

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Physico-Chimique  
Filière : Science Biologique  
Option : Pharmacologie Moléculaire



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

*Evaluation de la toxicité des pesticides  
par l'utilisation d'un biotest*

Présenté par

**GUEDDOU Abdessamie & NEDJAA Khalissa**

Soutenu le : **18 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mme Djoudad-Kadji. H	MCA	Présidente
Mme MouhoubSayeh. C	MCA	Encadreur
Mme Bahloul. Cheraft. N	MCA	Examinatrice

**Année universitaire : 2016 / 2017**

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Physico-Chimique  
Filière : Science Biologique  
Option : Pharmacologie Moléculaire



Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

*Evaluation de la toxicité des pesticides  
par l'utilisation d'un biotest*

Présenté par

**GUEDDOU Abdessamie & NEDJAA Khalissa**

Soutenu le : **18 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mme Djoudad-Kadji. H	MCA	Présidente
Mme MouhoubSayeh. C	MCA	Encadreur
Mme Bahloul. Cheraft. N	MCA	Examinatrice

**Année universitaire : 2016 / 2017**

## Dédicaces

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, ce travail est le fruit de votre soutien infaillible.

A ma chère fiancée Nedjma.

A ma grande mère pour ces prières.

A mes chères sœurs souhila et nedjet pour leurs encouragements permanents, et leur soutien.

A mes chers frères, abderahim, salim, et abdenacer pour leur appui et leur encouragement.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A mes amis avec qui j'ai partagé des moments les plus agréables.

*Abdessamie*

## Dédicaces

Ce mémoire est dédiée à

mes parents qui ont fait de moi ce que je suis,

Mon cher Saber

Mes adorables frères Nacer et Mohamed Mokhtar

Mes âmes soeurs Acia, Malika, Amel, Dalal et ses familles

Tous mes cousins et cousines que j'aime,

Tous les membres de ma famille qui méritent être aimés

Et à tous mes amis pour avoir rendu mon quotidien récréatif et passionnant

*Khalissa*

## Remerciement

*Au terme de ce travail, nous remercions Allah, le bon Dieu miséricordieux de  
Nous avoir aidés à réaliser ce travail.*

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à Mme Mouhoub Sayah Chafika qui a bien voulu diriger ce travail, nous la remercions aussi d'en avoir partagé ses connaissances et pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous remercions s'adressent également aux honorables membres de jury, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions également Mme KADJI-DJOUDAD Hafsa, pour ses précieux conseils et son aide à exploiter les données par les tests statistiques.

Nous aimerons également exprimer notre gratitude à Mme Mouhoub karima pour sa gentillesse ainsi que ses conseils.

Nos sincères remerciements vont également à Mr Yezguer Sadek de nous avoir conseillé et guidés dans la détermination des espèces lombricidae ainsi que ses conseils.

On souhaiterait aussi adresser nos gratitudes à tout nos enseignants pour l'accompagnement et le savoir transmis tout au long de notre parcours universitaire, ainsi qu'à tout le personnel de département de biochimie appliquée.

Nous tenons également à remercier tous ceux et celle que nous ont aidé dans la réalisation de ce travail et qui nous ont soutenu dans les moments difficiles.

**Merci à tous**

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I:</b> Classification des pesticides selon le cible visée.....	5
<b>Tableau II:</b> Structure chimique caractéristique de certaines familles de pesticides .....	6
<b>Tableau III:</b> Classification des vers de terre .....	16
<b>Tableau IV:</b> Des paramètres des contaminants utilisés .....	25
<b>Tableau V:</b> Effectifs et fréquences des espèces des vers de terre recensés dans la station d'étude.....	28
<b>Tableau VI:</b> Effet du Décis® sur la survie des vers de terre ACC .....	29
<b>Tableau VII:</b> Effet de l'Hexavil® sur la survie des vers de terre ACC .....	31
<b>Tableau VIII:</b> Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de l'hexavil. ....	32
<b>Tableau IX:</b> Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de l'hexavil. ....	34
<b>Tableau X:</b> Effet du Priori Opti® sur la survie des vers de terre ACC .....	35
<b>Tableau XI:</b> Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de Priori Opti.....	37
<b>Tableau XII:</b> Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de Priori Opti.....	38

## *Liste des figures*

<b>Figure 01:</b> Devenir des pesticides dans l'environnement.....	8
<b>Figure 02:</b> Les différents types de prostomium.....	13
<b>Figure 03:</b> Dispositions des soies chez le ver de terre.....	14
<b>Figure 04:</b> Les zones où vivent les trois grands groupes de vers de terre.....	16
<b>Figure 05:</b> Localisation de la station de prélèvement du sol et d'échantillonnage des vers de terre -CAZEL- Souk El-Tenine.....	18
<b>Figure 06:</b> Prélèvement et préparation du sol.....	19
<b>Figure 07:</b> Lieu et Méthode d'échantillonnage des vers de terre.....	20
<b>Figure 08:</b> Photo réel et schéma morphologie d' <i>Aporrectodea caliginosa</i> .....	21
<b>Figure 09:</b> La structure chimique de la Deltaméthrine.....	22
<b>Figure 10:</b> La structure chimique de l'Hexaconazol.....	23
<b>Figure 11:</b> Structure chimique du Chlorothalonil.....	23
<b>Figure 12:</b> Structure chimique de l'Azoxystrobine.....	24
<b>Figure 13:</b> Représentation de l'approche méthodologique de contamination des vers de terre 26.	
<b>Figure 14:</b> Abondance des espèces des vers échantillonnées dans la station d'étude.....	29
<b>Figure 15:</b> Histogramme de l'effet des concentrations croissantes du Décis sur le poids des vers de terre avant et après 04 semaines de contamination.....	30
<b>Figure 16:</b> Histogramme d'interaction entre les concentrations croissantes du Décis et les concentrations des métaux lourds accumulés.....	31
<b>Figure 17:</b> Dendrogramme des relations entre les semaines sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de l'Hexavil.....	33
<b>Figure 18:</b> Dendrogramme des relations entre les doses sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de l'Hexavil.....	34
<b>Figure 19:</b> Expression du pourcentage de survie des vers de terre en fonctions des concentrations en de Priori Opti, après 14 jours.....	36
<b>Figure 20:</b> Dendrogramme des relations entre les semaines sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de Priori Opti.....	37
<b>Figure 21:</b> Dendrogramme des relations entre les doses sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de Priori Opti.....	39
<b>Figure 22:</b> Symptômes induit par la toxicité du Priori Opti.....	39

## *Liste des abréviations*

**2-4D:** Acide 2,4-Dichlorophénoxyacétique.

**AChE:** Acétylcholine Estérase.

**ADN:** Acide désoxyribonucléique.

**C:** Carbone.

**CAH:** Classification Ascendante Hiérarchique.

**Cd:** Cadmium.

**CE50:** Concentration Effective 50 %.

**CRE:** Capacité de rétention maximale en eau du sol.

**DDT:** Dichlorodiphényltrichloroéthane.

**DL50:** Dose ou concentration létale pour 50% des organismes exposés, par rapport au témoin.

**EMT:** Elément trace métallique.

**FAO:** Food and agriculture organization.

**IBS:** Inhibiteur de la biosynthèse des stérols.

**IDM:** Inhibiteur de la déméthylation des stérols.

**INERIS:** Institut national de l'environnement industriel et des risques.

**ISO:** International Organization for Standardization.

**Mg/kg:** Concentration d'un pesticide en milligramme de matière active / kilogramme de sol

**N:** Azote.

**OCDE:** Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

**OMS:** Organisation mondiale de la santé.

**P:** Phosphore.

**Pb:** Plomb.

**pH:** Potentiel hydrogène.

**Ppb:** Partie par billion.

**SAA:** Spectrométrie d'absorption atomique.

---

## Table des matières

Dédicace	
Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
<b>Chapitre I. Synthèse bibliographique</b>	
1. Généralité sur les pesticides.....	3
1.1. Définition.....	3
1.2. Historique.....	3
1.3. Utilité de l'utilisation des pesticides.....	4
1.4. Classification .....	4
1.4.1. Classification selon la nature de la cible visée.....	4
1.4.2. Classification selon la famille chimique .....	5
1.5. Aperçu de l'état des pesticides en Algérie .....	7
1.6. Toxicologie des pesticides .....	7
1.6.1. conséquences pour les éco-systèmes.....	7
1.6.2. Toxicité sur l'Homme .....	8
1.6.2.1. Toxicité aigüe.....	8
1.6.2.2. Toxicité chronique .....	9
1.6.3. Effets sur la biodiversité .....	10
1.7. Méthodes d'évaluation de la toxicité des pesticides.....	10
1.7.1. La bio-surveillance.....	10
2. Généralité sur les Lumbricidae .....	12
2.1. Aperçu morphologique et anatomique d'un ver de terre.....	12
2.2. Caractère sexuel externe et reproduction.....	14
2.3. Anatomie interne .....	14
2.3.1. Le système nerveux.....	15
2.3.2. Le système circulatoire.....	15
2.3.3. Le tube digestif.....	15
2.3.4. Le système respiratoire.....	15

2.3.5. Système d'excrétion .....	15
2.4. Classification des vers de terre .....	16

## Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Préparation des éléments expérimentaux .....	17
1.1. Choix du modèle biologique .....	17
1.2. Protocole expérimentale du bio-test.....	17
1.2.1. Présentation de la station d'échantillonnage des vers de terre.....	18
1.2.2. Préparation du sol du bio-essai .....	18
1.2.3. Echantillonnage et présentation de L'espèce utilisée pour le biotest.....	19
1.3. Choix des contaminants .....	20
1.3.1. Décis® (Deltaméthrine) .....	22
1.3.2. Hexavil® (Hexaconazole) .....	22
1.3.3. Priori Opti® «Chlorothalonil + Azoxystrobine».....	23
1.4. Essais de toxicité .....	24
1.4.1. Test de toxicité aigüe .....	24
1.4.2. Contamination des vers de terre .....	25
1.5. Mesure des concentrations des ETM chez les Lumbricidae contaminés par les pesticides .....	26
1.5.1. Spectrométrie d'absorption atomique (SAA) .....	27
2. Analyse statistique des résultats .....	27

## Chapitre III : Résultats et Discussion

1. Abondance des vers de terre.....	28
2. Essai de toxicité des pesticides sur les vers de terre .....	29
2.1. Test de toxicité aigüe sur l'espèce <i>Aporrectodea caliginosa caliginosa</i> .....	29
2.1.1. Effet du Décis « Deltaméthrine » .....	29
2.1.2. Effets d'Hexavil « Hexaconazol » .....	31
2.1.3. Effet du Priori Opti® .....	35
2.2. D'autres symptômes induit par de toxicité .....	39
3. Discussion générale.....	40
Conclusion générale et Perspectives .....	43

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

# *Introduction*

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le marché mondial des pesticides représente environ 40 milliards de dollars, il est stable depuis les années 2000. Les États-Unis sont le premier consommateur mondial des pesticides (Anonyme, 2011).

L'Algérie importe en moyenne 8827 tonnes de pesticides pour un coût estimé à près de 4 milliards et demi de dinars par an (Anonyme, 2006).

Depuis plusieurs décennies, la communauté scientifique a pris conscience des dangers de l'emploi massif des pesticides, tant pour la santé humaine que pour l'environnement. La caractérisation des risques engendrés par ces polluants est donc devenue un « Enjeu écotoxicologique » majeur.

L'évaluation écotoxicologique porte sur le fonctionnement de l'écosystème tel que déterminé par la survie et le bien-être de toutes les espèces dans un écosystème spécifique. Il est supposé que la protection des espèces protège la structure des écosystèmes et donc leur fonctionnement.

Les écosystèmes terrestres comportent une variété immense d'organismes vivants. Ces derniers remplissent des fonctions écologiques essentielles. Le sol est caractérisé par différents facteurs microbiologiques, physiques, chimiques et mécaniques, il est donc le support d'une activité biologique intense. En effet, l'activité humaine produit de nombreux polluants de nature différente, qui résultent par conséquent plusieurs types de pollutions : physiques, chimiques et biologiques. La pollution du sol a comme origine principale : les activités agricoles via les engrais, les fertilisants et les pesticides.

En effet, très grande partie des pesticides répandus n'atteint pas leur cible. Une partie importante est dispersée dans l'atmosphère, soit lors de leur application, soit par évaporation ou par envol à partir des plantes ou des sols, sur lesquels ils ont été répandus. Dispersés par le vent et parfois loin de leur lieu d'épandage, ils retombent avec les pluies directement sur les plans d'eau et sur les sols d'où ils sont ensuite drainés jusqu'aux milieux aquatiques par les eaux de pluie, ce qui présente une vraie menace pour tout l'environnement (Frenske *et al.*, 2002).

Dans le cadre d'évaluation de la qualité des sols, les démarches physico-chimiques sont essentielles car elles informent sur la présence, la nature et la quantité des contaminants dans les sols. Toutefois, elles ne peuvent renseigner sur les effets de polluants sur les organismes vivants et les écosystèmes. C'est pour quoi et de manière complémentaire, l'utilisation d'indicateurs biologiques est indispensable à l'évaluation de la qualité des milieux.

## Introduction générale

---

Parmi les bioindicateur les plus connus, les Lumbricidae présentent des avantages indéniables pour l'évaluation de la qualité des sols. Ils jouent un rôle majeur dans le fonctionnement du sol, en contribuant à la décomposition des matières organiques, la régulation de l'activité microbienne, le cycle des nutriments et à la structuration du sol (Cortet *et al.*, 1999).

Certaines espèces sont aujourd'hui utilisées dans des tests d'écotoxicité normalisés pour évaluer la qualité des sols. C'est le cas notamment des vers de terre [ISO 11268 :1998-2 ; ISO 17512 :2008], utilisés pour mesurer les effets des substances polluantes comme les pesticides a travers, l'étude de la survie, de la croissance, de la reproduction et plus récemment, du comportement d'évitement (Hopkin, 1993; Kammenga *et al.*, 2000).

L'objectif général de notre travail est d'évaluer la toxicité de trois pesticides fréquemment utilisés par les agriculteurs de la vallée de la Soummam à travers l'utilisation d'un bioindicateur de pollution, le ver de terre *Aporrectodea caliginosa*.

Le présent travail est structuré en trois parties, la première, fait l'objet d'une synthèse bibliographique sur les pesticides, les vers de terre (oligochète) et la biosurveillance. La deuxième comprend notre approche méthodologique de recherche et la troisième partie traite les résultats et la discussion. Le tout est couronné par des recommandations et des perspectives.

# ***Chapitre I :***

## ***Synthèse bibliographique***

## I. Généralité sur les pesticides

### I.1. Définition des pesticides

Le code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides (FAO, 1986) a défini les pesticides comme suit :

Les pesticides sont toute substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales, et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisible durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, du bois et des produits ligneux, ou des aliments pour animaux, ou qui peut être administrée aux animaux pour combattre les insectes, les arachnides et d'autres parasites exogènes et endogènes. Le terme comprend les substances destinées à être utilisées comme régulateurs de croissance des plantes, comme défoliants, comme agent de dessiccation, comme agent d'éclaircissage des fruits ou pour empêcher la chute prématurée des fruits, ainsi que les substances appliquées sur les cultures, soit avant, soit après la récolte, pour protéger les produits contre la détérioration durant l'entreposage et le transport.

### I.2. Historique

Selon Calvet (2005), la lutte contre les organismes nuisibles aux cultures a certainement été de tous temps une préoccupation de l'agriculteur. Pendant longtemps, l'essentiel des moyens étaient de nature physique : ramassage des larves, des œufs, des insectes adultes, destruction des plantes malades par le feu, désherbage manuel puis mécanique. L'utilisation des produits chimiques est malgré tout assez ancienne comme l'indique l'emploi du soufre et celle de l'arsenic. L'efficacité de ces moyens était souvent limitée et générait parfois un profond sentiment d'impuissance qui explique la place qui était occupée par les superstitions et autres diverses croyances comme le montre la pratique des rogations par exemple.

L'arsenic a été utilisé comme insecticide depuis la fin du XVII<sup>e</sup> Siècle ainsi que la nicotine dont les propriétés toxiques ont été découvertes par Jean de la Quintinie (1626-1688) qui en a recommandé l'usage. Cependant, c'est surtout au cours des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> Siècles que les propriétés biocides de nombreux produits chimiques ont été mises en évidence et ont donné lieu à de considérables développements des techniques de protection des plantes. Plusieurs facteurs ont contribué à ce développement : l'apparition de graves épidémies (ex : phylloxéra, mildiou de

la pomme de terre, doryphore), la nécessité de nourrir une population humaine croissante, les progrès considérables de la chimie organique de synthèse, et les innovations techniques.

