

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



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

Présenté par : **M^{elle} Maroua BENKRIMA**

M^{elle} Dounia BOUBLAL

Thème

**Etude de l'effet du glyphosate sur la densité microbienne
des sols oasiens. Cas de la région de Ouargla**

Soutenu publiquement

Le : 29 /06/2021

Devant le Jury :

Mme OUSTANI Mabrouka	M.C.B	Présidente	U.K.M.Ouargla
M. YUCEF Mahmoud	M.A.A	Examineur	U.K.M.Ouargla
M. KARABI Mokhtar	M.C.A	Encadreur	U.K.M.Ouargla
Melle BOUHNİK Afaf Amani	Doctorante	Co-encadreur	U.K.M.Ouargla

Année Universitaire : 2020 / 2021

Dédicace

À MES CHERS PARENTS (AZIZA ; OMAR)

Aucune dédicace ne

Saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

*Je dédie ce travail a la mémoire de mon grand-père **BENKRIMA Naimi***

*A ma grande mère **Aicha***

*A mon grand-père **Messoude***

*A ma grande mère **Zoubida***

A tous ma grande famille

*A Mes frères : **Abdelkader ; Ahmed ; Houcine ; Naimi***

A tous Mes amis

*Et tous ceux qui me connaissent de près ou de loin,
Et qui m'ont donné l'espoir et du courage.*



Maroua

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma chère mère SALIMA

A mon cher père ELHADJ

A ma sœur LILIA et mon frère HANIN

A mon binôme MAROUA

A tous Mes amis



DOUNIA



Remerciements

Louanges Allah ... Allah le miséricordieux, qui nous avoir doté de volonté, de courage, de force et de patience pour pouvoir continuer dans les moments les plus difficiles ... de nous avoir aidé à franchir tous les obstacles ; nous permettrons de mener à terme ce modeste travail, merci de nous avoir montré le chemin de la réussite

*Nos plus vifs remerciements vont à notre encadreur Mr. **KARABI Mokhtar** Maître de conférence « A » à l'université de Ouargla pour ses conseils judicieux, sa gentillesse et le temps qu'il a consacré à la correction de ce mémoire, nous tenons à lui exprimer notre reconnaissance pour sa grande disponibilité et pour son écoute attentive, nous avons beaucoup apprécié la confiance qu'il nous a toujours accordée et Merci de nous avoir donné la chance de travailler avec vous .*

*Nous remercions, notre co-encadreur Mme **BOUHNİK AfafAmani** pour ses conseils, son soutien, son dynamisme et son aide*

*Nos sincères remerciements vont également à M. **BELLAROUSSI Mohamed***

***El Hafedh** et à Mme **OUSTANI** et Mme **ATTAB** de nous avoir conseillé et guidé dans notre travail*

*Nous tenons à remercier infiniment Mme **.OUSTANI Mabrouka**. Maître de conférence « B » au département des Sciences agronomiques, qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*Nous remercions également M. **YOUCEF Mahmoud**, Maître assistant « A » au département des Sciences agronomiques, qui a bien voulu examiner notre travail.*

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

Table de matière

Titre	Page
Dédicaces	I
Remerciement	II
Liste des tableaux	III
Liste des figures	VI
Liste des photos	VII
Liste des abréviations	VIII
Liste des annexes	IX
Introduction	1
Partie I. Synthèse bibliographique	
Chapitre 01. Généralités sur les pesticides	
I.1. Pesticides	3
I.1.1. Définition des pesticides	3
I.1.2. Historique des pesticides	4
I.2.1. Classification des pesticides	4
1.2.1.1. Selon leurs caractéristiques chimiques	5
1.1.2.2. Selon les organismes vivants ciblés	5
1.1.2.3. Selon l'usage	5
I.2. Rôle et importance des pesticides	7
II. Herbicides	7
II .1. Définition	7
II.2. Classification des herbicides	7
II.3. Caractéristiques du glyphosate	9
II.4. Composition et formulation	9
II.4.1. Propriétés physico-chimiques du glyphosate	9
II.5. Avantages de l'utilisation du glyphosate en agriculture	10
II.6. Glyphosate dans le monde	11
II.7. Glyphosate en Algérie	11
II.8. Utilisation des herbicides dans la région de Ouargla	11
Chapitre 02. Généralités sur la microbiologie du sol et dégradation des pesticides dans le sol	
I. Sol	13

I.1.Biodiversité des sols	14
II. Microbiologie du sol	15
II.I. Microorganismes du sol	15
II.I.1.1. Bactérie	15
II.I.1.2. Importance des bactéries dans le sol	16
II.I.2.1. Champignons	17
II.I.2.2. Importance des champignons	18
III. Interaction entre pesticides et micro-organismes du sol	18
III.1. Dégradation des pesticides	18
III.1.1. Dégradation biotique	18
III.1.2. Dégradation abiotique	19
III.1.2.1. Photo-décomposition	19
III.1.2.2. Dégradation chimique	19
III.2. Dégradation du glyphosate dans le sol	20
IV. Effets des pesticides sur le sol	20
Partie II. Matériel et Méthodes	
II.1. Présentation de la région	22
II.1.1. Situation Géographique	22
II.1.2. Climat	23
II.1.3. Sols	24
II.2. Choix de la station	24
II.2.1.Choix de l'herbicide	26
II.3. Technique de travail	26
II.3.1. Etapes d'échantillonnage	27
II.3.2. Etapes de préparation des produits dilués	29
II.4. Méthodes d'analyse	31
II.4.1. Analyses physico-chimiques	31
II.4.1.1.Humidité	31
II.4.1.2. Granulométrie	31
II.4.1.3.Ph	32
II.4.1.4. Conductivitéélectrique (CE)	32
II.4.1.5. Carbone organique	32
II.4.1.6. Matière organique	32
II.4.2. Analyses microbiologiques	33

II.4.2.1.Technique de dénombrement	33
II.4.2.2.Préparation des suspensions dilutions	33
II.4.2.3.Microflore bactérienne	34
II.4.2.4.Microflore fongique	34
II.4.2.5.Purification et identification	35
II.4.3.Caractéristiques morphologiques	35
II.4.3.1.Observation macroscopique	35
II.4.3.2. Observation microscopique	36
II.4.3.2.1.Observation microscopique chez les Bactéries	36
II.4.3.2.2.Observation microscopique chez les Champignons	36
II.4.3.2.3. Technique de Coloration Gram	36
Résultats et discussion	
III.1. Résultats des analyses physico-chimiques du sol	38
III.2. Résultats des analyses microbiologiques	44
III.2.1. Densité bactérienne dans les sols étudiés	44
III .2.2.Analyse statistique (Test de Kruskal-Wallis)	45
III.3. Caractères morphologiques	47
III.3.1.Coloration de Gram	48
III.4.Densité fongique	48
III.4.1.Analyse statistique(Test de Kruskal-Wallis)	49
III.4.2.Purification des champignons	51
III.4.3.Identification des souches sélectionnées	52
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
	71

Liste des tableaux

N	Titres	Page
01	Caractéristiques physico-chimiques du Glyphosate	10
02	Les herbicides fournis par la CCLS de Ouargla	12
03	Données climatiques de la région de Ouargla pour la période (2009-2018)	23
04	L'herbicide utilisé (Index d'utilisation des produits phytosanitaires à usage agricole. Alger, 2015)	30
05	Résultats des analyses physico-chimiques des sols	38
06	Résultats du dénombrement de la biomasse microbienne du sol avec et sans traitement phytosanitaire	44
07	Présentation des principaux groupes des bactéries a travers le de test Kruskal-Wallis	45
08	Caractères morphologiques des bactéries	47
09	Présentation des principaux groupes des champignons à travers le de test Kruskal-Wallis	49
10	Caractères morphologiques des champignons	51
11	Identification des Champignonsresponsable de la dégradation du glyphosate	52

Liste des figures

N	Titres	Page
01	Classification des pesticides	06
02	Classification des herbicides	08
03	Structure chimique du Glyphosate	09
04	Estimation de la biodiversité du sol organisée en fonction de la taille des organismes	14
05	Exemple des diverses formes des bactéries	16
06	Champignon du sol	17
07	Présentation cartographique de la région d'étude	22
08	Image satellitaire du site expérimental de l'université de Ouargla	25
09	Méthodologie de travail	26
10	Dispositif expérimental	27
11	Préparation des produits	29
12	Prélèvement des échantillons	31
13	Méthode de préparation des suspensions dilutions	33
14	Préparation des suspensions dilutions	34
15	Représentation graphique du pH du sol étudié avant et après traitement phytosanitaire	40
16	Représentation graphique de la conductivité électrique (%) du sol étudié avant et après traitement phytosanitaire.	41
17	Représentation graphique du taux de matière organique du sol étudié avant et après traitement phytosanitaire	43
18	Représentation graphique de la densité bactérienne du sol sans et avec le glyphosate au fil de temps en UFC.g.s.s ⁻¹	46
19	Représentation graphique montrant la relation entre la matière organique et la densité bactérienne dans le sol avec et sans traitement	46
20	Observation macroscopique des bactéries après application du glyphosate	47
21	Observation au microscope optique des bactéries dans le sol. (Gross x40)	48
22	Représentation graphique de la densité fongique du sol sans et	50

	avec le glyphosate au fil de temps en UFC.g.s.s ⁻¹	
23	Représentation graphique montrant la relation entre la matièreorganique et la densité fongique dans le sol avec et sans traitement	51

Tableau des photos

N	Photo	Page
1	Prélèvements des échantillons à l'aide d'une tarière agricole	28
2	Remplissage des pots	28
3	Irrigation des pots	29
4	Traitement phytosanitaire par le glyphosate	30
5	Ensemencement des boîtes pétri.	35

Liste des abréviations

C_{org} : carbone organique
CE : Conductivité Electrique
DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane
FAO : Food and Agricultural Organization
INRA : Institut National Recherche Agronomique
Kd : "coefficient de partage" ou de distribution des molécules entre les phases solide et liquide.
Koc : pourcentage de la masse du C organique par masse de terre sèche.
MO : Matière Organique
S.L : Sable Limon
T.P.P.S : Traitement des produits phytosanitaires
UFC.g.s.s⁻¹ : Unité Format Colonie par gramme de sol sec
DPVCT : Directeur de la protection des végétaux et des contrôles techniques
CDARS : Certificate of Deposit Account Registry Service
AMPA :acide α -amino-3-hydroxy-5-méthyl-4-isoxazole propionique
DDL :langage de définition de données
ONM : Office National de la Météorologie

Liste des annexes

Annexe 01 : Les produits phytosanitaires utilisés

Annexe 02 : Milieux de culture

Annexe 03 : Echelle d'interprétation des résultats



Introduction générale



Introduction générale

L'agriculture est considérée comme l'un des piliers de base de l'économie nationale et du développement social.

Le développement de l'agriculture et la volonté d'augmenter les rendements pour répondre aux besoins locaux sont essentiels pour les agriculteurs d'une part, et d'autre part, de point de vue économique les bénéfices financiers sont pris en compte.

Aussi afin d'améliorer et d'augmenter les rendements, il faut s'assurer que la culture est saine et ne souffre pas des maladies ou d'attaques d'insectes, ou une concurrence avec les mauvaises herbes. Ces dernières sont parmi les grands problèmes que rencontrent les agriculteurs, à travers la création d'écosystème compétitif entre cultures et mauvaises herbes.

Avant l'avènement des produits phytosanitaires, les systèmes de culture étaient conçus pour assurer le meilleur compromis entre le risque phytosanitaire et le potentiel de production de la culture. Cependant, les pertes en rendement des productions agricoles dues aux maladies, aux ravageurs et aux mauvaises herbes pouvaient atteindre des proportions importantes (**Ouerke et Dehne, 1997**).

Les pesticides sont destinés à protéger les plantes cultivées et les produits récoltés des attaques de champignons parasites, d'insectes, d'acariens, de rongeurs ou encore à détruire les adventices ou mauvaises herbes (**Aubertot et al., 2005**).

En Algérie, l'usage des pesticides dans le domaine de l'agriculture est de plus en plus fréquent suite à l'augmentation des superficies cultivées. Ainsi, Environ 7000 spécialités commerciales dont 400 substances actives de pesticides sont homologués (**Bouziane, 2007**).

Il n'existe pas d'approche unique en matière de protection des cultures contre les mauvaises herbes et les agriculteurs peuvent s'appuyer sur de nombreux outils comme le désherbage mécanique, ou bien par l'utilisation des herbicides et autres méthodes sont utilisées par les agriculteurs.

En effet, l'introduction des herbicides dans la pratique agricole va permettre des gains de temps : l'abandon de l'intervention manuelle au profit du pulvérisateur va réduire le travail de 20 à 25 % (**Scalla, 1991**).

Parmi les herbicides les plus connus le glyphosate ; il est aujourd'hui l'herbicide le plus utilisé dans le monde (**Birgit, 2021**). Le glyphosate est un moyen efficace de lutte contre toutes les mauvaises herbes, même les plus vivaces. L'utilisation de désherbants à base de glyphosate s'est généralisée dans le monde du fait des multiples avantages présentés par cette substance active pour lutter contre les adventices présents dans une large gamme de rotations

de cultures, comme les céréales, les cultures maraichères, dans les jardins, les espaces verts et forêts (**Mazzella et al., 2009**).

Les pesticides peuvent influencer tout le milieu naturel dans son ensemble (sol, eau et air) mais le sol reste un compartiment clé car une grande proportion des pesticides appliqués lors du traitement des cultures arrive au sol, par application directe et/ou par lessivage du feuillage (**Ayad-Mokhtari, 2012**).

La plupart des avantages d'ordres physiques et chimiques du sol sont liés à l'activité biologique car ils résultent principalement de l'action des organismes vivants du sol sur la matière organique (**Larouche, 1983 ; Bachelier, 1973 ; Mider et al., 2002**).

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

En effet, après leur épandage, une importante quantité des pesticides se retrouve dans le sol et cela peut porter préjudice aux organismes vivants du sol. Or, l'activité biologique d'un sol est, au même titre que ses propriétés physiques et chimiques, déterminante pour sa productivité (**Mider et al., 2002**).

De nombreuses études ont été faites dont le but de déterminer l'effet du glyphosate sur la santé humaine (**Picque, 2016 et Batsch, 2011**), sur quelques cultures génétiquement modifiées (**Mamy et al., 2011**), sur quelques animaux (**Vicini et al., 2019**) et peu d'études ont été réalisées pour déterminer son effet sur le sol et particulièrement sur son compartiment microbien. C'est ce qui nous a amené à mener la présente étude qui met en évidence l'effet du glyphosate sur la densité microbienne du sol et de sa dégradation.

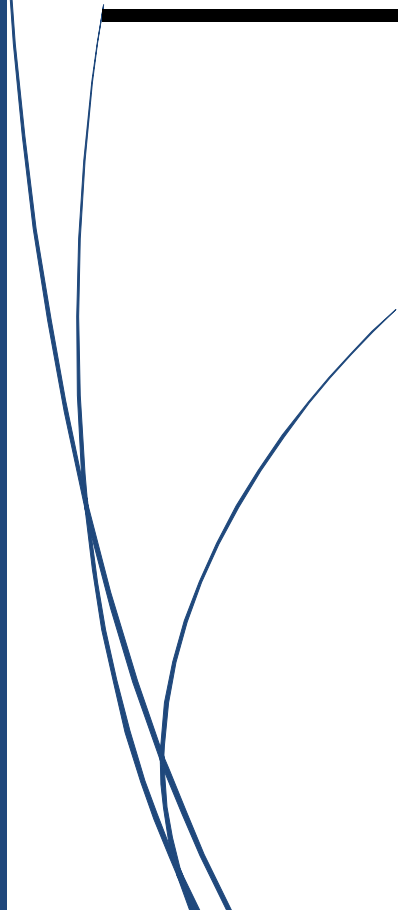
L'objectif de ce travail est :

- de déterminer l'effet du glyphosate sur la densité bactérienne et la densité fongique des sols oasiens cas de la région de Ouargla.
- d'identifier les principales espèces responsables de la dégradation du glyphosate dans le sol.

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



Partie I
Synthèse
Bibliographique



Chapitre I. Généralité sur les produits phytosanitaires

Introduction

Les connaissances et les compétences nécessaires pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies ont grandement évolué au cours des siècles. Les personnes ont toujours utilisé des produits chimiques botaniques et inorganiques dans leurs efforts de réduire les dommages produits par les ravageurs et les maladies et les adventices au niveau de leurs cultures et de leurs animaux. L'utilisation des pesticides a connu un développement important au cours des dernières décennies. Elle a fortement contribué à l'amélioration des rendements agricoles et permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires (Jeroen et al., 2004 ;Camard , 2010).

Qu'est ce qu'un pesticide? Comment est-il classé, ses modes d'action, et son importance dans l'agriculture ? Qu'est ce qu'un herbicides ; Plusieurs autres questions qui nous ont rendu intéressés par ce sujet de recherche, dont ce chapitre représente des réponses claires.

L'étude bibliographique faite dans ce chapitre porte sur l'utilisation des produits néfastes pour notre environnement ainsi que pour le sol : les herbicides.

I.1. pesticides

I.1.1. Définition des pesticides

Le terme **pesticide** dont la traduction étymologique est "**tueurs de fléaux**" dérive de "**Pest**", mot anglais désignant tout organisme vivant (virus, bactéries, champignons, herbes, vers, mollusques, insectes, rongeurs, mammifères, oiseaux) susceptible d'être nuisible à l'homme et/ou à son environnement, et le terme « pesticide » couvre un champ plus vaste et général que les expressions « **produit phytosanitaire** » ou « **produit phytopharmaceutique** » (Berrah, 2011).

Les pesticides sont des molécules dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles (Comité sécurité Alimentaire d'Aprifel, 2017).

Les pesticides sont donc toutes les substances chimiques naturelles ou de synthèse utilisées en agriculture pour contrôler les différentes sortes de nuisibles (maladies, ravageurs et mauvaises herbes) (Alaine, 2004).

Selon la définition de la **FAO**, un pesticide est "une substance utilisée pour neutraliser ou détruire un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou

animale nocive ou gênante au cours de la production ou de l'entreposage de produits agricoles".

Les pesticides à usage agricole peuvent être désignés de différentes façons : produits phytosanitaires pour les firmes qui les fabriquent et les vendent, produits phytopharmaceutiques pour la réglementation européenne et produits agro pharmaceutiques pour les scientifiques agronomes (Merhi, 2008).

I.1.2. Historique des pesticides

Deux périodes peuvent être distinguées pour décrire le développement très important des pesticides ; ce sont la première et la deuxième moitié du XXe siècle approximativement séparées par la deuxième guerre mondiale (Berrah, 2011).

Avant 1950

A côté des insecticides minéraux, on assiste au développement considérable des insecticides organiques d'origine naturelle et synthétique. Ces composés sont avant tout représentés par des composés organochlorés qui sont des biocides particulièrement efficaces. Le DDT a eu un grand succès dans la lutte contre de nombreux insectes ravageurs et aussi contre les moustiques.

Certaines sources estiment que l'ère de l'utilisation des pesticides commençait dans les années 1940 et 1950. Durant cette période la lutte contre les maladies des plantes est toujours assurée par le soufre et par le cuivre (Jeroen et al., 2004).

Après 1950

L'utilisation des pesticides s'est beaucoup développée au cours de la deuxième moitié du XXe siècle. D'après le Conseil de l'Europe en 1992, de nombreuses substances ont été découvertes ; elles appartiennent aux familles chimiques des organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoides. A partir de début de 1960, l'utilisation des pesticides est montée en flèche en Asie et en Amérique du Sud (Jeroen et al., 2004), 65% des pesticides dans le monde sont utilisés dans les pays développés, mais l'utilisation dans les pays en développement est de plus en plus élevée (Berrah, 2011).

I.2.1. Classification des pesticides

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structure chimique, de groupes fonctionnels et d'activité que leur classification est complexe. D'une manière générale, ils peuvent être classés en fonction de la nature de

l'espèce à combattre mais aussi en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose (**Bourbia-ait hamlet, 2013**).

Selon (**Calvet et al., 2005**) les pesticides peuvent être classés selon trois principes à savoir (figure 1):

1. leur caractéristique chimique
2. leur usage
3. les organismes vivants visés

I.2.1.1.Selon leurs caractéristiques chimiques

selon (**Calvet et al., 2005**) il ya trois catégories des pesticides

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

I.1.2.2. Selon les organismes vivants ciblés

1- Fongicides : Ils sont destinés à traiter les maladies fongiques des plantes, également les maladies bactériennes et virales, et à éliminer les moisissures et parasites (champignons) des plantes (**Mamane,2016**).

