



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

Université de Larbi Tébessi -Tébessa-

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie animal

MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention de diplôme de MASTER

Thème:

Effet d'un insecticide chez les vers
Aporrectodea Caliginosa

Présenté par :

MENACEUR Aoulia

ARAR Salah

Devant le jury :

Mr. TINE.S

M.C.A

Université de Tébessa

Président

Mr. BOUAZDIA.K

M.C.B

Université de Tébessa

Promoteur

Mr. HANNACHI.MS

M.C.B

Université de Tébessa

Examineur

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciement

*Nous remercions en premier lieu mon Dieu **ALLAH** le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il m'a donné pour l'achèvement de cette thèse, il a été et sera toujours à côté de moi pour réussir à terminer n'importe quel travail.*

*Nous tenons tout particulièrement à exprimer mes plus vifs remerciements et ma profonde Gratitude à mon encadreur **Mr. Bouazdia K**, Docteur à l'université de Tébessa. Qui nous a fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail, et qui a su faire preuve de patience, d'indulgence et de compréhension tout au long de ces années, me permettant ainsi de mener à bien cette étude. Merci monsieur pour sa présence, pour sa patience, ses précieux conseils, le suivi, l'orientation et pour sa confiance.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Mr. Tine S** et **Mr. Hannachi. MS** de nous ont accordé le privilège de participer à ce jury et d'examiner attentivement cette mémoire .*

*A tous nos collègues et enseignants du l'Université de Tebessa, en particulier : **Melle Attia L, Mr. Amara S** .*

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

Merci à tous



Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

A mes très chers neveux,

À mes chers frères, Mouhammed Alsaleh et Mourad.

À chères sœurs Zahia, Hanene, Safwa, Fatma et Nesrine .

À mes amies Mahassen, Sofia, Ferial, Donia, Zaineb et Amel.

Olaya.





Dédicace

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

A ma grande mère pour ces prières.

A mes très chers neveux,

A mes chères sœurs

A mes chers frères

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

Aimen ,Mouataz, Noureddine ,Mouaaz ,ishak, CHAHER

Hakim, Achref, Sid Ali, Zakaria .

Salma, Saloua, Salma, Selma.

Salah.



<i>Table de matière</i>	
Dédicace	
Remerciement	
Table de matière	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Liste des abréviations	
<i>Introduction</i>	01
<i>Matériel et Méthodes</i>	
I. Biologie des lombrics	03
1. Systémique	03
2. Description morphologique	04
2.1. Le prostomium	05
2.2. Le metastomium (soma)	06
2.3. Le pygidium	06
2.4. Soies	06
2.5. Anatomie externe	06
2.5.1. La peau et les muscles	07
2.5.2. Le tube digestif	07
2.5.3. Le système respiratoire	07
2.5.4. Le système nerveux	07
2.5.5. Système circulatoire	07
2.5.6. Le système reproducteur	07
2.6. Reproduction et cycle de vie	08
3. Ecologie des vers de terre	10
3.1. Fonctions écosystémiques	10
II. Présentation de la région de Tebessa	10
1. Situation géographique	10

TABLE DE MATIERE

2. Matériels utilisés	11
3. Travaux sur le terrain	12
3.1. Echantillonnage des vers de terre	12
4. Travaux de laboratoire	12
4.1. Tri des vers de terre	12
III. Généralités sur les pesticides	13
1. Définition des pesticides	13
A. Classification des pesticides sur la base de la toxicité	13
B. Classification des pesticides sur la base du produit chimique Composition	14
2. Modes d'expositions aux pesticides	14
3. Décis EC 25 (Deltaméthrine)	15
3.1. Utilisation de deltaméthrine	15
3.2. Les propriétés physico-chimiques du DECIS EC 25	16
4. Essais toxicologiques	16
4.1. Matériel biologique	16
4.2. Test de toxicité	17
4.3. Traitement	17
5. Dosage enzymatique	18
5.1. Dosage de l'activité Acétylcholine Estérase (AChE)	18
5.2. Dosage de l'activité GST (glutathion S-transférase)	19
5.3. Dosage du glutathion (GSH)	20
5.4. Dosage des Protéines totales	21
6. Analyses statistique	22
Résultats	
I. Identification	23
1. A. Caliginosa	24
2. A. rosea	24
3. E. Foetida	25
II. Toxicité de l'insecticide Décis	25

TABLE DE MATIERE

1. Effet sur la morphologie	27
2. Effets de Décis sur le bio marqueurs	28
A. Effet du Décis sur la quantité totale de protéines	28
B. Effet du decis sur l'activité Glutathion-S-Transférase	29
C. Effet du decis sur l'activité GSH	30
D. Effet du decis sur l'activité Acétylcholinestérase (AchE)	31
2.5. Corrélacion entre les différents paramètres	32
Discussion	
I. Identification	33
1. A. Caliginosa	33
2. A. rosea	33
3. E. Foetida	33
II. Etude toxicologique	34
1. Effet sur la morphologie	34
2. Effets de Décis sur le bio marqueurs	35
A. Effet du decis sur l'activité Acétylcholinestérase (AchE)	35
B. Effet du decis sur l'activité Glutathion-S-Transférase	36
C. Effet du decis sur l'activité GSH	36
D. Effet du Décis sur la quantité totale de protéines	37
<i>Conclusion</i>	38
<i>Références bibliographiques</i>	39

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page
01	Vue ventral d'un ver de terre (El-Addan,1990), les régions du corps ,et les caractères externes (Bouché,1972).	05
02	Les différents types de prostomium (Bouché,1972).	05
03	Disposition des soies chez le ver de terre (Bouché,1972)	06
04	Morphologie interne d'un ver de terre (Morin et Houseman ;2001)	08
05	Cycle de vie des vers de terre (Hipp,2005)	09
06	Localisation géographique de la région et des sites d'études	11
07	Le matériel utilisé sur le terrain.	11
08	Le matériel utilisé au laboratoire.	12
09	Modes d'expositions des organismes vivants aux pesticides (Barriuso,2004)	14
10	Structure chimique de la deltaméthrine (ANSES,2010)	15
11	Le produit utilisé (photo personnelle)	15
12	Les étapes du test (photo personnelle)	18
13	Morphologie générale d' <i>A. Caliginosa</i> (photo personnelle)	24
14	Morphologie générale d' <i>A. Rosea</i> (par Bouazdia)	25
15	Morphologie générale d' <i>E. Fætida</i> (photo personnelle)	25
16	Efficacité de l'insecticide Décis chez les	26

LISTE DES FIGURES

	adultes des vers <i>A. caliginosa</i> après 48 heures : Analyse de probits .	
17	Les anomalies morphologiques des vers exposés à l'insecticide Décis incorporé du papier filtre à différentes concentrations.	27
18	Droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (μg)(R^2 :coefficient de détermination)	28
19	Effet de concentration croissante de Décis sur la quantité de protéine chez les vers de terre après 48 heures (les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD))	29
20	Effet de concentration croissante de Décis sur l'activité Glutathion-S-Transférase (GST) chez les vers de terre au cours de 48 heures (les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD))	30
21	Effet de concentration croissante de Décis sur l'activité GSH chez les vers de terre au cours de 48 heures (les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD))	31
22	Effet de l'insecticide Décis sur l'activité Acétylcholinestérase (AChE) chez les vers de terre après 48 heures (les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD))	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page
01	propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine (INRS,2007)	16
02	Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage	22
03	Comparaison entre les caractéristiques des différentes espèces de vers de terre collectées dans les trois sites d'études	23
04	Concentration létales (CL50 et CL90) en ug/ml de Décis et leurs intervalles de confiance après 48 heures d'exposition	26
05	les différents paramètres statistiques relatifs à l'analyse des probits	26
06	Activité spécifique de la GST (uM/mn/mg de protéine) au niveau de la partie clitellienne d' <i>A. Caliginosa</i> après 48 heures d'exposition au Décis (m ±SD ;n=6)	26
07	Quantité de la GSH au niveau de la partie postclitellienne d' <i>A. Caliginosa</i> traité au Décis (doses sub-létales) après 48 heures (m± SD ;n=6)	30
08	Activité spécifique de l'AChE(nM/mn/mg de protéine) au niveau de la partie antérieure d' <i>A. Caliginosa</i> (m±SD ;n=6)	31
09	Corrélation entre les différents paramètres	32

Liste des abréviations

A.caliginosa : Aporrectodea caliginosa

A.rosea : Aporrectodea rosea

E.fœtida : Esinia fœtida

µg/cm² : micro- gramme / centimètre carré

CL : concentration létale

GSH : glutathion

GST : glutathion-S-Tranférase

AChE : Acétylcholinestérase

Oc : organochlorés

Cl : chlore

Op : organophosphorés

P : phosphore

µl : micro litres

Do : densité optique

Vs : volume de surnageant

UV : ultraviolet

BBC : bleu brillant de coomassie

BSA : albumine de sérum de bœuf

RAD : Recommanded agricultural dose

R² : coefficient de détermination

pH: Potentiel hydrogène.

MNHN: Muséum National d'Histoire Naturelle.

INRS : Institut national de la recherche et de la santé

ANOVA : Analyse de variance

Résumé

Le travail que nous avons abordé se situe dans le but d'évaluer l'effet d'un insecticide (Décis EC 25) chez *Aporrectodea caliginosa*.

Dans un premier temps, une étude d'identification des vers de terre collectés de différents sites de la région de Tebessa a été effectuée, les résultats de l'étude taxonomique du peuplement lombricien de notre région, a révélé que les espèces échantillonnées appartiennent à la famille des Lumbricidae, 3 espèces sont :

Aporrectodea caliginosa, *Aporrectodea rosea*, *Eisenia foetida*.

Dans notre travail, nous nous sommes concentrés sur les effets du Décis EC 25 (Deltaméthrine) sur les vers de terre à l'aide de test de toxicité où les critères d'évaluation sont : la mortalité et la morphologie. Le test de toxicité aigüe a été réalisé aux concentrations suivants 99,04 ; 159,17 ; 176,85 et 229,91 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Nos résultats montrent que l'insecticide décis a une toxicité aigüe vis-à-vis des vers de terre avec $\text{CL}_{50} = 154,97 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ et $\text{CL}_{90} = 219,97 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ à 48 heures. En plus de l'augmentation du nombre de vers morts, il y a des altérations de la morphologie des vers traités avec l'insecticide.

D'un autre côté, nous nous sommes intéressés à une batterie de biomarqueurs tels que: L'activité de GSH, l'activité GST, l'activité AChE, et le taux de protéine et leur évolution en présence du xénobiotique chez *Aporrectodea caliginosa*.

Nos résultats mettent en évidence l'augmentation du le taux de protéine. Cet effet est accompagné par le déclenchement d'un système de détoxification (GSH, GST) ainsi qu'une inhibition de l'activité AChE, par l'insecticide décis traduisant une neurotoxicité.

Mots clés : *A. caliginosa*., identification, toxicité, morphologie, AChE, GST, GSH.

ABSTRACT

The work we have discussed is aimed at evaluating the effect of an insecticide (Décis EC 25) in *Aporrectodea caliginosa*.

As a first step, an identification study of earthworms collected from different sites in the Tebessa region was carried out, the results of the taxonomic study of the earthworm population of our region, revealed that the sampled species belong to the Lumbricidae family, 3 species are:

Aporrectodea caliginosa, *Aporrectodea rosea*, *Eisenia foetida*.

In our work, we focused on the effects of Décis EC 25 (Deltamethrin) on earthworms using toxicity testing where the endpoints are: mortality and morphology. The acute toxicity test was carried out at the following concentrations 99.04; 159.17; 176.85 and 229.91 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$.

Our results show that the insecticide dec has acute toxicity to earthworms with $\text{LC}_{50} = 154,97 \mu\text{g} / \text{cm}^2$ and $\text{LC}_{90} = 219,97 \mu\text{g} / \text{cm}^2$ at 48 hours. In addition to the increase in the number of dead worms, there are alterations in the morphology of the worms treated with the insecticide.

On the other hand, we were interested in a battery of biomarkers such as: GSH activity, GST activity, AChE activity, and protein level and their evolution in the presence of the xenobiotic in *Aporrectodea caliginosa*.