### **I.3. Utilité de l'utilisation des pesticides**

D'après Cooper et Dobson (2007), le bénéfice le plus considérable de l'introduction des pesticides est le gain très important sur les rendements dans les exploitations agricoles qui ont fait appel à ces substances. Pour les agriculteurs, l'utilisation de ces produits est un gain de temps et d'argent non négligeable, et aussi économique, par exemple : l'utilisation d'un herbicide permet de désherber en quelque heure d'application, ce que l'homme mettrait plusieurs jours à faire mécaniquement. Damalas (2009), a également ajouté des avantages esthétiques, les consommateurs privilégiant les fruits et légumes sans défauts.

Au niveau de la santé humaine, les insecticides sont des outils très importants de la lutte contre certains vecteurs de maladies comme le paludisme.

### **I.4. Classification des pesticides**

Selon Calvet (2005), les substances actives sont classées en fonction de :

- La nature de la cible visée.
- La nature chimique de la principale substance active.

#### **I.4.1. Classification selon la nature de la cible visée**

Plusieurs catégories de pesticides selon les organismes vivants visés, dont les principales sont consignées dans le tableau suivant

**Tableau I: classification des pesticides selon le cible visée (INSERM, 2013).**

pesticide	utilisation	exemple
Les insecticides	utilisés contre les insectes nuisibles	Dichlorodiphényltrichloroéthane., déltamethrine.
Les fongicides	utilisés contre les champignons phytopathogènes ou vecteurs de mycoses animales ou humaines.	Moncozèbe, hexaconazol, chlorothalonil
Les herbicides	qui détruisent les plantes adventices des cultures et, de façon plus générale, toute végétation jugée indésirable.	2-4D, glyphosate
Les acaricides	qui détruisent les acariens.	Abamectine, nicotine
Les nématicides	employés contre les nématodes phytoparasites.	Bromomethane, chloropicrine
Les molluscicides	ou hélicides qui détruisent les gastéropodes.	Methiocarbe, mercaptodiméthur
Les rodenticides	qui tuent les rongeurs comme les rats	Warfarine, phosphure de zinc
Les avicides	destinés à éliminer les oiseaux ravageurs.	strychnine

#### I.4.2. Classification selon la famille chimique

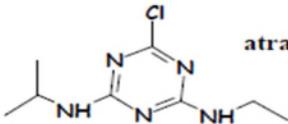
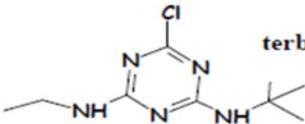
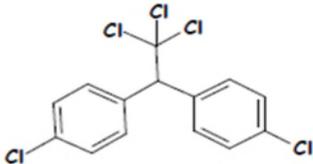
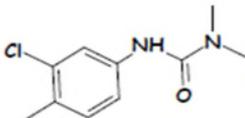
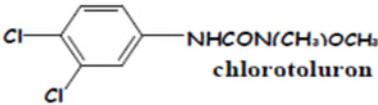
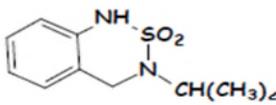
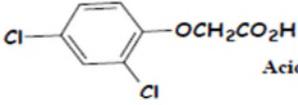
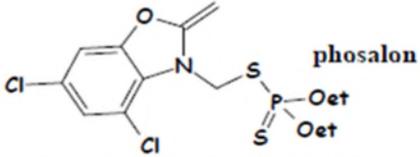
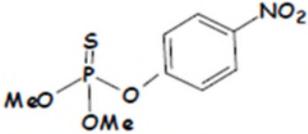
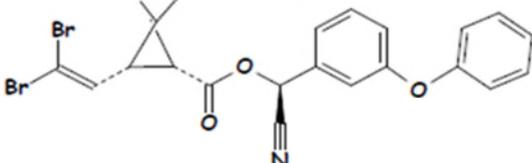
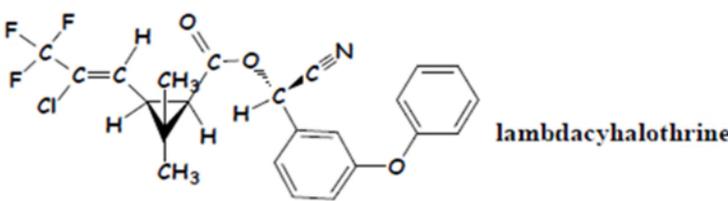
Les pesticides peuvent également être classés en fonction de la famille chimique à laquelle appartiennent les substances actives.

Les pesticides organiques :

Sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les triazines, les urées substituées et les pyréthrénoïdes.

Les structures chimiques de certaines familles sont présentées dans le tableau II.

Tableau II: Structure chimique caractéristique de certaines familles de pesticides (Douafer, 2010).

Famille chimique	Exemple de pesticides
Triazines	 atrazine  terbutylazine
Organochlorés	 DDT
Urées substituées	 linuron  chlorotoluron
Acides et amines	 bentazone  Acide 2,4-dichloro
Organophosphorés	 phosalon  Mathyl parathion
Pyréthrenoïde	 deltaméthrine  lambda-cyhalothrine

Les pesticides inorganiques :

Boland *et al.*, ( 2004), ont mis en évidence que les pesticides inorganiques sont des éléments chimiques qui ne se dégradent pas. Leur utilisation entraîne souvent de graves effets toxicologiques sur l'environnement par accumulation dans le sol [Le plomb, l'arsenic et le mercure sont fort toxiques].

Les Biopesticides :

Ce sont des substances dérivées de plantes et d'animaux. Elles peuvent être constituées d'organismes tels que les moisissures, les bactéries, les virus, les nématodes, composés chimiques drivés de plantes et phéromones d'insectes (Boland *et al.*, 2004)

## **I.5. Aperçu de l'état des pesticides en Algérie**

En Algérie, selon Bouziani(2007), l'usage des insecticides, des fertilisants, des engrais, des détergents, et autres produits phytosanitaires (les pesticides) se répond de plus en plus avec le développement de l'agriculture, mais aussi dans le cadre des actions de lutte contre les vecteurs nuisibles.

Le même auteur cité plus haut indique que au cours de la campagne de lutte antiacridienne de «2004-2005», plusieurs tonnes de pesticides «des organophosphorés, des carbamates et la deltaméthrine» ont été utilisés par épandage ou par pulvérisation dans les régions infectées par le criquet pèlerin, dans la région du Sud et dans le Tell. Puis depuis les cinq dernières années, une autre forme d'utilisation intensive de pesticides se généralise dans de nombreuses wilayas du pays, dans le cadre du programme nationale de lutte contre les zoonoses et plus particulièrement dans la lutte contre les pathologies vectorielles : la leishmaniose, une maladie qui a pris de l'ampleur malheureusement dans toutes les régions du pays, compte tenu de bouleversement écologiques et des dégradations environnementales urbaines et rurales. Ces divers type de traitements par les pesticides se font généralement pour parer à l'urgence, mais sans souci aucun des conséquences environnementales directes et des conséquences sanitaires à long terme liées aux infiltrations de ces substances non dégradables dans les sols, les sources et la nappes, puis vers les écosystèmes en atteignant les végétaux, les animaux et nécessairement l'homme.

## **I.6. Toxicologie des pesticides**

L'utilisation croissante des pesticides depuis un demi-siècle a eu des impacts délétères sur la santé de l'homme et l'environnement.

### **I.6.1. Conséquences pour les écosystèmes**

L'application des pesticides sur les cultures entraîne une dispersion dans les compartiments de l'environnement (Fig. 01). Cette dispersion provoque des transferts et des toxicités indirectes dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, et une exposition indirecte pour l'Homme via l'air et l'eau. Si les matières actives de première génération «les organochlorés» étaient faiblement dégradables, les composés actuels ont des demi-vies plus courtes, une disparition dans les semaines suivant le traitement est observé . Cependant, la rétention dans les sols peut augmenter leur rémanence et être responsable d'effets non

intentionnels (phytotoxicité sur les cultures suivantes, effets des pesticides sur la microflore et la microfaune du sol) (Narbonne, 1998).

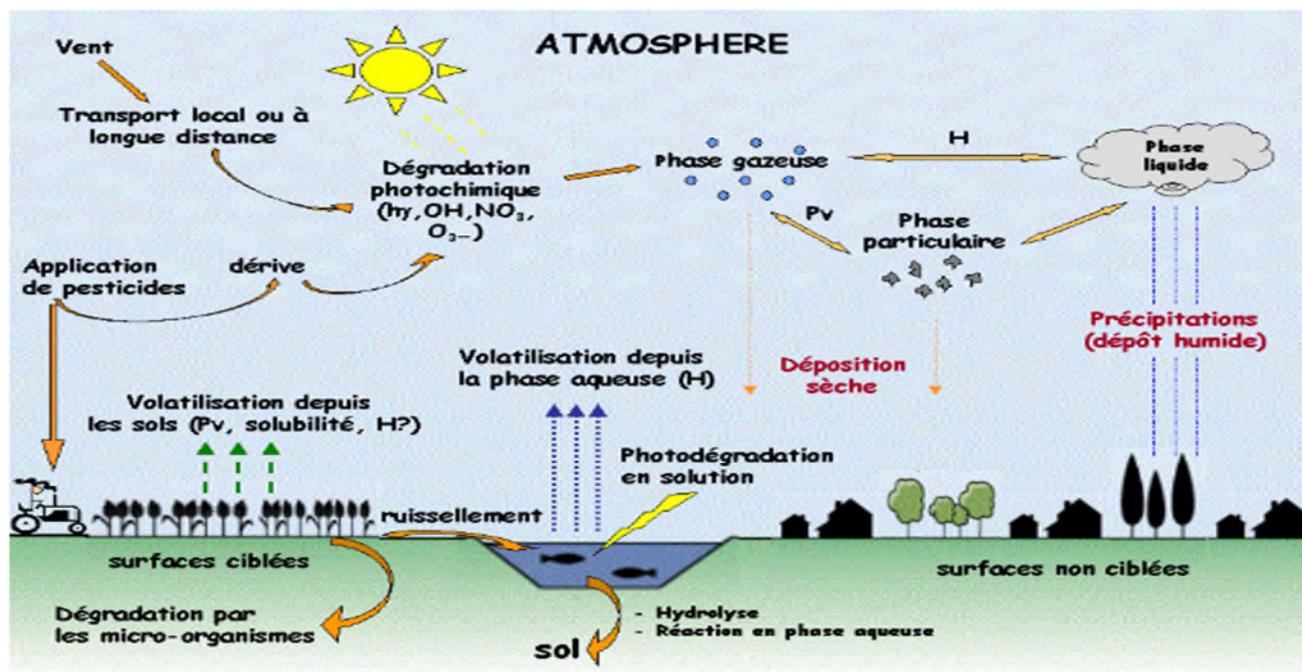


Figure 1: Devenir des pesticides dans l'environnement (Berrah, 2011)

## I.6.2. Toxicité sur l'Homme

En général, l'Homme absorbe les pesticides et leurs produits dérivés via la nourriture, l'eau, l'air respiré ou par contact avec la peau. Les agriculteurs et les ouvriers qui préparent les mélanges et réalisent les traitements ont plus de risque que le reste de la population d'être atteints par contact de la peau ou par inhalation. Chez les agriculteurs, une espérance de vie plutôt supérieure à la moyenne du fait d'une sous mortalité par maladies cardiovasculaires et par cancers en général (Viel *et al.*, 1998).

La toxicité chez l'Homme se manifeste par deux modalités

### I.6.2.1. Toxicité aiguë

La toxicité aiguë des pesticides résulte d'une mauvaise utilisation, d'un usage accidentel des pesticides ou d'une intoxication volontaire souvent gravissime. Les pesticides organophosphorés et les carbamates sont à l'origine des cas d'empoisonnements par les pesticides les plus fréquents. L'exposition se fait essentiellement par voie cutanéomuqueuse et respiratoire, la voie d'exposition orale concernerait davantage la population générale par ingestion accidentelle ou intentionnelle de pesticides. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) il y a chaque année dans le monde un million d'empoisonnements graves par les pesticides, à l'origine d'environ 220 000 décès par an (Cherin *et al.*, 2012).

### I.6.2.2. Toxicité chronique

Les effets chroniques des produits phytopharmaceutiques concernent des pathologies variées et les effets surviennent, pour la plupart, plusieurs années après l'exposition.

Parmi ces pathologies chroniques il y a :

a. Cancérogénèse

Plusieurs études expérimentales et épidémiologiques laissent supposer un risque important d'atteinte par certaine forme de cancer à la suite de l'exposition chronique à certains pesticides couramment utilisés. Les types de cancer les plus souvent cités sont le cancer de cerveau, de poumons, du foie, de l'estomac et la leucémie (Capkin *et al.*, 2006).

b. Effet sur la reproduction

Les pesticides peuvent affecter la reproduction humaine en exerçant une toxicité directe sur les organes de reproduction ou en interférant avec la fonction hormonale.

Les pesticides sont des agents susceptibles de porter atteinte au processus de fertilité masculine via une toxicité testiculaire. Il a été aussi remarqué que chez les femmes exposées à ces produits, l'augmentation du risque de mortalité intra-utérin et diminution de la croissance foetal. Sans oublier les malformations congénitales et les anomalies du système nerveux central (Cuppen *et al.*, 2000).

c. Perturbation du système endocrinien

Selon l'OMS, un perturbateur endocrinien est une substance exogène ou un mélange qui altère les fonctions du système endocrinien et qui, de ce fait, induit des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, par exemple l'herbicide Roundup (Cuppen *et al.*, 2000).

d. Effet sur le système immunitaire

L'exposition à ces produits augmente les risques d'atteinte par des maladies infectieuses en plus des effets comme la chute de production d'anticorps. D'autre part, plusieurs pesticides communément utilisés pourraient supprimer la réponse normale du système immunitaire humain à l'invasion de virus, des bactéries, de parasite et de tumeurs (Cuppen *et al.*, 2000).

e. Effet neurologique

Les effets neurologique chronique sont plus difficiles à mettre en relation avec l'usage de pesticides, cependant une élévation du risque de la maladie de Parkinson est rapportée, dans de nombreuse études, chez les agriculteurs et plus généralement dans les populations professionnellement exposées à des pesticides. L'exposition répétée à des insecticides anticholinérasiques (organophosphorés) a également été associée à une altération des performances intellectuelles, des troubles de l'humeur et de la personnalité (Cocco *et al.*, 1999).

### **I.6.3. Effets sur la biodiversité**

Les insecticides à large spectre comme les carbamates, les organophosphorés et les pyréthrénoïdes peuvent provoquer le déclin de population d'insectes bénéfiques tels que les abeilles, les araignées et les coléoptères. Beaucoup de ces espèces jouent un rôle important dans le réseau alimentaire ou comme ennemis naturels des insectes nuisibles (Arbach, 2012). Les herbicides peuvent provoquer des changements de végétation et d'habitat qui menacent les mammifères (Berny *et al.*, 1997).

1 211 espèces d'oiseaux (12 % du total) sont considérées comme étant menacées dans le monde, et 86 % de celles-ci sont menacés par la destruction ou la dégradation de leur habitat. Pour 187 espèces d'oiseaux menacées dans le monde, la première source de pression est la pollution chimique, comprenant les engrais, les pesticides et les métaux lourds pénétrant les eaux de surface et l'environnement terrestre (Berny *et al.*, 1997).

## **I.7. Méthodes d'évaluation de la toxicité des pesticides**

### **I.7.1. La biosurveillance**

D'après Guerlet (2010), la recherche d'outils de surveillance de la qualité des écosystèmes et la mise au point des méthodes d'évaluation du risque environnemental mobilisent d'intenses efforts de la part d'une large communauté scientifique depuis les dernières décennies.

Lorsque l'on cherche à protéger les écosystèmes contre des agressions extérieures, en général liées à l'activité humaine, qui perturbent leurs mécanismes biologiques, l'idée la plus simple est de chercher au sein des organismes vivants les témoins de ses perturbations. La notion de bio-surveillance vient de là (Vindimian, 2014).

Certaines espèces sont très sensibles aux variations des conditions environnementales, qu'elles soient d'origine biotique ou abiotique et y répondent proportionnellement par des changements mesurables à différents niveaux d'intégration (spatial, morphologique, physiologique, cellulaire, ou bien encore moléculaire). Tous ces changements peuvent s'ils sont bien utilisés, constituer des bio-indicateurs, outils précoces et sensible à une large gamme de polluants, pour détecter une dégradation comme une restauration du milieu (Wu *et al.*, 2005 ; Figueira *et al.*, 2009).

