

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

MELHAG Khawla & MEFTI Wiam

Thème

Impacts des pesticides sur la biologie des vers de terre et des fourmis

Soutenu le: 12 / 09 /2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. BACHIRI Taoues

MCB

Univ. de Bouira

Président

Mme. MAIZI Naila

MCA

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme. MECELLEM Dalila

Pr.

Univ. de Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant qui nous a fait ouvrir les portes du savoir, qui nous a donné la force et la volonté de poursuivre nos études et d'effectuer ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice Mme. MAIZI Naila enseignante à l'Université de Bouira pour ses orientations et pour le temps qu'elle nous a consacré pour mener à bien notre travail

Nos remerciements vont aussi à :

Mme BACHIRI Taoues, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Mme. MECELLEM Dalila, d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Nous tenons aussi à remercier la Direction des Services Agricoles (DSA) de la Wilaya de Bouira pour leurs aides et conseils.

Nous exprimons de même notre gratitude à tous ceux qui nous ont accordé leur soutien tant par leur gentillesse que par leur dévouement.

A tous les enseignants qui nous ont enseigné durant les cinq années de notre formation.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'avancement de notre projet.

A nos très chers familles et amis pour leur aides.

Dédicace

*Du profond de mon cœur je dédie ce travail à mon père
« Mohamed », Allah illumine sa tombe et l'accueil dans son vaste
paradis.*

*À ma mère « Houria », source de tendresse et bonheur pour sa
patience, son soutien et son amour infini.*

À mes trois chers frères Hamza, Aboubakar, Nabil et

À ma chère sœur Khadidja et ses filles.

*À mon grand-père et mes 2 oncles et À toute ma famille
proche ou éloignée.*

*À tous mes amis et ceux qui m'ont soutenu et qui se tenaient à
mes côtés.*

MELHAG Khawla

Dédicace

Je dédie ce travail à ma mère « Naima » la plus merveilleuse au monde, source de tendresse et de sécurité, qui m'aime réussis, à celle qui a veillé à me rendre heureuse pour toujours et joyeuse pendant toute ma vie. Merci pour ta confiance aveugle en moi.

À mon cher père « Fatah » qui ne me refuse aucune demande, source d'espoir et de motivation.

À mes frères : Abdou, Bilal et Amine

Que dieu leur procure une bonne santé et une longue vie.

À tous les membres de la famille « Mefti »

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, pour que ce projet soit possible.

Je vous dis merci énormément.

Mefti wiam

Table des matières

Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1. Aperçu sur les pesticides	2
1.1. Historique	3
1.2. Les catégories des produits phytosanitaires.....	4
1.2.1. Classement par objectif d'action	4
1.2.2. Classement par groupe chimique	5
1.2.3. Classification selon le domaine d'utilisation.....	7
1.2.4. Classification selon la toxicité	7
1.3. Principes fondamentaux pour l'utilisation des pesticides.....	8
1.4. Présentation commercial des pesticides.....	9
1.5. Les pesticides en Algérie.....	9
1.6. Devenir des pesticides dans l'environnement	10
1.7. Les effets des pesticides sur la santé humaine et l'environnement.....	11
1.7.1. Sur la santé humaine.....	11

1.7.2. Sur l'environnement.....	12
1.7.3. Effet Sur la biodiversité de la faune du sol.....	12
2. Généralité sur les lombricidés	13
2.1. Classification	13
2.2. Les catégories des vers de terre	14
2.3. La morphologie	14
2.3.1. Prostomium.....	14
2.3.2. Metastomium.....	15
2.3.3. Le pygidium.....	16
2.4. Anatomie interne	17
2.4.1. La peau et les muscles.....	18
2.4.2. Le tube digestif.....	18
2.4.3. Le système respiratoire.....	19
2.4.4. Le système nerveux.....	19
2.4.5. Système circulatoire.....	19
2.4.6. Le système reproducteur.....	20
2.4.7. Le système locomoteur.....	20
2.4.8. Le système excréteur.....	20
2.5. La régénération.....	21
2.6. Alimentation.....	22
2.7. Cycle et durée de vie des vers de terre.....	22
2.8. Intérêt des vers de terre.....	23

3. Généralité sur les Formicidés.....	24
3.1. Morphologie des fourmis.....	24
3.1.1. La tête.....	24
3.1.2. Le thorax.....	25
3.1.3. L'abdomen.....	25
3.2. Structure hiérarchique.....	26
3.3. Cycle de vie.....	26
3.4. Le régime alimentaire des fourmis.....	28
3.5. L'habitat des fourmis.....	29
3.6. Rôle écologique et environnemental des Formicidés.....	30
3.6.1. Relations plantes-fourmi.....	30
3.6.2. Importance écologique.....	30
Chapitre II : Matériels et méthodes	32
1. Choix du contaminant	33
1.1. Choix du modèle biologique	35
1.2. Site d'échantillonnage du sol et des organismes choisis.....	36
1.3. Prélèvement et mesure des paramètres physico-chimiques du sol échantillonné.....	37
1.3.1. Prélèvement et préparation du sol.....	37
1.3.2. Mesure des caractéristique physico-chimiques du sol	38
1.3.2.1. Le calcaire total.....	38
1.3.2.2. L'humidité.....	39
1.3.2.3. Le pH	39

1.3.2.4. La capacité de rétention en eau	40
1.4. Echantillonnage des espèces.....	42
1.5. Identifications des espèces.....	43
1.5.1. Identifications des lombrics	43
1.5.2. Identification des fourmis	44
1.6. Les tests de toxicités	46
1.6.1. Préparation des concentrations du pesticide.....	48
1.6.2. Contamination de nos espèces utilisées	48
1.7. Test d'évitement	49
Chapitre 3 : Résultats et discussions	52
1. Résultats de l'enquête effectuée	53
2. Analyses physico-chimiques du sol échantillonnées	53
3. Essais de toxicité aigüe de l'insecticide	54
3.1. Sur les Lombricidés.....	54
3.1.1. Détermination de la DL50	55
3.1.2. Manifestations de toxicité observables chez les vers de terre	56
3.1.3. Le test d'évitement.....	57
3.2. Cas des <i>Messor barbarus</i>	60
3.2.1. Détermination de DL 50	62
3.2.2. Les signes observables de toxicité sur les fourmis	63
Conclusion	65

Annexes.....

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau 01	Résultats des analyses physico-chimiques du sol de notre site d'échantillonnage.....	51
Tableau 02	Résultats obtenus de test de toxicité aiguë.....	52
Tableau 03	Résultats relatifs au test d'évitement.....	58
Tableau 04	Les résultats obtenus à partir du test toxicité aiguë des <i>Messor. B</i>	62

Listes des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Répartition des pesticides dans l'environnement.....	10
Figure 02	Les segments d'un ver de terre.....	15
Figure 03	La structure corporelle d'un ver de terre.....	16
Figure 04	Anatomie interne du lombric ouvert par la face dorsale.....	20
Figure 05	Cycle de vie des vers de terre.....	22
Figure 06	Morphologie générale d'une fourmi.....	23
Figure 07	Tête de fourmis : yeux, mandibules et antennes.....	24
Figure 08	Cycle de vie d'une colonie de fourmis.....	26
Figure 09	exemple d'une espèce granivore.....	27
Figure 10	Insecticide LAZER utilisé dans notre travail.....	31
Figure 11	Structure chimique de la lambda-cyhalothrine.....	32
Figure 12	Structure chimique de la pyrimicarbe.....	32
Figure 13	Localisation du site d'échantillonnages des vers de terre et des fourmis.....	33
Figure 14	Quelques étapes de prélèvement et de préparation du sol.....	34
Figure 15	Dosage du calcaire total.....	35
Figure 16	Evaluation de taux d'humidité.....	36
Figure 17	Détermination de pH du sol.....	37
Figure 18	Evaluation de la capacité maximale de rétention en eau.....	38
Figure 19	Méthodes d'échantillonnage des espèces utilisées.....	39

Figure 20	Identification et prise des critères liés aux vers de terre : (A) longueur (B) poids et (C) diamètre.....	40
Figure 21	Ver de terre de genre <i>Aporrectodea</i>	41
Figure 22	Microscope optique utilisé pour l'identification.....	42
Figure 23	Nymphes nues de <i>Messor.b</i>	43
Figure 24	Tête carrée rouge des <i>Messor.b</i>	43
Figure 25	Des vers de terre placé dans les boites à la surface du sol.....	44
Figure 26	Des vers de terre immergés dans l'eau pour vider leurs tubes digestifs.....	44
Figure 27	Dépôt des fourmis sur la surface du sol après les placements dans les boites.....	45
Figure 28	Présentation de l'enceinte des biotests.....	46
Figure 29	Enceinte expérimentale fabriquée pour le test d'évitement.....	47
Figure 30	Le déroulement de test d'évitement (A) préparation des enceintes, (B) introduction des vers de terre dans la cheminée centrale de l'enceinte expérimentale, (C) on place un couvercle perforé).....	48
Figure 31	Secteur des pesticides le plus vendus.....	50
Figure 32	nombre du produit plus utilisé	50
Figure 33	Détermination de la DL50 (7 jours, 14 jours, 21 jours et 28 jours) après l'application du LAZER.....	54
Figure 34	Les turricules et les galeries à la surface.....	56
Figure 35	La remontée des vers de terre en surface et l'enroulement.....	56
Figure 36	(A) sanction de la partie postérieure du corps (B et C) sortie du liquide coelomique.....	57
Figure 37	Les indicateurs d'activité dans le test d'évitement. A : Les turricules et les galeries retrouvées sur la surface du sol. B : Les turricules observé dans la cheminée centrale.....	60

Figure 38	<i>Messor.b</i> mortes après test de toxicité.....	61
Figure 39	Evaluation de la DL50 (à 7 jours et à 14 jours) suite à l'application du LAZER.....	63
Figure 40	L'effet de « Lazer » sur <i>Messor Barbarus</i>	64

Le sol, souvent négligé en tant que simple support pour l'agriculture, est en réalité un environnement délicat et extrêmement complexe. Il abrite une vie active et joue des rôles essentiels en tant que moyen de passage, de réserve et de déplacement pour une variété de composants, qu'elles soient organiques ou inorganiques (**Calvet, 2000**).

Chaque année, À l'échelle mondiale, d'innombrables tonnes des pesticides, comprenant des désherbants, des produits antifongiques et des produits anti-insectes, sont utilisées en agriculture pour protéger les cultures et augmenter la production (**Al-Assiuty et al., 2014**).

En Algérie, on constate une augmentation croissante d'application des produits phytosanitaires à des fins liées à l'agriculture. Cette tendance découle de l'expansion des régions de culture conçues pour accroître la production agricole. À l'origine, la production de produits phytosanitaires était gérée par des organismes indépendantes chargées de superviser les produits phytosanitaires. Cependant, avec l'avènement du système économique basé sur le marché, de nombreuses sociétés se sont développées une expertise dans l'importation d'insecticides et de produits similaires. Par conséquent, l'Algérie compte environ 400 produits phytosanitaires autorisés, parmi lesquels une quarantaine de variétés sont préférées par la majorité des agriculteurs (**Mokhtari, 2011**).

Cependant, l'utilisation excessive de ces derniers constitue une menace sérieuse pour la santé humaine et l'écosystème. Bien que des mesures aient été prises pour minimiser la contamination des environnements, leur utilisation provoque inévitablement le déplacement par dispersion due à la pulvérisation, de l'évaporation, de l'infiltration et du ruissellement des zones traitées vers des zones qui n'étaient pas visées. (**Pelosi et al., 2021**). Ces processus entraînent une dégradation de la qualité des nappes phréatiques et des eaux côtières, De même qu'une diminution de la biodiversité terrestre. Les résidus de pesticides se retrouvent souvent mélangés dans la couche supérieure du sol sur une profondeur

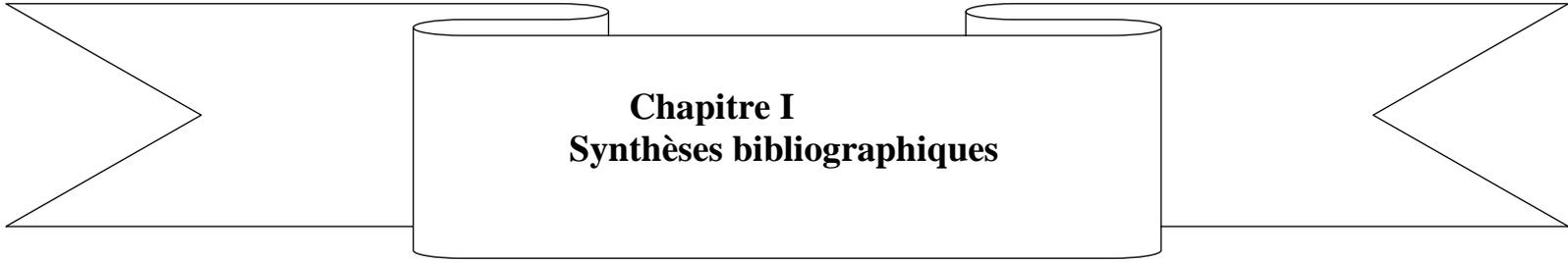
de 15 cm, qui est considérée comme la zone présentant la plus grande activité microbienne et faunistique (**Blasco et Pico, 2009**).

Les connaissances actuelles sur les répercussions environnementales et les effets non intentionnels des produits phytosanitaires en cours d'utilisation sont limitées, entravant ainsi notre capacité à comprendre et à atténuer leur impact global sur les processus écologiques.

Face à cette réalité, des scientifiques ont mené des recherches et des études coordonnées en utilisant des tests d'écotoxicité normalisés pour évaluer l'impact des divers produits phytosanitaires sur la faune du sol, en contact direct avec ces produits chimiques et susceptible de subir leurs effets. Les vers de terre, par exemple, ont été employés pour évaluer les conséquences des substances chimiques telles que les pesticides, en étudiant leur survie, leur croissance, leur reproduction et leur comportements d'évitement (**Kammenga et al., 2000**).

Le but de cette étude est de contribuer à l'évaluation de la toxicité d'un insecticide polyvalent à double action, nommé "Lazer", largement employé par les agriculteurs de la région pour lutter contre les punaises, les pucerons et les tordeuses. Pour ce faire, nous avons choisi des bio-indicateurs bien adaptés en bio-surveillance, La faune du sol est principalement composée de vers de terre, ainsi que de fourmis. malgré le manque d'informations et des études effectués sur cet espèces. Leur contribution essentielle à la configuration des écosystèmes réside dans leur rôle en tant qu'organismes prédominants sur le plan écologique.

Le mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre offre une revue de la littérature synthétique. Le deuxième chapitre détaille les matériaux et méthodes employés, notamment les procédures d'échantillonnage et d'analyse. Le troisième chapitre expose les résultats, suivis d'une discussion. En conclusion, le mémoire propose une synthèse des découvertes et des pistes pour des études à venir.



Chapitre I
Synthèses bibliographiques

I. Aperçu sur les pesticides :

Le terme "pesticide" englobe toute substance, qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, ayant la capacité de détruire ou de prévenir la prolifération d'organismes indésirables en agriculture, tels que les insectes, les parasites, les micro-organismes, les rongeurs et les mauvaises herbes. Ces produits peuvent également avoir des effets potentiellement nuisibles pour la santé humaine et l'environnement (**Boland et Florijn, 2004 ; Berrah, 2011**). Leur composition chimique varie, avec certaines substances persistant longtemps dans l'environnement (sous forme stable), tandis que d'autres se dégradent plus facilement au fil des processus naturels (sous forme moins stable) (**Agoussar, 2017**).

La composition des pesticides implique généralement une ou plusieurs matières actives responsables de l'effet toxique, accompagnées de divers adjuvants. Ces adjuvants, constitués de diverses molécules, peuvent influencer la qualité des pesticides et faciliter leur application. De plus, une autre composante essentielle des pesticides est le diluant, qui peut se présenter sous forme liquide (tel que l'huile végétale) ou solide (comme le talc) (**Ayad-Mokhtari, 2012**).

1.1. Historique :

D'après **Calvet et al. (2005)**, les agriculteurs ont de tout temps accordé une grande importance à la maîtrise des organismes nuisibles affectant leurs cultures. Pendant une période prolongée les techniques employées étaient principalement de caractère physique, incluant le ramassage de larves, d'œufs et d'insectes adultes, l'élimination par le feu des plantes malades, ainsi que le désherbage réalisé manuellement et mécaniquement.

Cependant, l'emploi de pesticides a débuté durant la seconde moitié du XIX^e siècle, puis s'est considérablement développé à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, et elle a connu une expansion significative à partir de la seconde

moitié du XXe siècle, avec la découverte progressive de diverses familles de pesticides synthétiques (**Ramade, 2005**). Depuis la conclusion de la Seconde Guerre mondiale, ces produits ont été largement employés dans le secteur agricole, non seulement pour augmenter les rendements, mais également pour protéger les cultures des ravageurs tout au long de leur cycle de croissance. Leur usage ne se limite pas à l'agriculture, car ils sont également utilisés dans les foyers sous forme de sprays et de poudres pour éliminer les moustiques, les souris, les mouches, les tiques et d'autres nuisibles (**Hakeem et al., 2016**).

