labour du sol contrairement à la première et la deuxième zone.

Nous trouvons également que le facteur d'humidité est impliqué dans ce résultat, comme indique Bapiri et *al.* (2010), car plus le sol est humide, plus la charge fongique augmente, et c'est le cas de la troisième zone dont nous avons remarqué une humidité dans le sol plus élevée par rapport la première et la deuxième zone progressivement.

Pour la charge des bactéries *Clostridium* (figure10), les résultats montrent un nombre relativement faible dans les trois zones, ce qui peut être dû au fait que les caractéristiques du sol et les conditions environnementales ne sont pas favorables à leur croissance.

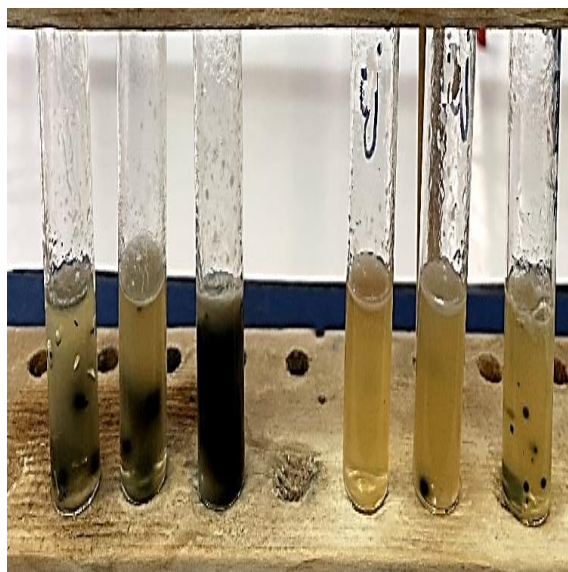


Figure 10. Colonies des bactéries *Clostridium*

Pour le dénombrement de ces bactéries, nous avons utilisé le milieu nutritif Viande-Fois inoculé avec la dilution 10^{-1} , contrairement aux autres milieux, nous n'avons pas pu compter avec la solution mère en raison de la densité élevée des taches noires dues à l'activité des bactéries.

Concernant le milieu liquide de culture pour la recherche de *Streptocoque*, tous les tubes de test étaient troubles (figure 11), ce qui indique la présence de ces bactéries dans les trois zones avec une charge ≥ 10 micro-organisme/g de sol. Des études plus précises de cette charge bactérienne n'était pas possible à cause du manque du milieu de culture.



Figure 11. Résultats de milieu MRS

1.1.1. Dénombrement et identification des souches d'*Actinomycètes*

Ce type de bactérie joue un rôle important dans la fertilité du sol, empêchent de nombreux agents pathogènes des plantes et se distinguent par leur capacité remarquable à décomposer des matières organiques plus complexes.

Pour être sûr de type des microorganismes dénombrés dans cette étape, nous avons procédé d'abord des tests d'identification préliminaire par l'études des caractères macro et microscopique.

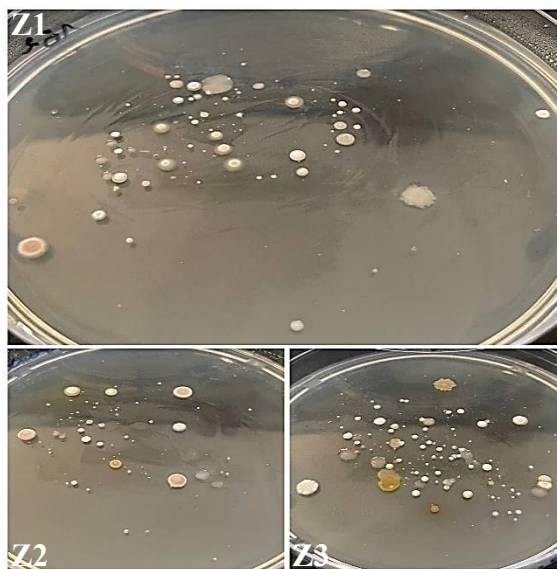


Figure 12. Observation macroscopique d'*Actinomycète*

Selon Alliouch-kerboua (2017), les aspects macroscopiques pour l'identification des *Actinomycètes* sont :

- La forme des colonies : punctiforme.
- La dimension des colonies est évaluée par le diamètre : petite, moyenne ou grande taille.
- La pigmentation : rose, blanc, gris.
- L'élévation : plane.
- L'opacité : opaque.
- Aspect : lisse, verruqueuse, épineuse ou velue.

Les aspects des colonies obtenus dans notre études (figure 12) se concordent avec ceux signalés au-dessus.

Par l'étude microscopique basée sur la coloration de Gram des échantillons des trois zones, nous avons confirmé la présence d'*Actinomycètes* (figure 13). Ce sont des bactéries de coloration Gram positif, généralement filamenteuses (Allilouch-Kerboua, 2017).

