



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED

كلية العلوم الطبيعية والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

Biodégradation des pesticides par les micro-organismes

Présenté Par :

M^{elle} : ACHAB Soulef

M^{elle} : BOUCHEMAL Chaima

M^{elle} : GHERIBI Safa

M^{elle} ZEGHIDI Sofia

Devant le jury composé de :

Présidente	MAA	Dr. NADJI Nassima	Université d'El Oued.
Examineur	MCB	Dr. BOU ALI Nour Eddine	Université d'El Oued.
Promoteur	MCA	Dr. LAICHE Ammar Touhami	Université d'El Oued.

Année universitaire: 2022/2023



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le clément de nous avoir donné la force, la chance et la patience pour terminer ce modeste travail.

Nous exprimons toute notre gratitude à Mr **LAICHE Ammar Touhami** pour son encadrement, Sa confiance, ses efforts et sa patience lors de la correction de manuscrit, sa disponibilité, ses conseils et ses critiques constructives. Sa gentillesse, son amabilité lui ont valu le respect et la sympathie de tous les étudiants.

Nos remerciements sont adressés aux membres de jury qui ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciements s'adressent au personnel du laboratoire de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie pour leur patience et leur précieuse aide, pendant la réalisation de ce travail.

Nous remercions aussi tous les enseignants, sans oublier l'équipe administrative du département de biologie Cellulaire et Moléculaire de l'université d'EL OUED qui ont participé de près ou de loin à notre formation durant notre cursus d'étude.

Enfin, nous remercions nos ami(e)s pour nous avoir soutenus et encouragés pendant toutes ces années.





الاهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

"قل اعملوا فسيرى الله وعمالكم ورسوله والمؤمنون" صدق الله العظيم الى حجة الله على خلقه وسراجة في أرضه، الى

سليل الاخيار ونور الانوار وزين الابرار، محمد صلى الله عليه وسلم.

الى من بها اعلو، وعليها امرتك، الى القلب المعطاء، الى ذات الصدر الحنون الذي كان لي ظلا بامردا في هجرة الحياة، الى

من ينبض القلب مع أنفاسها، من تجعل لحياتي معنى أسمى، واعمق، واجمل . . . سكرة قلبي ♥ أمي الحبيبة سعيدة شفاها

الله واطال في عمرها.

الى من كلاله بالهبة والوقار، الى من احمل اسمه بكل عز واقتخار، الى من كان قوتي عندما تسلل الضعف في لحظات

التعب إلى قلبي، والسند الذي لا يتكسر، الى من أعطى دون انتظار مقابل . . . اعترف بفضلها براله . . الداعم الأول لي

. والدي الغالي ♥ شعباني حفظه الله واطال في عمره . . . الى استاذي الفاضل ذو الاخلاق الرفيعة الدكتور العايش

عمار التهامي الي لم يخل علينا بأي معلومة طوال مسيرتي الدراسية "قم للمعلم وفه التبجيل . . كاد المعلم ان يكون رسول"

الى من تسعد عيني برؤيتهم، ويفرح فؤادي بسماع مرثات ضحكاتهم . . اخوتي الاعزاء . . يسمينة، حياة، عبد الحكيم،

عبد الصمد، أحمد ياسين

الي نزوح أختي الغالي محمد السايح، الي أختي التي لم تلدها امي ولم تبخل عليا بأي معلومة طول المذكرة لطيفة بونريد

الي أمي الثانية الزهرة بن نوي والي كتاكت العائلة إسراء اباد، آلاء الرحمان.

الى من يهدأ ضجيج قلبي عند لقاءهم وتستكين مروحي بقرب طيب أمرواحهم . . . رفيقات المشوار

الي سندي . . عوني بعد الله . . الى رفيق الدرب وشقيق الروح التي لم يلدهم مرحم امي بل ولدتها لي مواقف الحياة، الى من

قاسمني هذا التعب طوال مشواري الدراسي وقطفنا ثمرة النجاح معا . . ابي الثاني عبد الرحمان بعيجي، صالح الأبيض

الى من اقتقد وجههم في كل يوم . . غصة العمر وحرقة الفؤاد . . جدي الحاج وجدتي فاطنة عمي عمر وخالتي مسعودة،

مرحمهم الله

والى كل افراد عائلة عشاب الكبيرة . . كل باسمه اهدي لكم عملي متواضع.

الى كل من لم يدركهم قلبي، اقول لكم بعدة ولم يبعد القلب حبكم واتم في الفؤاد حضور . . شكرا

لكم من القلب. ♥

واخيرا لكم جميعا اهدي ثمرة جهدي هذه الي زميلاتي في المذكرة صوفيا، شيماء صفاء

الطالبة سلاف عشاب





Dédicace



Je dédie ma remise de diplôme et la récolte de ce que j'ai semé pendant de longues années pour la connaissance. Je reviens du Seigneur pour trouver l'acceptation et le succès, et à celui qui m'a élevé et m'a aidé avec des prières et des invitations au personne la plus précieuse de cette existence, qui m'a inclus au nom des versets d'amour et de tendresse envers celle qui s'est donnée du réconfort pour que je puisse en profiter et je ne remplirai pas son droit quoi que je dise et quoi que je fasse pour ma chère mère bien-aimée

Et à Celui qui n'a pas d'égal, était et sera, qui vivra dans mes profondeurs et a été derrière chaque pas, et qui s'efforce et lutte pour jouir du confort et de la félicité, qui n'a rien lésiné pour me pousser sur le chemin du succès, et m'a enseigné les principes de la vie et m'a élevé sur l'honnêteté et la sincérité. Mon cher père, protège-le pour nous

Et à la lumière de ma vie et symbole de tendresse envers les êtres chers à mon cœur, mes frères et sœurs, et mon soutien dans la vie

Et à ceux qui ont marché ensemble alors que nous avons ouvert la voie ensemble vers le succès, et j'ai siroté avec eux la coupe de l'amour et de l'amitié, et avec eux j'ai eu les souvenirs les plus précieux et les plus beaux moments.

Et à tous ceux qui m'ont donné un coup de main de près ou de loin et m'ont fait plaisir dans la réalisation de cette note, en particulier les bibliothécaires, la faculté des sciences naturelles et de la vie et le responsable de la Bibliothèque AlItkan

Et à ceux qui m'ont appris des lettres d'or et des mots de l'essence de la connaissance, et de leur pensée est un phare qui illumine le chemin de la connaissance et du succès pour nous, à mes honorables professeurs

Chaima Bouchemal





Dédicace

En terme de reconnaissance, je dédie ce modeste travail à : Mes parents pour leur soutien ; Ma grande mère paternelle à qui je souhaite une longue vie ; A la mémoire de mon grand père paternel ; Mes frères et sœur a qui je souhaite une grande réussite dans leur vie ; Mon ami, Farid MOULODJ, pour son aide précieux pour l'accomplissement de ce travail ; Mes copains de chambre (A301), Amine, Farid, Mohamed, Sakine, Zahir, Fawzi, Halim ; Yamouni, Fahim, Ahcene et Kamel. A mon binôme Lamia pour ça persévérance jusqu'a l'accomplissement de ce travail ; Toute la promotion, Environnement et santé publique, année 2011/2012

✍ Gheribi Safa





Dédicace

Au nom de Dieu, le Très Miséricordieux, le Très Miséricordieux, et merci de m'avoir accordé le succès et de m'avoir apporté ce beau, précieux moment et grand succès

mon cher père :

Ma consolation et ma fierté, la raison de mon rêve et de mon bonheur, c'est celui qui m'a appris que le monde de la lutte est l'arme du savoir et de la connaissance, qui œuvre pour mon confort et ma réussite....

ma chère mère:

Mon ciel et mes yeux, la raison de mon rire et de mon sourire, qui m'a soutenu dans ses prières et ses supplications, qui a partagé avec moi mes joies et mes espoirs.

Ma mère et mon père, je ne serais pas avare avec vous de ma vie, si ma vie était guidée.

Et à ceux qui m'ont quitté et à mon autre moitié, à ma chère sœur, que Dieu ait pitié d'elle et l'habite dans de vastes jardins, Zahra.

Mes frères : Samra, Hajira, Aida, Dalal et Maria.

*Et à mon soutien dans ma vie : Abdel Halim, Hilal, Abdel Haq, Belkacem
A la fille de mon cher frère, j'ai appris de toi ce qu'est l'innocence et ce qu'est l'amour, je t'aime tellement.*

Je te vois, mon sourire ne suffit pas à décrire à quel point je t'aime, et la vie est courte pour écrire ton amour.

Mon honorable professeur, le Dr Ammar Al-Ayesh Al-Tohamy, "Lève-toi pour le professeur et donne-lui de la vénération... Le professeur est presque un messenger."

Mes collègues dans cette note : Gharibi Safaa, Bushmal Shaima, Ashab Solaf.

Le succès est une valeur et un sens pour vous. J'ai appris ce que sont le dévouement et la sincérité dans le travail, et de vous, j'ai cru qu'il n'y a pas d'impossible pour la créativité et l'avancement.

"Bonne graduation"

✍ L'étudiante «ZEGHIDI Sofia»



Résumé

Résumé

Notre étude vise dans cette note à identifier un moyen de se débarrasser de la toxicité des pesticides qui affectent le sol suite à l'utilisation irrationnelle et à des doses excessives de ces pesticides.

Dans notre travail, nous avons utilisé des micro-organismes isolés de deux souches, l'une de Sebkha Ain al-Sheikh et l'autre du sol de Baaj déjà touché par l'explosion pétrolière, et le but était de connaître sa capacité à réduire la toxicité de pesticides, car nous avons utilisé deux types de pesticides, Tiller et vapcomic, car ils sont plus utilisés dans la région.

Notre étude a prouvé que les champignons ont la capacité de biodégrader les pesticides utilisés, car ils avaient une croissance positive, tandis que les bactéries ont prouvé leur efficacité sur le Tiller, contrairement à vapcomic, où elles avaient la capacité de les dégrader, et nous avons enregistré un statistique effet.

Mots clés : pesticides, micro-organismes, biodégradation, sol.

Abstract

Our study aims in this note to identify a way to get rid of the toxicity of pesticides that affect the soil after the irrational use and excessive doses of these pesticides.

In our work, we used microorganisms isolated from two strains, one from Sebkhah Ain al-Sheikh and the other from the soil of Baaj that was already affected by the oil explosion, and the aim was to know its ability to reduce the toxicity of pesticides, as we used two types of pesticides, Tiller and vapcomic, because they are more used in Region.

Our study proved that the fungi have the ability to biodegrade the used pesticides, as they had a positive growth, while the bacteria proved their effectiveness on Tyler, in contrast to the vapcomic, where they had the ability to degrade them, and we recorded a statistical effect.

Keywords: pesticides, microorganisms, biodegradation, soil

ملخص

تهدف دراستنا في هذه المذكرة إلى تحديد طريقة للتخلص من سمية المبيدات الحشرية التي تؤثر على التربة بعد الاستعمال الغير العقلاني والجرعات الزائدة من هذه المبيدات.

في عملنا هذا قمنا بإستعمال الكائنات الحية الدقيقة معزولة من سلالتين إحداها من سبخة عين الشيخ والأخرى من تربة البعاج المتضررة بالفعل من انفجار البترولي، وكان الهدف منها معرفة قدرتها على تقليل سمية المبيدات، حيث استخدمنا نوعين من المبيدات، Tiller وvapcomic، لأنهما أكثر استخدامًا في المنطقة.

اثبتت دراستنا ان الفطريات لها القدرة على التحلل البيولوجي للمبيدات المستعملة حيث كان لها نمو ايجابي في حين البكتيريا اثبتت فعاليتها على التيلر على عكس الفابكوميك حيث كانت لها القدرة على تحليلها وسجلنا تأثير احصائي.

الكلمات المفتاحية: مبيدات الحشرية، الكائنات الحية الدقيقة، التحلل البيولوجي، التربة.

Liste des Figures

Chapitre I : Généralités sur les pesticides

Figure I.1: Classification des pesticides	6
Figure I.2 : Répartition des ventes de pesticides dans l'Union européenne	9
Figure I.3 : Modes d'exposition de l'Homme et de l'environnement aux pesticides.....	11

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Figure I.1 : Situation géographique de la région de oued Righ.....	24
Figure I.2 : Echantillon du sol de sabkha d'Ain al-Sheikh	26
Figure I.3: Echantillon du sol d'Al-Baaj, la zone de l'explosion de pétrole	26
Figure I.4 : Technique de dilution des échantillons des sols.....	28

Chapitre II : Résultat et discussion

Figure II.1: Observation macroscopique des champignons	34
Figure II.2 : Evolution de le croissance de champignon S1 en présence de pesticide Tiller.	38
Figure II.3 : Evolution de le croissance de champignon S2 en présence de pesticide Tiller.	38
Figure II.4 : Evolution de la densité optique de bactérie S 1en présence du pesticide Tiller.	39
Figure II.5 : Evolution de la densité optique de bactérie S 2 en présence du pesticide Tiller.	40
Figure II.6 : Evolution de le croissance de champignon S1 en présence de pesticide vapcomique.....	41
Figure II.7 : Evolution de le croissance de champignon S2 en présence de pesticide vapcomique.....	41
Figure II.8 : Evolution de la densité optique de bactérie S1en présence de pesticides vapcomique.....	42
Figure II.9 : Evolution de la densité optique de bactérie S2 en présence de pesticides vapcomique.....	42

Liste des tableaux

Chapitre II : Rôle des microorganismes dans l'élimination des Pesticides

Tableau II.1 : Modes de dégradation de quelques pesticides et les microorganismes impliqués.	16
--	----

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Tableau I.1 : Analyses physicochimiques des sols	26
Tableau I.2 : caractérisation des pesticides utilisés	27

Chapitre II : Résultat et discussion

Tableau II.1 : Analyses physicochimiques des sols	33
Tableau II.2 : Observation macroscopique des champignons	34
Tableau II.3 : Observation macroscopique des bactéries.....	35
Tableau II.4 : Observation microscopique de bactérie	36
Tableau II.5 : Observation microscopique de champignon.	36

Annexes

Tableau 1 : tableau des verreries utilisées	54
Tableau 2 : tableau des appareils utilisés.	57
Tableau 3 : Tableau des réactifs chimiques utilisés	58

Liste des abréviations

B: bactérie.

CE: susceptibilité électrique

Ch: champignon.

S: souche.

E: Enchillon.

Sm: solution mère.

Ep: l'eau physiologie.

D: dose.

P: pesticides.

G: Gram.

Mn: minute.

Ph: potentiel d'hydrogène.