D'innombrables travaux ont été publiés sur l'emploi de bioindicateurs tels que les espèces bio-accumulatrices destinées à évaluer la qualité des milieux naturels. En effet, l'accumulation de certains polluants par les organismes bio-accumulateurs facilite leur mise en évidence et leur quantification par des méthodes chimiques et/ou physiques. De plus, les espèces bio-

accumulatrices retenues comme bio-indicatrices sont en général des espèces abondantes, relativement résistantes aux toxiques et d'une durée de vie suffisante qui leur confère une capacité d'intégration des variations de la qualité du milieu (Amiard *et al.*, 1989).

Parmi les organismes de la faune terrestre, les invertébrés sont utilisés comme bio-indicateurs de pollution. Il en est ainsi des mollusques bivalves et des gastéropodes terrestres et aquatiques, certains arthropodes (les crustacés), et les annélides (Polychètes, Achètes) et surtout les oligochètes (Beeby, 2001) qui ont fait objet à notre étude.

## II. Généralité sur les Lumbricidae

Les Lombricidés sont des métazoaires, triploblastes, coelomates et protostomiens, font partie des Annélides qui sont principalement représentés dans les écosystèmes terrestres par les vers de terre de la classe des oligochètes, représentant une composante majeure de la macrofaune du sol puisque, dans la plupart des écosystèmes terrestres, ils dominent en biomasse. Ils sont également connus comme étant de bons bio-accumulateurs de certains polluants (Edwards et Bohlen, 1996).

### II.1. Aperçu morphologique et anatomique d'un vers de terre

D'après Lavelle et Spain (2001), les vers de terre sont des animaux qui appartiennent à la macrofaune du sol. Ils se distinguent par une anatomie allongée et circulaire. Leurs corps sont constitués par une série de nombreux anneaux successifs appelés « métamères » (de 60 à 200), lesquels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement. Chez les lombricidés et quelques familles, chaque segment du tronc est caractérisé par la présence de quatre paires de soies de positions variables. Il porte également deux pores néphrétiques. Le tout donne un aspect bien caractéristique, vermiforme, ce qui favorise leur pénétration dans le sol.

Comme tous les Oligochètes terrestres les vers de terre n'ont ni yeux, ni tête distincte. Cependant ils possèdent une forte densité de cellules sensorielles. La région antérieure est plus effilée et porte la bouche ; alors que la région postérieure, parfois plus renflée et légèrement aplatie, porte l'anus.

Le corps des vers de terre est donc annelé, composé d'anneaux. Le premier segment est appelé "Prostomium", le second "Peristomium" et le dernier "Pygidium" (Sims et Gerard, 1999).

**a. Le prostomium :** Partie la plus antérieure, située immédiatement en avant de la bouche, ce n'est pas un véritable segment (métamère) et il ne possède ni soies ni cavité coelomique, il est plus ou moins fusionné avec le péristomium, il peut se présenter sous différents types (Fig. 02).

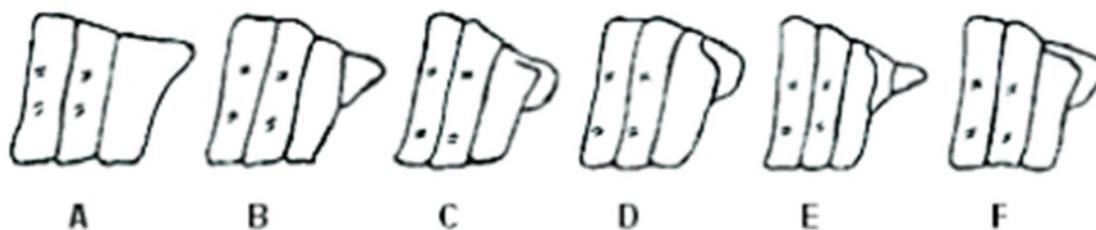


Figure 2: Les différents types de prostomium (Bouché, 1972).

Prostomiums : zygalobique (A), prolobique (B), épilobique ouvert (C), épilobique fermé (D), subdivisé (E) et tanylobique (F)

**b. Le metastomium (soma) :** Il constitue l'essentiel du corps du ver de terre. La première partie qui délimite l'orifice buccal se nomme « péristomium ». Chez l'adulte le soma peut être divisé par rapport au Clitellum en trois zones.

- La zone antérieure (anté-clitélienne) : Elle possède une forte densité de cellules sensorielles et contient le système nerveux. Sa morphologie est modifiée par le développement musculaire qui a un rôle mécanique important pour la pénétration des vers de terre dans le sol.
- Le clitellum : Il est sous forme d'un fer à cheval annulaire chez quelques familles, il sécrète un cocon qui reçoit les œufs et les spermatozoïdes en période de reproduction.
- La zone post-clitélienne : Elle se présente comme une succession de segments similaires. Sa fonction est essentiellement mécanique et digestive, elle permet aux vers de terre de s'accrocher à l'orifice du terrier lorsqu'ils explorent la surface du sol.

**c. Le pygidium :** Il ne comporte pas de cavité cœlomique, donc n'est pas considéré comme un métamère, il entoure l'anus.

**d. Les Soies :** sont constituent l'un des caractères principaux utilisés pour l'identification des vers de terre. Elles sont de nature double, protéique, chitineuse et sont rigides. Les soies sont groupées en faisceaux dans chaque segment, excepté le prostomium, le peristomium et quelques segments postérieurs. Chaque soie est implantée dans la paroi du corps dans un sac et chaque segment contient le plus souvent quatre faisceaux : deux latéraux-dorsaux et deux latéraux-ventraux.

Il existe deux types de disposition de soie : type lombricienne (avoir 8 soies par segment souvent se répartissent en 4 paires) et perichaetienne (avoir plus de 8 soies par segment se répartissent autour de la circonférence du corps).

Les écarts entre les soies sont variables mais constants au niveau d'un même segment et à l'intérieur d'une population, ce qui conduit à l'usage fréquent de ce caractère en taxonomie (Fig. 03).

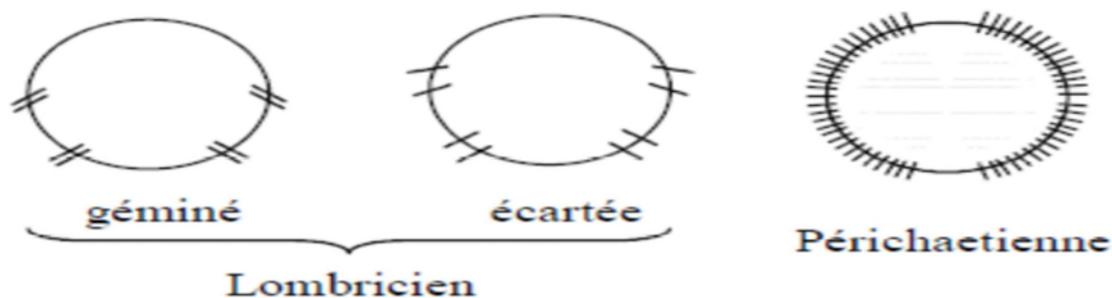


Figure 03: Dispositions des soies chez le ver de terre (Bouché, 1972).

## II.2. Caractères sexuels externes et reproduction

D'après Bachelier (1978), l'emplacement des orifices mâles, dont les lèvres, épaisses et blanchâtres au moment de la reproduction, constituent un caractère sexuel secondaire bien visible. Par contre, l'emplacement des orifices femelles ne peut pas facilement être déterminé, car ces orifices sont très petits, même aux périodes de ponte. L'emplacement du clitellum, bourrelet qui apparaît sur le corps des vers de terre à maturité sexuelle et qui sécrète le cocon où sont pondus les oeufs. Il existe de nervures génitales qui relient les orifices mâles au clitellum, notamment chez les Lombricidés. L'existence de crêtes de puberté saillant sur le clitellum et des mamelons blanchâtres sur certains segments antérieurs. Ainsi que l'emplacement des orifices des réceptacles séminaux ou spermathèques, parfois visibles au moment de la reproduction où *Lumbricus terrestris* possède deux paires de pores spermathécaux. Mais d'autres vers en ont davantage, jusqu'à un maximum de 7 paires.

Razafindrakoto (2012), a indiqué que les vers de terre sont des animaux hermaphrodites à fécondation croisée. En revanche, la reproduction se fait toujours entre deux individus, rare est le cas où il existe une fertilisation directe de l'œuf ou Amphimixie.

## II.3. Anatomie interne

Les vers de terre appartiennent au groupe des coelomates triploblastiques protostomiens. Ce sont des animaux typiquement métamérisés, à symétrie bilatérale. Ils possèdent des cavités coelomiques métamérisées. Ces dernières sont homonomes, c'est-à-dire régulières avec répétition des néphridies et des ganglions et remplie de fluide : le cœlome.

La physiologie des lombriciens a été largement décrite par Laverack (1963),

Edwards et Lofty (1977), et Tomlin (1980). Les lombriciens possèdent un (squelette) hydrostatique dû à la présence du coelome, ce qui leur permet de se déplacer par des mouvements péristaltiques du corps.

Le tube externe, ou paroi du corps, est composé d'un épiderme enveloppé d'une cuticule, d'une couche de muscles circulaires et une autre de muscles longitudinaux. Cette musculature est adaptée à leur mode de locomotion de fousseurs.

**II.3.1. Le système nerveux :** est formé d'une chaîne nerveuse ventrale et d'un simple ganglion cérébroïde qui produit des neurosécrétions fondamentales pour la reproduction.

**II.3.2. Le système circulatoire :** les vers de terre présentent un système circulatoire fermé, et comporte deux vaisseaux : un ventral et un dorsal et des capillaires qui irriguent les différents organes.

**II.3.3. Le tube digestif :** est constitué d'un tube interne qui parcourt toute la longueur du ver et qui présente des modifications locales pour assurer certaines fonctions digestives spécialisées.

Le tube digestif qui débute par un simple orifice la bouche, comporte directement un pharynx suivi, dans un ordre variable, d'un œsophage plus ou moins long, de glande de Morren, d'un jabot et d'un gésier, cet ensemble est suivi d'un long intestin comportant le plus souvent un repli interne, dorsal, le typhlosolis (cet organe a un développement et une morphologie très variables en fonction des espèces).

#### **II.3.4. Le système respiratoire**

Du fait d'une respiration cutanée, les vers de terre ne possèdent pas de poumons, le corps doit rester humide pour permettre la respiration, ainsi que des (cœurs) latéraux jouant le rôle de pompes.

**II.3.5. Système d'excrétion :** il est représenté par des organes de l'excrétion et de l'osmorégulation, qui jouent un rôle important dans l'élimination. Une néphridie comporte un néphrostome prolongé par un long tube ayant une morphologie très variable qui débouche à l'extérieur par un néphridiopore. En général, il existe une paire de néphridies par segment (Bouché, 1972).

## II.4 . Classification écologique des vers de terre

Les travaux de Bouché (1971) et de Lavelle (1981) ont permis de regrouper les différentes espèces des vers de terre en trois catégories principales. Cette classification est basée sur des critères morphologiques et écologiques (notes dans le Tab III et Fig. 4)

**Tableau III: Classification des vers de terre**

Classe	Description et rôle
Les épigées	sont des vers pigmentés de petite taille (10 à 30 mm en général) et vivent généralement dans la litière de surface et se nourrissent des matières organiques en décomposition dans cette litière (Bouché, 1977 ; Lee, 1985).
Les endogées	sont des vers dépigmentés, sans couleurs ou très pâles, de taille variable (1 à 20 cm), vivant généralement dans les premiers centimètres de sol où ils construisent des galeries d'orientation quelconque (Bouché, 1977).
Les anéciques	sont de couleur brune, de taille moyenne à géante (10 à 110 cm), ce sont ceux qu'on appelle les "lombrics". Ils creusent des galeries verticales profondes à subverticales plus ou moins ramifiées s'ouvrant en surface. Ils ont un mode de vie mixte, et se nourrissent de débris organiques prélevés en surface et qu'ils laissent pourrir dans le sol avant de les ingérer avec du sol (Bouché, 1977)

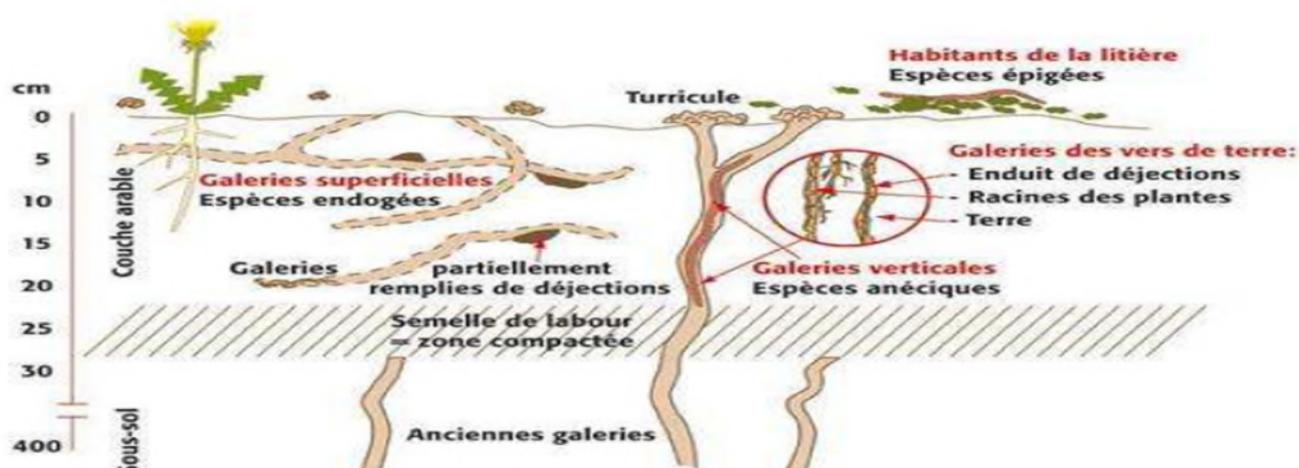


Figure 4: Les zones où vivent les trois grands groupes de vers de terre. (<http://www.bioactualites.ch/>)

# **Chapitre II :**

## ***Matériel et Méthodes***

## I. Préparation des éléments expérimentaux

L'objectif de cette étude est d'évaluer la toxicité de trois pesticides qui sont le Décis® (insecticide), Hexavil® et Piori Opti® (fongicides), sur un modèle biologique appartenant aux Lumbricidae, connus comme bio-indicateurs de la pollution du sol. Cette approche d'évaluation de la toxicité des sols, se base sur un protocole expérimental bien défini, faisant appel à un test de toxicité aigüe.

Ce biotest a été complété par une mesure des concentrations de traces métalliques éventuellement, accumulés par les lumbricidae après leur contamination par les pesticides.

### I.1. Choix du modèle biologique

Afin de réaliser un biotest sur la toxicité aigüe des pesticides, nous avons choisi un exemple parmi les invertébrés terrestres qui sont connus comme des acteurs importants dans les interactions du sol. De ce fait ils ont un impact majeur au niveau des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol, assurant le maintien de la capacité du sol à délivrer des services écosystémiques (Lavelle, 2002 ; Lavelle *et al.*, 2006).

Ces service écosystémique concernant l'approvisionnement en eau, le cycle de nutriment, la formation du sol, la régulation du climat ou encore le contrôle de l'érosion.

Parmi les invertébrés du sol, les vers de terre sont les acteurs les plus importants dans la formation du sol, dans le maintien de la structure et de la fertilité des sols et la fragmentation de la matière végétale et animale morte. Ils représentent la biomasse animale la plus importante des sols dans la plupart des écosystèmes terrestres (Lavelle, 2002 ; Lavelle *et al.*, 2006).

### I.2. Protocole expérimental du biotest

La réalisation du biotest nécessite au préalable des sorties sur le terrain qui nous ont orienté sur les choix des éléments expérimentaux, et qui sont : (a) la station d'échantillonnage des lumbricidae, (b) l'espèce de lumbricidae prise comme modèle biologique et (c) les pesticides les plus utilisés par les agriculteurs dans la région de Bejaïa.

### I.2.1. Présentation de la station d'échantillonnage des vers de terre

Notre travail de recherche a été réalisé dans l'entreprise CAZEL à Souk El-Tenine, Bejaïa.