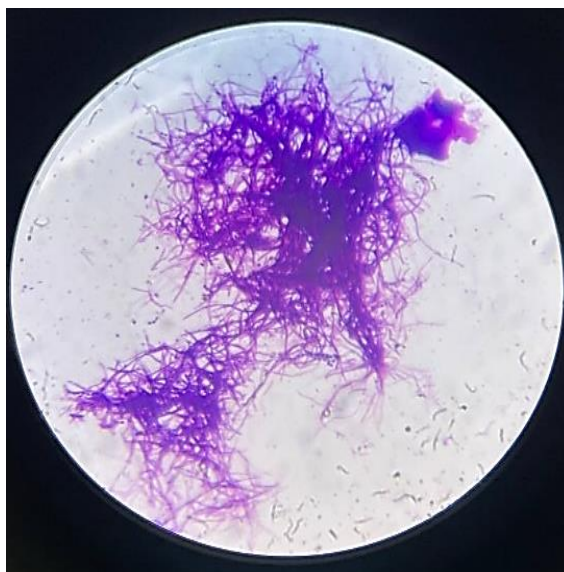


Figure 13. Observation microscopique d'*Actinomycète* G100

En ce qui concerne la charge de ces bactéries dans les trois sols, les résultats de dénombrement des *Actinomycètes* montrent que ces derniers sont en nombre similaire dans les trois zones.

1.2. Après l'application des pesticides

Après l'application des pesticides sur les trois zones pendant quatre jours consécutifs dans le but d'étudier l'effet de ces derniers sur la microflore du sol, les résultats obtenus 24 heures après la dernière utilisation des pesticides montrent le tableau 3 une diminution générale de la charge bactériennes et fongiques par rapport aux résultats initiaux (avant l'application des pesticides).

Tableau 3. Dénombrement de la charge microbienne après application des pesticides (24h)

	Nombre des microorganismes pour chaque zone UFC/g de sol (24H)		
	Zone-1-	Zone-2-	Zone-3-
Les milieux	Charge microbienne	Charge microbienne	Charge microbienne
PCA	249000	200000	181000
GN	266000	246000	237000
SBA	5000	4000	3000
Chapman	199000	185000	179000

MRS	$\geq 10\text{MO cellule/g}$	$\geq 10\text{MO cellule/g}$	$\geq 10\text{MO cellule/g}$
V.F	500	200	900
Sabouraud	27000	10000	90000
Gausse	31000	27000	25000

Cette observation est en accord avec les résultats de Cheloufi et *al.* (2022) de microorganismes cultivables du sol dénombrés après application des pesticides, qui a rapporté qu'après l'utilisation des pesticides, il y a une diminution de la charge microbienne du sol.

Nous remarquons dans les trois zones qu'il y a une diminution notable de tous les groupes bactériens, à l'exception des bactéries *Clostridium* (Z1 :de 700 à 500 UFC/g de sol ; Z2 :de 400 à 200 UFC/g de sol ; Z3 :de 1400 à 900 UFC/g de sol) et les *Entérocoques* (Z1 :de 7000 à 5000 UFC/g de sol ; Z2 :de 5000 à 4000 UFC/g de sol ; Z3 :de 7000 à 3000 UFC/g de sol) où il n'y a eu qu'une légère diminution.

En ce qui concerne les champignons, il y avait une différence entre les trois zones, où nous avons remarqué que la diminution était légère dans la première zone (de 28000 à 27000 UFC/g de sol), contrairement à la deuxième et troisième zone où la diminution était notable (Z2 : de 34000 à 10000 UFC/g de sol ; Z3 : de 133000 à 90000 UFC/g de sol).

Pour les *Actinomycètes*, nous remarquons que la charge a légèrement diminué seulement dans la première et deuxième zone, contrairement à la troisième zone où la diminution était notable (de 40000 à 25000 UFC/g de sol).

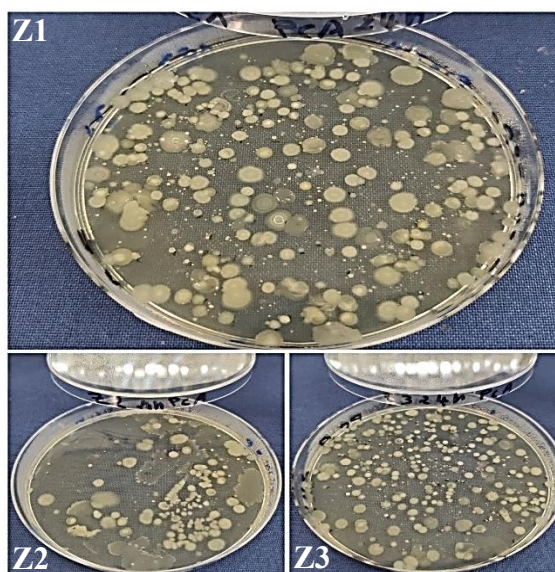


Figure 14. Colonies de milieu PCA après application des pesticides (24h)