2- Insecticides : Destinés à la lutte contre les insectes, ils interviennent en les tuant ou en empêchant leur reproduction, ce sont souvent les plus toxiques (**Cotard, 2008**).

3- Herbicides : Les herbicides sont appelés parfois désherbants, notamment en horticulture. Ce sont des matières actives ou des produits formulés ayant la propriété de tuer les végétaux (**Coulibaly, 2005**).

I.1.2.3. Selon l'usage

Selon **Calvet et al. (2005)**, les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisible, d'où des usages différents. Il existe six (6) catégories de pesticides classés selon leurs usages, c'est-à-dire, selon la destination des traitements (**Fournier, 1988**):

- Les cultures.
- Les bâtiments d'élevage.

- Lutter contre les ennemis des cultures (mauvaises herbes et insectes).
- Lutter contre les insectes parasites de l'Homme ou vecteurs de maladies.
- Lutter contre les insectes parasites du bétail.
- Lutter contre les insectes et acariens des produits stockés.
- Lutter contre les ennemis des forêts et espaces verts.
- Le désherbage et le débroussaillage des zones non cultivées.

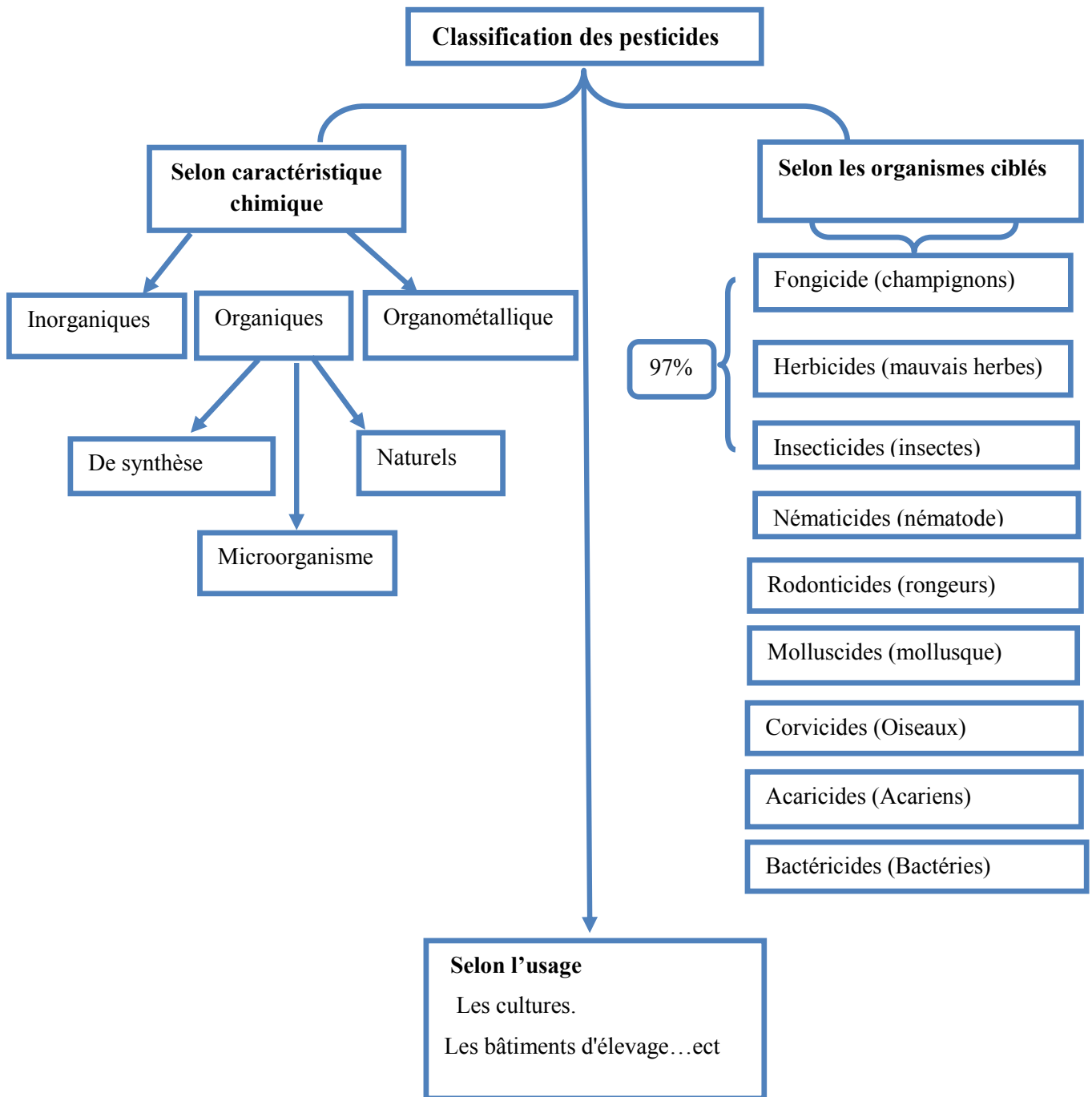


Figure 1. Classification des pesticides.

I.2.Rôle et importance des pesticides

Par l'accumulation des pesticides, les risques sur la santé humaine augmentent d'une part et d'autre part ils ont un effet sur la pollution des eaux, le sol, la vie de la faune et la flore, mais on ne peut pas négliger les avantages des pesticides malgré tous ces risques (**Batsch, 2011**) et parmi lesquels on peut citer :

- Protection des végétaux ou des produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leurs actions.
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance).
- Assurer la conservation des produits végétaux, sauf si ces substances ou produits font l'objet de dispositions particulières concernant les agents conservateurs
- Détruire les végétaux indésirables ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.
- L'utilisation des pesticides peut aussi jouer un rôle en matière de la santé publique, soit vis-à-vis certains insectes comme les moustiques qui représentent des vecteurs de maladies graves tel que la malaria, soit vis-à-vis certains végétaux comme l'ambrosie; c'est une plante invasive possédant un pollen très allergisant qui provoque chez les personnes sensibles des pathologies notamment respiratoire (rhinite, trachéite) ou cutané (urticaire)(**Socorro,2015**).

II .Herbicides

II .1. Définition

Un herbicide est un produit phytopharmaceutique à usage agricole qui cible plus précisément les mauvaises herbes. Il s'agit de molécule, de synthèse ou d'une substance naturelle, qui possède une activité sur le métabolisme des plantes entraînant ainsi la mort de ces dernières, il sert à éliminer les plantes indésirables qui ne peuvent que nuire aux rendements, en raison de la compétition sur les nutriments ou sur l'espace, qu'elles exercent sur les cultures en émergence (**Giroux, 2004**).

II.2.Classification des herbicides

Selon **Gauvrit (1996)**, plusieurs classifications sont possibles. On peut se baser sur leur formule chimique, sur leur cible, sur les symptômes qu'ils occasionnent aux mauvaises herbes..., il n'existe pas de classification idéale mais certaines peuvent être mieux appropriées à tel ou tel but(**figure 2**).

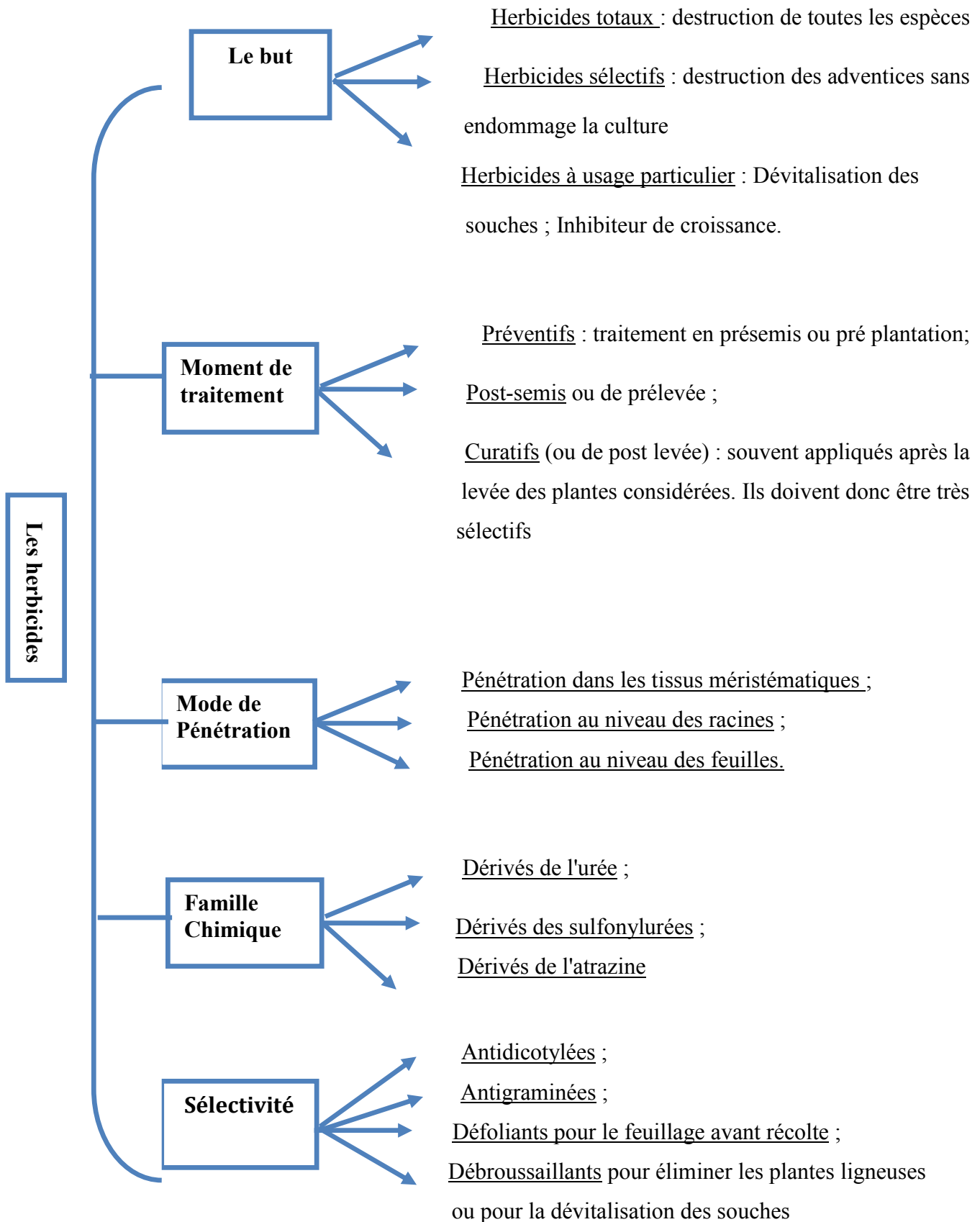


Figure 2. Classification des herbicides (Agoussar, 2017).

II.3.Caractéristiques du glyphosate

Le glyphosate est l'herbicide le plus répandu mondialement (Birgit, 2021).C'est un herbicide organophosphoré (Tsuiohi *et al.* 2009), de formule moléculaire (C₃H₈NO₅P), il est appelé par les chimistes N-phosphonométhyl glycine (Bertonnier *et al.*, 2012). Selon la nomenclature de l'union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) il est enregistré sous le numéro CAS, 107-83-6 (Figure 3)(Gounari, 2006).

C'est un herbicide organique systémique, appliqué sur le feuillage des mauvaises herbes. Il est généralement dégradé rapidement dans les sols par des microbes (Rose *et al.*, 2017).

II.4.Composition et formulation

Le glyphosate est dérivé de la glycine. Il comporte trois fonctions : une fonction acide carboxylique, une fonction acide phosphonique et une fonction amine (figure.3)

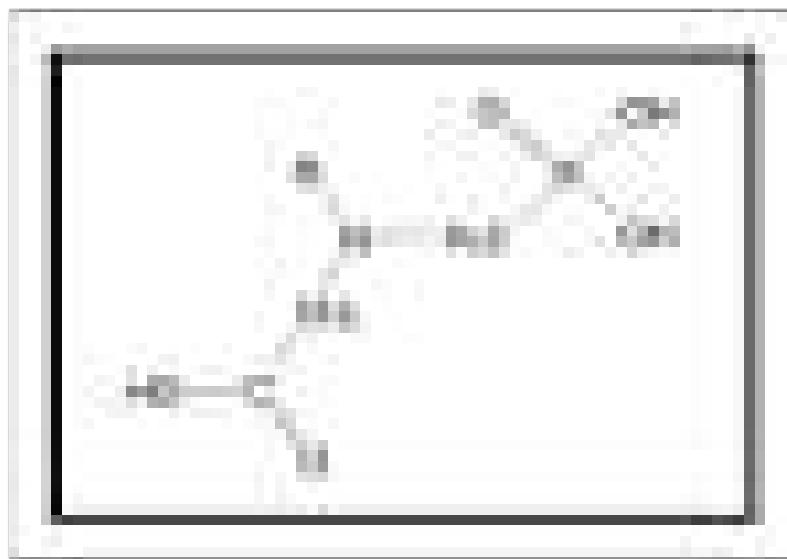


Figure 3.Structure chimique du Glyphosate (Worthing et Hance, 2000).

II.4.1.Propriété physico-chimique du glyphosate

Le tableau 1 donne les principales caractéristiques physico-chimiques du glyphosate.

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques du Glyphosate (Worthing et Hance, 2000).

Caractéristiques	Identification/valeurs
Non chimique	N-(phosphonométhyl) glycine
Forme	Cristal
Couleur	Blanc
Odeur	Inodore
Formule chimique	C ₃ H ₈ NO ₅ P
Masse moléculaire (g/mole)	169.1
Densité (g/mole)	1.74
Point de fusion (°C)	200
Point d'éclair (°C)	>93 (vision)
Pression de vapeur (mm Hg à 25 °C)	<7.5×10 ⁻⁸
Solubilité dans l'eau mg/l à 25 °C	12000
Solubilité dans les solvants organiques	Insoluble dans la plupart des solvants Organiques
Coefficient d'adsorption (K)	16.5
Constante de dissociation (pka)	< 2 ; 2,6 ; 5,6 et 10,6

II.5.Avantage de l'utilisation du glyphosate en agriculture

Le glyphosate herbicide non sélectif, il est en effet capable de contrôler la présence de n'importe quelle plante adventice et permet d'éviter la multiplication des traitements. Cet aspect pratique fait de lui un herbicide très apprécié (Ondo Ovono *et al*, 2019).

L'usage d'herbicides à base de glyphosate s'est généralisé grâce aux avantages qu'ils apportent aux agriculteurs. Il est le premier herbicide total ayant permis de semer directement après usage, et cela sans effet sur la culture suivante, car l'effet dés herbant apparaît uniquement en cas de pulvérisation sur les feuilles de la plante. La possibilité de planter vite juste après un désherbage efficace était une vraie rupture à l'époque de sa mise sur le marché (Bertonnier *et al.*, 2012).

Selon (Pierre-Louis, 2013), le glyphosate peut être utilisé :

- Dans les vergers, les vignobles, et de nombreuses plantations arboricoles (Thé, café, bananes, caoutchouc, cacao ... etc.)

- Pour le désherbage des zones cultivées avant germination (cultures légumières, betteraves, soja, céréales, coton...etc.)
- Pour la dessiccation qui précède certaines récoltes (coton, céréales, pois, haricots...) ; comme une aide à la moisson afin de réduire le degré d'humidité des grains.

Le glyphosate est également utilisable pour l'entretien des espaces verts effectué par du personnel communal ou des paysagistes professionnels qui utilisent le glyphosate pour la préparation d'un nouveau gazon (**Bertonnier et al., 2012**).

II.6. Glyphosate dans le monde

Le glyphosate est l'herbicide le plus répandu mondialement. Breveté et commercialisé sous le label Roundup par Monsanto en 1974, son brevet a expiré en 2000 et son prix a considérablement baissé. Plus de 8,6 milliards de kilogrammes de glyphosate ont été utilisés dans le monde depuis les années 1970. Les grandes cultures industrielles ne sont plus labourées depuis que le colza, le soja et le maïs ont été génétiquement modifiés pour résister au glyphosate. Ces cultures peuvent alors être désherbées par pulvérisateur sans affecter les petites plantes de culture émergentes. Au Canada, 8,4 millions d'hectares de colza résistant aux herbicides ont été plantés en 2019, 2,3 millions d'hectares de soja et 1,5 million d'hectares de maïs. La résistance des cultures au glyphosate et à d'autres herbicides est devenue le pivot de la révolution technologique du semis direct pour les grandes exploitations agricoles, d'abord aux États-Unis et au Canada, puis en Europe (**Birgit, 2021**).

II.7. Glyphosate en Algérie

La fabrication du glyphosate a été assurée par l'entreprise : EPE ALPHYT SPA ALGERIE. Mais avec l'économie de marché actuelle, plusieurs entreprises se sont spécialisées dans l'importation du glyphosate. Ainsi, environ 27 produits phytosanitaires à base de glyphosate sont homologués et commercialisés en Algérie, qui sont largement utilisés par les agriculteurs (**DPVCT, 2015**).

II.8. Utilisation des herbicides dans la région de Ouargla

L'agriculture Saharienne en Algérie est en pleine expansion. Elle n'est malheureusement pas à l'abri de l'usage des pesticides. Ouargla est une région qui se situe au Sud Est de l'Algérie caractérisée par un développement remarquable dans le domaine de l'agriculture par le programme de la mise en valeur des terres en milieu saharien ce qui incite les agriculteurs à l'utilisation des produits phytosanitaires (**Aloui, 2020**).

D'après la direction des services agricoles de la wilaya de Ouargla, les campagnes de lutte se font essentiellement contre : les acridiens, le Boufaroua, le Myelois.

La Coopérative des Céréales et de Légumes Secs de la wilaya de Ouargla fournit aux agriculteurs conventionnés une gamme d'herbicides (tableau 2) pour traiter les céréales.

Tableau 2. Les herbicides fournis par la CCLS de Ouargla

Nom commercial du produit utilisé	Matières actives	Formulation	Dose d'utilisation
Apyros mç	Sulfo-sulfuron	WG	26,5 g/ha
Granstar 75 DF	Tribenuron-Methyl	DF	12 g/ha
Round up	Glyphosate	CS	8 à 10l/ha
2,4 Diméthilamine Salt	2,4 dichlorophenoxyacétique	SL	0.7 à 11 l/ha

Chapitre II .Généralités sur la microbiologie du sol et la dégradation des pesticides dans le sol

Introduction

Les communautés microbiennes présentes dans le sol jouent un rôle très important dans les processus biogéochimiques et notamment dans le turnover de la matière organique (Djemiel, 2021).

Depuis plusieurs décennies, les micro-organismes du sol, leur abondance (biomasse microbienne), leur diversité et leurs activités, sont utilisés comme indicateurs pour évaluer la fertilité des sols (Fardeau, 2015).

Alors c'est quoi la biomasse microbienne ? Et quelle est son rôle ? Quelle est l'effet des pesticides sur elle ?

I.Sol

Selon Baize, le sol correspond à la couche supérieure meuble de la croûte terrestre. En dehors des constituants primaires issus de la roche mère (silicates, carbonates), le sol comprend des constituants secondaires minéraux (argiles, oxydes, hydroxydes), des constituants organiques formés à partir des résidus végétaux et animaux (humus), d'eau, d'air et d'organismes vivants. Ces divers constituants ont des propriétés de surface et de charge qui leur confèrent de remarquables capacités de rétention. Cependant le sol est un milieu vivant, complexe et dynamique, en évolution constante sous l'effet de différents paramètres tels que le climat, la topographie, la végétation et l'action de l'homme. Il joue un rôle d'interface entre les phases liquides et gazeuses dans l'environnement où il intervient comme système source, système transformateur, et système de transfert des éléments en trace (Kebir, 2012).

Un sol peut se définir, par « un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogénèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres ou plus. Il constitue, localement, une partie de la couverture pédologique qui s'étend à l'ensemble de la surface de la Terre. Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux. Cette organisation est le résultat de la pédogénèse et de l'altération du matériel

parental. Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et microorganismes) (D'elbée, 2015).

D'un point de vue pédologique, le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre fortement soumise à l'action des agents climatiques et biologiques (Stengel et Gelin, 1998). C'est un milieu poreux, triphasique et organisé, composé de trois phases inertes respectivement solide, liquide et gazeuse. Les proportions entre ces différentes phases peuvent varier dans le temps.

