

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Science Agronomique  
Spécialité : Phytopathologie et Phytopharmacie

---

**Thème : Effet des pesticides sur la microflore tellurique**

---

Présenté par Benkamouche Manel.

Membres de jury :

|                |                  |                       |                       |
|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Présidente :   | Mme DERBAL N     | (M.A.A)               | Université de Guelma. |
| Encadreur :    | Mr. ZITOUNIA     | (M.C)                 | Université de Guelma. |
| Co-encadreur : | Mr BOUCHAALA M.L | (chercheur permanent) | C.R.B.P               |
| Examinatrice : | Mme CHAHAT N     | (M.A.A)               | Université de Guelma. |

Juin 2015

# REMERCIEMENT

*On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination.*

*Les cinq ans d'études m'ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple,*

*Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défit et sans soulever de nombreuses questions pour les quelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.*

*Je remercie **DIEU***

*Tout puissant pour avoir illuminé mon chemin tout au long de ces années et qui grâce à lui, j'ai pu entreprendre mes études et les achever dans la sérénité.*

*Je le remercie pour le courage qui m'a donné d'accomplir ce travail, de m'avoir accordé la connaissance de la science*

*Je tiens à remercier de fond du cœur mon encadreur **Mr zitouni** professeur à l'université de **GUELMA** d'avoir présenté ce thème et je lui exprime ma profonde gratitude pour son soutien sans faille.*

*J'exprime ma reconnaissance à **Mr Bouchaala** ; Ses conseils, ses orientations m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de ce mémoire, qu'elle soit rassurée de ma profonde gratitude*

*Je vous remercie pour votre rigueur, vos suggestions qui m'ont été très utile lors de la réalisation de ce travail.*

*Mon vif remerciement à **Mme Derbal** Maitre assistant à l'université de **GUELMA** qui m'a honoré de présider cette soutenance.*

*Mes chaleureux remerciements vont également à **Mme Chahat** Maitre assistant à l'université de **GUELMA** qui a acceptée de juger ce travail.*

*Enfin, à tous ceux qui ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail*

## *Dédicace*

*A la mémoire de mes grands-mères*

*Je dédie ce travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, qui est toujours présente et continue de l'être pour faire mon bonheur..... à toi ma douce mère*

*A mon père, écolier de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A ma très chère sœur NADIA et SON Epoux HAMZA*

*A mon adorable chère petite sœur INES*

*Pour m'avoir toujours soutenu et encouragé, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.*

*Ce travail est aussi le votre*

*A mon grand-père*

*Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*A ma tante NOURA qui est toujours présente et continue de l'être pour me soutenir, à son époux FOUAD et sa petite famille : MANAR, WISSAL et le petit MOIZ*

*A ma tante SOUHILA et sa famille particulièrement SOUMLA.*

*A mes oncles : SMAIL, MOHAMMED et FAYÇEL*

*Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection, amour et respect*

*A mes deux anges : DJANA et MINET-ALLAH*

*Enfin à tous mes collègues et la promotion 2015*

## Sommaire

Liste des figures .

Liste des tableaux .

Liste des abreviations.

|   |    |
|---|----|
| Introduction  | 1  |
| <b>CHAPITRE I GENERALITE SUR LES PESTICIDES</b>               |    |
| Introduction  | 3  |
| 1. Définition   | 4  |
| 2. Classification des pesticides                              | 5  |
| 2.1. Premier système de classification                        | 6  |
| 2.2. Deuxième système de classification.                      | 7  |
| A- Les pesticides organique                                   | 7  |
| B- Les pesticides inorganiques                                | 9  |
| C- Les biopesticides  | 9  |
| 3. Modes d'action des pesticides                              | 9  |
| 4. Intérêt de l'utilisation des pesticides                    | 10 |
| 5. Persistances des pesticides                                | 10 |
| 6. Devenir des pesticides dans le sol                         | 11 |
| 7. Comportement des pesticides dans les sols et leurs limites | 13 |
| 7.1. Facteurs liés aux propriétés du sol                      | 15 |
| A- La matière organique                                       | 15 |
| B- Les argiles  | 16 |
| C- Le pH  | 16 |
| D- Autres facteurs  | 16 |
| 7.2. Facteurs liés aux propriétés des pesticides              | 16 |
| 8. Le Marché des Pesticides                                   | 17 |
| 8.1. Dans le Monde  | 17 |
| 8.2 En Algérie  | 18 |
| 8.2.1. Réglementation algérienne et les pesticides            | 19 |
| <b>CHAPITRE 02 GENERALITES SUR LES MICROORGANISMES DU SOL</b> |    |
| Introduction  | 20 |

|  |    |
|--|----|
| 1. Les microorganismes du sol.....   | 20 |
| 1.1. Bactéries .....   | 22 |
| A- Importance dans le sol .....  | 22 |
| A.1.Bactéries et structure du sol .....  | 22 |
| A.2.Fonctions bactériennes et ambiance physico-chimique du sol.....              | 22 |
| 1.2- Actinomycètes .....   | 23 |
| A. Importance dans le sol .....  | 23 |
| 1.3- Champignons .....   | 24 |
| A. Importance dans le sol .....  | 24 |
| 1.4-Les algues .....   | 25 |
| A. Importance dans le sol .....  | 26 |
| 1.5-Les protozoaires .....   | 26 |
| A.1.Distribution et densité dans les sols.....                                   | 26 |
| A.2.Importance dans le sol .....   | 27 |
| 2. Facteurs influençant les microorganismes et leurs activités dans le sol ..... | 27 |
| 3. Interactions entre les microorganismes du sol et les pesticides .....         | 29 |
| 3.1. Biodégradation des pesticides .....   | 29 |
| 3.2. Effets des pesticides sur la biologie des sols .....                        | 30 |
| Chapitre 03 :Matériel et Méthode.....  | 32 |
| 1. DESCRIPTION DU SITE .....   | 32 |
| ➤ Aperçu sur la zone d'étude .....   | 32 |
| ➤ Les sites de prélèvement .....   | 33 |
| ➤ Choix des points de prélèvement .....  | 34 |
| 2. Le choix des pesticides .....   | 35 |
| ➤ HERBASAT .....   | 35 |
| ➤ GROUND UP 36.....  | 37 |
| 3. Echantillonnage du sol.....   | 37 |
| 4. Méthodes analytiques utilisées.....   | 38 |
| 4.1. Technique de dénombrement de la microflore tellurique .....                 | 38 |
| A- Préparation des suspensions dilutions .....                                   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| B-L'ensemencement.....  | 39 |
| 4.2. Recherche bactériologique .....                                  | 40 |
| A. Isolement des bactéries (Méthode d'ensemencement sur gélose) ..... | 40 |
| B. Étude culturale .....  | 41 |
| C. Examen microscopique .....   | 41 |
| 1. Coloration de Gram .....   | 41 |
| • Les étapes .....  | 41 |
| ✓ Réalisation du frottis .....  | 41 |
| ✓ Réalisation de la coloration .....                                  | 41 |
| ✓ Observation au microscope à immersion.....                          | 42 |
| D. Inoculation de la galerie API 20 E.....                            | 42 |
| • Technique.....  | 42 |
| ✓ Préparation de la galerie.....                                      | 42 |
| ✓ Préparation de l'inoculum.....                                      | 43 |
| ✓ Inoculation de la galerie .....                                     | 43 |
| ✓ Identification.....   | 44 |
| <br>CHAPITRE 04 : RESULTATS ET DISCUSSION                             |    |
| 1.1. Résultats du dénombrement microbien.....                         | 46 |
| A. Étude macroscopique .....  | 48 |
| 1.2. Résultat de l'examen microscopique.....                          | 49 |
| 1.3. Identification des bactéries par la galerie API 20 E .....       | 50 |
| Conclusion.....   | 52 |

Résumé

## Liste des figures

|   |       |
|---|-------|
| <b>Figure.01:</b> Perte lors de l'application des pesticides                            | 12    |
| <b>Figure. 02 :</b> comportement des pesticides dans le sol                             | 14    |
| <b>Figure. 03 :</b> Utilisation des pesticides dans le monde                            | 18    |
| <b>Figure 04 :</b> Quantité des pesticides importés en Algérie en tonne de 1975 à 2007. | 19    |
| <b>Figure 05 :</b> (A, B, C) Les bactéries du sol                                       | 23    |
| <b>Figure 06 :</b> Actinomycètes du sol (genre Pseudomonas).                            | 24    |
| <b>Figure 07 :</b> (A, B) les champignons du sol  | 25    |
| <b>Figure08 :</b> Algues se développant à la surface d'une parcelle de maïs.            | 25    |
| <b>Figure 09</b> Situation géographique de la wilaya de Guelma                          | 33    |
| <b>Figure 10 :</b> Situation géographique des points de prélèvement.                    | 34-35 |
| <b>Figure 11 :</b> Formule développée du glyphosate                                     | 37    |
| <b>Figure 12 :</b> densité des bactéries.   | 46    |
| <b>Figure 13:</b> densité des champignons.  | 47    |
| <b>Figure 14 :</b> aspects macroscopique des colonies des bactéries.                    | 49    |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 01</b> : Historique de l'évolution des trois plus grandes classes des Pesticides de 1900 à 2000.                              | 7  |
| <b>Tableau 02</b> : Quelques structures chimiques caractéristiques de certaines familles de pesticides                                   | 8  |
| <b>Tableau 03</b> : utilisation des pesticides et principaux rendements de certains pays   | 10 |
| <b>Tableau 04</b> : persistance de quelque pesticide dans les eaux de rivière  | 11 |
| <b>Tableau 05</b> : Rémanence de quelques pesticides dans le sol.  | 13 |
| <b>Tableau 06</b> : abondance des organismes vivants du sol  | 20 |
| <b>Tableau 07</b> : Principaux taxons de microorganismes du sol  | 21 |
| <b>Tableau 08</b> Principaux usages, périodes et doses maximales d'application communément utilisées pour le glyphosate en zone agricole | 36 |
| <b>Tableau 09</b> : Lecture d'une galerie API 20 E.  | 44 |
| <b>Tableau 10</b> : les résultats du dénombrement des microorganismes.   | 46 |
| <b>Tableau 11</b> : les caractéristiques macroscopiques des colonies présente (milieu GN)  | 49 |
| <b>Tableau 12</b> : résultats obtenus de l'examen microscopique après coloration de Gram   | 50 |
| <b>Tableau 13</b> : Résultat de l'identification des bactéries par la galerie API 20 E   | 51 |

## LISTE DES ABREVIATIONS

EDS : eau distillée stérilisée.

MO : matière organique.

SM : solution mère.

FAO: food and agriculture organization.

INERF: institut national de la recherche agronomique.

SSDA : service statistique douane algérienne.

UIPP : union des industries de la protection des plantes.

ACTA : association de coordination technique agricole.

CEE : communauté économique européenne.

PH : potentiel hydrogène.

JORA :Journal officiel de la république algérienne.

INERS : institut national des études et de recherche.

Produced with Scantopdf

# ***INTRODUCTION GENERALE***

Produced With ScantopDF

## Introduction :

Avant l'utilisation des produits phytosanitaires, les systèmes de culture étaient conçus pour assurer le meilleur compromis entre les risques agricoles dus aux maladies, aux ravageurs et aux mauvaises herbes et le potentiel de production de la culture. Cependant, les pertes en rendement des productions étaient importantes (Oerke et Dehne, 1997).

Au fil du temps l'utilisation des produits phytosanitaires a également limité ou éradiqué un certain nombre de maladies parasitaires nuisibles. Cependant, aujourd'hui, les pesticides sont soupçonnés de présenter un très grand danger aux populations exposées et pour l'environnement. Au cours de la seconde moitié du XXe siècle et à après la découverte de l'effet cancérigène du DDT par Carson en 1968, plusieurs études ont montré les liens entre les différents types de cancer et les résidus de pesticides ainsi que leurs effets sur la pollution des eaux voire sur la dégradation de la biodiversité du globe terrestre

Dans les pays sous-développés, même les produits très toxiques, dont l'usage a été interdit dans les pays riches, sont encore largement utilisés, et avec beaucoup moins de précautions. Selon un communiqué de presse de la FAO (1er février 2001), environ 30% des pesticides commercialisés dans les pays en voie de développement ne sont pas conformes aux standards de qualité internationaux, car ils contiennent beaucoup d'impuretés très toxiques.

En Algérie, l'usage des insecticides, des fertilisants, des engrais, des détergents et autres produits phytosanitaires se répand de plus en plus avec le développement de l'agriculture, mais aussi dans le cadre des actions de lutte contre les vecteurs nuisibles.

Récemment, l'usage des pesticides ne cesse de se multiplier dans de nombreux domaines et en grandes quantités. Cependant, les analyses des résidus de pesticides ne sont pas faites systématiquement. C'est donc, dans ce contexte, que nous avons évalué par une étude expérimentale l'effet de deux herbicides Herbasate et GROUND UP 36 dont la matière active est la glyphosate sur les microorganismes tellurique dans la région de Guelma.

Selon une étude menée par l'institut national de recherche (France) la Glyphosate est toxique pour les organismes aquatiques, et peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Par voie cutanée, la DL50 du glyphosate acide et de son sel d'isopropylamine est supérieure à 2000 mg/kg chez le rat. (Bonnard, Jargot et Falcy, 2009) selon les normes 368 mg /kg pour le DDT (BOYD & DE CASTRO, 1968)

L'objectif général de cette étude est d'évaluer les effets de deux herbicides à large spectre d'utilisation et notamment dans la région de Guelma.

Pour y répondre, ce manuscrit est organisé en deux grandes parties :

- La première partie synthétise les connaissances sur les pesticides en général, ainsi que sur la microflore tellurique.
- La deuxième partie est consacrée aux travaux expérimentaux et aux principaux résultats obtenus.

Produced with ScanTOPDF

***CHAPITRE 1***  
***GENERALITE SUR LES***  
***PESTICIDES***

Produced with Scantopdf

## Introduction

Le mot pesticide est construit à partir de la racine peste « une maladie infectieuse, contagieuse et épidémique, due au bacille de Yersin » le sens figuré du mot signifie personne méchante, insupportable il est ainsi remplacé, dans les lois, décrets et arrêtés relatifs à la protection des cultures, au profit de l'expression « produit antiparasitaire à usage agricole » et du suffixe anglais «-cide » qui signifie « tuer », le terme pesticide se dit d'une substance ou d'une préparation destinée à lutter contre les nuisibles animaux et végétaux des cultures et des produits récoltés. On parle aussi de produit phytosanitaire ou phytopharmaceutique ou agropharmaceutique, ou encore de produit pour la protection des plantes (Mazoyer, 2002)

La lutte contre ces organismes nuisibles aux cultures a certainement été de tout temps une préoccupation de l'agriculture. C'est ainsi que l'usage des pesticides remonte à l'antiquité, depuis la naissance de l'agriculture, les hommes les ont utilisés pour protéger leurs cultures. En effet, depuis l'an 1000 avant Jésus-Christ, le soufre et l'arsenic étaient recommandés en tant qu'insecticides et leur utilisation a duré jusqu'au XVIème siècle. Le XIXème siècle connaît le développement de la chimie minérale produisant de nombreux pesticides minéraux à base de sels de cuivre. Au cours du XXème siècle, leur emploi a connu une très forte augmentation et un succès quant au rendement et aux productions d'où leur indispensabilité à la plupart des activités agricoles.(1)

Après la seconde guerre mondiale le monde connaît une vague d'intensification de l'agriculture appelée «révolution verte ». Elle a assuré la sécurité alimentaire, tant en quantité qu'en qualité, des pays développés et contribué à améliorer l'approvisionnement de certains pays en voie de développement. Malheureusement l'utilisation systématique de ces produits est remise en question, et va de pair avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour l'environnement, voire pour la santé de l'homme et de l'animal. De ce fait, ces molécules s'infiltrent dans la nature lors de leur application sur les cultures à traiter. Ainsi, la nature se retrouve infectée par ces molécules chimiques qui ne tardent de toucher la microflore, l'organisme humain et animal (Ait Hamlet, 2013).

En effet la quantité des pesticides en contact direct avec les microorganismes ciblés est extrêmement faible par rapport à la quantité appliquée, donc des effets secondaires indésirables peuvent alors se produire sur d'autres espèces notamment les microorganismes du sol voire, sur l'écosystème.

Bien que la plupart d'entre eux aient été interdits dans de nombreux pays en raison d'effets mutagènes et cancérogènes, en raison de leur persistance et leurs propriétés lipophiles (Mokhtari, 2012).