UIPP : Union des industries et de la protection des plantes

Sommaire

Remerciement	
Dédicace.....	
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire.....	
Introduction générale.....	1

Partie Bibliographie

Chapitre I : Généralités sur les pesticides

1. Définition des pesticides :	5
2. Classification des pesticides	5
2.1. En fonction de leur usage.....	5
2.1.1. Pesticides à usage agricole	5
2.1.2. Pesticides non agricole ou biocides :	5
2.2. En fonction de leur cible	6
2.2.1. Herbicides.....	6
2.2.2. Insecticides	6
2.2.3. Fongicides	6
3. Composition des pesticides	7
3.1. Ingrédient actif.....	7
3.2. Ingrédients inertes.....	7
a. Solvant.....	7
b. Adjuvant.....	7
c. Vecteur	7
4. Utilisation des pesticides	8
4.1. Au niveau de la wilaya d'EL-oued	8
4.2. Au niveau de l'Algérie	8
4.3. Au niveau du monde	9
5. Toxicité des pesticides	9
5.1. Toxicité aigue	10
5.2. Toxicité semi-chroniques.....	10
5.3. Toxicité chronique :	10
6. Effets néfaste des pesticides	10
6.1. Sur la santé humaine	10

6.1.1. Voies d'exposition.....	11
a. Voie cutanée et les muqueuse.....	11
b. Voie digestive.....	12
c. Voie respiratoire.....	12
6.2. Sur l'environnement.....	12
a. Au niveau de l'air.....	12
b. Au niveau du sol.....	13
c. Au niveau de l'eau.....	13

Chapitre II : Rôle des microorganismes dans l'élimination des Pesticides

1. Biodégradation.....	15
2. Dégradations des pesticides.....	15
3. Cinétique de dégradation.....	15
4. Procédés biologiques.....	16
4.1 La dégradation biotique :.....	16
4.2 Mécanismes microbiens de la dégradation.....	17
4.2.1 Métabolisme Direct.....	17
4.2.2 Le co-métabolisme.....	18
4.3 La dégradation a abiotique.....	18
4.3.1 Adsorption.....	18
4.3.2 La Photodégradation des pesticides.....	18
4.3.3. Ozonation.....	19
4.3.4. La nanofiltration.....	19
5. Procédé physio-chimique :.....	19
5.1 Réaction d'hydrolyse.....	20
5.2 Réaction d'oxydoréduction.....	20
6. Enzymes impliqués dans la dégradation des pesticides.....	20

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Objectif d'étude.....	24
2. Présentation de zone d'étude.....	24
2.1 Situation géographique.....	24
2.2. Climat et végétation.....	25
2.3. Reliefs.....	25
3. Matériels.....	26
3.1. Description des échantillons.....	26

3.2. Pesticides utilisés	27
4. Méthode	28
4.1. Isolement des souches microbiennes	28
4.1.1. Technique de dilution.....	28
4.1.2. Préparation de milieu de culture et ensemencement	28
4.1.3 L'ensemencement	29
4.1.4. Identification	29
4.1.4.1. Technique de coloration de Gram	29
4.1.4.2. Test de Catalase	30
4.1.4.3. Coloration des champignons	30
4.2. Biodégradation des pesticides par les souches microbiennes isolées	30
4.2.1. En cas des souches bactériennes	30
4.2.2. En cas des souches fongiques.....	31
Chapitre II : Résultat et discussion	
II.1. Analyses physicochimiques des sols.....	33
II.2. Isolement des souches bactériennes et fongiques	34
II.2.1. Observation macroscopique	34
II.2.2. Observation microscopique	35
II.3. Etude de la biodégradation des pesticides par des souches microbiennes	37
II.3.1. Cas de pesticide Tiller	37
II.3.1.1. Dégradation par les champignons.....	37
II.3.1.2. Dégradation par les bactéries	38
II.3.2. Cas de Pesticide vapcomic	40
II.3.2.1. Dégradation par les champignons	40
II.3.2.2. Dégradation par les bactéries	41
Conclusion générale.....	45
Références	47
Annexes.....	54

Introduction générale

Introduction générale

L'agriculture est revenue au premier rang des priorités mondiales grâce à l'utilisation de produits chimiques qui permettent de diversifier l'agriculture afin de répondre à la demande alimentaire liée à la croissance de la population mondiale.

L'agriculture saharienne en Algérie est en pleine expansion. Elle n'est malheureusement pas à l'abri de l'usage des pesticides. Les pesticides sont des substances chimiques, naturelles ou de synthèse utilisées en agriculture pour lutter contre les différentes sortes de nuisibles (**Zhang et al., 2011**). Leur composition et leur structure sont très variées, de sorte que leurs propriétés physique, chimique et biologique le sont aussi, ce qui explique leurs multiples usages, leur dangers, ainsi que les difficultés rencontrées pour décrire et prévoir leur devenir dans les sols (**Calvet et al., 2005**).

La diffusion de ces composés chimiques dans l'environnement par contamination de l'air, le sol, l'eau et les produits alimentaires provoque l'exposition continue des organismes vivants d'une manière tant aiguë que chronique à des risques de toxicité susceptible d'engendrer des diverses pathologies (**Gasmi, 2018**).

L'urgence de sélectionner des souches microbiennes indigènes, capables de biodégrader ces pesticides et de résister aux conditions difficiles du Sahara. Les sols sahariens de l'Algérie représentent des écosystèmes particuliers. L'exploration de ces sols dans des travaux relativement récents a montré une biodiversité microbienne importante (**Sabaou et al., 1992, Boudemagh, 2007**).

Biodégradabilité (bio = la vie) et biodégradable, toute substance (solide ou liquide) qui, sous l'action des micro-organismes vivant dans le sol (bactéries, enzymes ...) est transformée en éléments naturels de base: dioxyde de carbone, eau et sels minéraux. Concernant les matières actives elles sont toutes biodégradables, reste à évaluer en combien de temps. La microflore impliquée dans la dégradation des pesticides est qualifiée de dégradantes pour la distinguer de l'ensemble des microorganismes du sol. L'aspect fondamental de la dégradation due aux microorganismes est la catalyse des réactions chimiques par des enzymes ; cela nécessite que les pesticides soient à l'état dissous dans la phase liquide du sol (**Calvet et al., 2005**).

Les microorganismes dégradant les pesticides sont en majorité des bactéries et des champignons. Leur grande diversité et la multiplicité des conditions de leur développement font qu'ils sont de puissants agents de la dégradation des pesticides. La composition de la microflore est très variable selon la nature des sols, leur pH, les teneurs en carbone organique et en minéraux argileux. La taille de la biomasse microbienne est-elle, aussi, très variable en

fonction des mêmes facteurs. Elle est en moyenne de 200 mg Kg-1 dans les sols sableux pauvres en matière organique et peut atteindre l'ordre de 900 mg Kg-1 dans les sols riches (teneur en C supérieur à 4%) (**Chaussod *et al.*, 1986**)

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la recherche des microorganisme à intérêt agricole et sanitaire, d'où, nous visons à investiguer la capacité de certains bactéries et champignons, isolés à partir sol saharien extrême, à se développer dans des milieux à concentrations considérables des pesticides et de les dégrader.

Partie Bibliographie

Chapitre I : Généralités sur les pesticides

1. Définition des pesticides :

Les pesticides sont des substances ou préparation permettant de lutter contre les ennemis (**Amadou, 2013**). Pesticide, est un terme générique qui rassemble toutes substance ou produits chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés principalement en agriculture mais aussi dans d'autre application pour lutter contre les espèces indésirables de plante et d'animaux (**ACTA , 2005**).

Les pesticides sont préparation qui contiennent une substances ou plusieurs substances qui sont principalement destinées à protéger les plantes et les cultures agricoles contre les organismes qui leur sont nuisibles. En général, les pesticides sont largement utilisés dans le domaine agricole et dans le moyens de transport (**Domange, 2005**).

« Les pestes » : terme général désignant les organismes nuisibles à l'homme (insectes, champignons, nématodes), de façons directe ou indirect (**Jean et al.,2003**). Les pesticides sont une substance ou un mélange de substances destiné à prévenir, détruire, repousser ou l'atténuation de tout ravageur (insectes, acariens, nématodes, mauvaises herbes, rats, etc..) (**Wenjun et al., 2011**).

2. Classification des pesticides

2.1. En fonction de leur usage

Ils sont scindés en deux groupes :

2.1.1. Pesticides à usage agricole

Sont des produits permettant la protection, la croissance mais aussi la conservation des végétaux (**Bencheikh, 2010**).

2.1.2. Pesticides non agricole ou biocides :

Ce type de produit est utilisé pour l'hygiène général, par exemple la lutte anti-vectorielle, et pour d'autres applications comme la préservation du bois, la désinfection ou certains usage domestiques (**Mokhtari , 2012**).

2.2. En fonction de leur cible

2.2.1. Herbicides

Les pesticides sont les plus courants dans tous les champs agricoles contre herbes indésirables et nuisibles dans les zones agricoles ou protection des espaces verts (**Elmrabet et al., 2008**)

2.2.2. Insecticides

Ils débarrassent les zones agricoles des insectes et empêche également l'éclosion des œufs d'insectes et la croissance naturelle des larves (**Pennetier et al., 2008**).

2.2.3. 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 (**Cairus, 1996**).

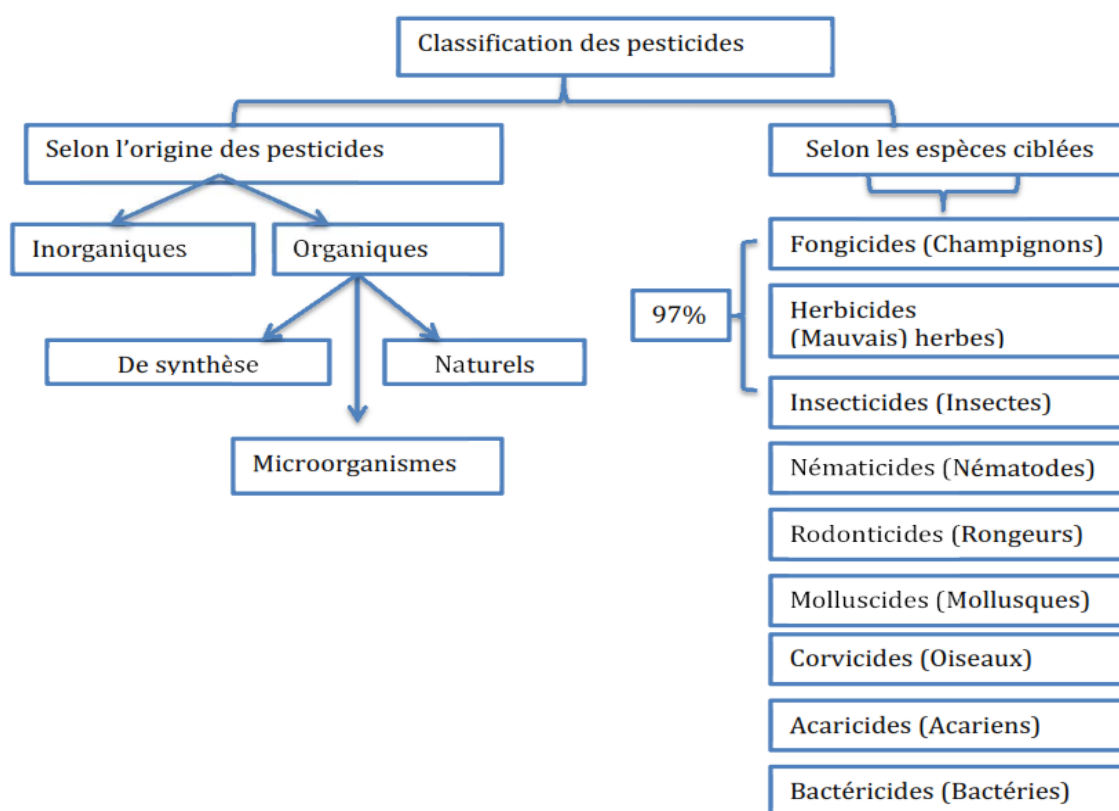


Figure I.1: Classification des pesticides, selon (Gouvernement du Québec, 2016) et (E-TIC, 2014)

3. Composition des pesticides

Selon **Fardjallah (2018)**, les produits antiparasitaires contiennent des ingrédients « actifs » et « inertes » (non-actif), les ingrédients actifs sont utilisés pour tuer, contrôler ou repousser les parasites. D'autre ingrédient peuvent faire une variété de choses semblables à des taches pour attirer les parasites (**EPA, 2019**).

3.1. Ingrédient actif

Les ingrédients actifs sont les produits chimiques contenus dans un pesticide qui est visé pour lutter contre les ravageurs. Souvent, les ingrédients actifs constituant une petite partie du produit entier. Il existe plusieurs catégories d'ingrédient actif, cependant la composition d'une formulation pesticide ne se limite pas qu'à la matière active (**INF/UITA/IUL, 2001**).

3.2. Ingrédients inertes

Les ingrédients inertes sont des produits chimiques, de composés et d'autres substances, y compris des produits alimentaires courants et certains matériaux naturels. Les ingrédients inertes jouent un rôle clé dans l'efficacité des pesticides et la performance du produit (**Bettiche, 2017**).

a. Solvant

Est un produit chimique utilisé pour dissoudre la ou les matières active(s) pour les rendre liquides et peut être lui-même toxique (**UITA, 2004**).

b. Adjuvant

Selon l'index phytosanitaire, 2017, identifier l'adjuvant comme « substance ou préparation dépourvue d'activité biologique jugée suffisante dans la pratique mais capable de modifier les propriétés physique, chimiques ou biologique d'un produit phytopharmaceutique lorsqu'elle est ajoutée en mélange extemporané au moment de préparation »

c. Vecteur

Un solide inerte utilisé pour diluer la MA du pesticide pour en faciliter l'application (**UITA, 2004**).

4. Utilisation des pesticides

4.1. Au niveau de la wilaya d'EL-oued

Les pesticides sont largement utilisés dans la région d'El-Oued par les agriculteurs, avec un pourcentage de 80/ou plus, en raison de l'expansion des surfaces agricoles et de l'abondance des parasites, surtout au printemps. Ils sont consommés dans le but de protéger la santé des plantes. Des produits de différents types sont utilisés, y compris des herbicides, des insectes, des champignons, des arachnides, et chaque produit a des méthodes et des conditions. Il a ses propres quantités d'utilisation et le consommateur doit respecter les quantités autorisées (Zouari *et al.*, 2022).

4.2. Au niveau de l'Algérie

C'est le milieu agricole qui occupe la tête de l'application des pesticides, car l'utilisation se mesure par des centaines de tonnes chaque année, qui sont consacrés en majorité pour le traitement des culture, la lutte contre les rongeur et pour augment la production agricole. De plus, l'agriculture algérienne, n'est pas une grande utilisatrice de pesticide, comparative ente, à celles d'autre pays (Etats-unis, France et Japon, entre autre). En effet, selon les données de l'union des industries de la protection des plantes (UIPP , 2009) et de la FOASTAT, (2014) , la marché algérien des pesticides représente 14% du marché mondial (Bouziani, 2007)

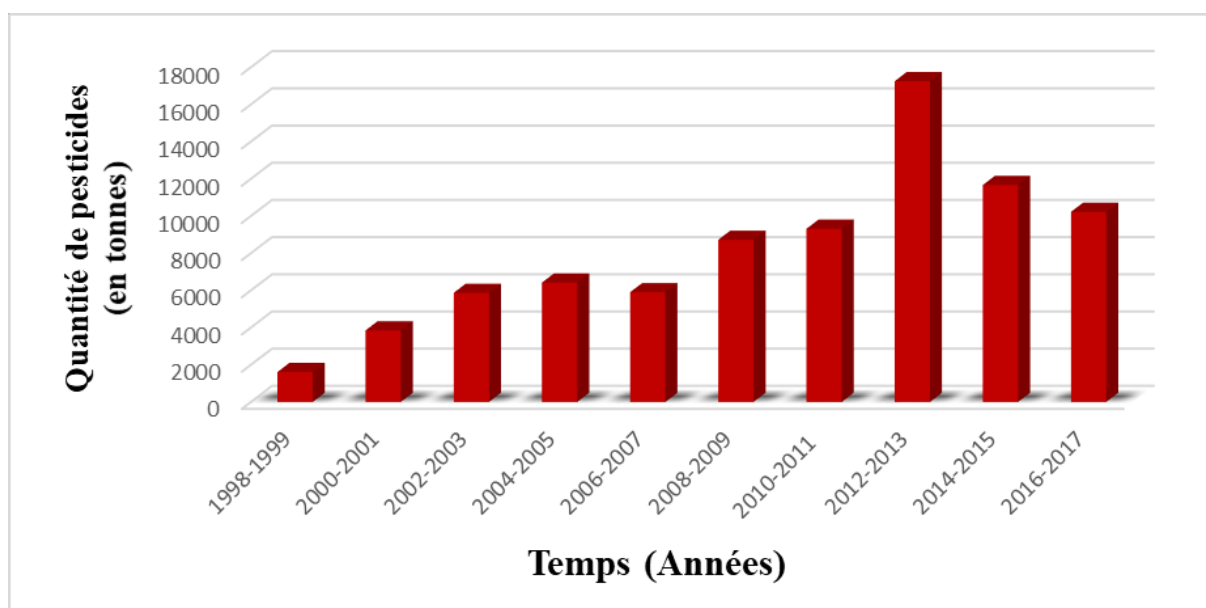


Figure .. : Utilisation annuelle des pesticides en Algérie entre 1998 et 2017 (FAO, 2020).

