



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Science Biologique

Spécialité : Microbiologie appliquée

Présentée par : Mlle. AOURAOUI Fatiha
Mlle. DILMI Soumia

Thème

**Evaluation écotoxicologique des pesticides sur les
microorganismes du sol dans la wilaya de Tissemsilt la
région «Ammari».**

Soutenu le 19/06/2022

Devant le Jury

Mr. ARDJANE T E

Examineur

MAA University.Tissemsilt

Mr. DJETTI T

Président

MCB University .Tissemsilt

Mr. MELIANI K

Encadreur

MAA University.Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

*Ce travail de recherche a été réalisé au Laboratoire de faculté de science et de la technologie, département de la science de la nature et de la vie de l'Université de Tissemsilt, sous la direction de docteur **K Meliani**.*

On remercie tout d'abord Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail

*A notre président de thèse **Docteur Kaddour MELIANI** Maitre assistant « A » à l'université Ahmad ben yehia el wancharissi Tissemsilt*

Nous avons eu le privilège de travailler avec vous et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

A notre maître et juge de mémoire Monsieur Tayeb DJETTI

Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité de siéger parmi notre jury de mémoire. Veuillez accepter ce travail, en gage de notre grand respect et notre profonde reconnaissance.

A notre juge de thèse Monsieur Edda ARDJANE

Vous nous avez honorés d'accepter avec grande sympathie de siéger parmi notre jury de mémoire. Veuillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.

A notre ingénieur de laboratoire Monsieur Mohamed LAAFAR

Nous vous remercions pour votre estimable participation dans l'évaluation de ce travail. Permettez-nous de vous exprimer notre admiration pour vos qualités professionnelles. Veuillez trouver ici l'expression de notre estime et notre considération.

A notre maître Dr. BEKKADA

Vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos obligations professionnelles. Pour l'intérêt qu'elle nous a manifesté pour ce travail, nous tenons à vous exprimer nos respects pour vos conseils scientifiques fructueux et votre large esprit scientifique.

Dédicace

Toutes les lettres ne sauront trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance. Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie cette thèse...

***A mon très cher papa,** Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience et de confiance. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, j'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père.*

***A ma très chère maman,** Aucune dédicace très chère Mama, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

***A mes chères sœurs,** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, ces quelques lignes, ne sauraient traduire le profond amour que je vous porte.*

A la mémoire de ma très chère sœur qui nous a quittés trop tôt ; que ce travail soit une prière pour votre âme.

***A mes chers frères Ali et Nouar,** pour leur appui et leur encouragement, Je vous dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur. Je prie Dieu le tout puissant de préserver notre attachement mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.*

Ces remerciements seraient incomplets si n'apparaissait pas mes formidables nièces et neveux.

A mes accompagnés tout au long de ce chemin Abdelhadi ; Fatiha ; Djamila et Kheira ;

En souvenir des moments heureux passés ensemble, je profite de la présente occasion pour vous remercier pour tout le soutien, la sympathie et l'amour que vous m'accordez.

Merci d'être toujours là pour moi

Soumia

*A mes très chers **parents Hlima et Mohamed***

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel, ma considération et ma gratitude pour les innombrables sacrifices que vous avez consentis pour mon Instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance, Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux formulés, bien que je ne vous acquitte jamais assez.

Puisse Dieu vous accorder santé, bonheur et longue vie.

*A mon frères **MACISSOUMO** mon bras droit*

*A mes sœurs **CHAHRAZED et WIDED***

A tout ma famille

A mes accompagnés tout au long de ce chemin Djamila ; Kheira ; Cherifa ; Fatima ; et Houcine ; pour toutes les épreuves que nous avons endurées et aussi pour toutes les joies que Nous avons partagées.

*A ma chère binôme **SOUMIA** et a tous mes collègues de ma promo.*

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à ma formation, la vie nous a parfois séparés, mais qu'ils voient ici, le témoignage de toute ma reconnaissance.

A mon future homme

A toute personne qui m'a donnée une aide pour atteindre cet objectif à partir de mon premier enseignant du primaire jusqu'à ce jour.

Fatiha

Sommaire

Remerciement	-
Dédicace	-
Sommaire	-
Liste des tableaux	-
Liste des figures	-
Liste d'abréviation	-
Introduction	

Partie bibliographique

Chapitre I

Généralité sur les pesticides

I.1. Quelques Définitions	1
1ere Définition	1
2eme Définition	1
3eme Définition	1
I.2. L'historique des pesticides	2
I.3. Classification des pesticides	5
I.4. Application des pesticides	5
I.5. Intérêt de l'utilisation des pesticides	5
I.6. Le marché des pesticides	6
I.6.1. Dans le monde	6
I.6.2. En Algérie	7
I.7. Règlement sur les pesticides	8
I.8. Conception des pesticides	9
I.9. La contamination par les pesticides	9
I.10. Contamination des ressources d'eau	9
I.10.1. La contamination diffuse	10
I.10.2. La contamination ponctuelle	10
I.10.3. Contamination des fruits et légumes	10
I.10.4. Contamination de l'air	11
I.11. Persistance des pesticides	11

Chapitre II

Microbiologie du sol

II.1. Définition du sol	13
-------------------------	----

II.2. Les composants du sol	13
II.3. Caractéristiques générales des phases du sol	13
II.3.1. La phase solide du sol	13
II.3.2. La phase liquide du sol	15
II.3.3. Phase gazeuse du sol	15
II.4. Pollution des sols	16
II.4.1. Définitions	16
II.4.2. Formes de pollution	16
II.4.3. Micropolluants des sols	16
II.4.3.1. Micropolluants inorganiques	16
II.4.3.2. Micropolluants organiques :	17
II.5. Les facteurs influençant l'activité du sol	17
II.5.1. Les facteurs physiques	17
II.5.2. Les facteurs chimiques	17
II.5.3. Les facteurs climatiques	18
II.6. Les microorganismes du sol	18
II.6.1. Définition	18
II.6.1.1. Les bactéries	19
II.6.1.2. Les Champignons	19
II.6.1.3. Algues et protozoaires	19
II.6.1.4. Les levures	20
II.6.1.5. Les virus	20
II.6.1.6. Les actinobactéries	20
II.7. Importance des organismes du sol	20
II.8. Interaction entre les pesticides et les microorganismes du sol	20
II.8.1. Biodégradation des pesticides	20
II.8.2. Effets des pesticides sur la biologie des sols	21

CHAPITRE III

L'évaluation des risques éco- toxicologiques

III.1. Toxicité et écotoxicité :	25
III.1.2. Pour les humains :	25
III.1.2. Pour l'environnement :	26
III.2. Tests de toxicité sur les organismes du sol :	26
III.3. L'évaluation des risques écotoxicologiques	27
III.3.1. De manière prospective (a priori) :	28
III.3.2. De manière rétrospective ou diagnostique (a posteriori):	29

III.3.2.1. Caractérisation de l'exposition :	30
III.3.2.2. Caractérisation des effets	31

Partie expérimentale

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

I.1. Localisation de la wilaya	38
I.2. Principaux indicateurs de la wilaya	38
I.3. Situation géographique et administrative de la wilaya de TISSEMSILT	39
I.4. La topographie	40
I.6. Le climat de la wilaya	40
I.6.1. le diagramme ombrothermique	41
I.6.2. La température	41
I.6.3. La pluviométrie	42
I.6.4. Vent	43
I.7. Relief (cadre physique)	43
I.8. La population de la commune de TISSEMSILT	43
I.9. Hydrographie	43
I.10. L'agriculture	43

Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1. Travail au terrain	46
II.1.1. Choix de site du prélèvement	46
II.1.2. Prélèvement de sol	46
II.1.3. Stockage et transport des échantillons	46
II.1.4. Choix de pesticide	47
II.2. Travail au laboratoire	54
II.2.1. Préparation de milieu d'culture	54
II.2.1.1 Composition de la gélose nutritive	54
II.2.1.2. Préparation	55
II.2.1.3. Coulage des boites	55
II.2.2. Analyse microbiologique du sol	56
II.2.2.1. Protocole N°01 (Avant l'application de pesticide)	57
II.2.2.1.1. Dilution des échantillons	57
II.2.2.1.2. Culture bactérienne	58
II.2.2.2. Protocole N°02 (Après l'application de pesticide)	60
II.2.2.2.1. Préparation de l'énorme pour l'application de pesticide	60

II.2.2.2.2. Application du pesticide	61
---	-----------

Chapitre III

Résultat et discussion

III.1. La formule de dénombrement des colonies bactériennes	64
III.2. Résultat et discussion de chaque prélèvement	64
III.2.1. 1er prélèvement	64
III.2.2. 2eme prélèvement	65
III.2.3. 3eme prélèvement	66
III.2.4. 4eme prélèvement	67
III.2.5. 5eme prélèvement	68
III.2.6. 6eme prélèvement	69
Conclusion	-
Référence bibliographie	-
Annexes	-
Résumé	-

Liste des tableaux

Tableau N° 01 : Quelques structures chimiques caractéristiques de certaines familles de pesticides	20
Tableau N° 02 : Utilisation des pesticides et principaux rendements de certains pays	22
Tableau N° 03 : Persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière	27
Tableau N° 04 : Répartition microbienne dans différents sols	30
Tableau N° 05 : Nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur	36
Tableau N° 06 : Intoxication par les pesticides en Algérie	42
Tableau N° 07 : Les principaux paramètres qui contrôlent la toxicité des résidus de pesticides.	42
Tableau N° 08 : Dose de matière active en fonction des cultures	66
Tableau N° 09 : surface et quantité de produit pour appliquer la dose de 12,5 g/ha	66
Tableau N° 10 : Composition de gélose nutritive	70

Liste des figures

Figure N° 01 : Classification des pesticides	19
Figure N° 02 : Utilisation des pesticides dans le monde	23
Figure N° 03 : Quantité des pesticides importés en Algérie en tonnes de 1975 à 2007	24
Figure N° 05 : Principaux tests standardisés (ISO) pour les sols potentiellement contaminés	44
Figure N° 06 : Représentation schématique des procédures mises en œuvre	47
Figure N° 07 : Enchaînement théorique des effets induits à différents niveaux d'organisation biologique en présence d'une substance toxique	50
Figure N°08 : Image satellitaire de La wilaya de Tissemsilt	54
Figure N° 09 : Situation géographique de la wilaya de TISSEMSILT	55
Figure N°10 : diagramme ombrothermique du commun de Tissemsilt.	57
Figure N°11 : Diagramme a barres de température mensuelles de Tissemsil	58
Figure N° 12 : Précipitations mensuelles de la wilaya de Tissemsilt	62
Figure N°13 : Un site de prélèvement	63
Figure N°14 : l'ocalisation de site de prelevement	
Figure N° 15 : Préservation et transport des échantillons	70
Figure N°16 : Coulage des boites pétri	70
Figure N° 17 Préparation de solution mère	71
Figure N° 18 : Exemple d'une série de dilution	72
Figure N°19 : Etalement d'une suspension bactérienne	73
Figure N°20 : Incubation des boites pétries dans une étuve	74
Figure N°21 : Dilution du pesticide utilisé	75
Figure N°22 : L'application du pesticide dilué sur les échantillons de sol	76
Figure N°23 Schéma illustrant le protocole expérimental	77
Figure N°24 Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°01	79
Figure N°25 Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°02	80
Figure N°26 :Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°03	81
Figure N°27 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°04	82
Figure N°28 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°05	83
Figure N°29 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°06	84

Liste d'abréviation

ADE : Autorisation de distribution pour expérimentation

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARLA : l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire

CE50 : Concentration efficace

CES : Les Comités d'Experts Spécialisés

CL50 : Concentration létale pour 50 % des organismes exposés (également appelée LC50 pour Lethal Concentration)

CPCASA : Comité Permanent de la Chaîne Alimentaire et Santé Animale

CVAC : le critère de vie aquatique chronique

DDT : Dichlorodiphényl Trichloroéthane

DES : dose sans effet

DJA : dose journalière acceptable

DL 50 : dose létale 50

DPR : Direction des Produits Réglementés

FOCUS : FORum for the Coordination of pesticide fate models and their Use

IPBC : International panel on behavior change

ISO : Organisation internationale de normalisation

Koc : coefficient de partage carbone organique/eau

L'EFSA : European Food Safety Agency

LEAA : le laboratoire d'expertise et d'analyses alimentaires

LMR : limite maximale de résidu

MAPAQ : le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MDDELCC : le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

NQE : Normes de qualité environnementale

OECD : Organisation de coopération et de développement économique

PEC : Predicted Environmental Concentration

POP : Produit organique persistant

PPE : Produits phytosanitaires

PPS : Produit Phyto-sanitaire

PRAPeR : Pesticide Risk Assessment Peer Review

RMS : Rotronic monitoring system

UE : Union européenne

UFC : Unité Formant Colonies

Introduction

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

La wilaya de Tissemsilt est à vocation agropastorale nichée au plein Hauts Plateaux dans leurs parties occidentales. Elle se consacre à la production de céréales, de fourrage et d'élevage. La production maraichère reste faible. Les surfaces agricoles sont estimées à 189750 Ha dont 145.456 Ha comme surface utile, les forêts occupent environ 62.120 Ha. Le secteur agricole, à travers la production de céréales, de fourrages et d'élevage, revêt une importance capitale. En effet, cette spécificité est déterminée grâce aux conditions climatiques favorables ainsi qu'à la diversité de ses terres (plaines, steppes et monts). De vastes superficies de terres sont également exploitées pour la culture des fruits et légumes saisonniers (**DASA**)

Cela a été rendu possible grâce à la combinaison de plusieurs facteurs parmi lesquels on a l'utilisation des pesticides pour le désherbage et la lutte contre les insectes nuisibles des céréales. Les pesticides contribuent significativement à l'amélioration des rendements, cependant, ils suscitent des inquiétudes quant à de possibles effets négatifs sur la fertilité des sols (**Mader et al, 2002**). En effet, après leur épandage, une importante quantité de pesticides se retrouve dans le sol et cela peut porter préjudice aux organismes vivants du sol. Or, l'activité biologique d'un sol est, au même titre que ses propriétés physiques et chimiques, déterminante pour sa productivité (**Mader et al, 2002**). La plupart des avantages d'ordres physiques et chimiques du sol sont liés à l'activité biologique car ils résultent principalement de l'action des organismes vivants du sol sur la matière organique (**Larouche, 1983; Bachelier, 1973; Mader et al, 2002**). Afin de mettre en évidence l'impact des pesticides et de leurs métabolites sur le sol, les microorganismes peuvent servir de référence car ils constituent un indicateur fiable de la fertilité des sols (**Chaussod et al, 2001 ; Mader et al, 2002**). De nombreuses études dont celles de (**Behki et Khan, 2001 ; Xu et al, 2001 ; Zayed et al, 2001 ; Vig et al, 2001 ; Hussain et al, 2001 ; Tejada et al, 2001 ; Tayaputch et al, 2001**) ont été menées dans plusieurs pays au sujet de l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol. Les résultats obtenus à l'issue de ces études sont contradictoires. Parfois, les pesticides inhibent le développement des microorganismes et/ou leurs activités, d'autres fois ils les stimulent. En Algérie, la plupart des études réalisées à propos des pesticides ont porté sur l'état de contamination des eaux par les pesticides, la biodégradation des pesticides, la qualité des céréales, des fruits et des légumes et leurs effets sur la santé humaine. Quelques études se sont intéressées aux effets des pesticides sur la biologie des sols mais elles ont été conduites au laboratoire et les molécules de pesticides ont été testées séparément. Les effets combinés des pesticides tels qu'ils sont appliqués en milieu réel par les paysans sont peu ou pas connus. C'est dans ce contexte que la présente étude intitulée «*Evaluation écotoxicologique des pesticides*

Introduction

sur les microorganismes du sols» a été initiée. Le but de cette étude était de déterminer l'impact des résidus de pesticides sur la microbiologie des différents sols des zones céréalières du Tissemsilet.

Le présent mémoire comprend six chapitres: les trois premiers chapitres est consacré à une synthèse bibliographique sur le sujet traité, le quatrième chapitre présente la présentation de la zone d'étude, le cinquième chapitre présente la méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs fixés et le dernier chapitre rend compte des résultats et de la discussion.

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

I.1. Quelques Définitions :

1^{ère} Définition :

Le mot «pesticide» vient directement de la langue anglaise et signifie littéralement une substance conçue pour tuer les ravageurs, c'est-à-dire les ravageurs, plus précisément, mais pas seulement les organismes nuisibles aux activités agricoles. A partir d'un même suffixe, on définit tout un ensemble de classes de substances selon les objets sur lesquels elles agissent : insecticides, herbicides, fongicides, ... (**Aubertot et al, 2005**).

2^{ème} Définition :

Toutes les substances ou mélanges de substances servant à éloigner, détruire ou réduire tout organisme nuisible à l'agriculture, communément appelés pesticides, pouvant être utilisés contre les insectes ou les rongeurs, les mauvaises herbes ou les populations microbiennes ou toute autre formes de vies considérées nuisibles pour l'agriculture. Selon leur composition, on peut trouver des pesticides organochlorés ou organophosphorés, les premiers sont plus stables chimiquement et peuvent durer des années dans l'environnement, tandis que les seconds sont moins stables et se dégradent rapidement au cours du processus naturels (**CRAAQ,2016**).

3^{ème} Définition :

Un pesticide est une substance sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler :

Tout ravageur animal

- Toute maladie causée par des microorganismes
- Les mauvaises herbes

Leur action peut se faire par :

- Le contact
- Ingestion
- Autres sortes d'expositions effectives pendant la plante de croissance(**J.BOLAND et al, 2004**)

I.2. L'historique des pesticides :

Parmi les pesticides les plus Utilisés au cours du XIXe Siècle, il faut citer les fongicides à base de sulfate de cuivre, en Particulier la fameuse bouillie bordelaise (mélange de sulfate de cuivre et de chaux), mise au Point par A. Millardet (1838-1902) qui en proposa l'utilisation en 1885. Cependant, c'est lorsque de graves épidémies Avaient apparus surtout au cours des XIXe Et XXe que des propriétés biocides de nombreux produits chimiques ont été mises en évidence donnant lieu à de considérables développements des techniques de

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

protection des plantes. Le DDT (Dichorée Diphényle Trichloroéthane) de la famille des organochlorés, dont les propriétés insecticides ont été découvertes par Müller et Weissman en 1939, a connu un grand succès dans la lutte contre de nombreux insectes ravageurs et aussi contre les moustiques transmettant le paludisme.

L'apparition en Europe en 1845 du mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) qui fut à l'origine d'une famine dramatique en Irlande, et de nombreuses invasions fongiques sur les céréales et la vigne a contribué largement à ces progrès. (2005), l'utilisation des pesticides en agriculture remonte à l'antiquité, comme l'indique l'emploi du soufre cité par Homère et celle de l'arsenic signalé par Pline l'ancien, utilisé comme insecticide depuis la fin du XVIIe siècle. Les fongicides organiques développés durant cette période sont nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques (les strobilurines, les composés hétérocycliques, Benzimidazoles,...). Des insecticides très efficaces ont été découverts appartenant aux familles chimiques des organophosphorés et des carbamates. Les herbicides ont aussi connu un important développement, avec l'apparition des urées substituées (linuron, duron,...). A la même époque, l'utilisation de la nicotine a été recommandée par Jean de La Quintaine (1626-1688) après la découverte de ses propriétés toxiques. L'arséniate de plomb a été utilisé en Algérie en 1888 autant qu'insecticide pour lutter contre l'eudémis de la vigne (**Calvet et al, 2005**).

I.3. Classification des pesticides :

Ces substances peuvent être classées selon les maladies qu'elles ciblent. Elles dépendent du phytopathogène responsable. Fongicide, Les herbicides et pesticides représentent à eux seuls 97 % (**Estève. K, 2007**). Ils peuvent également être classés selon leur origine (**E-TIC, 2014**), Figure N°01 montre le système de classification.

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

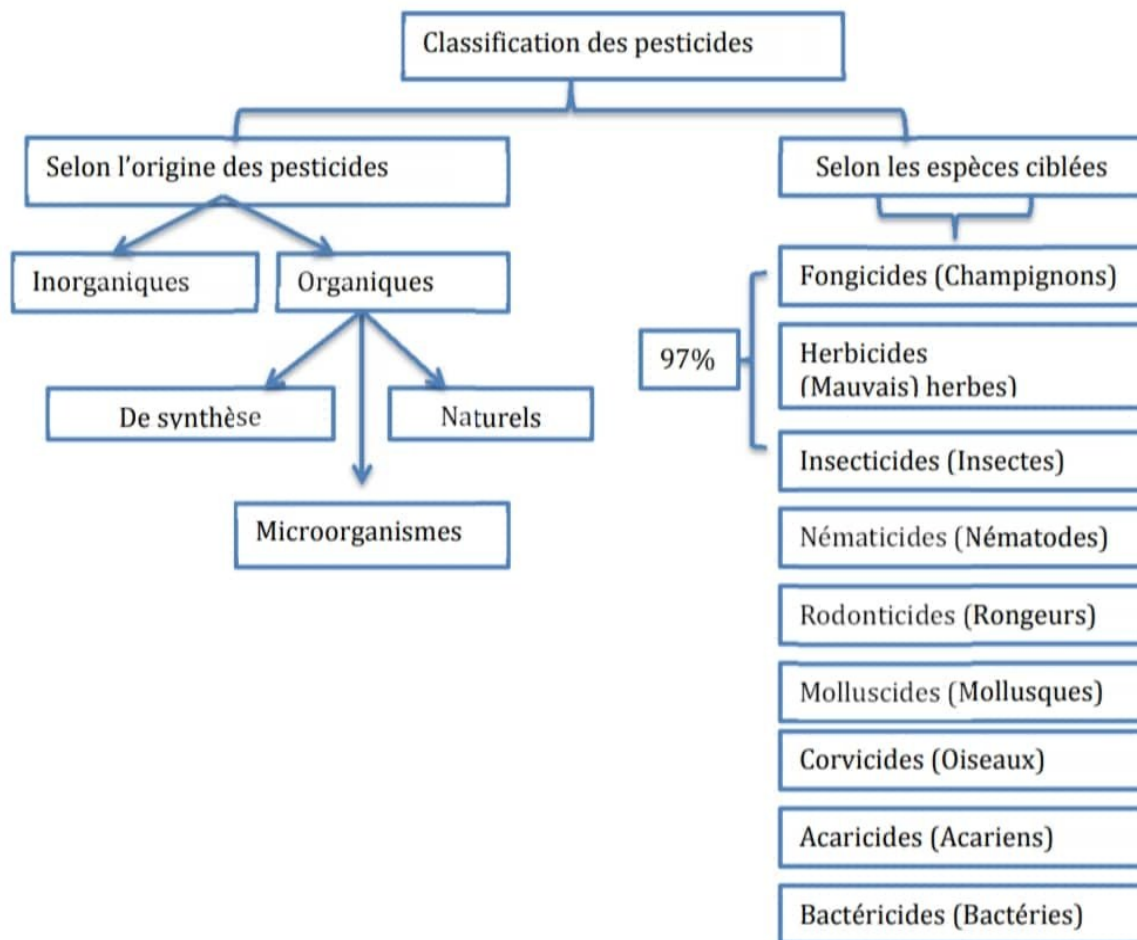


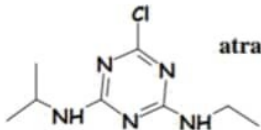
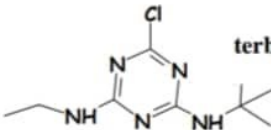
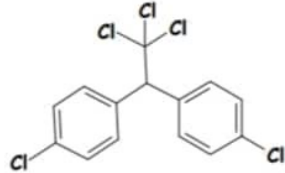
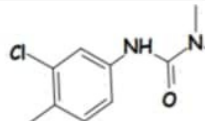
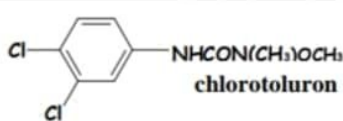
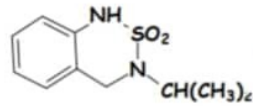
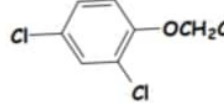
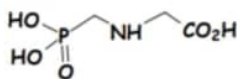
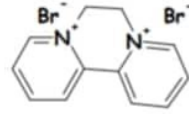
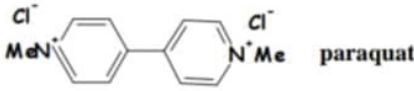
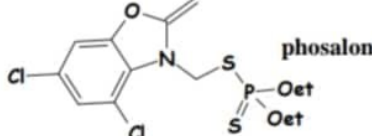
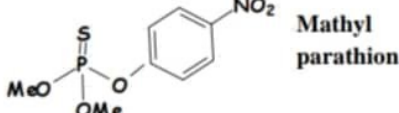
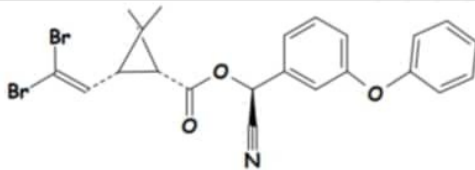
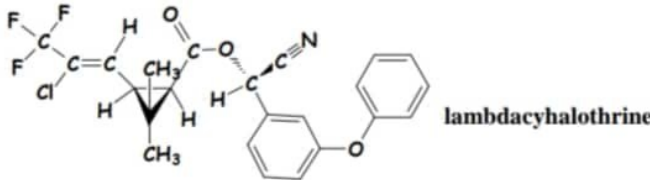
Figure N° 01 : Classification des pesticides (Gouvernement du Québec, 2016; E-TIC, 2014).