I.1.Biodiversité des sols

Le sol présente une variété de microenvironnements pouvant abriter une très grande diversité d'organismes (Fierer and Jackson, 2006 in Geisler 2019). Ces organismes sont généralement classés en fonction de leur taille (Figure 4). On retrouve la partie souterraine des plantes vasculaires, la macrofaune, la mésofaune, la microfaune et les micro-organismes (Giller et al, 1997 ; Bender et al, 2016). Le compartiment microbien domine la biodiversité des sols avec jusqu'à 10⁶ cellules fongiques et 10⁹ cellules bactériennes contenues dans 1g de sol. Ces dernières regroupent généralement des centaines de milliers de taxons, selon les dernières estimations (Tardy et al.,2015; Maron et al., 2018).










Taille	Groupes	Espèces connues	Espèces estimées	% connues
	Plantes vasculaires	270.000	300.000	90
	Macrofaune			
0.5 - 50 mm	 Fourmis	8800	15.000	58,7
	 Termites	1600	3000	53,3
	 Vers de terre	3600	Non estimé	Non estimé
	Mésofaune			
0.08 - 2 mm	 Mites	20.000 - 30.000	900.000	2,2 - 3,3
	 Collemboles	6500	24.000	27,1
	Microfaune			
5 - 120 µm	 Protozoaires	1500	200.000	7,5
	 Nématodes	5000	400.000	1,3
	Micro-organismes			
1 - 100 µm	 Bactéries	13000	1.000.000	1
	 Champignons	18.000 - 35.000	1.500.000	1 - 2

Figure 04. Estimation de la biodiversité du sol organisée en fonction de la taille des organismes (Geisler, 2019).

II. Microbiologie du sol

La microbiologie du sol est une branche de l'écologie microbienne qui a essentiellement pour objectif l'étude du rôle des micro-organismes dans le sous-écosystème constitué par le sol, la microflore, la faune du sol et les plantes.

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

II.I. Microorganismes du sol

Les micro-organismes sont, par définition, des êtres microscopiques, pour la plupart unicellulaires. La majeure partie de ces organismes appartient aux règnes Procaryotes ; Bactéries et Archaea, mais sont aussi représentés chez les Eucaryotes comme les Protozoaires et les Fungi. Les bactéries, les actinobactéries et les champignons représentent l'essentiel de la biomasse microbienne du sol (**Karabi, 2017**).

Les organismes vivants du sol jouent un rôle capital dans la transformation de la matière organique qui détermine la fertilité du sol. La faune intervient dans la fragmentation des débris végétaux et leur enfouissement naturel dans le sol, et participe à la formation de l'humus (**Columa, 1977 ; Soulas, 1999**).

II.I.1.1. Bactérie

Les bactéries sont les microorganismes les plus abondants et métaboliquement les plus actifs du sol. En fonction des propriétés du sol, tous les types physiologiques bactériens sont représentés : autotrophes et hétérotrophes, mésophiles, thermophiles et psychrophiles, aérobies et anaérobies. On n'estime d'ailleurs que tous les groupes de bactéries connus pourraient être isolés d'un échantillon du sol, si les techniques et les milieux adéquats sont utilisés (**Noumeur, 2009**).

Ce sont des procaryotes unicellulaires de formes très diverses. Leur taille peut varier entre 0,3 et 3 micromètre. Leur classification était habituellement basée sur des caractères phénotypiques incluant par exemple la morphologie des cellules (bâtonnets, cocci, bacilles...), la structure de la paroi cellulaire (Gram positif, Gram négatif), la présence d'endospores, la mobilité des cellules et la position des flagelles (**Lavelle et Spain, 2001**).

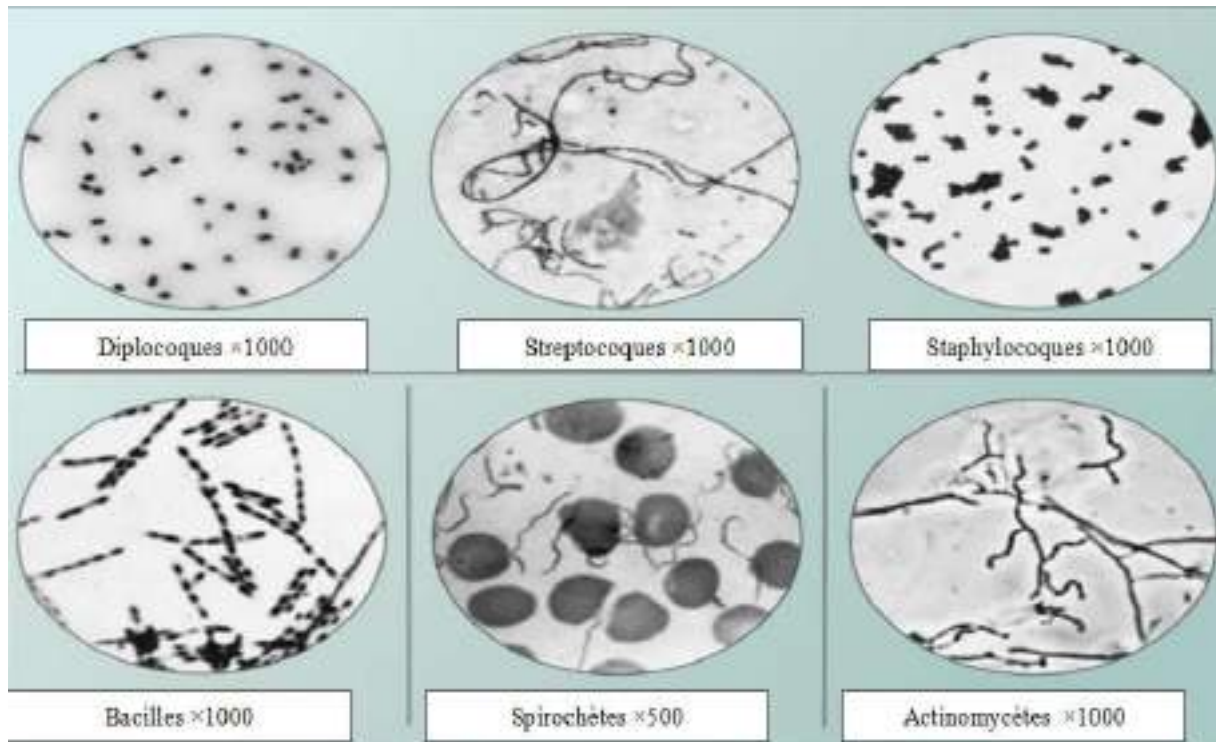


Figure 05. Exemple des diverses formes des bactéries (Alonso et al., 2013).

II.1.1.2. Importance des bactéries dans le sol

Dans les sols, il existe une diversité d'espèces de bactéries extrêmement forte de l'ordre d'1 million d'espèces par gramme de sol. Elles peuvent être classées de plusieurs manières : sur la base de leurs caractéristiques (morphologie, métabolisme, ressources nutritives...), sur la base de leur génome ou par grandes catégories de fonctions, avec les champignons, les bactéries du sol sont considérées comme les ingénieurs chimiques du sol. Elles réalisent un très grand nombre de fonctions impliquées par exemple dans la minéralisation des matières organiques, le cycle de l'azote (Riou, 2018).

Exemples de groupes fonctionnels impliqués dans la dégradation des matières organiques :

- Les bactéries cellulolytiques : elles dégradent la cellulose. C'est le groupe le plus important dans la dynamique de la matière organique, car elles décomposent la cellulose, molécule structurale la plus répandue chez les végétaux.
- Les bactéries pectinolytiques : elles dégradent la pectine et ses dérivés. Les bactéries les plus abondantes sont du genre *Arthrobacter*.

- Les bactéries ammonifiantes : elles décomposent les matières organiques azotées en ammoniac ou en ions ammonium.
- Les bactéries nitrifiantes : elles permettent l'oxydation de l'ammoniac en nitrate.
- Les bactéries fixatrices d'azote : elles captent l'azote atmosphérique (N₂) et le transforment en composés utilisables par les plantes (ammoniac). Ce sont notamment les bactéries symbiotiques localisées dans la rhizosphère des plantes cultivées (Riou, 2018).

II.1.2.1. Champignons

Les champignons sont des organismes eucaryotes ne constituent pas une entité monophylétique mais forment au contraire un groupe très hétérogène dont la caractéristique essentielle commune est la nutrition hétérotrophe par absorption, celle-ci pouvant prendre la forme du saprophytisme, du parasitisme ou de la symbiose (Nasraoui, 2006).

Les champignons appartiennent à l'embranchement des thallophytes, leur appareil végétatif ou thalle ne comporte pas de système conducteur différencié l'appareil végétatif des champignons (thalle) est généralement constitué par un mycélium formé de filaments tubulaires cylindriques ramifiés, à croissance linéaire apicale, dont le diamètre varie selon les espèces de 1 à 2 µm jusqu' à plus de 50µm (Semal et al., 1993).

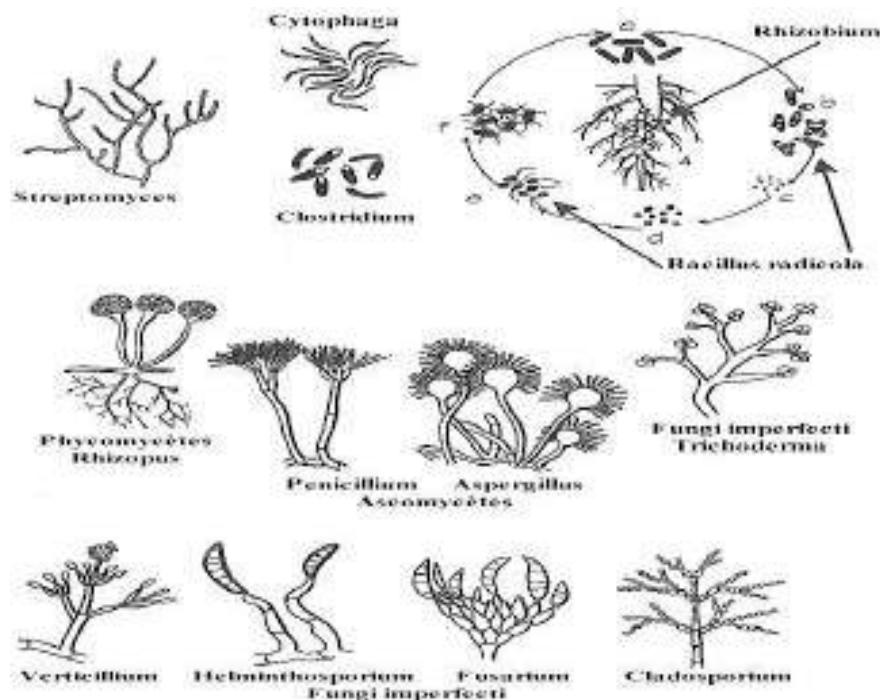


Figure 06. Champignon du sol (Dommergues et Mangenot 1970).

II.1.2. Importance des champignons

Les champignons jouent un rôle crucial dans les cycles des nutriments qui sont présents dans le sol. Ils sont classés parmi les décomposeurs primaires, car ils ont la capacité d'attaquer de nombreux matériaux organiques, et de dégrader des substrats variés tels que la cellulose et la lignine des plantes. Suite à cette dégradation, ils libèrent des éléments essentiels à la nutrition des plantes. La libération des acides organiques contribue à la mobilisation des molécules qui rendent le fer plus disponible pour les organismes vivants (**Jeffery et al., 2013**).

Leur rôle le plus déterminant vient du fait qu'ils sont les seuls organismes sur la terre, à part quelques rares bactéries, à être capable de décomposer la lignine des plantes (est la principale source d'humus dans le sol) (**Sobti, 2013**).

III. Interaction entre les pesticides et les micro-organismes du sol

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**).

III.1. Dégradation des pesticides

La dégradation des pesticides résulte de l'action du milieu naturel sur la matière active de la formulation chimique. La durée de vie des substances, et donc leur persistance dans l'environnement, est conditionnée par leur réactivité vis-à-vis des processus que l'on qualifie d'abiotiques (photolyse, hydrolyse, réaction d'oxydoréduction....) ou biotiques (biodégradation, métabolisation) (**Aissaou, 2013**).

Ceci a des conséquences sur son efficacité biologique. On distingue une dégradation abiotique et une dégradation biotique :

III.1.1. Dégradation biotique

La dégradation biotique des pesticides dans le sol et dans les eaux est réalisée par la microflore présente dans ces milieux et consiste en des transformations chimiques dues à

leurs systèmes enzymatiques. Dans les sols, les champignons, les algues, les protozoaires et les bactéries sont impliqués dans la dégradation des pesticides, mais les bactéries et les champignons sont en majorité responsables de cette dégradation. Les réactions de dégradation des pesticides peuvent se dérouler à l'intérieur et/ou à l'extérieur des microorganismes (**Calvet et al., 2005**).

Cette voie de dégradation, connue depuis longtemps pour les herbicides à activité hormonale (**Audus, 1949**)

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

- **Le métabolisme direct** : qui fait des pesticides une source d'énergie utilisée pour la croissance des microorganismes (**Bollag et Liu, 1990 ; Fournier, 1996**).
- **Le cométabolisme** : il s'agit de transformations chimiques des pesticides mais ils ne sont pas une source d'énergie pour les microorganismes.
- **La conjugaison** : ce sont des réactions chimiques, catalysées par des enzymes exocellulaires, entre les pesticides et d'autres pesticides ou d'autres molécules présentes dans la solution du sol (**Benslama, 2014**).

III.1.2. Dégradation abiotique

III.1.2.1. Photo-décomposition

Aussi bien dans l'air, à la surface du sol, dans l'eau ou sur la plante, les liaisons chimiques entre les atomes des pesticides peuvent être détruites par photodégradation par les rayons ultraviolets et les rayons X (**Scheunert 1992 in Aissaoui, 2013**). Les réactions photochimiques englobent différents types de réactions telles que des oxydations, des hydroxylations, des polymérisations, déchlorinations, etc. Ces réactions se produisent soit directement par l'excitation du pesticide, soit par l'intermédiaire d'un autre composé susceptible lui aussi d'être excité facilement (**Schiavon et al., 1995 in Aissaoui, 2013**).

III.1.2.2. Dégradation chimique

Dégradation chimique ou abiotique se produit par des réactions incluant l'hydrolyse, l'oxydoréduction et l'ionisation (**Beltran et al., 2001**). Les réactions d'hydrolyse sont catalysées par la présence d'hydrogène ou d'ion hydroxyde, d'où un taux de réaction fortement dépendant du pH (**Gavrilescu, 2005**).

III.2. Dégradation du glyphosate dans le sol

Plusieurs expériences ont été effectuées pour connaître le mécanisme de dégradation du glyphosate dans le sol. Ces expériences ont montré que la dégradation chimique à faiblement dégradé le glyphosate, d'autres expériences ont montré que la photo-dégradation n'a donné aucun résultat (**Worthing et Hance 2000 ; Trotter *et al.*, 1990 ; Rueppel *et al.*, 1977**), alors que la dégradation biologique est la principale voie de dissipation du glyphosate dans le sol. Cette dégradation est immédiate indiquant qu'il n'y a pas de phase de latence et que la grande partie de la population microbienne est capable de dégrader le glyphosate par co-métabolisme (**Wiren-Lehr *et al.*, 1997 ; Forlani *et al.*, 1999 ; Cheah *et al.*, 1998 ; Stenrod *et al.*, 2003**).

IV. Effets des pesticides sur le sol

Les pesticides utilisés contre des organismes vivants nuisibles avec des quantités importantes se retrouvent sur le sol. De là, les molécules de pesticides sont entraînées par le ruissellement dans les cours d'eau, et par lixiviation dans le sol et la nappe phréatique. Le comportement global des pesticides dans le sol est complexe car il dépend d'une multitude de processus interconnectés et de la diversité des molécules actives (**Pascal, 2007**).

Néanmoins, les principaux processus peuvent être scindés en plusieurs étapes (**Colleu et Mignard, 2000**).

- la mise en solution dans le sol à partir d'une spécialité commerciale ou un produit formulé
- l'absorption par la microflore du sol et par les végétaux dans le cas des produits systémiques
- l'adsorption sur la phase solide organo-minérale du sol
- la biodégradation par la microflore du sol
- le transport convectif et/ou diffusif dans la solution du sol
- la formation de « résidus liés » plus ou moins stables

Les pesticides peuvent être toxiques pour les microorganismes des sols. Dans ce cas, l'activité microbienne est ralentie et on assiste à une sélection des microorganismes résistants aux pesticides ou pouvant l'utiliser comme source de carbone (**Columa, 1977 ; Barriuso *et al.*, 1996 et Savadogo *et al.*, 2007**).



Partie II
Matériel et méthodes



Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la région

II.1.1. Situation Géographique

La région de Ouargla se situe à 800 km au sud-est de la capitale. Cette wilaya couvre une superficie de 163323 km². Ses coordonnées géographiques sont : les latitudes (29° 13' à 33° 42' N) et les longitudes (3° 06' à 5° 20' E).

Elle est limitée au nord par : les Wilayates de Touggourt, d'El-Oued et d'El M'Ghair, à l'Est par la Tunisie, au Sud par les Wilayade In Saleh et d'Illizi, à l'Ouest par : la Wilaya de Ghardaia et de El Menia (Fig 07). (D.P.A.T., 2017). Elle compte actuellement 08 communes regroupées en 05 Dairates (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 2211 Chaâbane 1442 / 25 mars 2021).

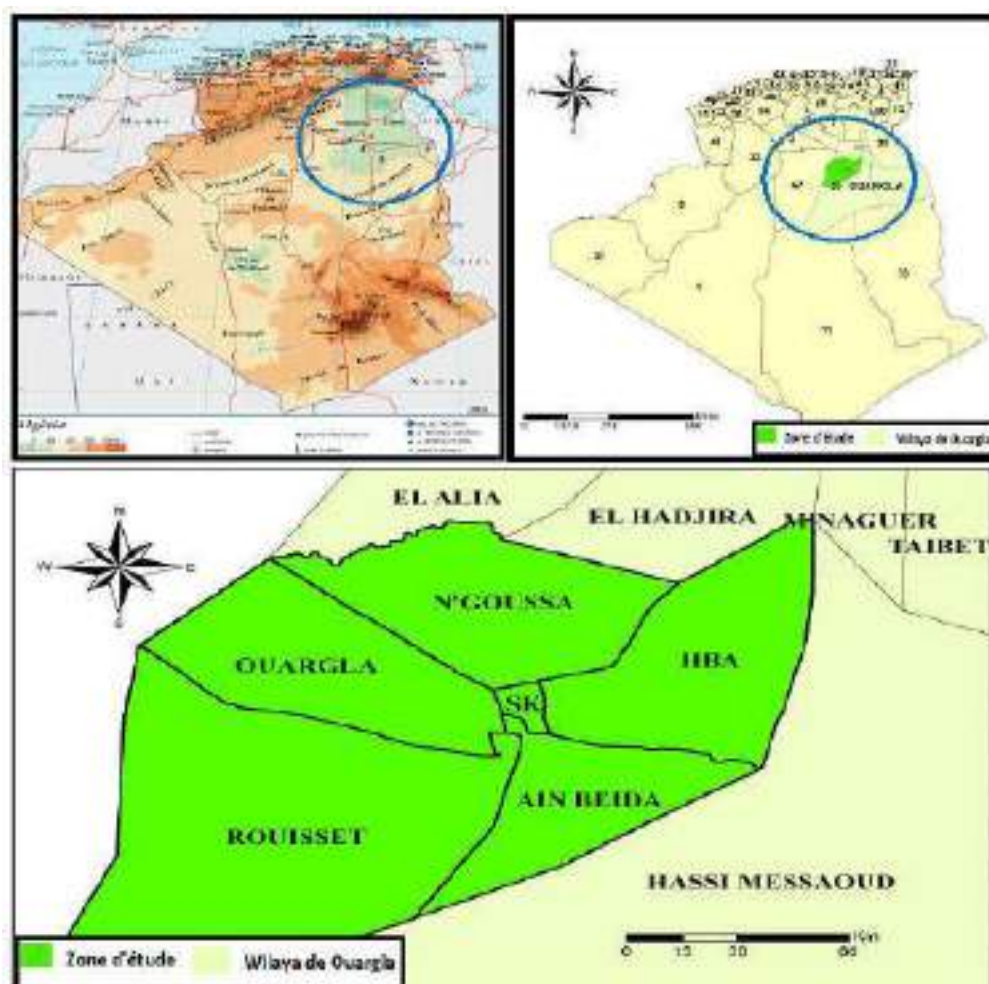


Figure 07. Présentation cartographique de la région d'étude (Source : CDARS, 2019).