4.3. Au niveau du monde

L'agriculture est le premier domaine dans lequel les pesticides sont utilisés dans le monde, malgré la pollution laissée par ces derniers. Les États-Unis d'Amérique sont parmi les plus grands pays utilisant des pesticides, suivi par le groupe de l'Union européenne, où il commercialise environ 320000 Tonnes de pesticides par an, et la France occupe la première place, avec une consommation estimée à 100000 Tonnes par an (Marliere, 2006).

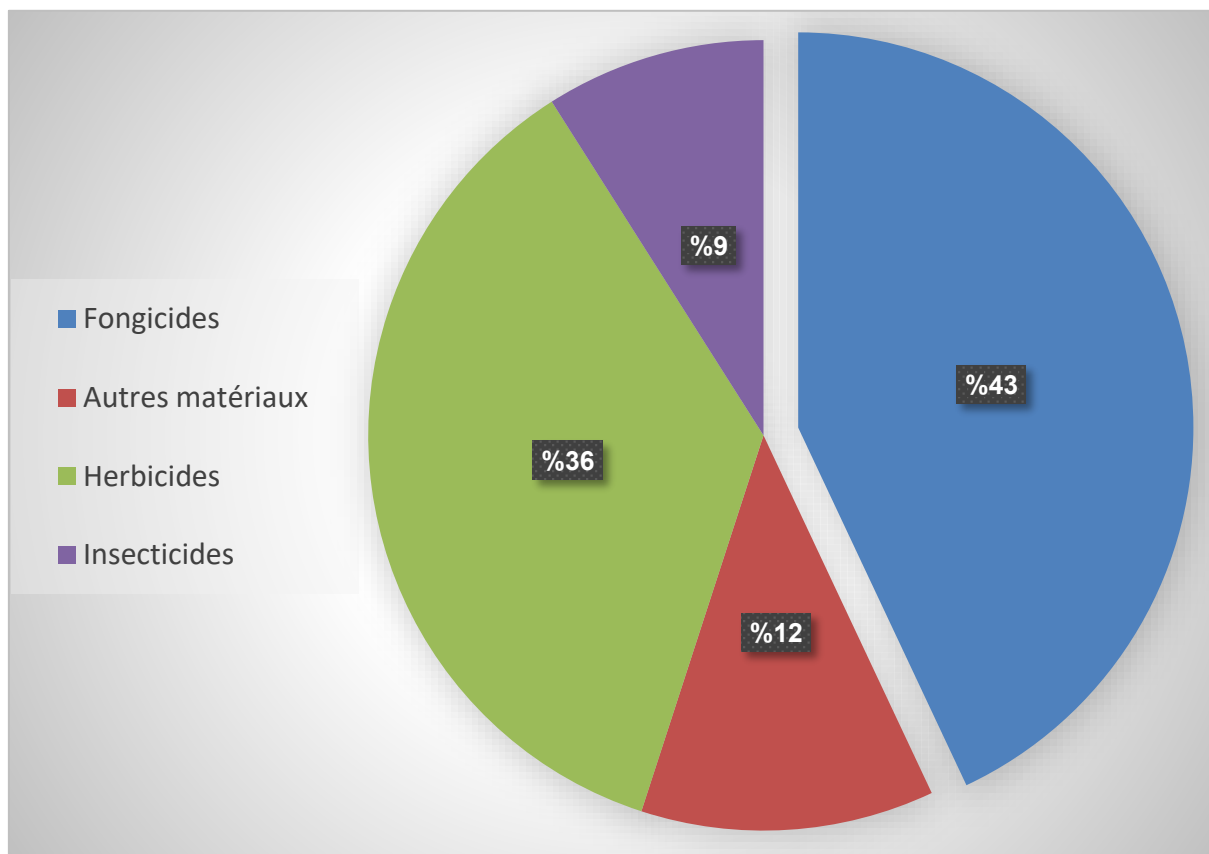


Figure I.2 : Répartition des ventes de pesticides dans l'Union européenne (Maillard, 2006)

5. Toxicité des pesticides

L'utilisation généralisée de divers produits chimiques a entraîné la présence de résidus de ces substances dans les différents systèmes interraciaux de l'eau, de l'air et du sol, ainsi que dans les denrées alimentaires. Par l'eau et l'air, le contact provoque des intoxications graves ou des maladies chroniques pour ceux-ci (LNE, 2018) selon de nombreuses études sur les effets de la toxicité de ces pesticides sur les personnes, les résidus de ces pesticides peuvent entraîner une toxicité grave pour les organismes tels que des troubles hormonaux, des troubles neurologiques et des maladies incurables telles que le cancer, le diabète, la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson (Lanrain *et al.*, 2014).

5.1. Toxicité aigue

Les intoxications aigue ont le potentiel de causer de multiples symptômes qui témoignent de leur potentiel irritant et de leur nocivité pour les systèmes respiratoire, immunitaire, digestif et nerveux. La liste suivante en donne un aperçu : Irritation et inflammation des voies respiratoires (bronchite) ; sécrétion excessive de mucus dans les voies respiratoires jusqu'à leur constriction. Irritation diverses des yeux et brûlures cutanées. Inconforts du système digestif, nausées et vomissements. Céphalées, étourdissement. nervosité, convulsion, paralysies et perte de conscience mort (BOILEAU, 2015).

5.2. Toxicité semi-chroniques

Les pesticides semi-chroniques présentent des symptômes de toxicité plus tard après les quatre premiers jours et jusqu'à trois mois à compter de la date d'exposition au pesticide. Les symptômes se résument à une diminution du taux de performance des principales fonctions de l'organisme, telles que comme les fonctions des reins, les fonctions du foie et de la circulation sanguine, une diminution de l'appétit suite à l'influence du système nerveux avec ces pesticides. (عزمي, 2010)

5.3. Toxicité chronique :

La toxicité à long terme, (chronique) de tout insecticide diffère de la toxicité à court terme. Dans la nature, l'empoisonnement soudain (toujours par accident) de la faune sauvage à la suite d'une exposition unique à un insecticide n'entraîne pas d'effets à long terme ni de problèmes environnementaux étendus tant que cette exposition est limitée à une zone géographique et sur une période limitée (Fattach, 2010).

6. Effets néfaste des pesticides

6.1. Sur la santé humaine

Les effets des pesticides sur la santé dépendent toujours du type de pesticide. L'organisation.

Mondiale de la Santé (OMS) déclare que la toxicité d'un pesticide dépend de sa fonction et d'autres facteurs, par exemple les insecticides ont tendance à être plus toxiques pour l'homme que les herbicides (Sacramento, 2008). Les pesticides peuvent pénétrer dans le corps humain par l'inhalation d'air pollué, de poussières et de vapeurs comme par exposition

orale en consommant des aliments et de l'eau contaminés notamment par exposition cutanée par contact direct avec les pesticides. La toxicité des produits chimiques dépend de la nature de toxine, des voies d'exposition (orale, cutanée et inhalation), de la dose et de l'organisme.

6.1.1. Voies d'exposition

Les risque d'exposition aux pesticides sont nombreux et peuvent être causés par plusieurs facteurs être responsable. Ils apparaissent dès qu'une personne manipule des pesticides sans les prendre, en compte les règles élémentaire de sécurité en phase de préparation des mélanges, lors de l'application ou de la pulvérisation ainsi traité (**Piche , 2008**).

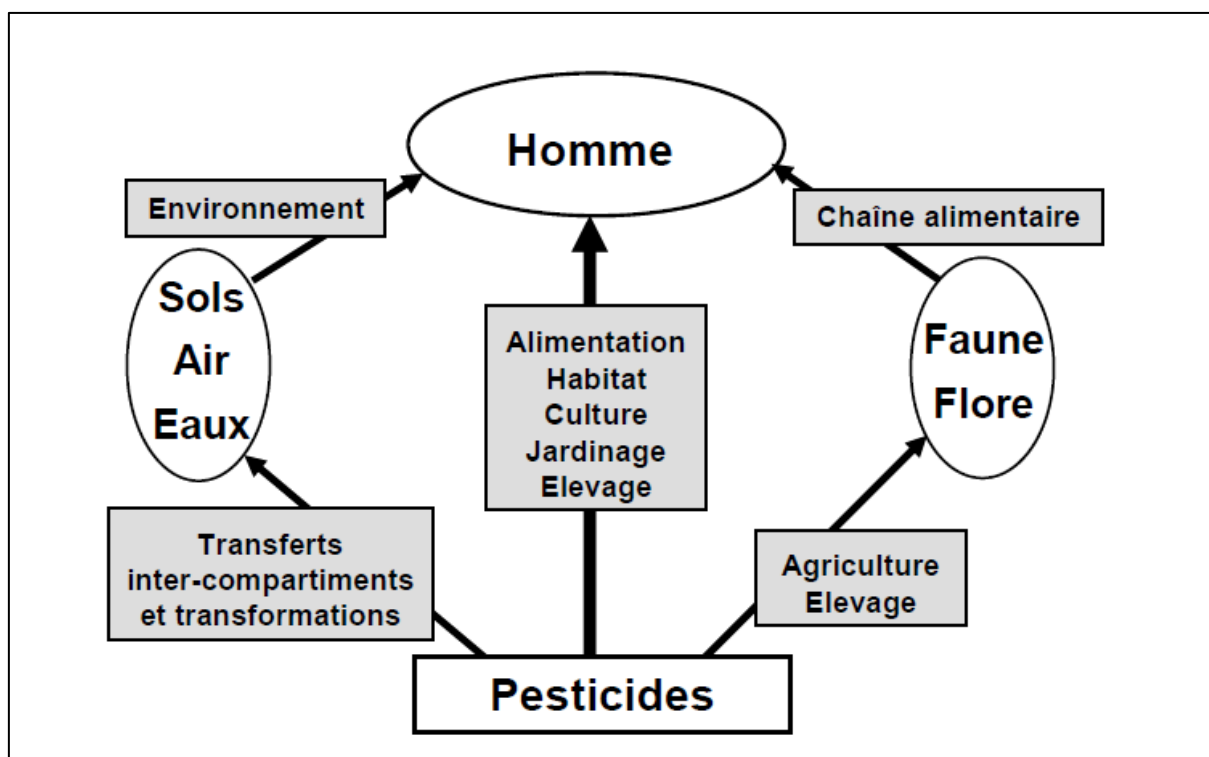


Figure I.3 : Modes d'exposition de l'Homme et de l'environnement aux pesticides (**Merhi, 2008**).

a. Voie cutanée et les muqueuse

C'est la voie de contamination la plus fréquente et la plus intense. Les liquides peuvent pénétrer facilement la peau, surtout lorsqu'ils sont présentés sous forme de solutions huileuses

c'est le cas de nombreux produits, ou lorsqu'on doit ajouter des solvants ils sont souvent plus agressifs que les substances actives elles-mêmes). La peau est imperméable à l'eau mais pas au corps gras (**PICHE, 2008**).

b. Voie digestive

Voie digestive (orale) : L'absorption de pesticides par la voie orale est plus rare chez les travailleurs. Ce type d'exposition est observé lors d'un contact de la bouche avec des mains contaminées par les produits, ou lors de manœuvres nécessitant de souffler ou aspirer dans la tubulure de l'équipement d'application afin de déboucher les tuyaux et les buses ou de siphonner du produit (**AMIOUR, 2017**).

c. Voie respiratoire

Selon l'**OMS, 2004** : « Lorsque des pesticides fortement toxiques sont pulvérisés dans des locaux qui ne sont pas suffisamment ventilés. En cas d'utilisation de produits gazeux ou fumigènes. A haute température ambiante. »

6.2. Sur l'environnement

Les résidus de pesticides sont présents sous forme de mélanges dans l'environnement, ils peuvent subir des effets synergiques ou antagonistes additifs qui peuvent altérer l'équilibre des écosystèmes (**Yasser El-Nahhal, 2015**). L'infiltration des pesticides, peut contaminer les cours d'eau et toute source d'eau douce ou potable atteinte, et aussi contaminer les personnes habitant dans les zones contaminées (**CRAAQ, 2016**). La répartition des pesticides dans les zones voisines non traitées peut avoir des effets néfastes sur la végétation non ciblée surtout quand on parle des herbicides, qui peuvent inhiber la croissance et le développement des herbes non ciblées (**CRAAQ, 2016**). Les mollusques, les algues, les insectes, les petits crustacés, les plantes aquatiques...etc. ainsi que tout organisme vivant dans une eau douce au voisinage des champs traités peut aussi être endommagé, alors qu'ils n'étaient pas ciblés (**Giroux, 2004**).

a. Au niveau de l'air

Au total, les pertes de produits phytosanitaires dues aux processus physiques sont souvent les plus importantes. Parmi eux, la volatilisation se trouve être le processus qui contrôle la dispersion de certains pesticides dans l'environnement en plus de leur durée de vie réelle dans la zone de traitement. Les pertes par volatilisation (sous forme gazeuse) dépassent souvent celles dues à la décomposition chimique, au ruissellement et à la lixiviation. Les résidus de pesticides sous forme gazeuse dans l'atmosphère ont souvent une demi-vie courte, car ils sont sujets à la photo dégradation et sont transportés sur de courtes distances (**Al-Bakuri, 2006**).

b. Au niveau du sol

L'utilisation des traitements chimique au sol peut entraîner de diminution dans le nombre des populations des micro-organismes bénéfiques du sol. L'utilisation excessive des pesticides a des effet sur les organismes du sol, le devenir des pesticides dans l'environnement c'est-à-dire, leur rétention, leur transformation et leur dégradation, dépend des leurs propriétés ainsi que celles des différents compartiments concernés, le sol, les eaux et l'atmosphère (**Smail, 2018**).

c. Au niveau de l'eau

Selon LAWANI et al, (2017) La contamination des eaux dépend essentiellement des propriétés du pesticide, du sol, des conditions climatiques mais aussi de la distance du site d'application à la source d'eau. . Le nettoyage du matériel de pulvérisation dans certains points d'eau est également un facteur de risque pour cette ressource. Plusieurs facteurs interviennent dans le transfert des pesticides vers les cours d'eau, mais le contenu en eau du sol ainsi que l'intensité et la durée des précipitations suivant les épandages influencent grandement la quantité transportée par ruissellement.

Chapitre II : Rôle des microorganismes dans l'élimination des Pesticides

1. Biodégradation

Le phénomène de biotransformation est très courant parfois très essentiel pour la survie des microorganismes, et responsable de la biodégradation des pesticides appliqués. Il existe un équilibre naturel entre l'évolution microbienne et la biorestauration (**Hodgson *et al.*, 1993**).