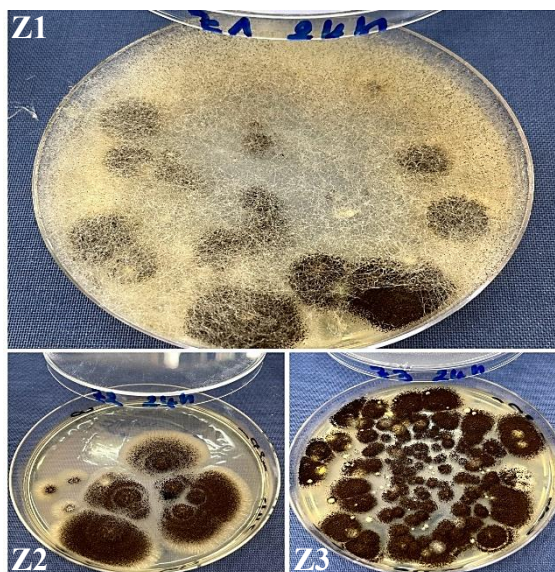


Figure 15. Colonies des champignons après application des pesticides (24h)

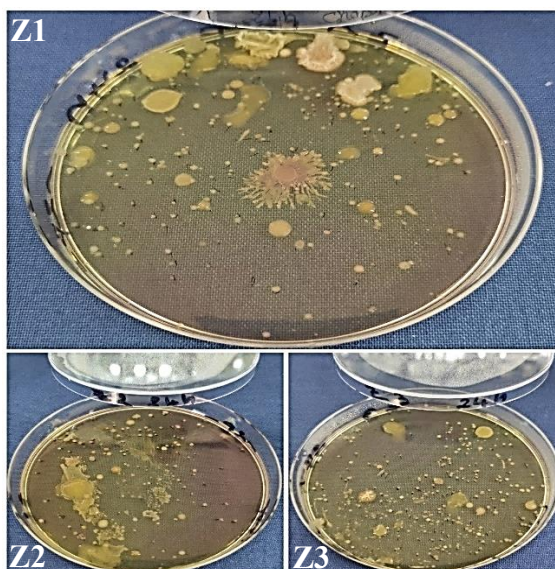


Figure 16. Colonies de milieu Chapman après application des pesticides (24h)

Cependant, après 48 heures, le dénombrement montre une régénération complète, même plus, de la microflore, les résultats sont généralement similaires aux résultats de dénombrement avant application des pesticides. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4. Dénombrement de la charge microbienne après application des pesticides (48h)

	Nombre des microorganismes pour chaque zone UFC/g de sol (48H)		
	Zone-1-	Zone-2-	Zone-3-
Les milieux	Charge microbienne	Charge microbienne	Charge microbienne
PCA	300000	270000	255000
GN	269000	282000	276000
SBA	7000	6000	5000
Chapman	291000	237000	210000
MRS	≥10MO cellule/g	≥10MO cellule/g	≥10MO cellule/g
V.F	700	500	1200
Sabouraud	67000	27000	290000
Gausse	40000	32000	45000

D'après ce dénombrement, on peut remarquer que certaine population n'a pas seulement redéveloppé à la charge initiale (comme les *Staphylocoques* et les moisissures) mais en une charge plus importante et cela peut s'expliquer par les changements climatiques entre les 2 prélèvements et en particulier la température.

Comme nous le constatons dans le tableau 4, les nombres des bactéries et des champignons reviennent à des niveaux similaires à ceux d'avant l'utilisation des pesticides après seulement 48 heures d'application, cela indique que les micro-organismes se sont reproduits à nouveau.

Nous pouvons remarquer aussi que la régénération de la population microbienne représente des vitesses de recolonisation différentes. Cette variation dépend de la vitesse caractéristique de croissance qui varie à sa part en fonction de type du microorganisme.

Cette constatation est en accord avec les résultats de Mandic et *al.* (2005) rapportant que les champignons appartiennent au groupe des micro-organismes qui, après une réponse initiale sensible à la présence des 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.

Le phénomène de la recolonisation des zones traités a été examiné dans plusieurs recherches spécifiques, soit en lien avec les composantes du paysage, soit en lien avec un processus de diminution des apports de pesticides au fil du temps. Toutefois, nous avons observé dans cette recherche une recolonisation de microorganisme du sol directement après

48h du traitement, l'effet à long terme des interventions des pesticides pourrait donc fluctuer en fonction de la dimension des parcelles et de l'existence d'une végétation limitrophe, qui déterminent la capacité de recolonisation comme le rapport Basedow (1998).

Nos résultats concordent aussi avec ceux de Streletskii et *al.* (2022), indiquant que l'utilisation des pesticides réduit la diversité des communautés bactériennes et fongiques dans le sol, mais cet effet était temporaire, car la récupération de ces communautés vers leur équilibre était relativement rapide.

Les recherches de Głodowska et Wozniak (2019), montrent que les pesticides peuvent affecter l'efficacité des communautés microbiennes dans le sol, entraînant une diminution de certaines activités biologiques. Cependant, ces effets sont généralement temporaires, car l'activité microbienne retrouve ses niveaux habituels après une certaine période.