II.1.2.Climat

Le climat contrôle de nombreux phénomènes biologiques et physiologiques en raison de ses composantes tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative de l'air.

Ouargla appartient à l'étage bioclimatique saharien et est caractérisée par une aridité nettement marquée et une sécheresse quasi permanente (**Idder, 2007**).

Son climat est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, de fortes températures, une luminosité intense (**Chehema, 2011**) et par une évaporation forte et plus importante (**Omeiri, 2016**) (**tableau 3**).

Comme l'ensemble du Bas-Sahara, Ouargla présente un climat désertique avec un hiver froid et un été chaud.

Tableau 3. Données climatiques de la région d'Ouargla pour la période (2009-2018).

Mois	Température			Humidité (%)	Vitesse du vent (m/s)	Insolation (heure)	Evaporation (mm)	Précipitation (mm)
	Tmax (°c)	Tmin (°c)	Tmoy (°c)					
Janvier	19.5	5.2	12.4	55.3	8.2	248.4	97.9	8.8
Février	21.2	7.0	14.1	48.0	9.2	237.4	120.7	4.1
Mars	25.7	10.7	18.2	42.3	9.7	266.8	180.6	5.6
Avril	30.8	15.4	23.1	36.2	10.3	285.3	231.3	1.5
Mai	35.3	20.0	27.7	30.7	10.6	316.3	302.6	2.3
Juin	40.4	24.8	32.6	27.0	10.0	229.3	366.9	0.8
Juillet	44.0	28.1	36.1	22.9	8.9	317.5	447.2	0.4
Août	42.4	27.3	34.8	26.8	8.9	341.4	388.0	0.5
Septembre	38.1	23.5	30.8	35.7	9.1	268.1	266.8	5.4
Octobre	31.8	17.1	24.5	41.5	7.9	270.7	207.6	4.7
Novembre	24.6	10.5	17.5	51.2	7.3	248.2	124.5	3.1
Décembre	19.8	5.9	12.8	58.1	6.9	239.0	86.2	3.7
Moyenne	31.1	16.3	23.7	39.6	8.9	272.4	/	/
Cumul							2820.2	40.8

(ONM Ouargla, 2019)

T Max : Température maximale. **T min** : Température minimale. **T moy** : Température moyenne

A travers ces données, on peut dire que notre région d'étude est caractérisée par un climat Saharien. La faiblesse de précipitations devant un pouvoir évaporant élevé font que le déficit hydrique est quasi permanent ce qui se répercute défavorablement sur la densité, la biodiversité ainsi que sur l'activité des microorganismes du sol.

II.1.3.Sols

La région de Ouargla est caractérisée par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulière. Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une activité biologique faible, une forte salinité et une bonne aération.

Les régions climatiques désertiques sont idéales pour l'extension des caractères de salinité des sols. Ainsi, les sols de la zone saharienne d'Algérie contiennent des quantités importantes de sels solubles. Leur accumulation est due à la rareté des pluies qui ne pénètrent pas profondément dans les sols pour provoquer une infiltration appréciable (**Halilat, 1998**).

Les sols de la région de Ouargla, sont donc parmi les sols affectés par les sels. Cette salinité est due à de multiples facteurs : l'aridité du climat, l'importance de l'évapotranspiration la remontée de la nappe phréatique qui nécessite une bonne gestion de l'irrigation-drainage (**Hamdi aissa, 2001**).

II.2.Choix de la station

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

Elle se présente sous forme d'un glacié d'une grande homogénéité topographique. Elle est située à Mekhadma, six kilomètres au sud-ouest de la ville d'Ouargla, à une altitude comprise entre 132,5 et 134 m, une latitude de 31°56' Nord et une longitude de 5°17' Est. Elle présente une orientation Nord-Ouest, dans une zone peu élevée, en bordure du chott de Mekhadma. L'exploitation s'étend sur une superficie de 32 hectares, 14,4 hectares aménagés, répartis en quatre secteurs A, B, C et D occupant chacun une superficie de 3,6 hectares et cultivés essentiellement en palmier dattiers, une serre vitrée, trois serres plastiques, ainsi que des cultures fourragères sous palmier dattier. Le reste se trouve inexploité correspondant à l'extension de l'exploitation représentée par des secteurs nus E, F, G et H. Actuellement, une partie de cette superficie a été attribuée au pôle universitaire.

Le sol est d'une texture sableuse à sablo limoneuse, structure particulaire, légèrement basique et pauvres en matière organique, avec une présence notable à certains niveaux de croûtes compactes et encroûtements gypseux. Il est d'une conductivité électrique élevée sous palmiers et très élevée pour le sol hors palmiers (3,34 à 9,16 dS/m) (Karabi, 2017).

Le choix de la zone d'étude s'est porté sur cette palmeraie qui présente plusieurs avantages :

- une homogénéité texturale des sols caractérisée par une prédominance des sables (> 50 %) et une teneur en argile faible (< 10 %)
- la possibilité de pouvoir utiliser les données pédologiques préexistantes sur cette zone d'étude.
- Surveillance permanente du site d'étude



Figure 08. Image satellitaire du site expérimental à l'université de Ouargla (ITAS)

(Image Google Earth, 2021).

II.2.1.Choix de l'herbicide

Nous avons choisi l'herbicide le plus vendu mondialement et au niveau local. C'est un herbicide non sélectif et selon les agriculteurs les herbicides à base de glyphosate sont les plus utilisés dans la wilaya.

II.3.Technique de travail

Notre travail consiste à tester l'effet d'un herbicide spécifique (glyphosate) sur la microflore bactérienne et fongique dans le sol afin. Les échantillons ont été prélevés avant et après traitement phytosanitaire.

Pour la réalisation de notre travail nous avons adopté la démarche suivante (**figure 9**) :

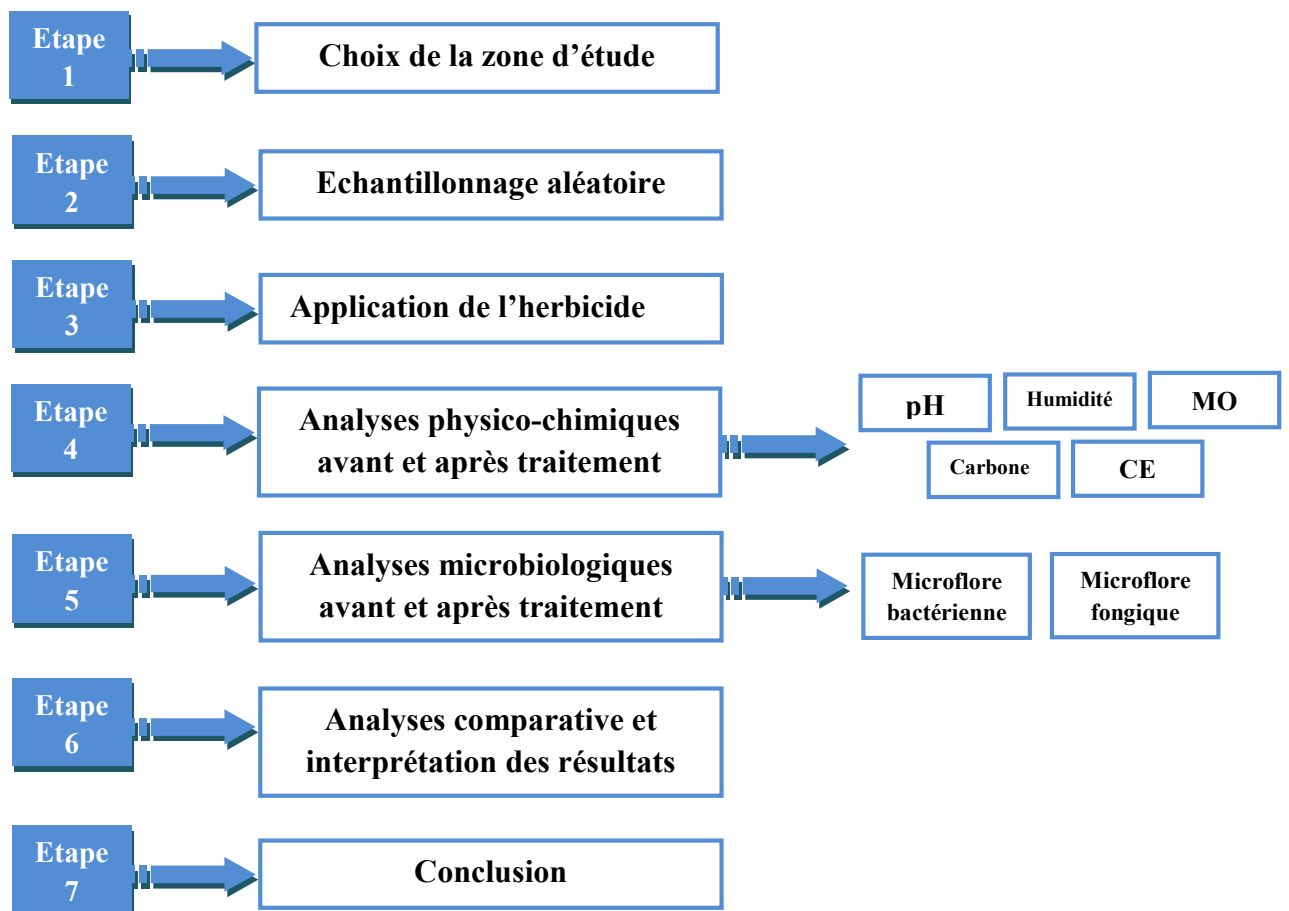


Figure 9. Méthodologie de travail

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc complètement aléatoire à quatre répétitions dont les pots, les pots sont disposés selon le dispositif expérimental suivant :

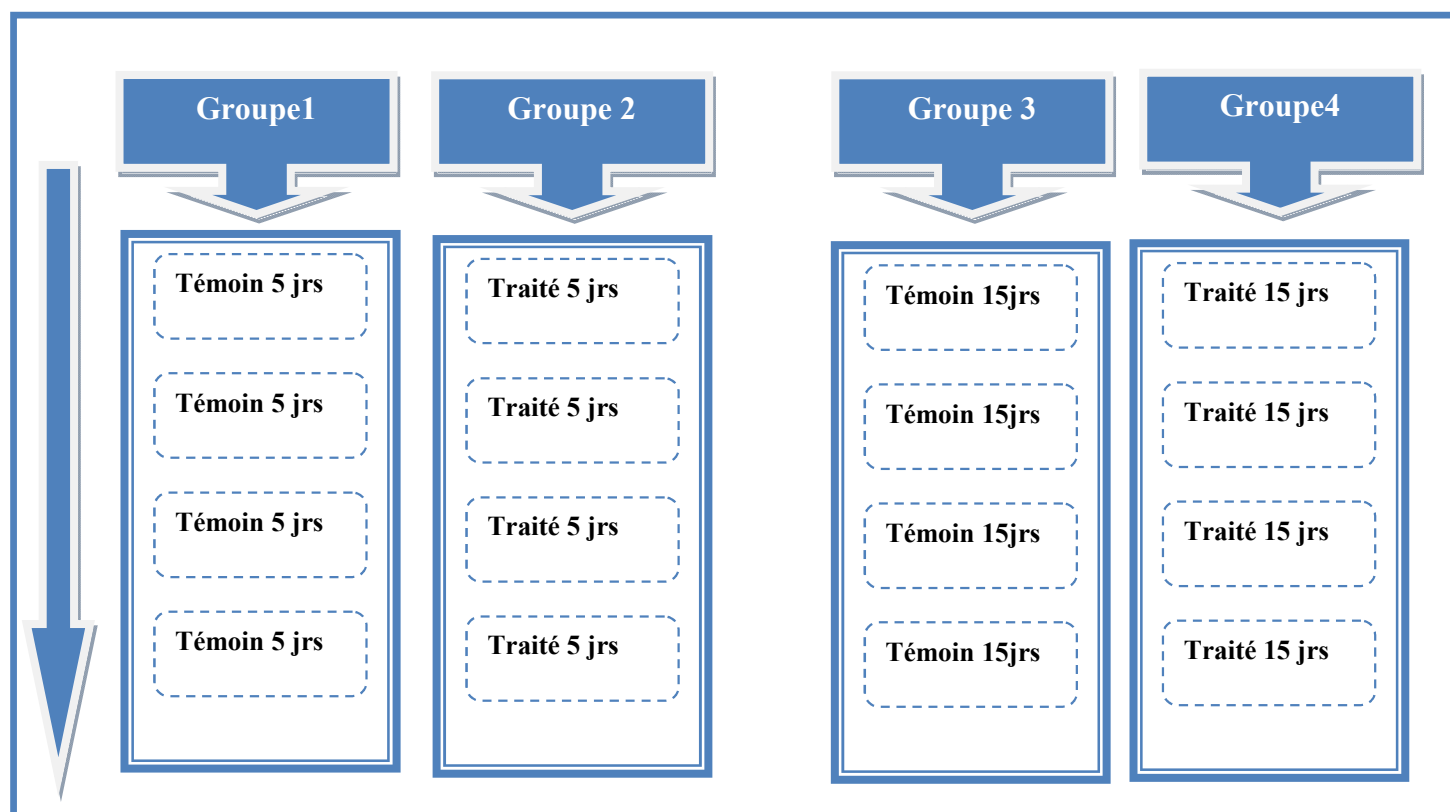


Figure 10. Dispositif expérimental

II.3.1. Etapes d'échantillonnage

Première étape

L'échantillonnage aléatoire

La méthode d'échantillonnage choisie dans notre étude est « l'échantillonnage aléatoire systématique » (Ceaq, 2008), Consiste à prélever des échantillons à des endroits choisis au hasard sur le terrain. D'un point de vue statistique, elle peut permettre d'évaluer la contamination moyenne d'un milieu. Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière agricole à une profondeur de 0 à 30cm.

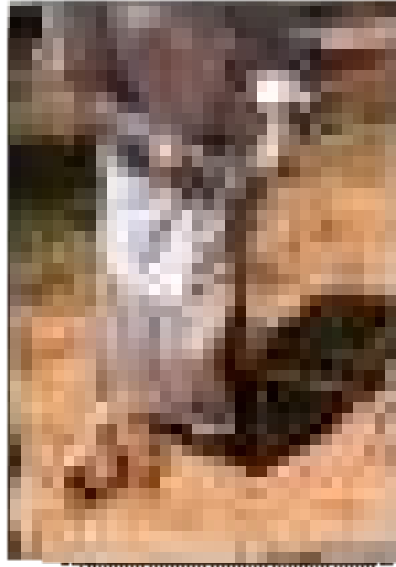


Photo 01. Prélèvements des échantillons à l'aide d'une tarière agricole (BENKRIMA et BOUBLAL 2021)

Deuxième étape.

Préparation des pots

Remplir huit pots par le sol prélevé de différents secteurs de l'exploitation. Rassembler quatre pots et les étiqueter ensemble.



Photo 02. Remplissage des pots (BENKRIMA et BOUBLAL 2021)

On procède par la suite à l'irrigation des pots par un arrosoir avant le traitement pour garder l'humidité du sol a 60%.



Photo 03. Irrigation des pots(BENKRIMA et BOUBLAL 2021).

II.3.2.Etapes de préparation des produits dilués

Première étape

Pour l'utilisation des produits phytosanitaires à usage agricole il faut toujours Préparer l'équipement de protection.

Deuxième étape

Avec l'utilisation de l'eau douce, nous avons dilué le produit phytosanitaire (glyphosate) et le préparé dans un flacon pour faciliter le prélèvement.

Troisième étape

Selon la fiche technique du produit utilisé (**annexe 01**) et à l'aide d'une pipette graduée nous avons prélevé 100 ml et les verser dans un (1) litre d'eau douce pour le diluer.



Figure 11 .Préparation des produits(BENKRIMA et BOUBLAL 2021).

Tableau 04. L'herbicide utilisé (Index d'utilisation des produits phytosanitaires à l'usage agricole. Alger, 2015)

Nom commercial Culture	Matière Active	Concentration	Formulation	
TILLER 410	GLYPHOSATE	48%	SL	Carotte

Quatrième étape

Traitement par le glyphosate

Par la méthode de pulvérisation, nous avons traité les 04 pots avec le glyphosate et laisser les autres comme témoins(**Photo 04**).

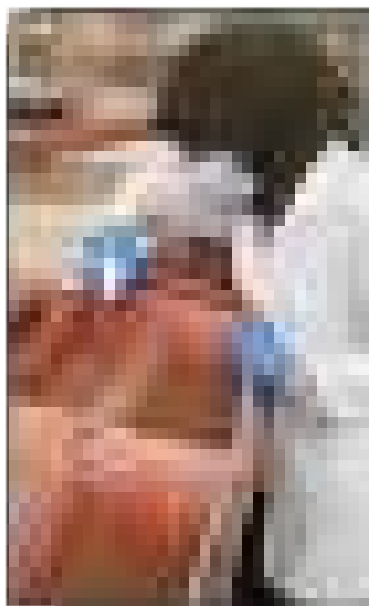


Photo 04.Traitement phytosanitaires par le glyphosate (**BENKRIMA et BOUBLAL 2021**).

Prélèvement des échantillons

Des échantillons ont été prélevés pour analyses microbiologiques et physicochimiques au laboratoire avant et après (05 et 15 jours) traitement par le glyphosate. Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats est la qualité del'échantillonnage. Prélever avec une spatule stérilisée (**figure12**) des échantillons de sol etles mettre dans des flacons stériles (**figure12**).



Figure 12.Prélèvement des échantillons (**BENKRIMA et BOUBLAL 2021**).

II.4.Méthodes d'analyse

II.4.1.Analyses physico-chimiques

L'analyse physico-chimique comporte en général une analyse de la granulométrie (argiles, limons et sables), du pH, de la capacité d'échange cationique et de la teneur en différents éléments : carbone organique, azote total, calcaire, phosphore, potassium, calcium, sodium, et oligo-éléments (zinc, cuivre, fer, manganèse et bore).

Avant d'analyser le sol il faut le tamiser à 2 mm ensuite analyser au laboratoire où nous avons utilisé les méthodes d'analyses suivantes (**Mathieu et Pieltain, 2009**).

II.4.1.1.Humidité

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. La mesure de ce paramètre est réalisée par la méthode Boyoucos. C'est la perte de poids après séchage à 105° C exprimée en pourcentage par rapport à la terre fraîche. Cette détermination est facile à réaliser par simple pesée après un séchage à l'étuve d'une durée suffisante. La perte de poids après séchage est égale à la teneur d'eau du sol. Les valeurs obtenues peuvent être exprimées en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon sec ou humide.

$$\% \text{ Humidité du sol} = \frac{(\text{Masse humide}) - (\text{Masse sèche})}{\text{Masse sèche}} \times 100$$

II.4.1.2.Granulométrie

Selon **Drouet (2010)**, beaucoup de propriétés physiques des sols peuvent être reliées de façon empirique à leur granulométrie.

La granulométrie a pour but d'étudier la taille des particules du sol mais aussi leur répartition. Il existe ainsi plusieurs classifications granulométriques. La règle en France, en ce qui concerne les particules qui sont intéressantes pour l'analyse de sol (**Capinov, 2021**).

II.4.1.3.pH

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

II.4.1.4. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre sur l'extrait de sol dilué au 1/5. Elle est exprimée en déci siemens par mètre (dS/m) (**Baize, 2000**).

La mesure de la conductivité électrique et le dosage des sels solubles dans un extrait de sol sont des données fondamentales dans l'étude des sols salés. La méthode de préparation de cet extrait de sol consiste à mettre en contact un volume variable de solution d'extraction par rapport au poids de sol ; les rapports les plus couramment employés sont l'extrait saturé et différents extraits aqueux de plus ou moins grande dilution (1/1 - 1/2 - 1/5 - 1/10)(**Brusq et Loyer,1981**).

II.4.1.5. Carbone organique

Pour le CO, la méthode **Walkley et Black (1934)** a été réalisée sur les échantillons sélectionnés. La méthode **Walkley et Black (1934)** consiste à oxyder la matière organique sans chauffage externe par une solution sulfurique de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en excès. L'excès de bichromate de potassium est ensuite dosé par une solution de fer ferreux, le sel de Mohr.

II.4.1.6.Matière organique

Les Matières Organiques du Sol (MOS) sont reconnues de longue date pour leur contribution à la fertilité chimique, physique et biologique des sols (**Balesdent et al., 2005**).