La biodégradation implique des réactions biologiques qui modifient la structure chimique des composés réduisant ainsi la toxicité. La biodégradation complète implique l'oxydation des composés d'origine pour produire du dioxyde de carbone et de l'eau, qui fournissent de l'énergie aux micro-organismes (**Javaid *et al.*, 2016**).

2. Dégradations des pesticides

Dégradation des pesticides est l'un des processus clés dans leur devenir dans le sol et les sédiments et joue un rôle majeur dans leur dissipation et leur élimination des milieux naturels. Elle est due à de nombreuses transformations chimiques, ces modifications peuvent être limitées à l'élimination d'un groupe fonctionnel, conduire à divers produits de transformation et aller jusqu'à la minéralisation. Les transformations chimiques responsables de la dégradation sont de nature abiotique et biotique (**Calvet *et al.*, 2005**).

3. Cinétique de dégradation

Les vitesses de biodégradation des composés organiques apportés au sol sont déterminées par la vitesse des réactions enzymatiques et la vitesse de la croissance microbienne. La cinétique est l'effet de la décroissance de la quantité de substrat à dégrader et de la croissance microbienne, deux processus qui ne dépendent pas du temps de la même façon. C'est pourquoi les cinétiques ne sont pas des fonctions linéaires du temps et qu'elles se présentent sous deux formes :

- L'exponentielle négative est généralement observée pour les composés organiques facilement dégradables et avec une grande biomasse microbienne initiale qui n'augmente pas ou qui augmente peu en fonction du temps.
- La fonction sigmoïdale est observée pour les substrats lentement dégradables avec une petite biomasse initiale qui augmente avec la dégradation du substrat (**Calvet, 2005**).

Ils existent plusieurs méthodes et moyens pour traiter et éliminer les pesticides Parmi ces méthodes, mentionnons :

4. Procédés biologiques

4.1 La dégradation biotique :

La dégradation biotique est due à l'action de divers organismes vivants. Elle résulte de transformations chimiques dues à des systèmes enzymatiques. Elle a lieu dans les milieux naturels ; le sol, les sédiments et les eaux, mais elle peut aussi se produire dans les organismes végétaux et animaux. Quand les êtres vivants sont responsables de la dégradation on parle plutôt de détoxification.

La microflore à l'origine de la dégradation biotique regroupe les champignons, les algues, les protozoaires et les bactéries. Les microorganismes qui dégradent les pesticides sont en majorité des bactéries et des champignons.

La microflore impliquée dans la dégradation des pesticides n'est généralement pas limitée à une seule espèce. Son activité dans le processus de dégradation dépend à la fois de son patrimoine enzymatique qui détermine la nature des réactions chimiques et de son environnement qui exerce une influence sur son développement et sur sa survie.

Les microorganismes peuvent être impliqués dans la dégradation des pesticides selon les mécanismes suivants :

- **Le métabolisme direct** : qui fait des pesticides une source d'énergie utilisée pour la croissance des microorganismes.

- **Le cométabolisme** : il s'agit de transformations chimiques des pesticides mais ils ne sont pas une source d'énergie pour les microorganismes.

Tableau II.1 : Modes de dégradation de quelques pesticides et les microorganismes impliqués (Singh et Walker, 2006).

Composés	Microorganismes	Mode de dégradation
Parathion	<i>Pseudomonas diminuta</i> . <i>Arthrobacter sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i>	Co-métabolique Catabolique(C) Catabolique (C, N)
Coumaphos	<i>Flavobacterium sp.</i> <i>Nocardia souche B-1.</i>	Co-métabolique Catabolique (C)
Diazinon	<i>Flavobacterium sp.</i> <i>Pseudomonas spp.</i> <i>Arthrobacter spp.</i>	Catabolique (P) Co-métabolique Co-métabolique
Glyphosate	<i>Bacillus megaterium</i> 2BLW <i>Penicillium chrysogenum</i>	Catabolique (P) Catabolique (N)

C: carbone, P: phosphore, N : azote

Les Actinomycètes sont parmi les groupes les plus importants qui dégradent par leurs riches systèmes enzymatiques les substrats les plus complexes et les plus variés parmi les pesticides (**Subhajit, 2012**). Les pesticides de différentes structures chimiques incluant les organochlorines, s-triazines, triazinones, carbamates, organophosphates, organophosphonates, acétanilides et sulfonyleureas sont complètement ou partiellement dégradés par ces bactéries ubiquistes (**De Schrijver et De Mot, 1999**).

❖ **Caractéristiques générales du métabolisme direct**

Le métabolisme direct est la conséquence de l'utilisation des pesticides comme source d'énergie, il a fait l'objet de nombreux travaux. Des caractères généraux ont été énoncés basés sur l'observation effectuée à propos de la minéralisation des acides phénoxy alcanoïques (**Fournier, 1996**) :

- ✚ La cinétique présente une phase de latence précédant une phase de minéralisation ; l'application ultérieure de pesticides fait disparaître la phase de latence ;
- ✚ Un sol où se produit la minéralisation contient des bactéries spécifiques capables de l'effectuer ;
- ✚ La vitesse de minéralisation est accrue par des applications successives.

La minéralisation se déroule suivant une chaîne de réactions chimiques dont la première d'entre-elles est l'hydrolyse, l'oxydation, la réduction, ou la substitution, suivie par d'autres types de transformations.

4.2 Mécanismes microbiens de la dégradation

4.2.1 Métabolisme Direct

Les microorganismes ont besoin d'éléments nutritifs (C, N, P, S), d'eau et d'énergie pour leur croissance et le maintien de leur activité. D'un point de vue biochimique, la production d'énergie résulte d'échanges d'électrons entre les composés donneurs organiques et inorganiques et les accepteurs d'électrons (oxygène moléculaire, nitrate, sulfate).

Beaucoup de pesticides peuvent être des sources d'éléments d'énergie pour les microorganismes par la mise en œuvre de diverses réactions chimiques cataboliques catalysées par les enzymes.

En général les bactéries sont les plus capables d'effectuer ces réactions chimiques de la molécule initiale aux molécules inorganiques finales. Certaines bactéries sont incapables de dégrader toute la molécule ; elles n'effectuent qu'une partie ce qui nécessite l'intervention de plusieurs espèces pour obtenir la minéralisation (**Calvet, 2005**).

4.2.2 Le co-métabolisme

C'est un processus au cours duquel des microorganismes assurent leur maintenance et leur multiplication aux dépens d'un substrat organique tout en dégradant des pesticides sans que ceux-ci soient pour eux une source d'énergie ou d'éléments nutritifs. Il est très fréquent et beaucoup de microorganismes peuvent y participer (**Singh et Seth, 1989**).

4.3 La dégradation a abiotique

4.3.1 Adsorption

Le matériau adsorbant le plus répandu est le charbon actif. Celui-ci peut s'employer sous diverses formes (charbon actif en poudre, en grain ou, plus récemment, sous forme de tissus), seul ou combiné avec d'autres procédés (oxydation, membranes, support biologique).

Longtemps employé pour lutter contre les goûts et les odeurs (**Whites, 1991**), il est maintenant reconnu que ses propriétés adsorbantes touchent un spectre très étendu de pesticides (**Fronkc, 1989**).

✓ Le Charbon Actif en Poudre (CAP)

Son usage est un procédé très répandu dans le traitement de l'eau potable, en tête de station, injecté avec les réactifs de coagulation-floculation (**Masschelein, 1699**), à des doses allant de 5 à 50 g.m⁻³. Vu son coût rapidement prohibitif (2,5 à 4 €.kg⁻¹) et la formation de boues qu'il génère, il n'est mis en œuvre que pour lutter efficacement contre les pics accidentels de pollution par les pesticides (**FB, 1992**) et (**HJ, 1993**). Les triazines, par exemple, ont une forte affinité avec le charbon actif et (**Maze, 1996**) rapportent des capacités maximales d'adsorption de 250 mg.g⁻¹ dans leurs conditions d'expérimentation.

✓ Le Charbon Actif en Grain (CAG)

Ce traitement se situe en fin de station, sous forme de lit filtrant granulaire. La durée de vie du filtre va dépendre du type d'eau, de la concentration en pesticides, du charbon actif et de son état (**Welte, 1999**). Selon (**Dejuin, 1992**), un filtre traitant de l'atrazine dans une eau souterraine est efficace pendant 10 mois à 2 ans environ alors que sa durée de vie n'est que de 6 mois à 1 an dans le cas d'une eau de surface.

4.3.2 La Photodégradation des pesticides

Les réactions photochimiques (induites par le rayonnement UV ou visible) impliquent deux types de processus : la photolyse directe et la photolyse indirecte. Dans le cas de la photolyse directe, le pesticide absorbe de l'énergie lumineuse, passe à l'état excité et peut subir une transformation si l'énergie absorbée est suffisante (**Gavrilescu, 2005**). Dans la photolyse

indirecte, le pesticide à l'état fondamental réagit avec d'autres espèces produites photochimiquement et susceptibles de transférer de l'énergie, un électron ou un hydrogène ou de conduire à formation d'entités réactives (oxygène singulet, radical) (**Burrows et al., 2002**)

4.3.3. Ozonation

L'ozonation est un traitement chimique par oxydation. L'utilisation de réactifs chimiques oxydants pour le traitement des eaux a visé au départ la stérilisation de l'eau ou, plus exactement, la destruction des germes pathogènes. L'ozone a l'avantage de permettre des actions complémentaires dans la destruction d'un grand nombre de micropolluants et dans l'amélioration des goûts, des odeurs et dans la destruction des couleurs.

Cette méthode consiste à transformer chimiquement les pesticides par oxydation directe avec de l'ozone moléculaire. Le traitement s'effectue au sein d'une ou plusieurs cuves de contact en mélangeant l'eau à traiter avec de l'air asséché et ozoné (**Bottomley et Baker, 1989**).

4.3.4. La nanofiltration

La nanofiltration est une filtration qui utilise des membranes partiellement perméables, pour séparer préférentiellement différents fluides ou ions. Elle permet de concentrer des solutions de constituants ayant un poids moléculaire supérieur à 1000 Da (**Gendrault, 2004**).

Une étude menée sur l'élimination de pesticides à l'échelle semi-industrielle et plus particulièrement l'élimination de l'atrazine et la simazine par nanofiltration a clairement démontré l'influence des matières organiques naturelles sur la rétention de ceux-ci. Plus récemment, une étude a montré les performances de deux membranes de nanofiltration industrielles utilisées pour la rétention de trois pesticides (diuron, atrazine, simazine) testés séparément ou en association (**Musbah et al., 2013**).

L'élimination du malathion par nanofiltration a également fait l'objet de nombreuses études (**Zhang et Pagilla, 2010 ; Sorour et Shaalan, 2013**)

5. Procédé physio-chimique :

Toutes les réactions impliquées dans la biodégradation des pesticides sont catalysées par des enzymes, qui sont principalement situées à l'intérieur des cellules. Les trois réactions les plus importantes sont l'hydrolyse, l'oxydation et la réduction. L'hydrolyse est la réaction la plus fréquente.

5.1 Réaction d'hydrolyse

L'hydrolyse est la rupture des liaisons dans une molécule par réaction avec l'eau. Typiquement un composé est modifié par une réaction hydrolytique, par le remplacement de certains groupes chimiques d'un composé avec un groupe hydroxyle. Les réactions d'hydrolyse sont généralement catalysées par la présence d'ions hydrogène ou hydroxyde, et par conséquent la vitesse de réaction est fortement dépendante du pH du système (**Gavrilescu, 2005**). La plupart des organophosphorés et les carbamates se sont très sensibles à une réaction d'hydrolyse dans des conditions alcalines.

Un pesticide qui est très soluble dans l'eau aura tendance à ne pas accumuler dans le sol en raison de sa nature polaire plus importante (**James-Tano, 2011**)

5.2 Réaction d'oxydoréduction

Ce processus englobe les réactions d'oxydation et de réduction. Dans le cas de réduction, l'oxydant est le pesticide et le réducteur est soit un composé inorganique (sulfure), un métal réduit (fer ferreux), soit un composé organique. Ce genre de réaction se produit dans les sols hydromorphes, les aquifères, et les sédiments, en général dans tous les milieux anaérobies ou peu aérobies. Pour l'oxydation, elle est souvent catalysée par des systèmes enzymatiques, ce qui traduit une origine biologique (**Calvet et al., 2005**). Les oxydations abiotiques ont généralement lieu dans les eaux de surface, et les réductions dans les eaux anaérobiques et au fond des sédiments (**Zeng et al., 2012**)

6. Enzymes impliqués dans la dégradation des pesticides

Les enzymes sont des protéines capables de catalyser des réactions chimiques ; elles agissent sur la vitesse des réactions. Leur variété est due à leur spécificité de substrat et de réaction. Leurs activités dépendent aussi de plusieurs facteurs : le pH, la force ionique et la température. Ces facteurs influencent de façon directe la cinétique de dégradation notamment celle des pesticides.

Le sol renferme un grand nombre d'enzymes en raison de la diversité des microorganismes qui sont la principale source d'enzymes. Elles sont présentes en faible quantité dans la solution du sol. On les trouve aussi à l'extérieur du corps microbien adsorbées sur les minéraux ou même complexées par les substances humiques. Pour agir, les enzymes intracellulaires (endoenzymes) nécessitent que les molécules organiques du substrat soient absorbées, par contre les enzymes extracellulaires (exoenzymes) catalysent des transformations dans la solution du sol ou plus souvent en phase adsorbée.

Cette différence a des conséquences sur la cinétique de dégradation. Toutes les enzymes nécessaires à la dégradation des pesticides sont rarement présentes dans une seule espèce microbienne, ce qui implique l'intervention de plusieurs espèces formant un consortium **(Fournier, 1996)**.

La dégradation des pesticides fait intervenir de nombreuses enzymes qui ne sont pas spécifiques aux microorganismes et qui sont impliquées dans les transformations chimiques de composés organiques naturels, ces derniers sont codés par des gènes **(Singh et Walker, 2006)**.

Cependant, beaucoup de pesticides ont une structure différente de celle du substrat naturel et leur dégradation nécessite une évolution enzymatique des microorganismes. Cette dernière est possible grâce à une modification génétique des enzymes.

Dumas *et al.*, (1989) et **Shimazu *et al.*, (2001)** ont montré que la détoxification de différents pesticides organophosphorés dans l'environnement est réalisée par les carboxyesterases. En général, l'hydrolyse d'une liaison phosphoester réduit la toxicité des organophosphorés **(Serdar, 1996)** et **(Horne *et al.*, 2002)**. Les différents groupes de ces enzymes ont été trouvés dans les bactéries, les plus largement étudiées d'entre elles sont les OPH, ces derniers issus des bactéries sont les plus favorable pour la bioremédiation des insecticides organophosphorés **(Horne *et al.*, 2002)**.

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Objectif d'étude

Pour atteindre notre objectif, nous avons adopté une démarche, qui consiste à collecter des informations sur l'utilisation des pesticides par les agriculteurs et leurs pratiques phytosanitaires pour ensuite procéder à l'estimation du risque de leur utilisation, en outre leur influence sur l'environnement (le sol), dans le but de la capacité de la biodégradation par les microorganismes.

2. Présentation de zone d'étude

2.1 Situation géographique

La région de Oued Righ est située entre les latitudes 34 et 09 au nord, et entre les longitudes 32 et 54 (**Chafoua, 2016**) et le plateau de la vallée du M'zab. La région part de la zone d'Ain Al-Safra près de la ville d'Umm Al -Tuyour au nord et se termine dans la ville de Qouq au sud (**Nesson, 1965**). La longueur de la région est d'environ 160 km, et sa largeur varie de 30 à 40 km (**Gouskoo, 1952**).