Our results show increased protein levels. This effect is accompanied by the triggering of a detoxification system (GSH, GST) as well as an inhibition of AChE activity, by the insecticide decis reflecting neurotoxicity.

Key word: *A. caliginosa*, identification, toxicity, morphology, AChE, GST, GSH

ملخص

يهدف العمل الذي ناقشناه إلى تقييم تأثير مييد حشري (Décis EC 25) في *Aporrectodea caliginosa*. كخطوة أولى ، تم إجراء دراسة لتحديد ديدان الأرض التي تم جمعها من مواقع مختلفة من منطقة تبسة ، وكشفت نتائج الدراسة التصنيفية لمجموعات ديدان الأرض في منطقتنا ، أن الأنواع التي تم أخذ عينات منها تنتمي إلى عائلة Lumbricidae، 3 الأنواع هي:

Eisenia foetida، *Aporrectodea rosea*، *Aporrectodea caliginosa*

ركزنا في عملنا على تأثيرات (Deltamethrin) (Décis EC 25) على ديدان الأرض باستخدام اختبار السمية حيث تكون نقاط النهاية هي: الوفيات والتشكل. تم إجراء اختبار السمية الحادة بالتركيزات التالية 99.04؛ 159.17 ؛ 176.85 و 229.91 ميكروغرام / سم 2.

تظهر نتائجنا أن مييد الحشرات له سمية حادة لديدان الأرض حيث $LC_{50} = 154,97$ ميكروغرام / سم 2 و $LC_{90} = 219,97$ ميكروغرام / سم 2 في 48 ساعة. بالإضافة إلى الزيادة في عدد الديدان الميتة ، هناك تغييرات في مورفولوجيا الديدان المعالجة بالمبيد الحشري.

من ناحية أخرى ، كنا مهتمين بمجموعة من المؤشرات الحيوية مثل: نشاط GSH ، نشاط GST ، نشاط AChE ، ومستوى البروتين وتطورها في وجود كائن حيوي غريب في *Aporrectodea caliginosa*.

تظهر نتائجنا زيادة مستويات البروتين. يترافق هذا التأثير مع إطلاق نظام إزالة السموم (GSH ، GST) بالإضافة إلى تثبيط نشاط AChE ، بواسطة المبيدات الحشرية التي تعكس السمية العصبية.

الكلمات المفتاحية : التحديد ، السمية ، التشكل ، *A. caliginosa* ، AChE ، GST ، GSH.

Introduction

Introduction

Le sol est un système complexe et dynamique responsable de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère. Cet écosystème est à la fois un support pour les êtres vivants et un réservoir de matières organiques et minérales (Gobat et *al.*, 2003). La couverture pédologique représente une diversité d'habitats par sa composition physique et chimique très variable (Girard et *al.*, 2005). Elle est indispensable à la vie qu'elle abrite et en retour, les organismes vivants participent activement à sa formation (pédogénèse) (Gobat et *al.*, 2003).

La faune du sol, dont les plus importants représentants, les vers de terre, constituent la première biomasse animale terrestre (Gobat et *al.*, 2003 ; Pfiffner, 2013 ; Vigot et Cluzeau, 2014). Ils exercent d'importantes régulations sur les propriétés physiques, la dynamique de la matière organique et la croissance des plantes et constituent, de ce fait, une ressource potentielle de grand intérêt pour la durabilité de l'agriculture (Lavelle et *al.*, 1998), la restauration des sols endommagés et le recyclage des déchets organiques (Blackmore, 2000 ; Lavelle et Spain, 2001). Ainsi, on constate actuellement un regain d'intérêt pour les vers de terre.

Il est bien connu que les vers de terre jouent un rôle important dans la biomasse de la macrofaune du sol. Elles sont extrêmement importantes dans la formation du sol, principalement en consommant de la matière organique, en la fragmentant et le mélangeant intimement avec des particules minérales du sol pour former des agrégats stables à l'eau. En particulier, la capacité de bioaccumulation des vers de terre est essentielle pour un organisme de bio surveillance. Par conséquent, le ver de terre est probablement un excellent organisme à cette fin.

Darwin (1890), montre que les vers de terre sont distribués dans tout le monde sous la forme de quelques genres. L'identification des vers de terre montre qu'il y a plus de 6000 espèces dans le monde. Les lombriciens sont généralement bien connus en Europe humide et à un moindre degré dans les pays méditerranéens de l'Europe occidentale (Bouché, 2003). 400 espèces ont été répertoriées sur ce continent (Pfiffner, 2013).

En Algérie, les travaux relatifs à la biodiversité des lombriciens restent encore insuffisants. D'une part, l'identification et la classification de ces organismes demeurent difficiles par manque de taxonomistes qualifiés (Rougerie et *al.*, 2009) et, d'autre part, l'étude des vers de terre n'est

pas évidente à réaliser en raison de plusieurs contraintes liées à la nature des sols et à la complexité de ces organismes (Decaëns, 2010).

Le marché mondial des pesticides représente actuellement 40,475 milliards de dollars. L'Europe est le plus gros consommateur (avec 31,7% du marché) devant l'Asie (23,1%), les Amériques (Sud : 20,8% ; Nord : 20,6%) et l'Afrique (3,8%). L'Algérie est classée parmi les pays qui utilisent de grandes quantités de pesticides, dont l'Association Algérienne pour la protection de l'environnement tire la sonnette d'alarme « L'Algérie est un grand consommateur de pesticides : 30000 tonnes sont épandues chaque année » (Chiali *et al.*, 2013).

En Algérie, la deltaméthrine est parmi les plus employés dans la lutte contre différents nuisants tels que les moustiques, les blattes, le criquet pèlerin, etc.(INRS, 2013). Pour la deltaméthrine, des effets aigus observés essentiellement neurologiques à type de paresthésies et aussi cutanéomuqueux à type d'irritation. (INRS, 2007)

C'est pourquoi, notre souci au début était, à travers recensement de la macrofaune réalisé dans la région de Tébessa, à identifier les différentes espèces de vers de terre. D'un autre côté, l'accent a été mis sur l'évaluation de la toxicité d'un pesticide couramment utilisé en Algérie (Décis EC 25) chez l'espèce de vers de terre la plus répandue à Tébessa *A.caliginosa*, où les critères d'évaluation sont : la mortalité et la morphologie. Enfin nous nous sommes concentrés sur la mesure des activités enzymatiques AChE , GST, le taux de GSH et le taux de protéines chez les vers traités.

Matériels

Et

Méthodes

I. Généralités sur les annélides

1. Systématique :

Les vers de terre sont distribués dans tout le monde sous la forme de quelques genres. (Darwin.,1890). L'identification des vers de terre montre qu'il y a plus de 6000 espèces dans le monde. Les vers de terre représentent environ 70% de la biomasse animale terrestre dans les zones tempérées (Vigot et Cluzeau, 2014).

Les vers de terre appartiennent à l'embranchement des Annélides ; autrement dit des « vers segmentés » dont la principale caractéristique évolutive est un corps constitué d'une succession de segments ou d'anneaux, à la sous classe des Oligochètes (porteurs de soies moins abondantes), à l'ordre des Haplotaxida et au sous ordre des Lumbricina. La famille des Lumbricida est la plus importante des Oligochètes. Elle se compose essentiellement de vers terrestres (Edwards et Bohlen, 1996). On estime à 7 000 environ le nombre total d'espèces, la majorité vivant sous les tropiques (Lavelle et *al.*, 1998).

La classification des annélides oligochètes, la plus récente, est publiée dans la base de données de la faune d'Europe (Jong et *al.*, 2014)

Règne	<i>Animalia</i>
Sous-règne	<i>Eumetazoa</i>
Phylum	<i>Annelida</i>
Classe	<i>Oligochaeta</i>
Sous-classe	<i>Diplosterculata</i>
Super-ordre	<i>Megadrili</i>
Ordre	<i>Opisthopora</i>
Sous-ordre	<i>Lumbricina</i>
Super-famille	<i>Criodriloida</i>
Famille	<i>Criodrilidae</i>
Super-famille	<i>Eudriloida</i>
Famille	<i>Eudrilidae</i>
Super-famille	<i>Lumbricoidea</i>
Famille	<i>Ailoscolecidae</i>

Famille	<i>Glossoscolecidae</i>
Famille	<i>Hormogastridae</i>
Sous-famille	<i>Hormogastrinae</i>
Sous-famille	<i>Vignysinae</i>
Sous-famille	<i>Xaninae</i>
Famille	<i>Lumbricidae</i>
Sous-famille	<i>Diporodrilinae</i>
Sous-famille	<i>Lumbricinae</i>
Sous-famille	<i>Spermophorodrilinae</i>
Super-famille	<i>Megascolecoida</i>
Famille	<i>Acanthodrilidae</i>
Famille	<i>Megascolecidae</i>
Famille	<i>Ocnerodrilidae</i>
Famille	<i>Octochaetidae</i>
Super-famille	<i>Sparganophiloidea</i>
Famille	<i>Sparganophilidae</i>
Sous-classe	<i>Tubificata</i>
Ordre	<i>Tubificida</i>
Sous-ordre	<i>Enchytraeina</i>
Super-famille	<i>Enchytraeoida</i>
Famille	<i>Enchytraeidae</i>
Famille	<i>Propappidae</i>

2. Description morphologique :

La morphologie externe et l'anatomie interne des oligochètes est détaillée dans des ouvrages généraux tels que Avel (1959). Lorsque les vers de terre ne sont pas pigmentés, ils sont qualifiés d'albiniques (Bouché, 1972) quoique leur teinte apparente puisse être assez variée, elle dépend en effet, de la coloration interne des organes, du fluide cœlomique, du tube digestif et de son contenu. Leur corps est mou, toujours humide grâce à un léger mucus. Ils se déplacent en contractant et allongeant alternativement leurs segments. Signalons que les vers de terre ont une

odeur caractéristique, généralement assez discrète (Baha, 2008). Le corps d'un ver de terre est composé de trois régions successives, le prostomium, le soma et le pygidium avec des soies implantées dans la paroi du corps (fig 01).

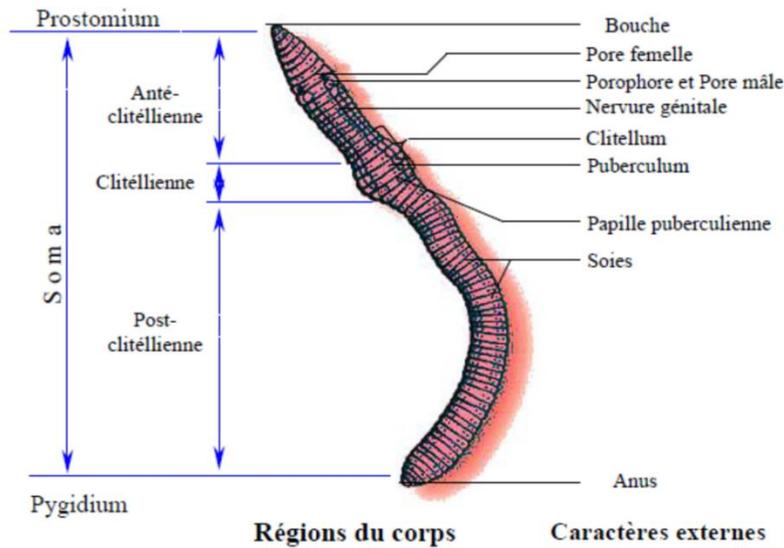


Figure 01: Vue ventrale d'un ver de terre (El-Addan, 1990), les régions du corps, et les caractères externes (Bouché, 1972).

2.1. Le prostomium :

Partie la plus antérieure, située immédiatement en avant de la bouche, ce n'est pas un véritable segment (métamère) et il ne possède ni soies ni cavité coelomique, il est plus ou moins fusionné avec le péristomium (Sims et Gerard, 1999)(Fig 02).