Les matières organiques des sols (MOS) jouent un rôle important pour la microflore, la faune et la structure de sol. Elles contrôlent la stabilité des agrégats, favorisent l'infiltration de l'eau et agissent donc profondément sur l'humidité du sol (**Lahmar et Kordj, 2018**).

D'après **Duparquet al. (2007)**, on ne mesure pas directement la teneur en matière organique du sol sur un échantillon de terre. Elle est estimée en appliquant à la teneur en carbone organique déterminée par l'analyse au laboratoire.

$$MO (\%) = C_{org.} (\%) \cdot 1,724$$

Le coefficient multiplicateur : 1.724 est couramment utilisé en France (Duparquet *al.*, 2007)

II.4.2. Analyses microbiologiques

Les techniques utilisées aux laboratoires pour l'étude des micro-organismes du sol sont globalement dans le but :

- ✓ Dénombrement
- ✓ Identification et taxonomie des groupements fonctionnels

La technique utilisée pour la numération des germes tellurique comprend plusieurs étapes allant de la préparation de la suspension dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats

II.4.2.1. Technique de dénombrement

Parmi les méthodes de dénombrement indirectes, la méthode la plus utilisée est la méthode standard de culture sur boîte de pétri.

II.4.2.2. Préparation des suspensions dilutions

Préparation des dilutions : A l'aide d'une micropipette de 1000mL une série de dilution (10^{-1} a 10^{-7}) a été préparée pour chaque échantillon en prélevant 1g du sol et le plaçant dans 9ml d'eau distillé stérile dans un tube à essai stérile pour obtenir une dilution de 10^{-1} puis de chaque dilution la même opération est répétée jusqu'à obtention de la dilution 10^{-7}

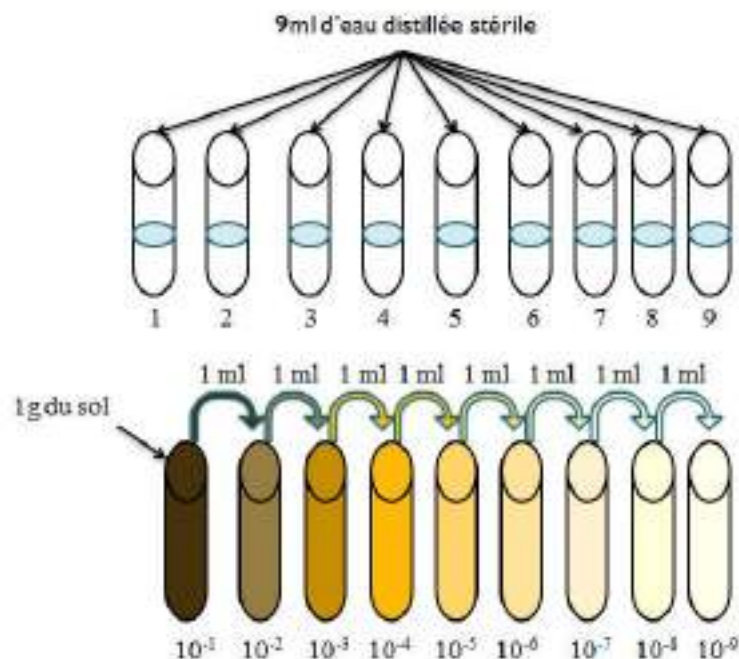


Figure 13. Méthode de préparation des suspensions dilutions.



Figure 14. Préparation des suspensions dilutions (BENKRIMA et BOUBLAL 2021).

II.4.2.3. Microflore bactérienne

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive (Annexe 02). Les bactéries sont cultivées sur milieu solide etensemencées avec des suspensions du sol dilué de 10^{-3} à 10^{-7} incubé à 37°C , la lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 48 heures.

II.4.2.4. Microflore fongique

Les champignons sont cultivés sur un milieu OGA (Annexe 02), etensemencés avec des suspensions dilutions du sol à raison de 3 gouttes de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-6}) soit 0,2 ml sont déposées sur chaque boîte et aussietalées avec soin sur toute la surface. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dilution.

L'incubation se fait à 28°C en position retournée. La lecture des résultats se fait à compter de sept jours d'incubation, le nombre de colonies des champignons développées sur chaque boitede Pétri.



Photo 05.Ensemencement des boîtes pétri (**BENKRIMA et BOUBLAL 2021**).

II.4.2.5. Purification et identification

C'est une étape très importante et très délicate, qui demande beaucoup de temps, puisqu'il s'agit d'un prélèvement qui abrite des milliers de microorganismes, et c'est de la pureté des cultures que va dépendre le reste de travail taxonomique

Après 48 heures d'incubation, une série de purifications est réalisée sur les colonies obtenues. Les souches bactériennes choisies sont identifiables grâce à leurs caractères morphologiques observés à l'œil nu.

Après le premier ensemencement sur boîte de Pétri, différentes colonies sont obtenues. Chaque colonie d'aspect différent est ensemencée à part dans un milieu solide. Les boîtes ensemencées seront incubées 7 jours pour les champignons.

Pour obtenir des isolats purs, des observations quotidiennes ont été effectuées dès l'apparition des souches. Chaque isolat développé a été repiqué, à l'aide d'une anse de platine stérile, au centre de boîte de Pétri contenant un milieu OGA plus 30mg.

II.4.3. Caractéristiques morphologiques

II.4.3.1. Observation macroscopique

L'observation de l'aspect macroscopique des colonies sur GN a concerné les éléments suivants (**Thomas et al., 2002**).

D'après **Joffin et Leyral (2006)**, les éléments d'identifications macroscopiques sont :

- La forme des colonies : rondes, irrégulières, ...etc.

- La taille des colonies par la mesure du diamètre : punctiformes ou non punctiformes.
- La chromogénèse: couleur de la colonie.
- L'élévation : convexe, concave, plate.
- L'opacité : opaque, translucide ou transparente.
- La surface : lisse, rugueuse, sèche, dentelée, ...etc.

II.4.3.2. Observation microscopique

II.4.3.2.1. Observation microscopique chez les bactéries

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

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

II.4.3.2.2. Observation microscopique chez les champignons

L'observation entre lame et lamelle, qui consiste à prélever à l'aide d'une anse de platine, un petit fragment de la culture fongique suffisamment développée, contenant des spores et des hyphes mycéliens, le déposer sur une lame contenant une goutte de Lactophénol bleu coton. Recouvrir avec une lamelle, Après 5 minutes, l'observation est réalisée au microscope optique, objectif x40 (**Chabasse, 2002**).

II.4.3.2.3 Technique de Coloration de Gram

La coloration de Gram est une coloration classique en microbiologie. Elle permet de distinguer deux (2) types de bactéries, les bactéries en Gram négatifs (G-) et les bactéries en Gram positives (G+). Celles-ci diffèrent de part de la composition de leur paroi, notamment par l'épaisseur du peptidoglycane, ou la présence d'une membrane externe(**Larpen et al., 1990**).

D'après **Singleton (1999)**, la coloration de Gram s'effectue selon les étapes suivantes :

- Préparer et fixer un frottis bactérien à la chaleur du bec Bunsen.
- Recouvrir au violet de Gentiane pendant 1 minute. Eliminer l'excès par l'eau courante.
- Ajouter du Lugol : deux bains de 45 secondes, jeter l'excès par l'eau courante.
- Traiter a l'alcool 95° pendant 30 secondes, puis rinçage à l'eau.

- Recolorer à la Fushine pendant 1 à 2 minutes, rinçage à l'eau puis séchage.
- L'observation se fait en ajoutant de l'huile à immersion ; les bactéries Gram positif se colorent en violet alors que les Gram négatif se colorent en rose.



Partie III
Résultats et discussion

Résultats et discussion

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

Dans cette partie, nous présentons une description statistique des données des échantillons du sol relative à la texture, l'humidité, le taux de matière organique, le pH, et la conductivité électrique.

Tableau 05. Résultats des analyses physico-chimiques des sols.

	Après 05 jours		Après 15 jours	
	Témoin	T.Gly ₅	Témoin	T.Gly ₁₅
Texture	SL			
Humidité du sol (%)	10.7			
Salinité globale CE à 25° (dS/m) 1/5	5,25	5,71	5,6	4,54
Réaction du sol (pH eau : 1/5)	7.4	5,35	7.1	5,65
Caractéristiques biochimiques				
C.org (%)	0,76	1,38	0,73	0,9
MO (%)	1,31	2,38	1,25	1,55

D'après ces résultats on remarque que la granulométrie du sol dans la région d'étude est représentée par la dominance de la fraction sableuse, avec une nette dominance du sable grossier.

Selon **Hamdi-Aissa et Girard (2000)**, il s'agit d'un pédopaysage sableux à sable grossier et graviers, avec du calcaire. Le sol est de prédominance sableuse, pauvre en matière organique et présentant un taux d'accumulation gypso-saline pauvre.

Humidité

La valeur d'humidité de sol étudié est de (10.7), cette faible teneur en eau peut s'expliquer d'une part par l'aridité du climat (le taux d'évaporation est supérieur à celui des précipitations) (Bedjadj, 2011), et d'autre part par le faible pouvoir de rétention d'eau des sols sableux (Pelletier, 1992).

Potentiel Hydrogène (pH)

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

L'application du glyphosate a diminué significativement le pH du sol. La diminution est remarquable après 5 jours de traitement. Ceci est dû principalement à la libération des groupements acides du glyphosate. Nos résultats concordent avec ceux de Nkamigboet *al.*, (2020) qui ont constaté une diminution de pH du sol après utilisation du glyphosate dans un sol sableux limoneux.

Cela est dû probablement à la forte acidité du glyphosate pH = 2 (Durand, 2007). Il faut signaler également que le glyphosate est un composé rapidement et fortement soluble, et est fortement adsorbé dans les sols (Cheloufiet *al.*, 2017 ; Legris et Couture, 1989 ; Ndjeri-Ndjouhou, 2012).

Le pH est un élément de grande importance car l'adsorption du glyphosate dans les sols dépend fortement du pH, et la rémanence dépend de l'adsorption. Si l'herbicide s'adsorbe, il devient non rémanent (Legris et Couture, 1989 ; Ndjeri-Ndjouhou, 2012).

D'après (Maqueda *et al.*, 1998 ; Ndjeri-Ndjouhou, 2012), le glyphosate est chargé négativement ce qui favorise les interactions des liaisons hydrogènes avec les substances organiques du sol et agit par voie de conséquence sur l'acidité de sol.

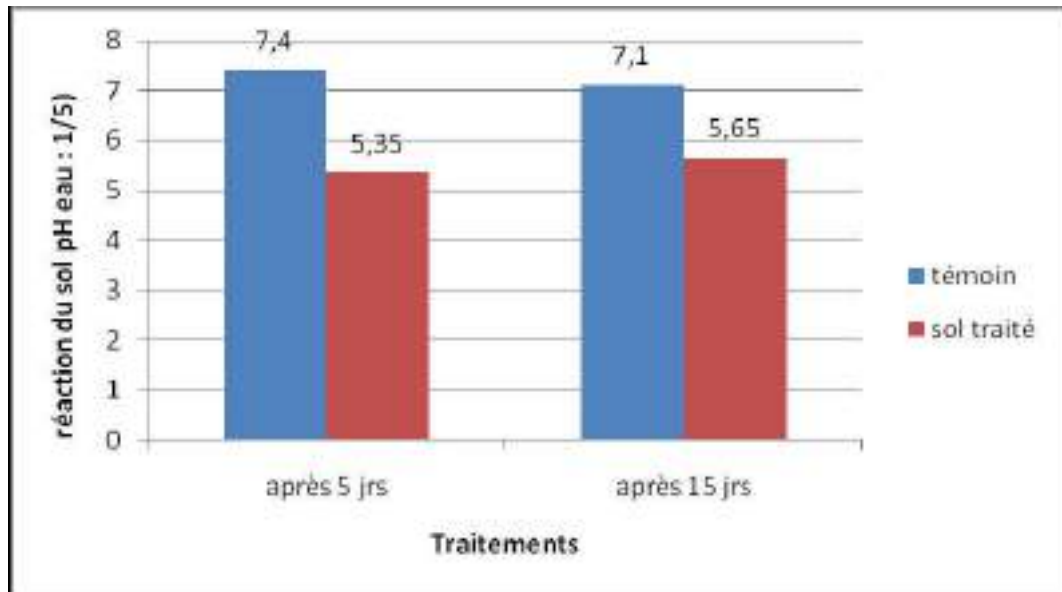


Figure15. Représentation graphique de pH dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire

Conductivité électrique

La conductivité électrique d'un échantillon de sol dépend de la quantité de sels en solution mais aussi de la température et de la teneur en eau (**Gros, 1979**).

Les valeurs mesurées de la conductivité électrique en fonction du temps sont représentées dans la figure (16).

Les valeurs de la conductivité électrique montrent qu'il n'y a pas une grande différence entre le sol témoin et le sol traité (4,54 et 5,71dS/cm³ respectivement). Selon **Aubert(1978)** ces sols sont considérés comme très salés (**Annexe3**).

Cette forte salinité est justifiée par la forte évaporation due aux températures élevées qui caractérisent la région d'étude.

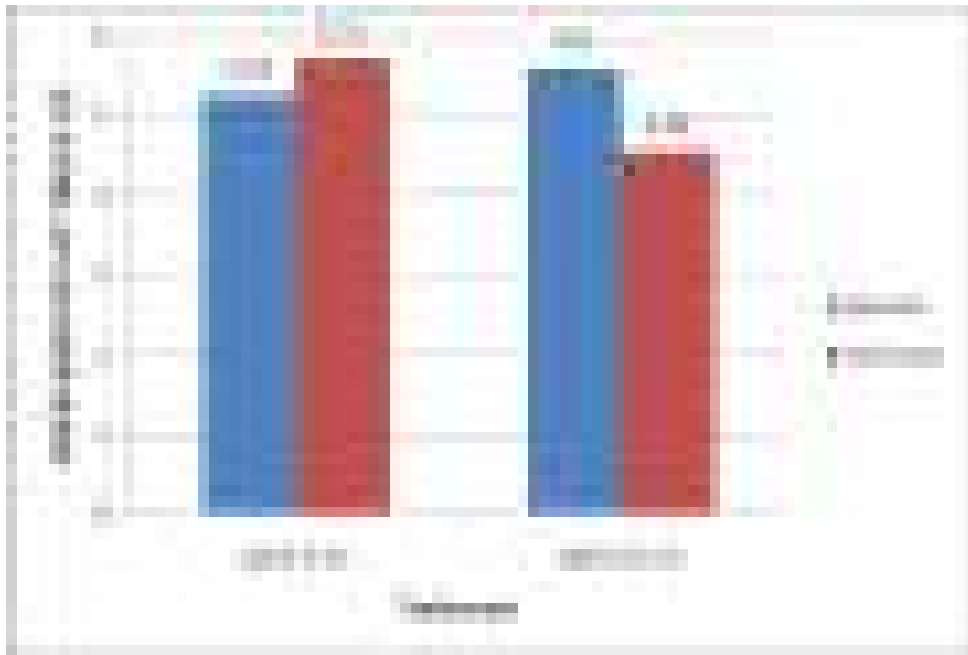


Figure 16. Représentation graphique de la conductivité électrique dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire.

Matière organique (M.O)

Le rôle que joue la matière organique dans l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols en général est confirmé par certaines études (**Merrouki et al., 2011**).

Une variabilité marquante a été enregistrée concernant la matière organique. Ainsi une augmentation de matière organique a été enregistrée après **5 jours** de traitement. Cette augmentation est probablement due à la libération du carbone résultant de la dégradation du glyphosate.

Dans une étude de **Rueppel et al. (1977)**, suivant la dégradation du glyphosate dans le sol, un sol contaminé par le glyphosate marqué par le carbone phosphonométhyl était incubé pendant 28 jours en aérobiose. Les auteurs ont pu montrer que dans ces conditions 55.3% du carbone radioactif était minéralisé.

Cheah et al. (1998) montre que, pour un sol sablo-limoneux de pH 6.7 et 1,3% de carbone organique, la minéralisation du glyphosate atteint un seuil de 90% en 60 jours, alors qu'elle est à seulement 14,6% dans un sol argilo limoneux de pH 4,7 et 30% de carbone organique. Ce résultat est expliqué par une adsorption différente de l'herbicide suivant le type de sol.

Après 15 jours, on observe une diminution non significative de matière organique car les micro-organismes l'ont décomposée pour obtenir une source de nutrition.

Feng et Thompson, (1990) observent que 90% de la totalité des résidus de glyphosate sont retenus principalement dans la couche de surface de 0-15 cm, d'un sol forestier où la teneur en matière organique est plus élevée.

Les résidus de pesticides pourraient être à l'origine de ces augmentations qui sont selon **Traoré et al. (2007)**, synonymes d'une baisse de l'efficacité de l'utilisation de la matière organique par les microorganismes du sol et ce bien que la teneur en matière organique dans les zones arides ne dépasse pas **1%** selon (**Duchaufour, 1984**).

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

Selon **Morand, 2001** on peut lire que le sol est faible en matière organique avant et après l'utilisation du glyphosate (**Annexe 3**).

La matière organique est considérée comme le principal adsorbant des pesticides dans les sols (**Chiou, 1989**). Aussi, à des fins de comparaison les coefficients K_f ou K_d évalués à partir des isothermes, sont rapportés à la teneur en matière organique en calculant le K_{oc} . Plusieurs auteurs montrent qu'il existe une relation linéaire entre la teneur en matière organique du sol et le K_f , car l'adsorption augmente quand le contenu en matières organiques du sol augmente (**Peter et Weber, 1985 ; Patakioutas et Albanis, 2002**). Mais, **Calvet et al. (1980)** ont montré que ce type de relation nécessite de prendre en compte des teneurs en matière organique élevées (>4%), valeurs qui sont rarement atteintes dans le cas des sols agricoles.

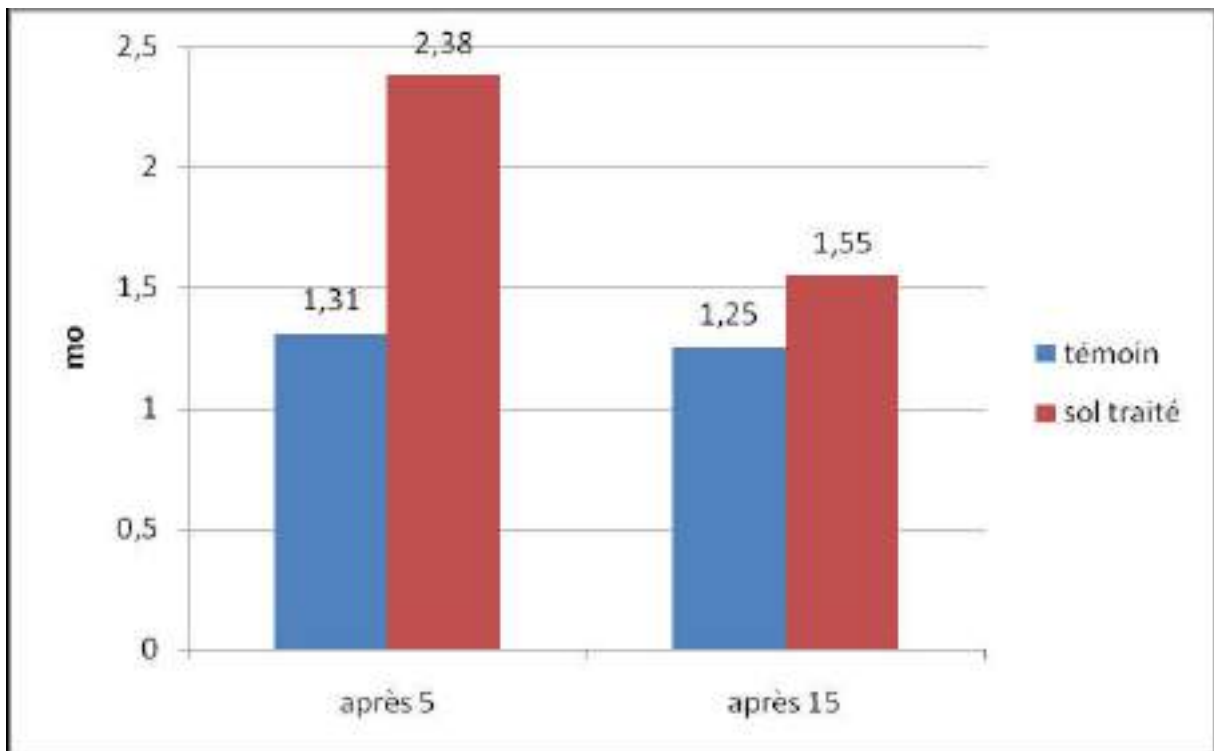


Figure 17. Représentation graphique de matières organiques dans le sol étudié avant et après le traitement phytosanitaire.