## 1. Définition

Le terme "pesticides" est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles (microbes, animaux ou végétaux) (Soulaymani Bencheikh *et al*, 2010 ; Jean-Pascal, 2007), qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications.

Bien que les pesticides regroupent un nombre important de molécules ou substance active destinées à lutter contre de nombreux groupes d'organismes (Bouchon et Lemoine, 2003). Selon Calvet *et al*, (2005), les pesticides comprennent les produits phytopharmaceutiques et les autres produits biocides qui ne sont pas classés comme des produits phytopharmaceutiques et qui ont une action sur des organismes vivants. La Directive de la Communauté Economique Européenne (91/414/CEE du 15 juillet 1991) définit les produits phytopharmaceutiques comme étant des substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action.
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (ex : régulateur de croissance).
- assurer la conservation des végétaux.
- détruire les végétaux indésirables.
- détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

Concernant les produits biocides, la Directive de la Communauté Economique Européenne (98/8/CEE), les définit comme étant des substances actives destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles aux cultures, à prévenir leurs actions ou à les combattre par une action chimique ou biologique. Ne sont pas concernés par cette définition les produits spécifiques pour la protection des plantes ou des produits végétaux, quelle que soit l'application (Jean-Pascal, 2007).

La substance active ou le microorganisme, produisant cette dernière, qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux, à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de «formulant» (mouillants, solvants, anti-mousses, ...) qui la rendent utilisable par l'agriculteur (ACTA, 2005). Leurs action peut se faire par :

- Le contact
- Ingestion
- Autres sortes d'expositions effectives pendant les phases de croissance (Mokhtari, 2012 ; Tomlin, 1994)

## 2. 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 (Mokhtari, 2012). Principalement ils sont séparés en deux groupes, selon leurs utilisations :

- **Les pesticides à usage agricole** ou produits phytopharmaceutiques qui sont des substances chimiques minérales ou organiques, de synthèse ou naturelles. Elles sont utilisées pour la protection des végétaux contre les maladies et contre les organismes nuisibles aux cultures.
- **Les pesticides à usage non agricole ou biocides** qui sont similaires aux premiers, utilisés par exemple en hygiène publique (lutte anti-vectorielle) et dans d'autres applications comme la conservation du bois, la désinfection, ou certains usages domestiques. (Soulaymani Bencheikh *et al*, 2010)

D'une manière générale, les pesticides 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. L'index de l'ACTA qui référence les principaux produits autorisés et commercialisés mentionnait 489 substances actives en 2005 et 2600 préparations commerciales (liste arrêtée en Juillet 2004) (Aït Hamlet, 2013). De plus, les variétés et les quantités utilisées diffèrent selon les pays où ils sont utilisés. Néanmoins, les systèmes de classification sont universels.

### 2.1. Premier système de classification

Il repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles d'activités (El Mrabet, 2006) :

- **Les Herbicides**

Ce sont les plus utilisés dans le monde en tonnage et en surface. Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes des cultures.

- **Les Insecticides**

Ce sont les premiers pesticides utilisés et les plus utilisés en Algérie. Ils sont destinés à détruire les insectes nuisibles.

- **Les Fongicides**

Ils permettent de lutter contre les maladies cryptogamiques qui causent de graves dommages aux végétaux cultivés. Ils combattent la prolifération des champignons pathogènes (Margoum, 2010).

Outre, ces trois grandes familles, d'autres peuvent être citées en exemple :

- Les acaricides (contre les acariens) ;
- Les nématocides (contre les nématodes) ;
- Les rodenticides (contre les rongeurs) ;
- Les taupicides (contre les taupes) ;
- Les molluscicides (contre les limaces et les escargots essentiellement) ;
- Les corvicides et les corvifuges (contre les oiseaux ravageurs de culture et surtout les corbeaux)

-Et enfin les répulsifs ; substances ou un appareil destinés à repousser certains animaux nuisibles comme les moustiques et les mouches ou les animaux susceptibles de venir endommager de jeunes plants forestiers (Ait Hamlet, 2013)

**Tableau 01 : Historique de l'évolution des trois plus grandes classes des Pesticides de 1900 à 2000. (El Mrabet, 2006)**

|             | HERBICIDES                                    | FONGICIDES  | INSECTICIDES  |
|-------------|---|---|---|
| Avant 1900  | Sulfate de cuivre<br>Sulfate de fer           | Soufre<br>Sels de cuivre  | Nicotine  |
| 1900 - 1920 | Acide sulfurique                              |   | Sels d'arsenic  |
| 1920 - 1940 | Colorants nitrés                              |   |   |
| 1940 - 1950 | Phytohormones...                              |   | Organochlorés<br>Organophosphorés                                 |
| 1950 - 1960 | Triazines,<br>urées substituées<br>carbamates | Dithiocarbamates<br>phthalimides                                    | carbamates  |
| 1960 - 1970 | Dipyridyles,<br>toluidines...                 | benzimidazoles  |   |
| 1970 - 1980 | Amino-phosphonates<br>Propionates...          | Triazoles<br>Dicarboximides<br>Amides,<br>phosphites<br>morpholines | Pyréthrinoides<br>Benzoyl-urées<br>(régulateurs de<br>croissance) |
| 1980 - 1990 | Sulfonyl urées...                             |   |   |
| 1990 - 2000 |   | Phenylpyrroles<br>strobilurines                                     |   |

## 2.2. Deuxième système de classification

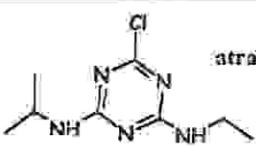
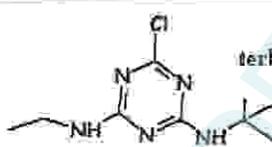
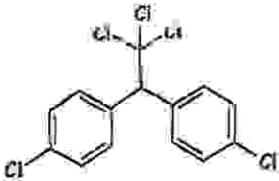
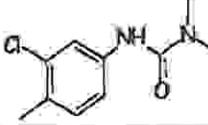
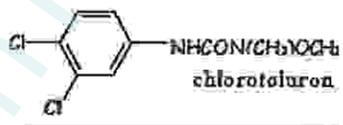
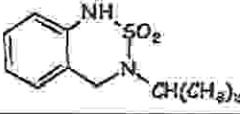
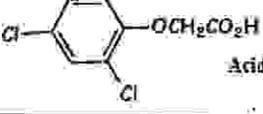
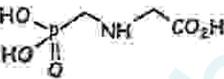
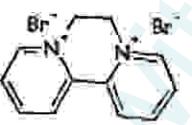
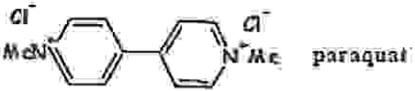
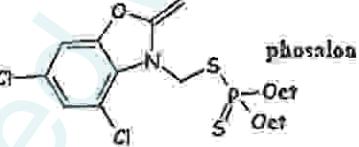
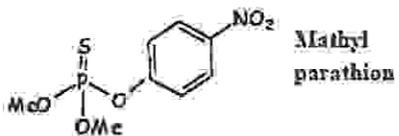
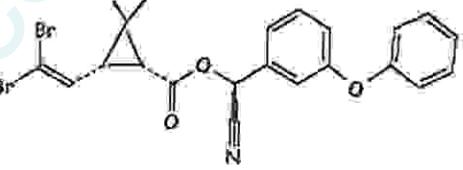
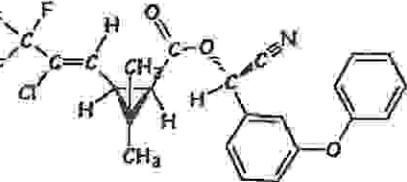
Le classement se fait en fonction de la nature chimique de la substance active. On distingue :

### A- Les Pesticides Organiques

- Organochlorés
- Organophosphorés
- Carbamates
- Triazines
- Urées substituées
- Pyréthrinoides

Les structures chimiques caractéristiques de certaines familles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 02 : Quelques structures chimiques caractéristiques de certaines familles de pesticides (Mokhtari, 2012)

| Famille chimique                    | Exemple de pesticides   |
|-------------------------------------|---|
| Triazines                           |  atrazine  terbutylazine               |
| Organochlorés                       |  DDT   |
| Urées substituées                   |  linuron  chlorotoluron                |
| Acides et amines                    |  bentazone  Acide 2,4-dichloro       |
| Amino-phosphanates                  |  glyphosate  |
| Bipyridinium Ammoniums quaternaires |  diquat  paraquat                  |
| Organophosphorés                    |  phosalon  Methyl parathion        |
| Pyréthrenoïde                       |  deltaméthrine  lambda-cyhalothrine |

### **B- Les pesticides inorganiques**

En général ce sont des éléments chimiques qui ne se dégradent pas. Leur utilisation entraîne souvent de graves effets toxicologiques sur l'environnement par accumulation dans les sols. Le plomb, l'arsenic et le mercure sont fort toxiques.

### **C- Les biopesticides**

Ce sont des substances dérivées de plantes ou d'animaux. Elles peuvent être constituées d'organismes tels que :

- Moisissures
- Bactéries
- Virus
- Nématodes
- Les composés chimiques dérivés de plantes
- Pheromones d'insectes.

La présence de certains groupements fonctionnels et/ou atomes confère aux pesticides certaines propriétés physico-chimiques (l'amabilité, hydrophobie, solubilité, persistance). Par exemple :

Le groupement donneur ou accepteur de proton d'un est susceptible de s'ioniser. Un pesticide comprenant des atomes de chlore est généralement récalcitrant à la dégradation.

Toutefois, il est important de souligner que la connaissance de la famille chimique à laquelle un pesticide appartient ne suffit pas à elle seule à la définition de ses propriétés ni à la prédiction de son comportement dans l'environnement (Mokhtari, 2012).

## **3. Modes d'action des pesticides**

**Les herbicides** peuvent agir sur les adventices se trouvant en concurrence avec une culture donnée en inhibant la photosynthèse ou les réactions enzymatiques impliquées dans la synthèse des lipides et des acides aminés chez les mauvaises herbes.

**Les insecticides**, leurs effets toxiques s'exercent sur les fonctions vitales de l'insecte telles que la transmission de l'influx nerveux et la respiration. Les insecticides agissent par contact, par inhalation ou par ingestion des molécules par l'insecte.

**Les fongicides** peuvent contrôler les champignons en affectant leur respiration ou leur division cellulaire ou en inhibant la biosynthèse des acides aminés et des stéroïdes.

#### 4. Intérêt de l'utilisation des pesticides

- ✓ **Dans l'agriculture** : les pesticides sont utilisés pour lutter contre les insectes les parasites, les champignons et les herbes estimés nuisibles à la production et à la conservation de cultures et produits agricoles ainsi que pour le traitement des locaux. Les statistiques montrent qu'il existe une corrélation entre les rendements agricoles et les quantités de pesticides utilisés (Zeboudji, 2005).
- ✓ **Dans l'industrie en vue de la conservation de produits en cours de fabrication** (textiles, papiers), vis-à-vis des moisissures dans les circuits de refroidissement, et pour la désinfection des locaux.
- ✓ **Dans les constructions**, pour protéger le bois et les matériaux.
- ✓ **En médecine** : Paludisme, malaria, typhus, et autres épidémies.

**Tableau 03** : utilisation des pesticides et principaux rendements de certains pays

(Mokhtari 2012)

| Pays ou Région  | Dose d'emploi (kg/ha) | Rang mondial d'utilisation | Rendement (tonne/ha) | Rang mondial production |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|
| Japon           | 10.08                 | 1                          | 5.5                  | 1                       |
| Europe          | 1.90                  | 2                          | 3.4                  | 2                       |
| USA             | 1.50                  | 3                          | 2.6                  | 3                       |
| Amérique latine | 0.22                  | 4                          | 2                    | 4                       |
| Océanie         | 0.20                  | 5                          | 1.6                  | 5                       |
| Afrique         | 0.13                  | 6                          | 1.2                  | 6                       |

#### 5. Persistances des pesticides

La dégradation des substances est mesurée par leur demi-vie «  $DT_{50}$  » qui désigne le temps nécessaire pour que 50 % de la masse de la substance disparaisse du sol ou de l'eau à la suite des transformations. Les processus biologiques (*biodégradation*) et physico-chimiques (*hydrolyse, photolyse, etc*) constituent les principaux mécanismes de dégradation (2).

Ainsi la persistance est la durée nécessaire à la dégradation de 50% du produit (INERIS, 2005). Elle est estimée dans les eaux, à une dizaine d'années pour le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et plus de vingt ans pour la Dieldrine. Le Tableau 4 rassemble la Persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivières (Zeboudji, 2005)

Tableau04 persistance de quelque pesticide dans les eaux de rivière (Zeboudji, 2005)

| Composé    | Semaine 1 (%) | Semaine 1 (%) | Semaine 1 (%) | Semaine 4 (%) | Semaine 5 (%) |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Lindane    | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |
| Heptachlor | 100           | 25            | 0             | 0             | 0             |
| Aldrine    | 100           | 100           | 80            | 40            | 20            |
| Endosulfan | 100           | 30            | 5             | 0             | 0             |
| Dieldrine  | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |
| DDT        | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |
| DDE        | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |
| Chlordane  | 100           | 86            | 86            | 86            | 86            |

## 6. Devenir des pesticides dans le sol

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

(Fig. 01)

- ✓ La photo-dégradation ou photolyse par l'exposition au rayonnement. (iners)
- ✓ La dégradation par le phénomène d'hydrolyse; un composé est dissocié au contact de l'eau, et subit une réaction chimique par laquelle une partie de la molécule de la substance réagissante est remplacée par un groupe OH (Wolfe *et al.*, 1990)
- ✓ La biodégradation grâce aux micro-organismes présents dans le sol (Colin, 2000).
- ✓ La rétention dans le sol jusqu'à la formation de résidus liés (adsorption) (par exemple l'accumulation des fongicides à base de cuivre dans les sols);

- ✓ Le transport vers d'autres compartiments environnementaux par des processus physicochimiques (volatilisation) ou via un vecteur, l'eau par lixiviation ou ruissellement ou les particules de sol (désorption) (Van Der Werf, 1996).

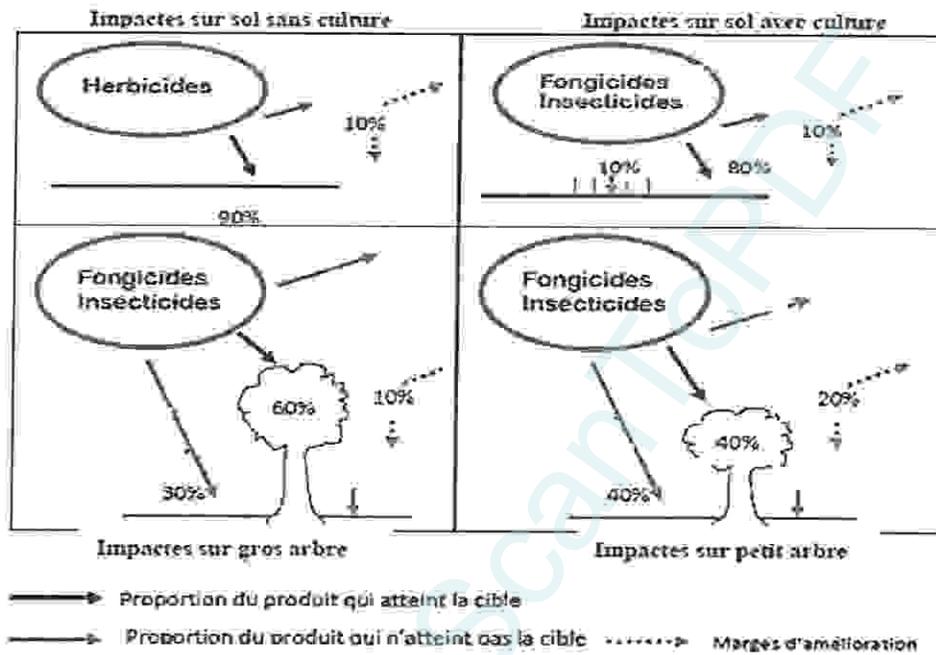


Figure.01: Pertes lors de l'application des pesticides (INRF, 2008)

Certains processus tendent à fixer le pesticide ou ses métabolites sur la phase organominérale du sol : c'est la rétention du pesticide. D'autres par contre l'entraînent à se concentrer dans la phase liquide du sol ; c'est la persistance du produit. Une forte rétention du pesticide par les matières organo-minérales réduit les risques de pollution par les transferts hydriques, tandis que plus un produit est persistant, plus il est mobile et facilement transporté et donc les risques de pollution des eaux sont plus grands. Le tableau 5 présente la rémanence de quelques pesticides dans le sol.