Il convient de noter que les instructions de l'utilisée des pesticides indiquent que l'application doit être réalisée pendant une semaine ou deux, selon le type et le degré de la maladie répandue. Cela nous amène à penser que des résultats plus significatifs auraient pu être obtenus si les pesticides avaient été appliqués pendant une période plus longue.

De plus, le pesticide utilisé doit être changé chaque saison afin d'assurer une plus grande efficacité, car l'utilisation répétée du même pesticide n'a pas le même effet qu'au début, car les micro-organismes deviennent résistants à ce pesticide.

1.3. Résultats de test de résistance pour les *Actinomycètes*

Les *Actinomycètes* du sol étudié sont testés pour déterminer leur résistance aux différentes concentrations des pesticides (C1 ; C2 et C3) en utilisant la méthode de diffusion sur gélose dont nous avons appliqué sur ce dernier des disques imbibés des pesticides tests.

Le test est réalisé sur 2 milieux de cultures différents : le milieu MH, et le milieu Gausse sélectif des *Actinomycètes*. Cette étape vise à étudier d'un part de la résistance de ces bactéries vis-à-vis des concentrations des pesticides étudiés, et d'autre part l'effet de la composition de milieu de cultures sur le pouvoir de résistance de ces microorganismes. Les résultats obtenus concernant le pesticide 2 sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Test de résistance pour les *Actinomycètes*

		Test de résistance pour les <i>Actinomycètes</i>					
		Zone-1-		Zone-2-		Zone-3-	
		Muller Hinton	Gausse	Muller Hinton	Gausse	Muller Hinton	Gausse
Pesticide 2 (Fongicide-bactéricide)	C1	D =35mm	D =32mm	D =17mm	D =35mm	NE	D =35mm
	C2	D =40mm	D =40mm	D =20mm	D =38mm	NE	D =45mm
	C3	D =45mm	D =50mm	D =25mm	D =48mm	NE	D =55mm

C1 : Concentration 1(normale) ; **C2** : Concentration 2(25% concentré) ; **C3** : Concentration 3(50% concentré) ; **D** : Diamètre ; **NE** : non évalué dû à l'absence de la croissance bactérienne.

Les résultats obtenus, concernant la résistance des *Actinomycètes* du sol étudié, sont différents entre le premier et le deuxième pesticide.

Le premier pesticide ne présente aucun effet sur ces bactéries dont les diamètres des zones d'inhibition étant égale à zéro, cela peut dû au fait qu'il s'agit d'un fongicide. Les différentes concentrations donnent le même résultat, ceci peut être considéré comme un bon indicateur de la spécificité de type de pesticide.

Tandis que le deuxième pesticide montre un effet important sur eux comme c'est un fongicide- bactéricide, et cela parce que les *Actinomycètes* sont classés comme des bactéries.

Par ailleurs, nous remarquons une augmentation des diamètres des zones d'inhibition avec l'augmentation des concentrations testées (figure 17et18), ce que signifie que la résistance des bactéries diminue avec l'augmentation des concentrations.

Selon Sim et *al.* (2022), l'effet des pesticides est influencé par le type de sol, le type de pesticide utilisé et la dose appliquée.

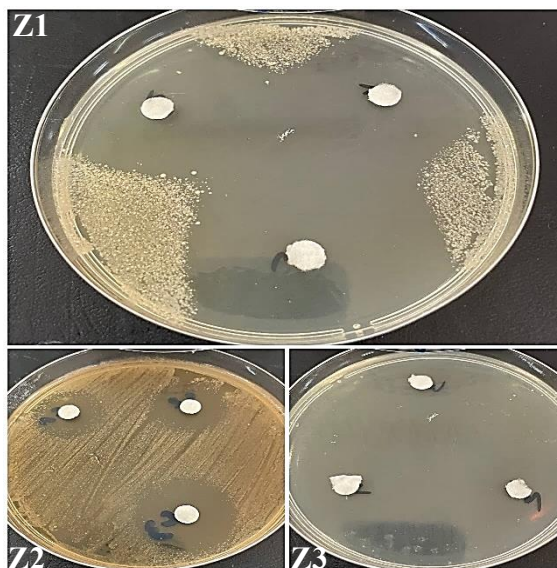


Figure 17. Test de résistance des *Actinomycètes* contre pesticide fongicide-bactéricide sur milieu Muller Hinton

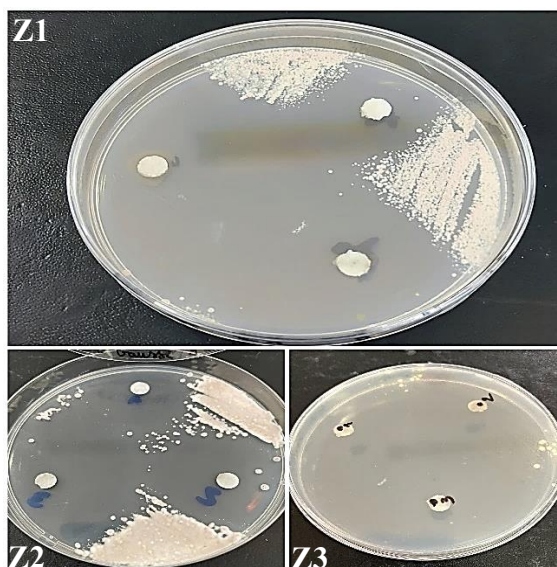


Figure 18. Test de résistance des *Actinomycètes* contre pesticide fongicide-bactéricide sur milieu Gause

Finalement, les différences observées dans les valeurs des diamètres des zones d'inhibition entre les deux milieux MH et Gause peuvent être du principalement aux différences des compositions des 2 milieux.