III.2. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats du dénombrement de la biomasse bactérienne et fongique dans les échantillons du sol avant et après traitement par le glyphosate sont représentés dans le tableau (06)

Tableau 6. Résultats de dénombrement de la biomasse microbienne du sol avec et sans traitement phytosanitaires

UFC.g.s.s ⁻¹	Témoin après 5 jours	Après 5 jours de T.P.P.S	Témoin après 15 jours	Après 15 jours de T.P.P.S
Bactéries (10⁶)	42,8	45,9	41,8	63,9
Champignons (10⁴)	4,9	6,2	6,3	9,1

UFC.g.s.s⁻¹ : unité formant colonie par gramme de sol sec.

III.2.1. Densité bactérienne dans les sols étudiés

Les résultats des densités bactériennes indiquent qu'il y a une augmentation non significative de la densité après 5 jours de l'utilisation du glyphosate par contre il y'a une augmentation significative après 15 jours de traitement. Cette constatation est en accord avec les résultats de **Gimsing et al. (2004)** et **Ratcliff et al. (2006)** qui rapportent une augmentation de microorganismes cultivables du sol dénombrés après addition du glyphosate.

Cette augmentation peut être expliquée par le fait que le glyphosate ajouté au sol est une source de nutriments et d'énergie enrichissant le sol saharien naturellement pauvre en matière organique.

Une grande partie de la population microbienne est capable de dégrader le glyphosate par co-métabolisme (**Wiren-Lehr et al., 1997 ; Forlani et al., 1999 ; Cheah et al., 1998 ; Stenrod et al., 2003**).

Les essais réalisés en milieu naturel démontrent plutôt que les microorganismes augmentent dans les sols traités au glyphosate, même à des taux aussi élevés, suggérant ainsi l'utilisation du glyphosate comme substrat (**Grossbard, 1985**).

Les bactéries dégradent le glyphosate par deux façons conduisant à la production intermédiaire de glycine ou de AMPA (**Balthazor et Hallas, 1986 ; Jacob et al., 1988 ; Lerbs et al., 1990 ; Liu et al., 1991 ; Forlani et al., 1999**).

D'une part la voie de glycine commence par le clivage de la liaison carbone-phosphore du glyphosate pour produire le sarcosine, d'une autre part, la seconde voie consiste à cliver la liaison carbone-azote du carboxyméthyl pour produire l'AMPA. Ce dernier, produit

de cette voie peut être métabolisé davantage, fournissant du phosphore pour la croissance bactérienne (Kishore *et al.*, 1987; Pipke *et al.*, 1987; Shinabarger *et al.*, 1986 ;Jacob *et al.*, 1988)

III .2.2.Analyse statistique (Test de Kruskal-Wallis)

K (Valeur observée)	10,478
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (bilatérale)	0,015
Alpha	0,05

H0 : Les échantillons proviennent de la même population.
Ha : Les échantillons proviennent de populations différentes.

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 1,49%.

Tableau 7. Présentation des principaux groupes des bactéries a travers le de test Kruskal-Wallis .

Echantillon	Effectif	Somme des rangs	Moyenne des rangs	Groupes
Témoin 15J	4	17,000	4,250	A
Témoin 5	4	25,000	6,250	A B
sol traité 5	4	36,000	9,000	A B
sol traité 15J	4	58,000	14,500	B

Groupe A (témoin 15 jours) : le résultat obtenu montre que il y'a une faible densité bactérienne. Ceci est liée ça à la faible teneur on matière organique dans les sols sahariens qui se caractérisent par une densité bactérienne moins importante.

Groupe AB (Témoin et sol traité après 5 jours) : les valeurs obtenues sont dans le même groupe homogène et il y'a une augmentation non significative après l'utilisation du glyphosate. Ceci peut être expliqué par le début de dégradation du glyphosate qui leur a servi comme source de nutrition et d'énergie.

Groupe B (sol traité après 15 jours) : nous avons remarqué une augmentation significative au fil temps de la biomasse bactérienne. Ceci est dû à un stade bien avancé de dégradation du glyphosate.



Figure18. Représentation graphique de la densité bactérienne du sol sans et avec le glyphosate au fil de temps en UFC.g.s.s⁻¹

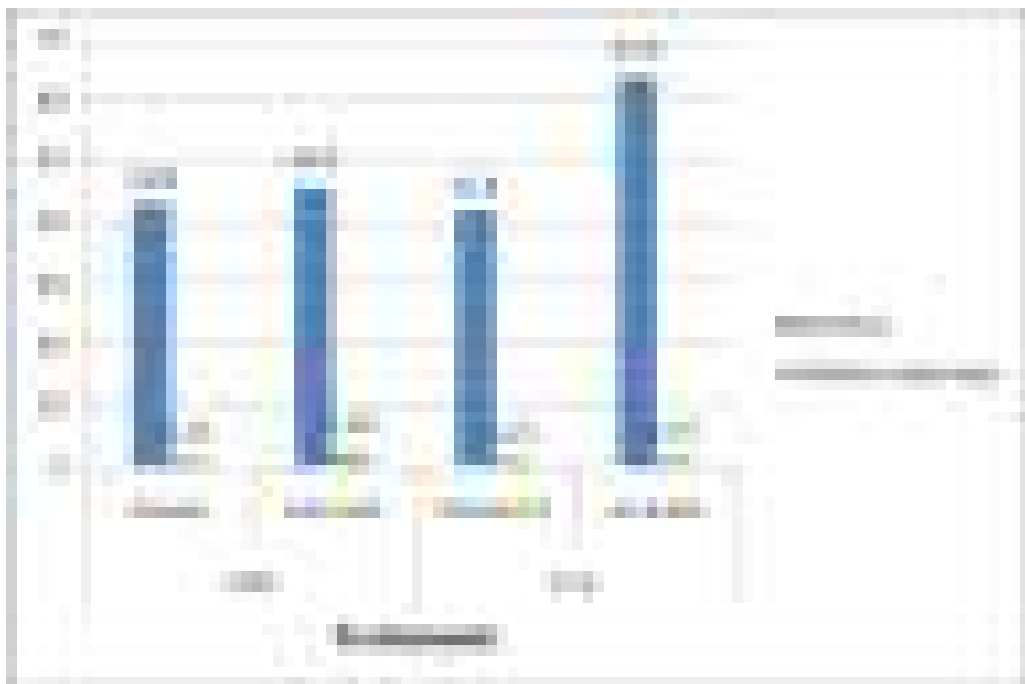


Figure19. Représentation graphique montre la relation entre la matièreorganique et la densité bactérienne dans le sol avec et sans traitement

D'après la représentation graphique, nous remarquons qu'il y a une corrélation directe entre la densité bactérienne et la matière organique dans les cinq premiers jours. Cependant, après 15 jours nous constatons qu'il y a une diminution de la matière organique consommée par les micro-organismes.

III.3. Caractères morphologiques

L'étude morphologiques des isolats des bactéries à partir du sol avec et sans glyphosate a permis de distinguer les caractères indiqués dans le **tableau08**.

La plupart des caractéristiques morphologiques observées (forme, taille, couleur, opacité, aspect de surface) chez les bactéries ont une similarité dans le sol avec et sans traitement.

Tableau08. Caractères morphologiques des bactéries

	Couleur	Forme	Opacité	Taille	Aspect du Surface
Bactéries	Blanchâtre	Punctiforme		Petite	
	Blanchâtre	circulaire		Moyenne	
	Oronge	circulaire		Petite	Lisse
	Blanchâtre	circulaire	Opaque	Petite	Rugueuse
	Blanchâtre	Courbe	Transparent	Moyenne	
	Blanchâtre	Filamenteuse		Moyenne	
	Blanchâtre	Filamenteuse		Petite	



Figure 20 . Observation macroscopique des bactéries après application du glyphosate

III.3.1. Coloration de Gram

L'observation microscopique nous a montré la présence des bactéries Gram négatives dans les échantillons du sol prélevés après traitement. Dans le sol témoin nous avons trouvé des bactéries Gram négatives et des bactéries Gram positives avec une prédominance des bactéries Gram positives.

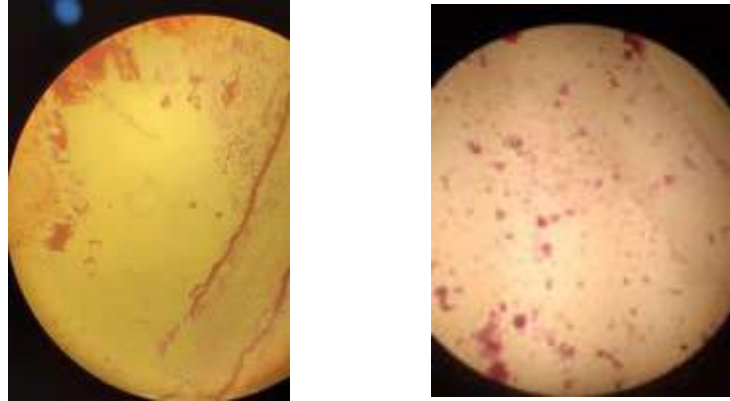


Figure 21. Observation au microscope optique des bactéries dans le sol. (Gross x40)

III.4. Densité fongique

Comparativement aux bactéries, l'augmentation des champignons est plus importante. Ainsi, la densité des champignons a doublé 15 jours après le traitement. Ceci adhère aux résultats de **Benslama (2014)** qui a constaté une augmentation de la densité fongique après traitement par le glyphosate.

Cette augmentation est probablement due à ce que les champignons ont trouvé une source de nutrition. En effet, **Krzysko-Lupicka et al. (1997)** ont montré que les champignons peuvent utiliser le glyphosate comme seule source de phosphore. Nous avons constaté également, qu'après l'addition du glyphosate le pH a diminué ce qui a favorisé la prolifération des champignons. Ceci est dû à la particularité que possèdent les champignons vis-à-vis le pH. En effet les champignons préfèrent les milieux acides ou ils ne rencontrent pas la concurrence des bactéries (**Morel, 1996**).

D'après **Wardle et Parkinson (1990)**, le glyphosate peut influencer directement et indirectement le nombre de champignons. Les souches fongiques jouent également un rôle important dans la dégradation du glyphosate.

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

En général, la majorité des herbicides n'ont pas un impact négatif considérable sur la population des champignons du sol, cependant, quelques insecticides peuvent avoir une inhibition initiale sur les champignons du sol, suivi par un effet stimulateur.

Les champignons appartiennent au groupe des micro-organismes qui, après une réponse initiale sensible à la présence de pesticides dans le sol, peuvent rapidement établir un métabolisme normal, leur permettant même de se multiplier, en particulier dans le cas de l'application de fongicide et d'insecticide (Mandic *et al.*, 2005).

III.4.1. Analyse statistique (Test de Kruskal-Wallis)

K (Valeur observée)	12,550
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (bilatérale)	0,006
Alpha	0,05

H0 : Les échantillons proviennent de la même population.

Ha : Les échantillons proviennent de populations différentes.

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha.

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,57%.

Tableau 09. Présentation des principaux groupes des champignons à travers le de test Kruskal-Wallis

Echantillon	Effectif	Somme des rangs	Moyenne des rangs	Groupes
Témoin 5	4	10,500	2,625	A
sol traité 5	4	32,000	8,000	A B
témoin 15J	4	35,500	8,875	A B
sol traité 15J	4	58,000	14,500	B

Groupe A (témoin après 5 jours) : les valeurs obtenues montrent que il y'a une faible densité fongique dans le sol témoin du fait que les sols sahariens sont généralement pauvres en matière organique.

Groupe AB (sol traité après 5 jours et témoin après 15 jours) : Concernant le sol témoin après 15 jours, on note qu'il y a une augmentation non significative du nombre de champignons par rapport au sol témoin après 5 jours.

L'augmentation de la densité fongique après l'addition du glyphosate après 5 jours est liée probablement à l'utilisation des champignons du glyphosate comme source de nutrition.

Groupe B (sol traité après 15 jours) : Une augmentation significative de la communauté fongique après 15 jours de traitement a été constatée. Les champignons trouvent un milieu favorable à leur croissance que ce soit en matière de nutrition ou de pH.

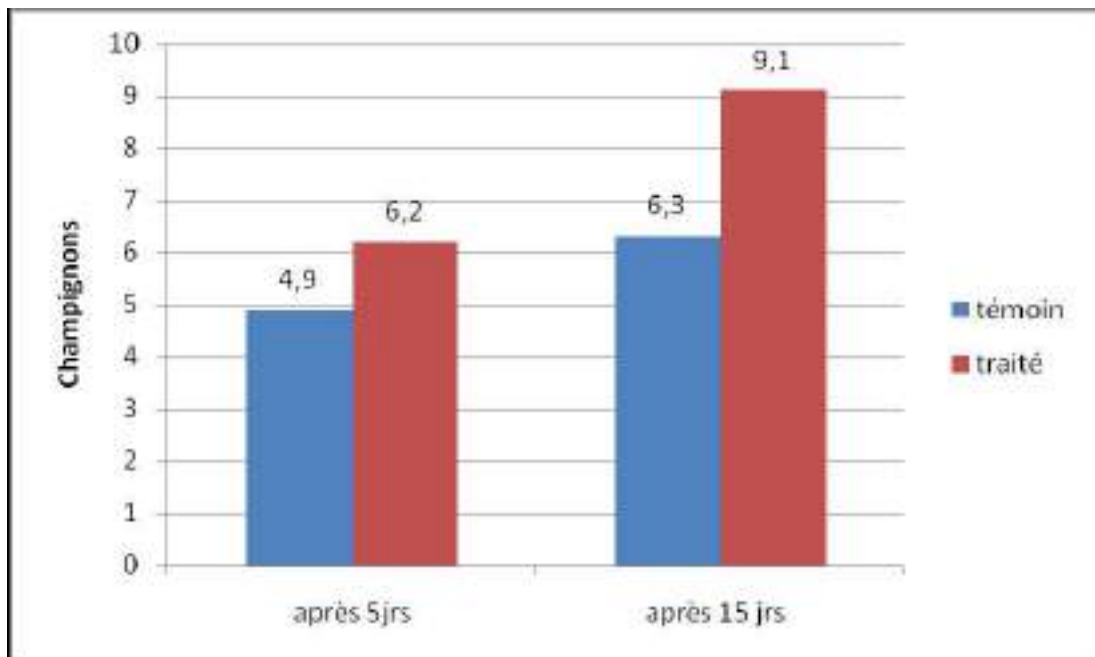


Figure 22. Représentation graphique de la densité fongique du sol sans et avec le glyphosate au fil de temps en UFC.g.s.s-1

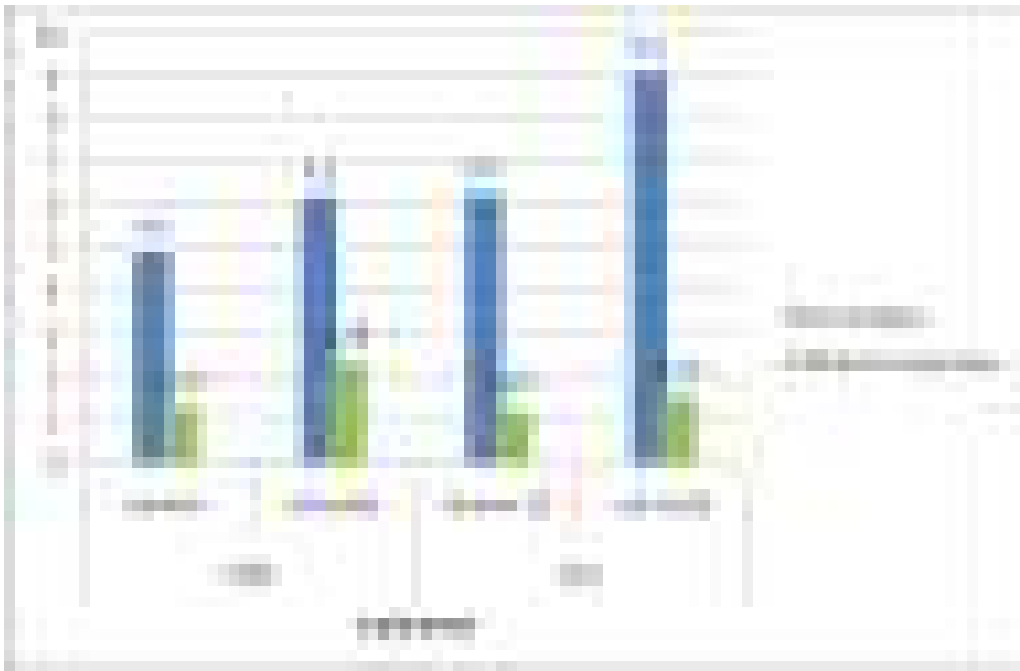


Figure 23. Représentation graphique montre la relation entre la matière organique et la densité fongique dans le sol avec et sans traitement

III.4.2. Purification des champignons

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

Tableau 10. Caractères morphologiques des champignons


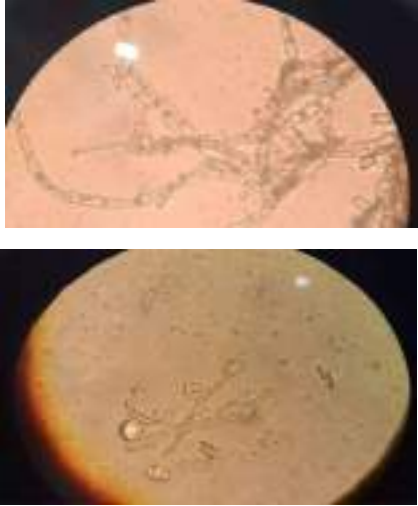
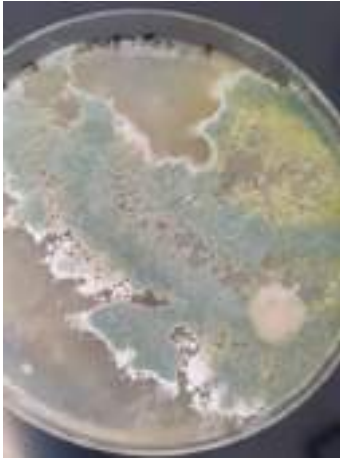
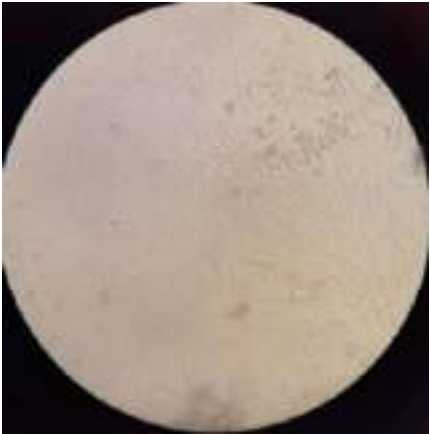


	Couleur	Forme	Opacité	Taille	Aspect de Surface
Champignons	-Vert jaunâtre			Moyenne	Rugueuse
	-Noire			Grande	Lisse
	-Blanchâtre	Bombée		Petite	
	-colonie rouge	Arrondie	Opaque		
	entouré du Bleu	Surélève			
	-colonie verte				
	entouré du Blanc				
	-colonie marron				
entouré du blanc					

III.4.3. Identification des souches sélectionnées

L'identification des genres fongiques a été réalisée essentiellement selon les clefs de détermination de **Bottonetal. (1990)**. Sur cette base, nous avons défini les isolats fongiques qui sont représentésle tableau (11)

Tableau11. Identification des Champignonsresponsables de la dégradation du glyphosate

Nom scientifique	observation macroscopique	observation microscopique
<i>Penicillium natatum</i>		
<i>Aspergillus niger</i>		

<p><i>Fusarium sp</i></p>		
<p><i>Trichoderma viridae</i></p>		
<p><i>Scopulariopsis spand</i></p>		

Les résultats obtenus après l'identification des souches fongiques montre qu'il y a une dominance du genre *Fusarium* après 15 jours de traitements. De même, **Means (2004)** a détecté une importante augmentation dans le sol de la population des *Fusarium* dans les deux

semaines qui suivent l'application du glyphosate, ainsi qu'il est présent dans les zones tropicales, les régions tempérées, les zones désertiques.