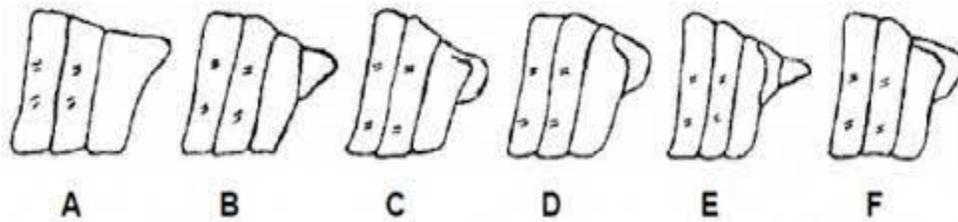


Figure 02 : Les différents types de prostomium (Bouché,1972)

Prostomium : Zyglobique (A), prolobique (B), épilobique ouvert (C), épilobique fermé (D), subdivisé (E) et tanylobique (F).

2.2. Le metastomium (soma) :

Le soma constitue la quasi-totalité du corps. Il est entièrement métamérisé (ou segmenté), c'est-à-dire le corps est constitué par une série de nombreux anneaux successifs appelés les métamères . Chez l'adulte, le soma peut être subdivisé extérieurement, et par rapport au clitellum, en trois zones : Anteclitellienne, Clitellienne, Posteclitellienne

2.3. Le pygidium :

Le pygidium (du grec *pygê*, fesse) est le dernier segment de l'animal, dépourvue de cavité coelomique et qui entoure l'anus.

2.4. Soies :

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

Il existe deux types de disposition de soie : type lombricienne (Avoir 8 soies par segment souvent se répartissent en 4 paires) et perichaetienne (Avoir plus de 8 soies par segment se répartissent autour de la circonférence du corps). Les écarts entre les soies sont variables mais constants au niveau d'un même segment et à l'intérieur d'une population, ce qui conduit à l'usage fréquent de ce caractère en taxonomie (Fig 03).

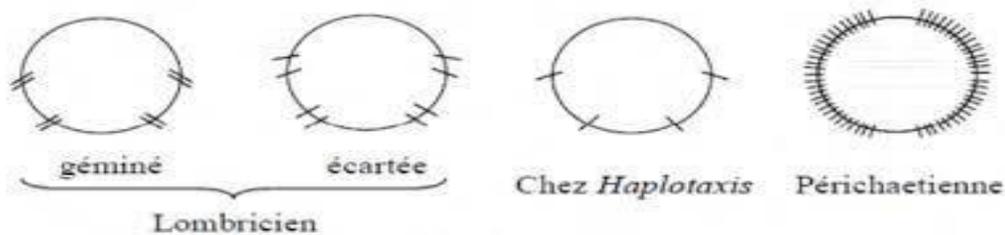


Figure 03: Dispositions des soies chez le ver de terre (Bouché, 1972).

2.5. Anatomie interne :

L'anatomie interne du ver de terre intéresse les différents organes des systèmes reproducteurs, digestifs, sanguins et nerveux (Fig 04).

2.5.1. système digestif :

Est constitué d'un tube interne qui parcourt toute la longueur du ver et qui présente des modifications locales pour assurer certaines fonctions digestives spécialisées. Le tube digestif qui débute par un simple orifice la bouche, comporte directement un pharynx suivi, dans un ordre variable, d'un œsophage plus ou moins long, de glande de Morren, d'un jabot et d'un gésier. Ces différentes spécialisations peuvent faire défaut. Cet ensemble est suivi d'un long intestin comportant le plus souvent un repli interne, dorsal, le typhlosolis (Bouché, 1972).

2.5.2. Le système respiratoire :

Cutanée, les vers de terre ne possèdent pas de poumons, le corps doit rester humide pour permettre la respiration, ainsi que des (cœurs) latéraux jouant le rôle de pompes (Bouché, 1972).

2.5.3. Le système nerveux :

Le système nerveux est ventral, il comprend :

- une chaîne nerveuse formée de ganglions reliés entre eux par des filets nerveux.
- En avant, un collier œsophagien entoure la partie antérieure du tube digestif. Au dessus de ce dernier, le collier porte deux ganglions cérébroïdes.

2.5.4. Système circulatoire :

Le système circulatoire fermé est constitué de capillaires entourant le tube digestif, de 2 gros vaisseaux sanguins longitudinaux (le dorsal qui transporte le sang vers l'avant du corps, et le ventral), ainsi que des « coeurs » latéraux jouant le rôle de pompes (Edwards et Lofty, 1977 ; Laverack, 1963 et Tomlin, 1980).

2.5.5. Le système reproducteur :

Le ver de terre est un organisme hermaphrodite qui a besoin d'un partenaire pour se reproduire. Ils juxtaposent leurs organes de reproduction en se positionnant tête-bêche (Morin, 2004). Le ver de terre peut aussi s'auto-coupler lorsqu'il est isolé ou pratiquer la parthénogénèse (Fernandez et *al.*, 2011). Le clitellum permet aux partenaires de rester collés l'un à l'autre. Ils échangent leurs semences males et sécrètent de petits cocons via le clitellum (Morin, 2004).

2.5.6. Le système excréteur :

Chaque segment sauf les trois premiers possède une paire de tubes sinueux, les tubes urinaires, s'ouvrant chacun à l'extérieur par un orifice excréteur. Cet organe urinaire porte le nom de néphridie sur le dernier segment, le pygidium, s'ouvre un orifice, l'anus (Yesguer, 2015)(Fig 04).

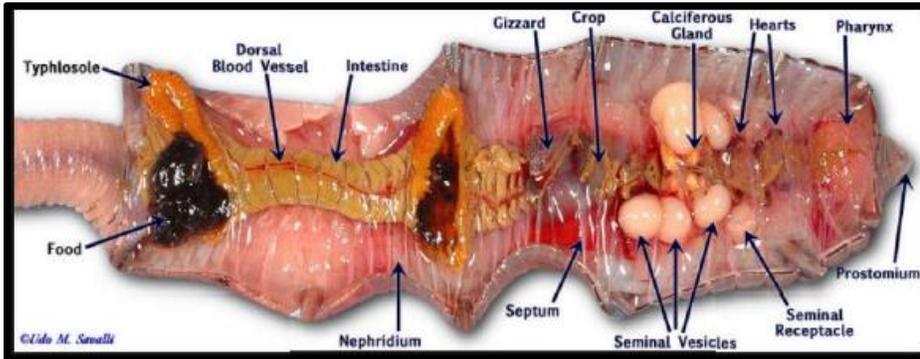


Figure 04 : Morphologie interne d'un vers de terre (Morin et Houseman ; 2002).

2.6. Reproduction et cycle de vie :

Les vers de terre sont hermaphrodites ; ils possèdent des organes et produisent des gamètes mâles et femelles. Le mode de reproduction diffère selon les espèces. Certaines sont obligatoirement biparentales, à l'instar de *Lumbricus terrestris* et nécessitent donc un accouplement entre deux individus, alors que d'autres se reproduisent sans accouplement, par auto-fertilisation ou par parthénogénèse (Sims et Gérard, 1999). Chez les espèces biparentale, l'accouplement se déroule la nuit en surface , les deux individus suivent une configuration en tête-bêche et, selon les familles, on observe une transmission directe du sperme des pores mâles dans les réceptacles séminaux, ou transmission du sperme à distance par les gouttières génitales que bordent dorsalement les nervures génitales (Hipp, 2005). Quelques jours plus tard, le clitellum produit le cocon qui glisse le long de la partie antérieure du vers de terre et émis dans le sol sous forme d'une capsule fermée à deux extrémités. Chez les espèces à reproduction monoparentale, La parthénogenèse s'effectue à partir d'un seul gamète alors que l'auto-fertilisation nécessite l'intervention des deux gamètes, mâles et femelles, apportés par le même individu (Sims et Gérard, 1999). Les vers adultes produisent plusieurs cocons par ans selon leur âge (Svendsen et *al.*, 2005) et les conditions du milieu (Lee, 1985). Les cocons contiennent les substances nutritives indispensables au développement embryonnaire, chacun comporte plusieurs œufs, mais seuls quelques uns se développent proprement (Hipp, 2005). Les cocons sont

résistants aux conditions défavorables comme la sécheresse (Edwards et Bohlen,1996). La durée d'incubation dépend des conditions climatiques (Holmstrup et *al.*, 1996) et des conditions de vie de l'adulte (Pelosi, 2008). Les vers émergent du cocon, de couleur blanchâtre, long de 1,3 cm en moyenne (variable selon les espèces). La couleur commence à s'assombrir quelques heures après l'éclosion pour prendre la couleur propre à l'espèce (Hipp, 2005). Les juvéniles deviennent plus long à mesure que leurs segments se développent. Ils acquièrent progressivement les caractères sexuels externes et deviennent sub-adultes. Ils atteignent leur maturité après la formation du clitellum et deviennent adultes capables de se reproduire (Pelosi, 2008). La durée de maturation dépend de l'espèce considérée ainsi que des conditions du milieu. (Lakhani et Satchell,1970) rapportent que *Lumbricus terrestris* devient mature au bout d'un an au champ, alors qu'il ne suffira que de quelques mois en condition de laboratoire.

La durée des quatre étapes fondamentales du cycle de vie des lombriciens ; cocon, juvénile, sub-adulte et adulte (fig 05), ainsi que la fécondité et la survie des vers dépendent fortement de l'espèce considérée mais aussi des conditions du milieu (Pelosi, 2008).

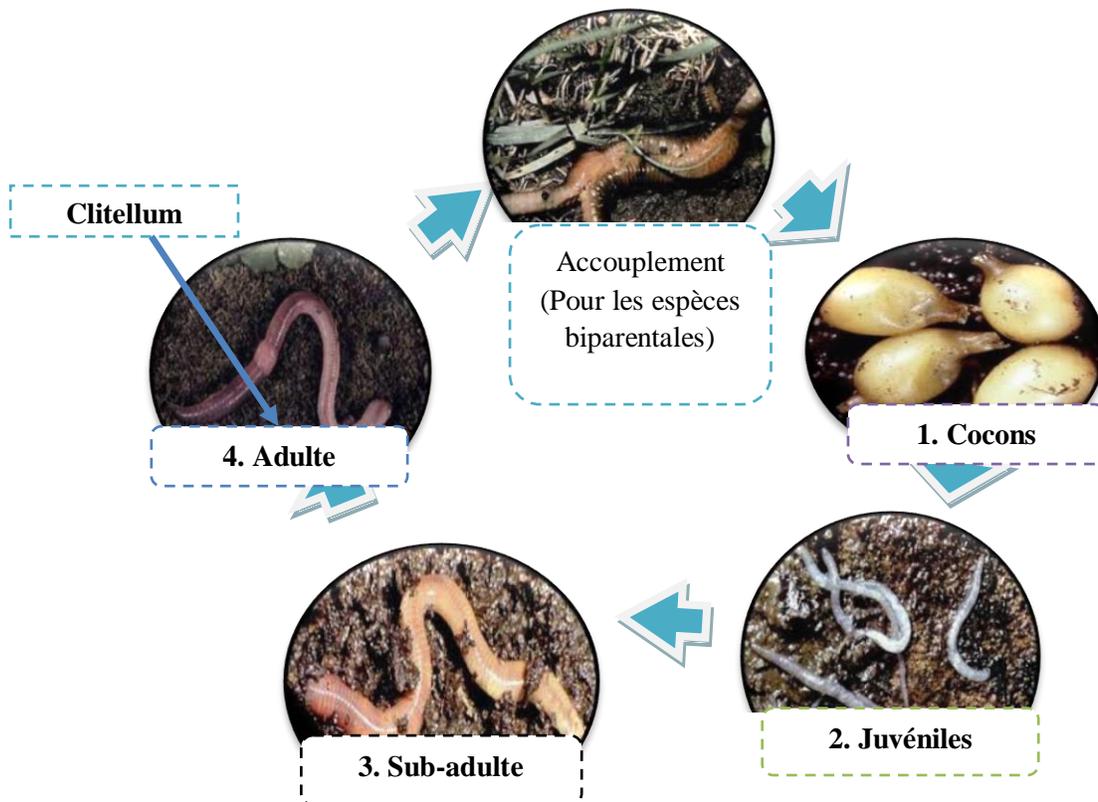


Figure 05 : Cycle de vie des vers de terre (Hipp, 2005)