Cependant, ces effets Produits qui peuvent ne pas être nocifs pour l'environnement ou d'autres organismes non inclus dans leur application. Le pire risque de cette pollution affecte la santé des personnes consommateurs, que les contaminants atteignent les eaux souterraines ou soient Plantes consommables ultérieurement (Lallemant-Barrès, 1993).

Les structures chimiques caractéristiques de certaines familles sont présentées dans le tableau N°01.

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

Tableau N° 01 : Quelques structures chimiques caractéristiques de certaines familles de pesticides (Lallemand-Barrès, 1993).

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  Mathyl parathion
Pyréthrenoïde	 deltaméthrine  lambda-cyhalothrine

Les pesticides inorganiques sont des produits chimiques qui intègrent dans leurs structure d'autres atomes tel que du carbonate ou du cyanure, ils sont dérivés essentiellement de minéraux à base cuivre, arsenic, fluore, mercure, soufre ou cyanure (Gouvernement du Québec, 2016), ces éléments chimiques dont ils sont constitués ne se dégradent pas, ce qui

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

rend leurs impacts environnementaux et toxicologiques Sévères (E-TIC, 2014). Alors que les pesticides organiques contiennent du carbone et peuvent être facilement divisés en trois groupes, à savoir les pesticides organiques de synthèse qui sont développés en laboratoire et produits en usine, les pesticides organiques naturels d'origine animale, microbienne ou végétale (Gouvernement du Québec, 2016), ou bien les bio-pesticides qui peuvent jouer un rôle important dans la gestion des nuisibles et qui sont fait à base d'ingrédients biologiques actifs, ou à base de vivant tel que des microorganismes utiles, comme les bactéries, les virus, les champignons, les protozoaires, ou bien des nématodes bénéfiques (E-TIC, 2014).

I.4. Application des pesticides :

Afin de mieux les gérer, les agriculteurs doivent savoir de quelle manière un pesticide affecte les nuisibles. Une bonne connaissance du principe actif toxique de la substance antiparasite peut faciliter l'attaque des nuisibles visés afin d'inhiber leur croissance, cette gestion chimique peut aussi aider à diminuer la prolifération de certaines phytopathologies. L'application d'une molécule antiparasite n'est efficace que lorsqu'on connaît bien la composition physique et chimique du principe actif, et que cette molécule tue ou endommage les organismes nocifs responsables de la dégradation des cultures. La dose applicable est basée sur l'abondance de nuisibles, les dégâts potentiels sur les cultures, les pertes de rendement estimées, sans oublier les coûts économiques de l'application des pesticides par rapport aux bénéfices rapportés par la protection des cultures (E-TIC, 2014).

Selon une citation de Paracelse (1493-1541), médecin suisse : « *Rien n'est poison, tout est poison, seule la dose fait le poison* ».

I.5. Intérêt de l'utilisation des pesticides :

- ✓ **Dans les constructions :** Pour protéger le bois et les matériaux.
- ✓ **Dans l'industrie :** En vue de la conservation de produits en cours de fabrication (textiles, papier), vis-à-vis des moisissures dans les circuits de refroidissements, vis-à-vis des algues et pour la désinfection des locaux.
- ✓ **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.

Le tableau N°02 montre l'utilisation des pesticides et les principaux rendements de certains pays.

- ✓ **En médecine :** paludisme, malaria, typhus, et autres épidémies.

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

Les statistiques montrent qu'il existe une corrélation entre les rendements agricoles et les quantités de pesticides utilisés (B.ZEBOUDJI, 2005).

Tableau N° 02 : Utilisation des pesticides et principaux rendements de certains pays (K.M.MOUSSAOUI et al, 2008).

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

I.6. Le marché des pesticides :

I.6.1. 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 pesticides.

- 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, <http://www.uipp.org/Services-pro/Chiffres-cles/Reperes-monde-et-Europe>).

L'utilisation des pesticides dans le monde par région et par catégorie est montrée dans la figure N°02.

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

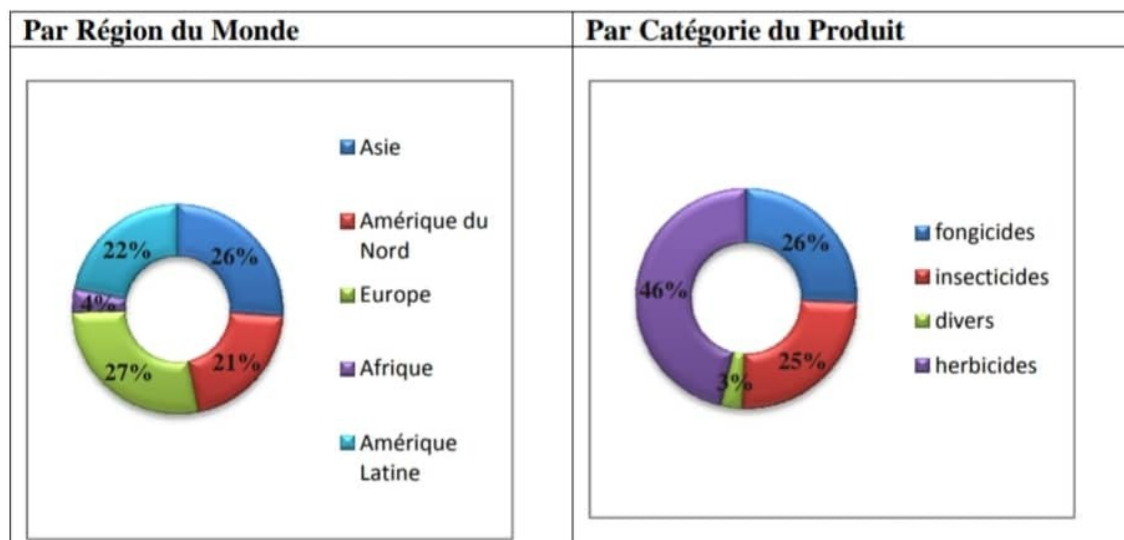


Figure N° 02 : Utilisation des pesticides dans le monde (UIPP, <http://www.uipp.org/Services-pro/Chiffres-cles/Reperes-monde-et-Europe>).

I.6.2. En Algérie :

Une enquête réalisée par nos soins auprès des fellahs de la chambre d'agriculture d'Oran et de l'institut de protection des végétaux de la wilaya d'Oran nous a montrée que les pyrèthronoïdes, les organophosphorés et les carbamates sont les pesticides les plus utilisés en Algérie. Selon l'institut national de protection des végétaux, la plus grande quantité d'insecticides est utilisée contre la lutte antiacridienne.

Le marché algérien en pesticides ne cesse d'augmenter ; en 2009 l'Algérie a importé 67 millions USD de pesticides et en 2008, 77 millions USD contre 49,4 millions USD en 2007 (FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/423/default.aspx#ancor>, 2010).

La figure N°03 représente la quantité des pesticides importés en Algérie en tonnes de 1975 à 2007.

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

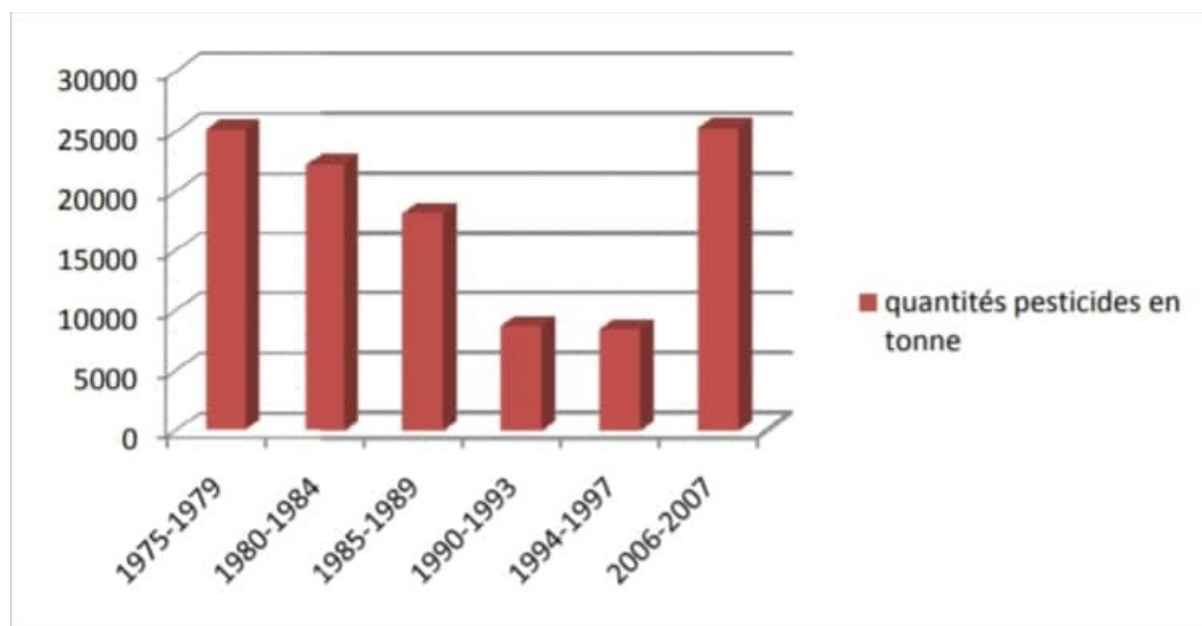


Figure N° 03 : Quantité des pesticides importés en Algérie en tonnes de 1975 à 2007
(K.M.MOUSSAOUI; et all, 2008).

I.7. Règlement sur les pesticides :

En vertu du Règlement sur les permis et certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides, « Tout producteur qui utilise des pesticides à usage agricole, ou encore toute personne ou tout employé chargé d'utiliser pour lui ces pesticides doit être titulaire d'un certificat de qualification, qu'il aura obtenu après avoir réussi un examen d'évaluation des connaissances reconnu pour son secteur d'activité» (**Design.P, 2011**). Et selon (**Gouvernement du Québec, 2016**). « Tout produit phytosanitaire importé d'ailleurs à des fins de commerce ou d'utilisation au Canada doit être homologué par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), relevant de Santé Canada ».

Selon la section VI du chapitre I de la loi sur la protection de l'environnement, Article 20 : «Nul ne doit émettre, déposer, dégager ou rejeter ni permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement. La même prohibition s'applique à l'émission, au dépôt, au dégagement ou au rejet de tout contaminant, dont la présence dans l'environnement est prohibée par règlement du gouvernement ou est susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens » (**Irosoft, 2016**).Et selon l'article 25 de la loi portant sur la qualité de l'environnement, « le ministre peut ordonner à toute personne ou compagnie émettant sut

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

l'environnement toute sorte de contaminât visé par l'article 20, d'arrêter définitivement ou temporairement ou bien de limiter, l'émission, le rejet, le dépôt, ou le dégagement de ce contaminant » (Irosoft, 2016).

I.8. Conception des pesticides :

Un pesticide est composé d'un ensemble de molécules comprenant :

- Une ou plusieurs matières actives à laquelle est dû tout ou en partie l'effet toxique.
- Un diluant qui est une matière solide ou liquide (solvant) incorporé à une préparation et destiné à en abaisser la concentration en matière active. Ce sont le plus souvent des huiles végétales dans le cas des liquides, de l'argile ou du talc dans le cas des solides.
- Des adjuvants qui sont des substances dépourvus d'activité biologique, mais susceptibles de modifier les qualités du pesticide et d'en faciliter l'utilisation.

I.9. La contamination par les pesticides :

La surveillance des pesticides en milieu aquatique, effectuée au Québec, met en évidence leur présence dans l'environnement, à des doses qui peuvent dépasser le critère de vie aquatique chronique (CVAC) et affecter les espèces aquatiques intégrées dans la chaîne alimentaire selon une étude faite par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (Giroux, I. 2015).

Malgré tous les efforts faits par le MDDELCC, des herbicides sont toujours détectés dans les eaux de rivières du Québec en milieu agricole, cette détection est appuyée par une augmentation des ventes de ces derniers en milieu urbain. De plus, le MDDELCC a poursuivi un échantillonnage des puits individuels près de zones en culture au Québec, et l'étude a mis en évidence des traces de pesticides dans 69 % des puits échantillonnés, d'où un impact potentiel sur la santé des consommateurs (MDDELCC, 2015), et dans certaines situations, des effets négatifs de cette contamination sont observés entre autre sur la biodiversité et sur la qualité de l'eau pour l'irrigation des cultures (Aubertot et al, 2005).

I.10. Contamination des ressources d'eau :

Les résultats de suivi fait par le MDDELCC montrent que la pluie est parmi les facteurs responsables de l'apparition des pesticides dans l'eau de rivière, cette pluie achemine ces derniers à travers les couches de sol pour atteindre les nappes phréatiques, d'où la détection d'un mélange de plusieurs pesticides au même temps (Giroux, I. 2004). Par

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

conséquence on remarque deux voies de contamination, et on parle de la contamination diffuse ou la contamination ponctuelle.

I.10.1. La contamination diffuse :

La contamination diffuse des eaux par les pesticides est le résultat d'un ajout de ces derniers sur un grand territoire. L'érosion, le ruissellement et le lessivage sont les principaux mécanismes qui conduisent à la diffusion des pesticides dans le sol jusqu'aux eaux souterraines(Pesce, S. 2010). Sachant que le polluant se répand dans le milieu agricole en petites quantités, ce dernier peut causer finalement un risque de contamination si on tient compte des longues périodes d'utilisation régulières(Boudouch, O. 2009). La contamination diffuse est le résultat de facteurs anthropiques tel que les traitements, les pratiques agricoles ou le type de culture et aussi selon des paramètres liés au milieu naturel incluant le climat, la nature du sol ou bien la topographie, ce qui rend sa maîtrise beaucoup plus difficile (Estève, K. 2007).

I.10.2. La contamination ponctuelle :

La contamination ponctuelle ou directe est le résultat d'une quantité de pesticides rejetée à un point unique et identifiable, à des concentrations assez élevées par rapport à la contamination diffuse(Boudouch, O. 2009), on compte parmi les raisons un déversement accidentel, une fuite d'effluent ou une pratique inappropriée des bouillies, leur transport, la vidange du matériel ou son nettoyage, l'entreposage des pesticides ou même l'abandon de ses contenants non rincés avec des quantités non négligeables près d'une source d'eau (CRAAQ 2016).

Cette contamination représente 50 à 90% de la pollution des eaux par les pesticides (Richard, J.P. 2011), elle représente le risque réel pour l'environnement, mais en tenant compte de ses origines contrôlables, sa maîtrise est devenue obligatoire.

I.10.3. Contamination des fruits et légumes :

Selon le plan de surveillance de l'innocuité des aliments, réalisé par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) entre 2007 et 2011, le laboratoire d'expertise et d'analyses alimentaires (LEAA) a reçu et analysé 22 3460 échantillons de fruits et légumes frais, et des résidus de pesticides ont été détectés dans 43 % des aliments. D'autres études ont confirmé l'existence d'un nombre accru de substances actives et des concentrations plus élevées des pesticides dans les produits étrangers que dans ceux du Québec avec un pourcentage des résidus de pesticides de 41 % dans les produits du Québec, et 45 % dans les échantillons d'ailleurs (Richard, J.P. 2011).

Chapitre I : Généralité sur les pesticides

I.10.4. Contamination de l'air :

Le déplacement des gouttelettes pulvérisées de pesticides ou la vaporisation des gouttelettes de pesticides, dans ou hors de la zone visée par le traitement peut constituer une source importante de contamination, surtout pour les zones voisines qui n'ont pas été traitées par ces molécules, et peut en résulter des poursuites judiciaires à cause des dommages potentiellement causés (CRAAQ, 2016). La vaporisation de certains pesticides durant et après la pulvérisation peut contaminer l'air avec des vapeurs qui s'élèvent et se transportent par les courants d'air sur des distances non négligeables au-dessus de la zone traitée (Giroux, I, 2004). Les conditions météorologiques telles que la force du vent, l'humidité relative de l'air ou la température sont responsables de cette vaporisation, qui peut par la suite être influencée par des caractéristiques de l'équipement utilisé pour la pulvérisation tel que le diamètre des gouttelettes pulvérisées, la vitesse de déplacement du matériel d'application, ou même la distance entre la buse et la cible (CRAAQ, 2016).

On peut donc gérer cette contamination, ou garantir une meilleure efficacité du produit, tout en diminuant les risques pour la santé et l'environnement, par la réduction de la dérive de l'air, ou l'application d'une quantité bien précisément démontrée efficace pour les cultures à traiter (CRAAQ, 2016).

I.11. Persistance des pesticides :

Le tableau N°03 représente la persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière. La persistance est la durée nécessaire à la dégradation du produit. Elle est estimée dans les eaux, à une dizaine d'années pour le Dichorée Diphényle Trichloroéthane(DDT) et plus de vingt ans pour la Dieldrine. Le tableau 3 rassemble de la persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivières (B.ZEBOUDJI, 2005).

Tableau N° 03 : Persistance de quelques pesticides dans les eaux de rivière (B.ZEBOUDJI, 2005).

Composé	Semaine1 (%)	Semaine1 (%)	Semaine1 (%)	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

Chapitre II :
Microbiologie du sol

Chapitre II : Microbiologie du sol

II.1. Définition du sol :

Les sols sont l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble, appelé podosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est la modification de la racine des mères, en raison de forces chimiques et biologiques, qui donne naissance à la réglementation (manteau superficiel de plat), elle-même transformée en ce qui est ainsi. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont les roches, le climat, la topographie, la activité organique et l'heure de la mère (**Atlas R. M. & Bartha R, 1992**).

Le sol a de nombreuses fonctions, il est un environnement biologique dans lequel les organismes vivants sont développés. Ce développement dépend de la qualité de ce sol ou de la fertilité (quantité de carbone, d'azote, d'une capacité d'échange d'ions, etc.). C'est également un acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et réglementation) et la qualité de cet eau (source de pollution, capacité de rétention de polluants mais aussi biodégradation de ces), (**Quénéa K., 2004**).

II.2. Les composants du sol :

Le sol est constitué de trois phases : une phase solide, liquide et gazeuse. C'est un milieu structuré et son organisation influence directement sur l'ensemble des propriétés du sol. Elle dépend aussi des collaborations bio-organo-minérales.

II.3. Caractéristiques générales des phases du sol :

On le constitue de trois phases : solide, liquide et gazeuse.

II.3.1. La phase solide du sol :

Il est constitué par les minéraux et la matière organique dans les proportions variables. (**Calvet R, 2000**) On distingue deux fractions dans le sol :

✓ Fraction minérale :

Les minéraux sont généralement de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche mère (**Quénéa K, 2004**).

- Sable ($\varnothing = 2000$ à $50 \mu\text{m}$)
- Limon ($\varnothing = 50$ à $2 \mu\text{m}$)
- Argile granulométrique ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$)

La texture d'un sol correspond à la distribution des minéraux par classe de taille, quelle que soit la nature et la composition de ces minéraux (**Atlas R. M. & Bartha R, 1992**).

Chapitre II : Microbiologie du sol

✓ Fraction organique :

La fraction organique d'un sol est composée à plus de 80% de la matière organique morte (résidus végétaux et animal dans l'état de décomposition naturelle (Paul E. A. & Clark F. E, 1996).

On trouve aussi des organismes vivants : des bactéries dont beaucoup d'actinomycètes, des champignons et une microfaune formée de protozoaires, nématodes, insectes, vers de terre (Quénéa K, 2004). Le sol est un habitat généralement favorable à la reproduction microbienne, et sa quantité est Supérieur au nombre de micro-organismes trouvés en eau douce ou en eau de mer : le nombre de micro-organismes s'élève à une valeur entre 10^6 et 10^9 bactéries par gramme de sol (ArtiolaFortuny J. & Fuller W.H, 1982). Leur abondance et leur nature dépendent Type de sol, végétation, climat et diverses activités anthropiques et leurs changements (Calvet R, 2000) Ce La profondeur est une variable écologique qui affecte significativement la survie microbienne. Exister Tempéré, si la plupart sont concentrés dans le premier mètre de la couche Apparemment, en fait le premier centimètre contenant le plus grand nombre (Crosnier J, 1999). Les bactéries et les champignons sont les micro-organismes les plus courants Les sols, eux, sont les principaux responsables de la minéralisation de la matière organique (Quénéa K,2004).

Leur Également impliqué dans un processus appelé humification, qui aboutit à la formation d'humus (Paul E. A. & Clark F. E, 1996) un Composantes complexes et majeures de la matière organique terrestre et des cycles de fertilité des sols.

Le tableau ci-dessous représente la répartition microbienne dans différents sols (Alexander.M, 1994).

Tableau N°04 : Répartition microbienne dans différents sols (Alexander.M, 1994).

Profondeur Cm	Organismes/g de sol* 10^3				
	Bactéries aérobies	Bactéries anaérobies	Actinomycètes	champignons	Algues
3-8	7800	1950	2080	119	25
20-25	1800	379	245	50	5
34-40	472	98	49	14	0.5
65-75	10	1	5	6	0.1
135-145	1	0.4	-	3	-

Chapitre II : Microbiologie du sol

II.3.2. La phase liquide du sol :

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais un arrangement dont la pièce est complexe Et très variable. On la désigne standard l'expression « arrangement du sol ». Elle contient de très nombreuses Substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non. D'une façon générale, l'arrangement du sol est difficile à décrire et à étudier en raison de sa très grande variabilité spatiale et temporelle, de sorte qu'il n'existe pas de organisation type. On peut cependant donner quelques signes généraux en distinguant Deux catégories de solutés :

- ✓ **Les micro-éléments** dont la concentration est inférieure à 1 mol/m^3 , beaucoup d'éléments Traces métalliques entrent dans cette catégorie.
- ✓ **Les macroéléments** dont la concentration est supérieure à cette limite ; les éléments les plus Fréquents et les composés chimiques correspondants sont : C (HCO_3^-), N (NO_3^-), Na (Na^+), Mg (Mg^{2+}), Si ($\text{Si}(\text{OH})_4$), S (SO_4^{2-}), Cl (Cl^-), K (K^+), Ca (Ca^{2+}) et O_2 .

La solution du sol est principalement une solution d'électrolytes, généralement peu concentrée et dont la Molarité totale est souvent de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-5} mol/L . Elle contient également des ions H^+ Et OH^- dont les concentrations déterminent la réaction du sol caractérisée par le pH (**Calvet R., 2000**).

II.3.3. Phase gazeuse du sol :

La phase gazeuse du sol est souvent appelée atmosphère du sol. Sa composition est généralement Proche de l'air, mais très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, la profondeur du sol et activité biologique. L'air de surface contient généralement les mêmes substances que l'atmosphère, mais sa composition Surtout en raison de l'activité biologique (**Soulas G., Codaccioni P. & Fournier J. C.,1983**).

Sol bien aéré L'air contient environ 180 à 205 millilitres d'oxygène par litre, mais cela peut être réduit à 100 millilitres ou Dans les sols inondés et le microenvironnement autour des racines des plantes, la situation est moins prononcée.

La teneur en CO_2 est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol, jusqu'à 100 ml/L d'air dans les racines profondes ou proches et dans les environnements saturés en eau. L'air du sol Contient également d'autres substances, telles que NO , N_2O , NH_3 , CH_4 , H_2S et, parfois, des composés Organiques volatils (**Calvet R.,2000**)

Chapitre II : Microbiologie du sol

II.4. Pollution des sols :

II.4.1. Définitions :

La pollution et la contamination sont deux termes couramment utilisés pour désigner l'accumulation anormale et exogène d'éléments ou d'éléments, généralement due à l'activité humaine. Minéraux, composés organiques ou pathogènes d'un milieu donné dont la masse est affectée (Chassin P., Baize D., Cambier Ph. & Sterckeman T., 1996). Les substances toxiques sont des substances naturelles ou synthétiques, minérales ou organiques qui présentent un effet nocif pour les organismes, absorbé par les feuilles ou les racines des plantes. Intoxication par inhalation, ingestion ou contact avec des animaux. Organismes affectés par une perturbation des fonctions vitales pouvant entraîner la mort (Ramade R., 2000)

II.4.2. Formes de pollution :

Il existe deux types de pollution : (Jeannot, R., Lemièrre B., Chiron S. Augustin F. & Darmendrail D., 2000.)

- ✓ **pollution locale** caractérisée par une présence occasionnelle dans le sol. Matières dangereuses : Déversements, déversements ou déversements de déchets.
- ✓ **Pollution par diffusion** impliquant de vastes zones de polluants à faible concentration. Surface, elles proviennent généralement de l'épandage de produits : engrais ou pesticides, Retombées atmosphériques. Pour chacun de ces types, il existe deux sources de pollution
 - **pollution accidentelle** déversements ponctuels et instantanés de substances La pollution.
 - **Pollution chronique** se produit sur une longue période de temps, par exemple des déversements Canalisations souterraines, lixiviation de décharge.