**Tableau 05 : Rémanence de quelques pesticides dans le sol (Boseret 2000).**

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

Les organochlorés (DDT, lindane et endosulfan) sont les pesticides les plus rémanents. Leur rémanence dans le sol peut atteindre 30 ans alors que ceux des organophosphorés (parathion) et des carbamates (carbofuran) ne sont que de six (6) mois (Tableau 05). (Jean-Pascal 2007)

## 7. Comportement des pesticides dans les sols et leurs limites

La démarche d'évaluation des risques environnementaux repose largement sur la connaissance du comportement des pesticides dans les compartiments sol, eau, air et en particulier le comportement dans le sol.

Il faut souligner le rôle capital des processus d'adsorption et de dégradation dans le sol qui va conditionner les processus de dispersion, en particulier le ruissèlement et la lixiviation. La prise en compte de ces phénomènes pour l'estimation des risques se trouve confrontée à certains verrous (Barriuso, 2004).

Deux types d'adsorption sont distingués : l'adsorption physique et chimique.

✓ **L'adsorption physique** est due à des interactions électrostatiques de faible énergie régies par des forces de Van der Waals. Ces dernières sont impliquées dans la rétention d'un grand nombre de molécules organiques.

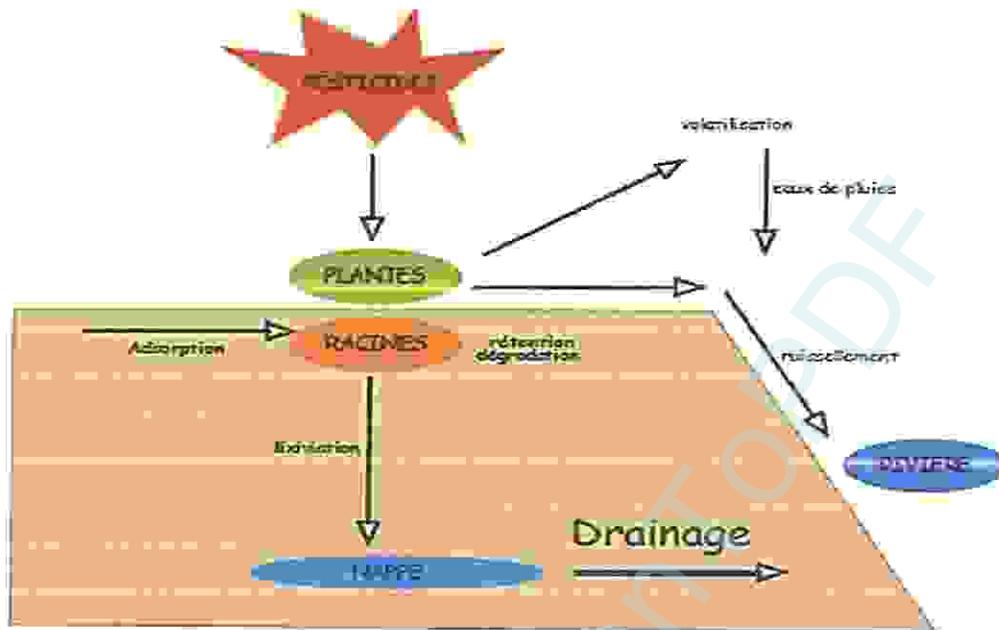


Figure. 02 : comportement des pesticides dans le sol (mokhtari ;2012)

L'adsorption physique est assurée par des interactions polaires et hydrophobes. Les interactions polaires mettent en jeu les régions polaires des surfaces minérales et organiques et les groupements fonctionnels polaires des pesticides. Les interactions hydrophobes, quant à elles, impliquent des interactions de type dipôle induit/ dipôle induit (forces de London). Ce type d'interaction est impliqué dans la rétention des pesticides peu ou pas polaires à caractère hydrophobe tels que les insecticides organochlorés. La liaison hydrogène joue un rôle important dans la rétention de nombreux pesticides polaires non ioniques comme les urées substituées et les phénylcarbamates (Calvet, 2005 ; Lagaly, 2001).

✓ **L'adsorption chimique** est due à la formation de liaisons chimiques entre un pesticide et les surfaces adsorbantes. Cette dernière, contrairement à l'adsorption physique, met en jeu des énergies de liaison importantes. Parmi ces liaisons, citons la liaison ionique et la liaison de coordination. La liaison de coordination peut par exemple avoir lieu avec les argiles quand le cation compensateur à la surface des minéraux argileux est un cation métallique. Ce dernier peut interagir avec les pesticides pour former des complexes de surface. La liaison ionique concerne les pesticides chargés (cationiques et anioniques) qui s'adsorbent sur les surfaces du sol chargées négativement ou positivement (Calvet, 2005).

Concernant la **dégradation**, les substances introduites dans le sol sont dégradées par des processus biologiques ou chimiques conduisant à la formation de métabolites. Le stade ultime de la dégradation est la minéralisation avec transformation des structures carbonées en  $\text{CO}_2$ .

Au cours des processus de transformations, la formation d'une fraction non extractible par des solvants ne dénaturant pas les composés est généralement observée ; cette fraction est appelée « résidu liés ». Dans certains cas, les métabolites peuvent être plus toxiques et/ou persistants que le pesticide lui-même ». Dans la plupart des cas, la nature de ces métabolites est inconnue.

Les principaux facteurs qui déterminent la dégradation sont :

- La structure chimique de la substance active d'une part.
- La nature du sol d'autre part.

Le sol conditionne la disponibilité des substances et donc indirectement la vitesse de dégradation. Un paramètre capital est certainement l'activité microbiologique du sol. La température et l'humidité du sol influencent directement l'activité microbienne, et donc la vitesse de dégradation.

La **lixiviation** est l'entraînement des solutés par l'eau qui s'infiltré dans le sol c'est essentiellement un phénomène de convection (entraînement avec le mouvement de l'eau) ralenti par l'adsorption

Elle dépend :

- Des propriétés du sol (adsorption et persistance dans le sol).
- Des caractéristiques du sol (texture et structure, matières organiques et pH qui conditionne l'adsorption)
- Des conditions climatiques. Le risque de contamination des eaux souterraines est plus élevé pour les substances peu adsorbées (très mobile).

Le **ruissellement** est l'un des processus majeurs des transferts de surface. Les écoulements latéraux sous la surface du sol, du fait d'une rupture de perméabilité à faible profondeur ou du fait d'un drainage agricole, peuvent être considérés comme des transferts de surface. Les pertes par ruissellement peuvent atteindre 20 % (Barriusso *et al.*, 2005).

## 7.1. Facteurs liés aux propriétés du sol

### A- La matière organique

La matière organique est souvent décrite comme le constituant majoritairement responsable de la rétention des pesticides par les sols. Ce rôle prépondérant est surtout observé dans le cas des non ionisés (Mokhtari, 2012).

Par ailleurs, un sol ayant subi une destruction partielle de sa matière organique, voit sa capacité de rétention décroître par rapport à celle du même sol ayant conservé sa teneur initiale en carbone organique (Clausen et al 2004).

### B- Les argiles

Dans le cas des pesticides polaires et ionisés et dans les sols à faible teneur en MO, le rôle des argiles peut devenir important, voire dominer le processus d'adsorption (Sheng et al., 2001).

En revanche, pour les pesticides non polaires, la contribution des argiles est moins importante.

Ceci est dû à la présence de molécules d'eau beaucoup plus polaires, qui ont donc une grande affinité pour les sites d'adsorption des surfaces argileuses.

### C- Le pH

D'une manière générale, une diminution des quantités retenues de pesticides ionisables est observée quand le pH augmente. Ainsi, pour les pesticides à caractère acide, leur dissociation en anions avec l'augmentation du pH résulte en une réduction de leur rétention par les sols (Thorstensen et al., 2001).

### D- Autres facteurs

Les Oxydes de fer et d'aluminium qui retiennent de façon significative les pesticides polaires et ionisés, mais très faiblement les molécules non ionisées (Clausen et al., 2004).

Les cations métalliques dans le sol peuvent influencer la rétention des (Flogeac et al., 2005).

D'autres facteurs pédoclimatiques, comme l'état d'humidité du sol, peuvent influencer de différentes manières l'adsorption des produits phytosanitaires.

La température : lorsque la température augmente, le pesticide devient plus soluble et il est par conséquent moins retenu par le sol (Mokhtari, 2012).

## 7.2. Facteurs liés aux propriétés des pesticides

La structure moléculaire du pesticide joue un rôle important dans la détermination de sa réactivité chimique et de ses interactions avec les surfaces adsorbantes du sol. La présence de groupements chimiques fonctionnels donnés se traduit par des propriétés

comme l'ionisabilité, la polarité ou encore la solubilité. Le caractère hydrophobe, lui, est conditionné par la présence de groupements aliphatiques et aromatiques (Calvet, 2005).

L'ionisation des pesticides est un facteur important car elle détermine la charge portée par les molécules.

De façon générale, la plupart des sols présentent une affinité plus grande pour les pesticides cationiques que pour les pesticides anioniques, étant donné que les surfaces adsorbantes (argiles et MO) sont généralement chargées négativement (Calvet, 2005 ; Patelro-Moure *et al.*, 2007).

En plus du caractère ionique, deux caractéristiques d'un pesticide sont généralement corrélées à son adsorption par le sol :

-la solubilité dans l'eau.

-le coefficient de partage octanol/eau (Kow) qui traduit le caractère hydrophobe ou hydrophile de la molécule.

De nombreuses études visent, à des fins prédictives, à établir des relations entre la capacité de rétention du sol et ces deux caractéristiques. Il a été montré que l'adsorption des pesticides non polaires est une fonction croissante de Kow et décroissante de Sw ; autrement dit, plus le pesticide est hydrophobe plus il est retenu par le sol, et plus il est soluble moins il est adsorbé (Mokhtari, 2012).

## 8. Le Marché des Pesticides

### 8.1. Dans le Monde

Il existe dans le Monde près de 100 000 spécialités commerciales autorisées à la vente. Elles sont composées à partir de 900 matières actives différentes. On enregistre 15 à 20 nouvelles matières actives qui s'y rajoutent chaque année.

Le marché mondial (environ 40 milliards de dollars) est globalement stable depuis quelques années (2000).

Il faut noter que certains événements climatiques récents (chaleur et sécheresse en Europe, pluie en Océanie) influencent fortement ces chiffres, en Europe et en Amérique du Nord. Les herbicides représentent 70 à 80% des produits utilisés (notamment à cause de la forte augmentation des cultures de maïs) tandis que sous les Tropiques, 50% des produits appliqués sont des insecticides.

La diversification des cultures, avec l'amélioration du niveau de vie dans certains pays, modifie également cet équilibre. Ainsi la Chine a converti l'équivalent de la surface de l'Angleterre de rizières en cultures maraichères, entraînant une diversification des produits mis en œuvre (UIPP, 2010).

L'utilisation des dans le monde par région et par catégorie est montrée dans la Figure03.

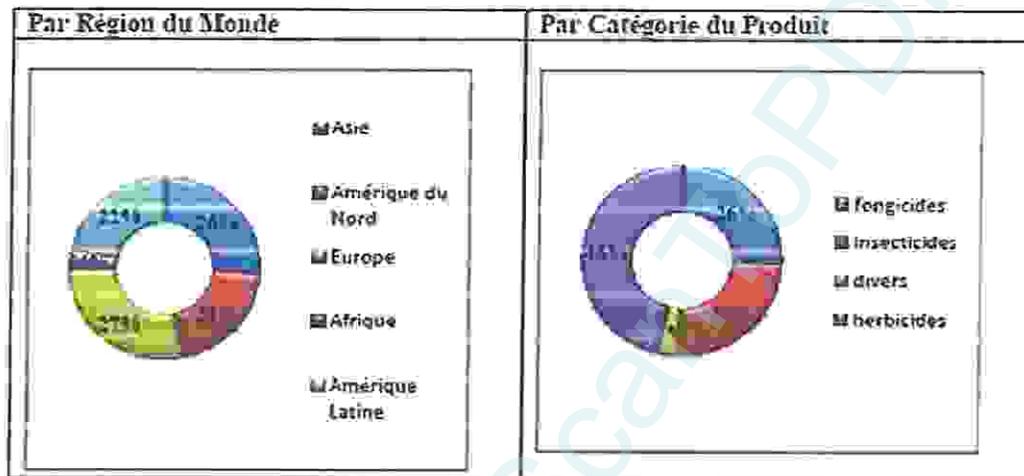
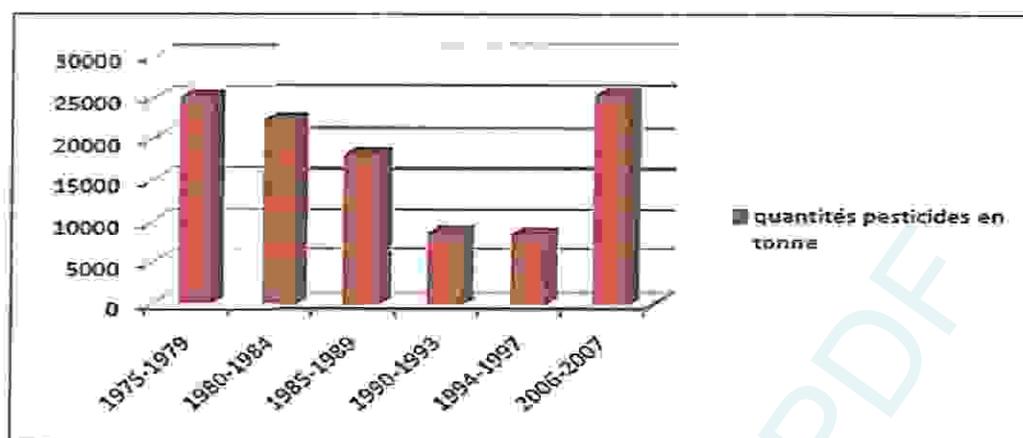


Figure. 03 : Utilisation des pesticides dans le monde (UIPP,2010)

## 8.2 En Algérie

Selon une enquête réalisée par MOKHTARI, 2012 les pyréthrinoides, les organophosphorés et les carbamates sont les pesticides les plus utilisés en Algérie. Selon l'Institut Nationale de Protection des Végétaux, la plus grande quantité d'insecticides est utilisée contre la lutte antiacridienne.



**Figure 04 :** Quantité des pesticides importés en Algérie en tonne de 1975 à 2007.  
(FAOSTAT, 2011 ; SSDA, 2010)

Le marché algérien en pesticides ne cesse d'augmenter ; en 2009 l'Algérie a importé 67 millions USD de pesticides et en 2008, 77 million USD contre 49,4 millions USD en 2007 (FAOSTAT, 2011 ; SSDA, 2010).

### 8.2.1. Réglementation algérienne et les pesticides

Le contrôle des produits phytosanitaires s'est établi peu à peu en fonction de la politique de développement prônée par le pays et par la disponibilité des moyens.

En Algérie, ce contrôle a connu une évolution dans le temps. La promulgation de la loi no 87-17 du 01.08.1987 relative à la protection phytosanitaire a permis d'édicter les mesures relatives à la fabrication, l'étiquetage, l'entreposage, la distribution, la commercialisation et l'utilisation des produits phytosanitaires à usage agricole. Au terme de la loi, aucun produit phytosanitaire ne peut être commercialisé, importé ou fabriqué s'il n'a pas fait l'objet d'une homologation.

L'homologation des produits phytosanitaires a été instituée en Algérie par les décrets exécutifs suivant qui fixent les mesures applicables lors de l'importation et l'exportation des produits phytosanitaires à usage agricole :

-no 95-405 du 02 décembre 1995 (JORA 2010).

-no 10-69 du 31 janvier 2010 (JORA 2010).

***CHAPITRE 2***  
***GENERALITE SUR LES***  
***MICROORGANISMES DU SOL***

Produced with ScanTOPDF

## Introduction

Les organismes vivant du sol comprennent la faune (macroorganismes) et la microflore (microorganismes) (Jean-Pascal, 2007). Tous participent d'une manière ou d'une autre à la formation et à l'évolution de sol (Gobat et al, 2003). La faune se compose d'insectes, d'arachnides, de myriapodes, de nématodes et d'annélides. Les microorganismes sont constitués par les protozoaires, les algues, les champignons, les actinomycètes et les bactéries. Dans la présente synthèse, nous nous intéresserons uniquement aux microorganismes du sol (Jean-Pascal, 2007).