Comme il est connu, le milieu MH est établi pour faciliter la diffusion des composés des disques pour les différents tests de diffusion sur gélose, alors que ce n'est pas le cas pour le milieu Gause.

D'un autre part, les différences de la composition peuvent influencer sur la croissance et par conséquence la résistance des bactéries, en favorisant plus ou moins cette dernière en fonction des éléments nutritifs contenus dans les milieux de culture, et on note dans ce point que le milieu MH est caractérisé par une composition plus riche surtout en éléments nutritifs simples que le milieu Gausse (voir annexe).

Conclusion

Conclusion

Dans cette étude, nous avons abordé l'impact des pesticides sur la microflore du sol, en particulier dans la région de Lichana, dans la wilaya de Biskra.

Notre étude s'est limitée à évaluer l'effet des pesticides sur la microflore du sol, qui a été déterminée par le dénombrement des microorganismes à deux étapes, avant et après l'utilisation des pesticides.

Les résultats du dénombrement des microorganismes montrent une diminution de la charge microbienne après l'application de deux types des pesticides.

La résistance la plus marquée se trouve dans les groupes des champignons et d'*Actinomycètes*, comme on l'a également observé pour les bactéries *Clostridium*. Alors que la sensibilité la plus importante a été observée pour les autres groupes des bactéries, en particulier *Staphylococcus*.

L'effet des pesticides n'a pas duré, et après seulement 48 heures, les microorganismes sont revenus à la même charge microbienne qu'avant l'application des pesticides.

L'utilisation des pesticides peut avoir un impact significatif sur les communautés microbiennes du sol, entraînant une diminution de leur diversité et de leur nombre. Cependant, ces effets sont souvent temporaires, et les communautés microbiennes retrouvent leur équilibre avec le temps et ce dernier varie selon le type de microorganisme.

L'étude de la résistance, *in vitro* des *Actinomycètes* aux pesticides testés, révèle un effet croissant avec l'augmentation des concentrations du fongicide-bactéricide appliqué, alors qu'aucun effet est remarqué pour toutes les concentrations du fongicide ce que signifie une spécificité vis-à-vis des cibles de ces pesticides.

Finalement, cette recherche s'est uniquement focalisée sur les conséquences à court terme de l'application des pesticides. Pour atteindre une agriculture à la fois productive, durable et écologiquement responsable, il est indispensable de réaliser des recherches sur le long terme concernant l'effet des pesticides sur la microflore du sol.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Alliouch-kerboua. 2017. Isolement et identification d'Actinomycètes productrices de molécules antimicrobiennes et bioactives des eaux salées (cas du lac mellah). Thèse de doctorat d'état, université Badji Mokhtar-Annaba, Algeria, p18-160.

Ahamad A., Ahamad J., Javed Naim M. 2023. Current Perspective on Pesticides: Their Classification, Behaviour, Potential Use and Toxic Effects. *Journal of Angiotherapy*. 1(7):1-12.

Anonyme. 2023. Pesticides-Généralités. Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail.

Basedow T. 1998. The species composition and frequency of spiders (Araneae) in fields of winter wheat grown under different conditions in Germany. *Journal of Applied Entomology*. 122:585-590.

Benzine M. 2006. Les pesticides : toxicité, résidus et analyse. *Les Technologies de laboratoire*. 1:18-23.

Benimeli C.S., Castroa G.R., Chailec A.P., Amoroso M.J. 2007. Lindane uptake and degradation by aquatic *Streptomyces* sp. strain M7. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2(59):148-155.

Bell C., Acosta-Martinez V., McIntyre N., Cox S., Tissue D., & Zak, J. 2009. Linking microbial community structure and function to seasonal differences in soil moisture and temperature in a Chihuahuan desert grassland. *Microbial Ecology*. 58:827-842.

Bapiri A., Baath E., Rousk, J. 2010. Drying-rewetting cycles affect fungal and bacterial growth differently in an arable soil. *Microbial Ecology*. 60:419-428.

Bernardes M.F.F., Pazin M., Pereira L.C., Dorta D.J. 2015. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In *Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment*, Janeza Trdine, Croatia, p. 195-233.

Bettiche F., Grunberger O., Belhamra M. 2017. Water contamination by pesticides under intensive production system (greenhouses), case of Biskra, Algeria. *Courrier du Savoir*. 23:39-48.

Bettiche F. 2017. Usages des produits phytosanitaires dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles. Thèse de doctorat d'état, université Mohamed Khider de Biskra, Algeria, 5-214pp.