II.4.3. Micropolluants des sols

II.4.3.1. Micropolluants inorganiques

C'est un groupe d'éléments ou de composés dont l'accumulation est responsable de la pollution des sols (Chassin P., Baize D., Cambier Ph. & Sterckeman T., 1996). Généralement, ils sont non biodégradables, cumulatifs et toxiques. Présence importante

Chapitre II : Microbiologie du sol

(Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T. & Pojer K., 2002) Les micropolluants minéraux métalliques et non métalliques les plus courants sont le cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc, Arsenic, Molybdène, Cobalt, Bore et Thallium

(Mérian E., 1991). Raison. Elles proviennent principalement des modifications du soubassement rocheux (Jeannot, R., Lemièrre B., Chiron S. Augustin F. & Darmendrail D., 2000). Activité Les humains peuvent faire augmenter ces concentrations naturelles. Accumulation Les métaux lourds dans l'environnement sont liés à leur utilisation comme matières premières De nombreux produits industriels ou comme catalyseurs chimiques (Crosinier J, 1999) Ils sont également trouvés dans des produits tels que des pesticides ou des engrais répartis sur une zone construite. (Eshighi Malayri B, 1995).

II.4.3.2. Micropolluants organiques : Il s'agit principalement de produits synthétiques issus des activités humaines (Boucheseiche C, Cremille E, Pelte T. & Pojer K, 2002).

Leur Essentiellement issus de trois groupes d'activités industrielles (production d'énergie, métallurgie, industrie chimique ...), urbaine (transport, élimination des déchets...) et agricole (utilisation de produits chimiques) phytosanitaire) (Chu W, Kwan C. Y, Chan K. H. & Kam S. R, 2005).

II.5. Les facteurs influençant l'activité du sol

II.5.1. Les facteurs physiques

Les facteurs physiques qui affectent la qualité du sol sont la texture et la structure. Texture Il existe deux façons d'intervenir dans le sol : directement par l'action de différents composants minéraux ou Indirectement par son rôle majeur dans l'apparition de la structure du sol. Dans un sol sablonneux fertile l'humidité, assurant une propagation rapide de l'activité microbienne. Cette propagation est Ralentie par la présence d'argile. L'action directe des particules d'argile est protectrice Forme de la matière organique en formant des complexes organo-minéraux inaccessibles Activité microbienne (Morell, 1989). Dans la structure du sol, les particules du sol sont maintenues ensemble par la force Agrégats physiques et chimiques. Absence ou présence et forme Ces agrégats définissent le type de structure (Girard et al, 2005). Comme, la qualité Structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydo-réduction de ce Sol (Morel, 1989).

II.5.2. Les facteurs chimiques

Les facteurs chimiques comprennent la réponse du sol à différentes salinités de pH. Selon : (Boullard et Moreau, 1962) tous les processus biologiques, en particulier la nitrification et Réduire la respiration des terres salines-alcalines, former des micro-organismes terrestres, Environnement défavorable dû à la présence d'ions toxiques, pH parfois très alcalin ; Ils ont

Chapitre II : Microbiologie du sol

parfois une forte salinité osmotique. Inhibition de l'activité Le sel provoque des niveaux de composés solubles dans l'eau hautement mobiles (**Dellal et Halitim, 1992**) Les changements dans l'acidité du sol limitent développement embryonnaire. Certains genres bactériens comme les Actinomycètes sont très Ils sont sensibles aux changements de pH et préfèrent un environnement presque neutre. Cependant, contrairement aux champignons qui préfèrent un pH acide (**Boullard et Moreau, 1962**). l'évolution des communautés microbiennes du sol est influencée par la salinité, L'augmentation de ces niveaux peut réduire le nombre de microbes (**Maameri, 2007**).

II.5.3. Les facteurs climatiques

Continuité des saisons, y compris une combinaison d'intensité de température et d'humidité Les changements ont des effets très importants sur la microflore du sol (**Morel, 1989**) Les changements dans l'activité biologique du sol sont principalement dus à des Qualité et quantité dans l'apport nutritif de la matière organique constituante (**Boullard et Moreau, 1962**) l'humidité et la température sont deux facteurs importants. Les sols secs n'ont qu'une très faible activité microbienne, mais à mesure que ce niveau augmente, l'activité microbienne augmente progressivement jusqu'à un maximum puis diminue (**Morel, 1989 ; Karabi, 2010**). Selon **Sltenner, (2005)** un excès ou une La rareté de l'eau ralentit ou inhibe le développement de la communauté microbienne, ce qui est nécessaire aussi pendant leur voyage. La température du sol est également un facteur écologique très important. Facteurs importants affectant la reproduction et l'activité des micro-organismes (**Sasson,1967**). Pour chaque activité microbienne, il existe un seuil de température. Température optimale (**Morel, 1989**).

II.6. Les microorganismes du sol

II.6.1. Définition

Le sol représente le support de la vie, ainsi que le réservoir de molécules simples et complexes, telles que Comme les vitamines, les hormones, les antibiotiques, les enzymes, etc. pour les humains ou pour les micro-organismes (**Dommergues et Mangenot, 1970**). La diversité de la vie existe Dans le sol, du fait de la présence de micro-organismes (bactéries, champignons, algues), racines souterraines de plantes et une grande variété d'insectes et d'animaux (de protozoaires aux mammifères). Fait intéressant, plus de 90 % de la biomasse Le sol est constitué d'organes végétaux souterrains, principalement des racines (50 %), et la microflore (41,7 %) (**Calvet,2003**). Tous sont impliqués d'une manière ou d'une autre La formation et l'évolution des sols, en particulier leurs parties organiques (**Gobat, 2003**). La

Chapitre II : Microbiologie du sol

microflore du sol est constituée de bactéries (archées et eubactéries), de champignons (levures et moisissures), algues et protozoaires.

II.6.1.1. Les bactéries

Sont les micro-organismes les plus abondants et métaboliquement actifs dans le corps humain sol. Selon les propriétés du sol, tous les types physiologiques bactériens sont représentés : Autotrophes et hétérotrophes, mésophiles, thermophiles et psychrophiles aérobies et anaérobies. Nous On pense que tous les groupes bactériens connus peuvent être isolés à partir d'échantillons de sol si Utiliser la technologie et les médias appropriés Cela ne signifie pas que le sol est le milieu naturel Toutes les bactéries. En raison de sa nature de milieu ouvert et sensible aux facteurs environnementaux, le sol sont des conteneurs pour un approvisionnement continu en micro-organismes exogènes qui disparaissent ou survivent dans l'environnement Dormant en raison de conditions défavorables n'appartenant pas à leur Mais Certains d'entre eux peuvent ponctuellement s'implanter. Les bactéries du sol sont à dominante GRAM Positif, avec comme groupes principaux : les Corynébactéries, les Actinomycètes, les Mycobactéries et Les Nocardiformes. Les genres les plus communément isolés sont. *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Achromobacter* et *Bacillus*, dans les couches aérobies alors que les bactéries du genre *Clostridium* sont Dominantes dans les conditions anaérobies. Les variations du potentiel nutritionnel du sol favorisent L'apparition de bactéries autotrophes du cycle de l'azote : *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* et du soufre : *Thiobacillus* (Calvet,2003).

II.6.1.2. Les Champignons

En règle générale, les champignons du sol forment une biomasse aussi importante que les bactéries. Leur Les activités métaboliques sont multiples et fondamentales pour l'équilibre écologique des sols, à travers l'interaction avec les racines des plantes, leur capacité à coloniser et dégrader Grands fragments organiques et composés aux structures complexes. De nombreux travaux Indiquer la dominance : *Mucor*, *Trichoderma* et *Aspergillus*, tandis que *Rhizopus*, *Fusarium*, *Zygorhynchus*, *Cephalosporium*, *Cladosporium* et *Verticillium* sont généralement séparés (Calvet,2003).

II.6.1.3. Algues et protozoaires

Les algues sont considérées comme relativement rares dans le sol. Mais leur présence est courante. Les algues du sol comprennent des espèces globuleuses ou filamenteuses. Le groupe le plus courant est celui des algues vertes. Parmi les microbes photosynthétiques du sol, les cyanobactéries dominaient dans les sols neutres et alcalins, tandis que les algues étaient les plus courantes dans les sols acides. Les protozoaires isolés du sol se modifient et se développent dans les surfaces humides, au niveau du film d'eau entourant les particules.

Chapitre II : Microbiologie du sol

Le tableau N°05 représente le nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur (Calvet, 2003).

Tableau N° 05: Nombre de microorganismes par 1g/sol en fonction de la profondeur (Alexander, 1991).

Profondeur cm	Bactéries	actinomycètes	Mycètes	Algues
3 à 8	2750000	2080000	119000	25000
20 à 25	2179000	545000	50000	5000
35 à 40	570000	49000	400000	500
65 à 75	11000	5000	6000	100
135 à 145	1400	-	3000	-

II.6.1.4. Les levures

Il y a très peu de levure dans le sol. Il contient des populations de levures variables selon son type, ses caractéristiques et la végétation qu'il porte. La répartition ou ses éventuelles fluctuations saisonnières restent imparfaites. Un levure enrichie en matière organique fraîche ou Peu ou pas de décomposition dans la litière forestière, peut-être même pire (Dommergues et Mangenot, 1970).

II.6.1.5. Les virus

En plus des micro-organismes visibles au microscope optique, le sol contient également d'autres Sub microscopique, dont l'existence ne peut être démontrée que par microscopie Électronique. Ce sont essentiellement des virus lorsqu'ils sont libres et placés dans Les cellules vivantes, lorsqu'elles sont exposées à la lumière, se désactivent rapidement. Une fois adsorbée Peut rester infectieux pendant longtemps (Davet, 2003)

II.6.1.6. Les actinobactéries

Sont des actino bactéries. Ce sont des de bactéries Filamenteux, cloisonné, ramifié, généralement gram positif, le mot « Actinomycètes » vient de deux noms grecs « Actino » et « Mycète » signifiant « champignon de rayon » ou « champignon de rayonnement », utilisé pour désigner Anglais (rayons champignons). Ils pousseront en quelques jours à quelques semaines. Ils sont largement répandus dans la nature. Les actinomycètes sont importants car En particulier, ils fertilisent les sols, synthétisent des composés complexes tels que Antibiotiques, vitamines, stéroïdes, etc. Les actinomycètes n'ont pas de membranes Noyaux, qui

Chapitre II : Microbiologie du sol

ont des organites flagellaires similaires aux bactéries. Leur La plupart sont sensibles au lysozyme et aux agents antibactériens ; leur diamètre Les hyphes sont plus petits que les champignons (**Kitouni, 2007**). En fait, ils présentent des similitudes avec les eubactéries et les champignons. Cependant, il y a donc une transition entre la forme mycélienne typique et la forme Unicellulaire, avec peu de capacité significative à former du mycélium ramifié. Elles sont Sensible à certains antibactériens, mais pas antifongique (**Dommergues et Mangenot, 1970 ; Lapenter et al. 1989 ; Oyal, 2006 ; Lockman, 2009**). Certains actinomycètes sont Capacité à se développer à des températures élevées et à produire des enzymes actives Dans des conditions acides, d'autres sont des symbiotes végétaux (**Ensign et al. 1993**).

II.7. Importance des organismes du sol Les organismes du sol jouent un rôle vital dans la transformation des matériaux Organismes qui déterminent la fertilité du sol. Intervention Faune Les restes de plantes et leur enfouissement naturel dans le sol et sont impliqués dans la formation humus. Les micro-organismes sont significativement impliqués dans les cycles biogéochimiques (cycles du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre...), déterminer l'équilibre Biologie du sol et activité symbiotique (**Columa, 1977 ; Soulas, 1999**).

II.8. Interaction entre les pesticides et les microorganismes du sol

II.8.1. Biodégradation des pesticides

La dégradation biotique des pesticides dans le sol et dans l'eau se fait par la Microflore présente dans ces environnements et se compose de transformations chimiques en raison de. Leurs systèmes enzymatiques. Dans les sols, les champignons, les algues, les protozoaires et Les bactéries sont impliquées dans la dégradation des pesticides, mais les bactéries et les. La plupart des champignons en sont responsables. Les réactions de Les pesticides peuvent se dégrader à l'intérieur et/ou à l'extérieur de microorganismes.

Dans tous les cas, ces réactions sont catalysées par des enzymes et cela nécessite que les pesticides soient dissous à l'état liquide dans le 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 : il s'agit du métabolisme direct, du métabolisme et la conjugaison. Le métabolisme direct consiste à utiliser des pesticides en tant que source d'énergie grâce aux micro-organismes. 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

Chapitre II : Microbiologie du sol

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 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 (Dalton et Stirling, 1982; Bollag et Liu, 1990, tous cités par 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 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 (Bollag et Liu, 1990 cités par 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 ; Tejada *et al*, 2001 ; Topan, 2005 et Coulibaly, 2006). Les travaux de Savadogo *et al*. (2006) ont montré en milieu contrôlé une dégradation plus rapide de l'endosulfan dans les sols riches en matière organique et en argiles.

II.8.2. 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.

Chapitre II : Microbiologie du sol

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 + alphasécytrine et le methamidophos diminuaient la population bactérienne. La même observation a été faite par (**Mader 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. (**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'acetamipride 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.

CHAPITRE III :

L'évaluation des

risques éco-

toxicologiques

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

III.1. Toxicité et écotoxicité :

L'application des pesticides a causé une contamination des échantillons alimentaires et des produits agricoles dans de nombreux pays (**Yasser El Naha, 2015**), sans oublier que les sols et les eaux ont été contaminés par ces composés ou métabolites intermédiaires formés lors de leur biodégradation (**Cyno et al. 2010**). Les dépassements de critères de la qualité de l'eau et la présence conjuguée de plusieurs pesticides peuvent avoir des conséquences sur les espèces aquatiques (**Giroux, 2004**).

III.1.2. Pour les humains :

Les pesticides possèdent tous, à différents degrés, un potentiel de toxicité, qui peut malheureusement aussi toucher des organismes non visés, dont l'homme, problème qu'on ne peut pas expérimenter chez les êtres humains (**CRAAQ, 2016**). Le délai d'apparition des symptômes varie en fonction de la toxicité du pesticide, et peut aller de quelques minutes à quelques heures après une exposition directe aux produits. Il peut aussi varier en fonction de la dose reçue, de la sensibilité de la personne touchée ou de la voie d'absorption (orale, cutanée ou respiratoire) (**Giroux, 2004**).

Par ailleurs les pesticides pourraient avoir des effets sur la reproduction telle que la diminution de la fertilité ou même l'infertilité, et sur le développement du fœtus donnant naissance à des bébés prématurés, et pourraient aussi causer des anomalies du développement embryonnaire donnant des malformations ou bien des retards de croissance et de développement. On note aussi l'avortement spontané, la baisse de libido et des effets sur la mobilité des spermatozoïdes (**CRAAQ, 2016**). Certaines expositions répétées aux pesticides peuvent ainsi causer des problèmes plus sérieux, potentiellement on note des répercussions sur le système nerveux, le système endocrinien, ou même le système immunitaire, ainsi que l'apparition de certains type de cancer et parfois des effets génétiques (**Design, 2011 ; Giroux, 2004**).

Des études épidémiologiques ont aussi soulevé la possibilité de problèmes, rénaux, immunologiques, cardio-vasculaires, respiratoires, hématologiques, oculaires, gastro-intestinaux ainsi que des modifications du comportement. Ces effets sont normalement observés après plusieurs mois ou plusieurs années d'exposition. Certaines études ont associé l'apparition de certaines formes de cancers (Leucémie, lymphomes non-hodgkiniens et cancer des poumons) à l'utilisation des organophosphorés.

Le tableau N°07 représente les principaux paramètres qui contrôlent la toxicité des résidus de pesticides.

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

Le nombre d'empoisonnements par les pesticides est estimé à trois millions de cas tous les ans avec environ 220 000 décès. 95 % d'empoisonnements mortels par les pesticides se produisent dans les pays en voies de développement

En Algérie, le profil des intoxications par les pesticides reste le même depuis plus de dix ans (14 %).

Le tableau N°06 représente les nombres de cas d'intoxication par les pesticides en Algérie.

Tableau N° 06 : Intoxication par les pesticides en Algérie (Centre anti poisson Alger, 2011).

Année	2005	2006	2007	2008
Nbre de cas	519	-	685	715

Tableau N° 07 : Les principaux paramètres qui contrôlent la toxicité des résidus de pesticides(A.SAIBI, 2008)

Paramètre	Définition
LMR (<i>Limite Maximale de Résidu</i>)	Teneur à ne pas dépasser dans un produit alimentaire (en mg.kg-1 de produit ou en ppm)
DL 50 (<i>Dose Létale 50</i>)	Quantité de substance nécessaire pour tuer 50 % des animaux d'un lot expérimental (en mg.kg-1 p. c.).
DJA (<i>Dose Journalière Acceptable</i>)	Dose d'un produit qui peut être ingérée quotidiennement par un individu pendant sa vie entière (en mg.kg-1 p. c.)
DES (<i>Dose sans effet</i>)	Dose la plus élevée d'un produit qui ne provoque aucun effet décelable chez les animaux à expérimentation (en mg.kg-1 p. c.)
K_{OC} (<i>Coefficient de Partage Carbone Organique/Eau</i>)	Indication sur l'aptitude de la molécule à être adsorbée ou désorbée sur la matière organique. Il représente le potentiel de rétention de cette substance active sur la matière organique

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

III.1.2. Pour l'environnement :

Les résidus de pesticides sont présents sous forme de mélanges dans l'environnement. Ils peuvent subir des effets synergiques ou antagonistes additifs qui peuvent altérer l'équilibre des écosystèmes (Yasser El-Nahhal, 2015). L'infiltration des pesticides, peut contaminer les cours d'eau et toute source d'eau douce ou potable atteinte, et aussi contaminer les personnes habitant dans les zones contaminées (CRAAQ, 2016).

La répartition des pesticides dans les zones voisines non traitées peut avoir des effets néfastes sur la végétation non ciblée surtout quand on parle des herbicides, qui peuvent inhiber la croissance et le développement des herbes non ciblées (CRAAQ, 2016). Les mollusques, les algues, les insectes, les petits crustacés, les plantes aquatiques... ou tout organisme vivant dans une eau douce au voisinage des champs traités peut aussi être endommagé, alors qu'ils n'étaient pas ciblés (Giroux, 2004).

III.2. Tests de toxicité sur les organismes du sol :

Afin d'obtenir un complément d'information sur leur toxicité pour les organismes du sol, les chercheurs du Centre Ecotox ont réalisé des bio essais pour évaluer les effets de ces substances, seules ou en mélange, sur l'inhibition de la reproduction des collemboles *Folsomia fimetaria* et sur le comportement d'évitement des vers de terre *Eisenia andrei* selon des procédures standardisées ISO ou OECD. Pour cela, les organismes ont été exposés à des sols dopés à différentes quantités de produits contenant la ou les substances d'intérêts. Les organismes ont réagi de façon assez diverse aux produits testés. Pour l'IPBC, les résultats des bio essais ont montrés que les CE50, c'est à dire la concentration de substance inhibant la reproduction des collemboles de 50 % ou la concentration induisant un comportement d'évitement du sol contaminé chez la moitié des vers exposés, étaient très similaires, soit d'environ 35 mg d'IPBC par kg de sol. L'unique donnée de toxicité trouvée dans la littérature pour les vers de terre concernait leur survie, pour laquelle une LC50, c'est à dire la concentration provoquant la mort de 50 % des organismes exposés, de plus de 1000 mg/kg était reportée, soit une concentration environ 30 fois supérieure. Ce paramètre est cependant généralement considéré comme moins sensible que le comportement chez le ver. Aucune donnée de toxicité n'a été trouvée dans la littérature pour les collemboles pour cette substance. Pour le propiconazole, des effets comportementaux chez le ver ont été observés à des concentrations du même ordre de grandeur que pour l'IPBC (CE50 = 50mg/kg de sol). Cette concentration se situe dans la plage des 2 valeurs de toxicité trouvées pour le ver dans la littérature. Les collemboles quant à eux se sont montrés 3 fois moins sensibles au propiconazole que les vers. Au vu des résultats obtenus et selon les critères de classification

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

des dangers existants pour l'environnement terrestre, ces 2 substances se classent alors dans la catégorie de toxicité « nocive » pour les vers. Concernant les 2 produits de traitement du bois contenant un mélange de substances actives, un fort effet toxique a été observé chez les vers de terre avec une CE50 de 11 mg/kg pour le CuCrB et une CE50 de 47 mg/kg pour le quats. Ces concentrations étaient 20 fois plus faibles que celles obtenues pour les collemboles. Pour ces deux mélanges, la toxicité induite est beaucoup plus élevée que la toxicité de chaque substance active prise individuellement (données provenant de la littérature). De plus, le chrome semble jouer un rôle important dans la toxicité du CuCrB, mais n'est cependant pas considéré comme substance active dans le produit de traitement du bois et n'est pas toujours pris en considération dans les études d'émission par lessivage de ces produits. Aucune information quant aux concentrations environnementales mesurées dans les sols pour les substances actives sélectionnées en provenance de bois traités n'a pu être trouvée (www.centrecotox.ch/projets/ecotoxicologies/).

La figure N°05 montre les principaux tests standardisés (ISO) pour les sols potentiellement contaminés.

Dénomination	Espèces exposées	Principe et durée du test	Norme
Test de toxicité chronique vis-à-vis des vers de terre	<i>Eisenia fetida</i> , <i>E. andrei</i>	Biomasse, reproduction; 56 jours	ISO 11268-2
Test d'évitement avec les vers de terre	<i>Eisenia fetida</i> , <i>E. andrei</i>	Comportement; 48 h	ISO 17512-1
Test de toxicité chronique vis-à-vis des Enchytraeidae	<i>Enchytraeus albidus</i> , <i>E. crypticus</i>	Reproduction 42 ou 28 jours	ISO 16387
Test de toxicité chronique vis-à-vis des collemboles	<i>Folsomia candida</i>	Reproduction 28 jours	ISO 11267
Test d'évitement avec les collemboles	<i>Folsomia candida</i>	Comportement; 48 h	ISO 17512-2
Test de germination et de croissance	<i>Avena sativa</i> , <i>Brassica rapa</i> ; autres plantes cultivées	Émergence des plantules, biomasse env. 14 jours	ISO 11269-1
Test de toxicité chronique sur les plantes supérieures	<i>Avena sativa</i> , <i>Brassica rapa</i> ; autres plantes cultivées	Biomasse, capacité de reproduction (nb de fleurs / de capsules); 35 jours	ISO 22030
Essai de transformation du carbone	Communauté microbienne naturelle	Taux de respiration. 28 jours; éventuellement 100 jours	ISO 14240-1
Essai de transformation de l'azote	Nitrification potentielle	Oxydation de l'ammonium; 4 jours	ISO 15685
Mesure en microplaques de l'activité enzymatique	Activité enzymatique	Fluorescence; 3 h	ISO 22939
Estimation de l'abondance de séquence de gènes microbiens	Communauté microbienne naturelle	Réaction de polymérisation en chaîne (PCR)	ISO 17601
Essai de contact	<i>Arthrobacter globiformis</i>	Activité déshydrogénase	ISO 18187
Test Bait-lamina	Communauté des organismes du sol	Activité alimentaire; durée variable	ISO 18311

Figure N° 05 : Principaux tests standardisés (ISO) pour les sols potentiellement contaminés (ISO, 2002).

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

III.3. L'évaluation des risques écotoxicologiques

L'évaluation des risques écotoxicologiques peut s'envisager :

III.3.1. De manière prospective(a priori) : avant que les substances concernées soient mises sur le marché. Dans l'Union Européenne, cette démarche a priori est actuellement mise en œuvre pour les pesticides (Directive 91/414/EEC ; EC, 1991), les biocides (Directive 98/8/EC ; EC, 1998) et certaines substances chimiques existantes (Règlement de la Commission 1488/94 ; EC, 1994) ou nouvelles (Directive 93/67/EEC ; EC, 1993). Dans le cas des pesticides l'évaluation des risques comprend plusieurs circuits. Le **circuit européen** comporte l'évaluation de chaque substance active et d'une préparation commerciale représentative de l'utilisation dans les états membres. Le dossier d'évaluation est constitué par la société qui souhaite commercialiser la substance. L'évaluation est coordonnée par l'EFSA (European Food Safety Agency). Un état membre est désigné comme rapporteur. C'est lui qui examine le dossier d'homologation et rédige un projet de monographie sur la substance active. Les autres états membres examinent ensuite le projet de monographie et consolident l'évaluation des risques (PRAPeR : Pesticide Risk Assessment Peer Review). Le résultat est ensuite publié au journal de l'EFSA. La Commission Européenne examine ensuite le journal de l'EFSA et propose une décision d'inclusion ou de non inclusion dans la liste des substances actives autorisées en Europe, qui est votée au Comité Permanent de la Chaîne Alimentaire et Santé Animale (CP CASA). La durée totale du processus est généralement de 2 à 3 ans. Le circuit de **l'évaluation nationale** a été mis en place pour traiter divers dossiers : demande d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) pour les nouvelles préparations, demande d'extension d'usage, dossiers de réexamen de préparations déjà sur le marché, demande de changement mineur de composition (remplacement d'un Co-formulant par un autre, augmentation ou diminution de la teneur en un formulant), demande d'autorisation de distribution pour expérimentation (ADE ; pour les produits en développement pour lesquels l'industriel souhaite procéder à des expérimentations au champ). En France c'est la Direction des Produits Réglementés (DPR) de l'ANSES qui coordonne et réalise l'évaluation. Les Comités d'Experts Spécialisés (CES) de l'ANSES réalisent l'évaluation ou valident des rapports d'évaluation réalisés en interne. La DPR a pour mission de consolider les rapports d'évaluation, de préparer les avis de l'ANSES, les propositions de décision et la registration Reports. La décision finale est prise par le Ministère de l'Agriculture après une consultation interministérielle. La durée totale de ce circuit est de l'ordre de 10 mois. **L'évaluation zonale**, nouvelle procédure issue du Règlement (CE) n°1107/2009, trouve son origine dans le

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

découpage du territoire de l'UE en trois zones (Nord, Centre et Sud, zone à laquelle appartient la France). Ces zones reflètent les gradients climatiques et environnementaux au sein du territoire de l'Union. Dans une zone donnée, un des pays évalue le dossier pour une préparation phytopharmaceutique (Zonal RMS). Il établit un rapport d'évaluation (Zonal Registration Report) qui est envoyé à tous les autres états de la Zone. Ceux-ci commentent le rapport et contribuent éventuellement à la rédaction d'Addendum nationaux pour répondre aux exigences nationales des différents états. Le Zonal Registration Report est finalisé en prenant en compte les commentaires, à la suite de quoi le produit est autorisé ou non-autorisé dans l'ensemble de la zone.