### 1. Les microorganismes du sol

Bactéries, actinomycètes, champignons, algues, Protozoaires..., sont les microorganismes qui entrent dans la composition des microbiocénoses des sols (Sasson, 1967). Ces micro-organismes jouent un rôle fondamental dans les processus importants dans le sol comme la transformation de la matière organique qui détermine la fertilité du sol. Ils interviennent avec les macroorganismes du sol dans la fragmentation des débris végétaux et animaux et leur enfouissement naturel dans le sol, et participe à la formation de l'humus. Ils participent significativement aux cycles biogéochimiques (cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, soufre ...), à la détermination de l'équilibre biologique des sols et aux activités symbiotiques (Columa, 1977 ; Soulas, 1999).

Tableau 06 : abondance des organismes vivants du sol ( Gobât et al, 2003).

| Organismes                             | Nombre approximatif                |  | Biomasse moyenne            |                            |
|--|------------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|
|  | Par gramme du sol sec              | Par m <sup>2</sup>                             | En Kg/ha<br>Prof.20cm       | En % (sans<br>les racines) |
| Bactéries                              | 10 <sup>6</sup> – 10 <sup>9</sup>  | 10 <sup>11</sup> -10 <sup>14</sup>             | 1500                        | 25                         |
| Champignons                            | n.d                                | n.d  | 3500                        | 59                         |
| Algues                                 | 10 <sup>00</sup> – 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>8</sup> -10 <sup>9</sup>               | 10- 1000                    | Traces                     |
| Protozoaires                           | 10 <sup>4</sup> – 10 <sup>6</sup>  | 10 <sup>9</sup> - 10 <sup>11</sup>             | 250                         | 4                          |
| Faune du sol<br>(sans<br>protozoaires) | – 1000<br>Selon les groupes        | 10 – 5*10 <sup>6</sup><br>Selon les<br>groupes | 1-5000 Selon<br>les groupes | 12                         |
| Racines                                | n.d(non déterminable)              | n.d  | 6000                        | ----                       |
| Total                                  | n.d                                | n.d  | Env .12000                  | 100                        |

Tableau 07 : Principaux taxons de microorganismes du sol (Roger et al., 2001).

| Grands groupes                      | Taxons considérés comme importants dans le sol | Commentaires   |
|-------------------------------------|--|--|
| <b>Virus</b>                        |  |  |
| <b>Procaryotes photosynthétique</b> | Cyanobactéries                                 | Ex : Cyanophycées (algues)   |
|                                     | Bactéries pourpres et vertes                   |  |
| <b>Bactéries</b>                    | Pseudomonales chimio-autotrophes               |  |
|                                     | Pseudomonales chimio-hétérotrophes             |  |
|                                     | Eubactériales                                  |  |
|                                     | Protistes inférieurs                           |  |
| <b>Actinomycètes</b>                | Mycobactériacées                               | Les Actinomycètes sont des bactéries Gram+ à structure végétative de type mycélien |
|                                     | Actinimycétacées                               |  |
|                                     | Streptomycétacées                              |  |
|                                     | Actinoplanacées                                |  |
| <b>Champignons</b>                  | Moisissures à plasmodium                       |  |
|                                     | Champignons à flagelle                         |  |
|                                     | Zygomycètes                                    |  |
|                                     | Champignons supérieurs                         |  |
|                                     | Champignons imparfaits                         |  |
| <b>Algues</b>                       | Algues vertes                                  | Aussi dans les protozoaires  |
|                                     | Eugléniens                                     |  |
|                                     | Algues jaunes, Diatomées                       |  |
| <b>Protozoaires</b>                 | Amibes   |  |
|                                     | Testacés                                       |  |
|                                     | Flagellés                                      |  |
|                                     | Ciliés   |  |

### 1.1. Bactéries

## 1.1. Bactéries

Forment tant au plan quantitatif qu'au plan fonctionnel le groupe majeur des microorganismes du sol (Morel, 1989).

Les bactéries sont classées en bactéries autotrophe, utilisation de carbone sous forme minéral, et bactéries hétérotrophes utilisation de carbone sous forme organique (Clement et Lozet, 2011).

Elles prolifèrent dans les milieux les plus riches en azote et peu acides, un milieu aéré à pH supérieur à 6. Elles sont surtout abondantes autour des racines de certaines plantes (graminées, légumineuses) au sein de la rhizosphère (Duchaufour, 2001).

### A- Importance dans le sol

#### A.1. Bactéries et structure du sol

A l'échelle bactérienne, un sol réalise une mosaïque de niches écologiques très différenciées. Ainsi, des bactéries dont les conditions d'existence s'excluent mutuellement, comme des aérobies stricts et des anaérobies strictes, cohabitent-elles parfois à des distances d'une fraction de millimètre. De plus, les conditions peuvent évoluer rapidement à une telle échelle. On imagine la succession d'événement, à l'échelle submillimétrique, qui accompagne la décomposition d'un petit arthropode ! (Gobât et al, 2003).

#### A.2. Fonctions bactériennes et ambiance physico-chimique du sol

Les effets de la microflore sur les caractères physico-chimiques du sol sont surtout liés aux fonctions bactériennes, par exemple, l'activité respiratoire aérobie, qui consomme l'oxygène, peut mener à l'anoxie ; cela concerne les sols hydro-morphes où la diffusion de l'air est restreinte mais aussi le centre de grandes particules dans les sols aérés. En présence d'un excès de substrats carbonés, les bactéries accaparent l'azote disponible. En revanche, d'autre sont à la même dans des conditions de carence en azote, de fixer l'azote élémentaire  $N_2$ . (Gobât et al, 2003).

Certaines bactéries exercent un contrôle, positif ou négatif, sur d'autre organisme par la synthèse de facteurs de croissance (vitamine) d'une part, et d'antibiotique d'autre part.

Mais c'est avant tout par leurs fonctions biogéochimiques, telles la minéralisation de la matière organique, l'oxydation des composés inorganiques réduits, la réduction anaérobie de composés inorganiques oxydés, la solubilisation ou la précipitation de minéraux, sans oublier

la transformation de certains composants organiques en humine, que les bactéries jouent un rôle essentiel dans la formation et l'évolution du sol. (Gobât et al, 2003).

Bien que les bactéries et par leur durée de vie, constituent une fraction importante de la matière organique humifiée, l'humine microbienne. Elles sont participantes à la formation des micro-agrégats. Mais c'est avant tout par leurs fonctions biogéochimiques, telles la minéralisation de la matière organique, la précipitation de minéraux, la transformation de certains composants organiques en humine (Gobât et al, 2003).



A. Azotobacter

B. Clostridium

C. Rhizobium.

Figure 05 : (A, B, C) Les bactéries du sol (Mokhtari ; 2012)

## 1.2- Actinomycètes

Groupe d'eubactéries très ramifiées hétérotrophes ayant tendance à former un mycélium ramifié plus ou moins différencié très fin, dans le sol les germes les plus fréquents (Streptomyces et Nocardia) (Clement et Lozet, 2011). Ils sont plus sensibles à l'acidité que les moisissures préférant des pH de 6 à 7,5 (Soltner, 2005).

### A. Importance dans le sol

Les actinomycètes semblent jouer un grand rôle et sont particulièrement aptes à dégrader des substances organiques difficilement décomposables, et produisent des vitamines et des antibiotiques (Clement et Lozet, 2011). Ils seraient susceptibles de décomposer les composés aromatiques de la matière organique fraîche (lignine, certains tannins) (Duchaufour, 2001). Ils sont indice d'un sol à bonne structure et/ou bonne aération (Clement et Lozet, 2011).

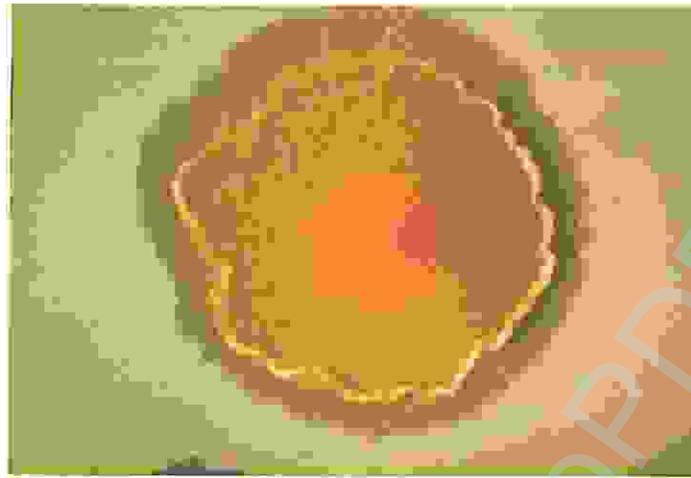


Figure 06 : Actinomycètes du sol (genre *Pseudomonas*). (WEL ;2015)

### 1.3- Champignons

Les champignons du sol ou mycètes sont des levures, des champignons supérieurs et surtout des moisissures des genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Trichoderma* mais à la différence des bactéries, ils sont toujours hétérotrophes et aérobies. De toute dimension, les champignons résistent mieux que les bactéries à la sécheresse et à l'acidité. (Soltner, 2005)

#### A. Importance dans le sol

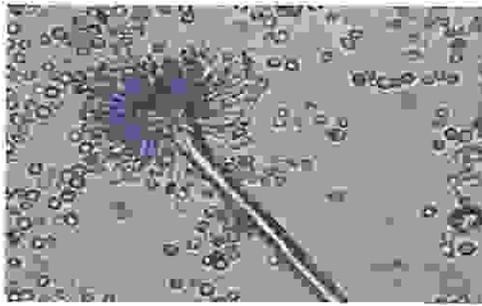
Par sa taille et sa structure, un mycélium est à même de transporter activement des quantités importantes d'eau et de substances d'un endroit à l'autre du sol (Gobât et al 2003.)

La **translocation** des aliments organiques sert à la formation des fructifications : en un ou deux jours, une part importante des matériaux de réserve accumulés dans un mycélium est ainsi transportée dans des fructifications en développement. (Gobât et al 2003.)

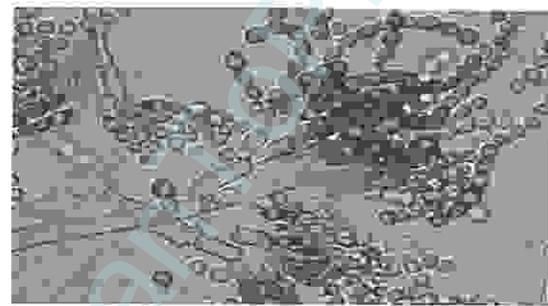
La translocation de sels minéraux prend toute sa signification chez les mycorhizes, associations symbiotiques entre un champignon et les racines d'un végétal. Le champignon est ici un collecteur des sels minéraux, qu'il transfère à la plante ou garde en réserve pendant la morte saison. (Gobât et al 2003.)

Par leur structure ramifiée, les mycéliums augmentent la cohésion des particules dans les couches superficielles du sol. Il suffit de soulever certains champignons croissant sur une litière de feuilles pour observer cet effet d'adhérence du mycélium, bien révélé par la morphologie des horizons. (Gobât et al.2003)

Certains champignons sont spécialisés dans l'utilisation de polysaccharides végétaux et/ou de lignine, et peuvent accumuler dans leur mycélium ou dans leurs spores des composés mélanisés précurseurs des matières humiques. D'autres se sont habitués à vivre avec les plantes, en prélevant directement sur le vivant les aliments organiques dont ils ont besoin. Cette adaptation est souvent symbiotique, comme dans le cas des mycorhizes déjà évoquées ou parasitaire. (Gobât et al.2003).



A. Aspergillus



B. Penicillium

Figure 07 : (A, B) les champignons du sol.(WEL ;2015).

#### 1.4-Les algues

Leur chlorophylle les rend autotrophes. Unicellulaire ou en colonies, les algues sont souvent abondantes dans le sol, mais restent localisées à la surface ou dans les larges fissures (Gobât et al 2003.)

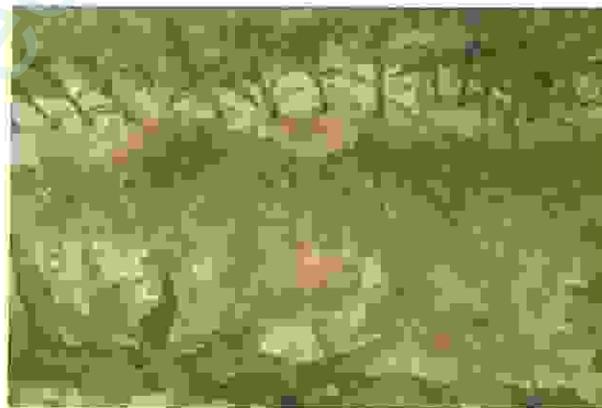


Figure08 : Algues se développant à la surface d'une parcelle de maïs

### A. Importance dans le sol

Grâce à leur activité photosynthétique, les algues colonisent rapidement les surfaces minérales brutes, dont elles accélèrent l'altération par des substances dissolvantes.

Les algues participent aussi à la cohésion des particules solides à travers la production des polysaccharides extracellulaires (Gobât et al 2003.)

Elles protègent les environnements arides ou désertiques contre l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol (Dommergues et Manguet, 1970)

#### 1.5-Les protozoaires

Ce sont des protistes eucaryotes, unicellulaires, photosynthétiques ou non, mobiles ou immobiles, saprophytes ou parasites, d'une grande variété de formes structurales et de modes de nutrition. Plus de 30 000 espèces vivantes et fossiles ont été décrites. (Roger et Garcia, 2001).

Les protozoaires non parasites ont besoin d'un environnement aqueux pour manifester une activité métabolique. Considérés comme des organismes aquatiques, ils se développent toutefois parfaitement dans les sols hydromorphes et dans des sols exondés. Ce sont des constituants normaux et cosmopolites de la microflore tellurique. La taille des protozoaires varie de quelques microns à plusieurs centimètres et est généralement plus faible dans le sol que dans l'eau. Cette réduction de taille résulterait de ce que les protozoaires telluriques doivent se mouvoir dans le mince film d'eau qui tapisse les pores du sol (Roger et Garcia, 2001).

##### A.1.Distribution et densité dans les sols

La distribution des protozoaires dans le sol est généralement corrélée avec celle des bactéries qui constituent la base de leur alimentation. Ils sont généralement plus abondants dans l'horizon de surface où ils trouvent une nourriture bactérienne plus abondante et une meilleure aération. Leur distribution présente de grandes variations dans les sols. Il existe des espèces acido ; neutro et basi-philés. La stimulation des populations bactériennes dans la rhizosphère se traduit par une multiplication des protozoaires. Par contre, lorsque l'effet rhizosphérique favorise électivement les champignons ou les actinomycètes, il y a au contraire régression des protozoaires (Roger et Garcia, 2001).

Suivant les groupes la densité des protozoaires varie de  $10^3$  à  $10^5$  g du sol. Les biomasses correspondantes difficiles à estimer, serait de l'ordre de la centaine de Kg ha<sup>-1</sup> pour les amibes et de la dizaine de kg ha<sup>-1</sup> pour les rhizopodes testacés (Roger et Garcia, 2001).

### A.2.Importance dans le sol

Le rôle des protozoaires dans le sol est encore mal compris. Les prédateurs jouent un rôle certain dans l'équilibre biologique des sols puisqu'ils consomment de très grandes quantités de bactéries : un Rhizopode utilise environ 40000 bactéries par division cellulaire (Alexander, 1961). Mais on ignore encore actuellement les conséquences de cette consommation importante de bactéries. La comparaison d'un sol stérileensemencé soit avec une bactérie, soit avec une bactérie et un protozoaire, montre qu'en présence du protozoaire, la densité bactérienne diminue au bout de quelques jours. Ce type d'expérience amènerait à conclure à une diminution de l'activité bactérienne par les protozoaires et éventuellement à une diminution possible de fertilité des sols. Cette interprétation est contredite par des expériences mettant en évidence la stimulation d'activité bactérienne (fixation d'azote...) sous l'effet de protozoaires prédateurs. On admet que la destruction d'une partie de la flore bactérienne stimule, en définitive, son activité biochimique ; les explications avancées étant le rajeunissement des micro-populations ; l'accélération du turn-over bactérien et de la synthèse par les Protozoaires de substances favorables à l'activité bactérienne (Roger et Garcia, 2001).

Les protozoaires peuvent se développer dans la rhizosphère de nombreuses plantes où ils pourraient jouer un rôle indirect en ralentissant la prolifération des bactéries ou en stimulant leur activité, un rôle direct en synthétisant des substances exerçant une action sur le développement des plantes supérieures (Roger et Garcia, 2001).

## 2. Facteurs influençant les microorganismes et leurs activités dans le sol

Les mesures biologiques dépendent de nombreux paramètres notamment du climat, du type de sol et de la conduite agronomique (Itab, 2002).