Le complexe agro zootechnique d'élevage C.A.Z.E.L est situé sur la RN 09 à 30 Km de l'est de la ville de Bejaia. Il s'étend sur une assiette de 433 ha, dont 350 ha surface agricole utile. Ses activités principales est la production animale avec une capacité de 1272 têtes bovines dont 542 vaches laitières, l'unité produit aussi du fourrages verts, secs, ensilage d'une capacité d'environ 4000 tonnes. Il détient 04 bassins à lisier et "Docks" de stockage d'une capacité de 15000 tonnes de céréales (Fig. 5).

Le site est caractérisé, par un sol humide et très riche en fumier ce qui constitue un milieu favorable pour la prolifération des vers de terre.

Nous avons ciblé cette station en raison de ses règles de non utilisation des pesticides.



**Figure**Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document. **5:**  
**Localisation de la station de prélèvement du sol et des vers de terre -CAZEL-  
Souk El-Tenine**

### I.2.2. Préparation du sol du bio-essai

Afin de préparer la première étape du bio-essai, nous avons prélevé d'abord une quantité de sol qui pourra servir d'une part, comme substrat pour l'acclimatation des lumbricidae avant de lancer le test de toxicité aigüe, et d'autre part comme support de contamination pour les pesticides.

A une profondeur de 30 cm, nous avons prélevé environs 40 kg du sol, au niveau du laboratoire de Zoologie Animal à l'université de Bejaia (LZA), nous avons séché le sol à l'air libre pendant quelques jours.

Pour éliminer les pierres et la macrofaune on a fait passer le sol dans un tamis à maille de 2 mm.

Afin d'éviter la prolifération de toute forme de micro-organismes (bactéries, protozoaires), nous avons passé les échantillons du sol dans une étuve réglée à une température de 80°C pendant 1h et 30 min.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figure 6: Prélèvement et préparation du sol pour le biotest**

a : station d'échantillonnage CAZEL Souk El-Tenine    d : préparation du sol pour le bioessai  
b+c : prélèvement du sol sur le terrain

### **I.2.3. Echantillonnage et présentation de l'espèce utilisée pour le biotest**

#### **a. Echantillonnage des vers de terre**

Le prélèvement a été réalisé pendant un mois entre les mois de février et mars 2017 où les conditions sont favorables (humidité et la température) pour l'activité des vers de terre.

Nous avons utilisé une méthode physique pour extraire les vers de terre du sol. Cette méthode consiste à creuser le sol à l'aide d'une pelle jusqu'à une profondeur d'environ 30 à 40 cm. Ensuite, nous procédons à la recherche des vers de terre qui se fait par un tri manuel (Bretscher, 1896), en séparant la matrice du sol des organismes biologiques après avoir extrait

un volume de sol donné. La recherche des vers de terre se fait avec la main selon la méthode de (Bouché, 1972).



(a)



(b)



(c)

**Figure 7: Lieu et méthodes d'échantillonnage des vers de terre.**

- (a) : station d'échantillonnage CAZEL Souk El-Tenine.  
(b) : échantillonnage des vers de terre par méthode physique.  
(c) : tri des vers de terre échantillonnés.

### **b. Identification des vers de terre**

L'ensemble des espèces de lumbricidae échantillonnées sont déterminées en se basant sur les clefs de Bouché (1972) et les travaux établis par Baha (2001) qui ont permis de déterminer de nouvelles espèces de lumbricidae en Algérie.

La détermination des lumbricidae est confirmée par Yezguer S. (Doctorant, d'université de Bejaïa [LZA]).

Pour identifier les vers de terre, d'abord ils ont été différenciés selon leur caractère externe : la pigmentation, la position et la forme de la clitellum sur les segments du corps, ainsi que le nombre des soies et leur arrangement sur les différents segments.

Au cours de l'échantillonnage des lumbricidae, nous avons identifié deux espèces qui sont *Aporrectodea caliginosa* et *Allolobophora moibii*, la première espèce *Aporrectodea caliginosa* comporte deux sous espèce *Ac caliginosa* et *Ac trapizoide*.

Notre choix s'est porté sur la sous espèce *Aporrectodea caliginosa caliginosa*, vu sa grande abondance sur le terrain par rapport l'autre espèce.

### **c. Présentation du modèle biologique *Aporrectodea caliginosa caliginosa***

Cette espèce est synonyme de *Nicodrilus caliginosus caliginosus* (Savigny, 1826) elle est caractérisée par des individus de taille petite a moyenne (40 à 180 mm de longueur et 3.5 à 7 mm de diamètre), avec une morphologie cylindrique et peu pigmentés (Sims et Gerard, 1999). Appartenant à la catégorie des endogées, ils sont géophages, vivent constamment enfouis dans le substrat et se nourrissent de matières organiques plus ou moins liée a la fraction minérale du sol. Ils construisent des galeries principalement horizontales (Sims et Gerard, 1999), qui peuvent devenir exceptionnellement verticales, lorsque les conditions du milieu deviennent très défavorables (Fig. 08).



**Figure 8: Photo original d'*Aporrectodea caliginosa***

### I.3.Choix des contaminants

Le choix des pesticides utilisés dans ce biotest s'est basé sur une enquête réalisée aux points de vente des produits phytosanitaires situés dans la région de Bejaïa, connue pour leur vocation agricole.

A l'issue de cette enquête, il a été constaté une utilisation fréquente des pesticides tels que Décis®, Hexavil® et Priori Opti®.

#### I.3.1. Décis® (Deltaméthrine) C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Br<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>

La deltaméthrine est un insecticide non systémique appartenant à la famille des pyréthrinoides de synthèse à action rapide par contact et ingestion.

Cette molécule est considérée comme un inhibiteur d'estérase, ainsi que du canal sodium au niveau des membranes des neurones chez les insectes. La dose active de la deltaméthrine en traitement agricole n'est que de 5 à 15 g/ha<sup>-1</sup> (FAO, OMS, 2007).

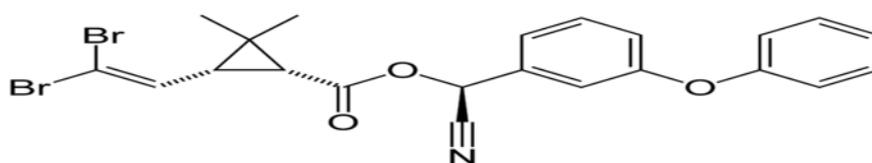


Figure 09: La structure chimique de la Deltaméthrine ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

La deltaméthrine est considérée comme la plus toxique parmi les autres pyréthrinoides, car elle n'est ni pas complètement dégradé ni rapidement métabolisée et de ce fait s'accumule dans les lipides (Sayeed *et al.*, 2003).

En outre, cette molécule est utilisée pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre (Anonyme, 1999).

#### I.3.2. Hexavil® (Hexaconazole) C<sub>14</sub>H<sub>17</sub>CL<sub>2</sub>N<sub>3</sub>O

Il s'agit d'un fongicide systémique à large spectre appartenant au groupe des Triazole. Ce composé est particulièrement actif contre les mildiou (Erysiphaceae), les rouilles et quelque autre ascomycètes et basidiomycètes, sur lesquels il induit une inhibition de la biosynthèse des stéroles, et de la déméthylation (IBS/IDM). En tant que fongicide systémique, il est transporté dans la plante en direction apicale dans le xylème (FAO, 1990).

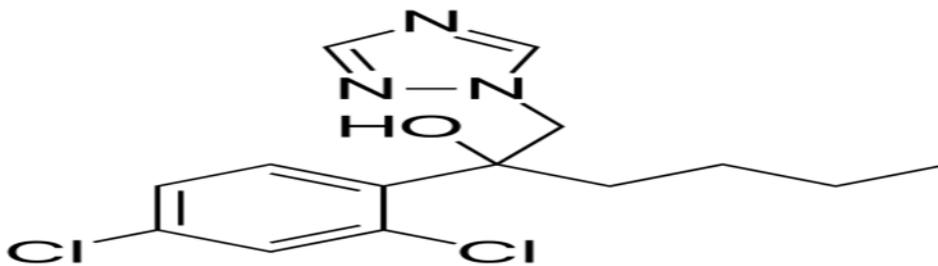


Figure 10: La structure chimique de l'Hexaconazol ([www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com))

#### ❖ Effets toxique et écotoxique de l'hexaconazole

L'OMS a classé l'Hexaconazole parmi les substances peu dangereuses sur la base de sa toxicité aiguë, est parvenue à la conclusion qu'il est peu probable qu'il présente des risques aigus lorsqu'il est utilisé normalement. Il est utilisé à des doses de 20 g de matière active par hectare.

Dans le cadre d'étude de toxicité aiguë et subchronique, des études à court terme sur la souris, le rat et la chien indiquent que le foie est l'organe cible primaire.

Dans le cadre d'étude de toxicité à long terme, une embryotoxicité/ fœtotoxicité a pu être observée dans le cadre d'une étude de tératogénécité sur le rat (Anonyme 2, 1990).

#### I.3.3. Priori Opti® «Chlorothalonil+Azoxytrobine»

Le Priori Opti est un fongicide phytopharmaceutique qui agit par l'association de deux matières actives complémentaire, le Chlorothalonil et l'Azoxytrobine, qui lui confèrent un large spectre d'action préventive et curative vis-à-vis d'un grande nombre de maladies.

##### a. Chlorothalonil C<sub>8</sub>Cl<sub>4</sub>N<sub>2</sub>

Le chlorothalonil est un fongicide de contact à action préventive et appartient à la famille chimique des organochlorés dérivés du benzène. Il interfère avec le glutathion et la coenzyme A qui sont des produits de base dans le métabolisme du champignon ce qui provoque leur mortalité ([www.sapecagro.fr](http://www.sapecagro.fr)).

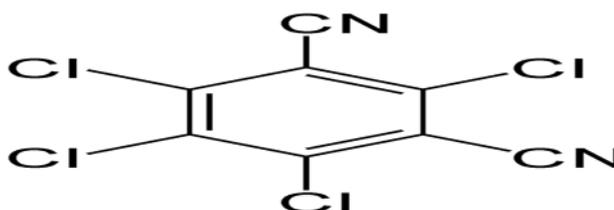


Figure 11: Structure chimique du Chlorothalonil ([www.pubchem.com](http://www.pubchem.com))

**b. Azoxystrobine C<sub>22</sub>H<sub>17</sub>N<sub>3</sub>O<sub>5</sub>**

L'azoxystrobine appartient de la famille des strobilurines. Il est actif sur la germination des spores, sur la croissance mycélienne et sur la sporulation en agissant au niveau des mitochondries par blocage de la respiration et arrêt de la production d'énergie. Grâce à ses propriétés loco-systémiques et translaminaires, l'azoxystrobine est disponible rapidement et durablement sur le site d'action. Il est doté d'un large spectre, avec une efficacité contre les quatre familles de champignons pathogènes [Ascomycètes, Basidiomycètes, Deutéromycètes et Oomycètes] ([www.sapecagro.fr](http://www.sapecagro.fr)).

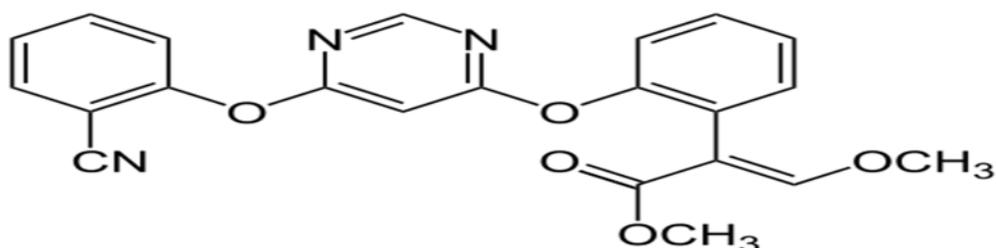


Figure 12: structure chimique de l'Azoxystrobine ([www.pubchem.com](http://www.pubchem.com))

**❖ Effet toxique de l'azoxystrobine**

Cette matière active possède des effets nocifs en cas d'ingestion ou par inhalation, elle est susceptible de provoquer le cancer ([www.sapecagro.fr](http://www.sapecagro.fr)).

L'association de ces deux matières actives a permis de lutter contre les maladies de culture maraichère comme le mildiou à la dose de 2,5 litres par hectare ([www.profert.dz](http://www.profert.dz)).

**I.4. Essais de toxicité**

Un bio-essai consiste à exposer un organisme vivant à une substance dont on souhaite évaluer sa toxicité.

**I.4.1. Test de toxicité aigüe**

C'est un test à court terme, à travers lequel on évaluera la mortalité des vers de terre exposés pendant 28 jours, à un sol contaminé, son principe consiste à déterminer la dose létale pour 50% (DL50) de la population expérimentée.

**I.4.1.1. Effet des contaminants vis-à-vis l'espèce *Ac caliginosa***

Le pourcentage de mortalité de lombriciens adultes placés dans des sols contenant les substances chimiques à différentes concentrations, est déterminé après 7, 14, 21 et 28 jours.

Les contaminants sont répartis en une seule fois par pulvérisation sur la surface du substrat, l'essai est réalisé sans renouvellement de la contamination.

#### I.4.2.2. Préparation des concentrations des pesticides

Les concentrations des contaminants choisis au cours de notre expérimentation sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV: Paramètre des contaminants utilisés**

<b>Pesticides paramètres</b>	<b>Décis® (Déltaméthrine)</b>	<b>Hexavil® (Hexaconazol)</b>	<b>Priori Opti® (Chlorothalonil ; Ch, Azoxystrobine ; Az)</b>
<b>La masse de la matière active dans le produit</b>	25 mg/ 1 litre de produit	50 mg/ 1 litre de produit	400 g Ch et 80 g Az / 1 litre de produit
<b>La masse de la matière active dans l'eau</b>	12,5 mg / litre d'eau	116 mg / litre d'eau	480 g / litre d'eau
<b>Dose d'emploi sur le terrain</b>	5 ml de produit /10 litres d'eau	35 ml de produit/ 15 litre d'eau	2,5 litres de produit / 1000 litres d'eau

#### I.4.2. Contamination des vers de terre

Chaque pesticide est appliqué avec quatre concentrations d'ordre croissant et un témoin, et chaque concentration est répartie sur une boîte de polyéthylène à couvercle perforé pour permettre l'aération, contenant 600 kg de sol mouillé jusqu'à 60 % de sa capacité de rétention en eau (Alexander *et al.*, 2012). Dix individus matures en bonne santé, avec un clitellum bien développé, et de taille et poids semblable sont mis dans chaque boîte.

Pour une meilleure exploitation des résultats, nous avons fait quatre répétitions pour chaque concentration.

Par conséquent, 600 vers de terre de l'espèce *Aporrectodea caliginosa caliginosa* sont utilisés dans le test de toxicité aigue.

L'approche méthodologique de contamination des vers de terre utilisé dans notre expérimentation est présentée dans la figure 13.