1.2 .les catégories des produits phytosanitaire :

Les pesticides sont regroupés en grandes catégorie selon un double classement :

1.2.1.Classement par objectif d'action:

Il existe trois familles principales parmi les pesticides les plus couramment utilisés :

- **Les insecticides :**

Ils servent principalement employés pour contrôler les populations d'insectes. Leur rôle consiste à éliminer les insectes, leurs oeufs et/ou leurs larves, ce qui les classe souvent parmi les produits les plus nocifs. D'après **Batch (2011)**, les insecticides actuels sont classés en cinq grandes catégories : les pyréthriinoïdes, nicotiniques, les organophosphorés, les organochlorés, les carbamates et les organophosphorés (**Ramade, 2005**). Ces substances actives sont spécialement formulées pour agir sur les insectes et possèdent divers mécanismes d'action.

- **Les fongicides :**

Leur objectif est de supprimer les champignons nuisibles et les parasites des plantes, en particulier les champignons. Parmi les premiers fongicides utilisés figurent le soufre, le cuivre, ainsi que des dérivés organiques du cuivre, notamment la bouillie bordelaise (un mélange de sulfate de cuivre et d'hydroxyde de calcium) (**Foubert, 2012**).

- **Les herbicides :**

Effectivement, les produits destinés à la suppression des plantes non désirées, couramment désignées comme "herbes nuisibles" ou "plantes adventices", sont les herbicides. Un des herbicides les plus renommés est le glyphosate, vendu sous la marque Roundup. Le glyphosate fonctionne en entravant la synthèse des acides aminés chez les plantes considérées indésirables pour les cultures (**Foubert, 2012**). L'objectif de son utilisation est de maîtriser la croissance et la propagation des mauvaises herbes, préservant ainsi les cultures des compétitions nuisibles pour les ressources, notamment la luminosité, l'approvisionnement en eau et les éléments nutritifs.

D'autres catégories comprennent également :

- **Les produits rodenticides** (destinés à lutter contre les rongeurs) ;
- **Les corvifuges** (utilisés pour repousser les corbeaux) ;
- **Les nématocides** (conçus pour combattre les nématodes) ;
- **Les molluscicides** (employés contre les escargots et les limaces)
- **Les acaricides** (utilisés pour contrôler les acariens) .

1.2.2 Classement par groupe chimique :

Effectivement, les pesticides englobent une vaste gamme de plus de 1000 substances variées provenant de plus de 150 familles chimiques distinctes.

Chaque catégorie chimique est constituée d'un groupe de molécules qui partagent une structure de base composée d'atomes (**Clive Tomlin, 2006**). Ce

classement technique se fait en fonction de la molécule principale utilisée. Voici quelques exemples de familles de pesticides :

- **Les organochlorés :**

Ce sont parmi les pesticides les plus anciens et durables, incluent le DDT, qui étaient principalement employés en tant qu'insecticides en agriculture et dans les métiers du bois. Cela inclut des substances telles que les aldrines, les dieldrines, les endrines, ainsi que le lindane, qui était largement utilisé en France par les agriculteurs jusqu'en 1998 où son utilisation a été proscrite en raison de ses effets nocifs et de sa tendance à s'accumuler dans les organismes. (EPA, 2019).

- **Les organophosphorés :**

Ils servent également d'insecticides en agissant sur les systèmes nerveux pour contrôler les organismes vivants. Ils sont moins durables, à l'instar du fenthion, du malathion, etc. (EPA, 2019).

- **Les carbamates :**

Ils dérivent de l'acide carbamique et englobent des pesticides tels que les herbicides, les fongicides, insecticides, Parmi eux, on peut citer le carbofuran, le thiodicarbe, le carbaryl etc. (EPA, 2019).

- **Les pyréthroides :**

Il s'agit de composés synthétiques dérivés des pyréthrines, substances naturelles issues de fleurs de pyrèthre ou de chrysanthèmes (Hassaan et El Nemr, 2020). Ils entravent la transmission des signaux nerveux et conservent leur stabilité sous l'exposition au rayonnement solaire, à l'instar des deltaméthrines, des cyhalothrines, des cyperméthrines...etc (EPA, 2019).

- **Les néonicotinoïdes :** Il s'agit de la catégorie d'insecticides la plus répandue à l'échelle mondiale. Ils sont connus pour leurs effets

secondaires sur les abeilles (**Bonmatin et al., 2015**), les papillons (**Gilburn et al., 2015**) et sur les oiseaux (**Stanton et al., 2018**)

1.2.3. Classification selon le domaine d'utilisation :

Il existe deux principales catégories de pesticides, D'après leur utilisation (**OMS, 1991**) : les pesticides destinés à l'agriculture, connus également sous le nom de produits phytosanitaires, et les pesticides pour des usages non agricoles, parfois désignés comme biocides.

Les pesticides destinés à l'agriculture sont fréquemment employés pour préserver les cultures des maladies et des organismes nuisibles, assurant ainsi de bons rendements dans la production alimentaire. Ce sont les pesticides les plus connus et qui représentent le plus grand volume de substances actives utilisées dans l'agriculture.

Les biocides ou pesticides à usage non agricole partagent des similitudes avec les pesticides agricoles, mais ils sont utilisés dans des contextes non agricoles. Ils servent à détruire ou repousser les nuisibles dans des environnements tels que l'hygiène publique (lutte anti- vectorielle), La préservation du bois, la désinfection et diverses applications domestiques. Ils sont également utilisés pour la santé humaine afin de contrôler les vecteurs des maladies.

1.2.4. Classification selon la toxicité :

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) catégorise les pesticides en fonction de leur dangerosité, en se basant sur les risques immédiats qu'ils présentent (toxicité aiguë) suite à l'administration d'une dose médiane létale DL50 par voie orale ou cutanée. Chaque pesticide est ensuite classé dans l'une des quatre catégories : Extrêmement dangereux, Hautement dangereux, Modérément dangereux, Peu dangereux (**Arzul et al., 2008**).

1.3.Principes fondamentaux pour l'utilisation des pesticides:

L'utilisation des pesticides est réglementée de manière stricte et repose sur des critères bien définis, évitant les pratiques aléatoires. Les agriculteurs doivent tenir compte de divers facteurs lors de l'application de ces produits pour lutter contre des ravageurs spécifiques. Cela inclut la connaissance de la dose appropriée, ainsi que des propriétés chimiques et physiques de la substance active utilisée. Plusieurs paramètres sont pris en compte pour déterminer cette dose, tels que la gravité et la nature des organismes nuisibles, les dommages causés aux cultures, les estimations de pertes de production agricole, ainsi que les coûts économiques en comparaison avec les rendements et les bénéfices réels des pesticides sur les cultures (**Agoussar, 2017**).

Il existe également une relation entre la quantité de pesticides utilisée et le rendement agricole. Toutefois, une fois que la dose dépasse un certain seuil, divers facteurs restrictifs entrent en jeu, entraînant une diminution des rendements (**Arkoub, 2012**).

En Algérie, la réglementation des produits phytosanitaires a été progressivement mise en place en fonction de la politique de développement du pays et de la disponibilité des ressources. Au fil du temps, des évolutions significatives ont été observées dans ce domaine. En particulier, l'adoption de la loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire a permis d'établir des mesures régissant la fabrication, l'étiquetage, l'entreposage, la distribution, la commercialisation et l'utilisation des produits phytosanitaires destinés à un usage agricole. Selon cette loi, aucun produit phytosanitaire ne peut être commercialisé, importé ou fabriqué sans avoir fait l'objet d'une homologation. En Algérie, le processus d'homologation des produits phytosanitaires est régi par des décrets exécutifs qui définissent les procédures applicables lors de l'importation et de l'exportation de ces produits destinés à un usage agricole (**Ais et Ouamrane, 2018**).

1.4. Présentation commerciale des pesticides :

Un code international de 2 lettres majuscules, ajouté après le nom commercial, est utilisé pour indiquer le type de formulation, conformément à la méthode de classification proposée par Bouland et al. (2004). Les principaux types de formulations sont:

- **Les formulations sous forme solide :**
 - Poudres hydrosolubles (**WP**)
 - Les granulés destinés à la dispersion (**WG**)
 - Microgranulés (**MG**)

- **Les formulations liquides :**
 - Les produits en concentration soluble (**SL**)
 - Les suspensions en concentration (**SC**)
 - Les produits en concentration émulsionnable (**EC**)
 - Les émulsions en concentration (**EW**)

1.5. Les pesticides en Algérie :

En Algérie, La fabrication de ces produits est gérée par des entreprises indépendantes comme Aasmidal et Moubydal, selon les informations fournies par **Bouziani en 2007**.

En 2009, le marché algérien a enregistré une croissance notable, avec des importations atteignant 67 millions de Dinars, comme rapporté par **Ayad-Mokhtari en 2012**. Plusieurs tonnes de pesticides sont employées dans le traitement des cultures pour contrer les ravageurs, d'améliorer les rendements et de limiter la propagation de maladies vectorielles telles que la leishmaniose, qui peut avoir des répercussions environnementales (**Bouziani, 2007**). Les pyréthrinoïdes, les organophosphorés et les carbamates figurent parmi les pesticides les plus couramment utilisés. Ils sont appliqués par

pulvérisation ou épandage dans les régions touchées par les criquets, aussi bien dans le sud que sur le tell, selon les informations de **Bouziani en 2007**.

1.6. Devenir des pesticides dans l'environnement :

Les D'après les observations de Queyrel en 2017, l'entrée des pesticides dans l'environnement est principalement due à leur application en plein champ, et des pertes peuvent se produire à ce stade. En effet, lors de la pulvérisation, une partie du traitement peut être déviée de sa cible par le vent ou s'évaporer, entraînant ce que l'on appelle des "dérives" (voir Fig. 01). Les pesticides ont la capacité de se volatiliser dans l'air, de s'écouler avec les eaux de surface ou de pénétrer dans les eaux souterraines, d'être absorbés par des plantes ou des organismes du sol, ou de demeurer dans le sol, selon ce que rapporte **Van Der Werf en 1996**. Ces produits chimiques peuvent également être soumis à divers processus qui influencent leur dissipation dans les différents compartiments de l'environnement comme l'explique **Merhi, 2008**.

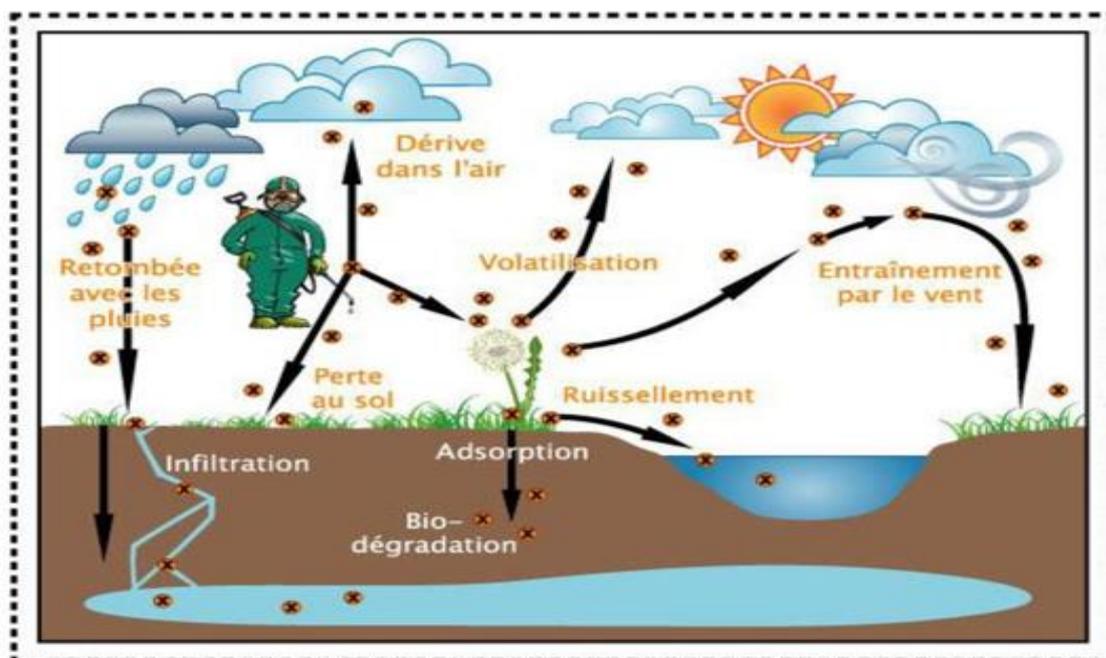


Figure 01: Répartition des pesticides dans l'écosystème (Villard, 2019).

I.7 Les effets des pesticides sur la santé humaine et l'environnement :

I.7.1 Sur la santé humaine :

Les pesticides peuvent affecter les individus de différentes manières, Que ce soit de manière immédiate lors de leur application ou de manière indirecte à travers la présence de résidus dans différents milieux tels que l'air, l'eau, le sol, voire même dans les produits alimentaires que nous ingérons (**Dugeny, 2010**). L'exposition à ces substances peut se produire par inhalation, contact cutané ou ingestion d'aliments contaminés (**Mari, 2018**).

Les effets aigus de la contamination surviennent généralement en cas d'empoisonnements accidentels ou intentionnels résultant d'une exposition à des doses élevées. Ces cas se manifestent par des signes de contamination bien documentés, on peut citer des brûlures chimiques aux yeux, des altérations de la peau, des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires, des perturbations neurologiques, voire des complications hépatiques.

En revanche, les effets chroniques des pesticides, Les effets liés à des expositions répétées et prolongées à de faibles concentrations de ces substances demeurent moins compris en raison du délai entre l'exposition et la détection des problèmes de santé, ce qui rend complexe l'établissement de relations de cause à effet, comme indiqué par Errami en 2012. Toutefois, plusieurs études de recherche ont mis en évidence une association entre une exposition professionnelle aux pesticides et divers problèmes de santé chez les adultes, notamment des problèmes de fertilité, différents types de cancer, des anomalies congénitales et des troubles neurologiques.

1.7.1. Sur l'environnement :

Pendant l'utilisation de pesticides, il y a une importante dispersion de ces produits vers différents compartiments de l'environnement. Cette dispersion résulte d'une L'interaction complexe entre les caractéristiques des molécules, les

caractéristiques environnementales et les conditions météorologiques pendant et après l'application, ainsi que les pratiques agricoles (**Aubertot et al., 2011**). Les impacts des pesticides sur la faune et la flore sauvages sont étroitement liés à la nature de l'agriculture mise en œuvre. L'extension et l'intensification de l'agriculture, combinées à une augmentation de l'usage de pesticides et d'engrais chimiques, ont engendré des répercussions défavorables à la fois en termes de diversité et d'abondance des espèces animales et végétales dans la nature, ainsi qu'en ce qui concerne la qualité générale de l'environnement (**Hurst et Kirby, 2004**).

La principale source d'impact environnemental des pesticides réside dans La principale source d'effets nocifs réside dans leur manque de sélectivité envers leur cible, ce qui conduit à la plupart des impacts indésirables. Les animaux absorbent ces pesticides par le biais de leur régime alimentaire, de l'eau qu'ils ingèrent, de l'air qu'ils respirent, ou même par absorption cutané. Après avoir franchi différentes barrières, les toxiques atteignent les sites métaboliques où ils s'accumulent (**Van der Werf, 1997**).

En général, L'incidence environnementale d'un pesticide est dépend à la fois de son niveau d'exposition (qui résulte de sa dispersion et de sa concentration dans l'environnement) et de ses caractéristiques toxicologiques (**Van der Werf, 1997**)

1.7.2. Effet sur la biodiversité de la faune du sol

La biodiversité englobe la variété des espèces, la diversité génétique et la richesse des écosystèmes. Une biodiversité riche est cruciale pour la préservation de processus naturels essentiels, tels que la régulation naturelle, la pollinisation des arbres fruitiers par les insectes et les processus de formation des sols et de décomposition de la matière organique. Les pesticides chimiques de synthèse ont pour but d'éliminer les organismes considérés comme nuisibles.

Certains de ces produits sont spécifiquement conçus pour cibler des champignons, d'autres des insectes ou encore des plantes jugées indésirables. Les pesticides agissent en ciblant des récepteurs fondamentaux. Par exemple, les insecticides visent principalement le système nerveux. Quelle que soit la cible des pesticides (insectes, mauvaises herbes, champignons, rongeurs, etc.), les effets indésirables sur les espèces ou les organes touchés ainsi que les perturbations des voies métaboliques sont généralement difficiles à prédire avec précision, comme le soulignent **Lenseigne et Laeverjat en 2019**.