3. Ecologie des vers de terre :

3.1 Fonctions écosystémiques:

Les vers de terre modifient physiquement leur environnement et changent ainsi la disponibilité des ressources pour les autres organismes (Lavelle, 1997 ; Edwards 2004). En creusant les galeries, ils augmentent la macroporosité du sol et contribuent ainsi à son aération (Lavelle, 1997) et à l'infiltration de l'eau, ce qui minimise le ruissèlement des eaux de surface et réduit les risques de pollution des sols. Inversement, les galeries accélèrent l'infiltration des produits phytosanitaires vers les nappes phréatiques. Ce transfert rapide à travers les galeries d'anéciques ne laisse pas le temps aux microorganismes pour détoxifier un certain nombre de produits (Pelosi, 2008). Ces galeries permettent aussi le mouvement des invertébrés (Jégou et *al.*, 2002) et permettent aux microorganismes d'atteindre des ressources auparavant inaccessibles (Jana, 2009). Les vers de terre contribuent également à l'incorporation, au transport et à la distribution de la matière organique dans le sol (Blouin et *al.*, 2005). Leurs activités contribuent aux différents cycles des éléments du sol via une ingestion rapide des détritiques et leur transformation en minéraux (Bhadauria et *al.*, 2010), Ils agissent directement ou indirectement sur les systèmes racinaires, ainsi que sur le développement des microorganismes. (Edward et Bohlen 1996), observent que des échantillons contenant des vers de terre un certain temps avaient une population bactérienne 4 à 5 fois plus importante que ceux n'en ayant jamais renfermés. Les turricules produits par les vers de terre exercent aussi une action positive sur les sols. D'une part, elle leur confèrent une stabilité structurale et deviennent ainsi plus résistants face à l'érosion (Pelosi, 2008). D'autre part, ayant une forte minéralisation, les turricules augmentent les teneurs en azote et phosphore minéraux disponibles pour les plantes (Chapuis-Lardy et *al.*, 1998 ; Barois et *al.*, 1999).

II Présentation de la région de Tébessa :

1. Situation géographique : La wilaya de Tébessa fait partie des hautes plaines constantinoises. Elle est située à l'extrême Nord-est de l'Algérie. Elle est délimitée au Nord par la wilaya de Souk-ahras, à l'Ouest par la wilaya d'Oum el Bouaghi et Khenchela, au Sud par la wilaya d'El Oued et à l'Est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie. La wilaya de Tébessa avec ses 13878 Km², se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays. Nous avons prélevé des échantillons de vers de terre dans trois zones différentes de la région de Tébessa qui sont les suivantes : Tébessa, Boulhaf dyr et El hammamet (fig 06).

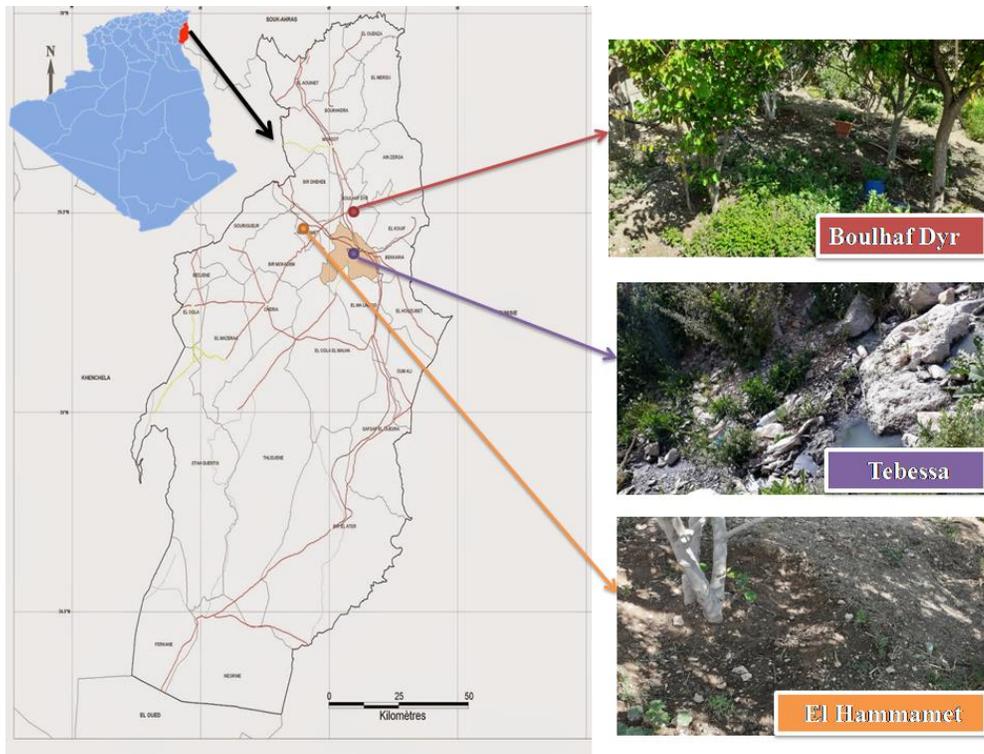


Figure 06: Localisation géographique de la région et des sites d'étude.

2. Matériels utilises :

Nous avons utilisé dans le cadre de cette étude l'équipement suivant (fig 07):

❖ Sur le terrain :

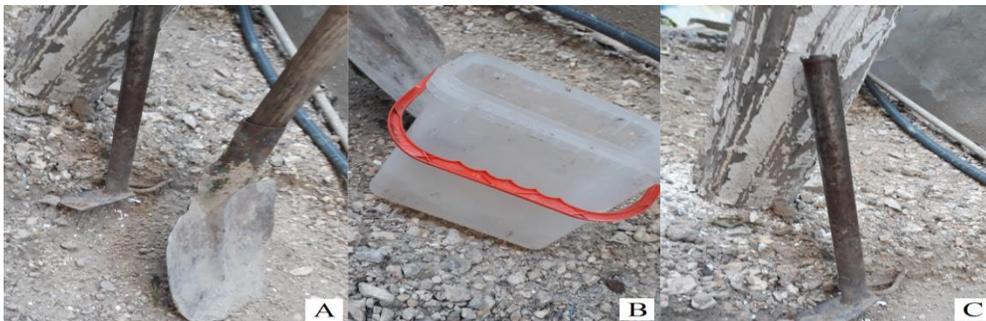


Figure 07: Le matériel utilisé sur le terrain : (A) Pelle. (B) porte manger. (C) pioche. (photos personnelle, 2021)

❖ Au laboratoire :

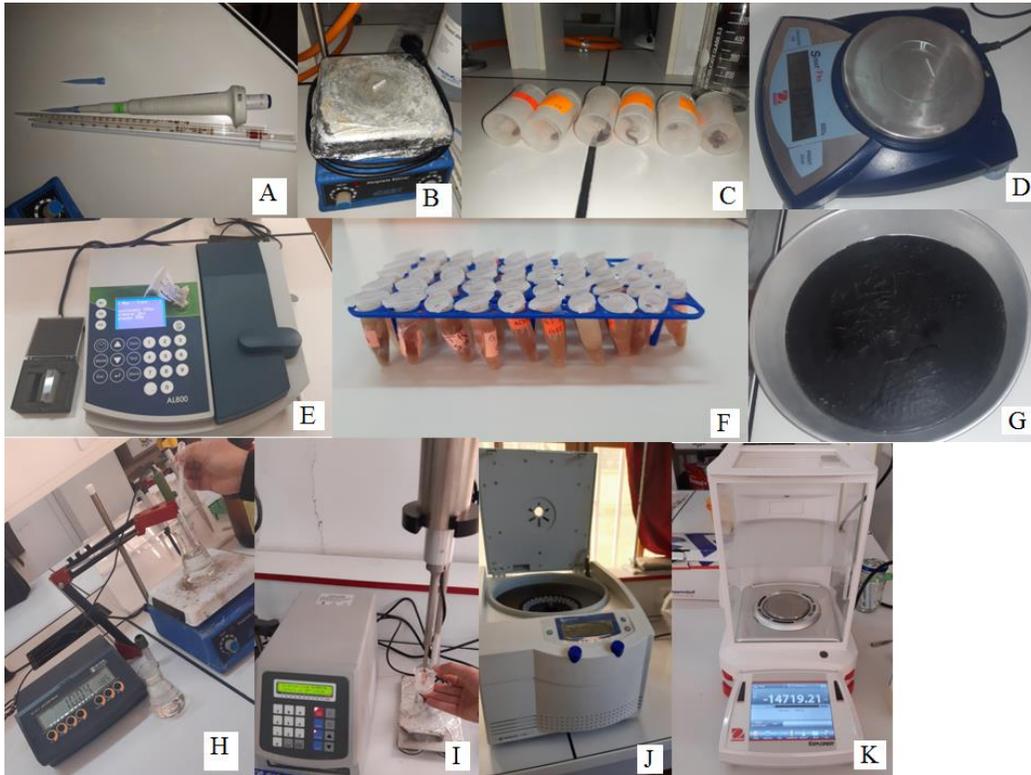


Figure 08 : Le matériel utilisé au laboratoire : (A) Pipette et Micropipette. (B) Agitateur. (C) Les flacons . (D) Balance . (E) Spectrophomètre. (F) Tube eppendorf. (G) Planche de dissection (H) PH mètre .(I) Processeur à ultrasons .(J) Centrifugeuse. (K) Balance analytique (Photos personnelle, 2021).

3. Travaux sur le terrain :

3.1. Echantillonnage des vers de terre :

L'échantillonnage s'est déroulé tout au long de la période d'activité des vers de terre, au cours de quelques sorties sur le terrain de février 2021 où les conditions sont favorables (humidité et la température). Nous avons utilisé une méthode physique pour extraire les animaux du sol. Cette méthode consiste à creuser le sol jusqu'à une profondeur d'environ 20 cm. La recherche des vers de terre se fait avec la main selon la méthode de Bouché (1972). Les vers de terre collectés sur le terrain sont placés dans des bacs contenant de la terre et déchets végétaux et transportés vers le laboratoire, où nous les trions et les identifions.

4. Travaux de laboratoire :

4.1. Tri des vers de terre :

Récupérer les vers de terre et les placer sur un sac plastique. A l'aide d'une pince Nous sélectionnons les vers adulte qui se Caractérisé par la présence de clitellum ainsi que les tubercules pubères. Puis placer les vers dans des boites d'élevage pour l'adaptation avec le milieu de laboratoire un mois avant le début des tests.

III Généralités sur les pesticides :

1. Définition des pesticides :

Le terme "pesticide" est une appellation générique couvrant toutes substances ou produits utilisés dans l'agriculture et dans d'autres secteurs pour combattre les prédateurs des cultures, des produits agricoles ou encore pour protéger les espaces publics contre les insectes, les végétaux, les animaux ou les microorganismes nuisibles (Stachowski-Haberkorn, 2008 ; ACTA, 2005). La diffusion de ces composés chimiques dans l'environnement par contamination de l'air, le sol, l'eau et les produits alimentaires provoque l'exposition continue des organismes vivants d'une manière tant aigue que chronique à des risques de toxicité susceptible d'engendrer des diverses pathologies (Toumi, 2013 ; Pandey & Mohanty, 2015).

Les pesticides sont classés sur la base de divers critères tels que toxicité (effets dangereux), organisme nuisible qu'ils tuent et pesticide fonction, composition chimique, mode d'entrée, mode d'action, comment et quand ils fonctionnent, formulations et sources d'origine.(Akashe et al.,2018)

A. Classification des pesticides sur la base de la toxicité :

La toxicité des pesticides dépend principalement de deux facteurs, à savoir la dose et le temps. Par conséquent, quelle quantité de substance est impliquée (dose) et à quelle fréquence l'exposition à la substance se produit (temps) augmenter à deux types différents de toxicité - toxicité aiguë et chronique. (PMD, 2018)

Toxicité aiguë : La toxicité aiguë fait référence au degré de le pesticide est destiné à un être humain, animal ou végétal après une seule exposition. Un pesticide avec une toxicité aiguë élevée est mortel même lorsqu'une très petite quantité est absorbée. La toxicité aiguë peut être mesurée en tant que toxicité orale aiguë, toxicité cutanée aiguë et toxicité par inhalation.(Akashe et al.,2018)

Toxicité chronique : La toxicité chronique est un effet toxique différé d'une exposition à un pesticide. Toxicité chronique des pesticides concerne le grand public ainsi que ceux qui travaillent directement avec pesticides en raison d'une exposition potentielle aux pesticides sur / dans les aliments produits, eau et air. (Akashe et *al.*,2018).