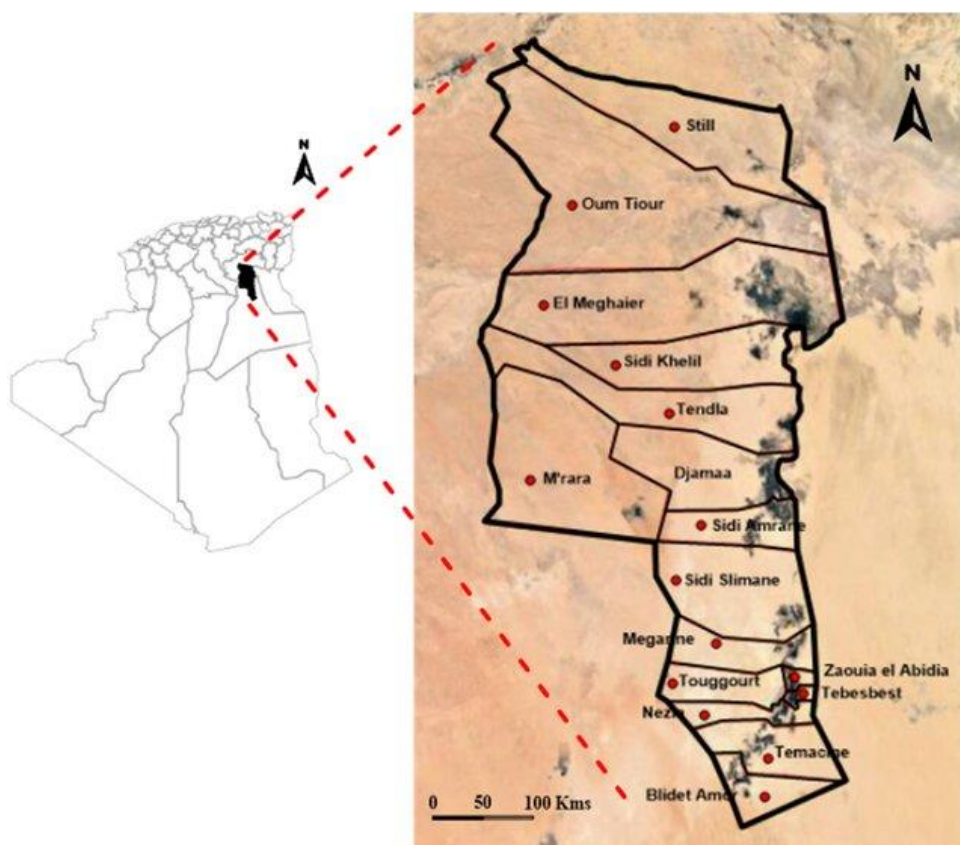


Figure I.1 : Situation géographique de la région de oued Righ

2.2. Climat et végétation

Comme le reste des zones désertiques, le climat désertique prévaut dans la région de Oued Righ, est un climat continental sec qui est froid en hiver et chaud en été, surtout quand les vents empoisonnés (Al-Shahili) soufflent, et la moyenne la température peut atteindre 40 et 30 la nuit, en plus des tempêtes de sable qui soufflent sur la région au printemps et en automne et en raison du climat chaud et sec qui caractérise de cette région, ses pluies sont faibles et irrégulières, souvent les sables les épuisent jusque dans leurs profondeurs, mais parfois elles provoquent des inondations massives qui emportent tout sur leur passage (**Al-Tayeb, 2011**).

Quant à la plante répandue dans Oued Righ, elle a fait l'objet de le sultan du climat désertique, nous constatons donc que la plupart des plantes qui y poussent sont des plantes qui supportent la sécheresse, au premier rang desquelles le palmier qui tombe, en particulier, parce qu'il supporte le climat désertique rigoureux (**Mayasi, 2005**).

2.3. Reliefs

Oued Righ était caractérisé par une variété de topographie, de simplicité et de planéité, où il y a une légère pente du sud du village de Qouq à la zone d'Al-Shatout près d'Al-Mughayir au nord dans la région de Shatt Marwan, qui se trouve à 35 mètres sous le niveau de la mer (**Qadri, 2014**).

Al-Arak

Al-Arak sont des zones plates et exposées de la surface de la terre couvertes de sable, appelées localement avec des épées. lacs sans drainage qui se répandent dans les zones arides et semi-arides en fonction de peu d'eau de pluie, comme le lac Marjah (**Qadri, 2014**).

Al-Shatoot

Il est représenté dans les lacs sans drainage qui s'étendent dans les régions arides et semi-arides et repose sur peu d'eau de pluie, comme le lac Marjaja (**Qadri, 2014**).

3. Matériels

3.1. Description des échantillons

Les souches microbiennes étudiées ont été isolées à partir de deux échantillons différents. Le premier échantillon, E1, a été prélevé dans le sol de région d'Al-BaaJ tandis que le deuxième échantillon, E2, a été prélevé dans une sebkha de la région d'Ain Cheikh.

	
Figure I.2 : Echantillon du sol de sabkha d'Ain al-Sheikh	Figure I.3: Echantillon du sol d'Al-BaaJ, la zone de l'explosion de pétrole

Le choix de deux sols est dans le but de se concentrer sur l'utilisation de micro-organismes pour éliminer ou réduire la toxicité des sols affectés par l'utilisation excessive de pesticides ou par des incidents environnementaux tels que les explosions des canaux de pétrole et Sabkha se Ain Chikh.

Tableau I.1: Analyses physicochimiques des sols

Paramètre Echantillon	pH	Cendre (%)	Humidité (%)	CE (mS/cm)
Sol sebkha	6.2	0.0015	13.56	1.0364
Sol Baaj	5.6	1.24	7.64	1.6488

3.2. Pesticides utilisés

Nous avons pris deux types de pesticides à l'agriculteur

Tableau I.2: caractérisation des pesticides utilisés

Pesticide	Définition	Photo	Nature	Utilisation	La dose	Les dommages
Vapcomic	Il est très efficace pendant une période plus longue par rapport aux autres pesticides car il contient une grande proportion de l'ingrédient actif, l'ivermectine Bla		Liquide	Insecticide pour tous les types d'araignées	1.2%.	Amnésie. Paralysie respiratoire. Système immunitaire affaibli. allergie.
Tiller	Un herbicide général, systémique et non sélectif		liquide	Il est utilisé après la germination pour les mauvaises herbes annuelles larges, élancées et vivaces	48%.	Hypertension. Dommages au système nerveux central. avoir un cancer. Effondrement de la fonction hépatique et déséquilibre hormonal

4. Méthode

4.1. Isolement des souches microbiennes

Nous avons pesé 1 gramme du sols utilisés : sebkha de la région d'Ain El-Sheikh et sol de "Baaj", qui servent en solution mère.

4.1.1. Technique de dilution

La dilution est le processus de réduction de la concentration d'une solution, également connue sous le nom d'extension. Nous diluons une solution saline en ajoutant une quantité de solvant à celle-ci. Diluer une solution signifie ajouter une nouvelle quantité de liquide solvant sans ajouter de nouveau soluté. Le liquide est bien mélangé pour assurer l'homogénéité de la solution. Cela signifie que le nombre de moles de soluté ne change pas lors de la dilution de la solution, mais son volume et sa concentration changent.

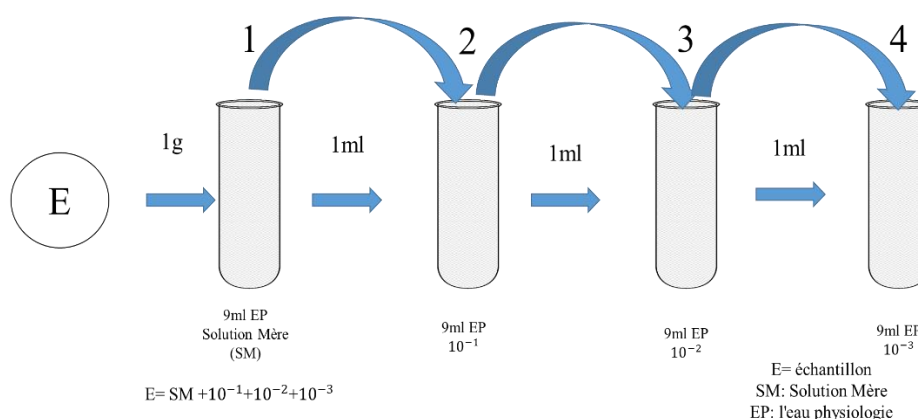


Figure I.4 : Technique de dilution des échantillons des sols

4.1.2. Préparation de milieu de culture et ensemencement

Pour le milieu de culture des champignons, nous avons pris 12'28g de milieu Sabouraud et l'avons mis dans 200 ml d'eau distillée. nous avons ensuite porté le mélange à ébullition dans une plaques chauffante pendant 15 /20mn , puis nous l'avons stérilisé dans un autoclave. Cela a permis de préparer le milieu de culture pour les champignons.

Pour le milieu de culture bactérien, nous avons pris une masse de 5,6 g de gélose nutritive que le dissous dans 200 ml d'eau distillée. nous avons également porté le mélange à ébullition dans une plaques chauffante pendant 15 /20mn , avant de le stériliser dans un

autoclave. Ensuite, vous avez mis les échantillons dans le réfrigérateur pendant une journée entière. Il est important de stériliser les milieux de culture pour éviter la contamination par des bactéries ou des champignons indésirables, qui pourraient fausser les résultats des expériences menées. La mise au réfrigérateur des échantillons peut également aider à prévenir la croissance de micro-organismes indésirables avant leur utilisation ultérieure.

4.1.3 L'ensemencement

L'ensemencement se fait en déposant une goutte de chaque dilution sur des milieux de culture gélose et Sabouraud, qui sont des milieux couramment utilisés pour cultiver différents types de micro-organismes. Ensuite, les milieux de culture sont placés dans une étuve à une température de 37°C pendant 24 heures, ce qui permet aux micro-organismes de se développer. Après 24 heures, nous pouvons observer la croissance des micro-organismes sur les milieux de culture et les identifier en fonction de leur morphologie et de leurs caractéristiques biochimiques. Cette méthode peut être utile pour évaluer la diversité et la quantité de micro-organismes dans un sol ou un échantillon d'eau, ainsi que pour détecter la présence de micro-organismes pathogènes ou nuisibles pour les cultures.

4.1.4. Identification

4.1.4.1. Technique de coloration de Gram

La coloration de Gram est une méthode de coloration différentielle utilisée en microbiologie pour différencier les bactéries Gram+ et Gram- en fonction de la structure de leur paroi cellulaire. La coloration de Gram est basée sur la capacité des bactéries à retenir ou non un colorant cristal violet-iodure de potassium après traitement avec de l'alcool éthylique et une contre-coloration avec de la safranine. La technique est comme suit :

- ✓ Prélever un peu de chaque échantillon de bactéries et le déposer sur une lame de verre propre et stérilisée.
- ✓ Sécher la lame à l'air ou à l'aide d'un chauffage doux.
- ✓ Ajouter une goutte de cristal violet sur chaque échantillon et laisser agir pendant 1 minute.
- ✓ Ajouter de l'iode sur chaque échantillon pendant une période de 5 à 10 secondes.
- ✓ Rincer délicatement les échantillons à l'eau distillée pour enlever l'excès d'iode.
- ✓ Ajouter de l'alcool éthylique pour décolorer les échantillons. Il est important de faire attention à la durée pendant laquelle l'alcool est ajouté, car si on laisse trop longtemps, les bactéries peuvent perdre leur coloration violette.

- ✓ Ajouter une goutte de safranine ou de fuschine sur chaque échantillon et laisser agir pendant 1 minute.
- Rincer délicatement les échantillons à l'eau distillée, puis sécher à l'air ou à l'aide d'un chauffage doux. Le but de cette technique est de distinguer bactérie gram + et gram-. **(Belaid et Hocine, 2017).**

4.1.4.2. Test de Catalase

C'est une méthode utilisée pour détecter la présence de l'enzyme catalase dans les bactéries. L'enzyme catalase est produite par de nombreuses bactéries pour dégrader le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) en eau et en oxygène, ce qui protège la cellule bactérienne contre les dommages oxydatifs. Voici les étapes détaillées de ce test de catalase :

- Préparer une lame propre et sèche.
- Déposer une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes sur la lame.
- À l'aide d'une pipette Pasteur stérilisée, ajouter une petite quantité de l'inoculum bactérien sur la goutte d'eau oxygénée.
- Observer immédiatement la réaction qui se produit. Si des bulles d'oxygène se forment rapidement, cela indique la présence de l'enzyme catalase dans la bactérie testée. **(Belaid et Hocine, 2017).**

4.1.4.3. Coloration des champignons

Le bleu de méthylène est un colorant couramment utilisé en biologie et en médecine. Entre autres, il est utilisé pour des tests de viabilité cellulaire : après application du colorant, les cellules vivantes restent incolores, alors que les cellules mortes deviennent bleu.

4.2. Biodégradation des pesticides par les souches microbiennes isolées

Nous avons pris deux types d'insecticides les plus utilisés dans la région, à savoir le Vapcomic et le Tiller. Nous avons utilisé les doses suivantes : 0,1 ml, 0,2 ml et 0,4 ml.

4.2.1. En cas des souches bactériennes

Nous avons fait une étude pour tester les effets de différentes doses d'insecticides sur des bactéries cultivées dans du milieu liquide (Bouillon nutritive). Voici les étapes adoptées :

- 🌈 Préparer une suspension bactérienne dans du milieu liquide.

- ✚ Répartir ces bactéries dans 6 tubes de 10 ml chacun.
- ✚ Ajouter les différentes doses de deux types d'insecticides (Tiller et Vapcomic) dans chaque tube.
- ✚ Ensuite, nous lisons l'absorbance dans un spectromètre avec une longueur d'onde de 600 nm.

4.2.2. En cas des souches fongiques

Nous préparons un milieu de culture solide à partir de 20 ml de Sabroudaud et ajoutons différentes doses d'insecticides (0,1 ml, 0,2 ml et 0,4 ml). Ensuite, nous avons semé du mycélium sur le milieu de culture après un quart d'heure. Un jour après le semis, nous avons mesuré la croissance des champignons.

Chapitre II : Résultat et discussion

II.1. Analyses physicochimiques des sols

Les propriétés physicochimiques de deux échantillons du sol de Sabkha Ain Al-Sheikh et Al-Baaj sont rapportées dans le tableau suivant.

Tableau II.1 : Analyses physicochimiques des sols

Paramètre Echantillon	pH	Cendre (%)	Humidité (%)	CE (mS/cm)
Sol sebkha	6.2	0.0015	13.56	1.0364
Sol Baaj	5.6	1.24	7.64	1.6488

Le tableau suivant représente les analyses physicochimiques du sol d'Al-Ba'aj et de Sabkhat Ain Al-Sheikh, où nous avons obtenu les résultats suivants : Le pH de Sabkhat Ain Al-Sheikh était de 6,2 et le sol d'Al-Ba'aj était de 5,6 et la quantité de sels présents dans Sabkhat Ain Al-Sheikh était de 0,0015 et le sol d'Al-Ba'aj était de 1,24. La première conductivité électrique est de 1,0364 et la seconde de 1,6488.