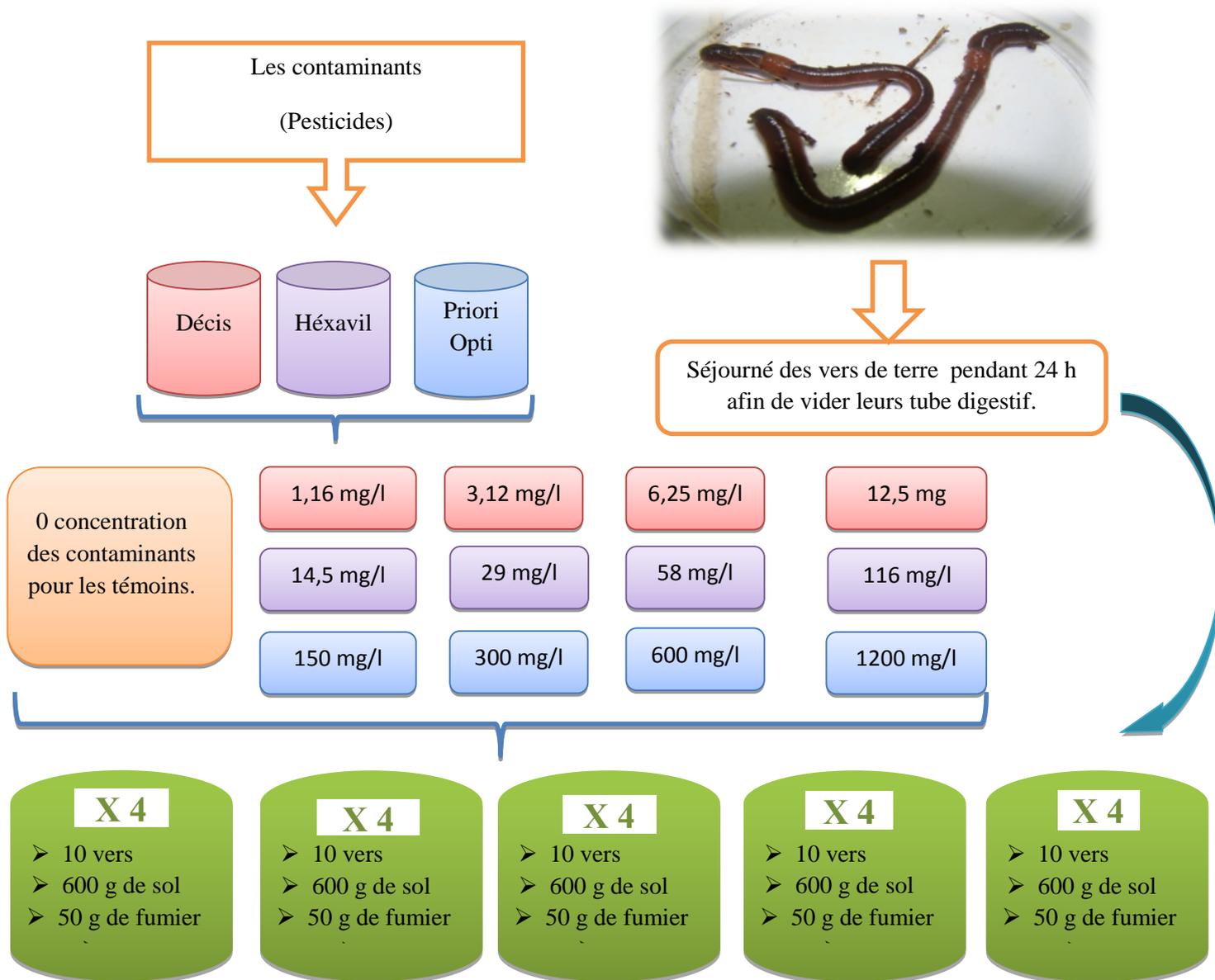


Figure 13: Approche méthodologique de contamination des vers de terre par les pesticides

### I.5. Mesure des concentrations des ETM chez les Lumbricidae

Pour compléter et enrichir les résultats obtenus par le biotest, nous avons tenté de mesurer les concentrations des traces métalliques accumulés chez les vers de terre

*A. caliginosa* après leur contamination par le Décis.

Le choix des ETM est basé sur le cadmium et le cuivre qui sont connus par leur forte toxicité et leur grande persistance dans les tissus. L'analyse a été effectuée par la spectrométrie d'absorption atomique (Fritch, 2010).

### **I.5.1. Spectrométrie d'absorption atomique (SAA)**

Le spectrométrie d'absorption atomique consiste à créer un plasma contenant des atomes libres d'éléments à doser, à l'état excité et à l'état fondamental, et à balayer ce plasma par un faisceau lumineux de même longueur d'onde que celle émise par les atomes excité. L'intensité du faisceau est mesurer avant et après passage à travers les atomes à l'état fondamentale et la quantité d'énergie absorbée est directement proportionnelle au nombre d'atomes présents (Pinta, 1985).

#### **a. Préparation des échantillons**

Le protocole que nous avons établi pour le dosage des ETM dans les échantillons de lombricidae, est fait par la méthode adoptée par Godet (2010) et modifié par Ben mouhoub (doctorante université de Bejaïa (LZA)).

Après 28 jours d'exposition au Décis, 10 vers de terre ont été pesés ( $\pm 0,1$  mg) et répartis en 5 lots de 2 individus (témoin et les 4 concentrations). On introduit dans l'éthanol à 70% les vers de terre issus du traitement du Décis afin de provoquer leur mortalité, puis on les a séchés à 40°C durant 24h. Chaque lot de (100 mg à 150 mg) est mis dans un bécher contenant 5 ml de HNO<sub>3</sub> à 69%, ce dispositif est mis sur un agitateur réglé à une température environ 50°C jusqu'à ce que les vers de terre se désintègrent totalement. Les solutions obtenues ont été filtrées sur des membranes d'acétate de cellulose (0,45  $\mu$ m de porosité), puis ajustées jusqu'à 25 ml par l'eau osmosée.

Une fois le filtrat est obtenu, les concentrations en Cd et Cu de chacun des lots d'individus ont été mesurées par spectroscopie d'absorption à flamme, en fonction de leurs concentrations respectives, les résultats sont exprimées en mg/l.

## **II. Analyse statistique des résultats**

Pour mieux visualiser les résultats obtenus dans notre travail, la représentation graphique choisie est celle des courbes en utilisant Microsoft Excel 2010.

La matrice des données est traitée à l'aide du logiciel Statistica pour effectuer des tests issus d'une Analyse de la Variance ANOVA sur chacune des variables mesurées. Nous avons effectué également une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

La matrice des données appliquées pour la détermination de la DL50 est traitée à l'aide du logiciel Origin pro 9.1.

# ***Chapitre III :***

***Résultats et***

***Discussion***

## I. Abondance des vers de terre

A travers les campagnes d'échantillonnage des vers de terre effectuées sur le terrain, nous avons déterminé une diversité composée de deux espèces de lumbricidae. Parmi le genre *Aporrectodae* nous recensons deux sous espèces.

Le tableau suivant renferme les résultats en pourcentage du nombre de vers de terre récoltés :

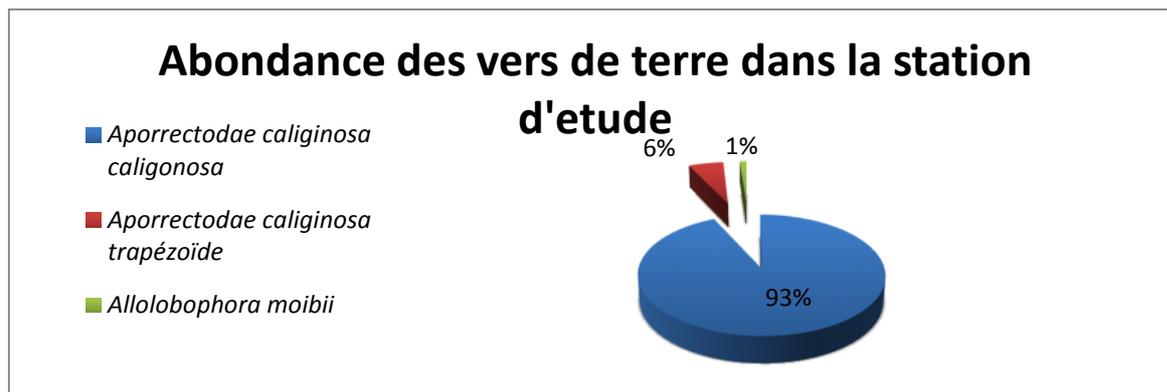
**Tableau V: effectifs et fréquences des espèces des vers de terre recensés dans la station d'étude**

Station		CAZEL Souk El-Tenine	
Espèce	sous espèce	n	Fc
<i>Aporrectodae caliginosa</i>	<i>Accaliginosa</i>	670	93,18 %
	<i>Ac trapézoïde</i>	41	5,70 %
<i>Allolobophora moibii</i>		8	1,11 %
Total		719	100 %

**n : effectif. Fc : fréquence.**

L'effectif total des individus adultes récoltés sur le terrain est de 719. Après identification et tri des individus, il nous a été révélé que l'espèce *Aporrectodae caliginosa* est la plus dominante sur le terrain avec une fréquence la plus élevée de 98,89%, cette même espèce comporte aussi deux sous espèces *Accaliginosa* et *Ac trapézoïde* avec des taux respectifs de 93,18% et 5,70%. L'autre espèce *Allolobophora moibii* est faiblement présentée dans le milieu d'étude avec un taux de 1,11% (Fig. 14).

Le choix d'*Ac caliginosa* est justifié d'une part, pour leur large distribution géographique et d'autre part pour leur abondance et sa facilité d'échantillonnage, ces critères permettent son utilisation comme modèle biologique dans la bioindication (Godet, 2010).



**Figure 14: Abondance des espèces des vers échantillonnés dans la station d'étude**

## II. Essai de toxicité des pesticides sur les vers de terre

### II.1. Test de toxicité aigüe sur l'espèce *Aporrectodae caliginosa caliginosa*

L'effet de la contamination des vers de terre par les trois pesticides est évalué par le test de toxicité aigüe qui détermine la dose létal de 50% (DL50) de la population expérimentée pendant une durée de 28 jours.

L'approche des résultats est abordée par le dénombrement des individus survivants pendant chaque semaine.

#### II.1.1. Effet du Décis « Deltaméthrine »

Le tableau suivant représente le taux de survie des vers de terre pendant 28 jours en fonction des concentrations de Deltaméthrine

**Tableau VI: Effet du Décis sur la survie d'*Aporrectodae caliginosa caliginosa***

Temps d'exposition / Concentration mg/l	t= 0		1 <sup>ère</sup> semaine		2 <sup>ème</sup> semaine		3 <sup>ème</sup> semaine		4 <sup>ème</sup> semaine	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc	n	Fc	N	Fc
Témoin	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
1,6 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
3,125 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
6,25 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
12,5 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%

n: nombre d'individus vivant, Fc: fréquence centésimale

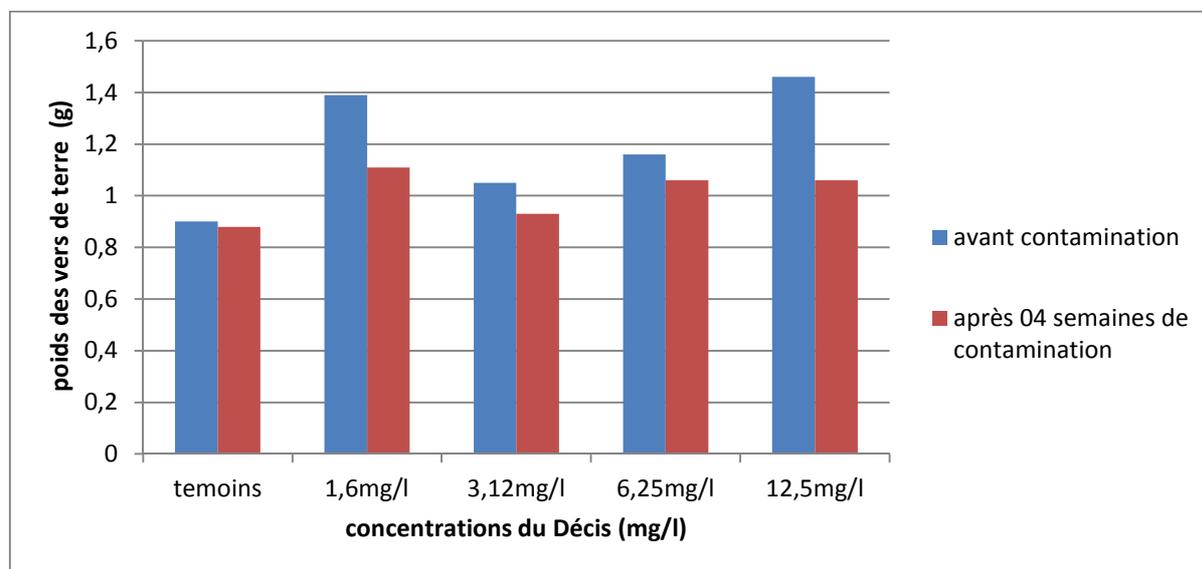
Après 28 jours d'exposition des vers de terre aux différentes concentrations du Décis, nous constatons qu'aucune mortalité n'a été enregistrée.

Vu que les objectifs du test de toxicité aigue ne sont pas atteints pour cet insecticide nous ne pouvons pas calculer la DL50.

#### a. Effet du Décis sur le poids des vers de terre.

L'effet des différentes concentrations du Décis sur le poids chez les vers de terre en fonction du temps est présenté dans la figure 15.

Les résultats révèlent que la contamination des lumbricidae par des concentrations croissantes du Décis induit une diminution de leur poids à toutes les doses, notamment celle ayant la valeur maximale de 12,5 mg/l.

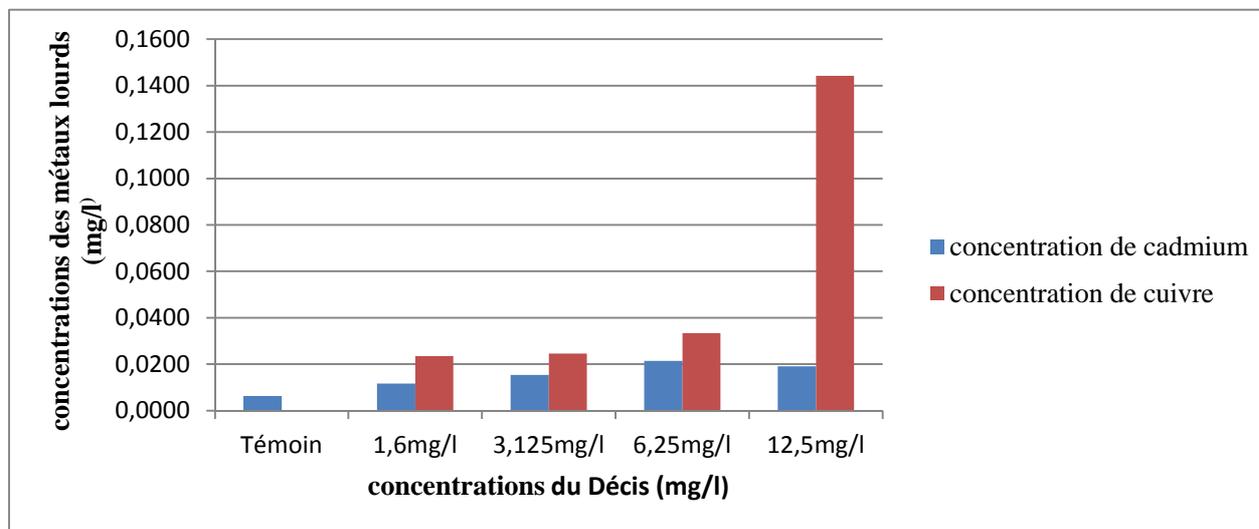


**Figure 15: Histogramme de l'effet des concentrations croissantes du Décis sur le poids des vers de terre avant et après 04 semaines de contamination**

#### b. Analyse des métaux lourds accumulés chez les vers de terre

L'évaluation de l'exposition des vers de terre aux métaux lourds nous a révélé que l'accumulation du cuivre augmente avec l'augmentation de la dose du Décis, une forte teneur est atteinte à la concentration 12,5 mg/l. Par contre chez les témoins la teneur en cuivre est nulle en raison de la quasi-absence de ce métal. En outre la teneur du cadmium la plus importante est observée après contamination avec des doses 6,25 mg/l et 12,5 mg/l. Il a été détecté même chez les témoins avec une concentration faible (Fig. 16).

En comparant entre les deux métaux analysés, on déduit que le Décis possède une forte concentration du cuivre par rapport au cadmium. Notons que ces quantités sont accumulées durant une courte durée de 28 jours (Fig. 16).



**Figure 16: Histogramme d'interaction entre les concentrations croissantes du Décis et les concentrations des métaux lourds accumulés.**

### II.1.2. Effets d'Hexavil « Hexaconazol »

Les taux de survie des vers de terre contaminés par l'Hexavil en fonction des concentrations et du temps d'exposition sont consignés dans le tableau VII.

**Tableau VII: Effet de l'Hexavil sur la survie d'*Aporrectodea caliginosa caliginosa***

Temps d'exposition / Concentration mg/l	T= 0		1 <sup>ère</sup> semaine		2 <sup>ème</sup> semaine		3 <sup>ème</sup> semaine		4 <sup>ème</sup> semaine	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc	n	Fc	N	Fc
Témoïn	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
14,5 mg/l	40	100%	40	100%	39	97.5%	39	97.5%	38	95%
29 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
58 mg/l	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
116 mg/l	40	100%	40	100%	39	97.5%	38	95%	37	92%

n: nombre d'individus vivant, Fc: fréquence centésimale

Après une semaine

En dehors de la concentration témoin, Aucune mortalité n'est enregistrée pour toutes les concentrations

Après deux semaines

À des doses 14,5 mg/l et 116mg/l, on a enregistré une mortalité pour chaque concentration. Ce qui correspond 39 individus vivant (97,50% de survie).