I. Généralités sur les lombricidés :

2.1. Classification :

D'après Morin en 1999, les lombrics sont des organismes invertébrés classés dans l'embranchement des Annélides. Plus spécifiquement, ils sont classés dans la classe des Clitellata, sous-classe des Oligochètes, ordre des Haplotaxida, et sous-ordre des Lumbricina. Ces organismes sont répartis au sein de différentes familles en fonction de leurs caractéristiques spécifiques.

Effectivement, la famille des Lombricidés, se divise en plusieurs genres:

Eisenia, Lumbricus, porrectodea, Octolasion, Dendrobaena, Allolobophora etc

2.2. Les catégories des vers de terre :

Selon Bouché (1972), Les différentes espèces de vers de terre ont été regroupées en trois catégories écologiques :

- **Les épigées :** sont de petits vers de terre pigmentés qui habitent les débris de surface sont abondants en matière organique en cours de décomposition. Ils affichent une teinte sombre à la fois sur leur face ventrale et dorsale. Ces vers réagissent promptement aux perturbations et utilisent une stratégie de survie en cas de sécheresse en créant des cocons, mais ils sont vulnérables à la prédation aviaire.

- **Les anéciques** : également appelés "lombrics", sont des vers de terre pigmentés caractérisés par leur taille géante. Ils forment des tunnels verticaux profonds, parfois légèrement inclinés, qui débouchent en surface. Ces vers adoptent un mode de vie polyvalent et se alimentent de matière organique.
- **Les endogés** : également appelés vers endogés, Vivent à une profondeur de seulement quelques centimètres dans le sol. Ils sont dépigmentés et créent des galeries sans orientation spécifique. Dans cette catégorie, on distingue trois sous-groupes : les polyhumiques, les mésohumiques et les oligohumiques.

2.3. La Morphologie :

Le corps des vers de terre est segmenté, formé d'anneaux. Le premier segment est désigné comme le "Prostomium", le deuxième comme le "Peristomium", et le dernier comme le "Pygidium", selon les travaux de **Sims et Gerard en 1999**.

Même si les vers de terre ne sont pas pourvus d'yeux ni d'une tête distincte, à l'instar de tous les Oligochètes terrestres, ils présentent une concentration significative de cellules sensorielles. La section antérieure est plus étroite et contient la bouche, tandis que la section postérieure peut présenter une légère expansion et être aplatie, incluant l'anús.

2.3.1. Le prostomium:

La région la plus avant des vers de terre, positionnée immédiatement devant la bouche, n'est pas considérée comme un véritable segment (métamère).

Contrairement aux métamères du reste du corps, cette zone ne possède ni soies (poils caractéristiques des métamères) ni cavité cœlomique et est habituellement partiellement fusionnée avec le péristomium, qui est le deuxième segment du corps (**Sims et Gerard, 1999**).

2.3.2. Le metastomium (ou soma) :

Compose la majeure partie du corps du ver de terre. La première partie qui encadre la bouche est nommée "péristomium". Chez les adultes, le soma peut être subdivisé en trois régions en relation avec le clitellium (**Sims et Gerard, 1999**).

a. La zone antérieure (anté-clitellienne) : Cette partie du soma présente une concentration élevée de cellules sensorielles et abrite le cerveau. Sa structure est transformée par le développement musculaire, jouant un rôle mécanique crucial dans la capacité des vers de terre à s'enfoncer dans le sol. (**Sims et Gerard, 1999**).

b. Le clitellum : est une série de segments antérieurs plus développés formant un anneau. Il sécrète un cordon muqueux qui joue un rôle crucial lors de la reproduction en maintenant le partenaire et en formant un cocon dans lequel les œufs se développent (**Gauer, 2007**).

c. La zone post-clitellienne : Cette zone du soma se compose d'une série de segments qui se ressemblent. Son rôle principal est mécanique et lié à la digestion, ce qui permet aux vers de terre de s'ancrer à l'entrée du terrier lors de leurs déplacements à la surface du sol. (**Martin et al., 2008**).

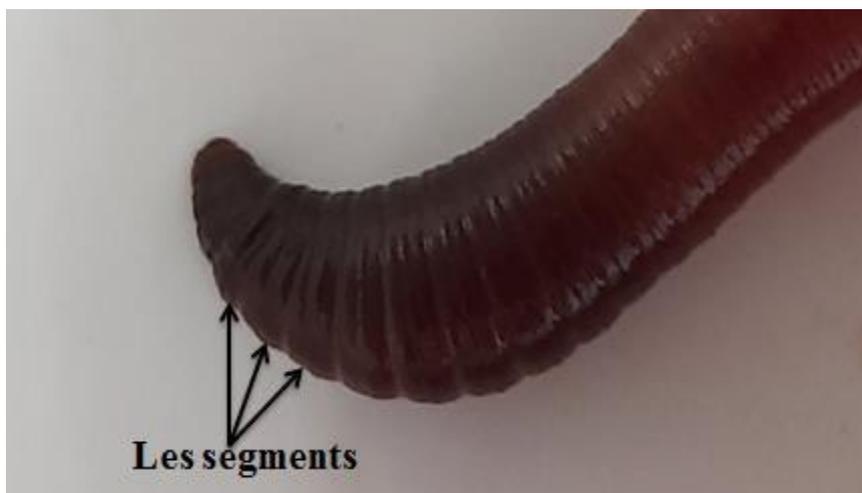


Figure 02 : Les segments d'un ver de terre (photo originale)

2.3.3. Le pygidium:

C'est la section arrière du corps des vers de terre revêt une importance cruciale dans leurs activités mécaniques et digestives, facilitant leur adhérence à l'entrée de leur terrier lors de leurs déplacements à la surface du sol et de contribuer au processus de digestion (Martin *et al.*, 2008).

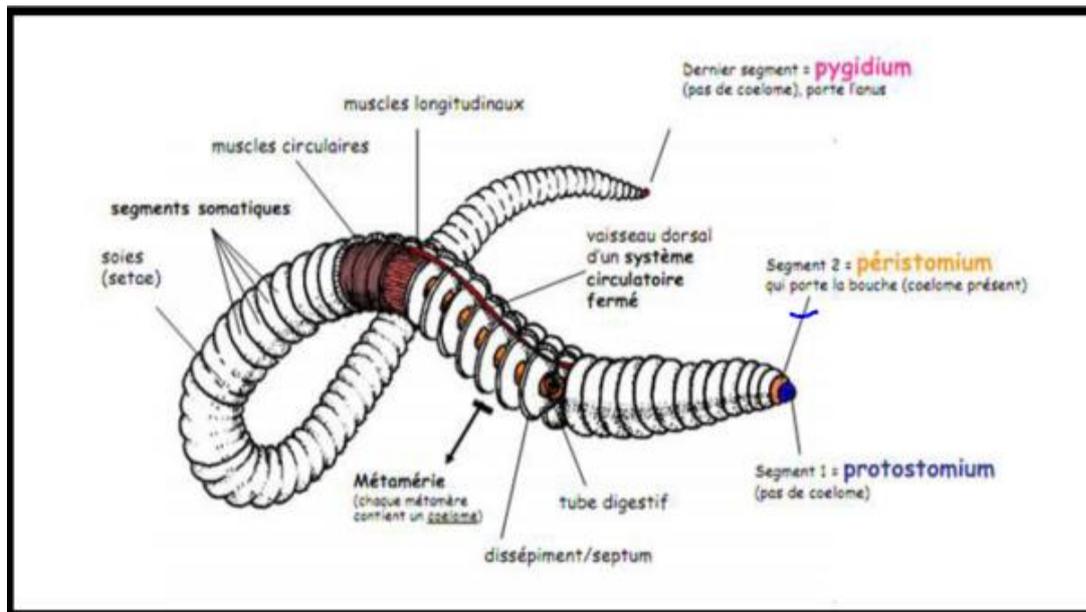


Figure 3: La structure corporelle d'un ver de terre (selon Sims et Gerard, 1999).

2.4. Anatomie interne :

Les vers de terre sont classés parmi les protostomiens triploblastiques coelomates. Ils sont habituellement caractérisés par une segmentation métamérique, une symétrie bilatérale, ainsi que des cavités coelomiques également segmentées. Ces cavités sont homonomes, Cela implique que ces cavités sont régulières, avec une répétition de structures telles que les néphridies et les ganglions, et elles sont remplies de liquide, connu sous le nom de coelome. La physiologie des lombriciens a fait l'objet d'études approfondies par des chercheurs tels que Laverack (1963), Edwards et Lofty (1977), et Tomlin

(1980). Le squelette hydrostatique des lombriciens est dû à la présence du coelome, Cela leur permet de se déplacer en réalisant des mouvements péristaltiques avec leur corps. Ce dernier est constitué d'un épiderme couvert par une cuticule, de muscles circulaires et longitudinaux., adaptés à leur mode de locomotion de fouisseurs (**Darwin et al., 1881**).

2.4.1.La peau et les muscles :

La structure cutanée des vers de terre est composée d'un épiderme recouvert en surface par une fine cuticule chitineuse, et d'un derme en profondeur (**Rupert et al., 2004**). Deux couches de muscles sont superposées, circulaires et longitudinaux, sont présentes sous la peau, formant quatre bandes sur le corps (**Lee et al., 2012**). Des cellules sensorielles sont présentes dans l'épiderme, surtout à l'avant du corps, et elles sont reliées à la chaîne nerveuse (**Smith et al., 2008**). Les vers de terre ont un phototactisme négatif, évitant la lumière car celle-ci leur cause de la douleur, à l'exception de la lumière bleue (**Hendrix et al., 2010**).

Et Pour ça Pendant la journée, ils demeurent enfouis sous la surface du sol. Leur déplacement s'effectue par reptation, où ils avancent en se contractant musculairement sur le ventre, sans avoir recours à l'utilisation de membres. (**Darwin, 1881**). Les soies qui ornent leur corps leur offrent un appui sur le sol, tandis que le mucus émis par leur peau facilite leur déplacement (**Ivanov et al., 1999**).

2.4.2.Le tube digestive :

Le tube digestif des vers de terre est un tube interne qui s'étend sur toute leur longueur et subit des modifications locales pour remplir des fonctions digestives spécialisées. Il débute par la bouche, suivie d'un pharynx, d'un œsophage, des glandes de Morren, un jabot et un gésier, bien que certaines adaptations

spécifiques puissent manquer. Ensuite, il est suivi par un long intestin, qui présente généralement un repli interne dorsal appelé typhlosolis (**Bouché, 1972**).

2.4.3 Le système respiratoire :

La respiration des vers de terre se fait principalement par la peau, dans un processus appelé respiration cutanée. Leur épiderme perméable facilite l'échange de gaz directement avec l'environnement. Cependant, cette méthode limite leur habitat aux environnements humides et bien aérés (**Mousavi et al., 2020**).

2.4.4. Le système nerveux :

Le système nerveux des vers de terre est relativement simple mais joue un rôle essentiel dans la régulation de leur comportement et de leurs fonctions corporelles. Leur double cordon nerveux ventral, connecté par des ganglions nerveux, s'étend le long de leur corps (**Zhu et al., 2021**). Les ganglions sont rassemblés en un ganglion cérébroïde à l'avant et un ganglion sous-intestinal à l'arrière. Ce système nerveux leur permet de réagir aux stimuli, coordonnant leurs mouvements et réponses comportementales (**Smith et al., 2008**).

2.4.5 Système circulatoire :

Le système circulatoire fermé comprend des capillaires qui entourent le tube digestif, ainsi que deux gros vaisseaux sanguins longitudinaux : Le vaisseau dorsal, qui achemine le sang vers l'avant du corps, et le vaisseau ventral. En outre, des "cœurs" latéraux agissent comme des pompes pour faire circuler le sang (**Edwards et Lofty, 1977; Laverack, 1963; Tomlin, 1980**).

2.4.6 Le système reproducteur :

Le système reproducteur des vers de terre, en tant qu'hermaphrodites, est crucial pour leur biologie. Ils possèdent des organes reproducteurs mâles et femelles : les testicules produisent des spermatozoïdes, tandis que les ovaires génèrent des ovules. L'accouplement est complexe, impliquant l'échange de spermatozoïdes stockés dans des structures appelées spermathèques. La déposition des œufs fécondés dans des cocons enfouis dans le sol est une étape cruciale de leur cycle de vie, et leur reproduction joue un rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes. (**James et al., 2012; Capowiez et al., 2006**).

2.4.7 Système locomoteur :

Les vers de terre se déplacent en utilisant des soies comme points d'ancrage pour un mouvement en péristaltisme (**Gauer, 2007**), soutenu par deux couches musculaires entourant leur corps. Les contractions segmentaires sont activées par la musculature circulaire externe, tandis que l'étirement des segments est possible grâce à la musculature longitudinale interne.

Les soies sont essentielles pour l'adhérence aux parois des terriers, tandis qu'un pore dorsal facilite la sortie rapide du liquide cœlomique. Ce système sophistiqué constitue une ingénieuse méthode de déplacement pneumatique basée sur un mouvement péristaltique. La coordination du travail musculaire se fait de manière séquentielle à travers des cavités compartimentées interconnectées par des sphincters (**Bouché, 1984**)

2.4.8 Le système excréteur :

À l'exception des trois premiers segments, chaque segment renferme une paire de conduits urinaires sinueux. Chaque tube urinaire s'ouvre à l'extérieur par un orifice excréteur. Le dernier segment, appelé pygidium, abrite un orifice appelé anus. Cet organe urinaire est nommé "néphridie" (**Yesguer, 2015**)

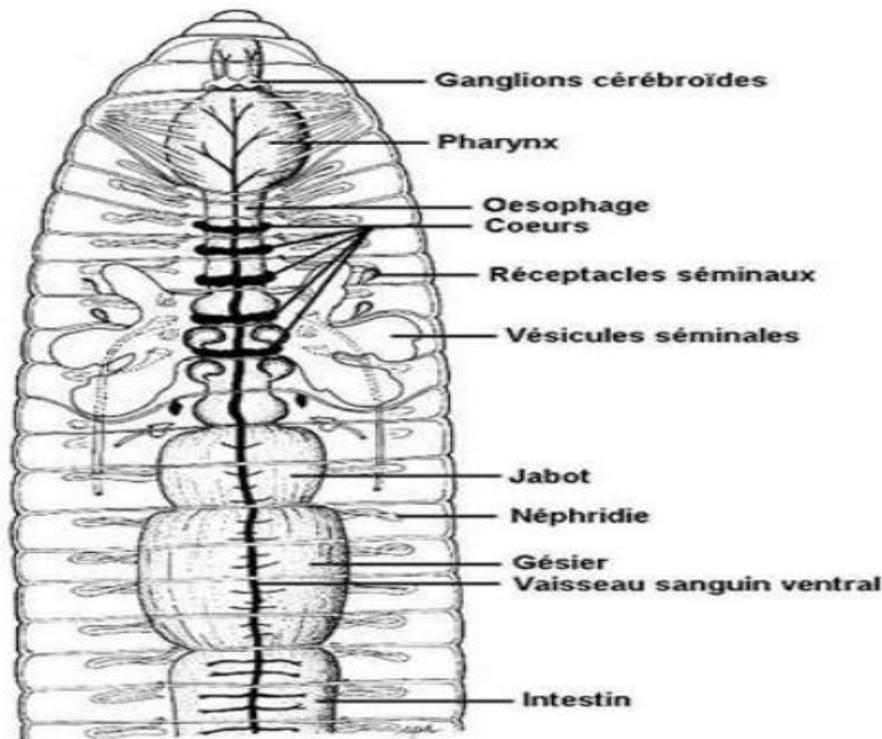


Figure 04 : Anatomie interne du lombric ouvert par la face dorsale.

(Villeneuve et Désire, 1965)

2.1 La régénération :

La capacité de régénération chez de nombreux vers de terre est notable. En cas de section en deux moitiés, la moitié antérieure a généralement la capacité de développer une nouvelle queue, tandis que la moitié postérieure ne peut pas donner naissance à une nouvelle tête (**Puranik et Bhate (2008)**). Au sein de la famille des Lumbricidae, la régénération nécessite la présence d'un grand nombre de cellules souches régénératives, appelées néoblastes, pour reconstruire le mésoderme antérieur. De plus, une réversion de l'épiderme et de l'intestin est nécessaire pour reconstruire l'ectoderme et l'endoderme lors de la régénération. Toutefois, la régénération des organes postérieurs est exclusivement accomplie par les cellules souches. (**Myohara, 2012 ; Jamshidi et Pishkahi, 2014**).