III.3.2. De manière rétrospective ou diagnostique (a posteriori): une fois que les substances ont été commercialisées et utilisées. L'évaluation *a posteriori* repose sur des informations principalement recueillies dans un écosystème donné. Il s'agit, à l'issue de l'étude, de décrire les voies de transfert du ou des contaminant(s) considérés, et de mettre en évidence les effets éventuels de la contamination sur les différents compartiments biotiques. Cette démarche diagnostique au cas par cas peut aussi s'envisager comme un complément obligatoire à l'évaluation *a priori*. Dans le cas des pesticides par exemple, la réglementation européenne prévoit qu'un suivi post-homologation de certaines substances actives, qui correspond de fait à une évaluation *a posteriori*, peut être exigé une fois que ces substances ont reçu leur autorisation de mise en marché (AMM). Toutefois, il n'y pas à l'heure actuelle d'indications précises sur la forme que doit prendre ce suivi (**Liess et al, 2005**).

L'évaluation des risques écotoxicologiques est réalisée selon un protocole itératif bien défini (**Figure N° :04**), qui est commun à toutes les procédures développées dans les pays industrialisés et qui correspond en fait à une adaptation de protocoles proposés initialement pour l'évaluation des risques pour la santé humaine (**Suter et al. 2003**). Elle comporte trois phases : (i) formulation du problème, (ii) analyse et (iii) caractérisation du risque.

La phase de formulation du problème repose sur quatre étapes :

- L'intégration des informations disponibles.
- Le choix des cibles (= *end points*) pour l'évaluation des risques, qui reflète fréquemment les objectifs de gestion.
- L'élaboration du modèle conceptuel décrivant les relations existantes entre le toxique et les cibles.
- Le développement du plan d'analyse et de caractérisation du risque.

La phase d'analyse comporte deux étapes principales : la caractérisation de l'exposition et celle des effets. L'analyse vise également à décrire les relations entre l'exposition et les effets,

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

et les caractéristiques de l'écosystème à l'étude. L'objectif de cette phase est de fournir les éléments nécessaires à la détermination ou à la prévision de réponses écologiques pouvant être engendrées par l'exposition à la substance considérée.

La figure ci-dessous est une représentation schématique des procédures mises en œuvre pour l'évaluation des risques écotoxicologiques pour les écosystèmes.

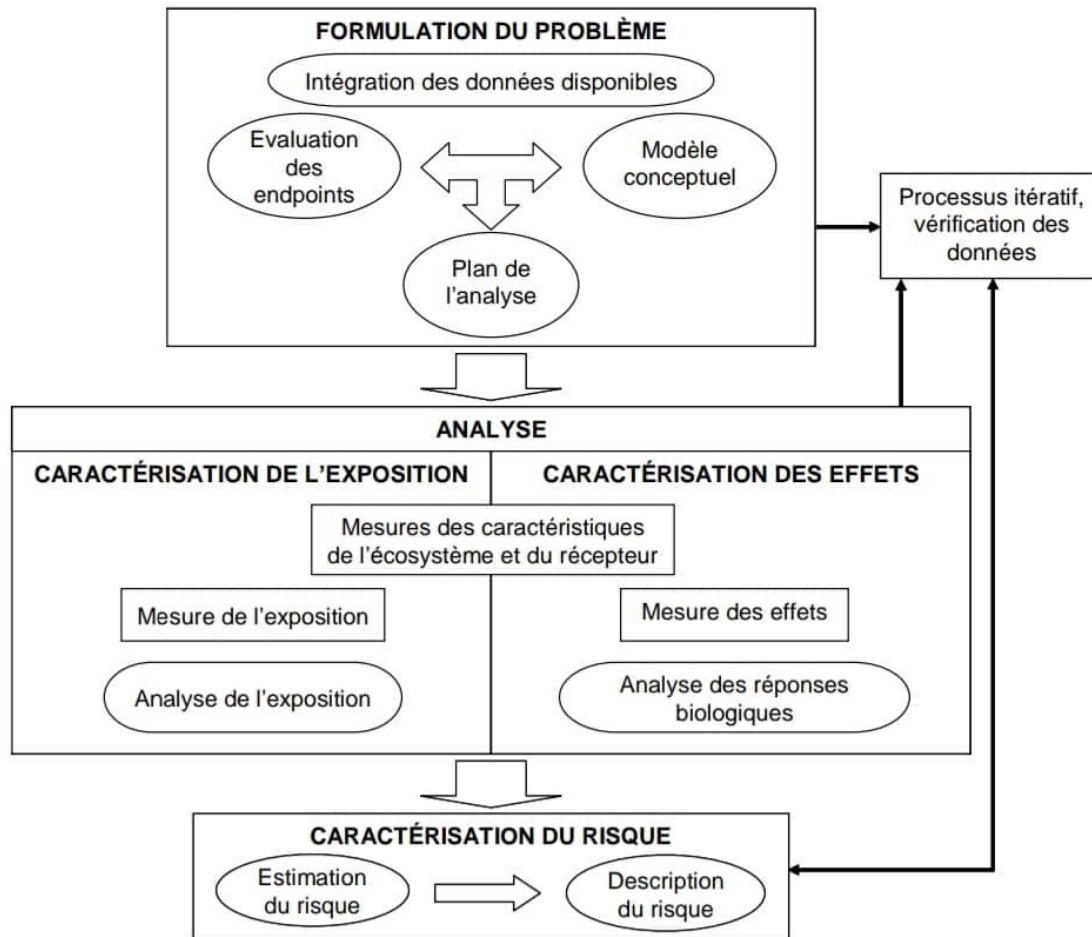


Figure N° 06 : Représentation schématique des procédures mises en œuvre pour l'évaluation des risques écotoxicologiques pour les écosystèmes (d'après US EPA, 1998 ; ECB, 2003).

III.3.2.1. Caractérisation de l'exposition :

Dans le cas de l'évaluation a priori, la caractérisation de l'exposition consiste dans un premier temps à définir les caractéristiques des émissions potentielles d'une ou de plusieurs substance(s). Elle vise ensuite à déterminer les voies et les vitesses de transfert, et les phénomènes de transformation ou de dégradation caractéristiques de ces substances (biodégradation, hydrolyse, adsorption, ...). Dans le cas des pesticides, les groupes de travail

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

européens FOCUS (FORum for the Coordination of pesticide fate models and their USE) ont permis des avancées importantes dans la prise en compte de la modélisation en évaluation du risque. Constitués de chercheurs et de représentants de l'industrie et des autorités d'homologation des pesticides, ils ont travaillé à la synthèse des connaissances et à la formulation de propositions d'amélioration des démarches d'évaluation de risque mettant en jeu des modèles de transfert des pesticides. C'est ainsi qu'on a élaboré divers scénarios qui concernent la contamination des eaux souterraines

(FOCUS <http://focus.jrc.ec.europa.eu/gw/index.html>) et des eaux de surface (FOCUS SW ; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/sw/index.html>). Les groupes FOCUS se sont aussi intéressés à la contamination de l'air (FOCUS Air ; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/ai/index.html>), ainsi qu'à la problématique de la mitigation du risque (FOCUS Landscape and Mitigation; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/lm/>). La mise en commun des connaissances et le développement de la modélisation des transferts ont aussi été favorisés par certains programmes de recherche européens dont le programme Footprint (www.eu-footprint.org/fr/). Il est maintenant possible, à partir des connaissances disponibles sur les caractéristiques de l'itinéraire de protection phytosanitaire mis en œuvre par un agriculteur et sur les conditions édaphiques et climatiques, de mettre en œuvre des modèles de transfert qui permettent de prédire les dates auxquelles chacune des substances appliquées est susceptible d'être transférée dans un milieu aquatique situé à proximité d'une parcelle traitée, ainsi que les valeurs des flux correspondants. L'objectif final est d'évaluer les concentrations auxquelles les communautés animales et végétales sont exposées ou susceptibles d'être exposées afin de déterminer une concentration prédite dans l'environnement (Predicted Environmental Concentration ou PEC).

Dans le cas d'une évaluation de risque *a posteriori*, les concentrations ou doses peuvent être directement mesurées *in situ*, dans le cas de réseaux de surveillance de la qualité de l'environnement ou par la mise en place de campagnes de mesures spécifiques. Les analyses peuvent être effectuées dans diverses matrices environnementales (eau, sédiments, organismes). L'échantillonnage doit être réalisé en fonction des caractéristiques connues ou suspectées de la pollution (chronique ou ponctuelle, localisée ou diffuse, etc.). C'est vraisemblablement dans les cas de pollution diffuse que la définition du plan d'échantillonnage pour l'analyse chimique est la plus délicate. Les prélèvements doivent alors être réalisés de façon couplée avec certains événements (application des substances, précipitations, etc.).

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

Dans le cas des apports par ruissellement ou drainage dans les milieux aquatiques, il est aussi utile de disposer d'échantillons prélevés après le pic de pollution, afin de bien caractériser le patron d'exposition des organismes. L'interprétation des résultats de l'analyse chimique se fait le plus souvent par comparaison des valeurs obtenues avec des valeurs de référence (NQE par exemple pour les substances prioritaires de la DCE). La détermination d'Unités Toxiques (Toxic Units) constitue une autre façon d'exploiter les résultats de l'analyse chimique. Elle repose sur le calcul de rapports entre la concentration mesurée pour une substance dans le milieu étudié et une valeur de référence, généralement dérivée de tests de toxicité aiguë

(Peterson, 1994) :
$$UT(X, i) = \log (C_i / CL_{50}, i)$$

Où C_i est la concentration de la substance i dans le milieu étudié, X est une espèce de référence (la daphnie *Daphnia magna* par exemple) et CL_{50}, i est la concentration létale pour 50 % des individus de l'espèce X .

III.3.2.2. Caractérisation des effets

Dans certains cas, l'exposition des organismes peut se traduire par des effets qui, selon l'importance et la nature de la contamination, peuvent affecter les individus, les populations ou les communautés. A terme, c'est l'intégrité même des écosystèmes qui peut être menacée (Figure N° 07).

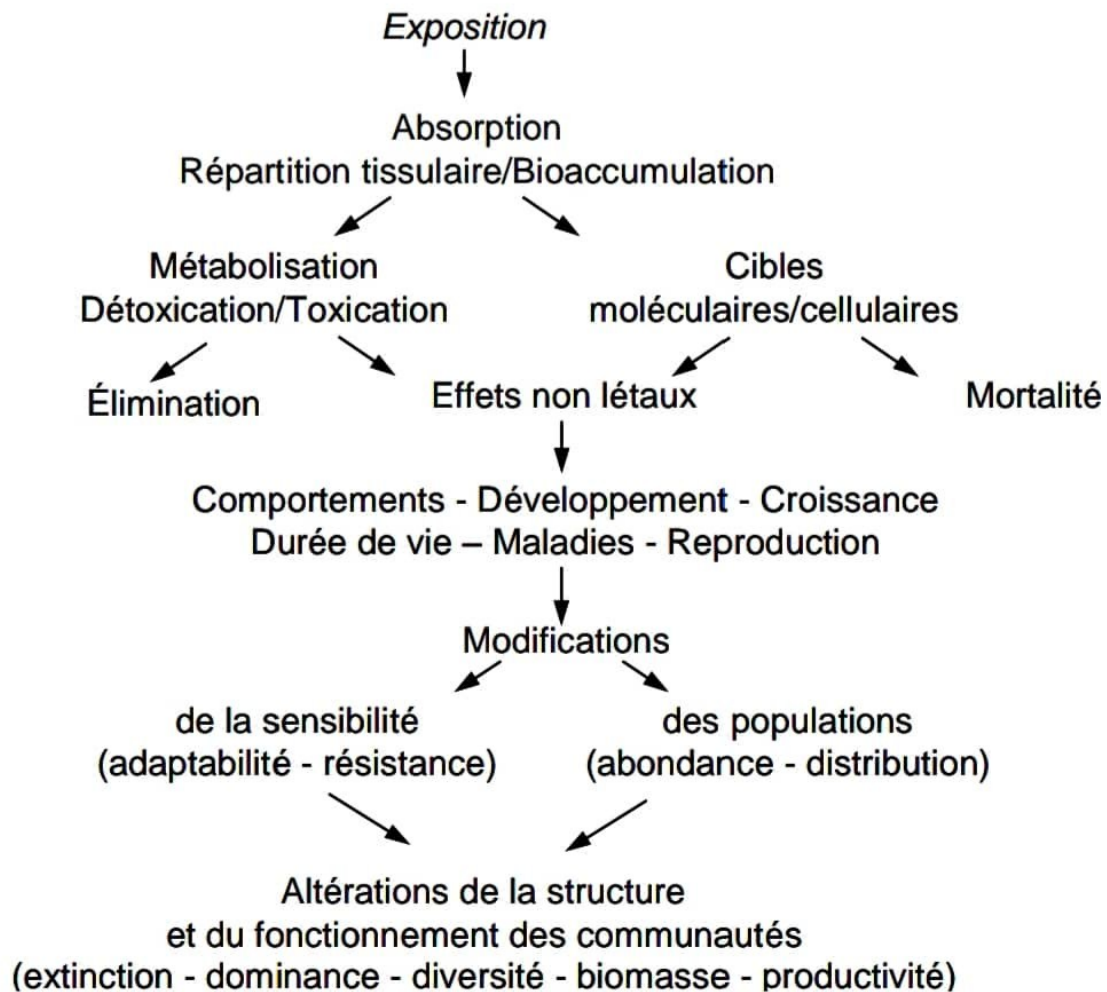


Figure N° 07 : Enchaînement théorique des effets induits à différents niveaux d'organisation biologique en présence d'une substance toxique (d'après Caquet et Lagadic, 1998).

Deux grandes catégories d'effets peuvent être distinguées :

Des effets directs, qui apparaissent à la suite de l'exposition d'un compartiment biotique à une substance toxique (Hanazato, 2001) ; Des effets indirects, qui concernent des espèces a priori non sensibles et qui découlent le plus souvent de l'élimination de certaines espèces, ou tout du moins de la réduction de leurs effectifs, qui entraînent des modifications des relations trophiques ou de compétition (Fleeger *et al.* 2003). Ils se produisent notamment lorsque certaines substances affectent directement des espèces importantes pour le fonctionnement des écosystèmes (plantes supérieures, herbivores dominants, Prédateurs,...). Il est parfois difficile de faire une distinction entre les deux types d'effets lorsque les seules données disponibles sont des observations de terrain. La caractérisation des effets des substances toxiques sur les organismes et les écosystèmes aquatiques peut être réalisée soit viala

Chapitre III : L'évaluation des risques éco-toxicologiques

réalisation d'expérimentations dédiées (évaluation a priori ou a posteriori), soit grâce à des observations de terrain (évaluation a posteriori).

Partie expérimentale

Chapitre I :
Présentation de la
zone d'étude

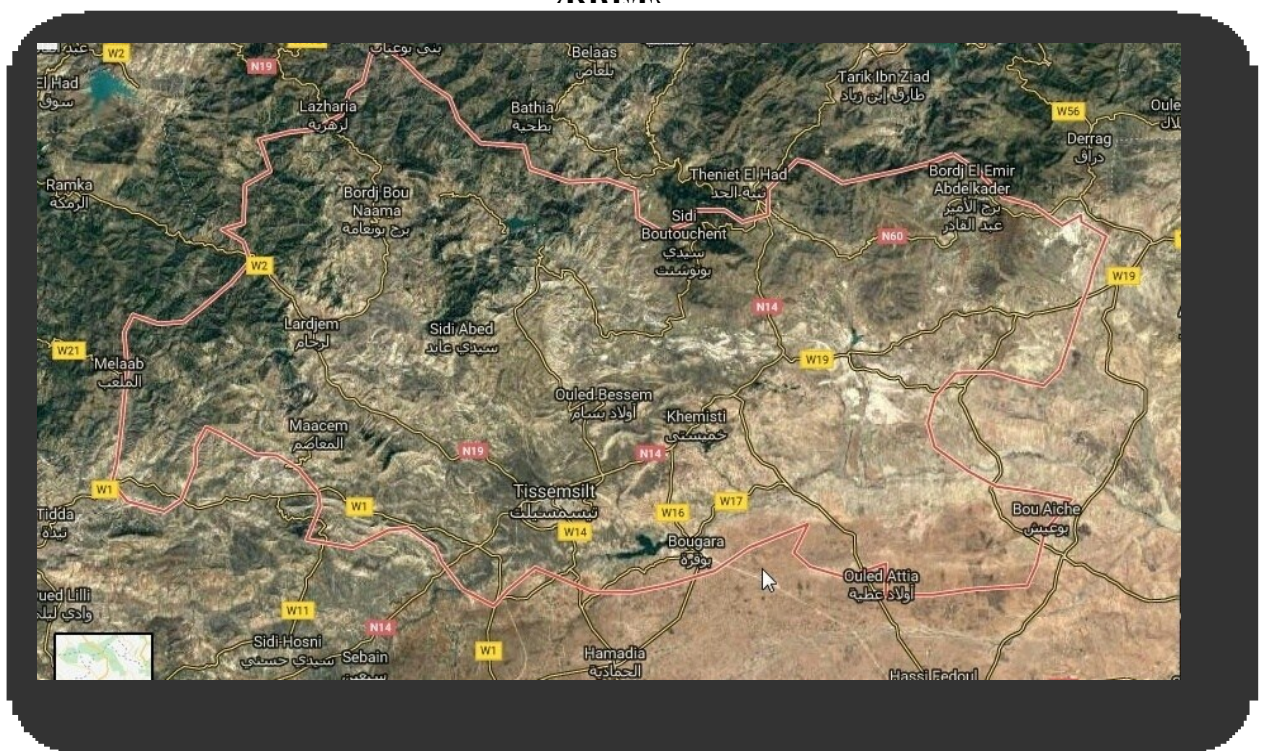
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. Localisation de la wilaya

La wilaya de Tissemsilt, née du découpage territorial de 1984, a été tracée autour de L'imposant massif de l'Ouarsenis qui s'étend sur plus de la moitié nord de son territoire.

L'ensemble des conditions de vie est tributaire de la géographie physique.

Le relief et Partant la géologie, l'hydrographie, le climat déterminent le régime des eaux et expliquent, dans une large mesure, l'évolution démographique, les conditions de vie, les rapports humains, l'importance de l'agriculture et de l'élevage, dans cette wilaya. Il faut donc s'arrêter quelque peu sur la situation générale de la wilaya de Tissemsilt, son relief, sa géologie, son hydrographie, son climat, sa pédologie et sa végétation, afin de pouvoir dresser l'état des lieux en matière de ressources en eau et dessiner les perspectives en ce domaine.



I.2. Principaux indicateurs de la wilaya

- ✓ Superficie de la wilaya : **3151,37 Km²**
- ✓ Superficie forestière: **60.714Has (19 %)**.
- ✓ Population totale :**299.910 habitants dont 60 % de ruraux.**
- ✓ Population active : **77.976habitants.**
- ✓ Nombres des communes rurales: **16/22.**

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

✓ Nombre des communes à seuils de développement :

- Acceptable : 01
- Moyen : 05
- Faible : 06

I.3. Situation géographique et administrative de la wilaya de TISSEMSILT

La wilaya de Tissemsilt est située au Nord de l'équateur entre 30 et 32° de latitudes et 3° de longitude, est avec un décalage de 12 minutes par rapport au fuseau horaire universel. Elle est s'étend sur une superficie de 3151,37 km². (ANDI, 2013).

Le Chef lieu de la Wilaya est situé à 220 km à l'Ouest de la capitale, Alger, et à 300 km d'Oran, bornée par plusieurs wilayas (Fig08) à savoir:

Au nord, par les wilayas d'Ain Defla et Chlef.

À l'est par la wilaya de Médéa.

À l'ouest, par la wilaya de Relizane.

Au sud, par la wilaya de Tiaret et Djelfa. (ANDI, 2013).

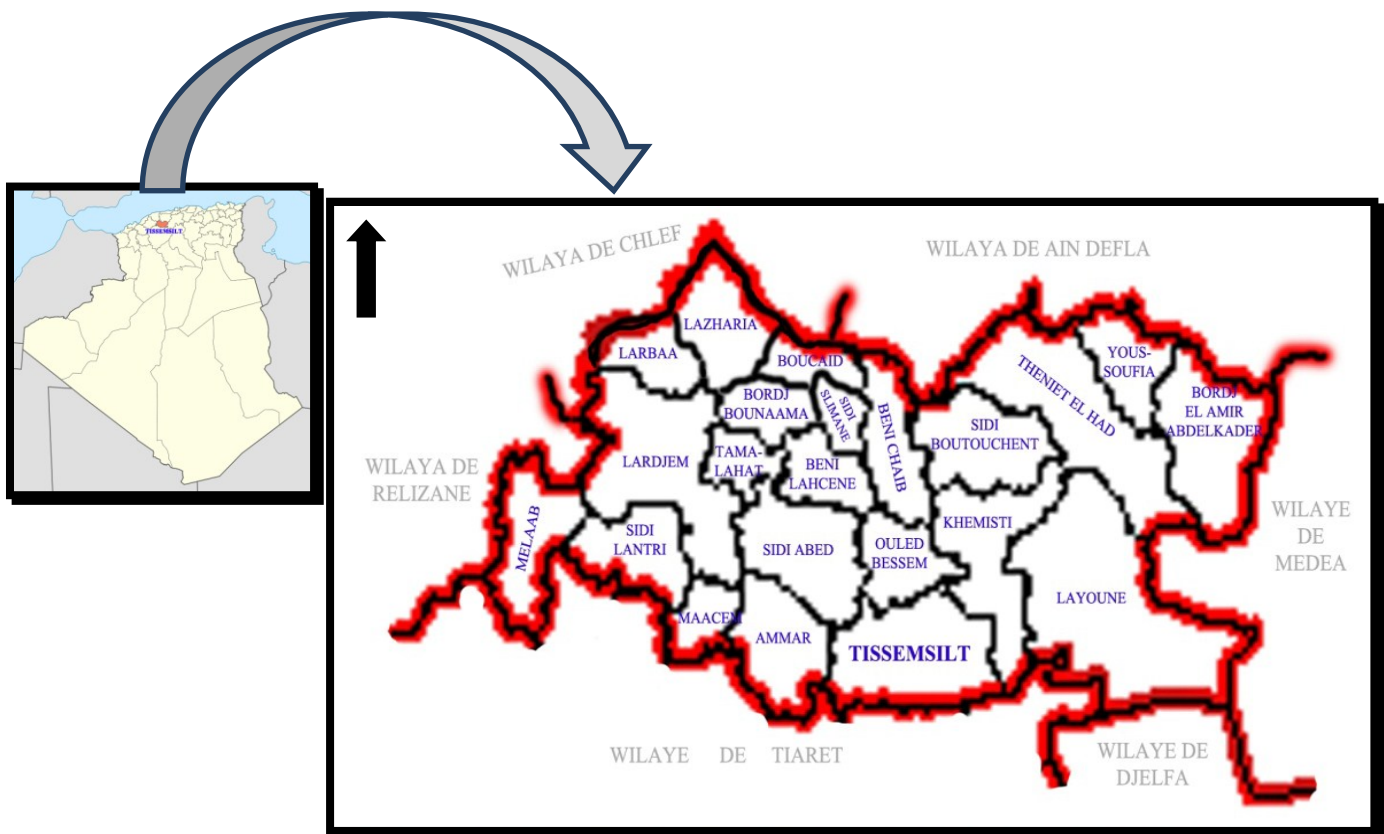


Figure N°09 : Situation géographique de la wilaya de TISSEMSILT 2015 (ANDI, 2013).

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.4. La topographie

C'est une wilaya à vocation exclusivement agropastorale nichée en pleins Haut-Plateaux dans leur partie occidentale.