Ses résultats se confrontent avec ceux obtenus par **Boucherit (2011)**, **Kherraz et Lobri (2015)** et **Massaoudi et Bekkari (2016)** qui ont trouvés une gamme de pH entre (7.71- 8.11). Selon **Benmouaffeki (2011)** et **Hammia (2012)**, la réaction du sol (pH) est influencée par la nature de sels. Alors que certains sels sont acidifiant (CaSO_4 , KCl , MgSO_4) d'autres sont alcalinisant (NaHCO_3 , CaCO_3 , Na_2CO_3).

Les analyses ont montré que l'échantillon est presque nul en matière organique (0.00033 %) mais relativement riches en sel minéraux. Elles ont également montré un taux relativement élevé d'humidité de sol (14.6 %).

Le pH optimal de croissance de beaucoup de bactéries est proche de la neutralité (pH 7). Lorsque le microorganisme est confronté à un environnement trop acide ou trop basique, il régule son pH intracellulaire jusqu'à un certain point. Une acidification ou une alcalinisation importante du milieu a pour effet de ralentir considérablement la croissance bactérienne, voire d'entraîner la mort cellulaire lorsque des enzymes indispensables sont inhibées.

De même, certaines enzymes produites par la bactérie et excrétées dans le milieu environnemental pour permettre la dégradation de macromolécules et leur assimilation ne pourront plus rester actives si le pH s'éloigne de la neutralité : la nutrition bactérienne sera entravée au détriment de la croissance.

Certaines molécules (acides faibles par exemple) produites par d'autres microorganismes peuvent, en entrant dans la cellule, modifier de manière importante le pH interne. Les microorganismes ont mis en place des mécanismes de réponse au stress leur permettant de survivre dans des conditions de pH limites.

II.2. Isolement des souches bactériennes et fongiques

II.2.1. Observation macroscopique

Le tableau suivant montre les résultats des observations macroscopiques pour les champignons :

Tableau II.2 : Observation macroscopique des champignons

	Champignon	
E1	S1	S2
	*Couleur : Blanc *Aspect : indéfini	*Couleur : Noir entouré de blanc * Aspect : ronde
E2	S1	
	*Couleur : Blanc * Aspect : indéfini	

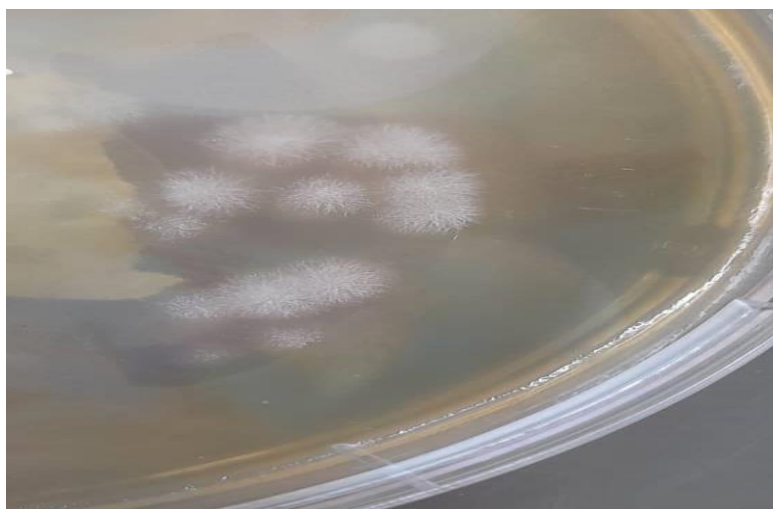


Figure II.1: Observation macroscopique des champignons

L'échantillon 1 représente Sabkha Ain al-Sheikh : S1 L'apparence du champignon est de couleur blanche et n'a pas d'odeur, S2 L'apparence du champignon est en noir et blanc dans un cercle forme sans aucune odeur. L'échantillon 2 : S1 apparaît blanc avec une odeur.

Après avoir préparé le milieu de culture pour les champignons, chacun d'eux est spécifique à un certain sol, où deux types de champignons sont apparus du marais d'Ain al-Sheikh, le premier se distinguait par une couleur blanche et sans odeur, tandis que le second se distinguait par une couleur noire entourant le blanc avec une odeur et une forme circulaire, tandis que l'échantillon de sol d'Al-Baaj puis un type de champignon est apparu, Il se distingue par une couleur blanche avec une odeur.

Le tableau suivant montre les résultats des observations macroscopiques de bactéries. L'échantillon 1, pour S1, l'apparition de bactéries en rose et sans odeur, pour S2, les bactéries sont apparues en blanc et sans odeur. S₃ Apparition de bactéries de couleur jaune neutre.

L'échantillon 2 pour S₁, apparition de bactéries blanches avec une odeur, les bactéries S2 apparaissent de couleur rose avec une odeur.

Après avoir préparé le milieu de culture pour les bactéries et l'avoir laissé pendant 24 heures, trois types de bactéries sont apparues dans la sebkha d'Ain al-Sheikh, où elles se distinguaient par différentes couleurs, notamment le rose, le blanc, le jaune, le neutre et l'absence de aucune odeur, tandis que le sol sélectionné d'Al-Baaj était caractérisé par une odeur, contrairement aux autres, qui étaient de couleur similaire au blanc et au rose.

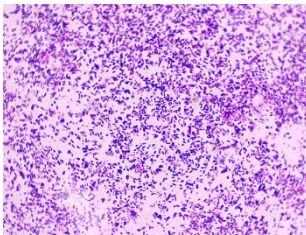
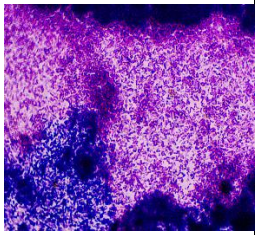
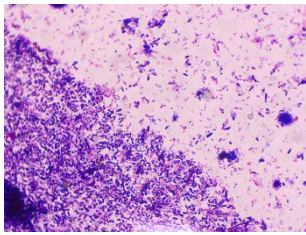
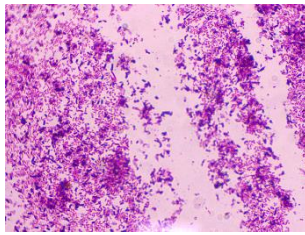
Tableau II.3 : Observation macroscopique des bactéries

	Bactérie	
E1	S1	S2
	*Couleur : Rose * Aspect : indéfini	*Couleur : Blanc * Aspect : indéfini
E2	S1	S2
	*Couleur : Blanc * Aspect : Déterminé	*Couleur : Rose * Aspect : Déterminé

II.2.2. Observation microscopique

Le tableau suivant montre les résultats microscopiques des bactéries aux grossissements (x100) après le processus de coloration de Gram.

Tableau II.4 : Observation microscopique de bactérie

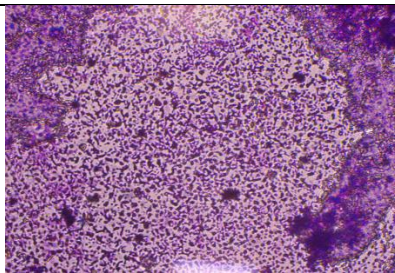
E1S1	E1S2	E2S1	E2S2
Gram + Forme : coccus Regroupement : Amas	Gram- Forme : Bacille Regroupement : Amas	Gram+ Forme : Coccobacille Regroupement : Amas/ streptocoque/diplocoque	Gram+ Forme : cocus Regroupement : streptocoque/diplocoque
			

Nous avons remarqué dans l'échantillon 1S₁, l'apparition de bactéries de type Gram positif de forme circulaire avec un regroupement en Amas, E₂S₁; apparition de bactéries Gram positive, rondes et rectangulaires et en groupe streptocoque, diplocoque, Amas, E₂S₂; au microscope optique, nous avons observé des bactéries Gram positive à morphologie allongée dans le groupe streptocoque/diplocoque.

Après le processus d'application d'une technique de coloration sur des bactéries en ajoutant ce qui suit au premier œil, deux types différents de bactéries, gram-négatif et gram-positif, avec des formes différentes sont apparus, alors qu'ils étaient similaires dans l'assemblage, contrairement à l'échantillon 2; des bactéries d'un type, gram-négatif, avec différentes formes et différents amas, sont apparues.

Le tableau suivant présente les résultats de microscopie pour les champignons au grossissement 10 après la coloration au bleu de méthylène.

Tableau II.5 : Observation microscopique de champignon.

	Champignon	Photo
E1	S1 Couleur : bleu Forme : sphérique	

E2	S2 Couleur : bleu Forme : filamenteuse	
----	--	---

Nous avons remarqué ce qui suit : deux types de champignons sont s1, un champignon de type levure, caractérisé par une forme sphérique, et s2 , qui a une forme filamenteuse.

II.3. Etude de la biodégradation des pesticides par des souches microbiennes

II.3.1. Cas de pesticide Tiller

II.3.1.1. Dégradation par les champignons

Nos résultats sont représentés dans les figures suivantes. Les résultats représente la mesure de la croissance fongique contre un pesticide tiller où nous notons :

La croissance des champignons 1 pour les trois doses a commencé après le deuxième jour, et le taux de croissance le plus élevé a été enregistré le quatrième jour par rapport à la dose₁, qui a atteint 2,8 cm, contrairement aux doses ₂ et 3, le pourcentage le plus faible de dose ₁, car elle a été estimée à la dose ₂ : 2,6 cm et à la dose ₃ : 2,2 cm.

Afin de connaître l'étendue de l'effet des champignons sur le pesticide Tiller, nous avons cultivé un milieu en acier auquel différentes doses de pesticide Tiller ont été ajoutées. L'impact des champignons sur les pesticides varie avec des doses de pesticides afin que le taux de croissance le plus élevé de la dose soit comparé à deux et trois en croissance moindre.

La croissance des champignons 2, en présence de pesticide Tiller, a commencé pour les trois doses après le deuxième jour, lorsque le pic de croissance a atteint 2,3 cm pour les doses 1, 2 et 3. Il s'agissait du pourcentage le plus faible de la dose 1, car elle a enregistré pour eux le taux le plus élevé : dose₂ : 2,8 cm, dose₃ : 2,3 cm.

Notons que le pesticide Tiller à le même effet sur les champignons, son pic est enregistré à la dose 1 pour les champignons 2, bien qu'il enregistre une augmentation de la croissance pour le reste des doses (la croissance ne s'arrête pas).

P1 <table><tr><th>Day</th><th>D1 (cm)</th><th>D2 (cm)</th><th>D3 (cm)</th></tr><tr><td>2J</td><td>2.5</td><td>1.9</td><td>1.6</td></tr><tr><td>3J</td><td>2.6</td><td>2.5</td><td>1.8</td></tr><tr><td>4J</td><td>2.7</td><td>2.6</td><td>2.1</td></tr></table> Figure II.2 : Evolution de le croissance de champignon S1 en présence de pesticide Tiller.	Day	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	2J	2.5	1.9	1.6	3J	2.6	2.5	1.8	4J	2.7	2.6	2.1	P1 <table><tr><th>Day</th><th>D1 (cm)</th><th>D2 (cm)</th><th>D3 (cm)</th></tr><tr><td>2J</td><td>2.0</td><td>1.8</td><td>2.0</td></tr><tr><td>3J</td><td>2.2</td><td>2.2</td><td>2.1</td></tr><tr><td>4J</td><td>3.3</td><td>2.9</td><td>2.3</td></tr></table> Figure II.3 : Evolution de le croissance de champignon S2 en présence de pesticide Tiller.	Day	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	2J	2.0	1.8	2.0	3J	2.2	2.2	2.1	4J	3.3	2.9	2.3
Day	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)																														
2J	2.5	1.9	1.6																														
3J	2.6	2.5	1.8																														
4J	2.7	2.6	2.1																														
Day	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)																														
2J	2.0	1.8	2.0																														
3J	2.2	2.2	2.1																														
4J	3.3	2.9	2.3																														

II.3.1.2. Dégradation par les bactéries

L'histogramme 1 représente les résultats de la lecture du taux de croissance des bactéries contre le pesticide Tiller, où l'on enregistre le taux de croissance le plus élevé à T : 0 à la dose 2, où il atteint 0,4nn, et le taux le plus élevé a été estimé à la dose 1 : 0,34nn et dose 3 : 0,1 nm A T : 24, le taux de croissance le plus élevé a été enregistré à la dose 2 de 0,05 nm, contrairement à la dose 1 : 0,002 nm et à la dose 3 : 0,45.

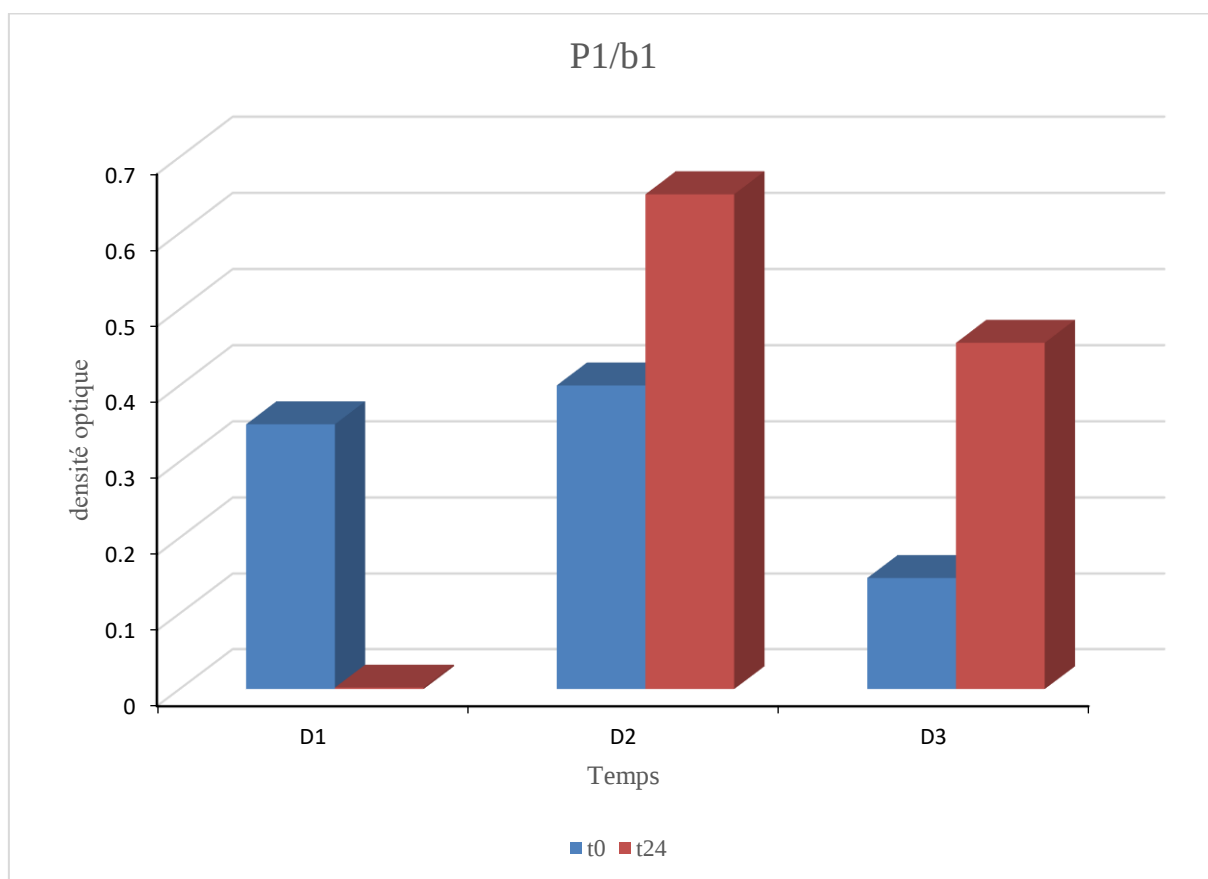


Figure II.4 : Evolution de la densité optique de bactérie S 1 en présence du pesticide Tiller.