2.1 Alimentation :

Les vers de terre ont un régime alimentaire diversifié comprenant des matières à différents stades de décomposition. Ils se nourrissent principalement de tissus végétaux en décomposition, tout en incluant dans leur régime alimentaire des microorganismes vivants, des champignons, des nématodes, ainsi que d'autres micro- et mésofaunes, y compris leurs débris organiques. En outre, La majorité des espèces incorporent des composants minéraux présents dans le sol dans leur régime alimentaire, et elles ont tendance à montrer une préférence pour les mélanges organo-minéraux plutôt que pour les matières organiques totalement pures. De manière générale, on peut classer les vers de terre en deux catégories de nutrition : les détritivores qui se alimentent de matière organique en décomposition, et les géophages qui ingèrent des volumes significatifs de sol contenant de la matière organique. **(Curry et Schmidt, 2007).**

2.2 Cycle et durée de vie des vers de terre :

Le développement des vers de terre comprend diverses étapes essentielles qui peuvent différer en fonction des espèces, des conditions météorologiques et de la présence de matière organique **(Joshi et Dbral, 2008)**. Ils naissent en tant que jeunes vers de terre, acquièrent progressivement des caractéristiques sexuelles secondaires et atteignent le stade sub-adulte. Lorsque le clitellum se développe, ils deviennent sexuellement matures et aptes à la reproduction, émettant des cocons **(Bazri, 2015)**. Leur longévité est influencée par de nombreux facteurs, certaines espèces vivant en laboratoire pendant plus de 6 ans, voire plus de 10 ans, comme le cas d'*Allolobopphoralonga* **(Bachelier, 1978)**.

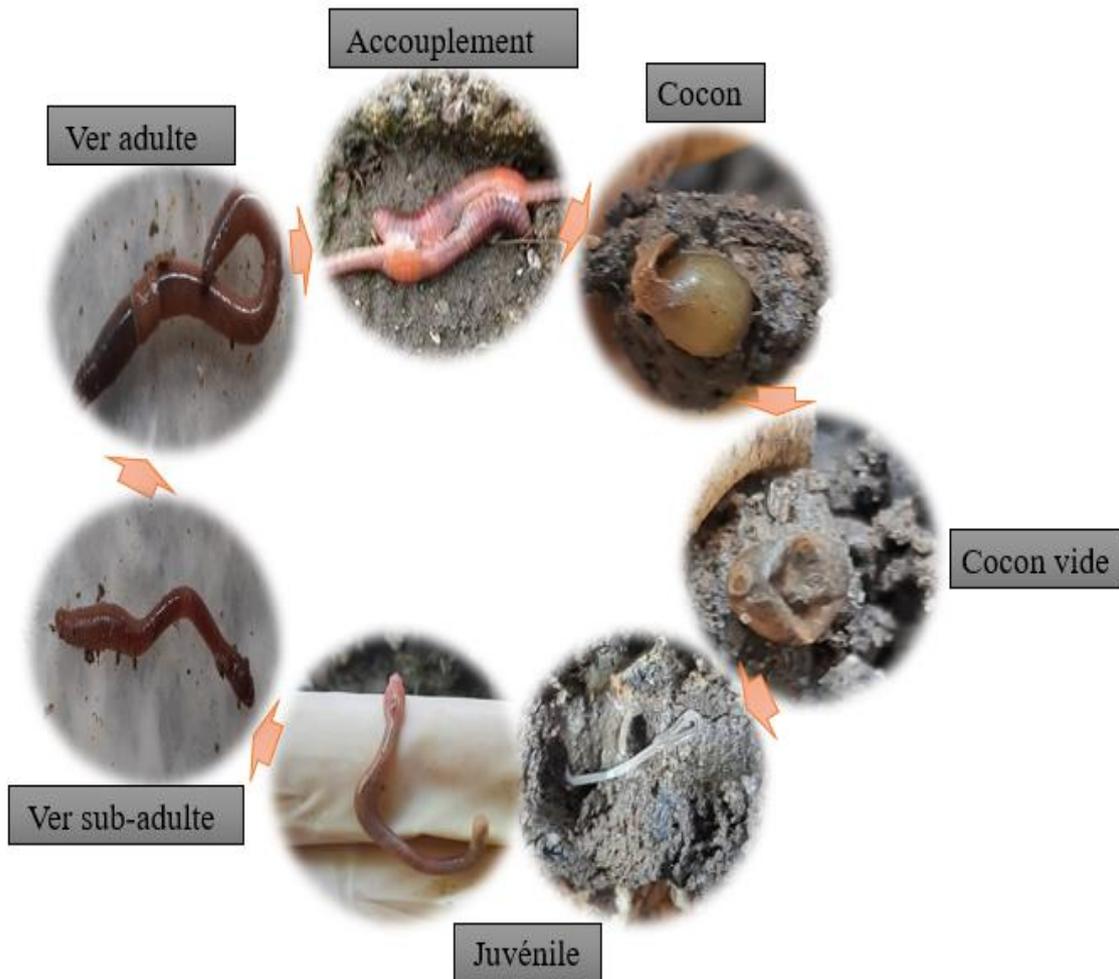


Figure 05 : Cycle de vie des vers de terre (**Bachelier et al., 1978**).

2.1. Intérêt des vers de terre :

L'importance des vers de terre dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes terrestres réside dans leur contribution essentielle à l'amélioration de la qualité du sol, en favorisant la croissance des plantes et en soutenant la biodiversité. Leur préservation et leur protection sont donc essentielles pour préserver la santé des écosystèmes naturels et agricoles (**Lavelle et al., 1998**).

III. Généralité sur les Formicidés :

3.1. Morphologie des fourmis:

La structure anatomique des formicidés peut être divisée en plusieurs parties principales, conformément à celle des autres insectes.(fig6)



Figure 06: Morphologie générale d'une fourmi (Lenoir & Peeters, 2013)

3.1.1. La tête :

La tête de la fourmi est pourvue d'antennes sensibles aux odeurs et aux ultrasons, composées de 4 à 13 segments. Ces antennes compensent la petite taille des yeux de la fourmi. En explorant le sol, elle peut reconnaître les vibrations de son nid d'origine. Les mandibules de la fourmi, agissant comme des "pinces" tranchantes, sont utilisées pour se défendre, transporter des proies ou découper de la nourriture. Les fourmis ont ainsi la capacité de mordre, provoquant parfois une sensation de douleur semblable à une petite piqûre (Bernard, 1983).



Figure 07 : Tête de fourmis : yeux, mandibule et antennes (**photo originale**).

3.1.2. Le thorax :

Les individus sexués des fourmis possèdent trois paires de pattes et des ailes, une caractéristique absente chez les ouvrières qui n'ont jamais d'ailes. Le thorax est plus développé chez les individus sexués ailés, abritant les muscles responsables du mouvement des ailes. Outre les segments antérieurs tels que le prothorax, le métathorax et le mésothorax, le thorax intègre également un lobe postérieur. Celui-ci résulte de la fusion, lors de la métamorphose, du premier segment abdominal de la larve avec le thorax (**Bernard, 1983**)

3.1.3. L'abdomen :

Le gastre, également appelé abdomen, est composé de 3 à 5 segments et se conclut par l'anus. La fonction de l'aiguillon peut varier selon les espèces, parfois atrophié ou peu fonctionnel. À l'intérieur de l'abdomen, on retrouve les organes digestifs, excluant l'œsophage et les glandes salivaires, ainsi que les organes reproducteurs (**Bernard, 1983**). Un pétiole, constitué de 1 ou 2 segments, se situe entre l'abdomen et le segment médian, également appelé lobe postérieur.

3.2. Structure hiérarchique

La structure sociale des fourmis se caractérise par une division en castes, comprenant la reine, le mâle, les soldats et les ouvrières. La reine, en tant que femelle, se distingue par sa stature imposante et possède une spermathèque destinée à la conservation des spermatozoïdes après l'accouplement. Le mâle, de taille réduite avec des mandibules rudimentaires, se consacre à la fécondation des reines et succombe peu après l'accouplement. Les ouvrières, toujours dépourvues d'ailes et présentant diverses tailles, assument un éventail de responsabilités, telles que la construction, l'entretien, la protection du nid, la recherche de nourriture, ainsi que le nourrissage de la reine et des larves.

3.3. Cycle de vie :

Le cycle de développement des fourmis se déroule comme suit :

- **Œufs** : ces sont de petites structures ovales et blanches qui sont soignés par les ouvrières et qui se développent en larves (**Hölldobler et Wilson, 1990**).
- **Larves** : ce sont des stades de développement actifs qui nécessitent une attention constante des ouvrières. Elles sont nourries avec des sécrétions produites par les ouvrières et subissent plusieurs mues pour grandir (**Hölldobler et Wilson, 1990**).
- **Pupe** : Les larves passent par un stade de pupe, où elles se transforment en adultes. Pendant ce stade, les changements morphologiques majeurs se produisent, y compris le développement des caractéristiques distinctives de chaque caste (ouvrières, mâles ou reines) (**Wilson, 1971**).
- **Adulte** : Les fourmis à ce stade sont des adultes qui peuvent appartenir à différentes castes : les ouvrières, les mâles ou les reines. Les ouvrières sont responsables de la collecte de nourriture, de la construction de structures, de la défense de la colonie et de diverses autres tâches. Les mâles sont produits pour la reproduction et meurent généralement peu de temps après l'accouplement. Les

reines sont les femelles fertiles responsables de la ponte des œufs pour assurer la survie et la croissance de la colonie. (Hölldobler et Wilson, 1990). (Wilson, 1971).

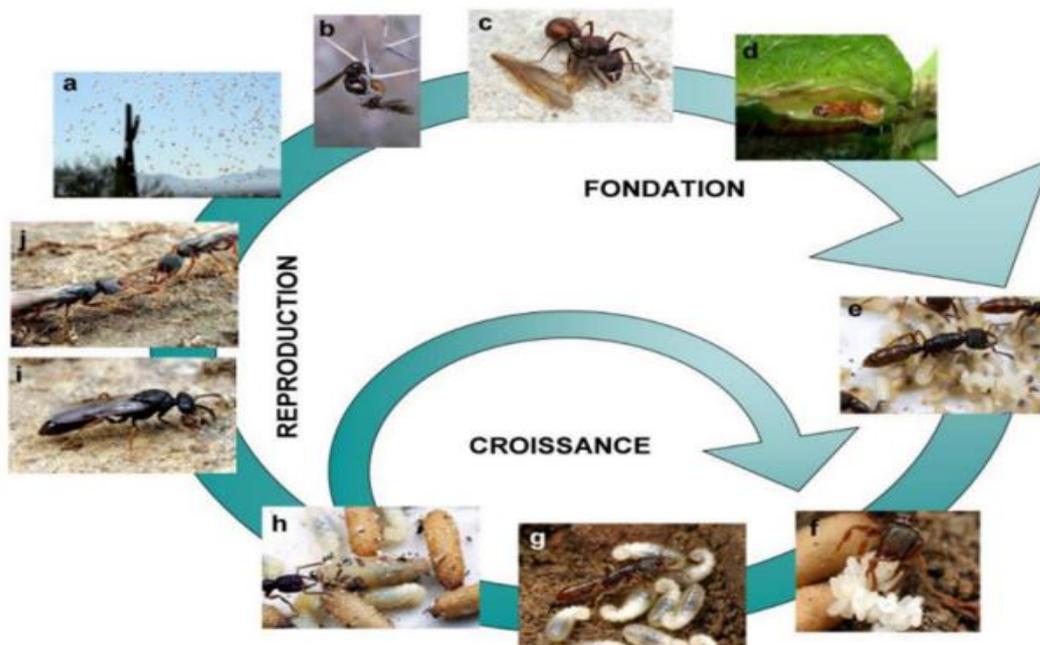


Figure 08 : Cycle de vie d'une colonie de fourmis (Molet, 2007)

3.4. Le régime alimentaire des fourmis :

Les fourmis manifestent une gamme variée de régimes alimentaires. La majorité d'entre elles sont omnivores, se nourrissant à la fois de matières végétales comme le nectar, le miellat produit par les pucerons, les fruits et les déchets organiques. Elles se montrent également prédatrices en chassant d'autres petits insectes tels que les coléoptères, les pucerons, les termites et les araignées (Hölldobler et Wilson, 1990).

Certaines espèces se caractérisent par leur régime carnivore, exerçant une activité de chasse pour se nourrir. Elles poursuivent activement d'autres insectes ou collectent des cadavres pour approvisionner la colonie (Andersen, 1995).

En contraste, quelques espèces se spécialisent comme herbivores, privilégiant les matières végétales telles que les feuilles, les fleurs et les graines

(tel que *Messor barbarus*). Certaines d'entre elles développent des relations symbiotiques avec des champignons, qu'elles cultivent comme source d'alimentation (Andersen, 1995).

Enfin, d'autres fourmis adoptent un régime nécrophage, se spécialisant dans la collecte de carcasses d'animaux morts. Cette fonction revêt une importance écologique en contribuant à l'élimination des déchets organiques et au recyclage des éléments nutritifs dans les écosystèmes (Gotwald, 1995).



Figure 09 : exemple d'une espèce granivore *Messor barbarus* (photo originale)

3.5. L'habitat des fourmis :

Les fourmis ont réussi à s'établir dans une variété d'environnements, des dunes aux agglomérations humaines, et même jusqu'à des altitudes de 2500 à 3000 mètres (Della Santa, 1995). Le comportement des fourmis en matière de construction et de localisation des nids présente des variations notables, tant entre différentes tribus que parmi des espèces du même genre. Certaines espèces peuvent même ajuster leurs habitudes en fonction du biotope spécifique (Jolivet, 1986).

Les habitats des fourmis, les fourmilières, se déclinent en quatre principaux types : Les fourmilières en dôme, La fourmilière en amas, fourmilière arboricoles et fourmilière souterraines

. 3.6. Rôle écologique et environnemental des Formicidés:

3.6.1. Relations plantes-fourmis : Les investigations sur les liens entre les plantes et les fourmis considèrent les plantes comme des fournisseurs d'habitat, offrant des structures telles que les domaties (épines, tiges, pétioles ou limbes des feuilles) et fournissant également de la nourriture, telle que le nectar, les corps nourriciers ou les corps de Muller (corpuscules pluri-cellulaires produits à la base du pétiole de chaque feuille fonctionnelle à partir d'un tissu particulier). En retour, les fourmis jouent un rôle protecteur pour les plantes, les préservant des défoliateurs et de la compétition avec les arbres voisins et les lianes. **(Jolivet, 1986).**

3.6.2. Importance écologique des fourmis

La variété considérable des fourmis, leur présence répandue dans presque tous les écosystèmes terrestres, et leur contribution significative à la biomasse animale attestent de leur succès écologique. Ce succès découle principalement de leur mode de vie social, partagé également par d'autres groupes d'insectes tels que les abeilles, les guêpes et les termites. La diversité de leurs comportements confère aux fourmis un rôle crucial au sein des écosystèmes terrestres.

Les fourmis remplissent plusieurs fonctions essentielles, agissant en tant que prédateurs régulant les populations d'autres insectes, en tant qu'éboueurs éliminant les carcasses d'insectes et de petits animaux, en tant que pollinisateurs, et en tant qu'acteurs clés dans la dispersion des graines et l'amélioration de la qualité des sols **(Le Breton, 2003).**



Chapitre II
Matériels et Méthodes

Afin d'analyser la toxicité aiguë du pesticide "Lazer" sur les vers de terre et les fourmis, nous avons procédé comme suit : sélection du produit chimique, identification des espèces échantillonnées, et enfin, application des différents essais de toxicité en laboratoire...

1.1. Choix du contaminant :

Dans le cadre de la stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs des cultures, il est essentiel de saisir les conséquences des pesticides sur la vie souterraine. Pendant de nombreuses années, les insecticides créés par les sociétés chimiques avaient des effets considérablement larges. En conséquence, la préservation de cette faune dépendait essentiellement du choix du pesticide présentant la toxicité minimale à son égard (**Garcia, 1981**).

Afin d'atteindre notre but, nous avons réalisé une enquête basée sur l'usage des pesticides dans la zone de Bouira. À cet effet, Nous avons collaboré avec la Direction des Services Agricoles de la wilaya de Bouira, les agriculteurs et les points de vente de produits phytosanitaires dans les communes suivantes : Bouira, Lakhdaria, kadiria, Ain Bessam et Bir Ghablou. Pour ce faire, Nous avons élaboré un questionnaire (annexe 01) contenant toutes les informations pertinentes pour nous aider à identifier les pesticides les plus couramment utilisés.

D'après les résultats de l'enquête, il est évidents que parmi l'ensemble des produits phytosanitaires, les insecticides sont les plus prisés et sont largement utilisés par les agriculteurs, en particulier dans le contexte de la culture maraîchère. Nous avons choisi de nous concentrer sur "Lazer", un insecticide fréquemment utilisé dans la région de Bouira pour combattre les ravageurs des cultures, afin d'évaluer sa toxicité.

- LAZER

C'est un insecticide en émulsion concentrée, polyvalent et à double action, il est utilisé contre les punaises, les pucerons et les tordeuses.