Le territoire de la wilaya est constitué des zones montagneuses qui représentent 65 % de sa surface globale, le reste est occupé par les hauts plateaux et dans une moindre mesure les steppes (ANDI, 2013). Ces terres sont divisées comme suit :

- ✓ Une zone montagneuse avec un taux de 65%.
- ✓ Une zone des hautes plaines avec un taux de 25%
- ✓ Une zone steppique occupant 10% de la superficie globale de la wilaya.

Le plus haut sommet est cartographie au niveau de Sidi Amar (monts de l'Ouarsenis) avec une de 1983m.

Alors que le niveau le plus bas est enregistré à Koudiet El Yachine (au Nord d'El Azharia) avec près de 389m d'altitude. (ANDI, 2013)

Tissemssilt abrite le Parc national de ThenietEl-Haâd, connu par sa forêt de cèdres,

En effet, le domaine forestier couvre 20 % du territoire de la wilaya (ANIREF, 2011).

I.5. Géologie

La géologie de la région de tissemsilt s'inscrit dans le cadre de l'évolution de la chaîne tellienne et en particulier celle du massif de l'Ouarsenis .

Cet ensemble a structure complexe est forme de 3 sous ensembles :

- **Au nord** : la zone interne du socle du djebel D qui constituât de formation de l'érepaléozoïque
- **Au centre** : la zone externe comprenant des unités diversifiées et fortement charriées dont l'âge de sédimentation va du trias jusqu'à l'Oligocène
- **Au sud** : la bordure sud tellienne représentée par un faciès remplissage de zones dépressionnaires et subsidences. il s'agit de formation du Miocène inférieur , du pliocène et du Quaternaire.

Les niveaux géologiques massifs se rencontrent pratiquement dans tous les terrains de la région.

Le massif du grand pic « Kef Sidi Amar » culmine a une altitude de 1983m.so imposante et gigantesque morphologie lui donne un aspect de « pivot ». sa position géologique permet de

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

défini une limite entre un Ouarsenis occidental. Les niveaux géologiques pratiquement dans tous les terrains de la région. (DET, 2019)

I.6. Le climat de la wilaya

La région de TISSEMSILT fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride, particularité du climat méditerranéen, et il a un hiver froid humide et un été chaud et sec, la température moyenne hivernale est comprise entre 0 et 6 C° et celle estivale oscille entre 32 C et 40 C° quant à la pluviosité moyenne annuelle, elle oscille entre 300 et 600mm de pluies, avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis ou on note également la chute de neige dont la hauteur moyenne se situe dans une fourchette comprise entre 0,5 et 50 cm d'épaisseur, accompagnée parfois de verglas. (ANIREF, 2011; ANDI, 2013).

I.6.1. le diagramme ombrothermique

D'après le diagramme ombrothermique ci-dessous, les mois secs sont-ils : est au début de mai jusqu'à mi-septembre, (La température plus élevée que la précipitation), et la période humide du mois d'octobre jusqu'à Avril.

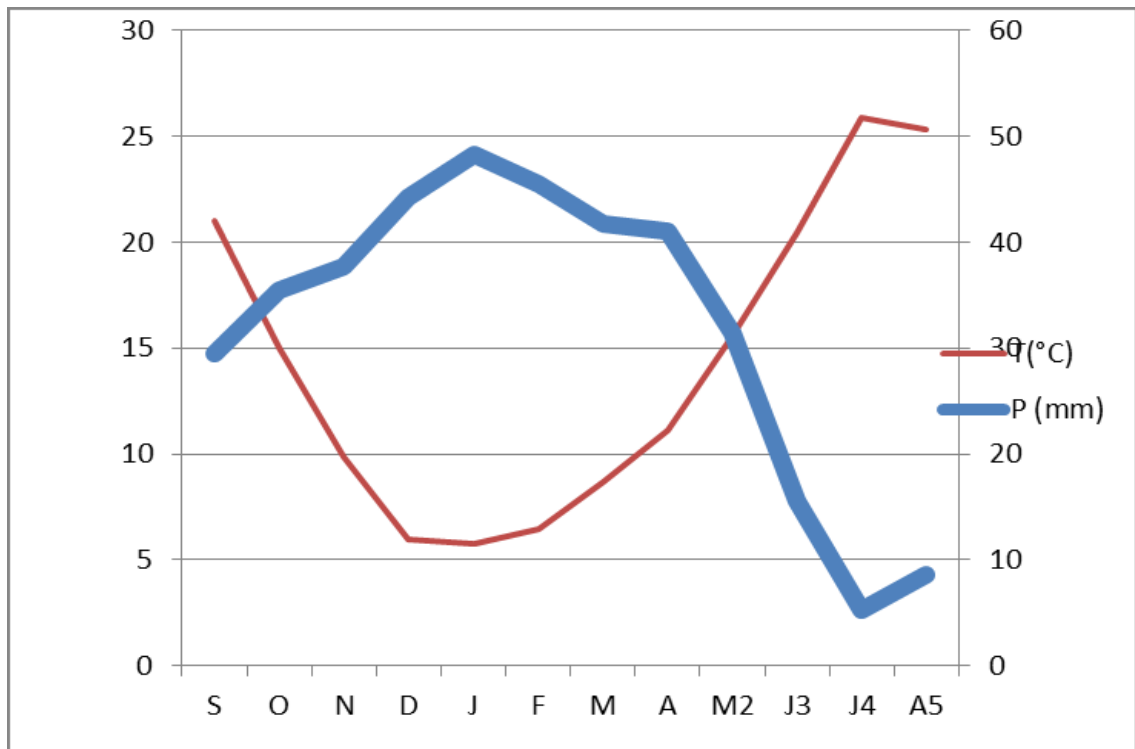


Figure N°10 : diagramme ombrothermique du commun de Tissemsilt 2015 (DSA, 2019)

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.6.2. La température

Juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année, avec une température moyenne de 25,2°C. Janvier est le mois le plus froid de l'année. la température moyenne est de 5.3°C à cette période.

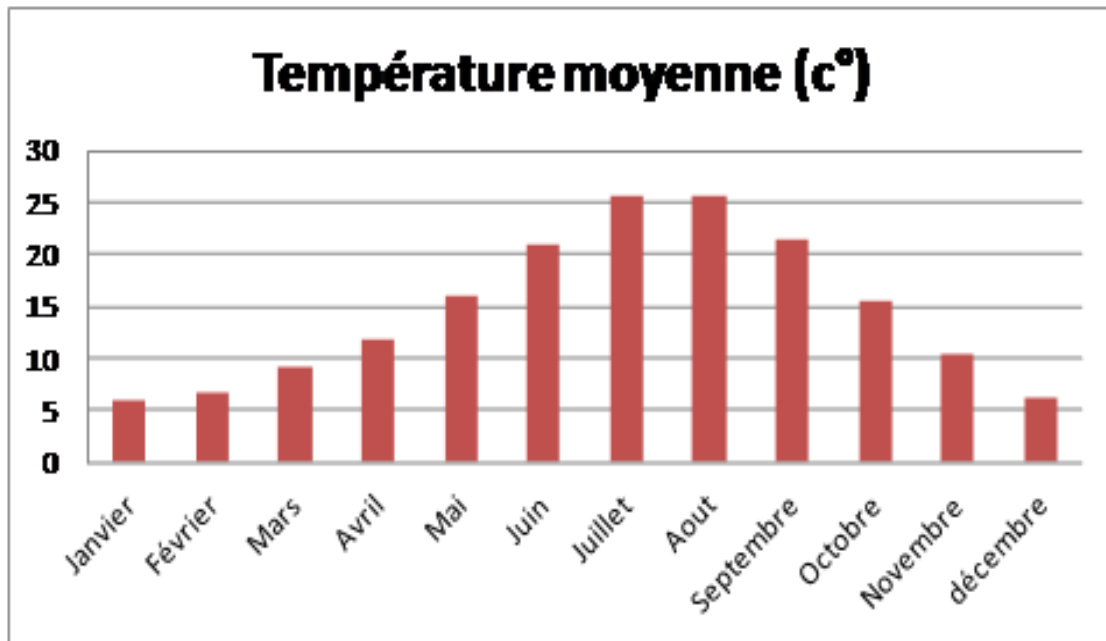


Figure N°11 : Diagramme a barres de température mensuelles de Tissemsil 2015 (DSA, 2019).

I.6.3. La pluviométrie

Malgré les changements climatiques de ces dernières années la commune de Tissemsil possède généralement une pluviométrie assez favorable comparée par rapport au reste de wilaya. Au mois de Janvier et Décembre, les précipitations sont les plus élevées (58 mm) et les précipitations sont au plus bas au mois de Juillet et Août (5 mm).

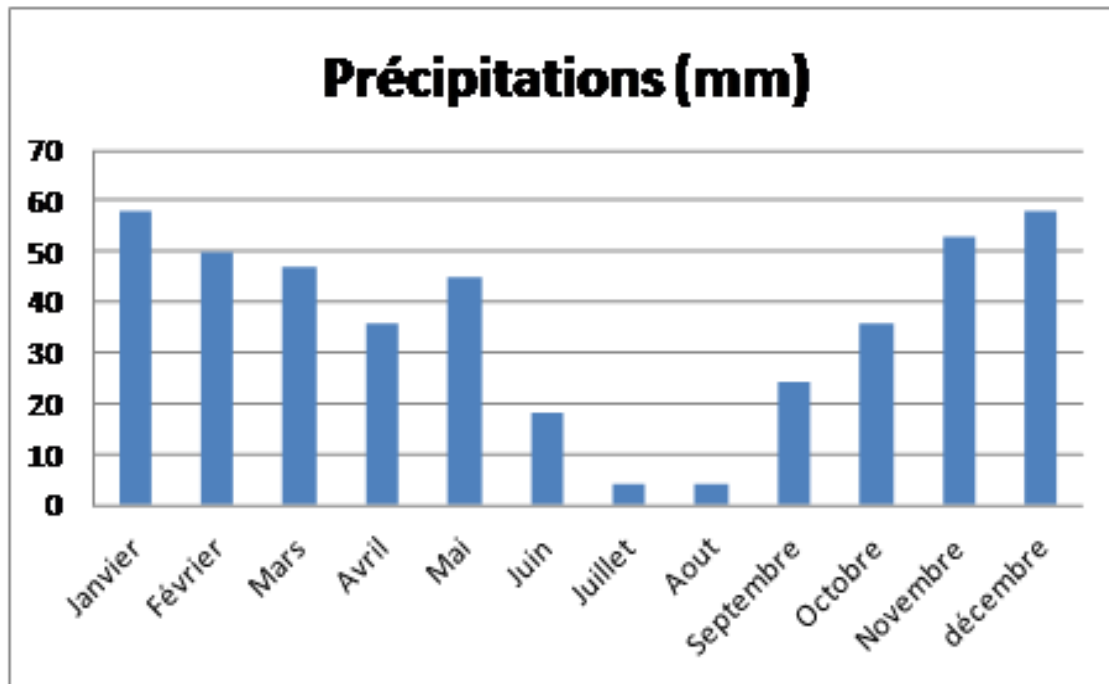


Figure N° 12 : Précipitations mensuelles de la wilaya de Tissemsilt 2015 (DSA, 2019).

I.6.4. Vent

La ville de Tissemsilt est dominée par le vent nord –ouest dans la période hivernale et les vents sud –ouest qui caractérisent la période estivale .ils sont violents au printemps et en automne leur vitesse moyenne 4,2m/s, la vitesse maximale est de 26,80m/s. (DSAT).

I.7. Relief (cadre physique)

Relief fortement accidenté est composé de :

- ✓ Une de montagne qui occupe près de 65% du territoire avec une couverture forestière de 76 ,607ha .
- ✓ Une zone de piémonts couvrant environs de 20 à 25% de superficie totale.
- ✓ Une zone de plaine estime approximativement à 10% de la superficie. (DSAT).

I.8. La population de la commune de TISSEMSILT

La population communale de TISSEMSILT est environ 90 141 habitants en 2017.Elle est dépassée de 294 476 habitants en 2008 à 300 000 habitants en 2017 dans toute la wilaya.

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 29% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine (ANDI.2013)

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.9. Hydrographie

Un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de Tissemsilt. On y dénombre 9 bassins versants principaux avec cette particularité Les 9 bassins versants sont drainés par les principaux affluents de l'oued Cheliff. Cinq bassins prennent leur cours à partir de la wilaya de Tissemsilt et les trois autres débouchent des wilayas sud limitrophes. Dans les neuf bassins versants, les principaux oueds et leurs affluents totalisent une longueur de 2252 Km dont 871 Km traversent la wilaya de Tissemsilt. Donc, une faible part des eaux de ruissellement profite à la wilaya de Tissemsilt **(DET, 2019)**

I.10. L'agriculture

La Wilaya de Tissemsilt est à vocation l'agroforesterie, elle dispose d'une SAU de 145.465 has et d'une zone irriguée de près 2850 has sur un potentiel en sol irrigable de 15.000 has. Le secteur agricole, à travers la production de céréales, de fourrages et d'élevage, revêt une importance capitale dans la wilaya de Tissemsilt au regard de sa vocation agro-sylvicole. En effet, cette spécificité est déterminée grâce aux conditions climatiques favorables ainsi qu'à la diversité de ses terres (plaines, steppes et monts) .Depuis des années, la population de Tissemsilt a su maîtriser ce genre d'activités, aidée en cela par l'immensité de ses terres aussi bien celles irriguées que celles pastorales pour l'élevage ovin, bovin, caprin, équin ainsi que la production de viandes rouge et blanche. De vastes superficies de terres sont également exploitées pour les cultures des fruits et légumes saisonniers **(Andi, 2013)**.

Chapitre II :
Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Travail au terrain

II.1.1. Choix de site du prélèvement

Le critère pris en considération pour le choix des sites est le type de sol et l'ancienneté de la culture de blé et l'orge. Il existe au Tissemsilt des zones où la culture des céréales depuis l'antiquité. Pour cette étude nous avons choisi six (6) sites de prélèvement, chacun appartient à l'état et l'autre au secteur privé. Les sites de l'état connus par la ferme pilote et les sites de secteur privé OAIC.

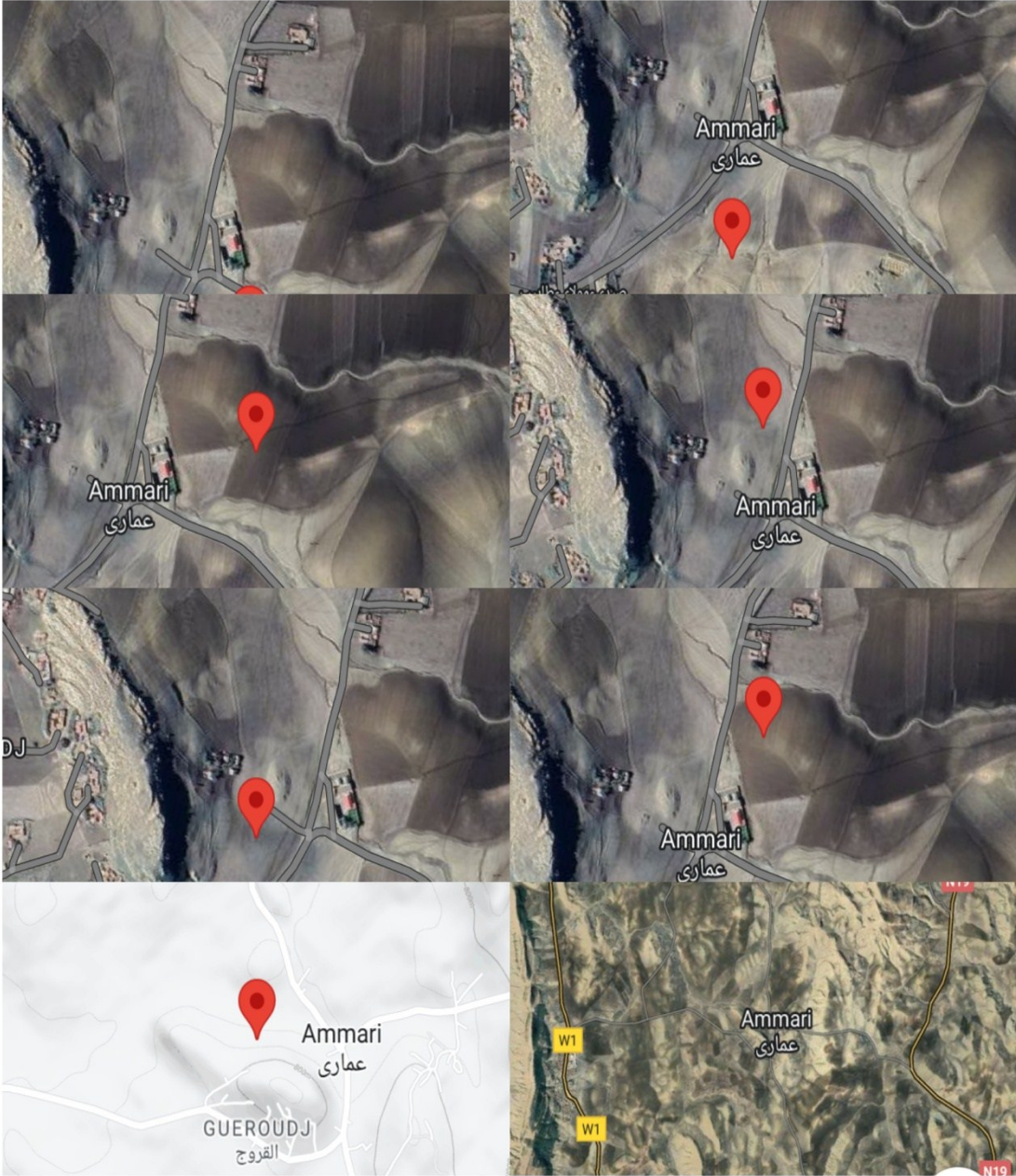
Il existe de nombreux types de sol dans ces sites qui sont différents de point de vue de texture, de couleur, aspect et leurs compositions chimiques (taux de la matière organique). Le rendement annuel de ces zones est important en termes de qualité et quantité.

II.1.2. Prélèvement de sol

Pour l'échantillonnage des sols, on a choisies six (06) zones différentes on été échantillonnées. Les échantillons de sol étaient prélevés le même jour à l'aide d'une tarière pédologique, les échantillons de sol ont été prélevés dans les champs de céréale à une profondeur de 15cm (la partie racinaire de la plante). La figure suivante illustre un site de prélèvement :



Figure N°13 : point de prélèvement (**original**)



FigureN°14 : l’ocalisation de site de prelevement (original)

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1.3. Stockage et transport des échantillons

Les échantillons de sol à été transférés dans des boites stériles emballées par l'aluminium afin d'éviter la dégradation de la matière organique par les photos lumineux (Photo dégradation). La figure représente le conditionnement de préservation de transport des échantillons Ces échantillons sont transportés dans une glacière à une température de 0°C à 4°C pour éviter le développement des microorganismes existants dans le sol.



FigureN°15 : Préservation et transport des échantillons (original)

II.1.4. Choix de pesticide

On a choisit l'insecticide **Gongfu2, 5EC** (matière active : **Lambda-Cyhalothrine**) parce qu'il est le seul pesticide utilisé dans la wilaya de Tissemsilet.

Fiche conseil pour la matière active : Lambda cyhalothrine (insecticide)

Famille : pyréthrinoïdes

Un pesticide est un produit chimique destiné à lutter contre les parasites animaux et végétaux nuisibles aux cultures : ce sont des substances capables soit de tuer, soit de repousser les ravageurs. C'est donc un produit **toxique et dangereux** pour les hommes et pour l'environnement. **Il faut respecter les dosages et l'usage** (l'action de se servir de quelque chose) pour lequel le produit est homologué.

Un pesticide homologué est un produit dont la vente et l'utilisation ont été approuvées par les autorités nationales ou régionales compétentes après examen de données scientifiques

Chapitre II : Matériels et méthodes

complètes montrant que le produit contribue efficacement aux objectifs fixés et ne présente pas de risques inacceptables pour la santé humaine et animale ou pour l'environnement.

Un pesticide est composé de plusieurs substances :

- Une (ou plusieurs) **matière active**. C'est la matière active qui donne au pesticide un effet toxique. Les propriétés d'un pesticide découlent pour l'essentiel de sa matière active. Cette fiche présente la matière active appelée **LAMBDA CYHALOTHRINE**.
- Un diluant qui est une matière liquide (solvant) incorporé à une préparation et destiné à abaisser la concentration en matière active. Ce sont le plus souvent des huiles végétales.
- Des adjuvants qui sont des substances dépourvues d'activité biologique, mais susceptibles de faciliter l'utilisation de la matière active.

Des produits qui contiennent la même matière active peuvent avoir des effets différents en fonction des autres constituants. Cette note ne présente que les effets de la matière active de base.

Normalement, sur l'étiquette d'un produit, vous devez trouver les informations dont vous avez besoin pour l'utiliser (contre quels ravageurs, pour protéger quelles cultures, la quantité à appliquer en fonction des ravageurs, le nombre de traitement, etc.). Mais l'analyse des étiquettes des produits disponibles au Niger a montré que celles-ci étaient incomplètes ou mal Rédigées. Cette fiche complète les étiquettes des produits qui contiennent la matière active Lambda cyhalothrine.

Le cas spécifique des pyréthrinoïdes :

La lambda cyhalothrine est un insecticide appartenant à la famille des pyréthrinoïdes.

A l'exception de la Deltaméthrine, qui peut être fabriquée pure, les autres pyréthrinoïdes demandent une fabrication très soignée. C'est pourquoi toutes les Lambda cyhalothrine n'ont pas le même effet sur les ravageurs. C'est pourquoi certaines pyréthrinoïdes peuvent être inefficaces. Il faut acheter des produits homologués qui ont été testés par les services compétents.

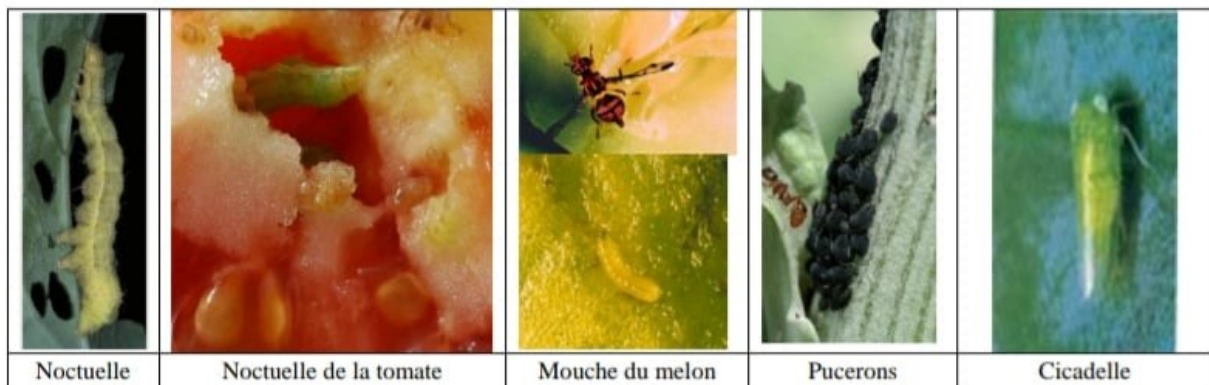
Chapitre II : Matériels et méthodes

Comment la LAMBDA CYHALOTHRINE agit (mode d'action) :

Cette matière active agit par **contact** et **ingestion** sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles, puis continue à protéger les cultures sur une période de 2 semaines même en conditions chaudes et ventées. Elle est active sur le système nerveux et provoque la paralysie et la mort des insectes. Elle présente une action frénatrice sur les acariens phytophages ainsi qu'une action corvicide sur les œufs de lépidoptères (papillons). Elle est dangereuse pour les poissons.

Contre quels ravageurs :

- La Lambda cyhalothrine est surtout utilisée pour lutter contre les chenilles désolatrices (les chenilles qui mangent les feuilles). Elle est aussi utilisée contre la noctuelle de la tomate, les pucerons, les cicadelles et les mouches des cucurbitacées (melon, courge).
- La Lambda cyhalothrine est plus rarement proposée pour lutter contre les thrips et la mouche blanche. Au Maroc, elle n'est pas recommandée pour ces deux derniers ravageurs.



Comprendre les doses autorisées par culture

La dose recommandée d'un produit a été étudiée, d'une part pour limiter les risques pour les utilisateurs et les consommateurs, et limiter les dégâts sur l'environnement, et d'autre part pour réduire le coût des traitements (ne pas utiliser plus de produit que nécessaire). **Il faut respecter les doses recommandées** (voir tableau 8).