Bernard M. 2018. Déploiement large du POCIS pour l'évaluation de la contamination par les pesticides dans les eaux de surface- apports et complémentarité dans le cadre des réseaux de surveillance du bassin Adour-Garonne. Thèse de doctorat d'état, université de Bordeaux, Français, 28-31pp.

Beaumelle L., Tison L. Eisenhauer N., Hines J., Malladi S., Pelosi S., Thouvenot L., Helen Phillips R.P. 2023. Pesticide effects on soil fauna communities—A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. 7(60):1239-1253.

Bensouici K., Oulmi L., Boudemagh A., Kitouni M. 2025. The capacity of the capacity of Actinobacteria isolated from arid ecosystems in the isolated from arid ecosystems in the bioremediation of soils polluted by λ - bioremediation of soils polluted by λ -cyhalothrin cyhalothrin cyhalothrin-pesticide pesticide pesticide. *Notulae Scientia Biologicae*. 1(17):1-17.

Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P., Coquet Y. 2005. Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales, Edition France Agricole, Paris, pp. 255-491.

Cruz J.M. 2015. Etude de la contamination par les pesticides des milieux eau, air et sol : développement de nouveaux outils et application à l'estuaire de la Gironde. Thèse de doctorat. École Doctorale Des Sciences Chimiques, Bordeaux, 28-32 pp.

Cheloufi R., Alayat H., Messaadia H. 2022. Effet deux herbicides sur les groupes fonctionnels dans les sols du périmètre irrigable de Bounamoussa. *Afrique Science* 6(21):146 - 157.

Diez M.C. 2010. Biological aspects involved in the degradation of organic pollutants. *Journal of soil science and plant nutrition*. 3(10):244-267.

El Hraïkl A., Marouane A., Akchour M., Abdelmoutaleb T., Bengoumi D., Taha I., Bengoumi M. 2021. Qualité de l'eau de boisson en élevage avicole au Maroc : Mise au point bibliographique. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 3(9):360-369.

Frey S.D., Elliott E.T., Paustian K. 1999. Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients. *Soil Biology and Biochemistry*. 31:573-585.

- Fuentes M.S., Benimeli C.S., Cuozzo S.A., Amoroso M.J. 2010. Isolation of pesticide-degrading actinomycetes from a contaminated site: Bacterial growth, removal and dechlorination of organochlorine pesticides. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 6(64):434-441.
- Giri B., Giang P. H., Kumari R., Prasad R., Varma A. 2005. Microbial Diversity in Soils. *Soil Biology*. 3:19-55.
- Gillespie S.H., Hawkey P.H. 2006. Principles and Practice of Clinical Bacteriology. Second Edition, Wiley office, England, pp. 2-586.
- Ghadbane M. 2014. Microflore rhizosphérique de quelques Fabacées (légumineuses) endémiques dans les régions de Boussaâda et de Biskra (Algérie). Thèse de doctorat d'état, université Ferhat Abbas Sétif 1, Algeria, 5-89pp.
- Głodowska M., Wozniak M. 2019. Changes in Soil Microbial Activity and Community Composition as a Result of Selected Agricultural Practices. *Agricultural Sciences*. 3(10):1-22.
- Garud A., Pawar S., Monika S., Patil M.S., Kale S.R., Patil S. 2024. A Scientific Review of Pesticides: Classification Toxicity Health Effects Sustainability, and Environmental Impact. *Cureus*. 8(16):1-12.
- Huiling F., Yanfei W., Yanyan Z., Mingzhi L., Fangyuan W., Jianrong C., Lixin Z., Zhiheng L., Linxian D. 2014. Research Progress on the Actinomyces Arthrobacter. *Advances in Microbiology*. 4:747-753.
- Hocinat A., Boudemagh A. 2015. Biodegradation of commercial Ortiva fungicide by isolated actinomycetes from the activated sludge. *Desalination and Water Treatment*. 13(57):6091-6097.
- Hocinat A., Ali-Khodja H., Boudemagh A. 2019. Capability of Nocardia nova found in activated sludge to use synthetic BTEX as sole source of carbon and energy. *International Journal of Environmental Studies*. 4(76):582-593.
- Hocinat A., Boudemagh A., Ali Khodja H., Medjemadj M. 2020. Aerobic degradation of BTEX compounds by Streptomyces species isolated from activated sludge and agricultural soils. *Archives of Microbiology*. 202:2481-2492.
- Hussel T.E., Augustin J., Michel A.J., Romuald R., Mananjara P. 2021. Qualité Microbiologique de La Boisson Alcoolisée Artisanale : Trembo. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement*. 5:24-245.

Haddad N. 2023. Chapitre 2 : Détection et dénombrement des agents pathogènes et des toxines bactériennes in *Evaluation des risques microbiologiques*. Jeanne M. ISTE Editions, Great Britain, p. 41.

Jacquet F., Jeufroy M.H., Jouan J., Le Cadre E., Litrico I., Malausa T., Reboud X., Huyghe C. 2022. Pesticide free agriculture as a new paradigm for research. *Agronomy for Sustainable Development*. 8(42):2-24.