Figure 10: Insecticide LAZER utilisé dans notre travail (Photo originale)

Il est composé de deux matières actives :

- Lambda-cyhalo-thrine 5% : Il appartient à la famille des pyréthriinoïdes et est dérivé fluoré de la pyréthrine (trifluorométhylpyréthrine), non volatil et peu soluble dans l'eau. Elle a pour formule chimique ($C_{23}H_{19}C_1F_3NO_3$) et une masse molaire de $449,85 \pm 0,023$ g/mol (OMS 2008). La lambda-cyhalothrine est très toxique pour les insectes, (Ansari et al., 2012; Aouey et al., 2017; Fetoui et al., 2009)

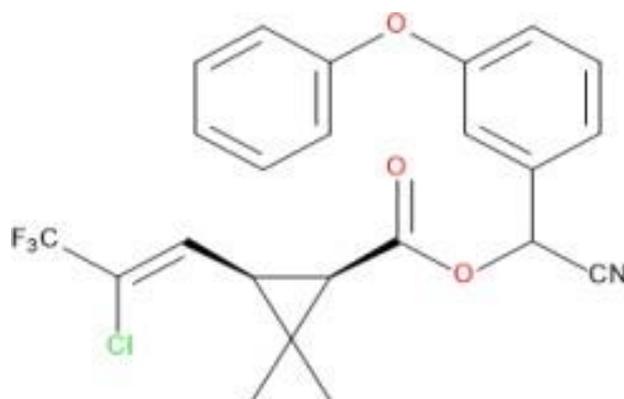


Figure 11 : Structure chimique de la lambda-cyhalothrine (khaldounoularbi, 2014).

- **Pyrimicarbe 10%** : Il s'agit d'une substance active faisant partie de la famille chimique des carbamates, et elle possède des propriétés insecticides. Il est représenté par la formule chimique (C₁₁H₁₈N₄O₂), de masse molaire 238,29 g/mol (**Fiche technique 2021**).

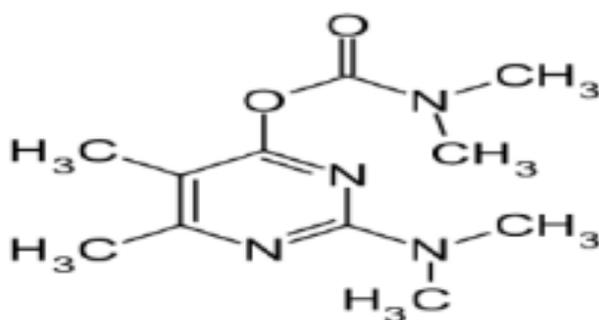


Figure 12 : Structure chimique de la pyrimicarbe

1.1.Choix du modèle biologique :

Afin d'approfondir l'évaluation de l'effet éco-toxicologique de l'insecticide Lazer, nous avons employé deux modèles biologiques appartenant au taxon des lombricidés et des formicidés. En raison de leur sensibilité marquée aux faibles niveaux de pollution, les vers de terre et les fourmis sont reconnus comme d'excellents bio-indicateurs de la qualité des sols

1.2. Site d'échantillonnage du sol et des organismes choisis :

L'échantillonnage s'est déroulé au niveau d'un site dans La région de Lakhdaria est située à une distance de 40 kilomètres au nord-ouest de Bouira et à 40 kilomètres au sud-est d'Alger, avec des coordonnées géographiques de 36°33'47"N et 3°35'41"E. Cette sélection repose sur la considération que ce dernier n'a pas été préalablement exposé à des pesticides.

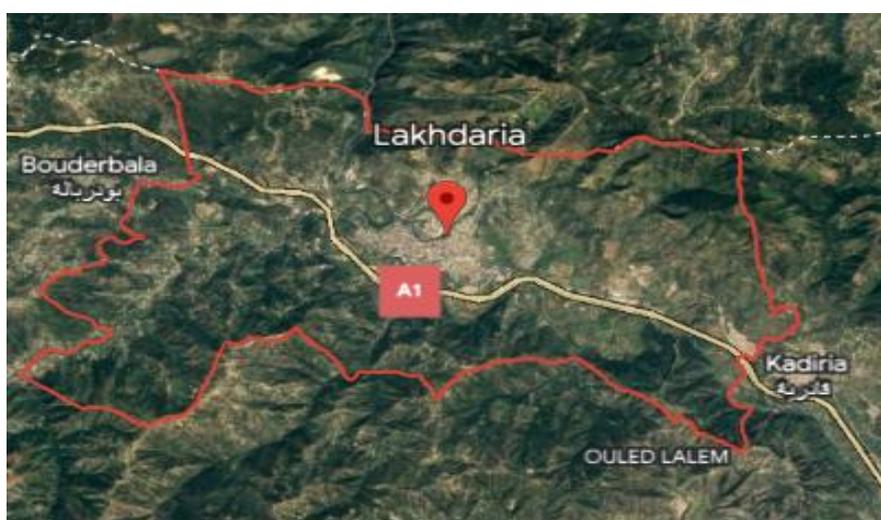


Figure 13: Localisation du site d'échantillonnages des vers de terre et des fourmis.

2.5 Prélèvement et mesure des paramètres physico-chimiques du sol échantillonné :

1.1.1. Prélèvement et préparation du sol

En utilisant une petite pelle, nous avons prélevé une quantité de sol nécessaire pour réaliser les tests de toxicité et le test d'évitement. Par la suite, Nous avons acheminé les échantillons vers le laboratoire en les plaçant dans des sacs en plastique robustes.

En utilisant un tamis à maille ronde de 4 mm, nous avons procédé au filtrage du sol afin de retirer les composants grossiers tels que les pierres et les débris végétaux, ainsi que les organismes vivants visibles à l'œil nu. En effet, pour prévenir toute interaction biologique avec les vers de terre et les fourmis, la microfaune du sol a été éliminée en soumettant le sol à un autoclavage dans une étuve réglée à 105°C pendant une durée de 24 heures.

A et (B) : Echantillonnage du sol (C) : Tamisage du sol



Figure 14 : Quelques étapes de prélèvement et de préparation du sol (photos originale).

1.1.2. Mesure des Caractéristiques physico-chimiques du sol:

Afin de réaliser les différentes analyses, Nous avons respecté le protocole établi par les directives pour les tests de produits chimiques, élaborées par le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale au Québec.

1.4.2.1. Le calcaire total : Le calcaire total a été évalué à l'aide du calcimètre de Bernard selon la norme NF ISO 10693 (1995).

$$\text{Calcaire totale} = \frac{0,3 \times L \times 100}{T \times P}$$

L : Lecture du calcimètre.

T : Taux global de calcaire.

P : Masse de l'échantillon de terre prélevé, exprimée en grammes.



Figure 15 : Dosage du calcaire total (photos originale).

1.4.2.2.L'humidité:

Les vers de terre composent généralement 80 à 85 % de leur poids en eau. Les températures élevées sont fréquemment liées à des déficits d'humidité. Les vers de terre sont attirés par l'humidité et redoutent la sécheresse. Leur population augmente proportionnellement à l'accroissement du taux d'humidité du sol (Edwards, 2004 ; Bachelier, 1978)

Pour évaluer le taux d'humidité de la terre noire, nous avons suivi les étapes suivantes:

- Prélever un échantillon de 50 g et réaliser la première pesée.
- Effectuez le séchage de l'échantillon à une température de 105 °C pendant 24 heures, puis procédez à une nouvelle pesée après cette opération.
- Déterminer le pourcentage d'humidité selon la formule suivante :

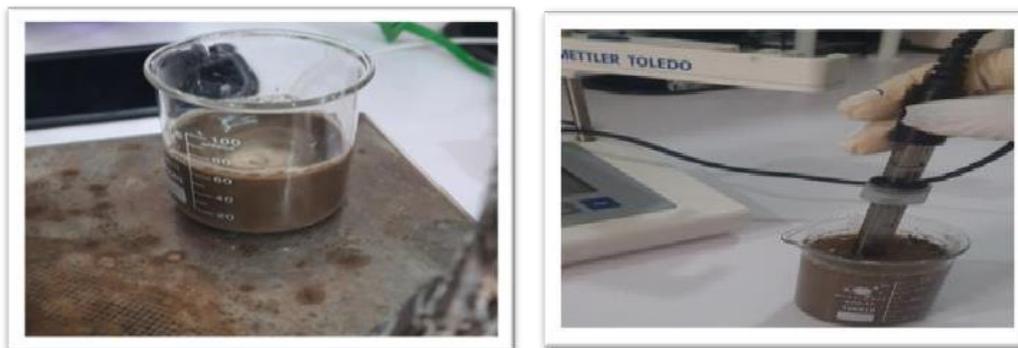
$$H\% = \frac{\text{Poidshumide} - \text{Poidssec}}{\text{Poidssec}} \times 100$$



Figures 16 : Evaluation de taux d'humidité (photos originales)

1.4.2.3. Le pH :

La détermination du pH du sol s'effectue en mélangeant 50 g de sol avec 100 ml d'eau ultra-pure. Après agitation à l'aide d'un agitateur magnétique, le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. Les sols très acides ne présentent généralement pas la présence de vers de terre, et ces derniers sont peu fréquents dans les sols ayant un pH inférieur à 4,5. La plupart des espèces préfèrent une plage de pH située entre 5 et 7,4 (Edwards, 2004).



Figures 17 : Détermination de pH du sol (photos originale).

1.4.2.4. La capacité de rétention en eau :

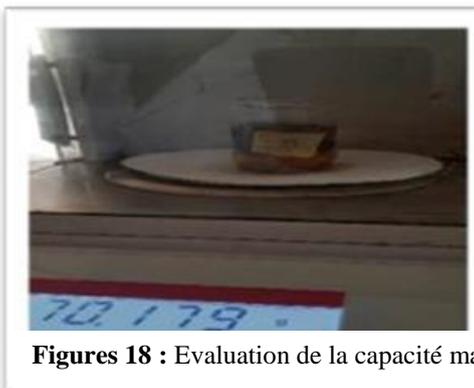
Pour déterminer la capacité maximale de rétention en eau d'un sol, les étapes suivantes ont été suivies :

- Sélectionner un bécher en polypropylène (PP) d'une contenance de 50 ml en retirant le fond et le substituant par une grille plastifiée.
- Placer un filtre Whatman n° 2 sur la grille, en assurant une imprégnation adéquate avec de l'eau.
- Mesurer la masse du bécher avec le filtre imprégné et enregistrer ce poids.
- Prélever 50 g de sol sec (correspondant à l'équivalent sec) et le placer dans le bécher.
- Effectuer une nouvelle pesée du bécher avec le sol et enregistrer le poids total. - Immerger le sol dans l'eau de manière à le saturer complètement, en plaçant le bécher dans un contenant plus grand d'eau.

- Immerger le sol dans l'eau pendant environ 15 minutes, en veillant à ce que le niveau d'eau atteigne environ la moitié de la hauteur du sol.

Cette méthode permet de déterminer la capacité maximale de rétention en eau du sol en évaluant la quantité d'eau qu'il peut retenir après saturation.

$$\text{Capacité de rétention en eau} = \frac{\text{poid humide} - \text{poid sec}}{\text{poids sec}} * 10$$



Figures 18 : Evaluation de la capacité maximale de rétention en eau (photos originales)

1.5. Echantillonnage des espèces :

L'échantillonnage des vers de terre a été réalisé sur le site mentionné entre le mois de mars et avril 2023, période propice à leur activité en raison des conditions favorables (humidité et température). Pour extraire les vers du sol, nous avons suivi la méthode physique décrite par Bouché en 1972, qui Nécessitant l'utilisation d'une pioche pour creuser jusqu'à une profondeur d'environ 30 cm, les vers de terre ont ensuite été triés manuellement en dégageant délicatement le sol autour de leur corps afin d'éviter de les couper.

Pour les fourmis, l'échantillonnage a été effectué durant le mois d'Avril. Il s'agit de capturer les insectes manuellement, sans recourir à un équipement spécifique. **(Lamotte et Bourlliere, 1969)** et **(Bernadou et al., 2006)**.

Après avoir prélevé les espèces, nous les avons placé dans des boîtes contenant du sol et ensuite les transportés au laboratoire où nous procédons au tri et à leur identifications.



Figure 19: Méthodes d'échantillonnage des espèces utilisées.

Sur le terrain, nous avons établi 10 emplacements de prélèvement **05** pour les vers de terre et **05** pour les fourmis, ces emplacements étant répartis de manière aléatoire.

1.6 .Identifications des espèces :

I.6.1. Identifications des lombrics :

On a établi l'identification des lombrics en se basant sur des caractéristiques morphologiques et en utilisant les guides de détermination de Bouché (1972), Sim et Gerard (1985) ainsi que Reynolds (2018). Le processus d'identification des espèces commence par une étude morphologique des spécimens vivants. En considérant des facteurs tels que la longueur, le diamètre du corps, le poids et en observant à la fois la couleur du tégument et le gradient de coloration. **(Baha, 2008).**

Les éléments essentiels considérés dans cette analyse incluent :

- ✓ La coloration.
- ✓ Le type de prostomium.
- ✓ La disposition des pores mâles.
- ✓ La répartition des soies.
- ✓ La présence du clitellum.
- ✓ Les tubercules pubères.
- ✓ Le nombre de segments.



Figure 20 : Identification et prise des critères liés aux vers de terre : **(A)** longueur **(B)** poids et **(C)** diamètre **(photos originales)**

→ **Présentation du modèle biologique de genre *Aporrectodea* :**

Afin de réaliser les essais de toxicité létale aiguë et d'évitement, nous avons choisi le genre suivant : *Aporrectodea* en raison de leur abondance dans le site choisi.

Le genre *Aporrectodea* se distingue par la présence d'individus de taille modeste à moyenne, possédant une morphologie cylindrique et une pigmentation limitée. En tant qu'endogés, ils font partie de la catégorie des organismes géophages, En demeurant en permanence enfouis dans le substrat et se nourrissant de matières organiques plus ou moins associées à la fraction minérale du sol. Ces organismes créent principalement des galeries horizontales. Cependant, dans des conditions environnementales très défavorables, ces galeries peuvent exceptionnellement prendre une orientation verticale (**Sims et Gerard, 1999**).



Figure 21: Ver de terre de genre *Aporrectodea* (photo originale)

1.6.2. Identification des fourmis :

L'identification des fourmis a été réalisée et confirmée à l'aide d'un microscope optique par M. BENCHIKH Chafie, enseignant à l'Université de Bouira, Faculté SNVST. Les principaux critères pris en compte dans cette identification sont les suivants :

- La forme des yeux.
- L'existence ou l'absence des épines sur la tête et le thorax

- Identification selon la taille. (Si les ouvrières à le même taille ou de taille différents)
- La fourme de mandibules.
- La forme de propodeum (arrondi ou anguleux). .



Figure 22: microscope optique utilisé pour l'identification (**photo originale**)

➔ **Présentation d'espèce identifiée :**

L'identification des fourmis a révélé qu'il s'agit bien de l'espèce *Messor barbarus* qui présente les caractéristiques suivantes :

- Les ouvrières de grande taille présentent une tête imposante de forme carrée, affichant une teinte rouge
- Les individus dominants se caractérisent par une tête rouge ou rouge orangée, un thorax brun noir parfois teinté de rouge, et un abdomen de couleur noire.
- les individus de taille plus petite, appelés mineures, sont complètement noirs. Les nymphes sont dépourvues de toute couverture. (**Cagniant et Espadaler, 1997**). Les ouvrières ont des tailles très variables, de 3,5 mm pour les ouvrières mineures à plus de 12 mm chez les majors Des mandibules triangulaires, très larges avec plus de 10 dents



Figure 23: Nymphes nues de Messor.b (photo originale)

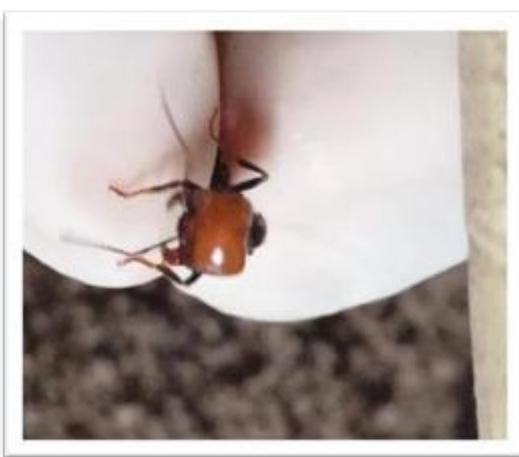


Figure 24 : tête carré rouge des *Messor.B*(original)

I.7. Les tests de toxicités :

Le test effectué est un test de toxicité aiguë d'une durée de 28 jours pour les vers de terre et de 15 jours pour les fourmis. Dans ce contexte, l'effet biologique évalué se traduit par le comptage des vers et des fourmis vivants présents dans chaque compartiment expérimental à des intervalles de 7, 14, 21 et 28 jours pour les lombrics et de 7 et 14 jours pour nos fourmis. L'objectif de cette approche est de déterminer la DL50 (dose létale 50) et de détecter d'éventuelles déformations morphologiques chez les organismes exposés à l'insecticide "Lazer". Ce test a été effectué conformément aux directives de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), à la méthode SPE 1/RM/43 d'Environnement Canada (OCDE, 1982; Environnement Canada, 2004) et à la norme ISO 11268-1 (1993) pour les vers de terre.