Chapitre II : Matériels et méthodes

Tableau N° 08 : Dose de matière active en fonction des cultures

Culture	Dose m.a. g/ha	Quantité en ml pour 10 litres d'eau	DAR en jours	Intervalle 2 traitements	Nbre max traitements	Période
Légumes feuilles, laitue	20	40	7	10-14	2	Pépinière à 7 jours avant récolte
Piment, poivron	12,5	25	3	10-14	2	Levée-DAR
Tomate, chou, aubergine	12,5	25	3	10-14	2	Levée-DAR
Oignon	12,5	25	21	10-14	2	Attention oignon frais
Carotte, betterave	12,5	25	14	10-14	3	Levée-DAR
Pomme de terre	12,5	25	21	10-14	3	Levée-DAR
Patate douce	15	30	21	10-14	3	Végétation-DAR
Niébé	20	40	14	10-14	2	Levée-DAR

m.a: matière active – DAR : Délai avant récolte

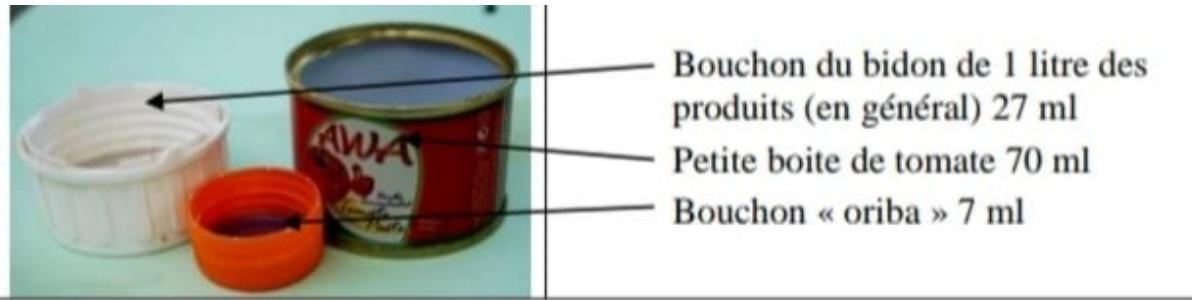
La dose en ml est calculée pour un produit contenant **25 g/l de Lambda cyhalothrine** (formulation la plus courante, à vérifier sur l'étiquette du produit) et l'utilisation de **10 litres de bouillie pour 500 m²** soit 200 litres de bouillie à l'ha.

- Au Niger, il a été trouvé 34 produits contenant de la Lambda cyhalothrine seule (non associée), à une concentration de 25 g/litre de m.a.
- On peut trouver aussi de la Lambda cyhalothrine à une concentration de 50g/litre de m.a.
- La dose de m.a recommandée varie entre 12,5 et 20 g/ha en fonction des cultures.
- Pour 500 m² et 10 litres d'eau, il peut être utilisé de **25 ml à 40 ml de produit commercial**. Il est recommandé d'utiliser 25 ml pour la plupart des légumes, sauf les légumes feuilles (40 ml).

Tableau N° 09 : surface et quantité de produit pour appliquer la dose de 12,5 g/ha

Surface	Quantité de produit en ml	Mesure	Eau	Appareil
500 m ²	25 ml	1 bouchon de bidon insecticide ou 4 bouchons oriba	10 l	Pulvérisateur 15l
0,5 ha	250 ml	3 boîtes et demi de sauce tomate	100 l	Pulvérisateur 15l

Chapitre II : Matériels et méthodes



Pratique observée : une boîte de 250 ml de Lambda Cyhalothrine dans un pulvérisateur de 15 litres pour traiter 500 à 600 m². Même en prenant la dose recommandée la plus forte (20 g/ha) cela fait **6 FOIS la dose** normale. Par rapport à un emploi de la Lambda Cyhalothrine à 12,5 g/ha, cela fait **10 FOIS la dose**.

Conseils à suivre et précautions pour l'utilisation

- Entre deux traitements, un **intervalle de 10 à 14 jours** doit être respecté.
- Il ne faut **pas dépasser 2 ou 3 traitements** pour une culture sur un cycle végétatif, si nécessaire changé de produit.
- Si la dose de 25 ml pour 500 m² a été faiblement efficace, il est possible d'augmenter jusqu'à 40 ml ou de changer de produit.
- **ATTENTION** / Avec de la Lambda cyhalothrine à la dose de 50 g/l (à vérifier sur l'étiquette), il faut diviser par deux les doses en ml pour un traitement : 12,5 ml à 20 ml pour 500 m² et 10 litres d'eau.

Le Délai Avant Récolte (DAR) : Exprimé en jours, il indique le nombre de jours à respecter entre le dernier traitement et la récolte. Ce délai doit garantir une teneur minimale en résidus de pesticide sur un produit récolté destiné à l'alimentation humaine, afin de ne pas avoir d'incidence sur la santé du consommateur.

- Attention, le DAR n'est pas le même selon la culture. Il varie de **3 à 21 jours** entre le dernier traitement et la récolte
- Cette recommandation est variable selon les étiquettes des produits vendus au Niger mais, à notre avis, celles-ci ne sont pas fiables. Les DAR proposés dans le tableau sont tirés des guides et documents de plusieurs pays dont les normes sont établis pour protéger les consommateurs.
- Attention aux légumes feuilles (salade, persil, céleri, menthe, Morinaga) qui ont un Délai avant récolte de **7 jours**.

Chapitre II : Matériels et méthodes

Le délai de rentrée : il s'agit de la durée pendant laquelle il est interdit aux personnes de pénétrer dans la parcelle où a été appliqué un produit par pulvérisation ou poudrage.

En Europe, sans mention sur l'étiquette, le délai est de 6 heures minimum. Il passe à 24 heures pour les produits irritants pour les yeux ou la peau (pictogrammes). **C'est le cas de la Lambda cyhalothrine. Après un traitement il faut laisser 24 heures (1 jour) avant de pénétrer dans la parcelle.**

Les produits commerciaux homologués pour cette matière active

- Aucun produit contenant de la Lambda cyhalothrine n'a été homologué dans les pays du CILSS, dont le Niger, sur les cultures maraîchères.
- Des produits contenant de la Lambda cyhalothrine sont homologués au Nigeria, Ghana, Côte d'Ivoire, Togo, Maroc...
- Les produits à base de Lambda cyhalothrine sont très nombreux sur les marchés et points de vente au Niger. Au total 34 produits commerciaux ont été recensés.
- **Le conseil à suivre** : En l'absence de produits homologués, ne pas acheter les produits qui ne présentent pas une étiquette conforme et surtout ne mentionnent pas le nom et les coordonnées du fabricant et du distributeur.

		
<p>Ce type de produit est à éviter car il ne donne ni le nom du fabricant ni celui du distributeur.</p>	<p>Ce type de produit présente une étiquette complète avec :</p>	<p>Noms du fabricant et distributeurs Numéro d'autorisation de l'administration des pays distributeurs (ici Nigeria et Ghana)</p>

Chapitre II : Matériels et méthodes

La toxicité des produits et la bande de couleur



Les pesticides sont classés selon leur toxicité et leur concentration. A chaque classe de danger correspond une **bande de couleur** dans laquelle il faut placer les pictogrammes. Les produits contenant la Lambda cyhalothrine ont le plus souvent une bande jaune avec un **signe X indiquant que c'est un produit nocif**.

Le symbole et l'indication des dangers

Les risques liés à l'utilisation d'un produit sont indiqués par des lettres et des chiffres qui expliquent le classement du produit en détaillant les dangers potentiels.

Les symboles et l'indication des dangers pour la Lambda cyhalothrine : X - R20/22 – R36/38 - AQUA

X : nocif

R20/22 : nocif par inhalation et par ingestion

R36/38 : irritant pour les yeux et la peau

AQUA : dangereux pour les organismes aquatiques. (*PPAAO Niger, en collaboration avec l'INRAN et la DGP*)

II.2. Travail au laboratoire

II.2.1. Préparation de milieu d'culture

II.2.1.1 Composition de la gélose nutritive

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales, pour 1 litre de milieu :

Chapitre II : Matériels et méthodes

Tableau N° 10 : Composition de gélose nutritive

Composition gélose nutritive	
Ingrédients	gramme/litre
Tryptone	5,0g
Extrait de viande	1,0g
Extrait de levure	2,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar agar bactériologique	12,0 g

II.2.1.2. Préparation

Pour préparer un milieu de culture commencer par prélevé la quantité nécessaire d'eau distillée a l'aïd un éprouvette graduée dirigez-vous ensuite à la balance pour peser la quantité nécessaire de milieu de culture en poudre.

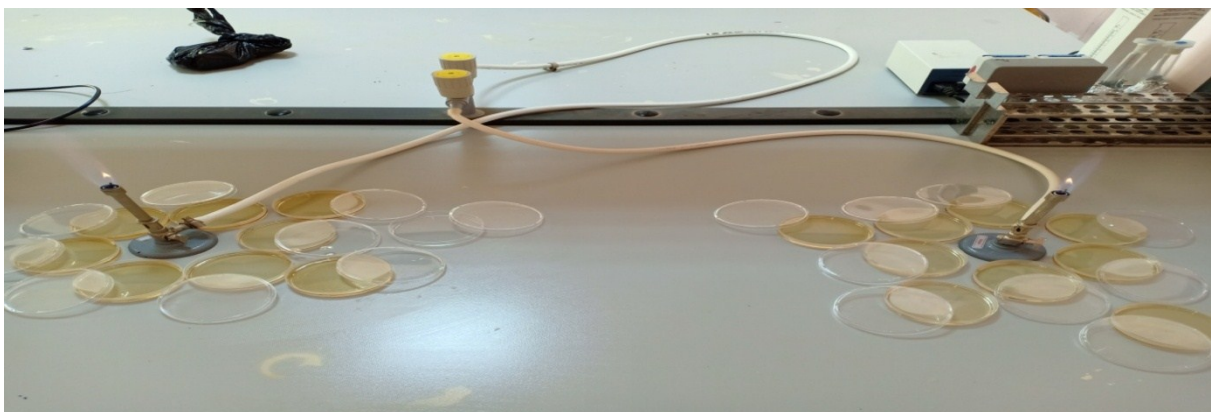
-Mettre la poudre dans le bécher qui contient d'eaux distillés.

-En suite mettant la tige magnétique dans le bécher puis la mettons sur la plaque chauffante tourner le bouton pour activer l'agitation et le chauffage.

- Laisse jusqu'à le milieu de culture bouillir, lorsque le milieu bout, videz-le dans un flacon stérilisé et mettez-le dans l'autoclave.

II.2.1.3. Coulage des boites

Liquéfier l'agar dans un bain marie, laisser refroidir à 45-50 °C et verser dans des boîtes de Pétri. Laisser solidifier pendant au moins 30 minutes.



FigureN°16 : Coulage des boites pétri (original)

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.2.2. Analyse microbiologique du sol

Pour isoler et dénombrer la microflore bactérienne à partir des sols, nous avons utilisé la méthode de suspension –dilution (**Bouderhem, 2011**).

II.2.2.1. Protocole N°01 (Avant l'application de pesticide)

II.2.2.1.1. Dilution des échantillons

✓ Préparation de la solution mère

Dans des tubes à essai, nous avons préparé une solution mère de chaque échantillon, peser 1g de sol de chaque pot (échantillon), et diluer dans 10 millilitre de sérum salé NACL 0.9%, agiter les tubes à essai pour homogénéiser la solution.

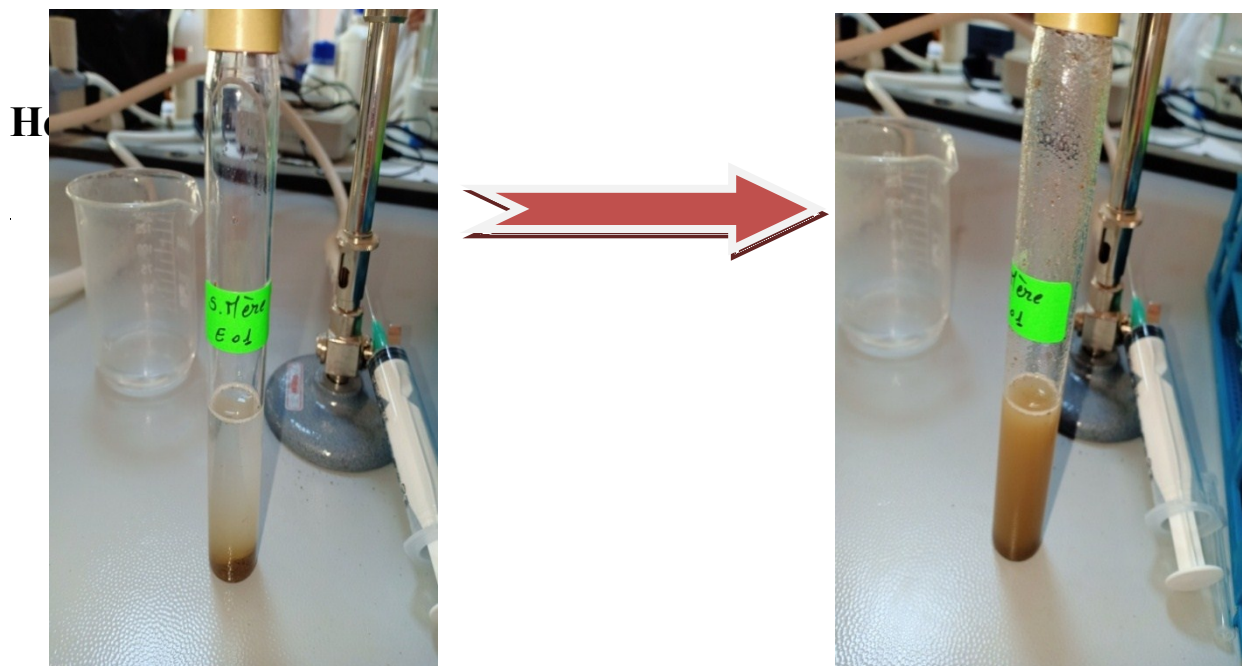


Figure N°17: Préparation de solution mère (original)

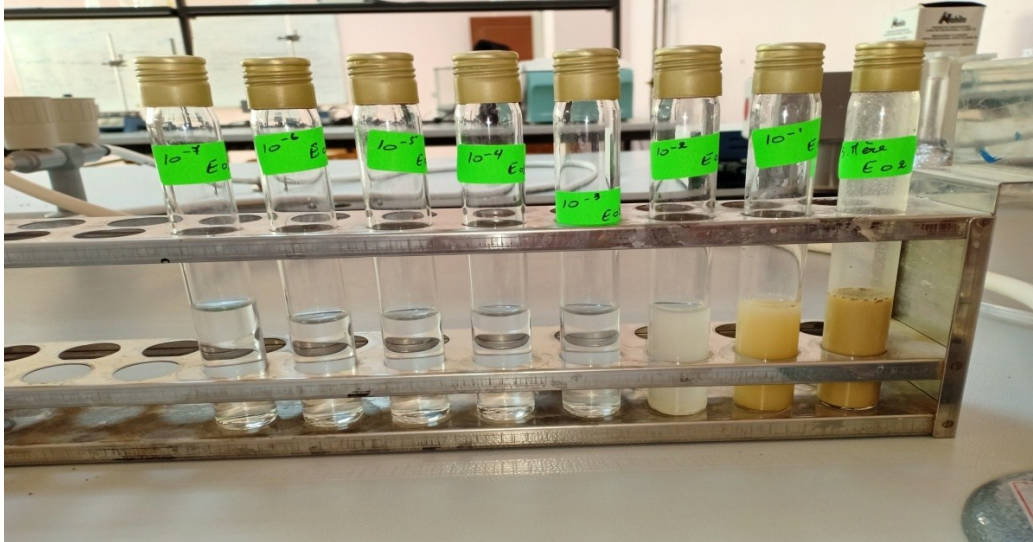
✓ Préparation des suspensions diluées

Dilution en cascade ayant de la solution mère jusqu'à 10^{-7} (1ml de la solution mère dans 9ml de sérum salé NACL 0.9%) :

- 1) Remplir les tubes stériles 1 à 7 avec 9ml de sérum salé. Utiliser une seringue pour remplir les tubes, ainsi que la flamme pour réaliser les techniques stériles.
- 2) Agiter le tube contenant la solution mère
- 3) Prélever 1ml du tube contenant les bactéries (solution mère) et déposer celui-ci dans le tube 1.
- 4) Agiter le tube 1 afin de répartir les bactéries dans le liquide.

Chapitre II : Matériels et méthodes

- 5) Prélever 1ml du contenu du tube 1 et insérer ce prélèvement dans le tube 2.
- 6) Mélanger le tube.
- 7) Répéter les étapes 5 et 6 jusqu'au tube 7.



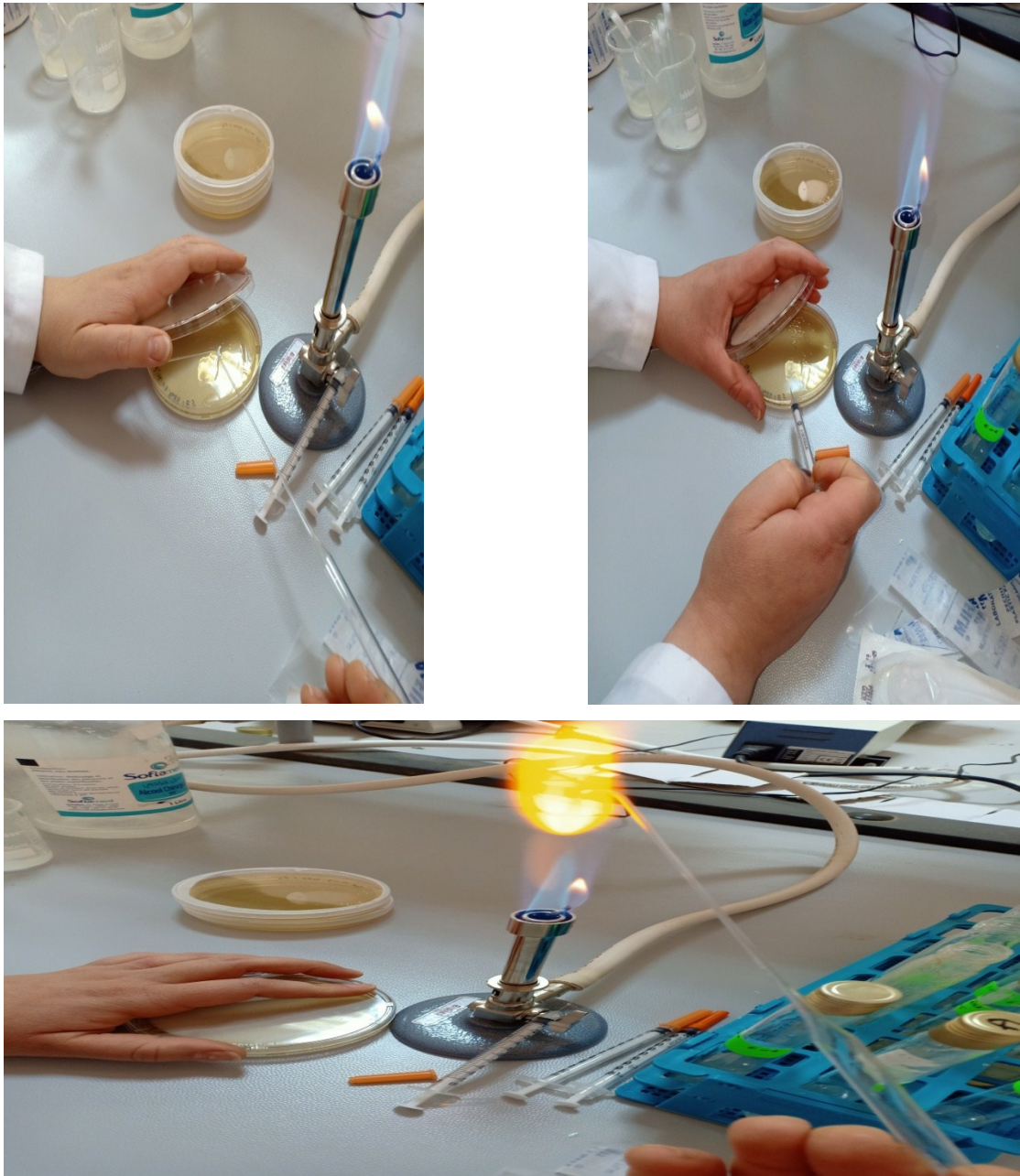
FigureN°18 : Exemple d'une série de dilution (**original**)

II.2.2.1.2. Culture bactérienne

✓ L'ensemencement par la méthode d'étalement

Cette technique utilisée pour le dénombrement microbien

- Déposer 0.1 ml de suspension du germe à l'aide d'une seringue, à la surface du milieu de culture (GN) coulé et solidifié.
- Constituer un râteau (étaioir) à l'aide d'une pipette pasteur.
- Etaler la goutte de suspension par ce râteau, puis incuber.



FigureN°19 :Etalement d'une suspension bactérienne (original)

✓ Incubation

On place les boites dans une étuve qui va réguler et maintenir la température à la valeur favorable à leur croissance (37°C), durant toute la période nécessaire (variant de 24h à 72h pour la majorité des bactéries).



FigureN°20 : Incubation des boites pétries dans une étuve (**original**)

II.2.2.2. Protocole N°02 (Après l'application de pesticide)

II.2.2.2.1. Préparation de l'énorme pour l'application de pesticide

- Prendre 0.5ml de pesticide avec précautions d'emploi (porter des gants, bavettes,...), et diluer dans 20ml d'eau distillée dans un bécher.
- Homogénéiser le contenu eau-pesticide et laisser réagir pendant quelques minutes.



FigureN°21 : Dilution du pesticide utilisé (**original**)

II.2.2.2.2. Application du pesticide

- Prendre 1ml de pesticide dilué et le mélanger avec 10g de sol récolté dans des boîtes pétri stériles (pour chaque échantillon)
- Laisser les mélanges en contact pendant 24h

Chapitre II : Matériels et méthodes

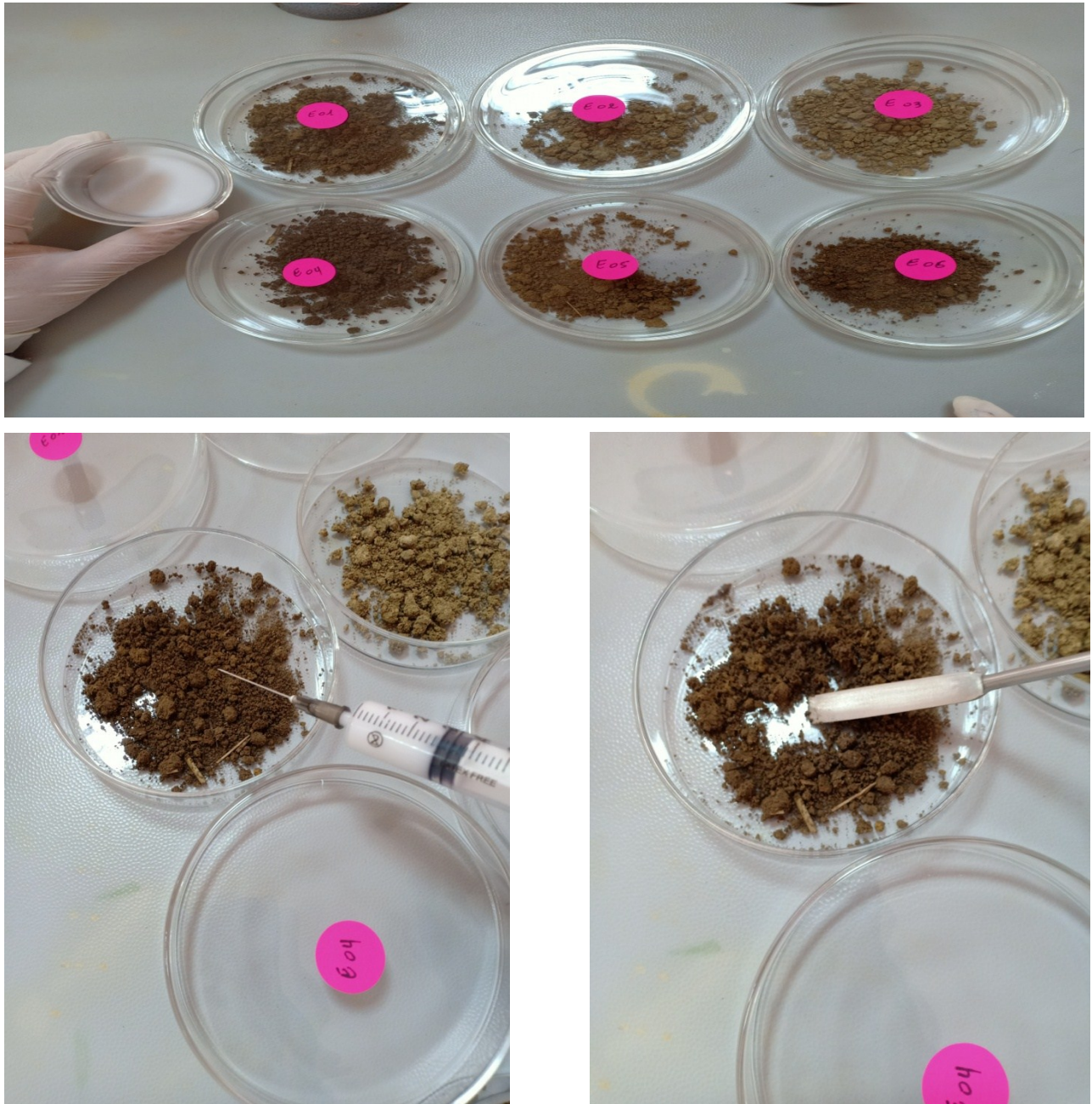
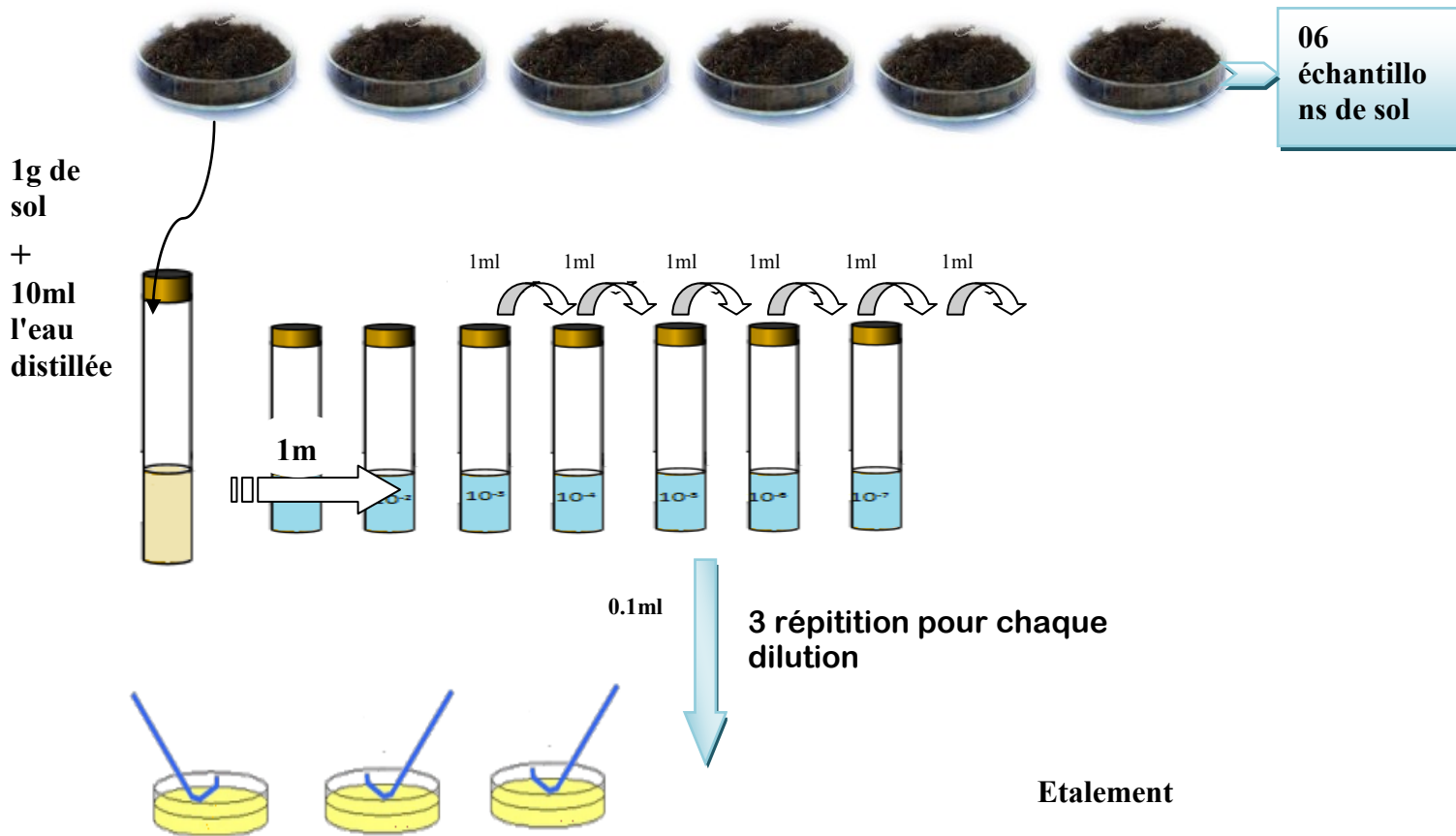


Figure N°22: L'application du pesticide dilué sur les échantillons de sol (original)

- Répéter la même manipulation que celle des sols témoins (avant l'application de pesticide), dilution jusqu'à 10^{-7} et incubation à 37°C pendant 24h.