La figure suivante, représente les résultats d'un taux de croissance bactérienne 2 lu par rapport à un pesticide tiller. Où le taux de croissance le plus élevé a été enregistré à T : 0,08 à la troisième dose, par rapport à la dose 1, qui a atteint 0,5 nm, et à la dose deux, qui a atteint 0,4nm. T: 24, le taux le plus élevé a été enregistré à la dose 1, à un taux de : 0,6 nm, suivi de la dose 3 à un taux de 0,29 nm, et le taux de croissance le plus faible à la dose 2 à un taux de 0,2 nm.

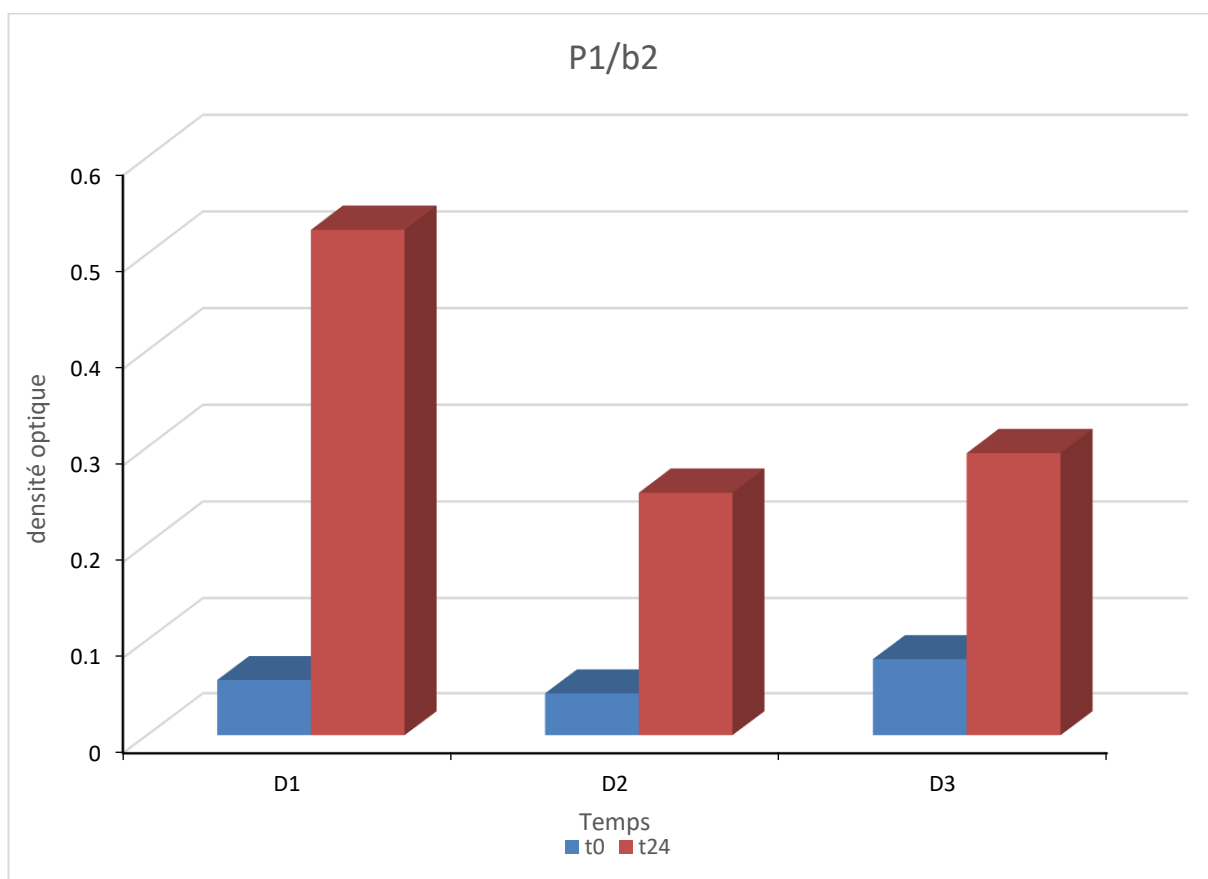


Figure II.5 : Evolution de la densité optique de bactérie S 2 en présence du pesticide Tiller.

II.3.2. Cas de Pesticide vapcomic

II.3.2.1. Dégradation par les champignons

Les résultats représentent la mesure de la croissance fongique contre un pesticide vapcomique où nous notons :

La croissance du champignon 1 pour les trois doses a commencé après le deuxième jour et le taux de croissance le plus élevé a été enregistré le quatrième jour pour la dose 3, qui était de 2,2 cm, contrairement aux doses 1 et 2 et le taux de croissance le plus faible a été enregistré à partir de la dose 3, lorsqu'il a été estimé à la dose 1:2 cm et à la dose 2:2 cm.

Alors que la courbe 2 montrait l'effet des champignons 1 afin de connaître la substance de l'effet du champignon sur le pesticide Vapcomique , où le taux de croissance le plus élevé a été enregistré à 2,3 cm à la dose 3. Il a une relation avec les doses. Comme pour le pesticide, Vapcomique, plus la dose est élevée, plus le taux de croissance est élevé.

Pour de la croissance des champignons S2 en présence du pesticide vapcomique. La croissance fongique a commencé après le deuxième jour pour les trois doses, puisque nous

avons enregistré le taux de croissance le plus élevé de 5,5 cm pour la dose 3, contrairement aux doses 1 et 2, où il a été enregistré à la dose 2 : 34 cm, dose 1 : 2,9 cm.

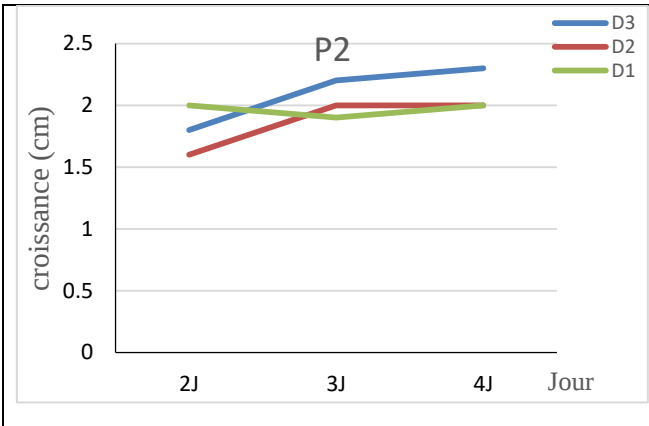


Figure II.6 : Evolution de la croissance de champignon S1 en présence de pesticide vapcomique.

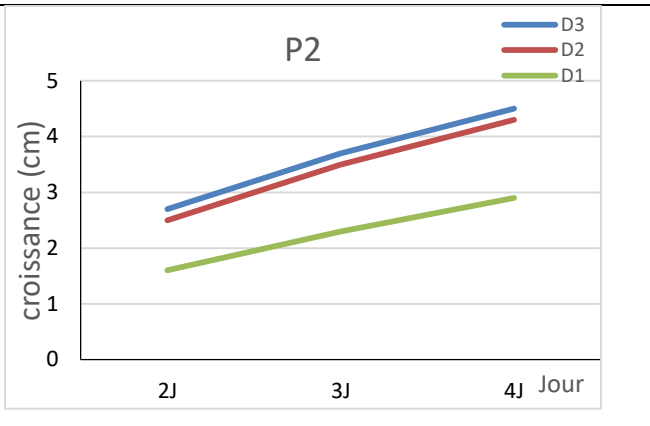


Figure II.7 : Evolution de la croissance de champignon S2 en présence de pesticide vapcomique.

II.3.2.2. Dégradation par les bactéries

Les figures suivantes représentent les résultats de la lecture du taux de croissance des bactéries 1 et 2 contre Vapcomique, où l'on note la stabilité de la croissance bactérienne 1 et 2 aux trois doses à la valeur 3.

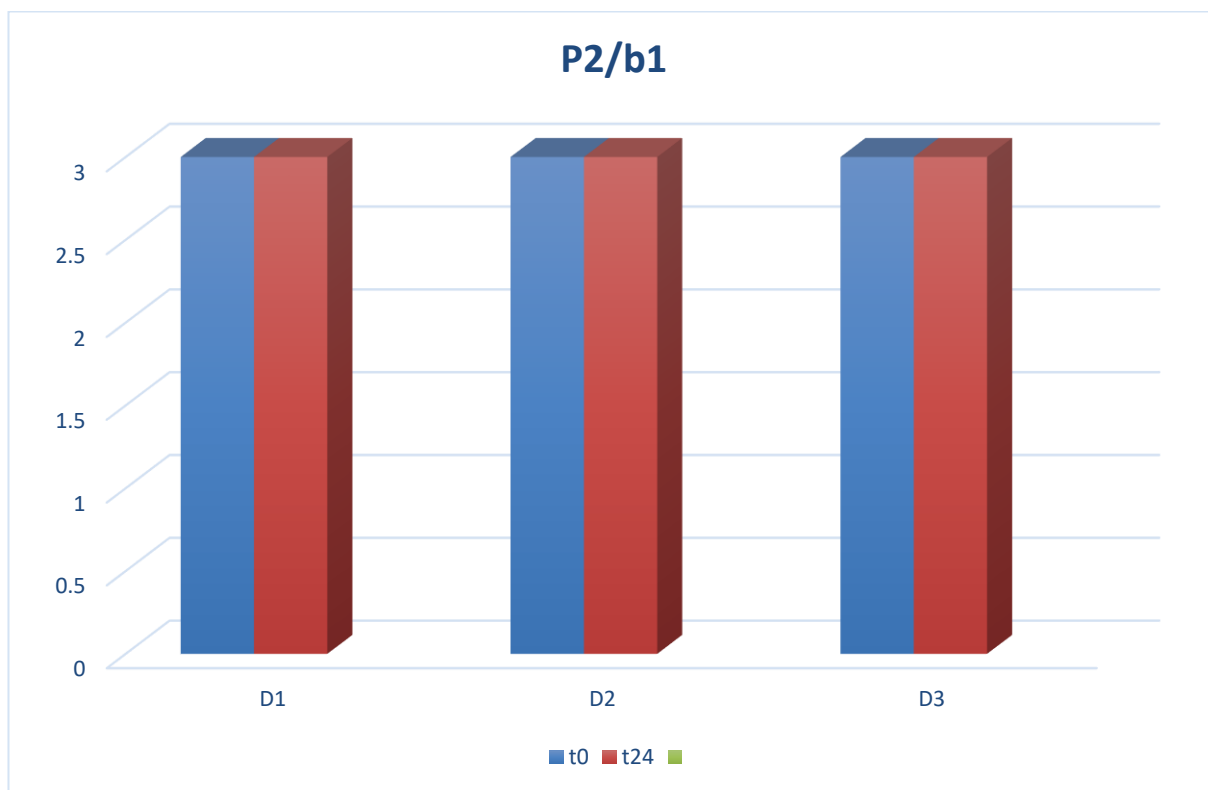


Figure II.8 : Evolution de la densité optique de bactérie S1 en présence de pesticides vapcomique.



Figure II.9 : Evolution de la densité optique de bactérie S2 en présence de pesticides vapcomique.

Ce travail repose sur l'utilisation de deux types de sols précédemment endommagés, le premier est Sabkha Ain al-Sheikh, et le second est le sol Baaj, qui a été endommagé par l'explosion de pétrole

Où l'on a utilisé des micro-organismes sous l'influence de deux types d'insecticides « Tiller et Vapcomique », les résultats se manifestent en plusieurs points comme suit :

- ✚ Malgré la différence de type de champignon, l'effet de Vapcomique sur celui-ci a été positif, car "la dose a augmenté, la croissance a augmenté
- ✚ L'effet des Tiller sur les deux types de champignons a augmenté à la dose D1 jusqu'à ce qu'il ne s'arrête pas et a augmenté dans une moindre mesure aux autres doses "D2, D3".
- ✚ Le pesticide Vapcomique n'affecte pas les bactéries de toutes sortes, "effet statistique", la croissance reste constante.
- ✚ La croissance bactérienne était fluctuante sous l'effet de pesticide Teller.

La croissance positive des champignons sous l'influence des pesticides Teller et vapcomique indique qu'ils ont la capacité de résister et de tolérer, bien que nous n'ayons pas prouvé la validité de la décomposition du pesticide par ces champignons, mais nous pouvons présenter une hypothèse selon laquelle ces les champignons sont capables de décomposer à la fois Teller et vapcomique. Cela est dû à la croissance de ces champignons en présence de la substance active **Apamexin c48H72O14**, qui appartient à la famille avetmrtine et est considérée comme un composé qui dégradé très rapidement à la lumière stable aux pH: 5 à 9 dans l'eau et non facilement biodégradable, la famille de **avermectine**, utilisé comme substance active biocide en tant qu'insecticide pour des culture légumière.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les pesticides sont devenus une composante majeure de l'environnement agricole, tant dans le monde qu'en Algérie en particulier. Les deux types de pesticides Tiller et Vapcomic sont parmi les types d'insecticides les plus utilisés dans la région d'Oued Rig, ce qui leur accorde la plus grande attention, malgré le rôle efficace des pesticides, notamment dans la préservation de la production agricole, mais selon de nombreuses études, leur exposition n'est pas dénuée de dangers réels pour la plante, l'animal, l'homme et l'environnement.

Dans ce travail en cours, l'isolement de deux échantillons du sol du désert, le premier d'Ain al-Sheikh, et le second du sol de Baaj affecté par l'explosion de pétrole, a permis d'obtenir des micro-organismes de champignons et de bactéries, où 4 souches de bactéries et deux souches de champignons ont été isolées pour connaître leur capacité à biodégrader les pesticides les plus couramment utilisés dans la région d'Oued Rig (Tiller et Vapcomic, afin de s'en débarrasser ou de réduire sa toxicité, a été utilisé à différentes concentrations (0,1 ml / 0,2 ml/ 0,4 ml).

Les résultats de notre étude ont montré que les champignons ont prouvé leur capacité à tolérer et à résister aux deux types de pesticides, alors que les bactéries n'avaient d'effet que sur un seul type de Tiller, sa croissance étant fluctuante contrairement au Vapcomic qui n'affectait pas et un effet statistique a été noté.

Enfin, nous vous proposons quelques conseils à prendre en compte:

- ✓ Sensibiliser la ferme au danger des pesticides excessifs.
- ✓ Fertiliser le sol et peigner-le avec des engrais naturels avant de planter.
- ✓ Rechercher des alternatives naturelles au lieu des pesticides industriels et chimiques.
- ✓ Analyse du sol et connaissance des composés ou nutriments manquants.