Les vers et les fourmis destinés à être employés dans les expériences sont maintenus en laboratoire pendant une durée d'un mois. Cette période a pour objectif de favoriser leur acclimatation et leur adaptation au sol, dans des conditions similaires en termes d'alimentation, de température et d'éclairage à celles de l'expérience. Tout au long du test,

les lombrics sont alimentés avec de la matière végétale, tandis que les fourmis reçoivent des graines comme source d'alimentation.

Cette approche expérimentale utilise des vers de terre à différents stades de maturité, incluant des spécimens adultes et sub-adultes, en raison de manque de nombre suffisant d'individus adultes ; par contre pour les échantillons des fourmis récupérées sur le terrain, ils ont été sélectionnés et triés en fonction de la taille et du poids pour avoir plus au moins d'individus homogènes.

- En préparation au début du test, les vers de terre sont partiellement immergés dans l'eau pendant une période de 24 heures. cette procédure vise à assurer le vidage de leurs tubes digestifs. Après la période de 24 heures, Les vers de terre sont soumis à une pesée, et dix individus de taille et de poids similaires sont disposés dans chaque boîte. Pour éviter tout contact direct avec les vers de terre, l'application des pesticides intervient environ 30 minutes après leur placement dans les boîtes. Ce délai permet aux vers de terre de creuser et de se déplacer vers la profondeur de la boîte.



Figure 25 : Des vers de terre placé dans les boites à la surface du sol (**photos originale**).



Figure 26: Des vers de terre immergés dans l'eau pour vider leurs tubes digestifs (**photo originale**)



Figure 27: dépôt des fourmis sur la surface du sol après les

1.7.1 Préparation des concentrations du pesticide :

L'insecticide Lazer est appliqué en agriculture à une proportion de 250 ml pour 200 litres d'eau, avec une concentration de 100 mg de lambda-cyhalothrine + 50 mg de pyrimicabe (matières actives) par litre de produit. Afin de reproduire avec précision les conditions sur le terrain, les concentrations utilisées dans ces expériences doivent être égales ou inférieures à celles rencontrées dans l'environnement.

Les trois concentrations inférieures, établies selon une décroissance logarithmique, sont les suivantes :

LAZER : 1.250 ml/l,

LAZER : 0.625 ml/l,

LAZER : 0.312 ml/l,

LAZER : 0.156 ml/l.

1.7.1. Contamination de nos espèces utilisées :

Le protocole expérimental utilisé pour cette expérience nécessite, la préparation de 20 boîtes transparentes en polyéthylène ayant les mêmes dimensions, et a couvercles perforés sont utilisées pour prévenir le dessèchement du substrat tout en facilitant les

échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Chaque boîte contient 1 kg de sol préalablement humidifié jusqu'à atteindre 80% de sa capacité maximale de rétention en eau. (**Environnement Canada, 2004**).

Parallèlement à cela, dix lombrics (cinq adultes et cinq sub-adults) pour la première expérience et dix *Messor B.* pour la seconde, en bonne santé sont placés à la surface du sol. Dans le but d'optimiser l'exploitation des résultats, quatre boîtes témoins, chacune contenant dix vers, ont été utilisées. (ISO/DIS 11268-1, 2011) et dix fourmis sont employées dans l'essai ; ainsi, un total de 200 vers de terre de genre *Aporrectodea* et 200 *Messor B.* est utilisé.



Figure 28: Présentation de l'enceinte des biotests (**photo originale**).

1.8. Test d'évitement :

En complément du test de toxicité aiguë, nous avons entrepris un test d'évitement afin de mieux appréhender la toxicité de ce pesticide. Ce biotest évalue la capacité des lombricidés à éviter les sols contaminés. Cette procédure est conforme à la norme ISO 17512-1:2008 et suit la méthode SPE 1/RM/43 établie par Environnement Canada (**Environnement Canada, 2004**) pour évaluer les effets.

Pour cette expérimentation, des conteneurs dotés de 6 compartiments distincts ont été employés. Ces compartiments sont séparés les uns des autres par des cloisons fixes qui sont équipées d'ouvertures d'environ 1,5 cm à leur base. Ces ouvertures permettent

aux vers de terre de se déplacer librement entre les différents compartiments. Les chambres sont positionnées de manière à tenir compte de la contamination du sol par le pesticide. L'objectif de cette démarche d'évitement consiste à surveiller la qualité des sols tout en évaluant l'impact de l'insecticide lazer sur le comportement des vers de terre adultes de genre *Aporrectodea*.

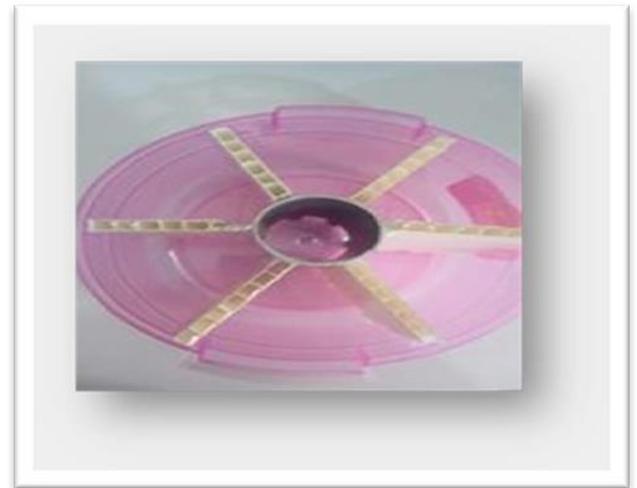


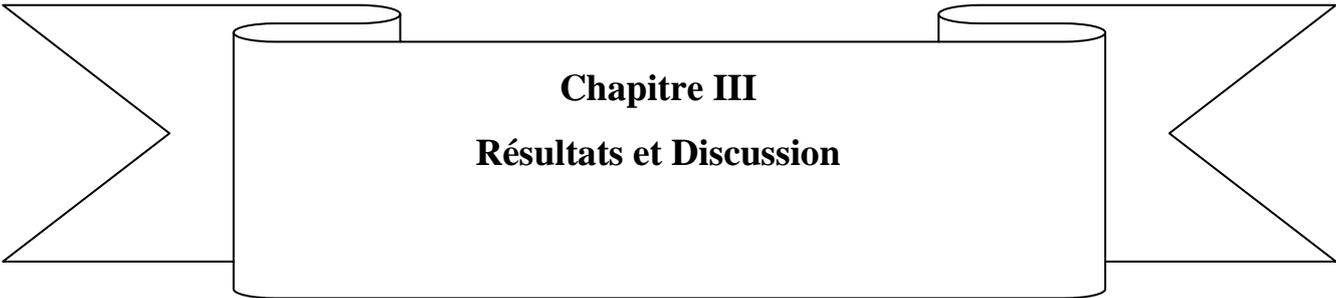
Figure 29: Enceinte expérimentale fabriquée pour le test d'évitement (photos originales).

- Contamination des vers de terre :

Pour réaliser l'essai d'évitement des sols avec des vers de terre, nous avons rempli chaque compartiment avec 350 g de sol préalablement séché dans une étuve à 105°C pendant 24 heures. À l'intérieur de chaque enceinte, une alternance entre sol contaminé et sol non contaminé a été créée. Chaque type de sol a été étiqueté pour faciliter son identification. Un total de dix vers adultes ont été introduits un par un dans la cheminée centrale de chaque enceinte expérimentale, et nous avons observé leur comportement de pénétration dans les compartiments. Afin d'assurer une bonne ventilation pour les vers de terre, un couvercle perforé a été placé sur chaque enceinte expérimentale. Pendant la durée de l'essai, qui s'étend sur 48 heures, les vers de terre n'ont pas été nourris. Quatre répétitions ont été réalisées dans le but d'optimiser l'analyse des résultats.



Figure 30: Le déroulement de test d'évitement ((A) préparation des enceintes, (B) introduction des vers de terre dans la cheminée centrale de l'enceinte expérimentale, (C) on place un couvercle perforé) (**photos originales**).



Chapitre III
Résultats et Discussion

1.1. Résultats de l'enquête effectuée : À la suite de notre enquête, les résultats obtenus sont présentés dans la **Figure 31**.

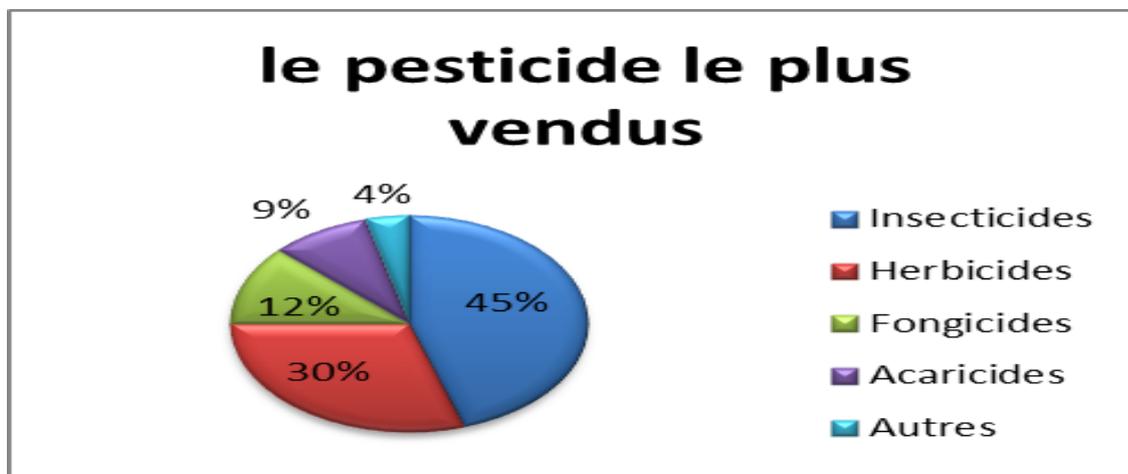


Figure 31: Secteur des pesticides les plus vendus

Selon la Figure 31, notre enquête indique que parmi les produits phytosanitaires les plus vendus dans tous les points de vente visités dans la wilaya de Bouira sont les insecticides, avec un taux estimé à 45% par rapport aux autres pesticides, en particulier le produit LAZER qui est le plus utilisé par rapport aux autres produits (fig32). Ces résultats concordent avec ceux de l'OMS en 2008, démontrant que les insecticides sont les plus utilisés dans l'agriculture.

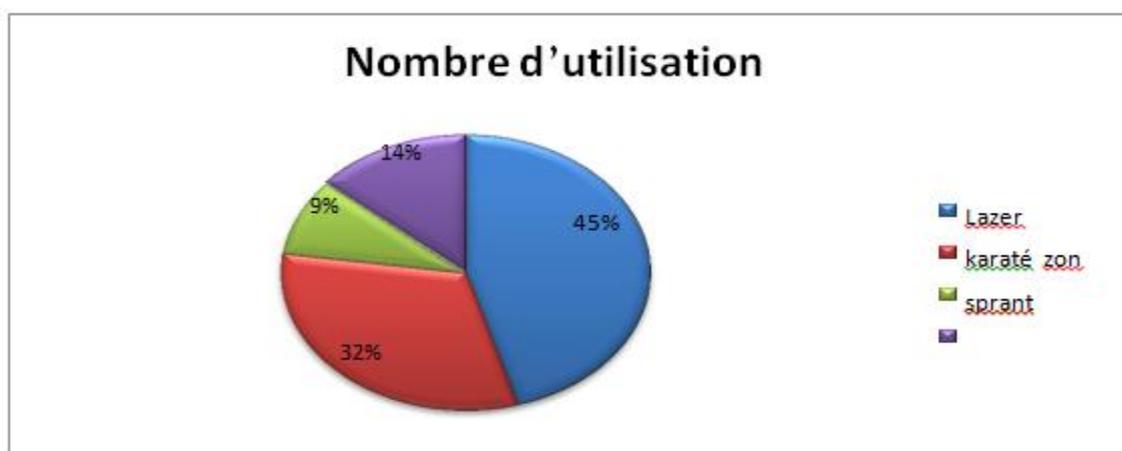


Figure 32 : Nombre de produits les plus utilisés

1.2. Analyses physico-chimiques du sol échantillonnées : Les résultats des analyses du sol utilisées dans notre étude sont présentés dans le Tableau suivant.

Tableau 01 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de notre site d'échantillonnage.

Paramètre mesuré	Valeur obtenue
Capacité de rétention en eau (%)	27%
Ph	7
Humidité	7%
Calcaire total	22%

L'abondance des lombrics est soumise à l'influence de divers facteurs, comprenant des éléments environnementaux tels que le climat et le type de sol, ainsi que des influences anthropiques. Parmi ces facteurs, la température et l'humidité du sol jouent un rôle crucial dans la régulation de l'abondance et de l'activité des vers de terre en milieu naturel, comme souligné par **Satchell (1967) et Sims & Gerard (1999)**. Les sols très acides, avec un pH inférieur à 4,5, sont généralement peu propices à la présence des vers de terre, tandis que la majorité des espèces préfèrent évoluer dans une plage de pH située entre 5 et 7,4, selon les observations **d'Edwards (2004)**.

Pour répondre à leurs besoins physiologiques, de nombreux vers de terre ont une préférence pour les milieux relativement riches en calcium. Cette préférence s'explique par le fonctionnement des glandes de Morren, qui sécrètent des carbonates de calcium sous forme de petites concrétions de calcaire, comme le met en évidence **Bachelier (1978)**. Ainsi, la disponibilité de calcium dans le sol influence significativement l'habitat privilégié par les vers de terre, contribuant ainsi à façonner leur abondance et leur distribution dans les écosystèmes terrestres.

1.3. Essais de toxicité aigüe de l'insecticide :

1.3.1. Sur les Lombricidés

Après une période d'un mois d'exposition, au cours de laquelle une population de vers de terre, qui est composée d'une manière homogène d'adulte et sub-adultes du genre *Aporrectodea*, a été soumise à diverses concentrations d'insecticide LAZER (1.25, 0.625, 0.312 et 0.156 ml/l), les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :

Tableau 02 : Résultats obtenus du test de toxicité aigüe

Temps d'exposition Concentrations (MI/L)	t=0		1 Semaine		2 semaines		3 semaines		4 semaines	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc	n	Fc	n	Fc
Témoin	40	100 %	40	100 %	40	100%	40	100%	40	100 %
0.156	40	100 %	39	97,5 %	33	82,5%	25	62,5%	19	47,5 %
0,312	40	100 %	37	92,5 %	30	75%	18	45%	1	27,5 %
0,625	40	100 %	34	85%	24	60%	15	37,5 %	6	15%
1,25	40	100 %	20	50%	10	25%	2	5%	0	0%

n : nombre de vers de terre vivants ; Fc : fréquences centésimales des vers terres vivants

Après une semaine d'exposition :

- Aucun décès n'a été constaté chez les témoins, mais à la concentration la plus basse (0,156 ml/l), un seul individu est décédé, tandis que des mortalités légères ont été observées aux concentrations (0,312 ml/l) et

(0,625 ml/l). En revanche, une mortalité significative de 50% a été enregistrée à la concentration la plus élevée (1,23 ml/l), touchant la moitié de la population.

Après deux semaines :

- Pour les concentrations moins élevées, à savoir (0,312 ml/l) et (0,156 ml/l), les taux de mortalité s'élèvent respectivement à 15,5% et 25%. Cependant, une tendance à l'augmentation des taux de mortalité en fonction des concentrations croissantes a été observée. À la concentration de (0,625 ml/l), la survie de 24 individus a été notée, représentant 60% de la population. Le taux de mortalité le plus élevé, atteignant 75%, a été enregistré à la concentration de (1,25 ml/l).

Après trois semaines :

- À la dose de (0,156 ml/l), 25 vers de terre sont encore vivants, représentant 62,5% de la population initiale. Les taux de mortalité pour les concentrations de (0,312 ml/l) et (0,625 ml/l) sont respectivement de 55% et 62,5%. En revanche, pour la dose la plus élevée (1,25 ml/l), seulement 2 individus ont été enregistrés en vie, ce qui équivaut à 5% de la population initiale, indiquant une mortalité de 95%.

Après quatre semaines :

- À la concentration la plus basse (0,156 ml/l), on comptait 19 individus encore vivants, ce qui équivaut à une survie de 47,5%. Cependant, les taux de mortalité pour les concentrations de (0,312 ml/l) et (0,625 ml/l) sont significativement plus élevés, atteignant respectivement 72,5% et 85%. Enfin, la mortalité la plus prononcée a été observée à la dose la plus élevée (1,25 ml/l), avec un taux de 100%, indiquant un impact dévastateur.

1.3.1.1. Détermination de la DL50 : Après quatre semaines, la DL50 a été déterminée en suivant la graduation sur l'axe des ordonnées correspondant à 50% de survie de vers de terre à partir des courbes des première, deuxième, troisième et quatrième semaines vers l'axe des concentrations de LAZER (axe des X).

La Figure 33 présente la méthodologie adoptée ainsi que les résultats exprimant les pourcentages de vers survivants en relation avec les concentrations de LAZER tout au long des quatre semaines de notre étude.