Chapitre II : Matériels et méthodes



FigureN°23:Schéma illustrant le protocole expérimental

III.1. La formule de dénombrement des colonies bactériennes

Les résultats d'analyse microbiologique obtenus au cours de notre expérimentation pour l'ensemble des échantillons sont représentés dans les figures

La biomasse microbienne a été calculée en basant sur la formule suivante à partir du nombre de colonie (UFC) enregistré dans les boîte de pétris :

La biomasse	nombre d'UFC comptées
microbienne (ufc/ml)=	$\frac{\text{nombre d'UFC comptées}}{\text{volume d'inoculum déposé}} \times \text{facteur de dilution}$

Chapitre III : Résultat et discussion

Chapitre III : Résultat et discussion

III.2. Résultat et discussion de chaque prélèvement

III.2.1. 1^{er} prélèvement

Concernant le type de sol sableux-limoneux, les résultats des analyses microbiologiques obtenus au cours de notre analyse pour l'échantillon avant et après l'application de pesticide sont illustrés dans la figure suivante :

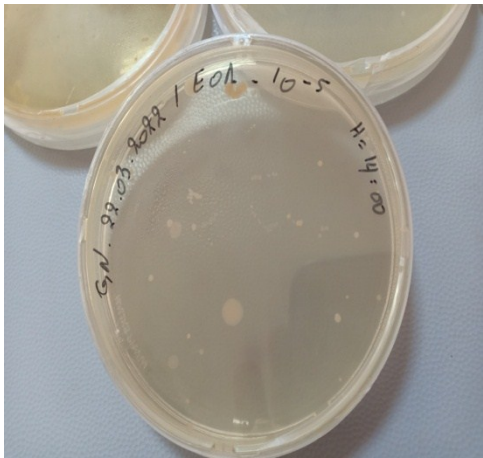
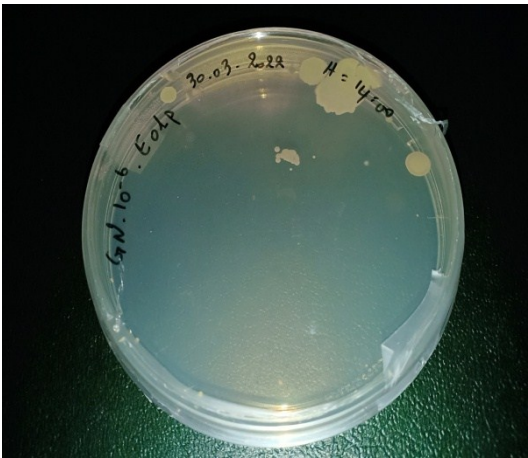
Echantillon N°01	
Avant l'utilisation de pesticide (A)	Après l'utilisation de pesticide (B)
	
UFC= $1,02 \cdot 10^6$ UFC/ml	UFC= $4,3 \cdot 10^6$ UFC/ml

Figure N°24 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°01(original)

Nous remarquons d'après la figure (N°23- A) avant l'application de pesticide une faible activité microbienne estimée à $1,02 \cdot 10^6$ UFC/ml, par contre au niveau de la figure (N°23-B) qui représente les résultats microbiologiques après l'application de pesticide une augmentation de nombre des colonies qui est estimée à $4,3 \cdot 10^6$ UFC/ml, cette augmentation est justifiée par la présence d'un milieu aérobie et une activité microbienne élevée. Ce qui favorise la décomposition et la dégradation des produits phytosanitaires par les microorganismes, par contre les résultats obtenus par (Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL, 2015), L'influence des PPS sur les micro-organismes du sol est évaluée en mesurant leurs effets sur l'activité métabolique, la transformation de l'azote et la minéralisation du carbone. Les effets n'excédant pas 25 % au bout de 100 jours sont jugés acceptables. Au-delà de cette limite, des essais plus poussés doivent être réalisés.

Chapitre III : Résultat et discussion

III.2.2. 2^{ème} prélèvement

Concernant le type de sol argileux-limoneux, la figure suivante montre les résultats des analyses microbiologiques obtenus au cours de notre analyse pour l'échantillon avant et après l'application de pesticide.


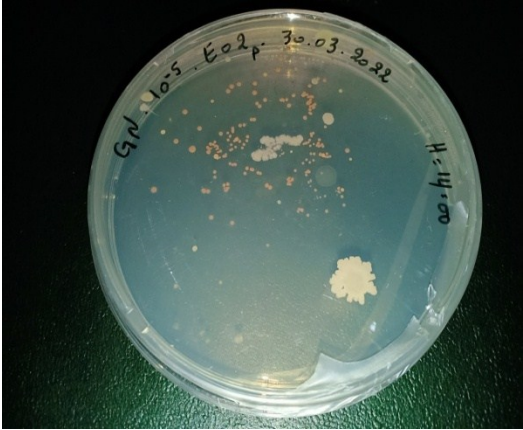
Echantillon N°02	
Avant l'utilisation de pesticide (A)	Après l'utilisation de pesticide (B)
	
UFC= 360.10^5 UFC/ml	UFC= $4,3.10^5$ UFC /ml

Figure N°25 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°02(original)

Nous constatons d'après la figure N°24 une forte activité microbienne estimée à 360.10^5 UFC/ml pour l'échantillon (A), alors que l'échantillon (B) on a enregistré une diminution de l'activité microbienne estimée à $4,3.10^5$ UFC/ml, cette diminution est due à l'absence de l'oxygène et une faible rétention de l'eau et de matière organique.

III.2.3. 3^{ème} prélèvement

La figure ci-dessous illustre les résultats obtenus des analyses microbiologiques au cours de notre analyse qui concerne l'échantillon de sol de type argileux avant et après l'application de pesticide

Echantillon N°03

Chapitre III : Résultat et discussion

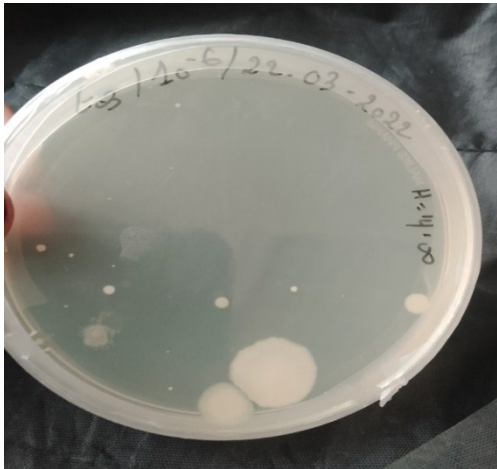
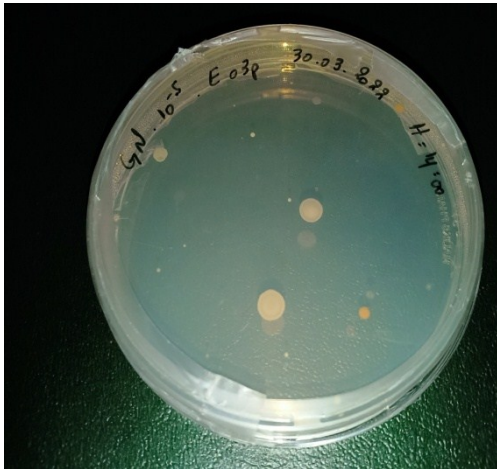
Avant l'utilisation de pesticide (A)	Après l'utilisation de pesticide (B)
	
UFC= 56.10^5 UFC/ml	UFC= $3,5.10^5$ UFC/ml

Figure N°26 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°03(original)

Nous remarquons une croissance considérable estimée à 56.10^5 UFC/ml pour l'échantillon (A), alors que l'échantillon (B) on a enregistré $3,5.10^5$ UFC/ml, ce qui fait une différence de $52,5.10^5$ UFC/ml. Cette diminution est due au type de sol argileux car il ne contient pas assez d'air pour la matière organique, et à la présence du phénomène d'adsorption des molécules actives sur les particules d'argile.

III.2.4. 4^{ème} prélèvement

La figures N°26 montre les résultats de la croissance microbienne au niveau du sol detypelimoneux-sableux, avant et après l'épandagede pesticide

Echantillon N°04	
Avant l'utilisation de pesticide (A)	Après l'utilisation de pesticide (B)

Chapitre III : Résultat et discussion

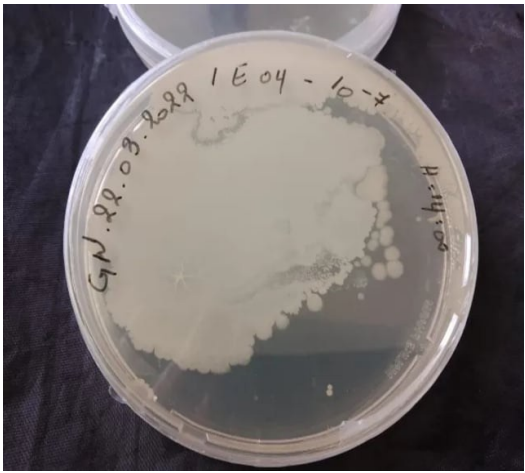
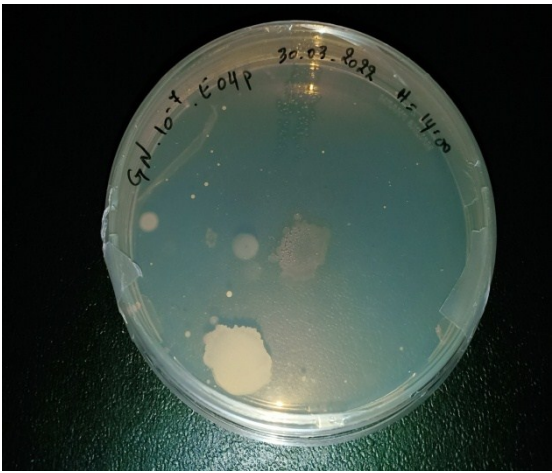
	
<p>UFC= Indénombrable</p>	<p>UFC= 34.10⁶ UFC/ml</p>

Figure N°27 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°04 (original)

D'après la figure N°26, nous observons une croissance de valeur indénombrable pour l'échantillon (A), alors que l'échantillon (B) on a enregistré 34.10⁶ UFC/ml.

Cette diminution due au phénomène de la volatilisation des pesticides, manque de la matière organique et le type de sol caractérisé par un régime de l'exuviation important, ce qui joue le rôle de lavage du sol.

III.2.5. 5^{ème} prélèvement

Concernant le type de sol sableux, les résultats des analyses microbiologiques obtenus au cours de notre analyse pour l'échantillon avant et après l'utilisation de pesticide sont montrés dans la figure suivante :

Echantillon N°05	
<p>Avant l'utilisation de pesticide (A)</p>	<p>Après l'utilisation de pesticide (B)</p>

Chapitre III : Résultat et discussion

<p>UFC= 60.10⁶ UFC/ml</p>	<p>UFC= 31.10⁶ UFC/ml</p>

Figure N°28 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°05(original)

Nous remarquons une croissance estimée à 60.10^6 UFC/ml pour l'échantillon (A), alors que l'échantillon (B) on a enregistré 31.10^6 UFC/ml, ce qui fait une différence de 29.10^6 UFC/ml. Cette diminution est due aux mêmes facteurs de celui de l'échantillon précédent.

III.2.6. 6^{ème} prélèvement

La figure suivante montre des images des résultats de l'activité microbienne au niveau de 6eme prélèvement du sol de type limoneux, avant et après l'utilisation de pesticide

Echantillon N°06	
Avant l'utilisation de pesticide	Après l'utilisation de pesticide

Chapitre III : Résultat et discussion

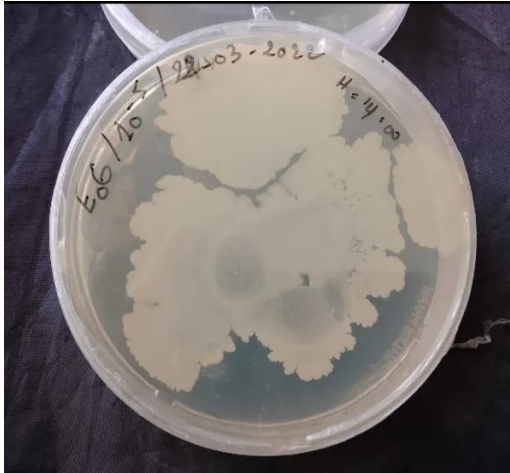

(A)	(B)
	
UFC= Indénombrable	UFC= $4,2 \cdot 10^5$ UFC/ml

Figure N°29 : Résultat de la culture bactérienne de l'échantillon N°06 (**original**)

Nous remarquons une croissance de valeur indénombrable pour l'échantillon (A), alors que l'échantillon (B) on a enregistré $4,2 \cdot 10^5$ UFC/ml.

Cette régression à cause du manque d'aération donc une faible pénétration d'oxygène dans le solo et de la température élevée.

Des résultats similaires ont été observés par (EI-Ghamry et al, 2000 ; Hussain et al, 2001 ; et Mader et al, 2002). Les travaux de (Mader et al, 2002) ont révélé une réduction de 20 à 50% de la biomasse microbienne d'un sol cultivé en pomme de terre traitée par deux pesticides, le dinoseb (Super Kabrol) et le glufosinate (Basta). Ces observations avaient été faites 21 jours après la dernière application de pesticides.

Conclusion

Conclusion

Conclusion et Perspectives

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 pesticides sur la microfaune du sol aux champs des céréales dans la région de Tissemsilt.

L'influence des PPS sur les micro-organismes du sol est évaluée en mesurant leurs effets sur l'activité microbienne (La biomasse microbienne).

Ces résultats indiquent que le type de sol et les teneurs en argiles et en matière organique influencent l'impact des pesticides sur la biomasse microbienne qui diminue dans les échantillons du sol de type argileux limoneux, argileux, limoneux sableux, sableux et limoneux d'un pourcentage allant de 9,37% à 48,33%, tandis qu'elle augmente dans un seul type (sol sableux limoneux) avec un pourcentage de 7,62%. Au regard des difficultés de détermination de l'influence réelle des pesticides dans les variations de la biomasse microbienne des sols, dues principalement à la multiplicité des facteurs perturbateurs de ce paramètre microbiologique, il est suggéré le dosage des pesticides dans les échantillons de sol utilisés pour la présente étude et un affinement de la méthodologie. Cela permettrait une meilleure interprétation des effets observés sur la biomasse microbienne des sols.

En milieu paysan, le suivi de certains paramètres tels que les matières actives utilisées, le nombre d'applications et les doses appliquées est difficile. Or Ces facteurs sont susceptibles d'influencer le devenir des pesticides dans le sol et partant, leur impact sur les microorganismes du sol. Nous suggérons que l'étude soit conduite en milieu contrôlé (en station), cela permettrait de maîtriser ces paramètres afin de faciliter l'interprétation des résultats.

Donc, ces résultats révèlent des effets liés au type de sol et d'autres paramètres comme la teneur de la matière organique, le pH et la monoculture des céréales... et nous concluons notre travail par quelques perspectives :

L'étude s'est limitée à l'évaluation de l'impact des pesticides sur uniquement la biomasse microbienne qui d'ailleurs ne concerne que la microfaune du sol. Afin de permettre une meilleure connaissance de l'impact des pesticides sur la biologie du sol, d'autres paramètres microbiologiques et la macrofaune doivent être pris en compte pour la suite des activités du projet. On devrait par exemple s'intéresser à l'impact des pesticides sur:

- la diversité microbienne et les activités enzymatiques.
- la macrofaune tellurique (lombrics, les termites ...) qui joue également un rôle important dans le compostage de la matière organique.

Conclusion

- Sensibilisation du public sur l'impacte l'utilisation des POP (produit organique persistant) et le remplacement par les biocides.
- Une enquête sociale mise au point pourrait être effectuée par les autorités concernées dans les familles où les échantillons des produits alimentaires ont été collectés.
- La culture durable par la rotation de la culture.

*Référence
bibliographie*

Référence bibliographie

- A.SAIBI mémoire de magister Ecole nationale polytechnique Alger 2008
- Alexander M; (1991). Introduction to soil microbiology, (edn) Willy .NewYork.
- Alexander, M., 1994. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York (USA).
- ANDI 2013, Agence National De Développement Et Investissement
- ANIREF 2011 Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière D. Gummy, C. Morais, P. Bowen, C. Pulgarin, S. Giraldo, R. Hajdu, J. Kiwi, Catalytic.
- Artiola-Fortuny J. & Fuller W.H., 1982. Adsorption of some mono-hydroxybenzene derivatives By soils. Soil Science, 133 : 218-227
- Atlas R. M. & Bartha R., 1992. Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3 rd edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company. San Francisco, California (USA), 563.
- Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Voltz M., Savini I., 2005. Pesticides, agriculture et environnement - Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise collective INRA-CEMAGREF, 66 p.
- B.ZEBOUDJI mémoire de magister Ecole Nationale Polytechnique Alger(2005).
- Bollag, J.-M. & Liu, S.-Y. Biological transformation of pesticides. In: Pesticides in the Soil Environment (Soil Science Society of America, Madison, 1990), Chap.6, pp.169-211
- Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T. & Pojer K., 2002. Pollution toxique et écotoxicologique : Notions de base. Guide technique N°7. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Montpellier (France).
- Boudouch, O. (2009). Etude de la dépollution des sols par extraction sous pression réduite. application au traitement des COV - download. INSA de lyon.
- Boullard B., et Moreau J ; (1962). Sol, microflore et végétation. Edition ; Masson; paris, 289p.
- Bousséboua H., 2005. Eléments de microbiologie. Campus-Club, Algérie, (2ème Edition), 179-199.
- Calvet R ; (2003). Le sol propriétés et fonctions, T1.ED France agricole, Paris. 456 pages.

Référence bibliographie

- Calvet R., 2000. Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90
- Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.P. et Coquet Y. (2005). Les pesticides Dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. Edition France Agricole, Paris, 637 p.
- Caquet Th., Lagadic L., 1998. Conséquences d'atteintes individuelles précoces sur la dynamique des populations et la structuration des communautés et des écosystèmes. In: L. Lagadic, Th. Caquet, J.-C. Amiard et F. Ramade (Eds.),1998. Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 265-298.
- Centre anti poisson Alger, 2011.
- Chassin P., Baize D., Cambier Ph. & Sterckeman T., 1996. Les éléments traces métalliques et la qualité des sols : impact à moyen et à long terme. Forum « le sol un patrimoine menacé ? ». Paris (France), 297-303.
- Chu W., Kwan C. Y., Chan K. H. & Kam S. R., 2005. Kinetics modeling and reaction pathway of 2, 4-dichlorophenol transformation by photo-fenton-like oxydation. Journal of Hazardous Materials, 121: 119-126.
- Colleu S. et Mignard E., 2000. La lutte contre la pollution des sols par les pesticides: limiter les apports, réduire les fuites. *INRA*, 5p.
- Columa, J., M. Blake-Kalff and E. Davies, 1997 - Detoxification of xenobiotics by plants: chemical modification and vacuolar compartmentation. Trends in Plant Science. 2, 144-151
- CRAAQ (2016). Utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides.
- CRAAQ (2016). Utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).
- Crosinier J., 1999. Devenir de la pollution métallique drainée par les eaux pluviales, influence du compartiment microbien et des alternances de dessiccation/réhumectation sur le transfert du zinc dans la zone non saturée du sol. Thèse de Doctorat. Université de Claude Bernard – Lyon I (France).
- Cycoń, M., Piotrowska-Seget, Z., and Kozdrój, J. (2010). Linuron effects on microbiological characteristics of sandy soils as determined in a pot study. Ann. Microbiol. 60, 439–449.

Référence bibliographie

- D SAT direction service agricole Tissemsilt.
- Dalton, H. et Stirling, J.M. (1988). Microbial release and degradation of catechol and chlorophenols of London. *Biological Science*. 297: 481-496.
- Davet. P ; (1996). Vie microbienne du sol et production végétale. Edition INDRA. Paris p 63-81.
- Dellal A et Halitim A., 1992. Activités microbiologiques en conditions salines. cas de quelques sols salés de la région de relizane (Algérie) *Cah. Agri*. vol 1, N°5, éd John Libbey Euro texte, paris
- Design, P. (2011). Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 20112021 (Bibliothèque nationale du Québec).
- Design, P. (2011). Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 20112021 (Bibliothèque nationale du Québec).
- Design, P. (2011). Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 20112021 (Bibliothèque nationale du Québec).
- Dommergues, Y. Mangenot, F ; (1970). *écologie microbienne du sol* .Masson et Cie, paris, pp9-72(796).
- Ensign .J.C; Normand .P; Burdden J.P. et Yallop C.A; (1993). Physiology of some actinomycetes genera. *Res. Microbiol*.144, 657-660.
- EshighiMalayri B., 1995. Décontamination des sols contenant des métaux lourds à l'aide de plantes et de microorganismes. Thèse de Doctorat. Université de Nancy1 (France).
- Estève, K. (2007). Procédé de traitement biologique aérobie d'effluent phytosanitaire en viticulture. Université de Bordeaux 1.
- E-TIC (2014). Gestion des nuisibles et des maladies.
- European Chemicals Bureau (ECB), 2003. *Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment*. Part II. 337 pp.
- FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/423/default.aspx#ancor>.
- Fleeger J.W., Carman K.R., Nisbet R.M., 2003. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment* 317, 207-233.
- FOCUS Air ; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/ai/index.html>
- Girard M.C ; Walter C ; Remy J.C ; Berthelin J ; et Morel J.L ;(2005). *Sols et environnement*. Dunod, Paris.france.
- Giroux, I. (2004). La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec.