Après trois semaines

A la fin de cette semaine, on note 95% de survie à la concentration maximal. Par contre les autres concentrations ont des effets similaires que la 2<sup>ème</sup> semaine.

Après quatre semaine

A la fin de ce test, nous avons encore enregistré deux individus morts, l'un à la dose 14,5 mg/l soit 95% de survie, et l'autre à la dose maximale 116 mg/l soit 92% de survie.

**a. Détermination de la DL50 d'Hexaconazole**

A partir des résultats que nous avons eu après 4 semaine d'exposition des vers de terre aux différentes doses d'Hexaconazole, on a enregistré pour la dose maximale 116mg/l trois individus morts sur 40, ce qui correspond à 08% de mortalité.

Il n'est pas possible de déterminer la DL50 du test de toxicité dans le cas où on n'a pas obtenu une mortalité supérieure ou égale à 50%

**b. Analyse des données relatives au test de toxicité aigüe de l'Hexavil****b.1. Matrice de distance entre semaines**

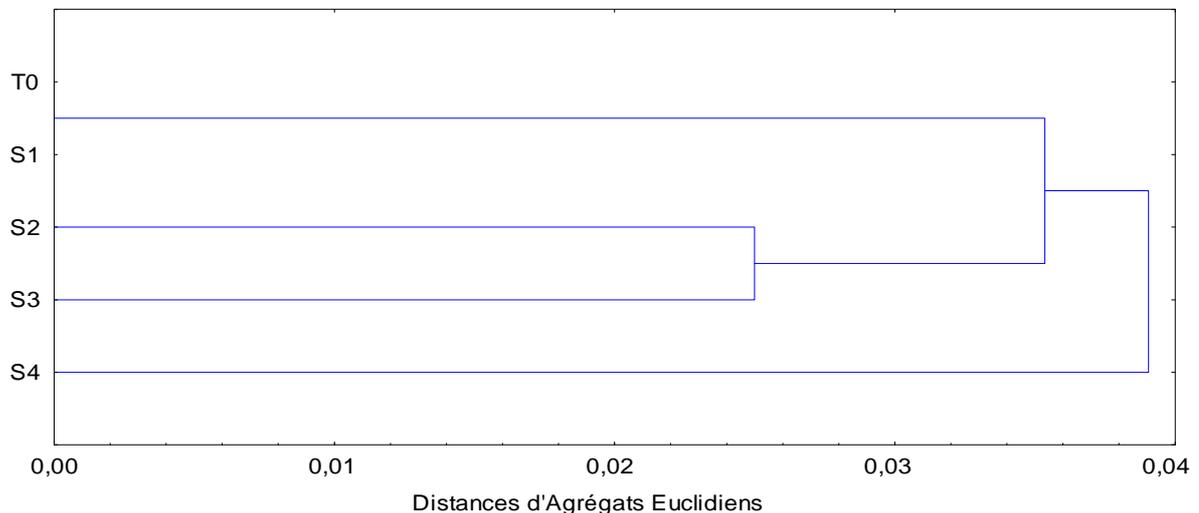
**Tableau VIII: Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de l'Hexavil.**

	T0	S1	S2	S3	S4
T0	0				
S1	0	0			
S2	0,03536	0,03536	0		
S3	0,05590	0,05590	0,025	0	
S4	0,09434	0,09434	0,06042	0,03905	0

- Classification des semaines**

Lors de l'application de la CAH en fonction de la survie, il a été obtenu le regroupement suivant (Fig. 17).

- ✓ **Groupe 1** : T0 (témoin) et S1.
- ✓ **Groupe 2** : S2 et S3.
- ✓ **Groupe 3** : S4 et groupe (T0, S1, S2, S3).
- **Comparaison entre semaine pour l'Hexavil**



**Figure 17: Dendrogramme des relations entre les semaines sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de l'Hexavil**

On remarque à partir de la figure 4 que le témoin et S1 sont superposés (0 AE, Tab.VIII) car leurs lots ne manifeste aucune mortalité pour toutes les concentrations. A ce premier groupe s'attache S2 et S3, durant lesquelles il a été enregistré des mortalités au niveau des concentrations 14,5 et 116 mg/l, sauf que le nombre de mortalité avait augmenté pour S3 au niveau de la dose 116mg/l alors que ce dernier est resté constant au niveau de la concentration 14,5 mg/l pour S2 et S3, ce qui justifie leur divergence avec une distance de 0,025 AE (Tab.VIII). Cependant, on observe l'isolement de S4 comme groupe à part avec des distances importantes par rapport à T, S1, S2 et S3, car un nombre de mortalité plus important a été compté au niveau de la dose 116mg/l

Malgré ces distances enregistrées il reste à conclure d'une faible ampleur de différence car le nombre de mortalité n'était pas réellement important, il revient à dire que la toxicité du produit n'est pas significative

### b.2. Matrice de distance entre dose

**Tableau IX: Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de l'Hexavil.**

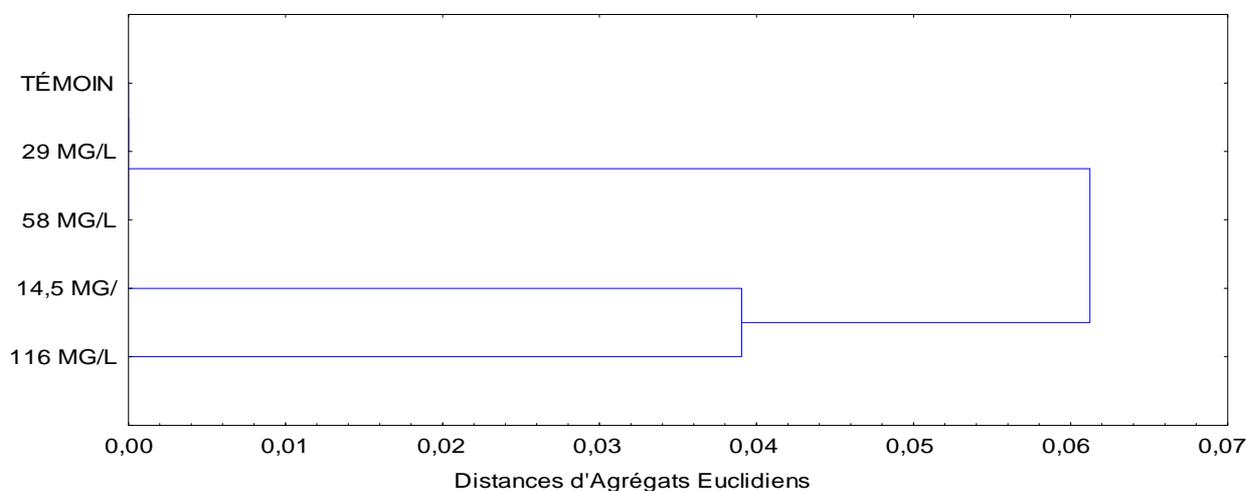
	témoin	14,5 mg/	29 mg/l	58 mg/l	116 mg/l
témoin	0				
14,5 mg/l	0,06124	0			
29 mg/l	0	0,06124	0		
58 mg/l	0	0,06124	0	0	
116 mg/l	0,09760	0,03905	0,09760	0,09760	0

- **Classification des doses**

Lors de l'application de la CAH en fonction de la survie, on a constaté le regroupement suivant (Fig. 18).

- ✓ **Groupe 1** : 116 mg/l et 14,5 mg/l.
- ✓ **Groupe 2** : témoin, 29mg/l, et 58mg/l.

#### Comparaison entre dose pour l'Hexavil



**Figure 18: Dendrogramme des relations entre les doses sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de l'Hexavil.**

On remarque à partir de la figure 5 que le témoin, 29 mg/l, et 58 mg/l ils n'ont pas donnée de mortalités avec une distance de 0 AE (Tab. IX). Entre autre, une différence significative entre le premier groupe et les concentrations 14,5 et 116 mg/l respectivement par les distances 0,06124 et 0,09760 AE (Tab. IX) qui forment un groupe a part parce qu'ils ont causé des

mortalités mais déferrement, cela est expliqué par le fait que le taux de mortalité était assez important à ce maximum de concentration par rapport à celle de 14,5 mg/l.

### II.1.3. Effet du Piori Opti®

Après 28 jours d'exposition des vers de terre aux différentes concentrations du Chlorothalonil et de l'Azoxystrobine, leurs nombre de survivant en fonction des doses des matières actives sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau X: Effet du Piori Opti sur la survie des vers de terre *Aporrectodea caliginosa caliginosa***

Temps d'exposition Concentration mg/l	t= 0		1 <sup>ère</sup> semaine		2 <sup>ème</sup> semaine		3 <sup>ème</sup> semaine		4 <sup>ème</sup> semaine	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc	n	Fc	N	Fc
Témoin	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%	40	100%
150 mg/l	40	100%	34	85%	30	75%	26	65%	26	65%
300 mg/l	40	100%	18	45%	5	12,5%	4	10%	3	7,5%
600 mg/l	40	100%	11	27,5%	3	7,5%	0	0%	0	0%
1200 mg/l	40	100%	01	2,5%	0	0%	0	0%	0	0%

#### Durant la première semaine

Après sept jours de contamination, le taux de mortalité augmente en fonction des concentrations croissantes.

Nous avons noté à la concentration 150 mg/l, 34 individus survivant c'est-à-dire 85% de survie, et pour la concentration 300 mg/l, 18vers survivant (45%de survie).

A la concentration 600 mg/l, il ne reste que 11 individus à un taux de survie 27,5%. Pour la dose maximale 1200mg/l, nous avons observé que la majorité des individus sont mort et il ne reste qu'un seul vers (2,5%de survie).

#### Après deux semaines

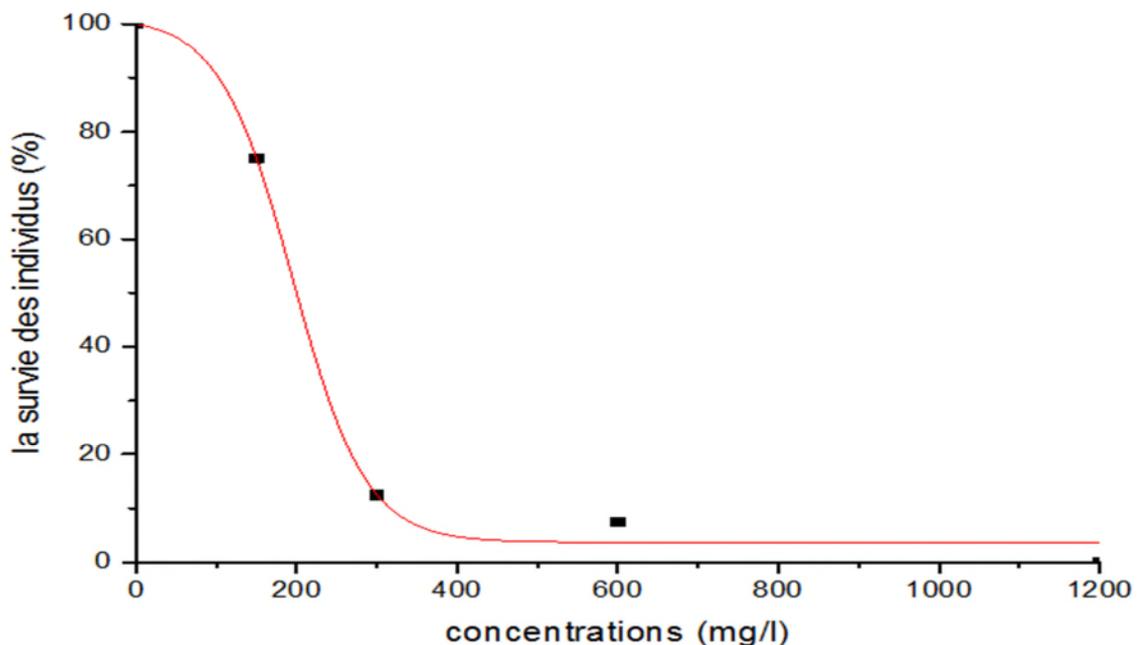
Nous avons enregistré une mortalité totale à 1200 mg/l car le taux de survie des individus est nul (0%). Aux concentrations 600 mg/l et 300 mg/l presque la majorité des individus sont mort ce qui correspond respectivement à 7,5 % et 12,5% de survie. A la dose minimal 150 mg/l nous avons noté qu'il y a 10 vers mort (75% de survie).

Après trois semaines

Une autre mortalité totale a été enregistré à la concentration 600 mg/l, nous avons noté à la concentration 300 mg/l 4 vers sont vivant soit 10% de survie. A la dose 150 mg/l, 26 individus sont vivant soit 65% de survie.

Après quatre semaine

En comparaison à la troisième semaine aucun changement de taux de mortalité n'apparaît à la concentration minimale. À la dose 300 mg/l il ne reste que 3 individus (7,5% de survie).



**Figure 19: Expression du pourcentage de survie des vers de terre en fonctions des concentrations de Priors Opti, après 14 jours**

**a. Détermination de la DL50% du Priors Opti®**

Les données de la mortalité causée par Priors Opti sont exploitées par le logiciel Original Lab. L'obtention du graphe sigmoïdal à partir de ce logiciel, nous permet de déterminer la valeur de la DL50 de ce pesticide et qui est de 199,84 mg/L (Fig. 19).

**b. Analyse des données relatives au test de toxicité aiguë de Priors Opti.**

L'étude statistique a été faite à l'aide du logiciel Statistica en utilisant la comparaison post-hoc par le test LSD au seuil de l'erreur 5%.

### b.1. Matrice de distance entre semaine

**Tableau XI: Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de  
Priori Opti**

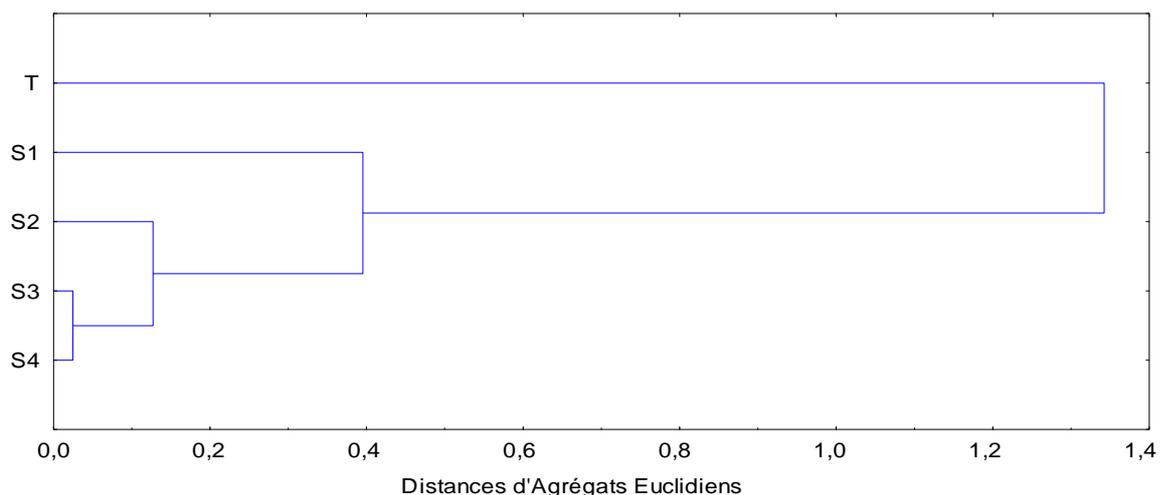
	T	S1	S2	S3	S4
T	0				
S1	1,34211	0			
S2	1,63822	0,39528	0		
S3	1,71245	0,48862	0,12748	0	
S4	1,72572	0,50683	0,13463	0,025	0

- **Classification des semaines**

Lors de l'application de la CAH (Tab.XI) un regroupement en fonction de la survie est le suivant

- ✓ **Groupe 1** : S3 et S4.
- ✓ **Groupe 2** : le couplet (S3, S4) et S2.
- ✓ **Groupe 3** : S1 et le groupe (S2, S3, S4).
- ✓ **Groupe 4** : T0 (témoin) et le groupe (S1, S2, S3, S4).