Concernant les vers de terre du genre Aporetodea, la DL50, symbolisant la concentration létale pour 50% de la population, a été évaluée dans le cadre de notre étude. Au bout de 7 jours d'exposition au Lazer, la DL50 a été établie à 1,25 ml/l. Cette valeur a ensuite diminué au fil du temps, atteignant 0,8 ml/l après 14 jours, 0,275 ml/l après 21 jours, et finalement, à la conclusion du biotest après 28 jours, la DL50 définie était de 0,15 ml/l. Ces résultats soulignent la variation de la toxicité du pesticide au fil de la période d'exposition

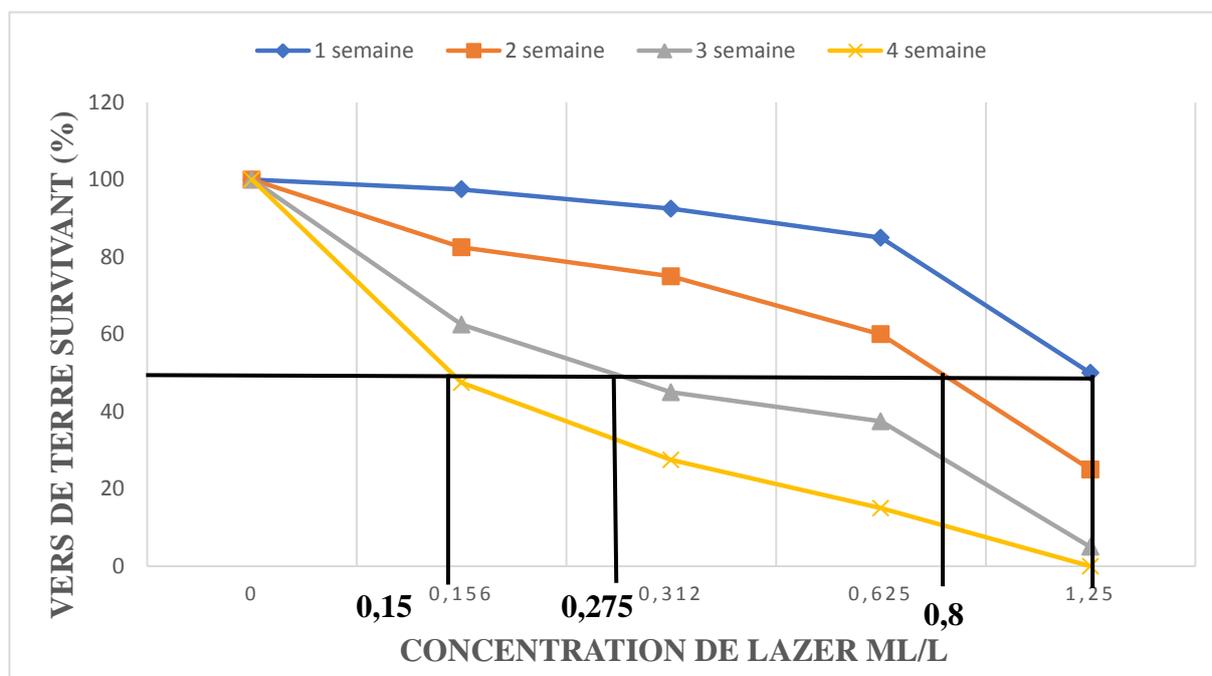


Figure 33: Détermination de la DL50 (7 jours, 14 jours, 21 jours et 28 jours) après l'application du LAZER

Les études sur les répercussions de la lambda-cyhalothrine et du pyrimicarbe, les agents actifs du pesticide LAZER, sur les vers de terre sont peu nombreuses, et aucune information n'est disponible sur l'effet de ce pesticide sur le genre *Aporrectodea*. Les vers de terre exposés à LAZER manifestent des altérations comportementales, affectant significativement leur paroi corporelle avec des symptômes tels que la libération de liquide coelomique, des lésions sanguines, et un étranglement de la partie postérieure du corps. En tant que molécule hydrophobe, la lambda-cyhalothrine, similaire à la plupart des pyréthrinoïdes, pourrait influencer les membranes biologiques, entraînant des changements au niveau des protéines et des phospholipides, et semble s'accumuler dans ces membranes, engendrant des dommages oxydatifs (Michelangeli et al., 1990). Lors des essais de toxicité aiguë, certains vers de terre survivants ont présenté des signes d'activité lombricienne, se traduisant par la formation de turricules. Cette reprise d'activité pourrait résulter de l'accumulation de la toxine chez les vers de terre survivants (Schreck, 2008). D'autres études sur des pesticides comme le Karaté Zeon ont révélé des effets modérément toxiques pour les adultes d'*Alollobophora rosea rosea*, mais une forte toxicité pour les juvéniles de la même espèce. Des recherches similaires sur l'*Aporrectodea caliginosa caliginosa* ont montré que le Dursban est plus toxique que le Manèbe, avec une DL50 de 73,6 mg/kg après 7 jours d'exposition et de 60 mg/kg après 14 jours (Yesguer, 2015).

1.1.2. Manifestations de toxicité observables chez les vers de terre :

Les vers de terre exposés à l'insecticide LAZER présentent des altérations comportementales notables. Initialement, les vers mourants remontent à la surface et adoptent une posture enroulée sur eux-mêmes. Par ailleurs, des anomalies morphologiques sont observées, comprenant des lésions sanglantes avec libération de liquide coelomique (voir Fig. 40), ainsi que l'étranglement de la partie postérieure du corps. À des concentrations élevées, ces anomalies

peuvent entraîner une désintégration totale, conduisant à la mort de l'espèce. Cependant, des signes d'activité lombricienne persistent chez les vers de terre survivants. Après une semaine d'essai, on observe la présence de turricules et de galeries à la surface du sol aussi bien dans les boîtes témoins que dans celles contaminées avec la concentration la plus faible (0.156 ml/l).



Figure 34: Les turricules et les galeries à la surface(originl)



Figure 35 : La remontée des vers de terre en surface et l'enroulement



Figure 36 : (A) sanction de la partie postérieure du corps ; (B et C) sortie du liquidecœlomique.

1.3.1.3. Le test d'évitement :

Les résultats du comportement d'évitement du genre *Aporrectodea* exposé à la concentration sublétale (0,625ml/l) de l'insecticide LAZER, sont représentés dans le **tableau 3**.

Les vers de terre ont été placés dans des compartiments contenant à la fois du sol contaminé et du sol non contaminé, nous avons remarqués que dès leur mise en place, les vers de terre sont entrés dans les compartiments à sols contaminés et non contaminés.

À la fin de l'essai et qui a duré 48 heures, la majorité des vers de terre ont été retrouvés dans les compartiments contenant des sols non contaminés. Cela suggère que les vers préfèrent éviter les sols contaminés par l'insecticide.

Il est également mentionné qu'il y a eu une mortalité de vers de terre dans l'enceinte 1, où trois vers ont été retrouvés enroulés sur eux-mêmes dans la

cheminée centrale jusqu'à leur mort. Cependant, pour les autres enceintes expérimentales, aucune mortalité n'a été enregistrée.

Ces résultats suggèrent que l'insecticide LAZER a un effet néfaste sur les vers de terre, les poussant à éviter les sols contaminés. De plus, la mortalité observée dans l'enceinte 1 indique que l'exposition à cet insecticide peut avoir des conséquences mortelles pour ces organismes.

Tableau 03 : résultats relatifs au test d'évitement

Paramètres mesurés		Nombre d'individus de vers de terre entrés dans chaque compartiment au début de l'essai	Nombre de vers de terre vivants dans chaque enceinte à la fin de l'essai
Type du sol de l'enceinte			
L'enceinte 1	C à sol contaminé	4	2
	C à sol non contaminé	6	5
L'enceinte 2	C à sol contaminé	6	2
	C à sol non contaminé	4	8
L'enceinte 3	C à sol contaminé	5	2
	C à sol non contaminé	5	8
L'enceinte 4	C à sol contaminé	6	1
	C à sol non contaminé	4	9

→ Les manifestations observables à la fin de l'essai d'évitement :

Après une exposition de 48 heures à l'insecticide LAZER dans les compartiments contenant des sols non contaminés, la présence de turricules et de galeries à la surface du sol a été observée. Cela indique que les vers de terre ont persisté dans leurs activités de creusement de galeries et de formation de turricules dans les sols non contaminés malgré leur exposition à l'insecticide. Par ailleurs, nous avons noté la présence de turricules dans la cheminée centrale entourant la plupart des compartiments contenant des sols contaminés. Cette observation suggère que les vers de terre ont cherché à échapper aux sols contaminés en creusant des galeries vers le haut et en produisant des turricules. Cette réaction des vers de terre peut être interprétée comme une tentative de fuir les zones affectées par l'insecticide.

En résumé, ces observations indiquent que les vers de terre ont réagi à l'exposition à l'insecticide LAZER en cherchant à éviter les sols contaminés tout en continuant à creuser des galeries et à former des turricules dans les sols non contaminés. Cette réaction démontre l'importance du comportement d'évitement des contaminants pour ces organismes et suggère que les vers de terre peuvent être sensibles aux effets de l'insecticide sur leur environnement.



Figure 37 : Les indicateurs d'activité dans le test d'évitement. A : Les turricules et les galeries retrouvées sur la surface du sol. B : Les turricules observé dans la cheminé centrale (**original**).

L'évaluation des risques repose sur la sensibilité du test d'évitement, permettant aux vers de terre de détecter une gamme étendue de contaminants tels que les hydrocarbures polyaromatiques, les métaux lourds, les explosifs, le pétrole brut et les pesticides (ISO, 2007). Des études sur les pesticides ont révélé des niveaux de sensibilité variables. Selon Garcia et al. (2008), les vers de terre ont évité les concentrations faibles de lambda-cyhalothrine. Cette étude souligne également que le genre *Aporrectodea* a présenté un comportement d'évitement envers la lambda-cyhalothrine et le pyrimicarbe, avec un taux d'évitement de 82,5%.

1.3.2. Cas des *Messor barbarus* :

Pour les *Messor* après une semaine d'exposition en dehors du témoin, nous avons observé un taux de mortalité très élevé correspondant à 100% pour les doses 1.25 ml/l et 0.625 (aucun survivant), et un taux de 85% pour la dose

0.312ml/l, alors que pour la dose la plus faible 0.156ml/l, le taux de mortalité est de 50%.

À partir de la deuxième semaine, nous avons observé un taux de mortalité de 100% et cela pour tous les sols traités. À noter aussi une augmentation du taux de mortalité chez le témoin en fonction du temps.



Figure 38 : *Messor.b* mortes après test de toxicité (Photo originales).

Les résultats relatifs au test de toxicité aiguë du *Messor barbarus* sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 04: Les résultats obtenus à partir du test toxicité aigüe des *Messor B.*

Temps d'exposition Concentrations ml/l	t=0		1 Semaine		2 semaines	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc
Témoin	40	100%	34	85%	25	62.5%
0.156	40	100%	20	50%	1	2.5%
0,312	40	100%	18	45%	0	0%
0,625	40	100%	0	0 %	0	0%
1,25	40	100%	0	0%	0	0%

n : nombre des fourmis vivants ; Fc : fréquences centésimales des fourmis vivants.

1.3.2.1. Détermination de DL 50 :

Afin de déterminer la DL50, nous avons illustré tous les résultats obtenus après l'exposition des fourmis au pesticide LAZER pendant les deux semaines aux différentes concentrations dans la courbe suivants :

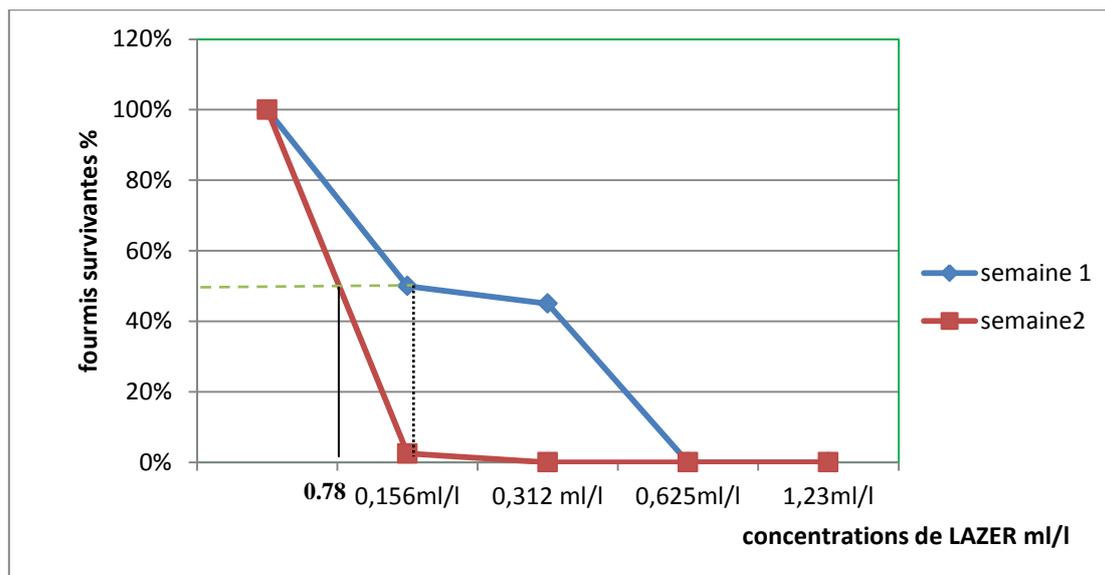


Figure 39 : Évaluation de la DL50 (à 7 jours et à 14 jours) suite à l'application du LAZER

La courbe présentée représente les pourcentages de survie des fourmis en relation avec les concentrations de LAZER sur une période de deux semaines au cours de notre essai. Notamment, la DL50 est estimée à environ 0,156 ml/l après une exposition de 7 jours des Messor b. au pesticide LAZER. À la fin de la deuxième semaine, nous observons une DL50 de 0,78 ml/l. Ces constatations confirment de manière indiscutable la toxicité du pesticide LAZER pour les fourmis.

1.3.2.2. les signes observables de toxicité sur les fourmis :

Après quelques minutes de pulvérisation du pesticide, nous avons remarqué l'absence de mouvement de toutes les fourmis et leur immobilisation à leur place, ce qui confirme la toxicité de cet insecticide. Nous avons également remarqué aussi une ligne noire autour de leur bouche. Après 2 semaines d'expérience, nous avons constaté la mort de toutes les fourmis, sans aucun mouvement de leur part pendant toute la durée de l'expérience.

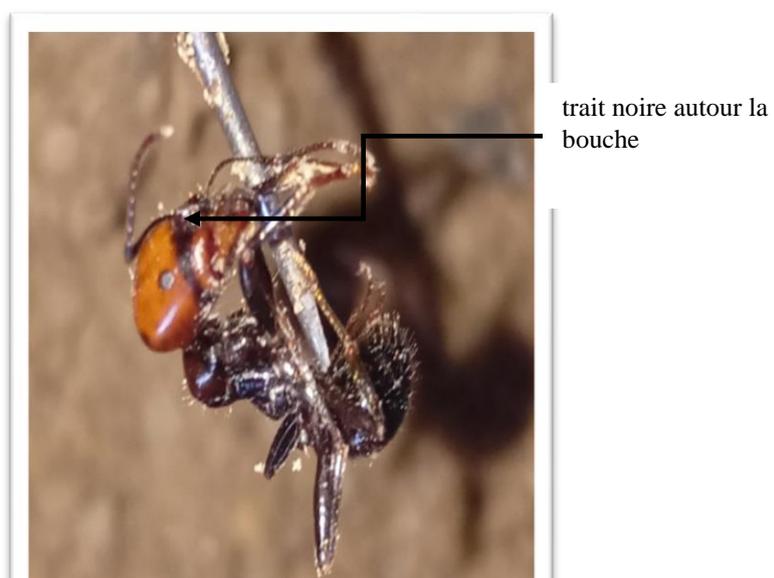


Figure 40: L'effet de « Lazer » sur *Messor Barbarus* (originale)

Le sol constitue un écosystème dynamique et vivant, abritant une diversité de microorganismes et de la faune. Ces organismes participent de manière collective à des fonctions cruciales dans la formation et l'évolution des sols, ainsi que dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes. La faune du sol joue un rôle essentiel dans la fragmentation et l'enfouissement de la matière organique, tandis que les microorganismes sont responsables de sa décomposition.

Malheureusement, l'utilisation généralisée des pesticides est devenue une pratique courante parmi les agriculteurs, souvent adoptée sans une pleine conscience des conséquences néfastes de ces produits. Dans ce contexte, notre recherche s'est concentrée sur l'évaluation des effets de l'insecticide "Lazer" sur les organismes du sol, en particulier les vers de terre et les fourmis. Nous avons choisi d'étudier ces organismes en raison de leur rôle crucial dans l'amélioration de la fertilité du sol. Il est impératif de comprendre les impacts potentiels des pesticides sur ces acteurs clés de l'écosystème afin de mieux informer les pratiques agricoles et de préserver la santé à long terme des sols et de l'environnement.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- Le test de toxicité aiguë réalisé sur l'ensemble des vers de terre a révélé que le pesticide "Lazer" a entraîné une mortalité de 100% pour la dose la plus élevée (1,25 ml/l) et une mortalité inférieure à 45% pour la plus faible dose (0,156 ml/l), accompagnée de changements physiologiques. Pour ce qui est des fourmis, cet insecticide a induit une mortalité de 100% pour toutes les doses, confirmant ainsi la toxicité de ce pesticide.