Référence bibliographie

- Giroux, I. (2004). La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec.
- Giroux, I. (2015). Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya 2011 à 2014 (Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement).
- Gobat .M ; Argano. M ; Mathey W ; (2003). Le sol vivant, France, 568pages.
- Gouvernement du Québec (2016). À propos des pesticides.
- Hanazato T., 2001. Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective. *Environmental Pollution* 112, 1-10.
- Hepia Un mur VERT qui épure. le VG - Biobed, un brevet hepia, agronomie.
- 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.*
- Irosoft, architecture de gestion de l'information législative-legal information management system (2016). - Loi sur la qualité de l'environnement.
- ISO (International Organization for Standardization) (2002): Soil quality — Guidance on the ecotoxicological characterization of soils and soil materials. ISO 15799. Geneva, Switzerland.
- J.BOLAND ; I.KOOMEN ; J.VAN LIDTH ; D.E.JEUDE ; J.OUEDEJANS .Les pesticides composition, utilisation et risques, Edition Agrodok (2004).
- Jeannot, R., Lemièrre B., Chiron S. Augustin F. & Darmendrail D., 2000. Guide méthodologique pour l'analyse des sols pollués. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France.
- K.M.MOUSSAOUI ; R. BOUSSAHEL ; Y. TCHOULAK ; O. HAOUCHINE ; M. BENMANI ; N. DALACHI ; Ecole Nationale Polytechnique Alger 2008.
- Kitouni. M., (2007). Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes identification moléculaire des souches actives et caractérisation préliminaire des substances élaborées. Thèse doctorat : Microbiologie : Université Mentouri-Constantine.

Référence bibliographie

- Lallemand-Barrès (1993). Méthodes de dépollution des sols et des eaux pollués Par les métaux (Direction Technique de l'ingénierie de l'environnement, France).
- Liess M., Von Der Ohe P.C., 2005. Analysing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24, 954-965.
- Maameri. M, (2007). Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (Ksar Chellala) Mémoire.Ing.Agro.Univ. Ibn-Khaldoun, Tiaret.
- Mider P., Peng S. et Fliessbach A., 2002. Effets des produits phytosanitaires sur les microorganismes du sol. *VBB-Bulletin*, 6 : 6-7.
- MDDELCC (2015). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Stratégie québécoise sur les pesticides 2015-2018.
- Mérian E., 1991. Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance. Wiley-VCH, Weinheim (Allemagne).
- Morel. R,(1989),in Chaussod.R,(1996),la qualité biologique des sols :Evaluationet implication,etude et gestion des sols,3,4,P.261-278 .
- 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.
- Paul E. A. & Clark F. E., 1996. Soil microbiology and biochemistry. 2nd edition. Academic Press. San Diego, California (USA), 340.
- Pesce, S. (2010). Evidence for adaptation of riverine sediment microbial communities to diuron mineralization: incidence of runoff and soil erosion. *J Soils Sediments* 10, 698–707.
- Peterson D.R., 1994. Calculating the aquatic toxicity of hydrocarbon mixtures. *Chemosphere* 29, 2493-2506.
- Quénéa K., 2004. Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques Réfractaires de sols d'une chronoséquence forêt/maïs (CESTAS, Sud ouest de la France). Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).
- Ramade R., 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ediscience international. Paris (France), 58-365
- Richard, J.-P. (2011). Résidus de pesticides dans les fruits et légumes frais vendus au Québec 2007-2011 (MAPAQ).
- 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 et de faculté des sciences, rabat, N°30: 27-55.

Référence bibliographie

- Service statistique, Douanes Algériennes 2010.
- Soulas G., Codaccioni P. & Fournier J. C., 1983. Effect of crosstreatment on the subsequent Breakdown of 2,4-D, MCPA and 2,4,5-T in the soil. Behaviour of the degrading microbial Populations. *Chemosphere*, 12 (7/8) : 1101-1106.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA), 1998. *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. Risk Assessment Forum, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 172p.
- Yasser El-Nahhal (2015). Toxicity of Diuron, Diquat and Terbutryn to Cyanobacterial Mats. *Ecotoxicol Env. Contam* 10, 71–82.

Sitographie :

- (Google Maps).
- FOCUS Landscape and Mitigation; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/lm/-www.eu-footprint.org/fr/>
- FOCUS SW ; <http://focus.jrc.ec.europa.eu/sw/index.html>
- FOCUS <http://focus.jrc.ec.europa.eu/gw/index.html>
- Union des industries de la protection des plantes <http://www.uipp.org/Services-pro/Chiffres-cles/Reperes-monde-et-Europe>.
- www.centrecotox.ch/projets/ecotoxicologie-des-sols/ecotoxicite-des-produits-depreservation-du-bois.

Annexes

Groupe SAPSEC Filiale de l'O.A.I.C Feme Pilote CHOUKI RABAH				
FICHE TECHNIQUE				
Présentation				
Dénomination	CHOUKI RABAH			
Forme Juridique	EPE/SPA			
Vocation principale	CEREALICULTURE			
Vocation Secondaire	ELVAGE OVIN			
Localisation				
Wilaya	TISSEMSILT			
Daira	AMMARI			
Commune	AMMARI			
Lieu dit	AMMARI			
Partenaire (le cas échéant)				
Potentiel existant				
Superficie Agricole Totale (Ha)	1259.34			
Superficie Agricole Utile (Ha)	1202.67			
Superficie Irriguée (Ha)	0			
Terres Incultes (Ha)	56.67			
Parcours (Ha)	169.67			
Matériel d'exploitation				
Désignation	Nombre			
Mat. Traction	10			
Mat. De Récolte	9			
Autres	45			
Infrastructures				
Nature	Nombre	Superficie		
Bâtiment administratif	1	93.58		
Bâtiment de production	3	388.85		
Bergeries	1	184		
Hangars	4	1021.67		
Ressources hydriques				
Nature	Nombre	Capacité / Débit		
Forage	1	très faible		
Bassin	1	100		
Ouvrage Hydrauliques		0		
Electrification	1			
Ressources Humaines				
Nombre Total des employés :				
Encadrement	Technique			Autres
	Total	Dont Saisonniers	Dont Permanents	
4	32	4	28	4
Production Végétale		Production Animale		
Espèces	Superficie (Ha)	Nombre Total	Dont brebis	Dont vache laitière
Blé dur	400	0	0	
Blé Tendre	200	359	170	
Orge	150			
Avoine	148			
Arboriculture	3			
Maraichage	0			
Autres	135			

Figure N° 02 fiche technique

Annexes



Figure n°02 notes de produite d'insecticide ConGfu EC2.5% (original)



Figure N°03 : les six échantillons des sols (original)

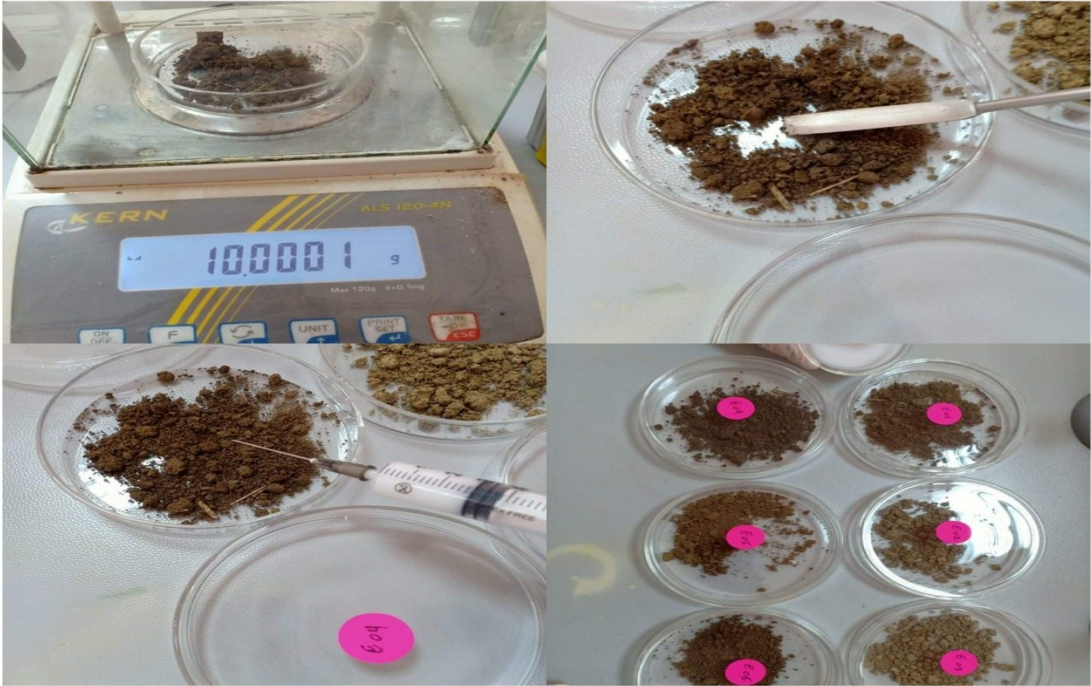


Figure N°04 : application de pesticide (original)



Figure N°5 : dilution de pesticide (original)

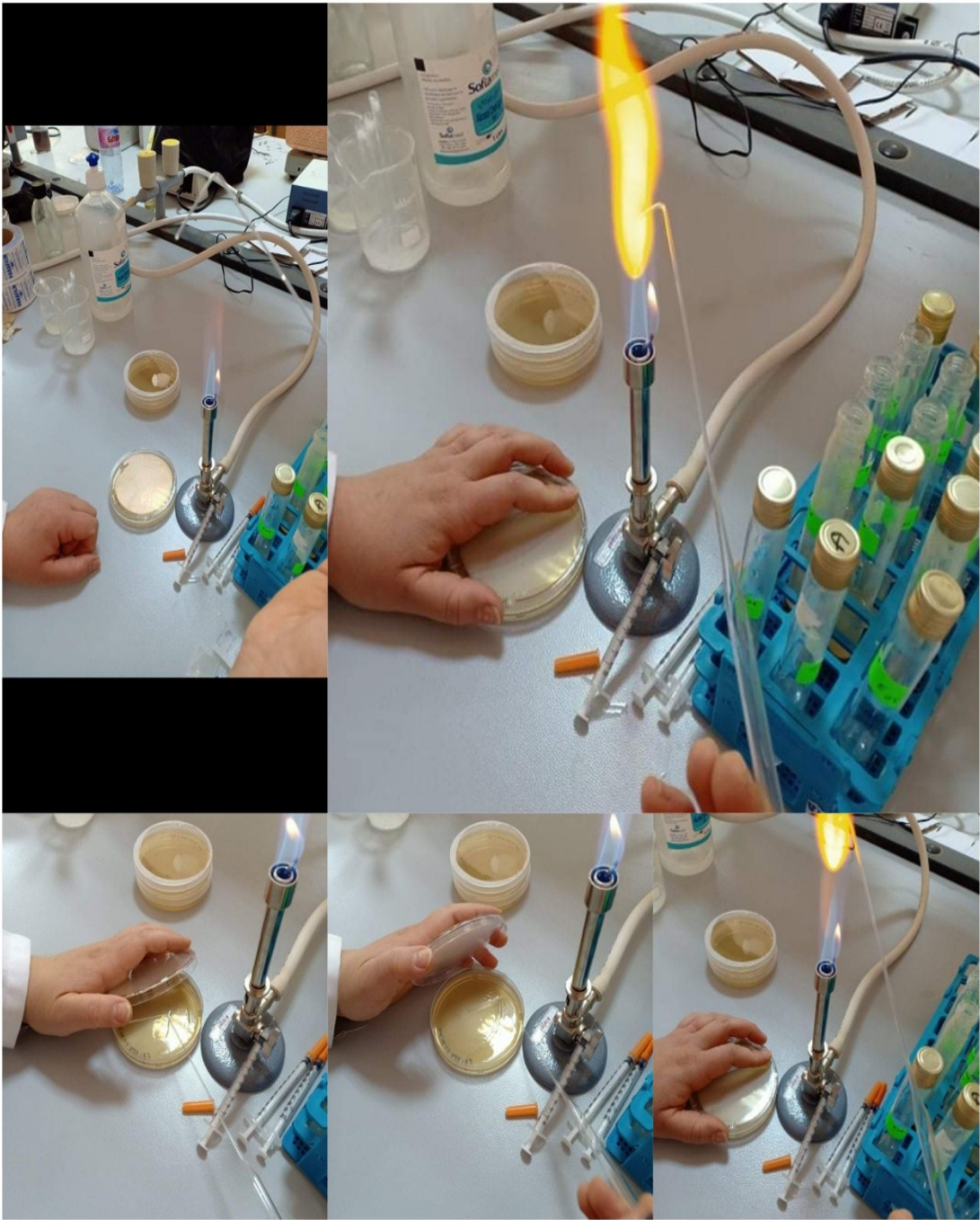


Figure N° 06 : Techenique D'etalmenet (original)



Figure n°07 : incubation des boites pétri (**original**)

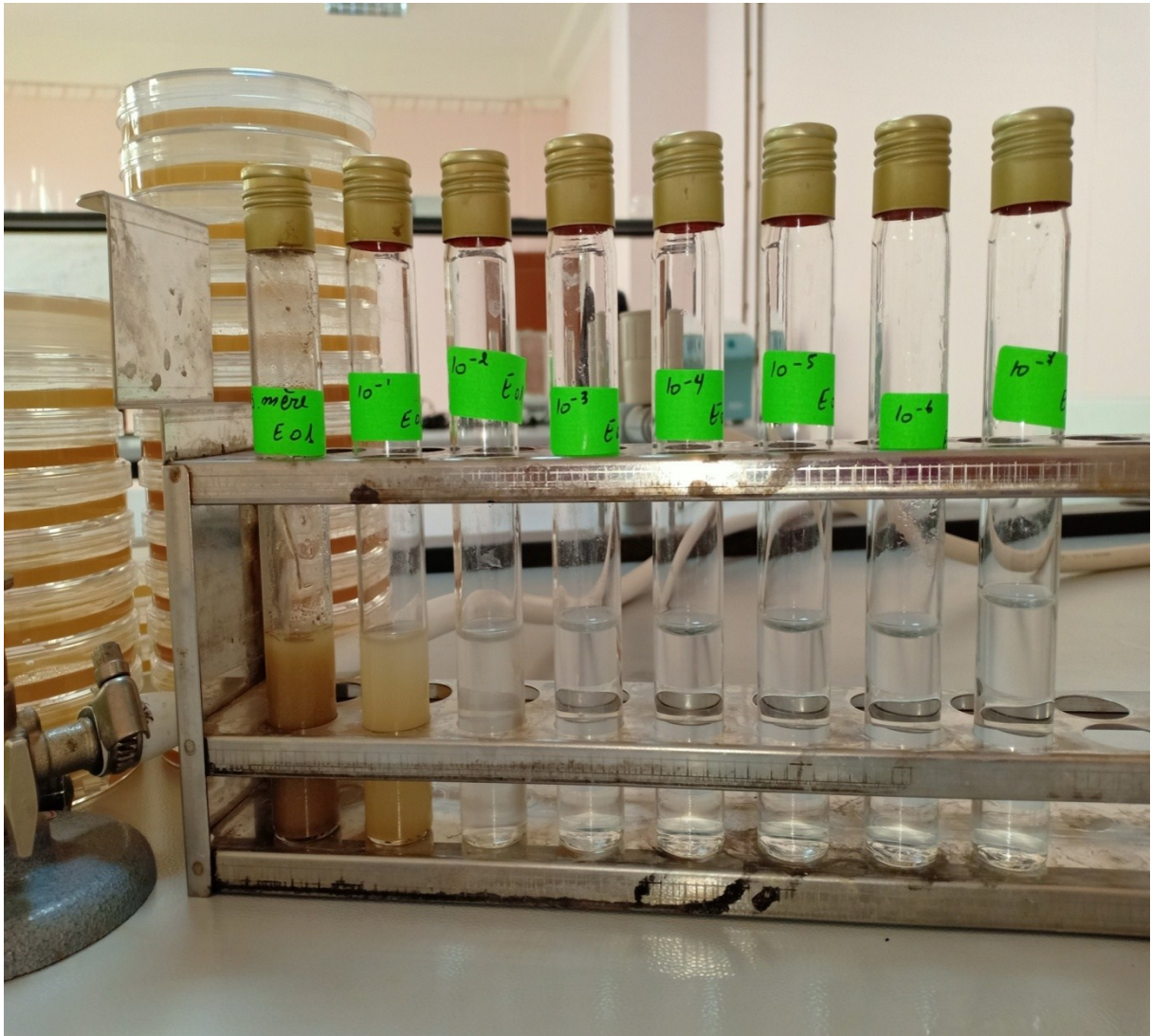


Figure n°08 : dilution de échantillons du sol (**original**)



Figure n°09 : zone des prélèvement **(original)**



Figure n°10 : flacon d'insecticide choisi (**original**)

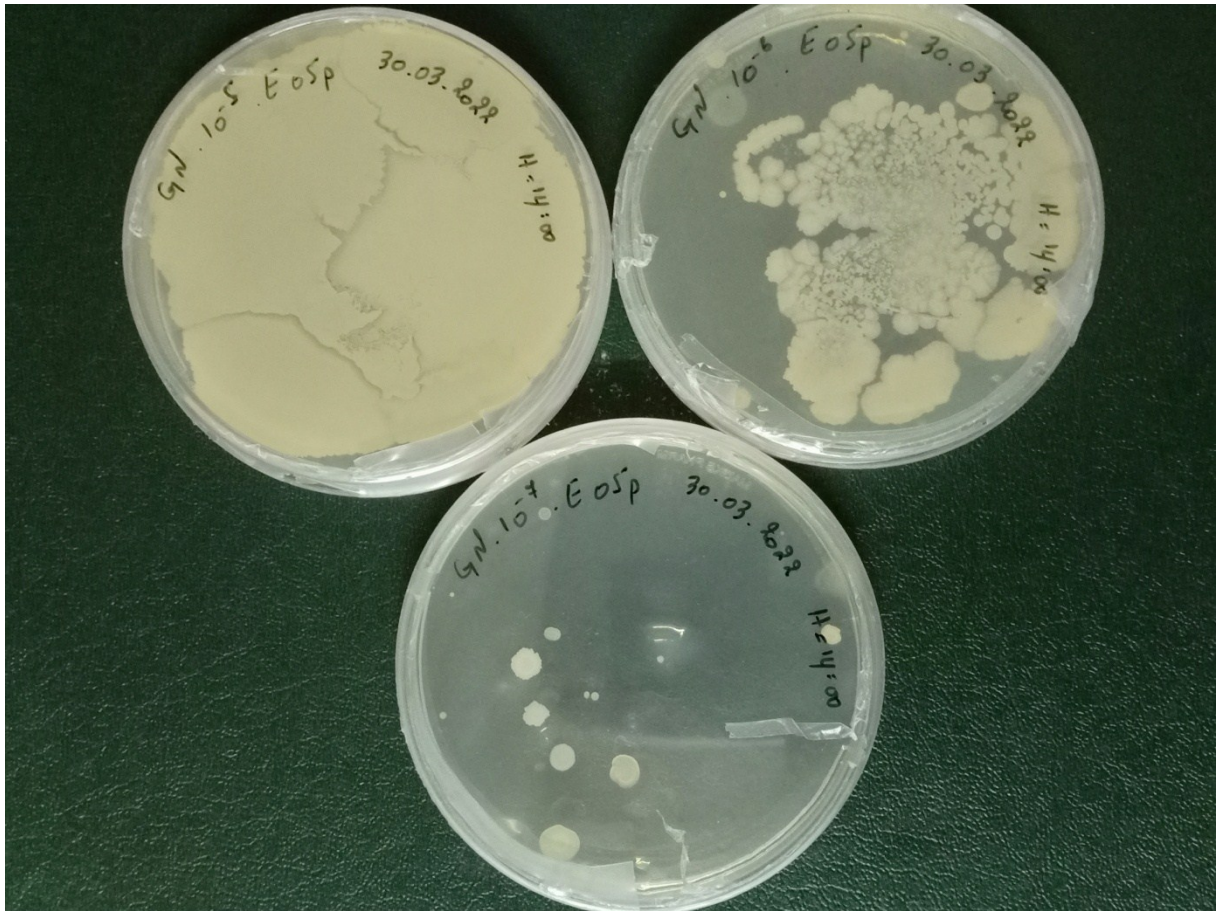


Figure n° 11 : résultat de dénombrement bactérien (**original**)

Tableau n°12 : résumé des résultat de chaque échantillon

Echantillon	Avant l'utilisation	Après l'utilisation
1	Une faible activité $1.02.10^6$	Une augmentation $4.3.10^6$
2	Une forte activité 360.10^5	Une diminution $4.3.10^5$
3	Une croissance 56.10^5	Une diminution $3.5.10^5$
4	Croissance indénombrable	Une diminution 34.10^6
5	Une forte activité 60.10^6	Une faible activité 31.10^6
6	indénombrable	Une Faible activité $4.2.10^5$

Résumé

Les pesticides utilisés en agriculture pour la protection des cultures peuvent avoir des effets secondaires néfastes pour l'homme et son environnement. Les impacts sont en fonction de plusieurs facteurs dont la nature du pesticide, les pratiques culturales, les conditions climatiques, le type de sol. Plusieurs études ont porté sur les effets secondaires des pesticides mais celles intéressant les effets combinés des pesticides et type de sol sur la biologie des sols en milieu réel restent limitées. Notre travail a pour but d'étudier l'impact des pesticides sur les microorganismes des sols dans les zones céréalières de Tissemsilet. Cette étude a porté sur six échantillons de sols prélevés à une profondeur de 0-15cm dans des champs de céréale, avec types de sol différents (sableux, limoneux, argileux, sableux-limoneux, argileux-limoneux et limoneux-sableux). nous avons mesuré l'activité microbienne avant et après l'utilisation de pesticide choisi (l'insecticide **Gongfu2, 5EC**).

Les résultats obtenus de la l'activité microbienne après l'application de pesticide sont presque tous diminués dans tous les type de sol sauf le type sableux limoneux il y a un taux faible.

Mots clés: pesticides, Impact, Culture céréalière, sol, microorganismes, activité microbienne.

Abstract

Pesticides used in agriculture for crop protection can have harmful side effects on humans and their environment. Impacts depend on several factors, including the nature of the pesticide, crop practices, climatic conditions, and soil type. Several studies have investigated the side effects of pesticides, but those concerning the combined effects of pesticides on soil biology in the real environment remain limited. The work undertaken concerned this aspect in order to study the impact of pesticide residues on soil microorganisms in the cereal growing areas of Tissemsilet. This study looked at six different soil types (sandy soil, silty soil, clay soil, sandy-silty soil, clay-silty soil and silty-sandy soil) all the way through the grain crop.

Soil samples were taken at a depth of 0-15cm in cereal fields. Microbial activity was calculated before and after the use of the selected pesticide (**Gongfu2, 5 EC insecticide**).

The calculated results of microbial activity after pesticide application are almost all decreased.

These results indicate possible negative effects of pesticide residues on microbial biomass, related to soil type and not to the age of the cereal crop.

However, the effects observed on soil microbial activity in this study are not solely due to pesticide residues. Climatic factors, tillage and fertilization likely influenced the results. A more refined methodology would allow to determine the real impact of pesticides on this biological parameter.

Keywords: Cereal crop, pesticides, impact, soil, microorganisms, microbial activity.

ملخص

يمكن أن يكون لمبيدات الآفات المستخدمة في الزراعة لحماية المحاصيل آثار جانبية ضارة للإنسان وبيئته. تعتمد هذه التأثيرات على عدة عوامل بما في ذلك طبيعة المبيدات الزراعية، الظروف المناخية و نوع التربة. ركزت العديد من الدراسات على الآثار الجانبية لمبيدات الآفات، ولكن تلك المتعلقة بالتأثيرات المشتركة لمبيدات الآفات على بيولوجيا التربة في البيئة الحقيقية لا تزال محدودة. يتعلق العمل المنجز بهذا الجانب بدراسة تأثير مبيدات الآفات على الكائنات الحية الدقيقة في التربة في مناطق زراعة الحبوب في تيسمسيلت، نظرت هذه الدراسة في ستة أنواع مختلفة من التربة (التربة الرملية، التربة الطينية، التربة الطفيلية، التربة الرملية الطفيلية، التربة الرملية الطينية والتربة الطينية الرملية).

تم أخذ عينات من التربة على عمق 0-15 سم في حقول الحبوب. ثم تم حساب النشاط البكتيري قبل وبعد استخدام مبيدات الآفات المختارة (مبيد حشري Gongfu2, 5EC).

النتائج المحسوبة للنشاط البكتيري بعد تطبيق مبيدات الآفات كلها تقريبا كانت منخفضة تشير هذه النتائج إلى الآثار السلبية المحتملة لمخلفات المبيدات على الكتلة الحيوية الميكروبية والمرتبطة بنوع التربة. ومع ذلك، فإن الآثار التي لوحظت على النشاط الميكروبي في التربة في هذه الدراسة لا ترجع فقط إلى المبيدات، ربما أثرت العوامل المناخية والحرث والتخصيب على النتائج.

إن المنهجية الأكثر دقة تجعل من الممكن تحديد التأثير الحقيقي لمبيدات الآفات على هذا المعيار البيولوجي. **الكلمات المفتاحية:** محصول الحبوب، مبيدات الآفات، التأثير، التربة، الكائنات الحية الدقيقة، النشاط الميكروبي.