Références

Références

1. ACTA. (2005). Index phytosanitaire, Association de Coordination de Technique Agricole.
2. Amadou D., (2013). Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Seeegal), Thèse de doctorat de l'Université du Littoral Côte d'Opale, P: 29, 31,
3. AMIOUR .Ch 2016/ 2017, mémoire de magister (Étude de la toxicité chez les rats d'un mélange de pesticides commercialisés), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Seddik Benyahia Jijel, 64 P, p(06).
4. AYELE J., LAVAVASSEUR P. et MAZET M., (1996), Adsorption de triazines sur Charbon Actif en Poudre, J. Water SRT - Aqua, 45(1), 28-34
5. Belaid C.,Hocine H. (2017). Isolement et caractérisation des souches d'entérocoques multirésistantes en clinique au niveau de l'hôpital d'Amizour. Master, Université A. MIRA - Bejaia. Algeria.
6. BETTICHE F., (2017). Usages des produits phytosanitaires dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles. Thèse doctorat, sciences agro. Univ. Mohamed Khider, Biskra. 302P.
7. Boileau Éva, (2015), écotoxicologie et impacts sanitaires des pesticides en réponse à l'augmentation des ravageurs amenés par les changements climatiques : portrait, perspectives et recommandations, page :39,42,43,45.
8. BOUZIANI Mustapha (Docteur Épidémiologiste). L'usage immodéré des pesticides : De graves conséquences sanitaires. Faculté de Médecine d'Orange. Santé Maghreb, Le guide de la Médecine et de la santé en Algérie. 26 Juin 2007.
9. Burrows H.D.,CanleL.M., Santaballa J.A., SteenkenS., 2002, reaction pathways and mechanisms of photodegradation of pesticides, J. Photochem. Photobiol. B: Biol., 67, 71-108.
10. Calvayrac C., 2011, Dégradation Biologique de La Sulcotrione Dans un Sol Agricole : Recherche D'une Eventuelle Biodégradation Accélérée et Caractérisation De Souches Bactériennes Potentiellement Dégradantes, Thèse De Doctorat, Université De Perpignan Via Domitia.
11. Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P., Coquet Y. 2005, Les Pesticides Dans Le Sol - Conséquences Agronomiques et Environnementales: Dégradation de Pesticide P : 255-261, Editions France Agricole.

12. CARBONNIER F., PRADOS M. et SCANLAN F.P. (1992), L'Atrazine dans l'Eau : Introduction à l'Analyse de Traces et aux Traitements Industriels, l'Eau, l'Industrie, les Nuisances, 153, 50-53
13. Cependant la composition d'une formulation pesticide ne se limite pas qu'à (aux) la (les) matière (s) active (s) (IUF/UITA/IUL, 2001)
14. Chaussod, R., Nicolardot, B. et Catroux, G. (1986). Mesure en routine de la biomasse micro- bienne des sols par la méthode de fumigation au chloroforme. Science du Sol. 2: 201-211.
15. CRAAQ (2016). Utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).
16. CROLL B.T., CHADWICK B. and KNIGHT B. (1992), The Removal of Atrazine and Other Pesticides from Water using Granular Activated Carbon, Water Supply, 10, 111-120.
17. Dphid M. (2005). Immunologie Aide mémoire illustré 4eme éd anglaise. P : 22, 24, 25.
18. Dumas D.P., Caldwell S. R., Wild J. R., Raushel F. M., (1989), Purification and properties of then phosphotriesterase from Pseudomonas diminuta. The Journal of Biological Chemistry, 26, 19659-19665
19. ELBAKOURI H., 2006- Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par Utilisation des Substances Organique Naturelles (S.O.N). Thèse de Doctorat. Université Ebdelmalek Essaadi, Tanger, 200 p.
20. FAO stat. Pesticides Utilisation. Organisations des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organisation). 1998-2017.
21. Faostat, (2014). Algérie. URL: <http://faostat.fao.org>.
22. Fardjallah ,R (2018) : Pesticides et pratiques phytosanitaires dans l'agriculture des Ziban (Cas de la sericulture).149p
23. Forman S, Novák J, Tykva R, Kás J, Wimmer Z, Ruml T. Evaluation of toxicity of pesticides and their biodegradation products using human cells. Chemosphere, 46 (2002).209217.
24. FOSTER D.M., RACHWAL A.J. and WHITE S.L. (1991), New Treatment Processes for Pesticides and Chlorinated Organics Control in Drinking Water, J. IWEM, 5, 466-477.
25. GAGNE C. (2003) L'utilisation des pesticides en milieu agricole mémoire présenté à la commission sur l'avenir de l'agriculture et l'agroalimentaire québécois p.

26. GASMI S., (2018). Neurotoxicité de deux pesticides (Acetamipride et Deltamethrine) et la prévention de cette toxicité par la quercétine chez le rat. Thèse Doctorat : Toxicologie Cellulaire de Biologie Appliquée. Université de Larbi Tebessi.Tebessa. 116P.
27. Gavrilescu M., 2005, Fate of Pesticides in the Environment and Its Bioremediation, Eng. Life Sei., 5(6), P: 510-513, DOI: 10.1002/Elsc.200520098.
28. GRIMFELD A., (2001). Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires. Comité de la prévention et de la précaution CPP. Paris :25,45p <http://www.environnement.gouv.fr/ministere/comitesconseils/cpp-fichedescriptive>.
29. Guillard C, Fischer M, Herrmann J.M, Agüera A, Tejedor A, Piedra L, FernandezAlba A. Analyse des metabolites de degradation photocatalytique de divers pesticides dans les eaux de la région d'Almeria (Espagne). Actes du 30ème congrès du groupe français des pesticides. (2001), pp. 29-37.
30. HAIST-GULDE B., BALDAUF G. and BRAUCH H.J. (1993), Removal of Pesticides from Raw Waters, Water Supply, 11, 187-196.
31. HAMIDECHI A. (Professeur - UFM Constantine) BOUDEMAGH A. (Professeur - UFM Constantine). KITOUNI M. (Professeur – UFM Constantine). (Biodégradation des pesticides et recherche d'actinobactéries d'origine Saharienne présentant ces aptitudes métaboliques)•Université des Frères Mentouri Constantine 2017.
32. Horne I., Sutherland T. D., Harcourt R. L., Russell R. J., Oakeshott J. G., (2002), Identification of an opd (organophosphate degradation) gene in an Agrobacterium isolate, Applied and Environmental Microbiology, 68, 3371-3376
33. Huma La peine rigol,Rouveillon et Autres.(1978).Oasis du Sahara algérien.études de photos – interprétations .Institut géographique national:(06).Paris.
34. INDEX PHYTOSANITAIRE., (2017). avenue colonel Amirouche. Alger. DPVCT. 2-10pp.
35. IUF/UITA/IUL. (2001). Manuel de formation sur les pesticides. Projet PNUE - Sustainlabour: Renforcer la participation des syndicats dans les processus environnementaux internationaux.p.100
36. James-TanoZ., 2011, Identity, Physical and Chemical Properties of Pesticides: Pesticides in the Modern World - Trends in Pesticides Analysis, Dr. Margarita Stoytcheva (Ed.), ISBN: 978-953-307-437-5, Intech.
37. Javaid MK, Ashiq M, Tahir M (2016) Potentiel des agents biologiques dans la décontamination des sols agricoles. Scientifica 2016, 1598325 9 pages [article gratuit de PMC] [PubMed]

38. Katagi T., 2004, Photodegradation of Pesticides on Plant and Soil Surfaces, Rev. Environ. Contam.Toxicol. 182:1-195.
39. khodja A, court de parasitologie tome 3éd 3, 01,3751, 83: 3-4
40. LAWANI R A. N., KELOME N. C.K., (2017). Effets des pratiques agricoles sur la pollution des eaux de surface en république du Benin. larhyss journal, bénin issn 1112-3680, n°30, pp 173-190.
41. Maillard E., 2006. Analyse du risque écotoxicologique d'insecticides de médicaments dans l'environnement aquatiques.
42. Maison de la consommation et de renvironnement. (2003). Les pesticides: réglementation et effets sur la santé et l'environnement.
43. Mamy L., Barriuso E.,2008, Gabrielle B., Evaluer Les Risques Environnementaux Des Pesticides, Innovations Agronom., 3. 121-143.
44. MANUELLE DE FORMATION DES PESTICIDES., (2004). Extrait adapté du document« Health, Safety and Environment: a series of Trade Union Education Manuals for Agricultural Workers » de ILO/UITA.lancer2004. 100p.
45. MASSCHELEIN W.J. (1996), Processus Unitaires du Traitement de l'Eau Potable, collection Tec & Doc, Edition Cebedoc, Belgique
46. Mayasi, Ibrahim (2005).L'occupation française du désert algérien (1041-1049).
47. Meyer A, Chrisman J, Moreira J.C, Koifman S. Cancer mortality among agricultural workers from Serrana Region, state of Rio de Janeiro, Brazil. Environ Res., 93 (2003) 264-271.
48. MILTNER R.J., BAKER D., SPETH T.F. and FRONK C.A. (1989), Treatment of Seasonal Pesticides in Surface Waters, Journal of American Water Works Association, 81(1), 43-52.
49. Modèle (1033-1033) Dar Al Shorouk pour l'imprimerie et l'édition Algérie
50. MOKHTARI Nahida. Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés. 15 octobre 2012mémoire magister. Université d'Oran. P 16.
51. MONTIEL A. et WELTE B. (1999), L'affinage de l'Eau par Filtration sur Charbon Actif en Grain. Les Contraintes Imposées par cette Etape de Traitement., Techniques, Sciences et Méthodes, 9, 49-55.
52. OMS., (2004). Prévention des risques pour la santé liés à l'utilisation des pesticides dans l'agriculture. serie protection de la santé des travailleurs N°1. 36p.

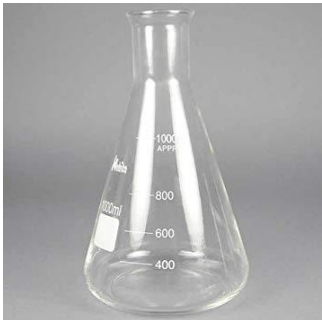
53. PEROT J et DEGUIN A. (1992), Elimination de l'Atrazine par Oxydation radicalaire et/ou Adsorption, *Water Supply*, 10(2), 157-170.
54. PICHE M., 2008- La dérive des pesticides : Prudence et solutions, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire au Québec, Agriculture, Pêcherie et Alimentation n°08-0075, 15 p.
55. RAHMANI D., (2019). Pesticides, empoisonnement à petites doses. El Watane.Algerie.
56. Sacramento, C.A. (2008). Department of pesticide regulation "What are the Potential Health Effects of Pesticides?" Community Guide to Recognizing and Reporting Pesticide Problems, pp. 27–29.
57. Serdar C.M., (1996), Hydrolysis of cholinesterase inhibitors using parathion hydrolase. U.S. patent, 5, 589-386.
58. Shafawa, Radwan.(2211.) La résistance populaire dans le désert de Constantine, Tokart et ses environs.
59. Shimazu M., A. Mulchandani A., W. Chen W., (2001), Simultaneous degradation of organophosphorus pesticides and p-nitrophenol by a genetically engineered *Moraxella* sp. with surface-expressed organophosphorus hydrolase. *Biotechnology and Bioengineering*, 76, 318-324.
60. Singh B.K., Walker A., (2006), Microbial degradation of organophosphorus compounds, *FEMS Microbiology Reviews*, 30, 428-471.
61. UIPP, (2009). Rapport d'activité [http: //www. uipp.org/v ar/uipp/storage /original/aplication/ c501ecdf65f1-fa5c7669dbf212580.pdf](http://www.uipp.org/var/uipp/storage/original/aplication/c501ecdf65f1-fa5c7669dbf212580.pdf) .
62. US EPA (United States Environmental Protection Agency) <https://www.epa.gov/ingredientsused-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>
63. Utilisation annuelle des pesticides en Algérie entre 1998 et 2017 (FAO, 2020)
64. VAN DER WERF A., 1997- Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement, *Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 31 août 1997,p22.
65. Viel J.F, Challier B, Pitard A, Pobel D. Brain cancer mortality among French farmers: the vineyard pesticide hypothesis. *Arch. Environ. Health.*, 53 (1998) 65–70.
66. WENJUN Z., FUBIN J., & JIANFENG O., (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 125-144P

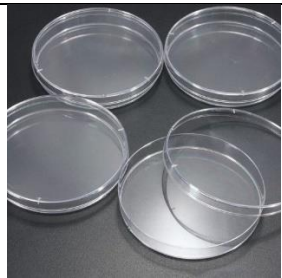
67. WENJUN Z., FUBIN J., & JIANFENG O., (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences. 125-144P
68. Zeng T., Chin Y.P., Arnold W.A., 2012, Potential for Abiotic Reduction of Pesticides in Prairie Pothole Porewaters. Environ. Sei. Technol., 46:3177-3187.
69. Zhang W.J., Jiang F., Ou j., 2011, Global Pesticide Consumption and Pollution: with China as a Focus, Proceeding. Int Academy Ecol. Environ. Sei., 1(2):125-144.
70. E-TIC (2014). Gestion des nuisibles et des maladies
71. Gouvernement du Québec (2016). À propos des pesticides
72. Maillard E., 2006. Analyse du risque écotoxicologique d'insecticides de médicaments dans l'environnement aquatiques.
73. GRIMFELD A., (2001). Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires. Comité de la prévention et de la précaution CPP. Paris :25,45p
<http://www.environnement.gouv.fr/ministere/comitesconseils/cpp-fichedescriptive>.
74. Gouskoo,N.(1952). La Géologie et les problèmes de Léau en Algérie .SE .Paris
75. Nesson,c."structure Agraire et évolution sociale dans les oasis de l'oued Righ".T .I.R .S. T XXIV.1 ère et 2 ème semestre .ALGER .1965.
76. 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, 70(8): 4855-4863.
77. أ.د محمد ابراهيم عبد المجيد، سمية المبيدات الحشرية (ط2019) ص251،250.
78. أطروحة شهادة الدكتوراة. 2015(دراسة الدور الوقائي لبعض المركبات النشطة بيولوجيا اتجاه الأثر السمي للمبيدات والهيدروكربونات على الجهاز العصبي والمناعي عند الجرذان).
79. عزمي محمد أبو ريان، الزراعة العضوية، (ط.2010)، ص92،72.
80. -شافوا رضوان. (2011). المقاومة الشعبية بصحراء قسنطينة تقرت وضواحيها أنموذجا(1033-1033). دار الشروق للطباعة و النشر. الجزائر.
81. 1-مياسى إبراهيم.(2224). الاحتلال الفرنسي للصحراء الجزائرية(1041-1049). دار هومة. الجزائر
82. -قادري، عبد الحميد.(2013). وادي ريغ تاريخ و أمجاد جزائرية.ط2. دار الأوطان. الجزائر.

Annexes

Annexes

Tableau 1: tableau des verreries utilisées

Verrerie	Volume	photo
-Flacon stérilisés	500ml	
- Erlenmeyer	1000ml	
-éprouvette	100/10ml	
-Micro pipette	100/200ml	

- béchers	250ml	
-pipette graduée	10/20ml	
- burette	50ml	
-Hawon	/	
-Boite pétri	/	
-Lame et Lamale	/	

-pance	/	
-Baratoire a tubes et tubes	/	
-Spatule verre month	/	
-Tube a visse	/	
-Tube normal	/	
Épisode OESS	/	

Tableau 2: tableau des appareils utilisés.

Appareilles	Pays	photo	Utilise
Spectrophotomètre	Jabon		Mesure de la croissance des bactéries affectées par la présence de l'insecticide.
Autoclave	Turkey		Stérilisé les milieux de culture (sabarodou et gélose nutritive)
Microscope			Observation d'échantillon
Balance électronique	OHAUS – CHANE		Mesure de la grappe

Bain marie	Allemagne		Incuber les échantillons au laboratoire -Décongeler les matériaux congelés
Agitateur	IKA-Werk Straufen Allemagne		Il est utilisé pour chauffer et élever la température des solutions chimiques de façon régulière
Becs bunsen			Stériliser du matériel ou bruler des substance.

Tableau 3: Tableau des réactifs chimiques utilisés

réactifs chimiques	Formule chimique
L'eau distillée	H ₂ O ₂
L'eau physiologie	Na Cl
Gélose nutritive	
Sabarodou	
Boillon nutritive	