Leur croissance optimale nécessite un température de 25°C et un pH de 5,6 (**Keller *et al.*, 1997**)

Autres espèces sont responsables de la dégradation du glyphosate a été identifiédans les échantillons du sol traité sont : ***Penicillium natatum* ; *Aspergillus niger* ; *Trichoderma viridae* ; *Scopulariopsis spand*** . Nos résultats concordent avec ceux de **Krzysko-Lupicka *et al.* (1997)**, qui montrent que parmi 26 souches fongiques isolées des sols testés, 7 peuvent utiliser le glyphosate comme seule source de phosphore : *Trichodermaviridae* II, *Trichodermaviridae* II A3g, *Penicillum* sp, *Alternariasp*, *Trichodermaharzianum*, *Scopulariopsis* sp. et *Aspergillusniger*

Les espèces identifiées sont des Hyalohyphomycètes. Leurs température optimale de croissance varie selon les espèces entre 20 et 30 °C. Elles jouent un rôle fondamental dans le cycle de carbone et elles recyclent une grande quantité de la matière organique.



Conclusion



Conclusion

A ce jour, les études réalisées sur l'effet du glyphosate sont presque focalisées sur la santé humaine, sur la qualité d'eau et l'environnement. Cependant, peu des données sont disponibles sur leur effet sur les caractéristiques microbiologiques et physico-chimique du sol.

L'objectif de cette étude était de mettre en évidence l'effet du glyphosate à court terme, sur les sols oasiens. L'étude qui a été menée au niveau de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla consiste à déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la densité fongique et bactérienne dans des échantillons de sol traités par le glyphosate comparés à des sols témoins au fil de temps.

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol étudié montrent que le glyphosate influence le pH du sol par la libération des groupements acides agissant par voie de conséquence sur l'acidité de sol.

La valeur relative à la matière organique montre que ce paramètre est plus élevé dans le sol traité par rapport au sol témoin due à la libération du carbone résultant de la dégradation du glyphosate.

Les résultats du dénombrement bactérien et fongique des différents échantillons du sol (avec et sans traitement) montrent que il y'a une augmentation dans les sols traités en fonction du temps, cela indique que le glyphosate a un effet positif sur la densité microbienne du sol.

La densité fongique est la plus affectée par l'application du glyphosate.

La biodégradation est la voie principale de la dégradation du glyphosate dans le sol par quelques souches bactériennes et fongiques. Parmi les souches fongiques identifiées responsables de la dégradation dans la présente étude sont : *Penicillium natatum* ; *Aspergillus niger* ; *Fusarium sp* ; *Trichoderma viridae* ; *Scopulariopsis spand* .

L'étude s'est limitée à l'évaluation de l'effet du glyphosate sur uniquement les bactéries et les champignons du sol. Afin de permettre une meilleure connaissance de l'impact du glyphosate sur la microbiologie du sol, d'autres paramètres microbiologiques doivent être pris en compte dans le futur, à savoir :

- L'effet du glyphosate sur la diversité microbienne et les activités enzymatiques.
- Leur effet sur la respiration microbienne dans le sol
- Leur effet à long terme

- L'identification des souches bactériennes responsables de la dégradation du glyphosate.

Enfin, la compréhension du comportement des pesticides dans le sol est essentielle pour évaluer les risques de leur transfert dans différents compartiments de l'environnement. Cela permettra de mettre en œuvre une utilisation raisonnable et durable de ces produits sans remettre en cause la durabilité économique de ces activités.



Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Agoussar A , 2017 . Effet des pesticides sur la diversité bactérienne des champs agricoles et la capacité des bactéries à les dégrader .Thèse de master, université Montréal. 18p.

Aissaouia.,2013.Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Magister En Biologie Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, 23 p.

Alain P., Boisset M.,Casse F.,Catteau M.,Lecerf J M.,Carole L., 2004.Pesticides risques et sécurité alimentaire. Paris.09p.

Alonso J.M ., BEJOT J et FORTERRE P., 2013.« BACTÉRIES », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 22 novembre 2013. URL<http://www.universalisedu.com/encyclopedie/bacteries> .

Aloui N., 2020. Etude de la biodégradation de quelques pesticides par des bactéries isolées de différentes niches écologiques de la wilaya de Ouargla. THÈSE Doctorat en Ecologie saharienne.Université de Ghardaïa.171 p.

Aubert G., 1978. Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191p.

Aubertot J N., Barbier J M., Carpentier A., Gril J J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I. et Voltz M., 2005 . Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref .France. 64p.

Audus L.J., 1949. The biological detoxication of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in soils. Plant and Soil, 2. 31-36p.

Ayad Mokhtari N., 2012. Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés (en ligne). Diplôme de MAGISTER, faculté de Chimie Organique, université d'Oran, ALGERIE, pp13.

Baize D ., 2000. Guide des analyses en pédologie : 2ème Ed. Revenu et augmentée interprétation I.N.R.A. Paris. 257p.

Balesdent J., Arrouays D., Chenu C., Feller C., 2005. Chapitre 10 : Stockage et recyclage du carbone, 238-259. In Girard M.C., Walter C., Remy J.C., Berthelin J., Morel J.L., 2005. Sols et Environnement, Dunod (Ed.), 816 p.

Balthazor T.M., et Hallas L.E., 1986. Glyphosate Degrading Microorganisms from Industrial Activated Sludge. *Applied Environmental Microbiology*. 51: 432- 434.

Barriuso E., Calvet R., Schiavon M. et Soulas G., 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols. Forum « le sol, un patrimoine menacé ? » numéro spécial: 279-295.

Batsch D ., 2011. L'impact des pesticides sur la santé humaine, Thèse de Diplôme de doctorat d'Etat en Pharmacie . Faculté de pharmacie, Université Henri Poincare- Nancy .01 07 ,08 p.

Bedjadj S., 2011 . Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologiques des sols dans la région de Ouargla (cas de l'exploitation de l'université de Ouargla).mémoire d'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah, Ouargla ,5- 6pp.

Beltran J., Hernandez F., Lopez F. J., Morell I., 2001. Study of sorption processes of selected pesticides on soils and ceramic porous cups used for soil solution sampling. *International journal of environmental analytical chemistry* 58, 287-303p.

Bender S.F ., Wagg C., and van der Heijden M.G., 2016. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in ecology & evolution*. 31(6), 440-452.

Benslama O., 2014 . Isolement et caractérisation des bactéries capables de dégrader l'herbicide Glyphosate et optimisation des conditions de culture pour une dégradation plus efficace. Thèse Doctorat 3ème cycle LMD En Biotechnologies microbiennes. Université Constantine 1. 34-56p.

Berrah A., 2011. Etude sur les pesticides, Mémoire Master 2 en toxicologie appliquée. Université de Tébessa, Algérie. 02p.

Bertonnier L., Bonansea V., Bonnet F., Duran R. C., 2012. Etude du glyphosate (Roundup); Rapport : Production & Environnement, 5p.

Birgit M., 2021. Glyphosate une histoire d'amour. Birgit Müller et Michel Naepels (sous la direction) *Mondes toxiques*. Monde Commun Nr. 5 Paris: PUF. 02p .

Bollag J.M. et Lui S.Y., 1990. Biological transformation processes of pesticides. In Pesticides in soil environment: processes, impacts, and modelling. Cheng, H.H. Ed., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. 169- 203p.

Botton B; Bretton A; Fever M; Gautier S; Guy, Ph; Larpent J.P; Reymond, P; Sanglier, J-J; Vayssier, Y & Veau, P. 1990. Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle, (edn) Masson, Paris.

Bourbia Ait-Hamlet S., 2013. Evaluation de la toxicité de mixture de pesticides sur un bioindicateur de la pollution des sols *H. aspersa*. Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba .110 p.

Bouziyani M. 2007. La pollution des eaux par les pesticides, une préoccupation pour les chercheurs algériens. Journée Scientifique de L'ACEDD, Oran.

Bowles T M., Acosta-Martinez V., Calderon F., Jackson Le., 2014. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agro ecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. *soil biol. biochem.* 68, 252–262.

Brusq J-Y et Loyer J-Y., 1981. Relations entre les mesures de conductivités sur des extraits de sols de rapports sol/solution variables, dans la vallée du fleuve Sénégal Pédologue O.R.S.T.O.M., Centre O.R.S.T.O.M. deDakar.279p.

C.E.A.E.Q (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec), 2008. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales. Cahier 1, Généralités, 66p.

Calvet R., Terce M., et Arvieu J.C., 1980. Adsorption des pesticides par les sols et leurs constituants. I- Description du phénomène d'adsorption. *Annales Agronomiques.* 31: 33-62p.

Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit C., Charnay M.-P. et Coquet Y., 2005. Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. *Éditions France Agricole*, Paris. 625 p.

Camard JP., 2010. Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé :Connaissances des usages en Zone non agricole. IAU îdF / ORS. France .8p.

Campbell C. A., 1978. Soil organic carbon, nitrogen and fertility In soil organic matter. *Développements in soil science*, 8: 173-265.

Capinov 2021, La granulométrie du sol .Des spécialistes de l'analyse
<URL><https://www.capinov.fr/la-granulometrie.php>. Consulté le 15/5/2021; 11 :52.

CDARS., 2019. Commissariat au Développement de l' Agriculture dans les régions Saharienne. Données statistiques.

Chabasse D., Bouchara J.P, De Gentile L., Brun S., Cimmon B., Penn P. 2002. Les moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation biologie médicale. Éd. Bioforma. No 25. Paris.160p. .

Chaussod R., Nicolardot B., et Catroux G. 1986. Mesure en routine de la biomasse microbienne des sols par la méthode de fumigation au chloroforme. Science du Sol. 2 : 201-211.

Cheah U., Kirkwood R. et Lum K., 1998. Degradation of four commonly used pesticides in Malaysian agricultural soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46: 1217–1223.

Cehma A., 2011. Le Sahara en ALGERIE situation et défis. Université KASDI MERBAH Ouargla. CMEP TASSILI. (N° 09 MDU 754).4p.

CHELOUFI R., MESSAADIA H., et ALAYAT H., 2017. Effet du glyphosate et 2.4-d sur la production du CO_2 , NO_3^- et NH_4^+ dans les sols du périmètre irrigable de bou namoussa. Revue des bioressources vol 7 n° 1 juin 2017.03p.

Chiou C.T., 1989 . Theoretical considerations of the partition uptake of nonionic compounds by soil organic matter, Reactions and movements of organic chemicals in soil, SSSA Special Publication No. 22, Soil Science Society of America, Madison, 1-29 p.

Colleu S. et Mignard E., 2000. La lutte contre la pollution des sols par les pesticides : limiter les apports, réduire les fuites. INRA, 5p.

Columa, 1977. Les herbicides et le sol. ACTA, 143 p.

COMITE SECURITE ALIMENTAIRE D'APRIFEL. pesticides, risques et sécurité alimentaire,07p.http://www.aprifel.com/userfiles/file/pesticides_risques_securite_a.pdf, consulté le 12/02/2021 à 17h50.

CottardC., 2008. Les pesticides encore appelées produits phytosanitaires, institut français de l'éducation. 04p.

- Coulibaly H., 2005.** LeSCV (Semidirect sous Couverture Végétale), un élément stratégique de gestion durable des terres agricoles : une expérience française comme base de réflexion pour le Mali. Mémoire (DEPA, France). Chapitre 2, 13-20 pp.
- D.P.A.T., 2017.** Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla. Direction de la planification et de l'aménagement du territoire .Ouargla.
- D'elbée j., 2015.** Mémento du forestier tropicale édition Quae, France.
- Djemile Ch., DEQUIEDT S., BELSIC A ., NOWAK V., VON KERSSEN BROCK F., 2021.** Quel est l'impact des pratiques d'épandage des effluents d'élevages mixtes « Porcin-Bovin » en zone herbagère du Massif Central sur la microbiologie des sols ? *In* Journées Recherche Porcine, France. 01p.
- Dommergues Y et Mangenot F., 1970 .** Ecologie microbienne du sol (Microbial ecology of soil) Masson and Cie editors ,Paris ,796 p .
- DROUT T., 2010.** Pédologie- BING-F-302. s.l:s.n.79p.
- Duchaufour P., 1984.** Abstract of soil science. Masson-édition. 220. (In French).
- Duparque A ., Fleutry L ., Dersigny Ch ., Ancelin O., et Duranel J., 2007.** Mémento Sols et matières organiques : pour des notions utiles et contre les idées reçues. Agro-Transfert Ressources et Territoires, Chambre d'Agriculture Picardis, Amiens, France, 45 p + Index
- Durand S., 2007.** Contribution à l'étude de la biodégradation et de la biodisponibilité dans les sols de la mesotrie et du glyphosate. Thèse doctorat en chimie organique biologique. Université Blaise PASCAL .408p.
- Fardeau J-C., 2015.** Des indicateurs de la fertilité des sols. Etude et Gestion des Sols 22, 77–100 p.
- Feng J.C. et Thompson D.G. 1990.** Fate of Glyphosate in a Canadian Forest Watershed. 2. Persistence in Foliage and soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 38: 1118-1125.
- Fierer N., Bradford M.A and Jackson R.B., 2007.** Toward an ecological classification of soil bacteria. Ecology. 88(6), 1354-1364.

Forlani G., Mangiagalli A., Nielsen E. et Suardi C.M., 1999. Degradation of the phosphonate herbicide glyphosate in soil: evidence for a possible involvement of unculturable microorganisms. *Soil Biology & Biochemistry*. 31: 991–997.

Fournier J.C., 1996. Microbial aspects of soil pesticide degradation in surface soil, pp. 78-87. *in pesticides, soil microbiology and soil quality*. Anderson et al., Eds., Meeting at Beaune, France. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Bruxelles, Belgique.

Fournier J., 1988. Chimie des pesticides. Cultures et Techniques. Agence de Coopération Culturelle et Technique ; Université d'Angers. 350p.

Gamouh A., Bensalah M., Abaadi N., Ziad A., Coste C., Fournier J-C., 2005. Effets comparés et interactifs des pesticides et facteurs physiques sur la minéralisation des substrats carbonés dans le sol. *Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie*, N°26-27, 2004-2005 : 35-38.

Gauvrit C., 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. Institut national de la recherche agronomique, éditions quae, 3eme édition, paris cedex, 1-10p.

Gavrilescu M., 2005. Fate of pesticides in the environment and its bioremediation. *Eng. Life Sci.* 6, 497-526.

Geisler O., 2019. Etude de l'impact des pratiques agricoles sur les capacités fonctionnelles des communautés microbiennes en lien avec le recyclage de la matière organique. Master Microbiologie. Centre INRA de Bourgogne-Franche-Comté. 49p.

Giller K.E., Beare M.H., Lavelle P., Izac A.M., and Swift M.J., 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agro ecosystem function. *Applied soil ecology*. 6(1), 3-16.

Gimsing A.L., Borggard O.K. et Sestoff P., 2004. Modelling the Kinetics of the Competitive Adsorption and Desorption of Glyphosate and Gibbsite and in Soils. *Environmental Science and Technology*. 38: 1718-1722.

Giroux I., 2004. La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec. Québec ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement Envirodoq n°ENV/2004/0309, collection n°QE/151, 40 p.

Gounari R., 2006. Principales intoxications du chien dans les jardins. Thèse de doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, 63 p.

Gros A., 1979. Engrais guide pratique de la fertilisation, Edition Maison rustique, 7ème édition, 533p.

Grossbard E., 1985. Effects of Glyphosate on the Microflora: With Reference to the Decomposition of Treated Vegetation and Interactions With Some Plant Pathogens . *In* The Herbicide Glyphosate. Grossbard, E. et Atkinson, D. Eds., Butterworths and Co. (Publishers) Ltd, Toronto. 159-185p.

Hager A.G. and Nordby D., 2007. Herbicide persistence and how to test for residues in soil. Department of Crop Sciences, University of Illinois Extension, 343-350p.

Halillet M.T., 1998. Etude expérimentale de sable additionnée d'argile .Comportement physique et organisation en condition saline et sodique. Thèse doctorat. I.N.A.P.G Paris.250p

Hamdi Aïssa B 2001, .Le fonctionnement actuel et passé de sols du nord du Sahara (cuvette d'Ouargla. Approches micro morphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatial. Thèse Doct ., I.N.A.-G, Paris,310p.

Hamdi-Aïssa B., Girard M.C., 2000. Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Sécheresse, 3, 179-188p.

Hlavackova P.,2005. Evaluation du comportement du cuivre et du zinc dans une matrice de type sol à l'aide de différentes méthodologies. Thèse de Doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 207p.

IdderT., 2007. Le problème des excédents hydriques à Ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration. Sécheresse 2007 ; 18 (3) : 161-7. 01 -02p.

Jacob G.S., Gabrow J.R., Hallas L.E., Kimack N.M., Kishore G.M. et Schaefer, J., 1988. Metabolism of Glyphosate in Pseudomonas sp. Strain LBr. Applied Environmental Microbiology. 54: 2953-2958.

Jeffery S ., Gardi C., and Jones A .2013. Atlas Européen de la biodiversité des sols. Publications Office .90-95p.

Jeroen B.,etal,2004. Les pesticides Composition, utilisation et risques. Fondation Agromisa (Agrodok 29), Wageningen.07p.

Joffin JN and Layeral G., 2006.Microbiologie technique. Tom 1. Dictionnaire des techniques. Bordeaux, France : Centre Régional De Documentation Pédagogique, 368p.

Journal officiel de la république algérienne N° 22 11 Chaâbane 1442 25 mars 2021.

Kalia A., Gosal S.K., 2011. Effect of pesticide application on soil Microorganisms. Arch. Agron. Soil. Sci. 57 (6), 569-596.

Karabi M., 2017.Fonctionnement microbiologique des sols oasiens. Cas de quelques sols de la région de Ouargla. Thèse de doctorat en Sciences du sol. Université de Ouargla .215 p.

Kebir T., 2012. Étude de contamination, d'accumulation et de mobilité de quelques métaux lourds dans des légumes, des fruits et des sols agricoles situent près d'une déchargeindustrielle de l'usine al zinc de la ville de ghazaouet.Thèse de Doctorat, Tlemcen Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 282 p.

Keller S.E., Sullivan T.M., Chirtel S., 1997. Factors affeting the growth of Fusarium proliferatum and the production of fumonisin B1: oxygen and pH, Indust. Microbiol, Biotechnology, 19, 305-309p.

Kishore G.M. et Jacob G.S., 1987. Degradation of glyphosate by Pseudomonas sp. PG2982 via a sarcosine intermediate. Journal of Biological Chemistry. 262: 12164–12168.

Kordj A., Lahmar L ., 2018. Impacts des systèmes agroforestiers sur la fertilité des terres agricoles dans les piémonts Nord-Ouest du Dahra (W. Mostaganem) .diplôme de Master en Sciences Agronomiques.UniversitéAbdelhamidIbn Badis .39p .

Krzysko-Lupicka T., Strof W., Kubs K., Skorupa M., Wieczorek P., Lejczak B. and Kafarski P., 1997.The ability of soil-borne fungi to degrade organophosphonate carbon-tophosphorus bonds. Appl. Microbiol. Biotechnol. 48 : 549-552.

Larouche A.R., 1983. La matière organique et ses décomposeurs, l'équipe par excellence en jardinage. Projets pour une Agriculture Écologique. Collège Macdonald, Université McGill, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec, Canada, 5 p.

- Larpent J.P et LARPENT G.M.1990.** Memento technique de microbiologie 2eme ED .techniques et documentaire lavoisier, Paris .417p.
- Lavelle P.,et Spain A. V., 2001.** Soil Ecology. Kluwer Academic Publishers.Dordrecht, The Netherlands. 65 p.
- Legris J. et Couture G., 1989.** Résidus de glyphosate dans l'eau et les sédiments suite à des pulvérisations terrestres en milieu forestier en 1986, Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service des études environnementales, Québec, 501p.
- Lerbs W., Stock M. et Parthier B., 1990.** Physiological aspects of glyphosate degradation in *Alcaligenes* sp. strain GL. *Archives of Microbiology*.153: 146–150.
- Mamane A ., 2016** .Effets sanitaire aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord.Thèse doctorat en épidémiologie .Université de BORDEAUX. 20p.
- Mamy L ., Enrique B., Benoît G . 2011** .Impacts sur l'environnement des herbicides utilisés dans les cultures génétiquement modifiées INRA-AgroParisTech, UMR 1091 Environnement et grandes cultures (EGC), INA-PG, 78850 Thiverval-Grignon .
- Mandic L, Dragutin Dukic D, Dordevic S. 2005.** Soil fungi as indicators of pesticide soil pollution. *Proc Natl Sci Matica Srpska Novi Sad*. 109,97–102.
- Maqueda C., Morillo E., Undabeytia T. and Martin F., 1998.** Sorption of glyphosate and Cu(II) on a natural fulvic acid complex : mutual influence. *Journal of Chemosphere*, Vol. 37, 1063-1072.
- Maron P.A., Sarr A., Kaisermann A., Lévêque J., Mathieu O., Guigue J., Karimi B.,Bernard L., Dequiedt S., Terrat S., Chabbi A., and Ranjard L., 2018.** High microbial diversity promotes soil ecosystem functioning. *Appl. Environ. Microbiol.* 84(9), e02738-17.
- Mathieu C et Pieltain F., 2009** .Analyse chimique des sols : méthodes choisies. 2ème édition. Edition Tec & Doc Lavoisier. 317 p.
- Mathieu C., Pieltain., 2009.** Les principaux sols du monde. Voyage au centre de l'épiderme de la planète terre. Lavoisier, Editions Tech ET Doc.233 p.