Kumar S., Singh A. 2015. Biopesticides: Present Status and the Future Prospects. *Journal of Fertilizers & Pesticides*. 2(6):1-2.

Karambiri I., Dabire A.M., Zoungrana B., Meda N.S.D., Ouedraogo B. 2023. Évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de puits de la ville de Dédougou, Burkina Faso. *Afrique Science*. 2(23):1-13.

Kpoda D.S., Tapsoba F., Cisse H., Ouedraogo S., Traore R., Traore I., Soubeiga A.P., Nikiema M., Esther Hien Y., Zongo C., Savadogo A. 2024. Isolement d'actinomycètes productrices de substances antimicrobiennes à partir de sols prélevés dans la ville de Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 1(18):206-223.

Lo C.C. 2010. Effect of pesticides on soil microbial community. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. 45:348-359.

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.

Minerbe M.G., Heriberto H.M., Nour I., Pechaud Y., Sedran T. 2022. Impact de la biocarbonatation multicouche sur l'absorption d'eau d'un mortier. *AJCE*. 3(40):69-81.

Ndao T. 2008. Etude des principaux paramètres permettant une évaluation et une réduction des risques d'exposition des opérateurs lors de l'application de traitements phytosanitaires en culture maraîchère et cotonnière au Sénégal. Thèse de doctorat d'état, université de Sciences Agronomiques, Gembloux, PP.16-77.

Pietikäinen J., Pettersson M., Bååth E. 2005. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. *FEMS Microbiology Ecology*. 52:49-58.

Rousk J., Brookes P.C., Bååth, E. 2010. The microbial PLFA composition as affected by PH in an arable soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 42:516-520.

Rahmoune H., Mimeche F., Guimeur K., Cherif K. 2018. Utilisation des pesticides et perception des risques chez les agriculteurs de la région de Biskra (Sud Est d'Algérie). *International Journal of Environmental Studies*. 1(77):82-93.

Reghais A. 2023. Etude du fonctionnement hydrodynamique et hydrochimique de la nappe du Complexe Terminal de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Thèse de doctorat d'état, université Mohammed Seddik Benyahia- de Jijel, Algeria, 5p.

Singh B.K., Walker A., Morgan J.A.W., Wright D.J. 2004. Biodegradation of Chlorpyrifos by Enterobacter Strain B-14 and Its Use in Bioremediation of Contaminated Soils. *Applied and Environmental Microbiology*. 8(70):4855-4863.

Six J., Frey S.D., Thiet R.K., Batten, K.M. 2006. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*. 70:555-569.

Sim J.X.F., Drigo B., Doolette C.L., Vasileiadis S., Karpouzas D.G., Lombi E. 2022. Impact of twenty pesticides on soil carbon microbial functions and community composition. *Chemosphere*. 307:1-41.

Streletskii R., Astaykina A., Krasnov G., Gorbatov A. 2022. Changes in Bacterial and Fungal Community of Soil under Treatment of Pesticides. *Agronomy*. 1(12):1-23.

Sajjad M.K., Bilal A, Iftikhar A, Awais M, Asif I, Farzana S., Ghazala Z. 2024. Examining the Association Between Pesticide Exposures and Chronic Diseases in Agricultural Workers. *Remittances Review*. 2(9):2153-2176.

Tudi M., Daniel Ruan H., Wang L., Lyu J., Sadler R., Connell D., Chu C., Phung D.T. 2021. Agriculture development pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 3(18):1-23.

Yamaguchi T. Mahmood A. Ito T. Kataoka R. 2021. Non-target Impact of dinotefuran and azoxystrobin on soil bacterial community and nitrification. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 106:996-1002.

Zhang, Q., Xia Z., Wu M., Wang L., Yang, H. 2017. Human health risk assessment of DDTs and HCHs through dietary exposure in Nanjing, China. *Chemosphere*. 177:211–216.

Annexes

Annexes

Milieu de Gausse (Allilouch-Kerboua, 2017).

KNO₃ : 1g

KH₂ PO₄ : 0,5g

MgSO₄, 7H₂O : 0,5g

Na Cl : 0,5g

FeSO₄, 7H₂O : 0,01g

Amidon : 20g

Agar : 30g

Eau distillée : 1000ml

Résumé

ملخص

يتعلق هذا العمل بدراسة تأثيرات المبيدات الحشرية على الميكروفلورا في التربة في منطقة ليشانة، ولاية بسكرة. تم أخذ عينات من ثلاث مناطق مختلفة في مرحلتين: قبل وبعد المعالجة بالمبيدات الحشرية. تشير النتائج قبل المعالجة بالمبيدات إلى وجود فرق في تعداد الميكروبات بين المناطق الثلاث وفقاً لنوع وحالة التربة الأصلية، حيث لوحظت أعداد بكتيرية أكبر من الأعداد الفطرية. بعد 24 ساعة من استخدام المبيدات الحشرية، نلاحظ انخفاضاً في التعداد الميكروبي في جميع المناطق، يتبعه إعادة استعمار للميكروبات بعد 48 ساعة من تطبيق المبيدات الحشرية. نلاحظ أيضاً أن مجموعة البكتيريا هي الأكثر حساسية مقارنة بالفطريات. تظهر نتائج الدراسة في المختبر حول مقاومة بكتيريا الأكتينومييسات لتركيزات مختلفة من المبيدات الحشرية اختلافاً بين المناطق الثلاث، حيث تبدو بكتيريا الأكتينومييسات في المنطقة الثالثة الأكثر حساسية مقارنة بالمناطق 1 و2.