B. Classification des pesticides sur la base du produit chimique Composition :

Il s'agit de la méthode de classification la plus courante et la plus utile pesticide qui est basé sur leur composition chimique. Selon (Hatcher et *al.*, 2017) On distingue : les organochlorés (OC) sont des composés organiques qui possèdent tous en commun un ou plusieurs atomes de chlore (Cl). Les carbamates : Les pesticides de cette famille sont des esters dérivés de l'acide carbamique. Les organophosphorés (OP) sont des composés possédant au moins un atome de phosphore (P) ils constituent le plus grand groupe d'insecticides vendus dans le monde.

2. Modes d'expositions aux pesticides :

Les pesticides sont utilisés, non seulement dans l'agriculture, mais aussi dans divers secteurs (industries, collectivités territoriales) ainsi qu'en usage domestique et vétérinaire. Des problèmes de résidus dans les légumes, les fruits etc..., sont aussi mis en évidence (Belhaouchet, 2014). Les pesticides peuvent contaminer les organismes vivants via multiple voies d'exposition (fig.09). En effet, ces polluants pouvant pénétrer dans l'organisme par contact cutané, par ingestion des matrices alimentaires contaminées et encore par inhalation de l'air pollué (Utup et *al.*, 2013). La grande variété de produits rend difficile l'évaluation des expositions chez les populations, qu'il s'agisse de la population exposée professionnellement (agriculteurs ou manipulateurs), ou de la population générale (Bourbia, 2013).

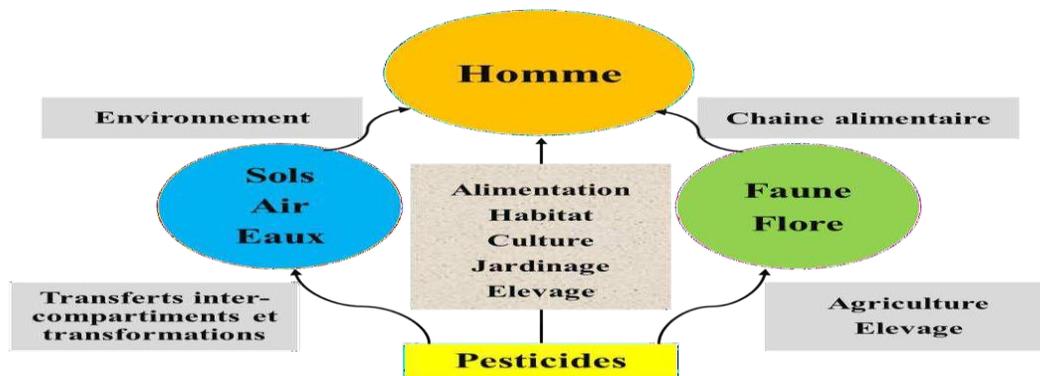


Figure 09 : Modes d'exposition des organismes vivant aux pesticides (Barriuso, 2004).

3. Décis EC 25 (Deltaméthrine) :

La deltaméthrine la matière active du DECIS est un insecticide de la famille des pyréthriinoïdes qui agit principalement au niveau des canaux sodium des fibres nerveuses qu'elle bloque en position ouverte (Rey. 2012). La deltaméthrine a, pour la première fois, été décrite en 1974, puis commercialisée en 1977 sous le nom de Décis par la société Roussel-Uclaf (puis par Hoechst et enfin par Bayer)(SCF,2017).celle-ci est considérée comme la plus toxique, car elle n'est ni jamais complètement dégradé ni rapidement métabolisée et de ce fait s'accumule dans les lipides (Sayeed et *al.*, 2003). La deltaméthrine a un temps de demi-vie compris entre 32 et 53 jours, mais dans une eau de mer faiblement acide (pH=5), ce temps dépasse 3 ans (Adamou et *al.*, 2010).

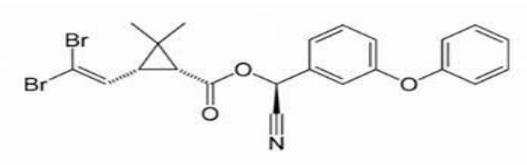


Figure 10: Structure chimique de la deltaméthrine (ANSES, 2010).

3.1. Utilisation de deltaméthrine :

La deltaméthrine est très employée dans le secteur agricole et forestier et ce depuis qu'elle a prouvé son efficacité vis-à-vis de nombreux insectes (Villarini et *al.*, 1998). La deltaméthrine est aussi utilisée dans les programmes de contrôle de la malaria dans les pays concernés (Yadav et *al.*,2001).Elle y est aussi utilisée pour imprégner les moustiquaires(Darriet *etal.*,1998)(Fig11).



Figure 11 : Le produit utilisé (photo personnelle, 2021)

3.2. Les propriétés physico-chimiques du DECIS EC 25 :

sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 01: Propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine (INRS, 2007).

Nom substance	Détails	
Deltaméthrine	Nom chimique	[1R-[1 α (S*),3 α]-cyano(3-phenoxyphenyl)methyl-3-(2,2-dibromoethyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate
	Pureté	98% de matière active
	Formule moléculaire	C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃
	Poids moléculaire	505,2
	Etat physique	Poudre cristalline
	Densité	0,55 Kg/dm ³ à 25°C
	Solubilité dans les solvants	Soluble dans la plupart des solvants pétroliers ou organiques
	Solubilité dans l'eau	0,2 μ g.L ⁻¹

4. Essais toxicologiques :

4.1. Matériel biologique :

Les vers de terre utilisés dans cette étude appartiennent à l'espèce dominante dans la région de Tébessa qui est *A. caliginosa*. Ces vers sont Tiré de Boulaf Eddir. Nous avons choisi une terre agricole non contaminées par les pesticides.

La position systématique d'*A. caliginosa* selon la dernière classification d'après la source d'inventaire national du patrimoine naturel de France (MNHN, 2006) est la suivante :

- Règne : Animalia
- Phylum : Annelida
- Classe : Clitellata
- Sous-classe : Oligochaeta
- Superordre : Megadrili

- Ordre : Opisthopora
- Sous-ordre : Lumbricina
- Superfamille : Lumbricoidea
- Famille : Lumbricidae Claus, 1876
- Genre : Aporrectodea Örley, 1885
- Espèce : Aporrectodea caliginosa (Savigny, 1826)

4.2. Test de toxicité :

Conditions expérimentales Tous les essais ont été effectués sur des vers de terre appartenant à l'espèce *A. Caliginosa*, adultes avec un clitellum bien développé, Le but de ces essais est de préciser les concentrations létales 50 et 90 (CL50 et CL90) de l'insecticide decis à l'encontre d'*A. caliginosa*. Les essais sont conduits avec 6 répétitions comportant chacune 10 individus. De plus, la mortalité des vers de terre est suivie pendant 48heurs.

4.3. Traitement :

Pour assurer un maximum d'exposition des organismes à la mixture, l'insecticide a été incorporés au papier filtre à des concentrations croissantes . Tous les vers de terre ont préalablement été nettoyés avec de l'eau, séchés et pesés. Ils ont ensuite été mis sur du papier filtre dans des boites de pétri pendant 3 heures. L'objectif est de vider leur tube digestif du sol ingéré. Après les 3 heures, on pesé les vers de terre et on dépose chaque dix individus mature en bonne santé avec un clitellum bien développé et de taille et poids proches dans chaque flacon. Pour une meilleure exploitation des résultats nous avons fait six répétitions pour chaque concentration. Les flacons sont recouvertes avec parafilm pour permettre l'aération (Fig.12). La durée de l'essai est de 48 heurs ; la mortalité est évaluée après 24 et 48 heurs .

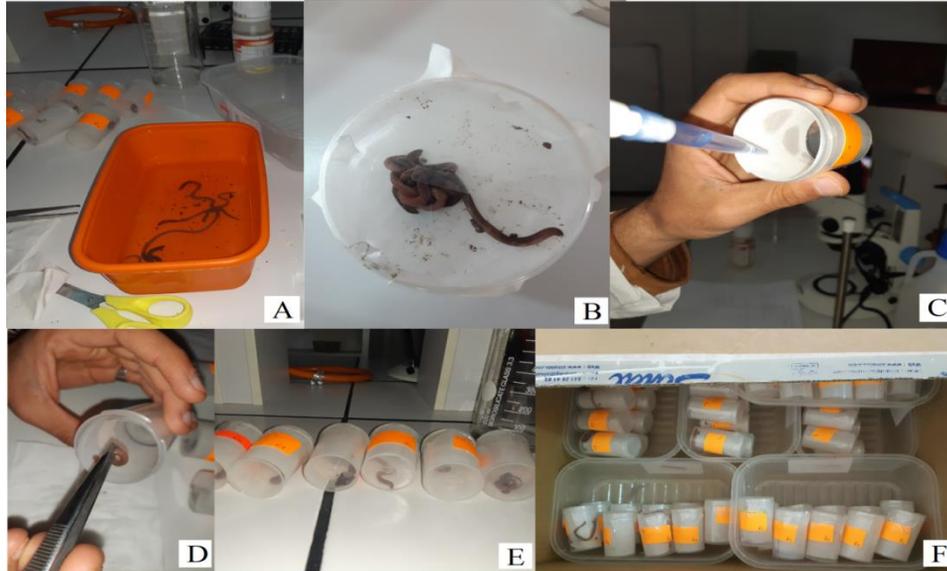


Figure 12: les étapes du test :(A) Rinçage des vers (B) Incubation des vers sur papier filtre (C) Mettez l'insecticide dans le papier .(D) Dépôt un ver dans chaque flacon. (E) fermeture des flacon avec un parafilm . (F) Mettez les flacons dans un milieu obscur (photo personnelle, 2021).

5. Dosage enzymatique :

5.1. Dosage de l'activité Acétylcholine Estérase (AChE) :

La méthode de dosage de l'acétylcholinestérase (AChE) la plus courante (Ellman et *al.*, 1961) consiste à fournir à l'enzyme un substrat, l'acétylthiocholine (ASCh), dont l'hydrolyse libère de la thiocholine (SCh) et de l'acide acétique. La quantité de thiocholine obtenue est proportionnelle à l'activité enzymatique, on la révèle grâce à une méthode colorimétrique faisant intervenir un ion (le dithiobisnitrobenzoate ou DTNB) qui se lie avec la thiocholine pour former un complexe de couleur jaune que l'on dose à 412 nm. Les échantillons sont homogénéisés pendant quelques secondes dans 1 ml de solution détergente (38,03 mg éthylène glycol tris-beta-aminoéthyl éther N N N' N' ou EGTA, 1 ml triton X 100%, 5,845 g NaCl, 80 ml tampon tris 10mM) à l'aide d'un homogénéisateur à ultrasons puis centrifugés à 5000 tours/min pendant 5 minutes. Le surnageant est utilisé immédiatement pour la mesure de l'activité AChE. L'activité spécifique de l'AChE est déterminée comme suit : 100 μ l de surnageant sont additionnées à 100 μ l de DTNB (0,1 M, pH 8) (39,6 mg de DTNB, 15 mg CO₃ Na, dans 10 ml tris 0,1 M pH 7) et 1 ml du tampon tris (0,1 M pH7). Après 3 à 5 minutes de repos nécessaire pour épuiser la réaction spontanée, 100 μ l de substrat acétylthiocholine iodide (Sigma R) (118 mg ASCh dans 5 ml d'eau distillée) sont

ajoutés. La lecture des densités optiques s'effectue à 412 nm toutes les 4 minutes pendant 20 minutes contre un blanc ou le surnageant à été remplacé par un volume équivalent de solution détergente (50 µl). L'activité spécifique de l'AChE est déterminée par la formule suivante :

$$X = \frac{\Delta D_o/\text{min}}{1,36 \times 10^4} \times \frac{V_t}{V_s} \quad / \quad \text{mg de protéines}$$