- **Comparaison entre semaines pour Priori Opti.**



**Figure 20: Dendrogramme des relations entre les semaines sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de priori opti**

La figure 20 reflète exactement les résultats trouvés par la comparaison post-hoc en utilisant le test LSD (comparaison planifiée). Une différence considérable a été notée durant toutes les semaines, cela par une distance maximale de 1,72572 AE (Tab. XI) entre le témoin et S4 ainsi 1,71245 AE (Tab. XI) entre le témoin et S3 par un taux de survie de 0%. On note aussi pendant la 2eme semaine 7,5% de survie avec une distance de 1,63822 AE (Tab. XI) par rapport au témoin, qui présente le groupe 2 attaché au premier groupe, même chose pour la 1ere semaine qui s'éloigne de 1,34211 AE (Tab. XI) par rapport au témoin ayant une valeur aussi significative vue les mortalités qui ont été enregistrées au cours de cette dernière.

### b.2. Matrice de distance entre dose

**Tableau XII: Comparaison post-hoc par le test LSD pour le test de toxicité aigu de Piori Opti.**

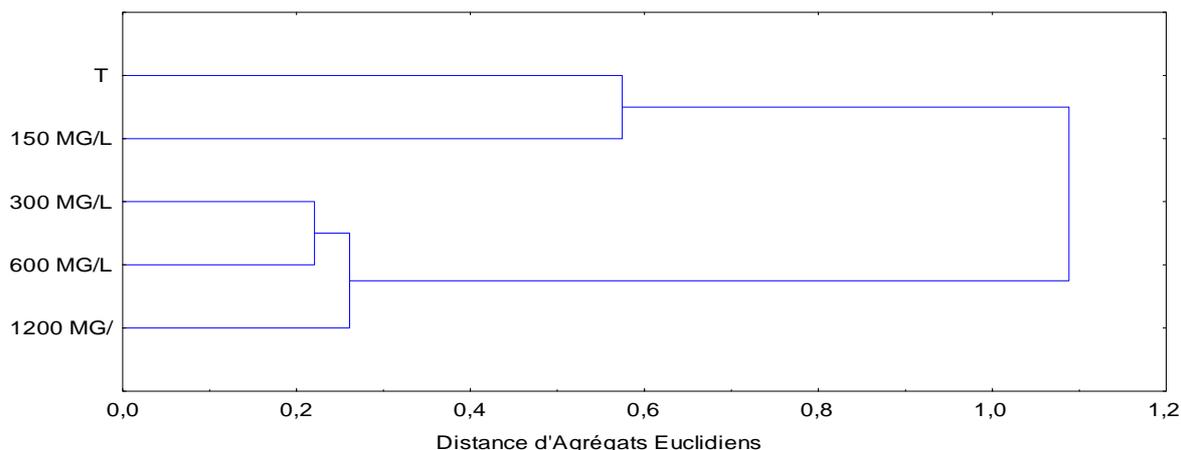
	T	150 mg/l	300 mg/l	600 mg/l	1200 mg/l
T	0				
150 mg/l	0,57446	0			
300 mg/l	1,65341	1,08800	0		
600 mg/l	1,83882	1,27720	0,22079	0	
1200mg/l	1,98762	1,44503	0,46030	0,26101	0

- **Classification des doses**

Lors de l'application de la CAH en fonction de la survie, il a été révélé le regroupement suivant (Fig. 21).

- ✓ **Groupe 1** : T0 et 150 mg/l.
- ✓ **Groupe 2** : 300 mg/l et 600 mg/l.
- ✓ **Groupe 3** : 1200 mg/l et le groupe (300, 600) mg/l.
- ✓ **Groupe 4** : groupe (T0, 150mg/l) et le groupe (300, 600, 1200) mg/l.

### Comparaison entre dose pour Priori Opti



**Figure 21: Dendrogramme des relations entre les doses sur la base des mortalités enregistrées pour les différentes concentrations de priori opti.**

La figure précédente met en évidence un rapprochement très apparent entre les concentrations 1200 mg/l et 600 mg/l par un taux de mortalité qui atteint son optimum de 100% respectivement par 1,98762 AE et 1,83882 AE (Tab. XII). La concentration 300 mg /lcorrespond à un taux de mortalité de 7,5% équivalent à 1,65341 AE (Tab. XII). Pour le témoin il n'ya pas eu de mortalité durant toutes les semaines 0 AE (Tab. XII). Par contre à la concentration 150 mg/l, on note 26 individus vivants ce qui signifie son rapprochement au témoin 0,57446 AE (Tab. XII).

### II.2. D'autres symptômes induits par la toxicité

Pendant la période d'exposition des vers de terre aux pesticides notamment le Priori Opti, les vers de terre contaminés ont manifesté des perturbations. En premier temps les vers mourants remontent en surface, chez lesquels on adécélune perte de l'intégrité de la cuticule protectrice. Cette dernière présente des lésions sanglantes avec évacuation du liquide cœlomique. Au cours de ce test il a été constaté un étranglement au niveau de la partie postérieure (Figure 22). On a constaté aussi que les lombrics ont perdu leur capacité de creuser le sol, également ils s'agglomèrent au niveau de la paroi du récipient expérimental.



**Figure 22: Symptômes induits par la toxicité du priori opti (original)**

## Discussion

Cette étude s'inscrit dans une démarche globale d'évaluation du risque des pesticides sur l'environnement en s'appuyant sur une synthèse des principaux résultats obtenus par l'utilisation des bioessais écotoxicologiques.

Les réponses des organismes à la contamination de leur environnement sont conditionnées par de nombreux facteurs biologiques et environnementaux. Elles peuvent par conséquent présenter une forte variabilité dans l'espace, le temps mais aussi entre individus et populations.

La préservation de la qualité des sols est devenue au même titre que la protection des milieux aquatiques et aériens. Pour cela, il est indispensable d'utiliser des espèces bioindicatrices qui reflètent la qualité des sols en utilisant les invertébrés terrestres, qui font l'objet de plusieurs recherches, ces derniers ont une forte sensibilité aux variations physicochimiques de leur milieu Bride *et al.*, (1993) in Douafer, (2010). Au cours de notre étude on s'intéresse à l'espèce *Aporrectodea caliginosa caliginosa*, son abondance, son accessibilité, son rôle prépondérant dans la structure des sols la qualifie comme espèce bioindicatrice de choix.

Bien que les vers de terre sont extrêmement des bio-indicateurs de pollution et biosurveilleurs de la qualité du sol, néanmoins peu d'études qui ont exploités leurs propriétés majeurs pour l'évaluation éco-toxicologique des produits dangereux.

Les résultats obtenus à l'issue de ce travail montrent qu'il a été possible de mettre en évidence un effet dose-effet du pesticide et donc de définir les paramètres écotoxicologiques tels que la DL50.

Sur la base des données obtenues dans ce travail, trois molécules semblent présenter un risque particulier, soit en raison de leur accumulation dans les tissus, soit en fonction de leur toxicité.

### a. Effet du Décis (deltaméthrine)

En Premier lieu, aucune mortalité n'est enregistrée par le contaminant deltaméthrine, cependant nous avons mis en évidence une diminution du poids frais des vers de terre traités particulièrement aux plus fortes concentrations ce qui constitue un premier indice de toxicité potentiel. L'inhibition de la prise du poids est probablement due à la répulsion de la nourriture, par les lumbricidae et par conséquent une perte de leur poids.

Les mêmes concentrations de cette molécule active (Deltaméthrine) ont été testées sur un bio indicateur des agroécosystèmes : le Cloporte *Armadillidium sp*, les résultats obtenus révèlent que le Décis est plus toxique avec un taux de survie de 65% (26 individus vivant / 40) à la dose 12,5 mg/l (Anonyme, 2017). Ces résultats sont loin à ceux de notre étude dont le taux de survie des vers de terre est 100% à la même concentration. La différence entre ce résultats et les nôtres revient principalement à la différence d'espèces utilisées comme modèle biologique dans l'essai (com. Pers. Ait hamada, Khaoua).

Nous avons constaté que plusieurs études effectuées pour révéler l'effet de la déltaméthrine sont basées sur la recherche des nouveau biomarqueurs, nouvelle cible cellulaires ou bien leur effet sur l'hépatopancréas mais pas sur la mortalité des individus. Il a été noté un effet de la déltaméthrine sur le fonctionnement du striatum chez l'hippocampe (Gasmi *et al.*, 2017). D'autres travaux (Toumi, 2013) ont aussi évoqué l'écotoxicité de la déltaméthrine sur différentes souches de *Daphnia magna* en abordant l'aspect de la protéomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires.

La Deltaméthrine appartient à la famille des pyréthriinoïdes, elle est considérée comme une substance toxique, car elle n'est pas complètement dégradée ni rapidement métabolisée et de ce fait s'accumule dans les lipides (Sayeed *et al.*, 2003).

Au cours de notre travail, il n'a pas été possible pour nous d'analyser la composition exacte du Décis pour expliquer l'augmentation du cadmium et du Cuivre après contamination des vers de terre. Ce constat suscite des interrogations sur les modalités de reconditionnement des produits phytosanitaires.

À partir des résultats qu'on a obtenus, le recours à la recherche de leur accumulation dans les tissus des vers de terre est la seule approche qu'on a pu adopter.

L'analyse spectroscopique d'absorption atomique démontre que la quantité du cadmium et le cuivre chez les individus contaminés par la déltaméthrine est supérieure à celle des individus témoins.

#### **b. Effet de l'Hexavil (Hexaconazol)**

Les résultats obtenus au cours de notre étude révèlent un risque écotoxique assez faible pour cette molécule manifesté par un taux de survie (92 %) à la concentration maximale 116 mg/l.

Malheureusement, il n'y a pas d'étude liée à l'effet de ce produit sur les invertébrés terrestres, Par contre d'autres études se sont effectuées sur les invertébrés aquatiques tel que *Daphnia*

*magna*. Les études relative sa cette dernière espèce montrent qu'il y a une toxicité aigüe élevée avec une DE50 après 48h est de 2,9 mg/l (Anonyme, 2011).

Selon l'article 2, paragraphe de la Directive 2006/797/CE, à compter du 22 mai 2007 les autorisations pour les produits phytopharmaceutiques contenant de l'héxaconazole doivent être retiré, à cause de sa toxicité élevée (INERIS, 2011).

### **c. Effet du Priori Opti (Chlorothalonil et Azoxystrobine)**

A l'issue de nos résultats en relation avec l'effet de ces molécules, nous montrons qu'il y a mortalité totale des vers de terre à des concentrations de 1200 mg/l après deux semaines et de 600 mg/l après 21 jours.

L'impact massif observé et la mortalité importante enregistrée, peuvent être expliqués par l'effet toxique des deux matières actives chlorothalonil et azoxystrobine. A travers les différentes concentrations de Priori Opti testées sur les lombricidae nous avons déterminé la dose létale qui provoque la mortalité de 50% de la population (DL50) et qui est de l'ordre de **199,84 mg/l**.

D'autres travaux ont étudié la toxicité du chlorothalonil sur des modèles biologiques différents et montrent que cette substance est extrêmement toxique chez les poissons (DL50 – 96h = 23 à 84 ppb) et les invertébrés aquatiques douce *Daphnia magna* et aussi les algues vertes sont sensibles à ce fongicide ([www.SAGEpesticides.com](http://www.SAGEpesticides.com)).

À partir des études de Lorenzo *et al*(2003), montrent que les vers introduits dans le sol au quel le chlorothalonil a été incorporé (5 fois le taux d'application recommandé à 0,9 g dans 4700 cm<sup>3</sup> de sol) révèlent une réduction de la longévité d'environ 50% par rapport aux témoins après le début du traitement, en parallèle aussi la reproduction a été pratiquement éliminée.

La deuxième matière active l'azoxystrobine rentrant dans la composition du fongicide (Priori Opti) présente une toxicité élevée chez les poissons et les invertébrés d'eau douce avec une DE50 après 48h est de 50000 µg/l chez les *Daphnia magna* et des effets d'intoxication et d'immobilisation sont observés (Anonyme, 2012).

*Conclusion*

*et*

*Perspectives*

### Conclusion et perspectives

A l'issu de ce travail nous avons jugé important avant de présenter les résultats obtenus à travers notre thématique principale qui se base sur l'évaluation de certains pesticides sur un lumbricidae, de signaler les constats observés sur le terrain concernant l'utilisation des produits phytosanitaires par les agriculteurs.

En effet certaines pratiques ont été notées lors des prospections notamment, la mauvaise utilisation de ses substances dangereuses, le non-respect des doses et des périodes d'application, le mode d'application, les normes de précaution lors de leur transports ou manipulation. Il a été également observé une absence totale de tenues de protection par les agriculteurs pendant l'application des pesticides. Ces pratiques découlent souvent d'un manque de sensibilisation des utilisateurs par les institutions concernées.

En fait, l'emploi des pesticides doit être contrôlé afin d'optimiser l'utilisation des traitements en nombre et en quantité, pour une meilleur rentabilité des traitements et une moindre pollution de l'environnement et donc minimiser les risques toxicologiques qui peuvent être engendrés par l'abus d'utilisation de ces produits. Pour cela, il est indispensable d'instaurer une traçabilité et une transparence dans les acquisitions de pesticides et renforcer les contrôles de l'importation, de la commercialisation, le reconditionnement et de la gestion des produits phytosanitaires.

L'objectif scientifique de notre étude vise à mettre en évidence une évaluation ecotoxicologique qui est basée sur l'utilisation des bio-essais sur des organismes terrestres considérés comme des indicateurs de la qualité du sol et bioindicateurs de sa pollution, en parallèle aux dosages directe des pesticides étudiés afin d'adapter et valider les seuils de toxicité et de définir des recommandations règle sur l'utilisation de ces produits.

Notre travail a été consacré à l'étude de l'impact des pesticides sur les populations de lombriciens. Une étude ecotoxicologique en conditions contrôlées a permis de mettre en évidence l'effet d'insecticide et des fongicides sur les lombrics, à des doses inférieurs ou égales de celles recommandées pour épandage sur les champs. Les effets des pesticides sur les vers de terre sont appréhendés via le suivi de mortalité durant la période de l'expérimentation de toxicité aigüe.

L'espèce *Aporrectodea caliginosa caliginosa* est considérée comme la plus dominante sur le lieu d'échantillonnage a subi, dans différentes conditions de tests de toxicité aigüe des

## Conclusion et perspectives

---

trois contaminants chimiques les fongicides, hexaconazole, utilisés purs et en formulation commerciale Hexavil®, le composant chlorothalonil et azoxystrobine qui sont commercialisée sous le nom Priori Opti® et l'insecticide deltaméthrine, employé sous le nom commerciale Décis®. L'analyse des résultats montre que le fongicide Priori Opti® se révèle le contaminant le plus toxique que les autres, avec une DL50 de **199,84** mg/l.

Les résultats obtenus présentent une grande variabilité entre les effets des pesticides étudiés, donc le recours à l'analyse des résidus de pesticides dans les tissus des vers de terre par la spectroscopie d'absorption atomique (SAA) constituaient l'un des enjeux majeurs.

Seuls les individus exposés au Décis ont été analysés par SAA car aucune mortalité n'est enregistrée durant l'expérimentation. Les résultats des vers de terre analysée montrent qu'il y a une quantité importante de traces métalliques accumulés, représentée par le cuivre et le cadmium chez les individus contaminés.

A l'issue de notre étude, plusieurs questions ont surgi et qui peuvent ouvrir des perspectives intéressantes :

- Au regard de l'utilisation encore intensive de ces pesticides, rechercher quelle est la meilleure stratégie d'entretien du sol pour réduire au maximum l'impact des molécules sur l'environnement.
- Adopter des politiques agricoles alternatives, parmi lesquelles, on note la lutte intégrée et lutte biologique.
- Identifier quelles sont les mécanismes d'action de la toxicité cellulaire/ moléculaire de ces substances et les organes ciblés.
- Orienter la recherche vers la détoxification des xénobiotiques chez les lombricidae.
- Est-ce que les vers de terre disposent des récepteurs sensibles aux pesticides et peuvent ainsi éviter une nourriture contaminée.
- Quel est l'impact des pesticides sur la croissance des vers de terre ?
- Procéder par le test de toxicité chronique peut révéler l'effet de la Deltamethrine à long terme.
- Y a-t-il d'autres procédures à part la SAA pour la détection de l'accumulation des insecticides dans les tissus des Lumbricidae ?

D'autres études seront donc nécessaires pour confirmer les hypothèses soulevées au cours de notre travail.