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية، الميكروفلورا، التربة، بسكرة، المقاومة.

Résumé

Ce travail concerne l'étude des effets des pesticides sur la microflore du sol dans la région de Lichana, wilaya de Biskra. Des échantillons de trois zones différentes sont prélevés pendant deux étapes : avant et après le traitement avec les pesticides. Les résultats obtenus avant le traitement aux pesticides indiquent une différence dans la charge microbienne entre les trois zones en fonction de type et de l'état du sol d'origine, des charges bactériennes plus importantes que les charges fongiques sont observées. Après 24 heures d'utilisation des pesticides, on remarque une diminution de la charge microbienne dans toutes les zones, suivie d'une recolonisation des micro-organismes après 48 heures de l'application des pesticides. On note que le groupe des bactéries est lui qui présente la sensibilité la plus remarquable par rapport aux champignons. Les résultats de l'étude *in vitro* sur la résistance des *Actinomycètes*, aux différentes concentrations des pesticides, présentent une différence entre les trois zones, dont les *Actinomycètes* de la zone trois apparaissent les plus sensibles par rapport aux zones 1 et 2.

Mots-clés : Pesticides, Microflore, Sol, Biskra, Résistances.

Abstract

This work concerns the study of the effects of pesticides on the soil microflora in the Lichana region, Biskra. Samples from three different areas are collected at two stages: before and after pesticide treatment. The results obtained before the pesticide treatment indicate a difference in microbial load between the three zones based on the type and condition of the original soil, with higher bacterial loads than fungal loads were observed. After 24 hours of pesticide use, a decrease in microbial load is observed in all areas, followed by a recolonization of microorganisms after 48 hours of pesticide application. It is noted that the group of bacteria is the one that shows the most remarkable sensitivity compared to fungi. The results of the *in vitro* study on the resistance of *Actinomycetes* to different concentrations of pesticides show a difference between the three zones, with *Actinomycetes* from zone three appearing to be the most sensitive compared to zones 1 and 2.

Keywords : Pesticides, Microflora, Soil, Biskra, Resistances.



Déclaration de correction de mémoire de master 2025

Référence du mémoire N°: / 2025	PV de soutenance N°: / 2025
Nom et prénom(en majuscule) de l'étudiant (e) : Rohi Maye Belazreg Maria	L'élève et le directeur de la thèse : Rohi Maye Belazreg Maria
La mention التقدير جيد جدا	Note(./20) العلامة
L'intitulé de mémoire المذكرة عنوان Etude de l'effet d'application des pesticides sur la microflore du sol de Biskra	

تصريح وقرار الأستاذ المشرف : Déclaration et décision de l'enseignant promoteur :

<p>Déclaration :</p> <p>Je soussigné (e), <u>BARA ARPI Souda</u> (grade) <u>M.C.B.</u> à l'université de <u>Univ. Biskra</u>, avoir examiné intégralement ce memoire après les modifications apportées par l'étudiant.</p> <p>J'atteste que :</p> <ul style="list-style-type: none"> * le document a été corrigé et il est conforme au model de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées 	<p>تصريح :</p> <p>أنا الممضي (ة) أسفله <u>سليمان عويحي</u> (الرتبة) <u>مستشار</u> بـ <u>جامعة</u> <u>بسكرة</u>، أصريح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كليا مراجعة دقيقة وهذا بعد التصحيحات التي أجراها الطالب بعد المناقشة، وعليه أشهد بأن : * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة. * المذكرة صحت وفقا لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الإختلالات المكتشفة بعد المناقشة</p>
--	--

<p>Décision :</p> <p>Sur la base du contenu scientifique, de degré de conformité et de pourcentage des fautes linguistiques, Je décide que ce mémoire doit être classé sous la catégorie</p>	<p>قرار :</p> <p>اعتمادا على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة</p>												
<table border="1"> <tr> <td>acceptable مقبول</td> <td>ordinaire عادي</td> <td>bien حسن</td> <td>très bien جيد جدا</td> <td>excellent ممتاز</td> <td>exceptionnel متميز</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A+</td> </tr> </table>	acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز	E	D	C	B	A	A+	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز								
E	D	C	B	A	A+								



الأستاذ المشرف

(Signature)

التاريخ
2025 / 06 / 25

NB : Cette fiche doit être collée d'une façon permanente derrière la page de garde sur les copies de mémoire déposées au niveau de la bibliothèque universitaire