5.2. Dosage de l'activité GST (glutathion S-transférase) :

La mesure de l'activité de la glutathion S-transférase (GST) consiste à fournir à l'enzyme un substrat : le 1-chloro-2,4 dinitrobenzène (CDNB), qui réagit facilement avec le glutathion réduit. La réaction de conjugaison de ces deux produits entraîne la formation d'une molécule nouvelle, qui absorbe la lumière à 340 nm de longueur d'onde. La valeur de densité optique mesurée est proportionnelle à la quantité du complexe GSHCDNB formé, elle-même liée à l'intensité de l'activité GST (Habig et *al.*, 1974). Les hépatopancreas des femelles témoins et traitées sont homogénéisés dans 1 ml du tampon d'homogénéisation (20 ml de tampon phosphate 0,1 M, pH = 7 ; 1,71 g saccharose) pendant quelques secondes à l'aide d'un broyeur à ultrasons . L'homogénat hépatique ainsi obtenu est centrifugé à 5000 tours/min et le surnageant servira au dosage de l'activité de la GST. La méthode utilisée dans notre dosage est celle de Habig et *al.*, (1974) qui consiste à faire agir les GSTs contenus dans l'échantillon sur un mélange de GSH + CDNB à une température ambiante. Le protocole utilisé pour le dosage de l'activité spécifique de la GST est le suivant : Une fraction aliquote de 0,2 ml est ajoutée à 1,2 ml du mélange CDNB (1 mM) – GSH (mM) ; (4,052 mg CDNB ; 30,73 mg GSH ; 0,8 ml d'éthanol ; 20 ml tampon phosphate 0,1 M pH 7). La lecture se fait contre un blanc préparé dans les mêmes conditions avec 0,2 ml d'eau distillée remplaçant le surnageant. La variation de la densité optique due à l'apparition du complexe CDNB-GSH est mesurée toutes les minutes pendant 5 minutes à 340 nm dans un spectrophotomètre . L'activité spécifique de la GST est déterminée par la formule :

$$X = \frac{\Delta Do/m}{9,6} \times \frac{Vt}{Vs} \quad / \quad \text{mg de protéines}$$

Toxicité potentielle d'un insecticide sur un invertébré de la famille des coelomates 23

L'activité est déterminée d'après la formule suivante :

X : micromole de substrat hydrolysé par minute et par mg de protéines ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines).

ΔDo : pente de la droite de régression obtenue après hydrolyse du substrat en fonction du temps.

9,6 : coefficient d'extinction molaire du CDNB.

Vt : volume total dans la cuve : 1,4 ml [0,2 ml surnageant + 1,2 ml du mélange CDNB/GSH].

Vs : volume du surnageant dans la cuve : 0,2 ml.

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

5.3. Dosage du glutathion (GSH) :

Le taux du glutathion réduit est estimé selon la méthode de Weckbercker Cory (1988) basée sur l'absorbance de l'acide 2-nitro-5mercapturique résultant de la réduction de l'acide 5-5'-dithio-bis-2 nitrobenzoïque (DTNB) par le groupement thiol (-SH) du glutathion. Les hépatopancréas sont homogénéisés pendant 30 secondes dans une solution de d'EDTA 0,02 M (7,4448 g EDTA et 1000 ml eau distillée) à l'aide d'un ultrason . Afin de protéger les groupements -SH du glutathion, l'homogénat doit subir une déprotéinisation par l'acide sulfosalicylique (0,25%) (0,5 g acide sulfosalicylique, 100 ml eau distillée) ; 0,8 ml de l'homogénat sont additionnés à 0,2 ml d'acide sulfosalicylique. Le mélange est vortexé et laissé pendant 15 minutes dans un bain de glace, puis centrifuger à 1000 tours/min pendant 5 minutes. Le surnageant est utilisé comme source d'enzyme. Le dosage du GSH est réalisé comme suit : 500 μl de surnageant sont additionnés à 1 ml de tampon tris-EDTA (63,04 g tris[hydroxyméthyl] amino-méthane, 7,4448 g EDTA et 1000 ml eau distillée) et 0,025 ml de DTNB (5-5'-dithio-bis-2 nitrobenzoïque) à 0,01 M (3,96 g DTNB , 1000 ml méthanol absolu) contre un blanc où le surnageant est remplacé par 500 μl d'eau distillée. La lecture des absorbances s'effectue toutes les 5 minutes à température

ambiante à une longueur de 412 nm dans un spectrophotomètre UV . Le taux du glutathion est estimé par la formule suivante :

$$X = \frac{\Delta Do}{13,1} \times \frac{Vd}{Vh} \times \frac{Vt}{Vs} \text{ / mg de protéines}$$

X : micromole de substrat hydrolysé par mg de protéines ($\mu\text{M}/\text{mg}$ de protéines).

ΔDo : différence de la densité optique obtenue après hydrolyse du substrat.

13,1 : coefficient d'extinction molaire concernant le groupement thiol ($-\text{SH}$).

Vd : volume total des solutions utilisées dans la déprotéinisation : 1 ml [0,2 ml ASS + 0,8 ml homogénat].

Vh : volume de l'homogénat utilisé dans la déprotéinisation : 0,8 ml.

Vt : volume total dans la cuve : 1,525 ml [0,5 ml surnageant + 1 ml tris/EDTA + 0,025 ml DTNB].

Vs : volume du surnageant dans la cuve : 0,5 ml.

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

5.4. Dosage des Protéines totales :

Le dosage des protéines a été effectué selon la méthode de Bradford (1976), qui consiste à additionner à une fraction aliquote de 100 μl du avec le bleu brillant de coomassie (BBC) (G 250, Merck). La solution de BBC se prépare comme suit : dissoudre 50 mg de BBC dans 25 ml d'éthanol .Après une agitation de 2 heures, on ajoute 50 ml d'acide orthophosphorique et on complète à 500 ml avec de l'eau distillée et d'albumine de sérum de bœuf (BSA,Sigma) comme standard. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm. La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution d'albumine 1 mg/ml selon de tableau . (Tableau 02).

Tableau 02 : Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Quantité de BSA (μl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (μl)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité de BSA (μg)	0	20	40	60	80	100

6. Analyses statistique :

Dans notre étude, pour mieux visualiser les résultats obtenus, la représentation graphique choisie est celle des histogrammes en utilisant le logiciel Prism(GraphPad software, La jolla California, USA).En cas de différences significatives, le test de Tukey (HSD) a été utilisé pour séparer les moyennes des différents traitements. Tous ces paramètres ont été analysés au seuil de signification de 5%. Une analyse de la variance à un critère de classification (le temps) a été effectuée en utilisant le test ANOVA.

Résultats

I. Identification

Dans les trois sites de Tebessa, Boulhef eddir et El hammamet, on a récolté 3 espèces. Chaque espèce a ses propres caractéristiques. Ainsi, le poids est varié d'une espèce à l'autre. D'autre part, la couleur des différentes espèces varie de rougeâtre à marron.

Les caractéristiques morphologiques des espèces de vers de terre récoltées sont représentées dans le tableau 03.

Tableau 03 : Comparaison entre les caractéristiques des différentes espèces de vers de terre collectées dans les trois sites d'étude.

Espèce Caractéristique	<i>A. caliginosa</i>	<i>A. rosea</i>	<i>E. foetida</i>
Le poids (g)	0.89	0.69	0.78
Longueur (cm)	12;11	8.5	09
Diamètre (mm)	3;3	3	3
Nombre de segments	130;143	147	90
Couleur	Marron avec un gradient (D/V)	Rougeâtre	Marron avec des parties inter- segmentales jaunes.
Forme	Cylindrique queue plate ou trapézoïdale	Cylindrique avec aplatissement Clitellienne	Cylindrique avec aplatissement caudale léger
Prostomium	Epilobique	Epilobique	Epilobique
Clitellum	Entre le 27 ^{me} et 34 ^{eme} segment	Entre le 25 ^{eme} et 33 ^{eme} segment	Entre le 26 ^{eme} et 32 ^{eme} segment

Tuberculapubertatis	entre le 31 ^{ème} et le 33 ^{ème} segment	entre le 29 ^{ème} et le 31 ^{ème} segment	entre le 28 ^{ème} et le 30 ^{ème} segment
Setae	P.L et V : Géminées	P.L:Géminées. P.V : Ecartées	PL et PV sont Géminées

1. *A.Caliginosa*

Cette espèce est présente dans les différents sites étudiés (Fig.13). Elle est caractérisée par la couleur marron avec des gradients dorso-ventral et antéro-postérieur. Le clitellum d'*A. caliginosa* est compris entre le 27^{ème} et 34^{ème}segment et les tubercules pubères entre le 31^{ème} et le 33^{ème} segment.



Figure 13 :Morphologie général d'*A. caliginosa*, (photo personnelle, 2021).

2. *A. rosea*

Cette espèce a une couleur rougeâtre, un clitellum compris entre le 25^{ème} et 33^{ème}segment et des tubercules pubères entre le 29^{ème} et le 31^{ème}segment (Fig.14)



Figure 14 :Morphologie général d'*A.rosea* (Bouzdia, 2019)

3. *E. Foetida*

Cette espèce apparait dans le site de Tébessa. Elle a une couleur exceptionnelle avec des segments marron et des régions inter-segmentales jaunes claires. De plus, *E. foetida* se distingue des autres espèces par sa plus petite taille. D'autre part, cette espèce a un clitellum compris entre le 26^{ème} et 32^{ème} segment et des tubercules pubères entre le 28^{ème} et le 30^{ème} segment (Fig.15).



Figure 15:Morphologie général d'*E. foetida* (photo personnelle, 2021).

I. Toxicité de l'insecticide Décis

L'incorporation d'insecticide décis dans du papier filtre a été coupé en 11.4 × 6.2 cm de diamètre recouvrant les cotes de flacons. sous l'effet de 4 concentrations différentes dans l'ordre croissant et 99,04 ; 159,17 ; 176,85 et 229,91 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Le tableau 04 résume les concentrations létales de l'insecticide Décis. Nos résultats montrent que la valeur de la concentration létale CL50 est 1342.4 fois supérieure à RAD.

Tableau 04 :Concentrations létales (CL50 et CL90) en µg/ml de Décis et leurs intervalles de confiance après 48 heures d'exposition.

CL50 [limite inferieure ; limite supérieure]	CL90 [limite inferieure ; limite supérieure]
154,97[137,04 ; 175,25]	219,97 [194,52;248,75]

La courbe suivante (Fig.16) représente l'évolution des probits en fonction des logarithmes décimaux des concentrations.

On constate que les mortalités augmentent avec l'augmentation des concentrations.

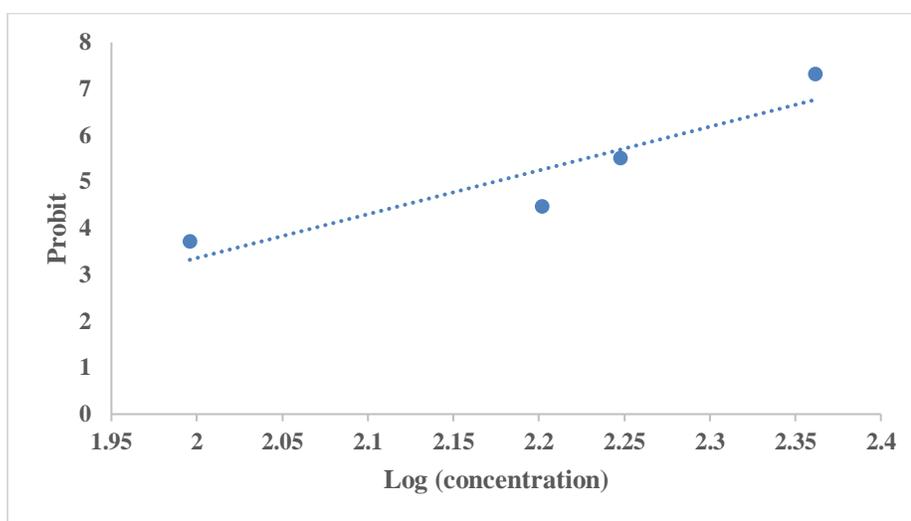


Figure 16:Efficacité de l'insecticide Décis chez les adultes des vers *A. caliginosa* après 48 heures: Analyse des probits.