L'humidité du sol conditionne l'activité des microorganismes telluriques. Une étude conduite par Fardoux *et al.* (2000) montre que les échantillons de sol humidifiés à 5% de leur capacité au champ ont une biomasse microbienne très faible et presque nulle comparativement aux échantillons humidifiés à 100% et à 300%.

Les caractéristiques physico-chimiques influencent fortement les propriétés biologiques des sols. Des relations étroites ont été mises en évidence entre les caractéristiques physicochimiques et biologiques des sols. En effet, la composition de la microflore et la taille de la biomasse microbienne des sols sont très variables et dépendent de la nature des sols, du pH, de la teneur en carbone organique et en minéraux argileux. Une corrélation positive a été mise en évidence entre la matière organique et la respiration du sol d'une part, et d'autre part entre la matière organique et la biomasse microbienne (Chaussod *et al.*, 1986 ; Traore *et al.*, 2007). Chaussod *et al.* (1986) ont trouvé que la biomasse microbienne était en moyenne de 0,2 g C.kg<sup>-1</sup> dans les sols sableux pauvres en matières organiques et pouvait atteindre 0,9 g C.kg<sup>-1</sup> dans les sols riches (teneurs en C supérieures à 40 g kg<sup>-1</sup>). Campbell (1978), Sedogo (1993) et Gamouh *et al.* (2005), ont travaillé sur l'influence des teneurs en matière organique du sol sur son activité respiratoire. Les résultats ont révélé que plus la teneur en matière organique est faible, plus la minéralisation est importante.

Le pH influence la taille de la biomasse et la diversité des populations microbiennes. Plus le sol est acide, moins la biomasse microbienne est importante (Ifab, 2002).

La texture fine du sol (< 5 µm) aurait un effet protecteur sur la biomasse microbienne, due à la plus forte proportion de micropores par rapport à un sol sableux et par la limitation du développement des prédateurs de microorganismes (Ifab, 2002). Les travaux de Traore *et al.* (2007) ont en effet révélé l'existence d'une corrélation positive ( $r = 0,40$ ) entre la teneur en argiles et la biomasse microbienne d'une part, et une corrélation négative ( $r = - 0,77$ ) entre la teneur en argiles et la respiration du sol d'autre part. Ils ont montré que la respiration était plutôt positivement corrélée ( $r = 0,62$ ) à la teneur en sables.

La mise en culture des terres entraîne une modification des populations microbiennes et de leurs activités (Chaussod *et al.*, 1992 et 2001 ; Bilgo *et al.*, 2006).

Les travaux de Chaussod *et al.* (2001) sur un sol ferrugineux tropical au Vénézuéla ont révélé que la biomasse microbienne était d'environ deux fois plus élevée dans les parcelles sous prairie que dans celles qui sont cultivées. Au Burkina Faso, les mêmes observations ont été faites sur le même type de sol par Bilgo *et al.* (2006) lors de l'étude des propriétés chimique et biologique d'un sol de jachère à court terme. Ces auteurs ont par ailleurs noté que la respiration des sols et l'activité de l'enzyme P-glucosidase étaient plus élevées sur les jachères que sur les sols cultivés.

En référence à tout ce qui précède, il est clair que l'analyse des résultats concernant des mesures biologiques doit tenir compte du climat, du type de sol et des pratiques culturales.

Les mesures biologiques doivent donc s'accompagner de la détermination des principales caractéristiques des échantillons de sols correspondants : granulométrie, pH, teneur en matière organique, éléments totaux.

### 3. Interactions entre les microorganismes du sol et les pesticides

#### 3.1. Biodégradation des pesticides

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. Dans tous les cas, ces réactions sont catalysées par des enzymes et cela nécessite que les pesticides soient dissouts dans la phase liquide du sol. 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 consiste en une utilisation des pesticides comme source d'énergie par les microorganismes. En effet, ils ont besoin d'éléments nutritifs (C, N, P, S, éléments traces) d'eau et d'énergie pour croître et maintenir leur activité. Il existe une multitude de pesticides qui peuvent servir de sources d'éléments nutritifs et d'énergie pour les microorganismes. Certains microorganismes, notamment des bactéries, sont capables d'assurer la minéralisation complète des molécules de pesticide. D'autres par contre ne peuvent effectuer qu'une partie des transformations, ce qui nécessite l'intervention de plusieurs espèces pour obtenir la minéralisation complète des molécules de pesticides. Les réactions de métabolismes conduisent à leur destruction complète avec formation de molécules inorganiques que sont le dioxyde de carbone, l'ammoniac, l'eau et les anions sulfates et phosphates (Colleu et Mignard, 2000 ; Calvet *et al.*, 2005). Le co-métabolisme est un processus au cours duquel des microorganismes assurent leur maintenance et leur multiplication au dépend d'un substrat organique tout en dégradant des pesticides sans que ceux-ci soient une source d'énergie et d'éléments nutritifs (Calvet *et al.*, 2005). De nombreux microorganismes peuvent participer à ce processus de dégradation qui est très fréquent dans le sol (Calvet *et al.*, 2005). Les microorganismes particulièrement impliqués dans le Co-

métabolisme sont les champignons en raison de l'abondance de leur système enzymatique à large spectre d'activité. La dégradation complète des pesticides et la production de métabolites par ce processus requiert la participation de plusieurs souches.

Les métabolites formés ont des propriétés différentes de celles du pesticide initial, en particulier celles relatives à leur transport et leur toxicité. Ils sont souvent plus polaires et donc plus solubles dans l'eau et parfois plus toxiques (Calvet *et al.*, 2005).

La conjugaison est un processus au cours duquel des pesticides interagissent entre eux ou avec d'autres molécules présentes dans la solution du sol, les réactions chimiques étant catalysées par des enzymes exocellulaires (Calvet *et al.*, 2005). Elle conduit à l'union de deux molécules par méthylation ou par acétylation. Lorsque la conjugaison réunit plus de deux molécules on parle de condensation.

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

### 3.2. Effets des pesticides sur la biologie des sols

Les pesticides sont prioritairement utilisés pour détruire ou repousser des insectes nuisibles aux cultures et récoltes et/ou pour détruire les adventices. Leur emploi superficiel sur les mauvaises herbes ou sur les cultures n'épargne pas le sol qui en reçoit une bonne part. Les organismes vivants des sols sont donc inévitablement en contact avec les pesticides. Ainsi, ces pesticides ou leurs produits de dégradation peuvent avoir une action directe ou indirecte sur les organismes vivants du sol (Columa, 1977 ; Calvet *et al.*, 2005).

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

Une étude d'impact de l'utilisation prolongée de pesticides dans un agrosystème cotonnier, menée par **Hussain et al. (2001)**, a révélé que l'endosulfan, le profenofos + alphaméthrine et le methamidophos diminuaient la population bactérienne. La même observation a été faite par **Mäder et al. (2002)** sur un sol cultivé en pomme de terre traitée par du dinoseb et du glufosinate. Concernant la population totale de champignons, le diméthoate entraînait une diminution de la population de champignons alors que l'endosulfan, le monocrotophos, le profenofos et le methamidophos la stimulaient n'ont aucun effet. **Tejada et al. (2001)** ont investigué sur les effets du profenofos sur les microorganismes des sols d'un champ de coton expérimental et de champs paysans. Les résultats ont montré que le profenofos a un effet minime sur les populations de bactéries et de champignons dans les champs de coton. Le methamidophos, le monocrotophos et l'endosulfan seul ou avec le diméthoate inhibent la respiration du sol mais augmentent la biomasse microbienne. Il en est de même avec le profenofos avec la cyperméthrine ou l'éthion et le bifenthrine avec l'acétamipride ou avec la carbosulfan+chlorpyrifos. Mais plusieurs semaines après l'usage des pesticides, aucun effet n'est noté (**Hussain et al., 2001**).

Au Burkina Faso, des études au laboratoire ont été menées au sujet de l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol. Selon **Topan (2005)** et **Coulibaly (2006)**, la dose de pesticides 3ppm voisine de celle conseillée aux producteurs de coton est sans effet sur l'activité respiratoire des sols à court terme. Les travaux de **Coulibaly (2006)**, ont par ailleurs indiqué que l'endosulfan, à la dose 3 ppm recommandée aux producteurs, n'a pas d'impact sur la population de la microflore tellurique et le pH des sols après 15 jours d'incubation. Cependant, la dose 6 ppm stimule l'activité respiratoire des sols au cours des 5 premiers jours de l'incubation et modifie le  $pH_{KCl}$  de ces sols. Elle n'affecte ni le  $pH_{eau}$  ni la population de la microflore aérobie après 15 jours d'incubation. (**Jean-Pascal, 2007**).

***CHAPITRE 3***  
***MATERIEL ET METHODE***

Produced With Scantopdf

## 1. DESCRIPTION DU SITE

### ➤ Aperçu sur la zone d'étude

La Wilaya de Guelma constitue un point de rencontre entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Souk Ahras). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud.

La topographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié, composé de 37,82% de montagnes dont on retient essentiellement une importante couverture forestière (le massif de la Mahouna au centre de la wilaya avec 1411 m d'altitude, Houara à l'Est avec 1292 m d'altitude, et au nord de la wilaya Taya (Bouhamdane) avec 1208 m d'altitude et D'bagh 1.060 m d'Altitude), 27,22 % de plaines (située autour de la vallée de la Seybouse le principal cours d'eau de la wilaya) et de plateau à l'Ouest, 26,29 % de collines et piémonts et 8,67 % autres. (3)

La wilaya compte une population de 480 258 habitants. (Estimation 2007) avec une superficie totale de 4101 km<sup>2</sup> partagé a 10 Dairas et 34 communes :

D'une vocation essentiellement agricole, la Wilaya de Guelma recèle un important potentiel, à savoir : surface agricole Totale de 370.013 HA dont 187.400 HA de superficie agricole utile soit 50,80 % de la superficie totale de la Wilaya.

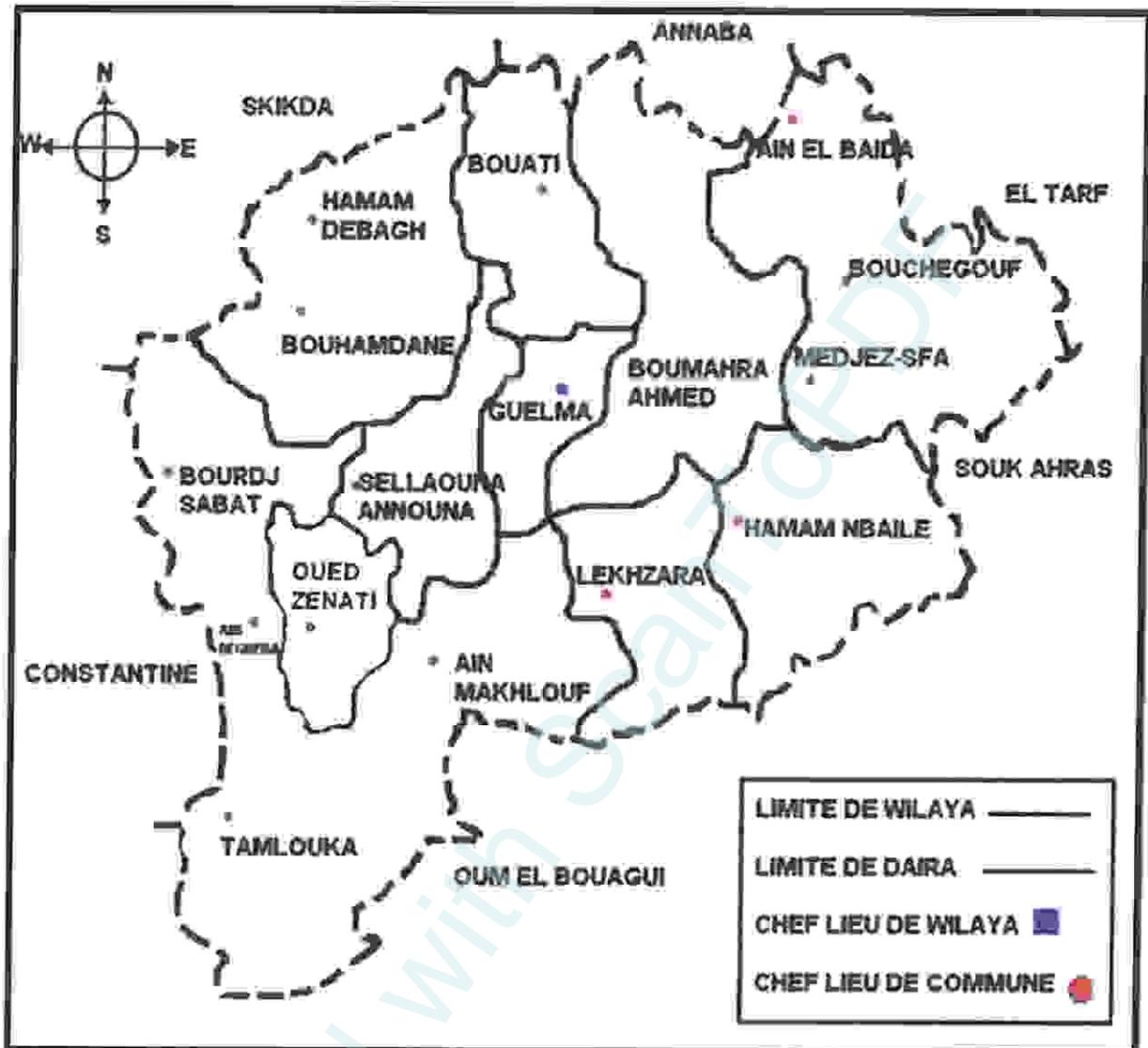


Figure 09 Situation géographique de la wilaya de Guelma

(Source : A.P.C de Guelma).

### ➤ Les sites de prélèvement

Le choix des sites de prélèvement est déterminé selon les cultures les plus exigeantes en matière de pesticides, ainsi les plaines irriguées autour de la Seybouse exploitées essentiellement par l'arboriculture, la culture maraîchère et industrielle au long de l'année sont les sites les plus exposés aux résidus des pesticides. Il s'agit surtout de la tomate industrielle, les verges des agrumes et des pruniers.

### ➤ Choix des points de prélèvement

Le choix des terrains ou des points de prélèvements est basé sur les surfaces les plus cultivées par ces cultures. De ce fait le premier point choisi (site n°1) est situé à Boumahra Ahmed, à 10 de la wilaya de Guelma (Latitude :  $36^{\circ}27'54.14''\text{N}$  ; Longitude :  $7^{\circ}30'4.60''\text{E}$ ), un site réservé pour la culture de la tomate industrielle l'utilisation des herbicides ce fait à grande échelle. Un deuxième point (site n°2) se situe vers l'Ouest à l'entrée de la ville de Guelma sur la RN 20, dans un site de plantations d'agrumes, qui connaît également une forte utilisation des herbicides (Latitude :  $36^{\circ}28'39.13''\text{N}$  ; Longitude :  $7^{\circ}24'44.86''\text{E}$ ).



- Site 01-



-site 02-

**Figure 10 : Situation géographique des points de prélèvement**

## 2. Le choix des pesticides

Dans notre travail limité par le temps nous ne pouvions pas tester tous les pesticides, mais pour un travail préliminaire nous avons choisi de tester l'impact des herbicides sur la microflore, parmi ces derniers on a retenu deux herbicides largement utilisés dans la culture maraîchère et en arboriculture dans notre région.

### ➤ **HERBASAT**

Herbicide systémique non sélectif, absorbé par les feuilles et véhiculé par la sève jusqu'à l'extrémité des racines et rhizomes. HERBASATE est efficace sur pratiquement toutes les mauvaises herbes annuelles ou vivaces et n'est pas sélectif des cultures, commercialisé par la société française RIVAL (4), la même molécule est commercialisée par d'autres sociétés sous divers noms commerciaux notamment la société américaine Monsanto.

L'HERBASAL est commercialisé en solution liquide (360 g/l), dont la matière active est la glyphosate. L'usage de cette molécule est en augmentation, elle constitue la base du désherbage en zones agricole et non-agricole du fait de son faible coût, de sa polyvalence et de ses performances, en particulier sur les plantes vivaces. La molécule est entrée dans le domaine public en 2000 et est désormais distribuée par de nombreuses sociétés. Le glyphosate est disponible sous la forme de divers sels (monosodium, ammonium, isopropylamine, acide).

Les principaux usages du glyphosate en zone agricole, ainsi que les doses maximales usitées et les périodes de traitement associées, sont listés dans le Tableau 08.