Les conclusions tirées de cette étude mettent en évidence l'importance des tests de comportement d'évitement en tant qu'outils précieux dans l'évaluation initiale de la contamination des sols. En employant ces tests comme des approches préliminaires pour évaluer les sites contaminés, des informations

cruciales peuvent être obtenues rapidement, ce qui facilitera les prises de décisions futures relatives à la procédure d'évaluation.

_À la lumière de ces résultats, plusieurs questions émergent, ouvrant la voie à des perspectives intéressantes :

1. _Les évaluations éco-toxicologiques des risques liés aux pesticides devraient intégrer une diversité de méthodes d'essai, en utilisant des animaux d'essai tant juvéniles qu'adultes. Cette approche permettrait une évaluation plus complète et représentative des impacts potentiels des pesticides sur différents stades de développement des organismes du sol.
2. _Il demeure un défi significatif de prédire de manière précise comment un pesticide pourrait réellement influencer une population de vers de terre et de fourmis dans leur environnement naturel. Il est impératif de développer des méthodes permettant une association plus directe des effets toxiques, tels que les effets aigus, avec les réponses environnementales des populations naturelles. Cette approche plus intégrée contribuerait à affiner notre compréhension des véritables impacts de ces pesticides sur les écosystèmes terrestres, fournissant ainsi des informations plus précises pour la gestion des risques environnementaux associés à l'utilisation de ces substances.
3.
 - _Recommandation de reprendre les tests de toxicité avec des études physiologiques approfondies, y compris des coupes histologiques, pour une meilleure compréhension des impacts anatomiques et physiologiques des pesticides sur les vers de terre et les fourmis.
 - _Proposition d'élargir l'échantillonnage des vers de terre et des fourmis dans la région de Bouira, ainsi que dans d'autres régions d'Algérie, pour obtenir une représentation plus complète des réponses biologiques aux pesticides.

- _Suggestion d'approfondir les recherches, en mettant l'accent sur les fourmis, car aucune étude n'a encore exploré l'impact des pesticides sur ces insectes dans la région de Bouira.
- Reconnaissance de l'importance de ces orientations pour enrichir la compréhension des effets des pesticides sur la biodiversité locale et guider les décisions en matière de gestion environnementale.

Références bibliographiques :

Andersen, 1995. A classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography*, 22(1), (15-29).

- **Ayad Mokhtari N., 2012.** Identification et dosages des pesticides dans l'agriculture et les problèmes d'environnement liés. Thèse de magister en chimie organique (environnement), université d'Oran, Algérie, 86 p

- **Bachelier G., 1978.** La faune des sols son écologie et son action. 400p

- **Batch D., 2011.** L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy, 156p

- **Bazari K., 2015.** Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien. Thèse de doctorat en aménagement des milieux naturels. Université constantine1. Algérie, 169 p.

- **Bouché M. B., 1972.** Lombriciens de France. Ecologie et systématique (Vol. 72, No. HS, pp.671-p). INRA Editions.

- **Bonmatin J.-M., Giorio C., Girolami V., Goulson D., Kreuzweiser D. P., Krupke C., Liess M., Long E., Marzaro M., Mitchell E. A. D., Noome D. A., Simon-Delso N., Tapparo A., 2015.** [Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil](#). *Environ Sci Pollut Res* 22, 35–67

- **Bouziati M., 2007.** L'usage immodéré des pesticides: De graves conséquences sanitaires. Le guide de la médecine et de la santé. Santé Maghreb. P8

- **Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M P., Coquet Y., 2005.** Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Editions France Agricole, France. 637 p

- **Capowiez Y., Bastardie F., Costagliola G., 2006.** Sub lethal effects of imidacloprid on the burrowing behavior of two earthworm species:

modifications of the 3D burrow systems in artificial soil cores and consequences on gas diffusion in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 285-293.

- **Chaoui H. and Keener H., 2008.** Modeling the effectiveness of an electric field at repelling, bio systems engineering, vol.100, N 3, p.409-421.

- **Colin F., 2000.** Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires Cas de l'Atrazine dans le bassin versant de Sousson (Gers, France). Unité mixte Cemagref-ENGREF "Structure des systèmes spatiaux". 233

- **Curry J. P., Schmidt O., 2007.** The feeding ecology of earthworms. *Pedobiologia*, 50:463-477 p.

- **Darwin C. R., 1881.** The formation of vegetable mould, through the action of worms with observations in their habits. London: John Murray.

- **Edwards C. A., Lofty J. R., 1977.** Biology of earthworms. Chapman and Hall Ltd, Grande Bretagne. EN.pdf. Environmental pollution 90, 7–14.

- **Edwards C. A., 2004.** Earthworm Ecology. 456 p

- **Faubert A., 2012.** Biodiversités : victimes silencieuses des pesticides, section française de l'organisation mondiale de protection de la nature WWF. 80p

- **Garcia V., Ferran A. et Larroque M-M., 1981.** Effets secondaires d'un insecticide, le pyrimicarbe, sur la physiologie alimentaire des larves âgées de la coccinelle aphidiphage *Semiadalia undecimnotata* Schneider (*Col. Coccinellidae*). *Agronomie* 1 (5), 413-418

- **Garcia M., Rombke J., de Brito M. T., Scheffczyk A., 2008.** Effects of three pesticides on the avoidance behavior of earthworms in laboratory tests performed under temperate and tropical conditions. *Environmental Pollution*.153 : 450-456.

- **Gauer M., 2007.** Biologie animale. Université Louis Pasteur Strasbourg, Strasbourg. 68p

- Gilburn A. S., [Bunnefeld N.](#), [Wilson J. M.](#), [Botham M. S.](#), [Brereton T. M.](#), [Fox R.](#), [Goulson D.](#), 2015. [Are neonicotinoid insecticides driving declines of widespread butterflies?](#)
- Hassaan M.A., El Nemr A., 2020. [Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques](#), The Egyptian Journal of Aquatic Research, Volume 46, Issue 3.
- Hölldobler et Wilson, 1990. [The Ants](#). Harvard University Press.)
- James, S; Fragoso, C; Pasini, A; Schmelz, R., 2013. Terrestrial oligochaete research in Latin America: the importance of the Latin American meetings on oligochaete ecology and taxonomy. *Appl. Soil Ecol.*, 69, 2-12.
- Jamshidi P, Pishkahi Z., 2014. The Study of Regeneration in Posterior Part of Aporectodea Caliginosa. *Medical and Bioengineering*, 3(1) : 45-49.
- Joshi N, Dabral M., 2008. Life cycle of earthworms *Drawida nepalensis*, *Metaphire houlleti* and *Perionyx excavatus* under laboratory controlled conditions. *Life Science Journal*, Vol 5, No 4.
- Kammenga JE., Dallinger R., Donker MH., Kohler H R., Simonsen V., Tribskorn R., Weeks JM., 2000. Biomarkers in terrestrials invertebrates for ecotoxicological soil risk assessment. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol 164, 93 -147
- Katagi T., 2004. Photodegradation of Pesticides on Plant and Soil Surfaces. *Rev Environ Contam Toxicol* 182:1-195
- Laverack M S., 1963. *The Physiology of Earthworms* Volume 15 de International series of monographs on pure and applied biology: Division: Modern trends in physiological sciences Volume 15 de International series of monographs on pure and applied biology: Division, Zoology.
- Merhi M., 2008. Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faible dose: caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin. Thèse de doctorat en

pathologie, toxicologie, Génétique et nutrition, université de Toulouse, France, 140 p

- **Michelangeli F., Robson M. J., East J. M., Lee A. G., 1990.** Fluorescence and kinetic studies of the interactions of pyrethroids with the (Ca²⁺ + Mg²⁺)-ATPase. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*. 1028 (1) : 58-66

- **Morin R. 1999.** Exploitation et élevage des vers de terre pour le marché des appâts vivant, document d'information DADD ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. 13p

- **Organisation Mondiale de la Santé., 2008.** Les Nations Unies.

- **Pelosi C., Bertrand C., Daniele G., Coeurdassier M., Benoit P., Néliou S., Lafay F., Bretagnolle V., Gaba S., Vulliet E., Fritsch C., 2021.** Residues of currently used pesticides in soils and earthworms : A silent threat ? *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 305,107167

- **Puranik P., Bhate A., 2008.** Animal Forms and Functions: Invertebrata. Sarup & Sons. 299p.

- **Ramade F., 2005.** éléments d'écologie. Ecologie appliquée. DUNOD, paris, 6ème édition, 84p.

- **Satchell J. E. 1967.** Lumbricidae. In *Soil Biology*. Academic Press: London. 259-322.

- **Stanton R.L., Morrissey C.C., Clark R.G., 2018.** [Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review](#), *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 254, 244-254,

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

- **Tomlin A.D., 1980.** La biologie du ver de terre, 10 p.

- **Van Der Werf H. M. G., 1996.** Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 60:81-96.

- **Villard P. H., 2019.** Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie, l'effet des pesticides sur la santé .P19

- **Villeneuve F., Désire C., 1965.** Zoologie Bordas. 40p.

- **Whalen J. K., Benslim H., Vanasse A., 2012.** Insecticides (dimethoate and lambda-cyhalothrin) for soybean aphid control are they toxic to earthworms? Evidence from laboratory and field bioassays. *Can. J. Soil Sci.* 92: 751-758

- **Wilson, 1971.** The Insect Societies. Belknap Press of Harvard University Press.

- **Wolfe N., Mingelgrin U., Miller G., 1990.** Abiotic transformations in water, sediments and soils. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA

Yesguer S., 2015. Evaluation de l'écotoxicité de certains pesticides sur les sols par l'utilisation d'un biotest : cas des lombricidés. Mémoire en Ecologie et Environnement, Université AMIRABEJAIA, Algérie, 88p.

- **Yohra M., 2012.** What Role Do Annelid Neoblasts Play? A Comparison of the regeneration Patterns in a Neoblast-Bearing and a Neoblast-Lacking Enchytraeid *Oligochaete* . *PLoS One*, 7(5): e37319.

Les sites :

- **EPA (2019).** Basic Information about Pesticide Ingredients, Related Topics: Ingredients Used in Pesticide Products. [<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>]. (Consulté le 30/04/2021).

- **EPA (2019).** Chemically-related Groups of Active Ingredients, Related Topics: Ingredients Used in Pesticide Products. [<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/chemically-related-groups-active-ingredients>]. (Consulté le 30/04/2021)

Questionnaire

1/ Série n°

2/ La date de l'enquête.....

3/ Le lieu.....

4/ Conduite de la culture : Plein de champ Sous serre

5/ Type de culture

6/ Avez-vous utilisez des pesticides sur vos cultures ?.....

Régulièrement occasionnellement Non

7/ La superficie réelle traitée.....

8/ Période de traitement :.....

9/ Quel type de formulation de pesticides utilisez -vous ?

Solide Liquide Gazeux

10/ Produits utilisés :

Insecticides Fongicides Herbicides Acaricides

Autres Les quel..... ?

11/ Quelques nom des produits les plus

vendus :.....

11/ Ils sont utilisés: individuellement Mélange

12/ Critères de choix lors de l'achat des produits :

Efficacité Sélectivité Facilité d'emplois

Toxicité Risques environnemental Autres

13/ préparation de la bouteille : Contact direct

Utilisation d'appareils

14/ Avez-vous respectez le dosage des produits Oui

Non

15/ Types pulvérisateur utilisé : Manuel Moderne

16/ Intervalle entre dernier traitement et récolte :

17/ Formation sur l'application des produits phytosanitaires :

Oui Non

18/ Mesures de protection lors des traitements phytosanitaires :

Masques de protection Gants Lunettes

Combinaison Bottes

19/Avez-vous déjà ressentis des symptômes lors de l'utilisation de ces produits ?

Oui Non Lesquels

Résumé

Cette étude a été réalisée dans la région de Bouira en choisissant les Lombricidés (vers de terre) et les Formicidés (fourmis) comme bio indicateurs pour évaluer l'impact de l'insecticide LAZER sur la faune du sol. Pour se faire, deux tests ont été réalisés : un test de toxicité aiguë dans lequel quatre concentrations de l'insecticide LAZER ont été utilisées et qui sont de l'ordre de 0.156, 0.312, 0.625 et 1.250 ml/l. Ce test a révélé une mortalité élevée chez les fourmis (*Messor barbarus*) ainsi que chez les vers de terre du genre *Aporrectodea*, en enregistrant une dose létale (DL50) de 1.250 ml/l après 07 jours de l'essai chez les vers de terre, il s'agit de la plus forte dose employée, et une DL50 de 0.156 ml/l chez les fourmis après 07 jours d'exposition à l'insecticide, accompagnée des perturbations comportementales chez ces derniers confirmant ainsi la toxicité de notre pesticide « LAZER ». Quant au deuxième test « test d'évitement », ce dernier a été effectué seulement pour les vers de terre où nous avons utilisé la concentration 0.625 ml/l du même insecticide et qui a révélé que la majorité des lombrics présente un comportement de fuite à l'égard du sol contaminé par notre insecticide « LAZER », exprimé par un taux d'évitement de l'ordre de 82.5%. Ces résultats mettent en évidence les effets néfastes de l'utilisation des pesticides notamment LAZER sur la faune du sol, soulignant la nécessité de mettre en place des mesures de gestion des produits phytosanitaires pour protéger l'écosystème agricole et la santé du sol.

Mots clés : LAZER, toxicité aiguë, vers de terre, fourmis, bio-indicateur.

Abstract

This study was conducted in the Bouira region, using Lumbricidae (earthworms) and Formicidae (ants) as bioindicators to assess the impact of the insecticide LAZER on soil fauna. To do this, two tests were carried out: an acute toxicity test in which four concentrations of the insecticide LAZER were used, namely 0.156, 0.312, 0.625, and 1.250 ml/l. This test revealed high mortality among ants (*Messor barbarus*) and earthworms of the genus *Aporrectodea*, with a lethal dose (LD50) of 1.250 ml/l recorded after 7 days of testing for earthworms, which is the highest dose used, and an LD50 of 0.156 ml/l for ants after 7 days of exposure to the insecticide, accompanied by behavioral disturbances in the ants, confirming the toxicity of our pesticide "LAZER." As for the second "avoidance test," it was conducted only for earthworms using a concentration of 0.625 ml/l of the same insecticide, revealing that the majority of earthworms exhibited an avoidance behavior towards soil contaminated with our insecticide "LAZER," with an avoidance rate of approximately 82.5%. These results highlight the adverse effects of pesticide use, especially LAZER, on soil fauna, emphasizing the need to implement measures for the management of phytosanitary products to protect the agricultural ecosystem and soil health.

Keywords: LAZER , acute toxicity, Earthworm, Ants, bioindicator.

ملخص

أجريت هذه الدراسة بمنطقة البويرة باختبار اللومبريسيدا (ديدان الأرض) والفورميسيدا (النمل) على حيوانات التربة. وللقيام بذلك تم إجراء LAZER كمؤشرات حيوية لتقييم تأثير المبيد الحشري وهي في LAZER الاختبارين: اختبار السمية الحادة حيث تم استخدام أربعة تراكيز من المبيد الحشري حدود 0.156، 0.312، 0.625 و 1.250 مل/لتر. أظهر هذا الاختبار ارتفاع معدل الوفيات في ، حيث سجلت جرعة (Aporrectodea) وكذلك في ديدان الأرض من جنس Messor barbarus النمل قدرها 1250 مل/لتر بعد 07 أيام من الاختبار في ديدان الأرض، وهي أعلى جرعة LD50 مميتة مل/لتر في النمل بعد 07 أيام من التعرض للمبيد الحشري مصحوبة LD50 0.156 مستخدمة، و "LAZER. باضطرابات سلوكية لدى الأخير، مما يؤكد سمية مبيدنا "

أما الاختبار الثاني "اختبار التجنب" فقد تم إجراؤه فقط لديدان الأرض حيث استخدمنا تركيز 0.625 مل/لتر من نفس المبيد الحشري والذي أظهر أن غالبية ديدان الأرض تظهر سلوك الطيران فيما يتعلق بالتربة الملوثة بالمبيد الحشري "الليزر" بنسبة تجنب تبلغ حوالي 82.5%

تسلط هذه النتائج الضوء على الآثار الضارة لاستخدام مبيدات الآفات، وخاصة الليزر، على حيوانات التربة، مما يؤكد الحاجة إلى وضع تدابير إدارية لمنتجات الصحة النباتية لحماية النظام البيئي الزراعي وصحة التربة.

الكلمات المفتاحية: الليزر، السمية الحادة، ديدان الأرض، النمل، المؤشر الحي.