Le tableau 05 résume les différents paramètres statistiques liés à l'analyse des probits. Les valeurs des coefficients de régression sont proches de 1 indiquant une forte liaison entre la concentration de l'insecticide et le taux de mortalité.

Tableau 05:Les différents paramètres statistiques relatif à l'analyse des probits.

Temps d'exposition (heures)	Equation de régression	Slope	Coefficient de régression (R ²)
48	y = 9,4176x - 15,474	2,243	0,8475

1. Effet sur la morphologie

Après 48 heures d'exposition, des changements morphologiques tels que rétrécissement, gonflement, décoloration et l'effilement apparaissent dans différentes parties du corps des vers traités avec des concentrations différentes. à mesure que la concentration augmente, ces anomalies deviennent plus évidentes (Fig17).

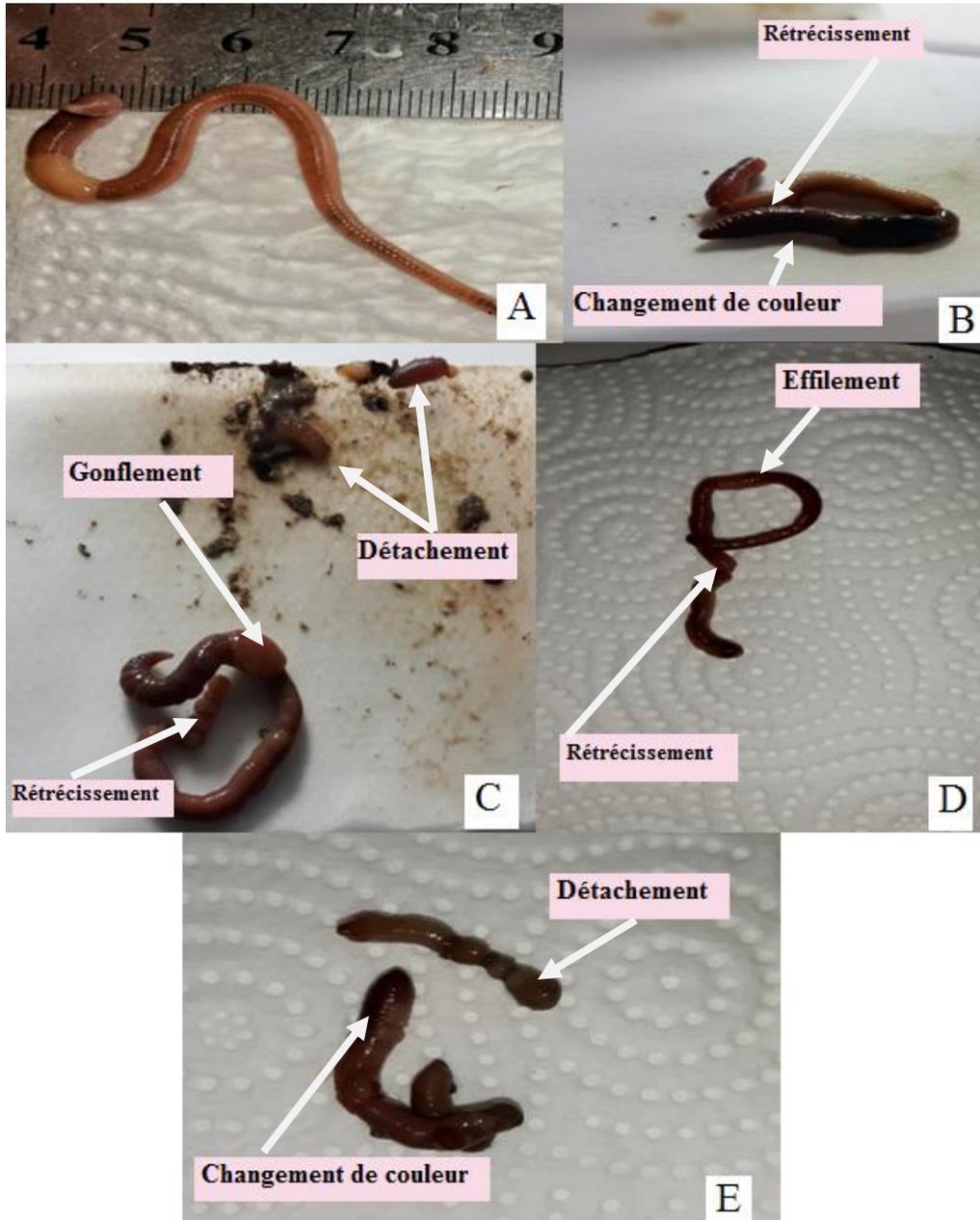


Figure 17: Les anomalies morphologiques des vers exposés à l'insecticide Décis incorporé du papier filtre à différentes concentrations ; A : Témoin ; B : 280 µg/ml ; C : 450µg/ml ; D : 500µg/ml ; E : 550µg/ml

2. Effets de Décis sur les bio-marqueurs

L'activité de l'AChE, du GSH, de la GST et de la quantité de protéines sont mesurées dans la partie antérieure, la partie clitellienne, la partie prostclitellienne et la partie postérieure respectivement du vers de terre. Les protéines sont quantifiées selon l'étalonnage qui exprime l'absorbance en fonction de la quantité standard d'albumine. La droite de régression a été déterminée comme suit : $y = 0,0094x + 0,0364$ avec un coefficient de détermination :

$R^2 = 0,966$ (Fig.18).

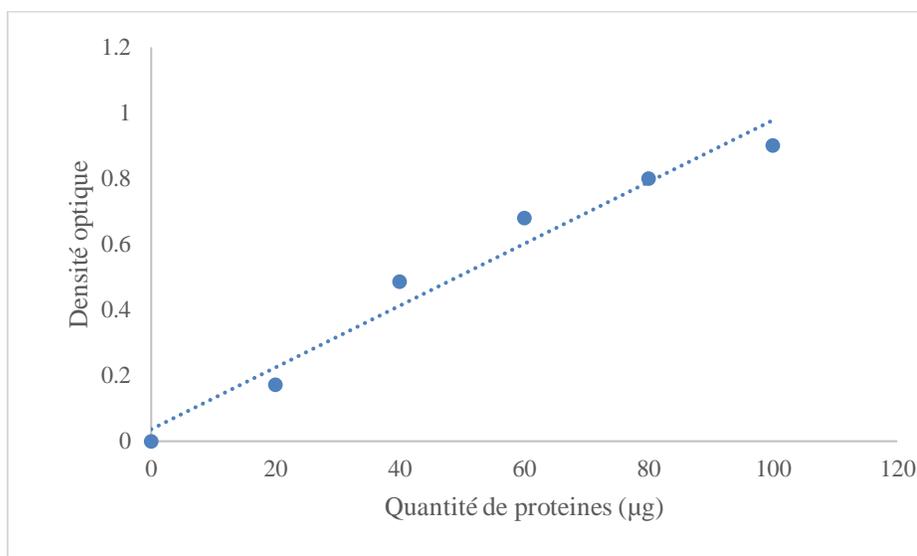


Figure 18. Droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (µg) (R^2 : coefficient de détermination).

A. Effet du Décis sur la quantité totale de protéines

La quantité de protéines chez la série traitée par la concentration sub-létale CL5 est significativement supérieure par rapport au témoin. Par contre, le traitement des vers par la concentration CL10 révèle une quantité de protéines très similaire par rapport aux séries témoin (Fig19).

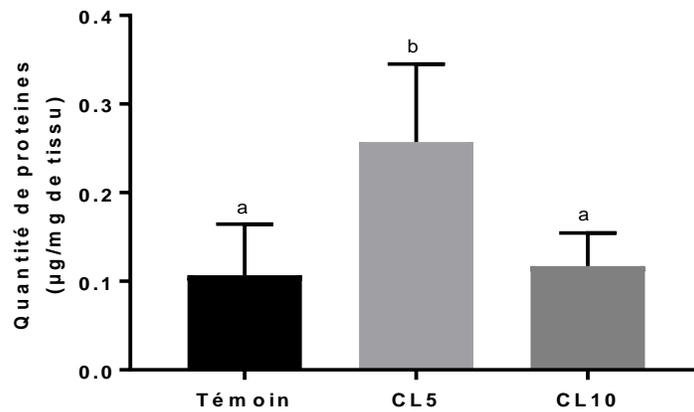


Figure 19 : Effet de concentrations croissantes de décissur la quantité de protéines chez les vers de terre après de 48 heures (Les moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD)).

B. Effet de Décis sur l’activité Glutathion-S-Transférase

La détermination de l’activité spécifique de la GST est estimée par application de la formule de Habig et *al.* (1974) au niveau de la partie clitellienne d’*A. caliginosa*. Le traitement avec Décis n’a provoqué aucun changement de l’activité spécifique de la GST après 48 heures d’exposition ($p=0,581$) (tableau 06, fig20).

Tableau 06 : Activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) au niveau de la partie clitellienne d’*A.caliginosa* après 48 heures d’exposition au Décis ($m \pm SD$; $n= 6$).

Séries / Temps (heures)	Témoin	CL5	CL10
48	199,95 +/- 157,67	225,19 +/- 104,18	144,72 +/- 139,45

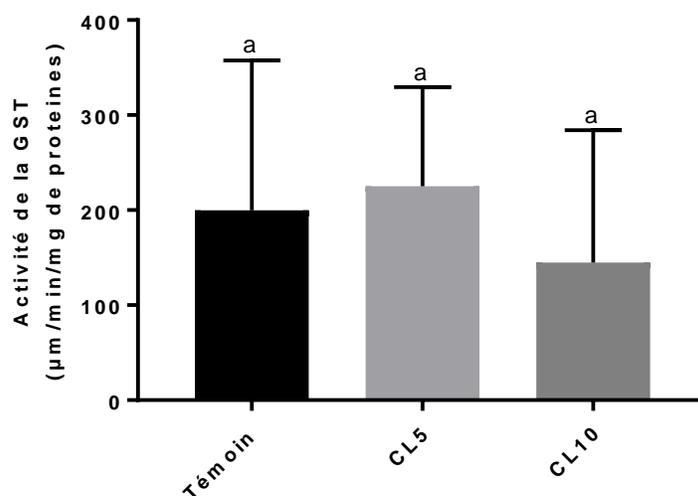


Figure 20 : Effet de concentrations croissantes de decis sur l'activité Glutathion-S-Transférase (GST) chez les vers de terre au cours de 48 heures (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD)).

C. Effet de Décis sur l'activité GSH

La détermination de la quantité de GSH (nM/mg de protéines) est réalisée selon la méthode de Claiborne (1985), au niveau de la partie postclitellienne du vers. Les séries traitées avec les concentrations sub-létales CL5 et CL10 ne montrent aucune différence significative ($p=0,720$) de la quantité de GSH après 48 heures d'exposition, par rapport aux séries témoin (Tableau 07, Fig 21).

Tableau 07 : Quantité de la GSH au niveau de la partie postclitellienne d'*A. caliginosa* traité au Décis (doses sub-létales) après 48 heures ($m \pm SD$; $n=6$).