**Tableau 08.** Principaux usages, périodes et doses maximales d'application communément utilisées pour le glyphosate en zone agricole

| Groupe de culture                       | Usage   | Dose maximale communément appliquée pour l'usage (g/ha) | Période d'application |
|---|---|---|-----------------------|
| Grandes cultures                        | Désherbage en interculture                      | 2160  | Automne               |
|   | Destruction de CIPAN                            | 2520  | Automne-hiver         |
| Prairies permanentes et jachères semées | Limitation de la pousse et de la fructification | 1080  | Printemps et automne  |
| Viticulture                             | Désherbage sur le rang                          | 2160  | Printemps             |
| Arboriculture fruitière                 | Désherbage sur le rang                          | 2160  | Printemps             |

Le glyphosate (formule chimique:  $C_3H_7NO_3P$ ) est une molécule de la famille des amino-phosphonates. C'est une molécule triacide (poids moléculaire 168 g/mol) présentant une solubilité élevée dans l'eau et une forte variabilité de dégradation et de rétention dans les sols. 30% environ de la molécule se dégrade dans les sols en acide amino-méthyl-phosphonique, dont la dégradation dans les sols est relativement lente (durée de demi-vie au champ de l'ordre de 150 jours). Le caractère ionique des deux molécules se modifie selon les conditions de pH des sols, cette molécule a pris une mauvaise réputation au cours des dernières années suite son effet toxique sur les organismes aquatiques, qui peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique (5)

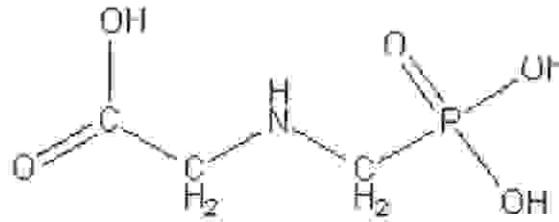


Figure 11 : Formule développée du glyphosate

➤ **GROUND UP 36**

L'herbicide Ground Up 36 est un herbicide total, à base de la matière active Glyphosate et un bioactivateur pour augmenter son efficacité, il est absorbé par les feuilles et est doté d'une systémie descendante lui permettant d'atteindre les racines, les rhizomes et les stolons. Il est commercialisé en Algérie par la société **SARL.BPI/ENH-DOUDAH** ; fondée en 1989, l'entreprise est spécialisée dans le commerce des produits phytosanitaires et d'hygiène publique en Algérie. **(6)**

Concernant la formulation de l'adjuvant bio-activateur, on n'a pas pu trouver assez de documentations, même sur le site de la société fabricante de cette formule. Selon le fournisseur cet herbicide est pratiquement efficace contre toutes les mauvaises herbes annuelles ou vivaces telles que le chiendent, liseron, oxalis... son efficacité est renforcée par les températures élevées.

### 3. Echantillonnage du sol

Pour avoir un échantillon représentatif du sol on a opté pour un échantillon composé ; pris de trois endroits différents du même site, deux compagnes de prélèvement, pour chaque point, ont été effectuées pendant les mois d'avril et de mai 2015. Ils sont réalisés, dans la même journée, à partir de 8 h du matin jusqu'à 10 h 30 min. on creuse à l'aide d'une binette à une profondeur de 20 cm environ et on conserve les échantillons dans des sachets en plastique stériles, après les avoir fermés ils sont transportés dans des caisses iso thermiques (4 à 6 C°) jusqu'à leur arrivée au laboratoire. Il est important de procéder à l'analyse microbiologique le plus rapidement possible, de préférence dans l'heure suivante et en aucun cas après 24 heures **(Coulibaly, 2005)**.

Une fois arrivés au laboratoire les échantillons seront morcelés et concassés pour éviter l'utilisation des mottes, ensuite seront triés pour éliminer les cailloux et les débris des végétaux, puis ils seront mélangés pour avoir un échantillon homogène prêt pour l'analyse.

## 4. Méthodes analytiques utilisées

### 4.1. Technique de dénombrement de la microflore tellurique

L'estimation de la masse microbienne est indispensable pour étudier les flux dans le sol de certains éléments tels que le carbone et l'azote. Or, la plupart des techniques actuellement disponibles ne peuvent donner des valeurs absolues et des résultats fiables.

Les dynamiques microbiennes peuvent aussi être appréhendées par dénombrement des bactéries par deux grands types de méthodes. Le premier type de méthodes consiste à un comptage indirect sur des milieux de culture (Josephson *et al*, 2000 *in* Dassonville et Renault, 2005). Le second type de méthodes consiste en un comptage direct par observation au microscope.

Parmi les méthodes de dénombrement indirectes, deux méthodes plus utilisées à savoir : la méthode standard de culture sur boîte de pétri et la technique de dénombrement dite « technique du nombre le plus probable » (MPN) (Josephson *et al*, 2000 *in* Dassonville et Renault, 2005). Cette dernière est très utilisée car elle permet l'estimation des populations bactériennes ayant des fonctionnalités données comme la dénitrification (Cannavo *et al*, 2002 *in* Dassonville et Renault, 2005).

La technique standard utilisée pour la numération des germes tellurique comprend plusieurs étapes allant de la préparation de la suspension et les dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Davet, 1996).

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions-dilutions du sol est un bon indicateur de la richesse microbienne, facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles.

#### A- Préparation des suspensions dilutions

Les préparations des suspensions dilutions consistent à disposer sur un portoir une série de 9 tubes préalablement stérilisés, numérotés de 1 à 9, et contenant chacun (9ml) d'EDS.

Dans des conditions stériles on prépare une solution mère (SM) du sol ; on ajoutant 7g du sol, dans un flacon contenant 100 ml d'EDS, après agitations jusqu' à l'obtention d'une solution homogène, on verse 1 ml de cette solution (SM) dans le premier tube contenant 9 ml d'EDS, après agitation vigoureuse jusqu'à l'homogénéisation de la solution on obtient ainsi la

suspension dilution  $10^1$ , par le transfert de 1 ml de la solution à  $10^1$  dans le 2<sup>ème</sup> tube contenant 9 ml d'EDS on obtient la suspension dilution  $10^2$ , on recommence cette opération d'un tube à l'autre jusqu'au 9<sup>ème</sup> tube, afin de préparer les suspensions dilutions  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$ . Les suspensions dilutions doivent être utilisées aussitôt après leur préparation.

Dans notre travail l'ensemencement a été effectué à partir du 6<sup>ème</sup> tube concernant les bactéries et à partir du 3<sup>ème</sup> tube concernant les champignons, du fait que les essais réalisés à partir des tubes trop dilués ont donné des résultats négatifs, suite à la pauvreté du sol en matière de microorganismes, sous l'effet abusif des pesticides qui a abouti à une rémanence des pesticides.

Tous les échantillons (témoins et traités) sont soumis à la même méthode d'analyse, cependant pour les échantillons traités on ajoute 1ml de pesticide dans 100ml de la SM et après 30 min en passe à l'analyse.

Il est important de signaler que le pH du milieu réservé pour l'ensemencement des champignons soit ajusté à 4 on y ajoutant de l'acide citrique avant d'ajouter la solution de pesticide dans les échantillons traités.

### **B-L'ensemencement**

A l'aide d'une pipette pasteur stérile on prend deux à trois gouttes de la suspension dilution du 6<sup>ème</sup> tube préalablement agité, l'ensemencement se fait avec la pipette pasteur rectifiée en râteau sous la flamme du bec bunsen, le frotté sera étalé en forme de cercle sur la surface de la boîte pétri stériles (dimensions) contenant 35 ml environ de milieu nutritif approprié.

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive. Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs. La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures à  $28C^{\circ}$  par le comptage de toutes les colonies présentes dans chaque boîte, le nombre réel des individus bactériens sera donc multiplié par  $10^6$ .

Les champignons sont cultivés sur un milieu de culture (Sabouraud), et ensemencés avec des suspensions dilutions du sol à raison de 3 gouttes soit 0,2 ml de la suspension dilution  $10^6$  seront déposées dans les boîtes de pétries en étalant avec soin sur toute la surface. La lecture

des résultats se fait à partir du troisième jour d'incubation à 28°C., le nombre réel des individus fongiques sera donc multiplié par  $10^{-3}$

## 4.2. Recherche bactériologique

### A. Isolement des bactéries (Méthode d'ensemencement sur gélose)

Pour chercher et identifier les bactéries à partir de la solution mère (l'échantillon) nous avons utilisés la technique d'isolement par strie sur géloses coulées dans des boîtes de Pétri. Les géloses employées sont :

#### ✓ La gélose Nutritive (GN)

C'est un milieu non sélectif utilisé pour l'observation macroscopique des différentes colonies de la semence. Toutes les colonies se développant hors des stries d'isolements seraient une contamination possible. (WEL, 2010).

#### ✓ Milieu de Chapman

C'est un milieu sélectif, surtout utilisé en microbiologie médicale, permettant la croissance des germes halophiles (Gram+). Parmi ces germes figurent au premier rang les bactéries du genre *Staphylococcus*, mais aussi les *Micrococcus*, les *Enterococcus*, les *Bacillus*, et de rares bactéries à Gram négatif. (WEL, 2010).

#### ✓ Milieu de Mac Conkey

C'est un milieu sélectif pour l'isolement des bacilles Gram<sup>-</sup> *Salmonella* et *Shigella* ainsi que des bactéries coliformes dans les eaux, les produits alimentaires, les produits pharmaceutiques et biologiques.

L'inoculum a été prélevé directement à partir de l'eau à analyser et déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface. Les boîtes sont codées puis incubées à 37°C pendant 24 - 48 heures. (WEL, 2010).

## B. Etude culturale

Après 24h les colonies se développent et nous pouvons les différencier par :

- ✓ L'odeur.
- ✓ La couleur.
- ✓ Le contour.
- ✓ Le diamètre.
- ✓ L'élévation.

## C. Examen microscopique

### 1. Coloration de Gram

La coloration de Gram doit son nom au bactériologiste danois Hans Christian Gram qui mis-au point le protocole en 1884. C'est une coloration qui permet de mettre en évidence les propriétés de la paroi bactérienne, et d'utiliser ces propriétés pour les distinguer et les classer. Son avantage est de donner une information rapide sur les bactéries présentes dans un produit ou un milieu tant sur le type que sur la forme (WEL, 2010).

#### • Les étapes

##### ✓ Réalisation du frottis

Elle nécessite d'avoir un frottis fixé, soit par l'alcool durant 5 minutes (et rinçage à l'eau), soit plus classiquement en effectuant une fixation simple à l'eau et à la flamme selon les indications suivantes : sur une lame, déposer une goutte d'eau stérile. Ajouter à l'anse de platine stérilisée une goutte de la colonie isolée. Etaler et fixer à la chaleur à environ 40°C pendant 10 à 15 minutes. Poser la lame séchée sur le portoir reposant sur un bac de coloration (WEL, 2010).

##### ✓ Réalisation de la coloration

La lame est plongée dans un premier colorant : Le violet de Gentiane (ou un produit proche, le cristal violet). Le violet de Gentiane est un colorant puissant (toxique et cancérigène). Il va traverser les parois et les membranes des bactéries et se fixer dans leurs cytoplasmes. Ainsi à cette étape toutes les cellules sont colorées en violet.

La lame est ensuite traitée au Lugol iodo-ioduré en solution qui sert de mordant ; il va renforcer le violet de Gentiane contenu dans le cytoplasme des bactéries.

On chasse ensuite le violet avec une solution d'éthanol à 90°. Cette étape est cruciale car elle détermine quelle bactérie est Gram négatif d'autres en Gram positif selon le principe suivant : les bactéries Gram positif possèdent une paroi riche en peptidoglycane, composant qui empêche l'alcool d'emporter le violet de Gentiane, celui-ci restant dans le cytoplasme. La bactérie n'est donc pas décolorée. Le traitement du frottis avec un deuxième colorant, la Fuschine de couleur rose, celle-ci traverse la paroi de toutes les bactéries et colore le cytoplasme en rose (Euzéby, 2008).

Les bactéries violettes resteront violettes, car la couleur de la Fuschine n'est pas assez forte pour remplacer la couleur violette.

Les bactéries dont le cytoplasme a été décoloré par l'alcool vont elles être colorées par la Fuschine et elle apparaît en rose (Euzéby, 2008).

#### ✓ Observation au microscope à immersion

Les bactéries Gram (+) sont colorées en violet, par contre les Gram (-) en rose (Mamadou, 2005).

### D. Inoculation de la galerie API 20 E

La galerie API 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition des réactifs. La lecture des réactions et l'identification se font à l'aide des tableaux de lecture et d'identification (Laese, 2006).

#### ➤ Technique

##### ✓ Préparation de la galerie

Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide. Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation.

### ✓ Préparation de l'inoculum

Faire une suspension bactérienne, dans une ampoule de Suspension Medium ou dans un tube d'eau distillée stérile, d'opacité légère avec une seule colonie prélevée sur un milieu gélosé.

### ✓ Inoculation de la galerie

- ❖ Lorsque le sigle du test est encadré, ce qui est le cas des tests CIT, VP et GEL, la suspension doit remplir le tube et la cupule.
- ❖ Lorsque que le sigle du test est souligné (ADH, LDC, ODC, URE, H<sub>2</sub>S), la suspension doit remplir uniquement le tube. Après ensemencement complet de la galerie, la cupule sera secondairement remplie d'huile de paraffine.
- ❖ Lorsque le sigle du test n'est ni encadré ni souligné (ONPG, TDA, IND, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, ARA), la suspension doit remplir uniquement le tube (Tab. 04).

Refermer la boîte d'incubation, écrire les références du prélèvement sur la languette du fond de la boîte et placer la boîte à 37°C durant 24 h (Laese, 2006).

### ➤ Lecture

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture.

Réaliser les tests nécessitant l'addition de réactifs :

- ✓ TDA : ajouter une goutte du réactif TDA.
- ✓ IND : ajouter une goutte du réactif de Kowacks.
- ✓ VP : ajouter une goutte du réactif VP I et une goutte du réactif VP II.
- ✓ Nitrate réductase : après avoir noté le résultat obtenu pour l'acidification du glucose, ajouter une goutte du réactif NIT 1 et une goutte du réactif NIT 2. Si aucune coloration rouge n'est obtenue (attendre deux à trois minutes), ajouter une petite quantité de poudre de zinc (Tab. 09) (Laese, 2006).

✓ **Identification**

Chercher le germe, dans le tableau sur la fiche guide, qui correspond au code obtenu sur la fiche des réactions.