Mazzella N., Tran-Thi Nhu-T., Delest B. et Delmas F. 2009. Développement et validation d'une méthode permettant le dosage du glyphosate et de l'AMPA dans les eaux de surface par HPLC-ESIMS/MS, XXIXème congrès du groupe Français des Pesticides, Toulouse, France, 4p.

Means N.E., 2004. Effects of glyphosate and foliar amendments on soil microorganisms in soybean. Doctoral Dissertation. University of Missouri, Columbia, 131 p.

Merhi M., 2008. Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses: caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin. Thèse de Doc. Univ. Toulouse.03p.

Merrouki K., Chefouh R., Boubrit B., Sidi H., 2011. Influence de la matière organique sur la stabilité structurale et sur la conductivité hydraulique. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou ; Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques ; Département des Sciences Agronomiques ;1-16 pp.

Mider P., Peng S. et Fliessbach A., 2002. Effets des produits phytosanitaires sur les microorganismes du sol. VBB-Bulletin, 6 : 6-7.risques & Santé, vol. 4 No.3, Université de Rennes.

Morand T., 2001. Soil landscape of the Woodbun 1:100000 sheets. Department of land and water conservation, Sydney: 271-273p.

Morel R., 1996. Les sols cultivés, 2ème Ed INRA. Paris.

Nasraoui B., 2006. Les champignons parasites des plantes cultivées (avec version anglaise sur CD). Centre de Publication Universitaire, Tunisie, 456 p.

Ndjeri-Ndjouhou M., 2012. Synthèse et caractérisation de la birnessite électro déposée : Application à la dégradation de glyphosate, Thèse de doctorat, Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement, Ecole Doctorale Sciences et Ingénierie, Université d'Evry Val d'Essonne, 276p.

Nkamigbo P.N., Mbachu I.A.C., Uba B.O., 2020. Influence of Glyphosate and 2, 4 - D Amine Herbicides on Soil Metabolic Processes Research & Reviews: A Journal of Biotechnology. ISSN: 2231-3826 .12p.

Noumeur S.R., 2009. Biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de Hamla (Batna).Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée et Biotechnologies microbiennes.Université MENTOURI CONSTANTINE .3_12p.

Oerke cE., Dehne H., 1997. Global crop production and the efficacy of crop production current situation and futures trends. European Journal of Plant Pathology.

Omeiri N., 2016. Contribution à la définition d'une approche de lutte contre la dégradation des sols des Oasis Algériennes: cas de l'Oasis d'Ouargla. Mém de Doc.Univ.Ouargla.26p.

Ondo Ovono P., Précilia K ., Daudet S., MVE1 M., KEVERS C ., DOMMES J., 2019 .Effet des herbicides à base de glyphosate et fluroxypyr sur les adventices les plus fréquentes dans la culture de l'hévéa (*Hevea brasiliensis* (H.B.K) (Muell. Arg) à Batouri, Nord du Gabon Int. J. Biol. Chem. Sci. 13(6): 2458-2477, October 2019 International Formulae Group.03 p.

Pascal J., 2007.Impact des résidus des pesticides sur les microorganismes des sols dans les agrosystème cotonniers du BURKINA FASO .Diplôme D'etudes Approfondies (DEA). Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso CU.P.B .19p.

Patakioutas G. et Albanis T.A. 2002. Adsorption-desorption studies of alachlor, metolachlor, EPTC, chlorothalonil and pirimiphos-methyl in contrasting soils. Pest Management Sci. 58: 352-362p.

Pelletier F., 1992. Impact de différentes pratiques culturales sur la persistance de l'herbicide atrazine et sur la biomasse microbienne du sol. Mémoire de maîtrise ès Sciences de l'eau INRS-Eau Québec. 94 p.

Peter C.J. et Weber J.B. 1985. Adsorption and efficacy of trifluralin and butralin as influenced by soil properties. Weed Science. 33: 861-867p.

Picque Y, 2016., Evaluation des impacts du Glyphosate sur la santé humaine. Thèse doctorat en Pharmacie . Université de Picardie Jules Verne.66p.

Pierre-Louis R., 2013 .Evaluation des risques a long terme des herbicides a base de glyphosate sur la santé humaine, Thèse de doctorat, Université de Limoges, 39-45p.

Pipke R., Schulz A. et Amrhein N., 1987. Uptake of Glyphosate by an *Arthrobacter sp.*AppliedEnvironmentalMicrobiology. 53: 974-978.

- Pochon J., et Tchan Y.T., 1948.** Précis de Microbiologie du sol. Ed. Masson et Cie. Paris. 222p.
- Ratcliff A.W., Busse M.D. et Shestak C.J., 2006.** Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils. *Applied Soil Ecology*.31:114–124.
- Riou V., 2018.** Les bactéries du sol en collaboration avec Nicolas CHEMIDLIN PREVOSTBOURRE, Maître de Conférences en biologie des sols, UMR Agroécologie et AgroSup Dijon. Pour les Chambres d’agriculture des Pays de la Loire SOLAG n°3 le 3/04/2018.2p.
- Rose T J., Claassens A., Scanlan C., Zwitter L V. Et Rose M T., 2017 .**Glyphosate residues in Australian soils and implications for crop growth. Proceedings of the 18th Australian Society of Agronomy Conference 24-26. Southern Cross Plant Science.1-3p.
- Ruepple M.L., Brightwell B.B., Schaefer J. et Marvel J.T., 1977.** Metabolism and degradation of glyphosate in soil and water. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 25:517-528p.
- Savadogo P. W., Traoré O., Topan M., Tapsoba K. H., Sedogo P. M., Bonzi-Coulibaly L. Y., 2007.**Variation de la teneur en résidus de pesticides dans les sols de la zone cotonnière du Burkina Faso. *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, 1,2007: 29-39p.
- Scalla R .,1991 .**Les herbicides, mode d’action et principes d’utilisation. INRA, Paris. 450 p.
- Scheunert I., 1992.**Transformation and degradation of pesticides in soil, SPRINGER-VERLAG, Berlin. 125p.
- Schiavon M., Perrier C.G., Portal J.M.1995.** La pollution de l’eau par les produits phytosanitaires, état et origine, *Agronomie*, vol 15 :157-170.
- Sedogo P. M., 1993.** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Doct., Mention Sciences Naturelles, Univ.Nat.,Côte d’Ivoire, 329 p.
- Semal., Fraselle J., Impens R., Kummert J., Le poivre P., Meulmans M., Seilleur P., Vendrevenen J et Viseur J. 1993.** Traite de pathologie végétale .Presse agronomique de Gembloux Belgique. pp178, 181,185, 186,194p .

Shinabarger D. L. et Braymer. H. D.,1986. Glyphosate catabolism by *Pseudomonas* sp. strain PG2982. *Journal of Bacteriology*. 168:702-707.

Singleton P., 1999. Bactériologie, Edition Dunod 4^{ème} édition Paris. P.415.

Sobti S., 2013. Isolement des bactéries telluriques résistantes aux effets de salinité. Mém de Master.Univ. Ouargla. 3-4p.

Socorro J ., 2015 . Etude de la réactivité hétérogène de pesticides adsorbés sur des particules modèles atmosphériques : cinétiques et produits de dégradation, Thèse de doctorat, Marseille. 24p.

Soulas G., 1999. Techniques d'évaluation de l'écotoxicité des substances xénobiotiques vis-à-vis de la microflore des sols. *Ingénieries* 19, 1999: 57-66.

Stengel P., et Gelin S., 1998. Sol interface fragile Ed. INRA- Paris. 213p.

Stenrod M., Charnay M.P. Benoit P., Eklo O.M. et Barriuso E. 2003. Degradation of glyphosate in sandy soils as affected by temperature and soil characteristics. Les 2^{ème} Rencontres de l'INRA, 4 Avril 2004. 1-2p.

Tardy V., Chabbi A., Charrier X., De Berranger C., Reignier T., Dequiedt S., Faivre-Primot C., Terrat S., Ranjard L., and Maron P.A., 2015. Land use history shifts in situ fungaland bacterial successions following wheat straw input into the soil. *PLoS One*. 10(6), 0130672.

Thomas M.G., Burkart M.D and Walsh C.T., 2002. Conversion of L-proline to pyrrolyl-2-carboxyl-S-PCP during undecyl prodigiosin and pyolouteorin biosynthesis. *Chemistry and biology*. Vol 9 : 171-184p.

Traoré S., Millogo J.R., Thiombiano L., Guinko S., 2007. Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. in eastern Burkina Faso: Relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soil Ecology*, 35: 660-669.

Trotter D.M ., Wong M.P et Kent R.A., 1990. Recommandations sur la qualité de l'eau pour le glyphosate au Canada, Ottawa, Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Étude n°170, série scientifique, 36 p.

Tsuiohi Y., Kremer R. et Paulo R., 2009. Glyphosate interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: Threat to agricultural sustainability? *European Journal of Agronomy*, Guest Editor Institute, Brazil, 13p.

Vicini J-L , Reeves W-R., Swarthout J-T, and Karberg A-K 2019. Glyphosate in livestock: feed residues and animal health. *Journal of Animal Science*, 2019, 4509–4518.10p.

Walkley A., et Black I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37, 29- 38p.

Wardle D.A. et Parkinson D., 1990. Effects of three herbicides on soil microbial biomass and activity. *Plant and Soil*. 122: 21–28p.

Wiren-Lehr S., Komoba D. et Glabgen W.E., 1997. Mineralization of [¹⁴C] glyphosate and its plant-associated residues in arable soils originating from different farming systems. *Pesticide Science*. 51: 436–442p.

Worthing C.R., et Hance R.J., 2000. *Electronic Pesticides Manual*. 11th edition, British Crop Protection Council, (London).



Annexes

Annexe 01.Fiche technique du produit utilisé (Tiller 410)

تيلير 410

Tiller 410

مبيد أعشاب عام، جهازيّ وفج اختياري على هيئة سائل مركز قابل للتذويب في الماء
Herbicide total, systémique et non sélectif sous forme de liquide concentré soluble dans l'eau

المادة الفعالة : غليفوسات في صورة ملح إيزومر بوليمير أمين 718 أ.ت.ب.أ
Substance active : Glyphosate en forme de sel isomère polymère aminé (IPA) 48 % p/v

لا تلمس اليد على مكنون الأمان
Ne pas tisser à la portée des enfants

N° d'enregistrement en Algérie : 12 52 087
 N° de lot : 22021
 Volume Net : 1 L
 Date de fabrication : 15/06/2020
 Date de péremption : 15/06/2025

تيلير
Tiller

مبيد أعشاب عام جهازيّ وفج اختياري على هيئة سائل مركز قابل للتذويب في الماء، يستعمل على معظم الأعشاب التي قد ظهرت.

نوع الاستخدام Zone de traitement	الأعشاب Nourishes herbes	حجم الاستعمال Dose
الجزر Carotte	العدس Lentille	10 - 15 لتر/هكتار 23 - 35 L/ha

Tiller 410 est un herbicide total, systémique et non sélectif, applicable lorsque la plus part des mauvaises herbes ont déjà levé. Il se présente en forme de liquide concentré soluble dans l'eau.

Compatibilité : Ne se mélange pas avec d'autres pesticides et produits phytosanitaires.

Blockage : Il se conserve dans les sacs d'origine bien fermés, à l'abri de la lumière, au frais, sec et bien ventilé, à l'abri des rayons solaires et à l'abri des aliments, y compris les produits laitiers et les légumes.

Effet sur l'environnement : Ne agit que par contact, par inhalation et par contact avec les tumeurs et les animaux. Ne constitue pas un danger, toxique pour les poissons.

Ne pas contaminer les points d'eau par les fuites d'emballage ou les restes des produits.

Régime de toxicité : Diabète, vomissement et hyperthermie.

Antidote : En cas de contact avec l'œil, faire un lavage symptomatique.

Précautions :

- Suivre attentivement les instructions d'usage.
- Les opérateurs doivent obligatoirement porter des vêtements de protection (Chapeau, combinaison, gants et masque).
- Éviter le traitement durant les périodes climatiques défavorables (forte chaleur, vent en rafale).
- Ne pas respirer le brouillard de la pulvérisation.
- Éviter tout contact avec le peau, les yeux et la bouche.
- Ne pas manger, boire, ou fumer avant l'utilisation.
- Se lever le corps ainsi que les vêtements de protection après chaque application.
- Détruire les emballages vides par incinération pour éviter leur réutilisation.
- Laver l'équipement de pulvérisation après chaque utilisation.

Les premiers soins :

En cas de digestion : Boire un à deux verres d'eau tiède pour provoquer le vomissement. Contacter immédiatement un médecin.

En cas d'inhalation : Mettre l'opérateur dans un endroit bien aéré. Consulter immédiatement un médecin.

En cas de contact avec le peau : Changer les vêtements souillés, laver immédiatement le peau avec de l'eau et du savon.

En cas de contact avec les yeux : Laver les yeux avec de l'eau stérile pendant 15 minutes.

Avertissement : Il est recommandé de respecter les précautions d'usage. Le fabricant et le distributeur ne sont pas responsables des problèmes résultant d'une mauvaise utilisation ou d'une mauvaise conservation de ce produit.

Remarque :

- Ne pas permettre la dissémination de l'herbicide sur les plantes cultivées.
- Appliquable sur les zones cultivées, les vergers et aux canalisations d'eau.
- Les canalisations d'eau doivent être rincées lors de l'application du produit.
- Tiller 410 n'a aucun effet sur les graines des mauvaises herbes et les rhizomes qui sont pas encore levés.
- Ne pas permettre la pulvérisation dans les zones habitées ou à l'abri une période de 20 jours.

Centre app. - poison (E.H.S) Rue El Oued - Tel 021 96 22 36
 مركز خدمة المستهلك بولاية الوادي - 021 96 22 36

إنتاج وتسويق مصنع أسنسترا الصناعي للأسمدة والشهيدات الزراعية الكبريتية
 برص 30445 تيلير 021962
 الشركة الجزائرية للصناعات
 هاتف: 021 4772348 - فاكس: 021 4767162

مستورد من طرف الشركة الجزائرية للصناعات الكبريتية
 فيلا رقم 7 طريق عينات عين النخعية
 العقارية من الجهة الشرقية الجزائر
 هاتف: 021 362017
 فاكس: 021 362150
 فاكس: 021 362019

www.20170808.com

Annexe 2 :

Milieux de culture

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

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

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

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

OGA.....30g

Eaudistillée..... 1000ml

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

Annexe 03. Echelle d'interprétation des analyses physicochimiques du sol

Tableau02. Echelle d'interprétation du pH du solextrait 1/5 (AUBERT, 1978).

Valeur du Ph	Classe
< 4,5	Extrêmement acide
4,5-5,0	Très fortement acide
5,1-5,5	Fortement acide
5,6-6,0	Moyennement acide
6,1-6,5	Légèrement acide
6,6-7,3	Neutre
7,4-7,8	légèrement alcalin
7,9-8,4	Moyennement alcalin
8,5-9,0	Fortement alcalin
>9,0	Très fortement alcalin

Tableau 02. Echelle d'interprétation de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5(AUBERT, 1978).

CE (dS/m) à 25 °C	Degré de salinité
$\leq 0,6$	Sol non salé
$0,6 < CE < 1,2$	Sol peu salé
$1,2 < CE < 2,4$	Sol salé
$2,4 < CE < 6$	Sol très salé
$CE \geq 6$	Sol extrêmement salé

Tableau 03. Echelle d'interprétation de la teneur en matière organique (MO %)(MORAND, 2001).

MO%	Nom de classe
0.5 à 1 %	Très faible en MO
1 à 2 %	Faible en MO
2 à 3 %	Moyenne (ou modérée) en
MO3 à 5 %	Elevée en MO
> à 5 %	Très élevée en MO

Résumé

Le présent travail se fixe comme objectif d'étudier l'effet du glyphosate sur la densité microbienne du sol en milieu oasien, ainsi que d'identifier quelques souches fongiques responsables de la dégradation du glyphosate dans le sol. L'étude a été menée dans l'exploitation agricole de l'université de Ouargla. Des déterminations microbiologiques (densité bactérienne et fongique) ont été réalisées parallèlement aux déterminations physico-chimiques sur des échantillons des sols. Le dénombrement de la microflore bactérienne et fongique révèle que l'effet du glyphosate est positif puisque la densité obtenue au niveau du sol traité est plus élevée qu'en sol témoin. L'observation microscopique a montré la présence des bactéries **Gram (-)** à croissance rapide dans les échantillons du sol traité, alors que les bactéries **Gram (+)** se retrouvent dans le sol témoin. L'identification des souches fongiques responsables à la dégradation nous a permis d'énumérer les espèces suivantes : *Penicillium natatum* ; *Aspergillus niger* ; *Trichoderma viridae* ; *Scopulariopsis spand* ; *Fusarium sp.* Ce dernier est dominant après 15 jours de traitements.

Mots clé : herbicides, glyphosate, biomasse microbienne, sol oasien, Ouargla, Algérie

Study of the effect of glyphosate on the microbial density of oasis soils case of the Ouargla region

Summary

The objective of this work is to study the effect of glyphosate on soil microbial density in oasis environment, as well as to identify some fungal strains responsible for the degradation of glyphosate in the soil. The study was carried out on Ouargla University farm. Microbiological determinations (bacterial and fungal density) were carried out in parallel with the physical-chemical determinations on soil samples. The enumeration of bacterial and fungal microflora reveals that the effect of glyphosate is positive since the density obtained at the level of the treated soil is higher than the control soil. Microscopic observation showed the presence of the rapidly growing Gram (-) bacteria in the samples of the treated soil, while the Gram (+) bacteria were found in the control soil. Fungal strains responsible for degradation allowed us to list the following species: *Penicillium natatum*; *Aspergillus niger*; *Trichoderma viridae*; *Scopulariopsis spand*, *Fusarium sp.* The latter is dominant after 15 days of treatment.

Keywords: herbicides, glyphosate, microbial biomass, oasis soil, Ouargla, Algeria

دراسة تأثير الغليفوسات على الكثافة الميكروبية للتربة في بيئة الواحات حالة منطقة ورقلة

المخلص :

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير مادة الغليفوسات على الكثافة الميكروبية للتربة في بيئة الواحات، وكذلك التعرف على بعض السلالات الفطرية المسؤولة عن تحلل مادة الغليفوسات في التربة. أجريت الدراسة في مزرعة جامعة ورقلة. تم إجراء التحاليل الميكروبيولوجية (الكثافة البكتيرية والفطرية) بالتوازي مع التحاليل الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة. يكشف تعداد النباتات البكتيرية والفطرية أن تأثير الغليفوسات إيجابي لأن الكثافة التي تم الحصول عليها في التربة المعالجة أعلى منها في التربة الشاهد. أظهرت الملاحظة المجهرية وجود بكتيريا جرام (-) سريعة النمو في عينات التربة المعالجة، بينما تم العثور على بكتيريا جرام (+) في التربة الشاهد. التعرف على السلالات الفطرية المسؤولة عن تحلل الغليفوسات مكننا من إدراج السلالات التالية: (*Penicillium natum*)؛ (*Aspergillus niger*)؛ (*Trichoderma viridae*)؛ (*Scopulariopsis spand*)؛ (*Fusarium*) . هذا الأخير هو السائد بعد 15 يوماً من العلاج.

الكلمات المفتاحية: مبيدات، الاعشاب، الغليفوسات، الكتلة الحيوية الميكروبية، تربة الواحات، ورقلة، الجزائر