# *Références*

## *Les références*

### A

- **Alexander N, Soledad H, Sébastien S (2012)** - Effects of lime and compost on earthworm (*Eiseniafetida*) reproduction in copper and arsenic contaminated soils from the Puchuncaví Valley, Chile, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 80 (2012) 386–392
- Amiard JC, Berthet B, Metayer C (1989)**-Importance relative des fluctuations analytiques, *Anim.*, INRA, n° spécial, 72-2, 671 p.
- Anonyme 1 (2006)**- Profil National pour l'évaluation des capacités de Gestion Rationnelle des Produits Chimique, p60 : 13.
- Anonyme 2 (2011)**- INRERIS : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Azoxystrobine-N° CAS 131860-33-8
- Arbach G (2012)**-Library Briefing. Pesticide Legislation in the EU. Towards sustainable

### B

- **Bachelier G (1978)**- La faune des sols, son écologie et son action. IDT n°38 ORSTOM, Paris, 400 p.
- Baha M (2001)**-*Proselodrilus doumandjii* n. sp., a new lumbricid from Algeria. *Tropical Zoology*, **14**, 87-93
- Beeby A (2001)**- What do sentinels stand for? *Environmental Pollution*, **112**, 285-298.
- Berny PJ, Buronfosse T, Buronfosse F, Lamarque F, Lorgue G (1997)**- Field biologiques et écologiques dans la détermination de stratégies d'échantillonnage adaptées aux études
- Boland J, Koomzn I, Van Lidth J, Jeude DE, Oudejans J (2004)**- les pesticides compositions, utilisation et risques. Edition Agrosdok.
- Bouché M B (1971)**- Relation entre les structures spatiales et fonctionnelles des écosystèmes illustrés par le rôle pédobiologique des vers de terre. *In* Pesson P. (Ed). *La vie des sols*. Gauthier-Villars, p. 187-209
- **Bouché M (1972)** - Les Lombriciens de France. *Ecologie et systématique*, *Ann. Zool. Ecol.*
- Bouziani M (2007)**- L'usage immodéré des pesticides: De graves conséquences sanitaires. *Le guide de la médecine et de la santé en Algérie*. Santemaghreb.com. 4p.

- **Bretscher K (1896)** - The Oligochaeta of Zurich. *Rev. Suisse Zool.*, 3: 499-532.

-**BerrahA (2011)**- Etude sur les pesticides. Mémoire de Master Université de Tébessa Algérie

## C

-**Calvet R (2005)**- les pesticides dans le sols. Edition France Agricole.

-**Calvet R, Barriuso E, Bedos C, Benoit P, Charnay, MP, Coquet Y (2005)**-Les pesticides chemicals on Behavior – Part 1: Test with Earthworms (*Eiseniafetida*and *Eiseniaandrei*).

-**Capkin E, AltinokI, Karahan S(2006)**- Water quality and Fish size affect toxicity of endosulfan, an organochlorine pesticide, to rainbow trout. *Chemosphere* vol**64**, 1793-1800

-**C E (1991)**- Directive du conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutique (91/414/CEE), Journal officieln°L 230 du 19/08/1991: p. 0001-0032.

-**Cherin P, Voronska E, Fraoucen N, De Jaeger C (2012)**- Toxicité aigüe des pesticides chez L’homme. *Médecine et Longévité*, 4(2): 68-74

-**Cocco P, Heineman EF, DosemeciM(1999)**- Occupational risk factors for cancer of the central nervous system (CNS) among US women. *Am. J. Ind. Med.***36** ;70-74.

compartiments de l’environnement, Service régional de la protection des v g taux Midi Pyrenees,

-**Cooper J, Dobson H (2007)**- The Benefits of Pesticides to Mankind and the Environment. *Crop Protection*, **26**, 1337-1348.

-**Cortet J, Gomot-de Vaufleury A, Poinot-Balaguer N, Gomot L, Texier C, Cluzeau D, (1999)**- The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutants effects. *European Journal of Soil Biology.* **35**, 115-134.

-**Copper J, G M, Van den Brink PJ, Camps E, Uil K F, Brock T C M (2000)**- Impact of the fungicide carbendazin in fresh water microcosms. Water quality breakdown of Particulate Organic matter and responses of macro invertebrates. *AquatToxicol.***48**; 233-250.

## D

-**Damalas C A (2009)**- Understanding benefits and risks of pesticide use. *Scientific Research and Essays*, 4, 945-949.

-**D Lorenzo M E, Serrano L(2003)**-Chlorothalonil, *EnvieonScihealthe B* 38 (5) : 529- 38

-**Douafer L, (2010)**- Evaluation de la pollution des sols de quelques biotopes de l’Est algérien par l’utilisation d’un bioindicateur, *Helixaspersa*(Mollusca, Gasteropoda): inventaire, activité enzymatique et composition physico-chimique du sol.

## E

-**Edwards CA, Bohlen PJ (1996)**-The biology and ecology of earthworms.Chapman and Hall, New

-**Edwards CA, Lofty JR (1977)**-Biology of earthworms. Chapman and Hall Ltd, Grande Bretagne.EN.pdf

## F

-**FAO (1990)**-Food and Agriculture Organization of the United Nations, report of the joint meeting of the FAO, Pesticide Residues in Food, 39-40 pp.

-**FAO, WHO (2007)**-Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, report of the joint meeting of the FAO-WHO on Pesticide Residues in Food.

-**Fensk R A, Kedan G, Lu C Fisker-Andersen J A, Curl C I(2002)**-Assessment oforganophosphorus pesticide exposure in the diets of preschool children in Washington State.J. *Exposure Analysis Environ. Epidémiol.*pp.21-28

-**Figueira R, Tavares PC, Palma L, Beja P, Sérgio C, (2009)**- Application of indicator krigingto the complementary use of bioindicators at three trophic levels.*Environmental Pollution*, **157** : 2689-2696.

## G

-**Gasmi S, Rouabhi R, Kebieche M, Biuskine S, Salmi A, Toualbia N, Taib C, Bouteraa Z, Chnikher H, Henine S, Djabri B (2012)**-Effet de la deltaméthrine sur l'état de l'esprit mitochondrial du striatum et de l'hioppcampe et rôle protecteur de la quercétine chez les rats, PUBMED.gov

-**Godet J P(2010)**- Thèse de doctorat, Intérêt des isopodes terrestres dans l'évaluation de la qualité des sols : recherche de paramètre indicateur de pollution par des éléments traces métalliques et contribution à la mise au point d'un outil ecotoxicologique sur le terrain.

-**Guerlet G (2010)**- La gestion des ports par une entité publique : aspects européens et environnementaux. Thèse de Doctorat, Université de Littoral Côte d'Opale, France. 289p

-International programme on chemicalsafetyenvironmentalhealthcriteria 97 deltamethrin([www.inchem.org](http://www.inchem.org))

## H

-**Hopkin SP(1993)**-In situ biological monitoring of pollution in terrestrial and aquatic ecosystems. In: Calow P (Ed). Handbook of ecotoxicology. Blackwell, Oxford, p. 397-427.

## I

**-Inserm (2013)-** (Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale) Expertise collective. Pesticides, effets sur la santé, **2013**. Disponible sur <http://editions.inserm.fr/zh5/109743>

**-ISO/DIS 17512-1.2.** International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.

**- ISO (1998-2) -** Soil Quality: Effects of Pollutants on Earthworms (*Eiseniafetida*) – Part 2: Method for the Determination of Effects on Reproduction.No. 11268-2. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.

**- ISO (2008) -** Soil Quality: Avoidance Test for Testing the Quality of Soils and Effects of chemicals on Behavior – Part 1: Test with Earthworms (*Eiseniafetida* and *Eiseniaandrei*). ISO/DIS 17512-1.2. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.

## K

**-Kammenga JE, Dallinger R, Donker MH, Kohler H R, Simonsen V, Triebkorn R, Weeks JM (2000)-** Biomarkers in terrestrial invertebrates for ecotoxicological soil risk assessment. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol **164**,93-147

## L

**-Lavelle P(1981)-** Stratégie de reproduction chez les vers de terre. Acta Oecol. Gener. p. 117-133.

**-Lavelle P(2002)-** Functional domains in soils. Ecol. Res., **17**, 441-450

**- Lavelle P et Spain A (2001)-** Soil Ecology, Kluwer Scientific Publications, ISBN 0-7923-

**-Lavelle P, Decaëns T, Aubert M, Barot S, Blouin M, Bureau F, Margerie P, Mora P, Rossi JP (2006)-** Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology **42**, S3–S15.

**-Loi algérienne N°87-17 relative à la protection phytosanitaire (1987)-** Journal officiel de la république algérienne N°32 du 05-08-1987.

## N

**-Narboone J F (1998)-** Historique fondements biologiques de l'utilisation de biomarqueurs en écotoxicologie. In : Barhoumi B (2015), Biosurveillance de la pollution de la lagune de

Bizerte (Tunisie) par l'analyse comparée des niveaux de contamination et de l'écotoxicité des sédiments et du biote. Thèse doctorat en biologie, Université de Bordeaux, France.

## P

**-Pinta M (1985)-** Spectrométrie d'absorption atomique, Technique de l'ingénieur. P2825.

## R

**-Razafindrakoto M (2012)-** Etude des Annélides Oligochètes de Madagascar : Taxonomie, Distribution et Ecologie. Thèse de doctorat. Université d'Antananarivo. 174p.

## S

**-Savigny JC (1826)-** Analyse des travaux de l'Académie Royale des Sciences pendant l'année 1821.

**-Sayeed I, Parvez S, Pandey S, Bin-Hafeez B, Haque R, Raisuddin S (2003)-** Oxidative

**- Sims R W et Gerard B M (1999)-** Earthworms: Notes for the Identification of British Species, 53, pp: 65-70

## T

**-Tomlin AD (1980)-** La biologie du ver de terre, 10 p.

**-Toumi H (2013)-** Ecotoxicité de la deltaméthrine et du malathion sur différentes souches de *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera): apport de la protéomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires, thèse Doctrant en Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes, université de Lorraine.france, 124-130.

use of plant protection products. European Parliament. Source: <http://www.europarl>.

## U

**-UIPP (2009)-** Les produits phytopharmaceutiques et l'environnement. Union des Industries de la Protection des Plantes, 11 p.

## V

**-Vandimian(2014)-** La biosurveillance de l'environnement.9. Congrès International de Métrologie,. Bordeaux, France. pp. 655-658.

**-Viel JF, Challier B, Pitard A, Pobel D (1998)-** Brain Cancer Mortality among.

## W

**-Wu RSS, Siu WHL, Shin PKS (2005)-** Induction, adaptation and recovery of biological York. 426 p.

**Les sites :**

www.Profert.dz, Syngenta Agro Service AG.(2017).

www.sapcagro.fr(2017).

http://www.bioactualites.ch/(2017).

www.Sagepesticides.com(2017).

# *Annexes*

## Annexe 1a

### Les concentrations des métaux lourds par apport aux différentes concentrations.

contaminants concentrations	Cadmium		cuivre	
	absorbance	Concentration mg.kg <sup>-1</sup>	absorbance	Concentration mg.kg <sup>-1</sup>
Témoin	0,003	0,0062	0,000	0,0000
1,6 mg/l	0,003	0,0116	0,000	0,0234
3,125 mg/l	0,004	0,0154	0,000	0,0245
6,25 mg/l	0,003	0,0214	0,000	0,0333
12,5 mg/l	0,004	0,0191	0,001	0,1442

## Annexe 1b

### Courbe d'étalonnage de cadmium

Concentration mg.kg <sup>-1</sup>	absorbance
0,1	0,007
0,2	0,014
0,3	0,020
0,35	0,023
0,4	0,026
R2 = 0,9984	

## Annexe 1c

### Courbe d'étalonnage du cuivre

Concentration mg.kg <sup>-1</sup>	absorbance
0,2	0,007
1	0,045
2	0,081
3	0,137
R2 = 0,9948	

## Annexe 02

### Poids des vers de terre avant et après 04 semaines de contamination par décis

concentrations Temps d'expositions	Témoins	1,6 mg/l	3,12 mg/l	6,25 mg/l	12,5 mg/l
avant contamination	0,88 g	1,39 g	1,05 g	1,16 g	1,46 g
après 04 semaines de contamination	0,9 g	1,11 g	0,93 g	1,06 g	1,06 g

## Résumé

Le travail que nous avons abordé se situe dans le cadre général de l'étude de la préservation de l'environnement et la santé humaine. Pour cela nous nous avons choisi de faire une étude sur l'évaluation de toxicité de trois pesticides les plus couramment utilisés en agriculture dans la région de Bejaia. Les produits phytosanitaires utilisés sont le Deltaméthrine (insecticide), Hexaconazole et chlorothalonil+azoxystrobine (fongicides), sur un modèle biologique faisant partie des Lombricidae, qui sont considérés comme des bioindicateurs de la pollution des sols. L'échantillonnage réalisé sur le terrain, nous a révélé la présence de deux espèces appartenant à la classe des Oligochaeta : *Allolobophoramoebii* et *Aporrectodeacaliginosa*. Cette dernière regroupe deux sous-espèces, *Aporrectodeacaliginosacaliginosa* et *Aporrectodeacaliginosatrapezoides*. Pour la réalisation du biotest, notre choix s'est porté sur la sous espèce *Aporrectodeacaliginosacaliginosa* ayant une abondance plus importante sur le terrain. Le test de toxicité aiguë a été réalisé avec le Décis (deltaméthrine), l'Hexavil (Hexaconazole) et le Priori Opti (Chlorothalonil et Azoxystrobine) à des concentrations respectivement de 1,6mg/l, 3,12mg/l, 6,25mg/l, 12,5mg/l et 14,5 mg/l, 29mg/l, 58mg/l, 116mg/l et 150mg/l, 300mg/l, 600mg/l, 1200mg/l. Les concentrations indiquées sont testées sur des lots de sol contenant dix individus chacun. Pour une meilleure exploitation des résultats, nous avons fait quatre répétitions pour chaque concentration relatives aux pesticides étudiés. La contamination par le Décis ne cause aucune mortalité, cependant nous avons montrés des effets de bioaccumulation des éléments traces métalliques, leurs résultats révèlent une forte teneur du cuivre et cadmium enregistrés à la dose 12,5 mg/l. Le Priori Opti a présenté un effet très toxique, en enregistrant une mortalité totale à la dose 1200 mg/kg après 14 jours, et une mortalité totale à la dose 600 mg/kg après 21 jours. La DL50 mesurée après 14 jours d'exposition est de **199,84** mg/l. L'Hexavil se relevait moins toxique que le Priori Opti avec une mortalité de 08% à la concentration maximale 116 mg/l, après une exposition de quatre semaines.

**Mots clés :** Toxicité, Vers de terre, Décis, Hexavil, Priori Opti, Bio surveillance, Bio indicateur

## Abstract

The work we have achieved deals with the study of the preservation of the environment and human health. For this reason, we have chosen to make a study on the evaluation of the toxicity of three common used pesticides in agriculture in the region of Bejaia. The phytosanitary products used are the Deltamethrine (insecticide), Hexaconazole and chlorothalonil+azoxystrobine (fungicides), on biological model which belongs to the lombricidae family which are considered as the bioindicators of the soil pollution. The samples realized in the field, it revealed us the presence of two species belonging to the oligochaeta class: *Allolobophoramoebii* and *Aporrectodeacaliginosa*. The latter has two sub-species *Aporrectodeacaliginosacaliginosa* and *Aporrectodeacaliginosatrapezoides*. For the realization of the biotest, we have chosen the sub-species *Aporrectodeacaliginosacaliginosa* that has very significant abundance in the field. The test of acute toxicity was realized with Décis (deltamethrine), Hexavil (Hexaconazole) and Priori Opti (Chlorothalonil and Azoxystrobine) with respective concentrations of 1,6mg/l, 3,12mg/l, 6,25mg/l, 12,5mg/l and 14,5 mg/l, 29mg/l, 58mg/l, 116mg/l and 150mg/l, 300mg/l, 600mg/l, 1200mg/l. The concentrations indicated are tested on parts of soil containing 10 individuals each. For the best exploitation of the results we have done four repetitions for each relative concentration to the studied pesticides. The contamination with Décis doesn't cause any mortality; there for we showed the effects of bioaccumulation of the metals traces elements, their results reveal a strong concentration of Cu and Cd enregistred with the dose 12,5 mg/l. On the contrary the Priori Opti has presented a very toxic effect, with a total mortality dose of 1200 mg/l after 14 days, and the total mortality dose of 600 mg/l after 21 days. The DL50 measured after 14 days of exposition is of 199,84 mg/l. Hexavil revealed that it is less toxic than the Priori Opti with 08% mortality with a maximal concentration of 116 mg/l after an exposition of four weeks.

**Keywords:** Toxicity, Earthworms, Décis, Hexavil, Priori Opti, Bio monitoring, Bio-indicator