**Tableau 09 : Lecture d'une galerie API 20 E (Lacaille 2005).**

| Tests                 | Réactions               | Composants                            | Ajout de réactifs | Résultats                |                         |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
|                       |                         |                                       |                   | Négatif                  | Positif                 |
| <b>ONPG</b>           | Bêta-galactosidase      | 2-nitrophényl-bêta Dgalactopyranoside | Non               | Incolore                 | Jaune                   |
| <b>ADH</b>            | Arginine dihydrolase    | L-arginine                            | Non               | Jaune                    | Orange ou rouge         |
| <b>LDC</b>            | Lysine décarboxylase    | L-lysine                              | Non               | Jaune                    | Orange ou rouge         |
| <b>ODC</b>            | Ornithine décarboxylase | L-ornithine                           | Non               | Jaune                    | Orange ou rouge         |
| <b>CIT</b>            | Assimilation du citrate | Citrate trisodique                    | Non               | Vert pâle ou jaune       | Bleu-vert ou bleu       |
| <b>H<sub>2</sub>S</b> | Thiosulfate réductase   | Thiosulfate de sodium                 | Non               | Incolore ou grisâtre     | Dépôt noir              |
| <b>URE</b>            | Uréase                  | Urée                                  | Non               | Jaune                    | Orange ou rouge violacé |
| <b>TDA</b>            | Tryptophane désaminase  | L-tryptophane                         | TDA               | Jaune                    | marron ou brun foncé    |
| <b>IND</b>            | Production d'indole     | L-tryptophane                         | Kovacks           | Incolore ou jaune        | Rose ou rouge           |
| <b>VP</b>             | Production d'acétoïne   | Pyruvate de sodium                    | VP1.VP 2          | Incolore                 | Rose ou rouge           |
| <b>GEL</b>            | Gélatinase              | Gélatine de boeuf                     | Non               | Non diffusion du charbon | Diffusion du charbon    |
| <b>GLU</b>            | Glucose                 | D-glucose                             | Non               | Bleu ou bleu vert        | Jaune                   |

|            |          |            |     |                      |       |
|------------|----------|------------|-----|----------------------|-------|
| <b>MAN</b> | Mannitol | D-mannitol | Non | Bleu ou<br>bleu vert | Jaune |
| <b>INO</b> | Inositol | Inositol   | Non | Bleu ou<br>bleu vert | Jaune |

Produced with ScanTOPDF

## ***CHAPITRE 4***

### ***RESULTATS ET DISCUSSION***

Produced with ScanTOPDF

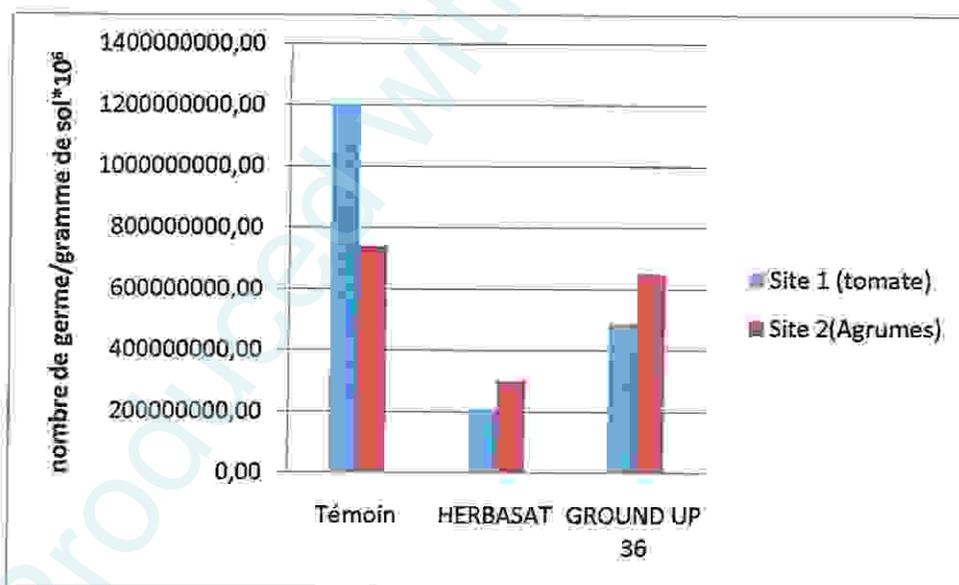
### 1.1. Résultats du dénombrement microbien

Les variations de la charge microbienne du sol ont été étudiées en fonction de deux paramètres : par rapport au type de culture répandu dans la région et au type de pesticide utilisé. Le premier site est caractérisé surtout par la culture de tomate industrielle et le deuxième par la culture des agrumes.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 10:** les résultats du dénombrement des microorganismes.

|              | Les bactéries       |                     | Les champignons    |                     |
|--------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|              | Site 1<br>(tomate)  | Site 2<br>(Agrumes) | Site 1<br>(tomate) | Site 2<br>(Agrumes) |
| Témoins      | 120.10 <sup>6</sup> | 74.10 <sup>6</sup>  | 10.10 <sup>3</sup> | 9.10 <sup>3</sup>   |
| HERBASAT     | 21.10 <sup>6</sup>  | 30.10 <sup>6</sup>  | 5.10 <sup>3</sup>  | 5.10 <sup>3</sup>   |
| GROUND UP 36 | 49.10 <sup>6</sup>  | 65.10 <sup>6</sup>  | 6.10 <sup>3</sup>  | 7.10 <sup>3</sup>   |



**Figure 12 :** densité des bactéries

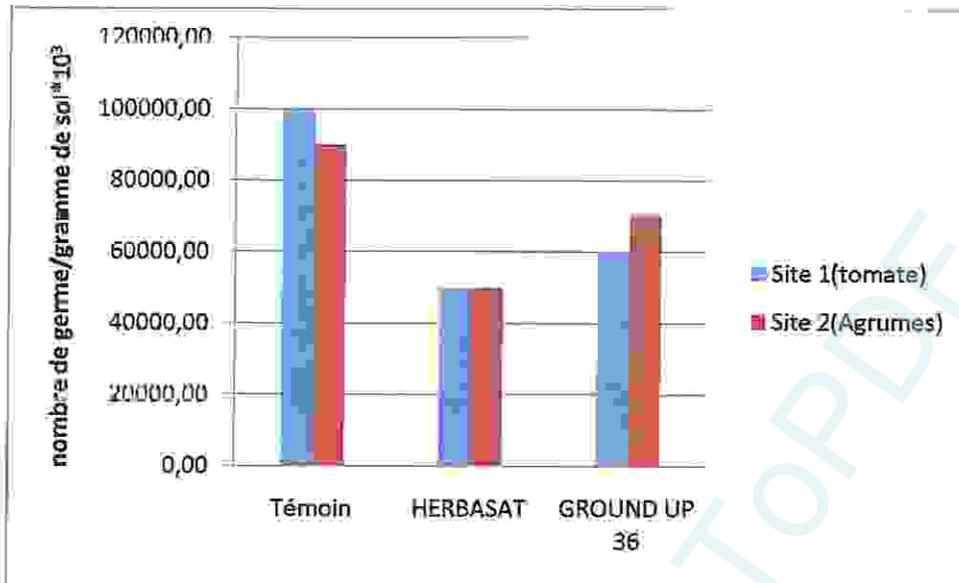


Figure 13 : densité des champignons

À partir des résultats représentés dans le tableau 10 il ressort qu'au point de vue densité de la microflore par rapport aux types de cultures dans les échantillons témoins, le nombre de microorganismes est élevé dans le sol du site1 répandu par la culture de la tomate industrielle par rapport au sol des vergers des agrumes, particulièrement pour le nombre de bactéries. Probablement le sol des agrumes en cours de récolte a été exposé aux différents pesticides notamment les insecticides récemment pulvérisés, leur précipitation dans le sol a affecté grièvement la microflore tellurique, tandis que le sol du site1 réservé pour la culture maraîchère saisonnière, en particulier la tomate industrielle, la majeure partie des pesticides utilisés lors de la saison en été passée a été dégradée au cours des huit derniers mois, et la microflore ainsi a été rétabli, néanmoins le nombre de champignons est équivalent dans les deux sites, ceci est peut-être dû à la tolérance des champignons aux types de pesticides utilisés dans les vergers des agrumes.

Dans la rhizosphère, les bactéries sont les organismes les plus nombreux et les plus variés (leur densité est de l'ordre de  $10^9$  par gramme de sol). Elles sont plus fortement stimulées par l'effet rhizosphérique que les actinomycètes, les champignons, les algues et les protozoaires (Dommergues et Manganot 1970), nos résultats montrent que la densité fongique est beaucoup inférieure en comparaison avec les bactéries dans les deux sites.

L'importance du rôle des microorganismes dans la rhizosphère, et la nuisibilité des pesticides dans l'environnement des plantes, ont orienté les études vers les conséquences les effets des pesticides sur leurs activités des populations microbiennes (Simon-sylvestre et Fourier ; 1979).

Le nombre de microorganismes a été remarquablement diminué dans les échantillons traités par les deux herbicides. Bien que la microflore bactérienne a été affectée beaucoup plus par rapport aux champignons. Selon **Madhum et Freed ; 1990** (in **calvet 2005**) les effets des pesticides sont très divers et affectent plusieurs fonctions de la microflore des sols, d'après **Hauke-Pacwiczowa (1971)**, l'Atrazine diminue l'activité et les populations d'algues et de bactéries.

L'effet dépressif produit par l'association d'un apport de pesticides et de compost concorde avec les résultats de **Mader P, et al**, qui ont révélé que des pesticides tels que le dinoseb et le glufosinate induisaient une réduction de la biomasse microbienne du sol de 20 à 50% 3 semaines après leur application. Ce résultat est également conforme à celui de **Wan H.OM, et al** qui indique un effet inhibiteur du glufosinate d'ammonium inhibe les bactéries du sol.

On outre l'effet néfaste de l'Herbasat sur la microflore bactérienne est très important par rapport au GROUND UP 36, rappelant que la matière active dans les deux herbicides est de la Glyphosate, bien que le GROUND UP 36 est enrichi avec un adjuvant, qui a probablement modifié l'effet de la Glyphosate

La présence de glyphosate dans le sol pourrait modifier l'équilibre des bactéries et des champignons, à son tour modifier les fonctions des écosystèmes des sols et la santé des plantes. (**Anonyme,2013**).

En plus, les effets indirects du glyphosate sur l'activité microbienne du sol peuvent être survenus après une longue période de culture, suite à l'effet de rémanence, les résidus de glyphosate liés et immobilisés peuvent être réactivés par l'application d'engrais phosphatés ou par d'autres méthodes. Dans l'Ouest et le Midwest, les producteurs de pommes de terre, par exemple, ont subi de lourdes pertes à cause de la réactivation du glyphosate. (**Anonyme 1.2008**)

## A. Etude macroscopique

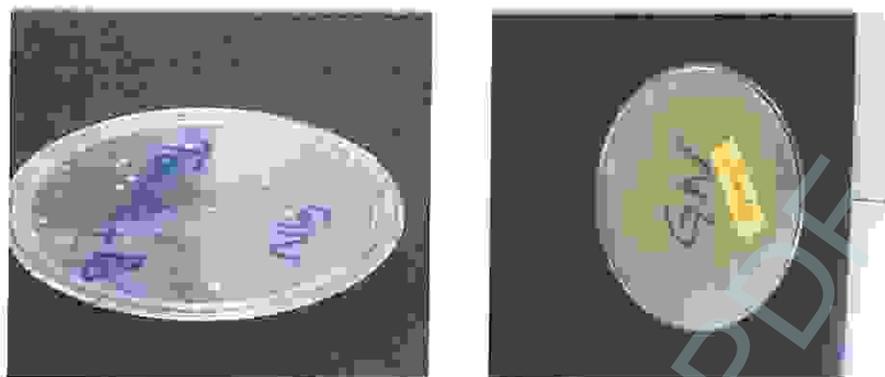


Figure 14 : aspects macroscopique des colonies des bactéries.

Tableau 11 : les caractéristiques macroscopiques des colonies présente (milieu GN)

| Caractère |              | Odeur        | Couleur      | Contour             | Diamètre | Élévation |
|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------------|----------|-----------|
| Site      | Colonie      |              |              |                     |          |           |
| 01        | Colonie -01- | Fermentation | Blanche      | Régulière<br>smooth | 2 mm     | Plate     |
|           | Colonie -02- | Fermentation | Jaune        | Régulière<br>smooth | 1-2 mm   | Plate     |
|           | Colonie -03- | Fermentation | Transparente | Régulière<br>smooth | 1-3 mm   | Plate     |
| 02        | Colonie -01- | Fermentation | Transparente | Régulière<br>smooth | 1 mm     | Plate     |
|           | Colonie -02- | Fermentation | Transparente | Régulière<br>smooth | 1-2 mm   | Plate     |
|           | Colonie -03- | Fermentation | Transparente | Régulière<br>smooth | 1-3 mm   | Plate     |

Les résultats nous montrent que la majorité des bactéries ont un contour régulier (smooth), avec un diamètre compris entre 1 et 3 mm. Toutes les colonies sont soit transparentes, blanche ou jaune. La dominance des colonies de couleur transparente est très nette. On constate aussi que presque la totalité des colonies bactériennes observées se caractérisent par une élévation plate. Toutes les cultures de bactéries donnent une odeur de fermentation.

## 2. Résultat de l'examen microscopique

Tableau 12: résultats obtenus de l'examen microscopique après coloration de Gram

|                |                       | Gram +   | Gram -    |
|----------------|-----------------------|----------|-----------|
|                |                       | Chapman  | Macconkey |
| <b>Site 01</b> | Témoin                | Cocci    | Bâtonnet  |
|                | Echantillon<br>Traité | Bâtonnet | Bâtonnet  |
| <b>Site 02</b> | Témoin                | Bâtonnet | Bâtonnet  |
|                | Echantillon<br>Traité | Bâtonnet | Bâtonnet  |

Une étude microscopique basée sur la coloration différentielle de Gram des échantillons des deux sites (Tab 12). Nous a confirmés la présence des bâtonnets dans toutes nos géloses ensemencés avec une exception du témoin du site 01 on a observé des colonies de formes de cocci.

## 3. Identification des bactéries par la galerie API 20 E

Tableau 13 : Résultat de l'identification des bactéries par la galerie API 20 E.

| Site 1  |   | Site 2  |   |
|---|---|---|---|
| Témoin  | Echantillon traité  | Témoin  | Echantillon traité  |
| - <i>Serratia plumuthyca</i><br>- <i>Pseudomonas aerogenosa</i><br>- <i>Pseudomonas luteola</i><br>- <i>Enterobacter cloacae</i><br>- <i>Micrococcus luteus</i> .<br>- <i>Bacillus subtilis</i> . | - <i>Serratia plumuthyca</i><br>- <i>Pseudomonas aerogenosa</i><br>- <i>Pseudomonas luteola</i><br>- <i>Enterobacter cloacae</i><br>- <i>Micrococcus luteus</i> .<br>- <i>Bacillus subtilis</i> . | <i>Pseudomonas luteola</i><br>- <i>Aeoromonas hydrophyla</i><br>- <i>Photobacterium damsella</i><br>- <i>Pseudomonas fluorescens</i> .<br>- <i>Enterobacter cloacae</i> . | <i>Pseudomonas luteola</i><br>- <i>Aeoromonas hydrophyla</i><br>- <i>Photobacterium damsella</i><br>- <i>Pseudomonas fluorescens</i><br>- <i>Enterobacter cloacae</i> . |

Les résultats de l'identification des bactéries par la Galerie API 20 E montrent la présence de plusieurs espèces et en particulier ; *Enterobacter*, *Pseudomonas* qui sont les plus répandus au niveau des deux sites.

Ceci montre que les deux herbicides utilisés ont présenté un effet important sur les populations bactériennes, traduit par une diminution remarquable en nombre de bactéries, néanmoins cet effet n'est pas sélectif sur le type des bactéries.

Produced with ScanTOPDF

# ***CONCLUSION***

Produced with ScanTOPDF

## CONCLUSION

La problématique de l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol a été abordée dans cette étude. L'objectif global était de déterminer en milieu réel et à court terme, l'impact des résidus de pesticides sur la biologie des sols en zone agricole à Quelima.

Les résultats du test de dénombrement des microorganismes ont révélé une baisse de la charge microbienne donc une baisse de l'activité de cette dernière dans le sol après l'application des pesticides. Cette baisse est un peu importante dans les prélèvements des cultures des tomates par rapport aux celles des agrumes et aussi importante pour le pesticide Herbasaté par rapport à GROUND UP 36.

Ces résultats révèlent des effets liés au type de culture d'une part et au type de pesticide d'autre part.

La baisse de la biomasse microbienne des sols, après l'application des pesticides, indique une baisse de la biodiversité de cette sol, cette perturbation de la vie édaphique est un risque important pour une productivité durable du sol dans la mesure où l'activité biologique est un indicateur de la « bonne santé » d'un sol. Une utilisation abusive et non maîtrisée des pesticides peut donc être un risque pour la dégradation de la fertilité du sol même si les doses apportées n'ont pas un effet d'élimination totale des groupes spécifiques de microorganismes tels que les bactéries ammonifiantes.

Le choix du type de pesticide a utilisé et la dose, constituent des facteurs très importants et on doit les prendre en considération.

Notre étude s'est limitée à l'évaluation de l'impact des pesticides sur uniquement des paramètres biologiques du sol déterminé par l'évaluation de la biomasse microbienne qui d'ailleurs ne concernent que la microfaune du sol. Afin de permettre une meilleure connaissance de l'impact des pesticides sur la biologie du sol, notamment la macrofaune tellurique (lombrics, les termites ...) qui joue également un rôle important dans le recyclage de la matière organique.

- ✓ Elargir la recherche sur l'effet des pesticides et tester d'autres herbicides et fongicides largement utilisés dans l'agriculture au niveau de notre région.
- ✓ Orienter les recherches *in vitro* sur l'effet des pesticides sur les espèces microbiennes connues par leurs effets bénéfiques, telles que les différentes espèces de *Rizobium* capable de former des nodosités sur la Légumineuse.

## *Conclusion*

---

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

Produced with ScanTOPDF

## Résumé

La présente étude a porté sur un sol réservé à la culture maraîchère et industrielle de tomate et un sol cultivé par les agrumes, au niveau de wilaya de Guelma a pour objectif l'étude de l'effet des pesticides sur la microflore tellurique.

Le sol destiné à la culture de tomate industrielle présente une supériorité vis-à-vis la richesse en microorganisme par rapport au sol cultivé par les agrumes.

Pour vérifier l'effet des pesticides sur la microflore tellurique, on a utilisé deux herbicides dont la matière active et la Glyphosat ; Herbasat et Ground-up 36

Les résultats obtenus indiquent que l'Herbasat a causé une importante diminution des microorganismes du sol par rapport au Ground-up36, et cet effet est gravement important sur la microflore bactérienne que sur les champignons.

### Mots clés

Pesticides, microflore tellurique, herbicides, Herbasat, Ground-up36

Produced with Scantopdf

## الملخص

أقيمت الدراسة على تربة مخصص لزراعة الخضروات و المحاصيل الصناعية، وتربة اخرى مخصصة لزراعة الحمضيات بولاية قالمة ، بهدف معرفة تأثير المبيدات على الكائنات الحية الدقيقة للتربة.

من اجل معرفة تأثير المبيدات على الكائنات الحية للتربة، استعملنا نوعين من المبيدات العشبية حيث المادة الفعالة هي: Glyphosat المبيدان هما: Herbasat et Ground-up 36

النتائج المتحصل عليها تؤشر الى انه اثر بشكل كبير على نقصان عدد الكائنات الحية الدقيقة للتربة ، هذا التأثير كان جد سلبيا على البكتيريا منه على الفطريات.

الكلمات المفتاحية

المبيدات ، الكائنات الحية الدقيقة للتربة ، المبيدات الحشرية - Herbasat, Ground-up36,

Produced with Scantopdf

## Abstract

The present study concerned a ground reserved for the truck and industrial farming and a cultivated of tomato soil by citrus fruits, at the level of wilaya of Guelma has for objective the study of the effect of pesticides on the telluric microflora.

The ground intended for the culture of present industrial tomato a superiority towards the wealth in microorganism with regard to (compared with) the cultivated soil by citrus fruits. To verify the effect of pesticides on the telluric microflora, we used two weed-killers the active material(subject) of which is Glyphosat, Herbasat and Ground-up 36.

The obtained results(profits) indicate that Herbasat caused an important decrease of the microorganisms of the ground with regard to(compared with) Ground-up36, and this effect is seriously important on the bacterial microflora that on fungus.

Key world:

Pesticides, telluric microflora, weed-killers, Herbasat, Ground-up36

Produced with Scantopdf

## Référence Bibliographique

---

- Anonyme ; Friends of Europe earth ; the environmental impacts of glyphosate; june,2013
- Anonyme 1; planta daninha,vol26;n°4; effects of glyphosate and endosulfane on soil microorganism in soy bean crop;2008
- ACTA, 2005. Index Phytosanitaire ACTA 2005. 41ème édition. Paris. *Association de Coordination Technique Agricole*. France. 820 p.
- Ait Hamlet Smina ; 2013 Évaluation de la toxicité de mixtures de pesticides sur un bio indicateur de la pollution des sols *Helix aspersa* ; Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat. Université Badji Mokhtar – ANNABA ; Faculté Des Sciences ; Département de biologie.177pages.
- Andrea M. M., Peres T. B., Luchini L. c., Marcondes M. A., Pettinelli Jr A., Nakagawa L. E., Impact of long term applications of cotton pesticides on soil biological prosperities, dissipation of [14C]-methyl parathion and persistence of multi-pesticide residues. In: "*Impact of long term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques*". *Proceeding of final research coordination meeting. Organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Hangzhou, Zhejiang, China, 24-28 May 1999*; page 15-36.
- B.Zeboudji mémoire de magister Ecole Nationale Polytechnique Alger(2005).
- Barriusso 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.*
- Beck A.J.; JONES K.C. J. (1996). *Chemosphere*. v32. 2345-2358.
- Behki R. et Khan S. U., 2001. Impact of repeated long term application of atrazine on soil properties and bound residues formation. In: "*impact of long term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques*". *Proceeding of final research coordination meeting. Organized by the joint FAO/iaea division of nuclear techniques in food and agriculture and held in hangzhou, zhejiang, china, 24-28 may 1999*;pages 37-42.
- Bilgo A., Masse D., Sali S., Serpentier G., Chotte, J-L. et Hien V., 2006. Chemical and microbial properties of semiarid tropical soils of short-term fallows in Burkina Faso, WestAfrica. *Biol. Fertil. Soils* DOI 10.1007/s00374-006-0107-4.

## Référence Bibliographique

---

- Bonnard ; D; Jargot ; fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS. 2009.
- Bouchon C. et Lemoine S., 2003. Niveau de contamination par les pesticides des chaînes trophiques des milieux marins côtiers de la Guadeloupe et recherche de biomarqueurs de néotoxicité. Rapport final. DRE/Guadeloupe, 71 p.
- Bourgeois C.M. et Leveau J. Y (1980). *Techniques d'Analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire*. APRIA, 331p.
- Boyd E. M et Elvira S. De Castro ; Protein-deficient Diet and DDT Toxicity ; Bull. Org. mOnd. Santi 1968, 38, 141-150 Bull. WidHlthi Org. 1968
- C.G-B. Margoum. Thèse de doctorat Reims Champagne-Ardenne 2010
- C.W. Thorstensen; O. LODE; O. M. EKLO; A. CHRISTIANSEN. *Environmental Quality*. 30(2001) 2046-2052.
- 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, 637 pages..
- Campbell C. A. Soil organic carbon, nitrogen and fertility In soil organic matter. *Developments in soil science*, 1978; pages 173-265.
- Chaussod R, Bodet J.-M., Caron M. et Irène Félix I., 2001. Travail du sol et activités microbiologiques. *INRA - 2001 - <http://www.inra.fr/>*
- Chaussod R., Zuyia M., Breuil M.-C., Hetier J.-M. Biomasse microbienne et statut organique des sols tropicaux: exemple d'un sol Vénézuélien des Llanos sous différents systèmes de culture. *Cah.Orstom, sér. Pédol.*, vol. XXVII (1), 1992 ; pages 59-67.
- Clement. M et Lozet. J, 2011. Dictionnaire encyclopédique de science du sol.
- Colin F. Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires. Cas de l'Atrazine dans le bassin versant de Sousson (Gers, France). *Unité mixte Cemagref-ENGREF. Structure des systèmes spatiaux*. 2000, 233 pages.
- Colleu S. et Mignard E. La lutte contre la pollution des sols par les pesticides: limiter les apports, réduire les fuites. *INRA*, 2000 5p.
- Columa, 1977. Les herbicides et le sol. *ACTA*, 143 p.

## Référence Bibliographique

---

- Coulibaly K. *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie. Université de Bamako. (2005). 69pages.
- Coulibaly K. Contribution à l'étude des effets de l'endosulfan sur les paramètres biologiques de trois types de sol en zone cotonnière du Burkina Faso. *Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option Agronomie, Université Polytech. de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 2006 ; 53 pages.*
- Dari Razika 2012 Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides exemple d'un sol salé sous deux types de cultures Mémoire d'ingénieur en sciences Agronomiques ; Université KASDI MERBAH ; Département des Sciences agronomique.
- Dassonville. F et Renault P, 2005. Interactions entre microbiologie anaérobie et géochimie du sol. Description des dynamiques microbiennes.
- Davet. P, 1996, Vie microbienne des sols et production végétale, INRA, 385p.
- Dommergues. Y et Mangenot. F, 1970. Écologie microbienne du sol. Masson et Cie Editeurs, paris ,796p.
- Duchaufour. PH, 2001. Introduction à la science du sol. 6ème édition de l'abrégé de pédologie. Dunod. Ed. Masson. Paris. 314p.
- E. Barriusso, C. Bedos, P. Benoit, M.-P. Charnay ET Y. Coquet. 2005
- E.Barriusso. Estimation des risques environnementaux des pesticides éditions INRA 2004.
- El Mrabet , 2006, thèse de doctorat, université pierre et marie curie, paris
- Fardoux J., Fernandes P., Niane-Badiane A., Chotte J.-L., 2000. Effet du séchage d'échantillons d'un sol ferrugineux tropical sur la détermination de la biomasse microbienne Comparaison de deux méthodes biocidales de référence. *Étude et gestion des sols*, 7, 4, 2000. Page385-394.
- G. Lagaly. J. Applied Clay Science( 2001);pages 205-209.
- G.Sheng; C.T.Jhonston; B.J.Teppen; A. Boyds. J. Agricultural and Food Chemistpy. 49(2001) 2899-2970.
- Gamouh A., Bensalah M., Abaadi N., Ziyad A., Coste C., Fournier J-C., 2005. Effets comparés et interactifs des pesticides et facteurs physiques sur la

## Référence Bibliographique

- minéralisation de substrats carbonés dans le sol *Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie, N°26-27,2004-2005* : 35-38.
- Gobat, J., Arango, M., Mathey, W., 2003. Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols, 568p
  - Hussain A., Rafique Asi M., Iqbal Z., Chaudhry J. A., 2001. Impact of heavy repeated long term pesticides applications on soil properties in a cotton agroecosystem. In: "Impact of long term pesticides usage on soil properties using radiotracer techniques". Proceeding of final research coordination meeting. Organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Hangzhou, Zhejiang, China, 24-28 May 1999: 141-156.
  - Hauke Pacewiczowa (1971), the effect of herbicides on the activity of soil microflora, pami et Pulawski, 46 :5.
  - INSAH, 2004. Rapport annuel du Pôle GRN/SP 2000. Synthèse des activités des programmesthématiques régionaux, 83 p.
  - Institut national de la recherche agronomique, France. 2008
  - ITAB, 2002. Activités biologiques et fertilité des sols: Intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles, 25 p.
  - Jean-Pascal 2007 impact des résidus de pesticide sur les microorganismes des sols dans les agrosystèmes cotonniers du Burkina Faso Université polytechnique De Bobo-Dioulasso (U.P.B) 60p
  - Journal officiel de la République algérienne n°9 18 safar 1431 3 février 2010.
  - K. Flogeac; E. Guillon; A. Plincourt. J. Environmental Chemistry, Letters, 3(2005) 86-90.
  - L. Clausen; F. Larsen; H. J. Albrechtsen. J. Environmental Science and Technology, 38(2004) 4510-4518.
  - M. Pateiro-Moure; C. Perez-Novo; M. Arias-Estevez; E. Lopez-Periago; Martínez-Carballo; J. Simal-Gandara. J. Agricultural and Food Chemistry, 55(2007) 6219-6226.
  - Mader P., Peng S. et Fließbach A., 2002. Effets des produits phytosanitaires sur les microorganismes du sol. *VBB-Bulletin*, 6 : 6-7.

## Référence Bibliographique

---

- Mamadou L.N. (2005). *Impacts des eaux usées sur l'évolution chimique et microbiologique des sols : étude de cas à Fikine (Dakar-Sénégal)*. Diplôme d'étude supérieure en sciences naturel de l'environnement. 120p.
- Marcheterre L., Choudhry, G., Webster G., 1988. Environmental Photochemistry of Herbicides. *Reviews of Environmental Contaminations and Toxicology*. 103. 61-126.
- Mazoyer, Larousse agricole ; 2002.
- Mokhtaridahida ; identification des pesticide dans l'agriculture et les problèmes d'environnement liés. Mémoire de magister . université Oran: faculté des sciences. Laboratoire de synthèse organique appliquée (LSOA) ; 2012. 87pages.
- Morel, 1989. Les sols cultivés. Tech et Doc .Lavoisier, paris, 272p
- Nacoulma J., 1994. Contribution à l'étude de la biodégradation des polluants phénoliques par les microorganismes du sol. *Mémoire DEA, Option Biochimie et Microbiologie Appliquée; Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso*, 40 p.
- Oerke.C., Dehne H.W., 1997. Global crop production and the efficacy of crop protection. Current situation and future trends. *Eur. J. Plant Pathol.*, 103, 203-215.
- R. Calvet ; Les pesticides dans le sol. édition France Agricole 2005.
- Roger P ;Garcia ;université de provence ; laboratoire de microbiologieIRD,Mai 2001
- Sasson. A, 1967.Recherches éco-physiologique sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série botanique et biologie végétale. Travaux de l'institut scientifique chérifien etde faculté des sciences, rabat, N°30:27-55.
- Savadogo P. W. 2001. Etude de la biodégradation des pesticides utilisés en agriculture au Burkina Faso: cas particulier du Decis, de l'Ultracide et du Sumithion. *Thèse de Doctorat en Microbiologie- Univ. Ouagadougou, Burkina Faso*, 101 p.

## Référence Bibliographique

---

- Savadogo P. W., 1996. Biodégradation des pesticides et polluants industriels utilisés dans l'agriculture. *Mémoire de D.E.A, Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso*, 79 p.
- Savadogo P. W., Ouattara C.A.T., Ouattara A. S., Traoré A. S., 1999. Biodégradation anaérobie d'un pyrèthrinofide de synthèse et d'insecticides organochlorés par les cultures bactériennes mixtes non définies. *Revue Sciences et Techniques du CNRST, Sciences Naturelles, vol. 23* ; pages 15-24.
- 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 ; pages 29-39.
- Savadogo P.W., 2005. Pesticides et Microflore du sol de la zone maraîchère des Niayes de Dakar. *Rapport de stage Post-doctoral de perfectionnement à la recherche*, 25 p.
- Sedogo P. M., 1981. Contribution à l'étude de la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi aride (matière organique du sol, nutrition azoté des cultures). *Thèse Docteur-Ingénieur, INPL Nancy*, 135 p.
- Servicestatistique, Douanes Algeriennes 2010
- Simon Sylvestre et Fournier 1979, effects of pesticides on the soil microflora ADV. Agron pages 1-92
- Soltner, D, 2005. Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration. Tome I, 24<sup>ème</sup> édition; collection Sciences et techniques agricoles.
- 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.
- Soulaymani Bencheikh Rachida, Naima Rhalem, Mouncef Idrissi et al. 2010. Contre l'intoxication aux pesticides : fermeté et mobilisation. *Toxicologie Maroc* - N° 4 - 1-16p.
- Tomlin c., The Pesticides Manuel. 10<sup>th</sup> Ed., British Crop Protection Council. 1994; 15 pages.

## Référence Bibliographique

---

- Topan S. M., 2005. Contribution à l'étude de la dégradation des pesticides dans les sols au Burkina Faso. *Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Option Agronomie, IDRIUPB, Burkina Faso*, 54 p.
- 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.
- Van Der Werf H., 1996. Assessing the impact on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60: 81-96.
- Wan Hom et Li Ching Li 2003 ; independent science panel, the case for GM , Free world , chapitre 7, 136 pages
- Wolfe N., Mingelgrin U., Miller G., 1990. Abiotic transformations in : Water, sediments and soils. *Soil Science Society of America*. Madison, Wisconsin, USA. 433 p.

---

## WEBOGRAPHIE

- Boseret J-PH., 2000. Pollution des sols: les pesticides [http://w.w.geocities.com/lboss\\_be\\_99/pesticides.htm](http://w.w.geocities.com/lboss_be_99/pesticides.htm), consulté le 21/03/2015
- Euzéby J.P. (2008). Abrégé de bactériologie générale et médicale à l'usage des étudiants de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. <http://www.bacteriologie.net>. Consultation le 10/03/2015
- INERIS, 2005. Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation. *Institut national de l'environnement industriel et des risques*. [http://www.ineris.fr/centredoc/rap\\_restitution\\_sphair\\_1\\_2.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/rap_restitution_sphair_1_2.pdf). consulté le 04/05/2015.
- Lacaille S. (2005). Microbiologie. <http://www.io-one.fr> consultation le 15/04/2015.
- LAEASE groupe technologies de santé (2006). Phosphore. <http://www.laease.com>. Consultation le 02/03/2015.

## Référence Bibliographique

---

- Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales 2009 WILAYA DE GUELMA :<http://www.interieur.gov.dz/Dynamics/frmltem.aspx?html=30&s=26> consultation le 10/4/2015
- Wikipédia L'encyclopédie Libre. Coloration de Gram. <http://www.wikipedia.fr> consultation le 10/02/2015..
- UIPP :Union des Industries de la Protection des Plantes <http://www.uipp.org> Services- pro Chiffres-cles/Reperes-monde-et-Europe.
- (1)<http://pesticides.e-monsite.com/pages/introduction/introduction-1.html> consulté le 7-06-2015.
- (2) <http://www.fao.org/>. Consulté le 12-02-2015.
- (3)<http://www.andi.dz/> = Agence Nationale de Développement de l'Investissement. consulté le 07-06-2015.
- (4) <http://www.rivale.fr/>. consulté le 25-05-2015
- (5)<http://e-phy.agriculture.gouv.fr>. consulté le 23-05-2015
- (6)<https://www.doudah.com>. consulté le 18-04-2015.

Produced with Scantopdf