Séries	Témoin	CL5	CL10
Temps (heures)			
48	545,67 +/- 78,08	607,46 +/- 103,64	594,66 +/- 200,66

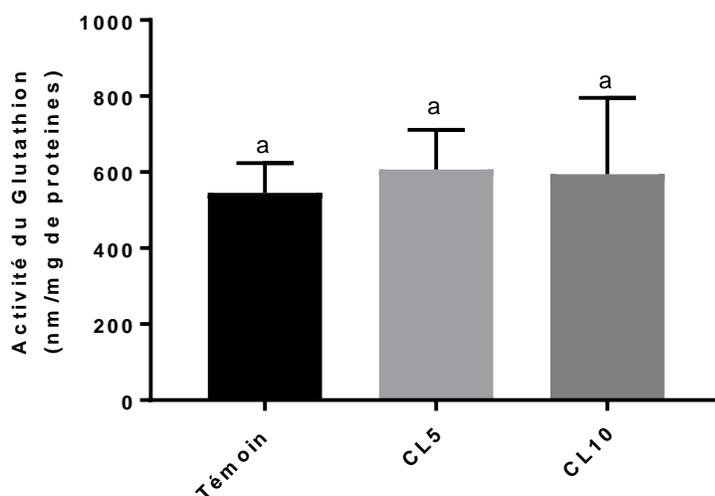


Figure 21. Effet de concentrations croissantes de décis sur l'activité GSH chez les vers de terre après de 48 heures (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD)).

D. Effet de Décis sur l'activité Acétylcholinestérase (AChE)

L'activité de l'AChE a été mesurée après 48 heures d'exposition au Décis selon la méthode d'Ellman et *al.* 1961. La concentration sub-létale CL10 provoque une diminution significative de l'activité AChE par rapport aux séries témoin ($p=0,720$). Par contre, les séries traitées à la concentration sub-létale CL5 montrent une diminution non significative de l'activité enzymatique de l'AChE (Tableau 08, Fig 22).

Tableau 08. Activité spécifique de l'AChE (nM/mn/mg de protéines) au niveau de la partie antérieure d'*A. Caliginosa* ($m \pm SD$; $n= 6$).

Séries Temps (heures)	Témoin	CL5	CL10
48	12,79±7,66	8,36±3,98	3,70±2,69

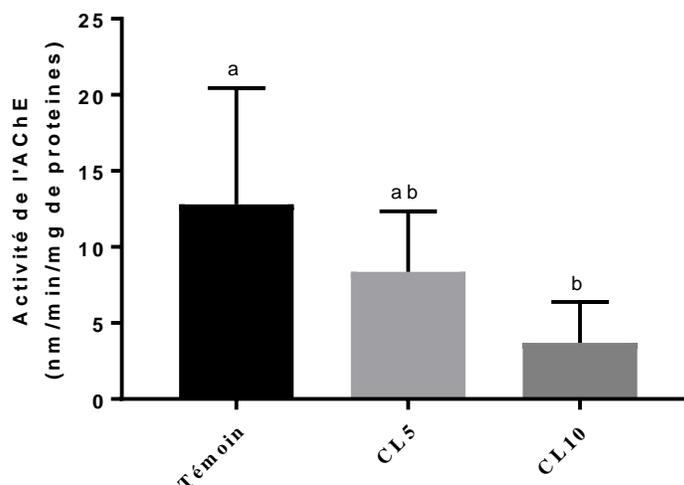


Figure 22. Effet de l’insecticide Décis sur l’activité Acétylcholinestérase (AChE) chez les vers de terre après de 48 heures (Les moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tukey HSD)).

3. Corrélation entre les différents paramètres

On constate, selon le tableau de corrélation, qu’il y a une relation significative entre la quantité de GSH et la quantité de protéine totale (Tableau 09).

Tableau 09 : Corrélation entre les différents paramètres.

		protéines	AChE	GST	GSH
CL5	protéines		$p=0,974$ NS	$p=0,866$ NS	$p=0,046^*$
	AChE	0,016		$p=0,870$ NS	$p=0,599$ NS
	GST	-0,089	0,086		$p=0,466$ NS
	GSH	0,818	0,273	0,372	
CL10	protéines		0,108 NS	0,900 NS	0,621 NS
	AChE	-0,717		0,586 NS	0,582 NS
	GST	-0,066	-0,283		0,583 NS
	GSH	0,258	-0,286	-0,28z5	

Discussion

I. Identification

Avec plus de 6000 espèces de vers de terre dans le monde, et malgré la richesse et la biodiversité de la faune, les oligochètes ont été très peu étudiés jusqu'à présent. A travers l'échantillonnage réalisé dans les trois régions de Tebessa, Boulhaf dyr et El hamamet. On a procédé à l'identification des espèces de vers de terre que nous avons collecté.

On a recensé 03 espèces lombriciennes : *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* et *Eisenia foetida*.

1. *A.caliginosa* (Savigny, 1826)ou *Nictodrilus caliginosus* (Bouché, 1972)

Elle a été trouvée dans les trois zones d'échantillonnage. L'espèce présente une aire de distribution vaste, elle se trouve dans les régions humides, ainsi que dans les régions arides (Boukria, 2012). Le complexe d'espèces *Aporrectodea caliginosa* comprend les vers de terre les plus abondants dans les prairies et les écosystèmes agricoles de la région paléartique. (Pérez-Losada et al., 2009). C'est l'espèce la plus commune et dominante dans la région de Tébessa (Bouazdia et Habes, 2017). Elle est fréquente dans les sites de ElMerdja (Litim et Zoughlami, 2015), Hammamet et Elma Labiod (Labchaki et Mrah, 2016) ainsi que Negrine et Gourigueur (Saadi et Menasria, 2017). (Kherbouche et al., 2012) ont signalé la présence de cette espèce dans la région de Bejaia, (El-Okki et al. 2013) dans l'Oued El kebir, Baha (1997) dans la plaine de Metidja, Bazri (2015), Zeriri et al., (2013) dans la région de Annaba. Smith (1917), Stephenson (1930) et Omodeo (1948) l'ont caractérisé comme l'espèce de vers de terre la plus communément trouvée.

2. *A.rosea* (Savigny 1826)

Sa présence est bien notée dans les sites de Boulhaf dyr et El hammamet d'échantillonnage. Elle a été trouvée dans tous les étages bioclimatiques en Algérie (Bazri et al., 2013). Cette espèce est déjà recensée dans la région de Bejaia par Kherbouche et al., (2012). Elle est fréquente dans les sites d'El Merdja (Litim et Zoughlami, 2015), Hammamet et Elma Labiod (Labchaki et Mrah, 2016) et Negrine (Saadi et Menasria, 2017). Ce résultat est comparable à celui de Bazri, (2015) qui constatait que cette espèce fréquente les zones semi-arides et arides dans les points où il y a suffisamment d'eau.

3. *E.foetida*(Savigny, 1826)

Echantillonnée seulement dans le site de Tébessa . En effet cette- espèce est connue sous le nom du vers de fumier, elle a été trouvée dans le climat semi-aride inférieur (Bazri et al., 2013) et

dans des endroits chauds et secs (Zeriri et *al.*, 2013). C'est une espèce d'origine européenne, elle appartient au groupe des vers épigés (Bouché, 1977). Cette catégorie écologique vit sur ou près de la surface du sol, typiquement dans les couches de la litière des forêts ou dans les matériaux riches en matière organique (comme le compost) et ne creuse pas (Lee, 1985 ; Römbke et *al.*, 2005). Ainsi, la richesse du sol du site de Tébessa en fumier qui contient des déchets organiques (litières et feuilles) justifie la présence de cette espèce.

II Etude toxicologique :

La présence de xénobiotiques à des concentrations toxiques, va induire l'activation des systèmes de protection cellulaires qui auront pour tâche le piégeage et /ou l'élimination des métabolites toxiques. Les enzymes du stress oxydatif interviennent par des réactions en chaîne afin d'empêcher les lésions cellulaires résultantes de l'attaque des radicaux libres et des hydroperoxydes (Benbouzid, 2012). Tous les paramètres enzymatiques et non enzymatiques pris en compte dans notre travail indiquent une toxicité de décès.

1. Toxicité

La mortalité des vers de terre est le premier paramètre abordé. Les résultats obtenus au cours de notre étude révèle un effet important de décès sur la survie des vers de terre de l'espèce *A. caliginosa* avec un taux de mortalité élevé au cours 48 heures aux différentes concentrations de l'insecticides (99,04 ; 159,17 ; 176,85 et 229,91 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

Nos résultats sont en accord avec ceux de Singh et *al.*, (2019) qui ont évalué la toxicité aiguë de deux pesticides triazophos, deltaméthrine et leur mixture (triazophos +deltaméthrine) chez les vers de terre *E. eugeniae*; ils ont été exposés à différentes concentrations de ces pesticides, pendant 48 h, par contact. La mortalité causée par l'exposition au deltaméthrine atteint 100 % à 0,0447 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Selon (Song et *al.*, 2015) les vers de terre *E.fetida*, ont été exposés à un papier filtre humide et au sol pendant 14 jours pour évaluer la survie. Les résultats ont montré que le taux de survie des vers de terre diminuait avec l'augmentation de la concentration de deltaméthrine (100-125 mg/ kg ont entraîné une mortalité maximale de 90% dans le test de sol). Aucune survie à 602,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ après 72h.

2. Effets sur la morphologie :

Dans notre étude des changements morphologiques tels que le rétrécissement, le gonflement, le changement de couleur, la lyse de la paroi, la fragmentation, et l'effilement paraissent à

différentes régions du corps des vers traités avec les différentes concentrations (229,91 ; 176,85 ; 159,17 et 99,04 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) après 48 heures d'exposition.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Singh *al.*, (2019) qui ont observé des symptômes morphologiques enroulement, gonflement clitellaire , libération de mucus et saignement suivi par le corpune segmentation a été observée chez le ver de terre exposé,

E. eugeniae traités avec triazophos et deltaméthrine. Similairement, Venkateswara et Kavitha., (2004) on montre que le test de contact du papier est plus approprié pour observer le changements pathologiques apparents et reproductibles que ne l'était le test de sol artificiel. Solen Venkateswara et *al* (2003),les vers de terre *E.foetida* exposés au chlorpyrifos dans un papier filtre présentent des symptômes similaires tels que enroulement, recourbement et sécrétion muqueuse ,Rupture de la cuticule et lésions sanglantes des constriction corporelles, des gonflements et une régénération se sont produits à l'extrémité postérieure et Fragmentation des parties postérieures. Des changements morphologiques comparables sont constatés par Bouazdia, (2020) où les vers *A .caliginosa* traités par décis EC 25, dans un sol artificiel, montrent un rétrécissement, gonflement, changement de couleur, lyse de la paroi et effilement apparaissent dans différentes régions du corps des vers de terre traités avec différentes concentrations de Décis après 4 semaines de l'exposition.

3. Effet sur les biomarqueurs :

A. Effet sur l'acétylcholinestérase :

Les acétylcholinestérases sont considérées comme étant un biomarqueur en puissance de l'état des fonctions neurologiques, elles catalysent l'hydrolyse de l'acétylcholine en choline et acide acétique (Grue et *al.*, 1997) ;elle est impliquée dans les mécanismes de transmission de l'influx nerveux à travers l'organisme.

L'analyse des résultats de l'activité acétylcholinestérase mesurée sur la partie antérieur de la *caliginosa* traitée avec décis a montré que l'activité de l'enzyme était inhibée après 48 heures d'exposition.

Le travail de Singh *al.* (2019) présente une diminution significative ($p < 0,05$) de l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE) dosée dans différentes régions des segment corporel dans la région pré-clitellaire par rapport à d'autres régions. En effet, dans notre travail, nous avons montré que l'activité AchE diminue suite à l'exposition des vers de terre aux CL5, CL10 du décis. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par (Velki et *al.*, 2013) sur des vers de terre *Eisenia*

andrei exposés au pirimiphos-méthyl et deltaméthrine. L'activité d'AChE a été réduite aussi chez *E. foetida* et *P. peguana* traités par chlorpyrifos (Venkateswara et al., 2003) ; (Muangphra et al., 2015).

B. Effet sur la GST :

La GST est un mécanisme de désintoxication important chez les vers de terre (Stenersen et al.,1979). Il neutralise une large gamme de xénobiotiques et endogènes sous-produits métaboliques via la conjugaison enzymatique du glutathion (Hayes et al., 2015).

L'analyse des résultats de l'activité de GST mesurée au niveau du partie clitellienne d'*A. caliginosa* traitée avec décis a montré qu'il n'y pas d'effet significatif sur l'activité de GST après 48 heures d'exposition.

La réponse de l'activité de la GST dépend de plusieurs facteurs comme le type de xénobiotique, la concentration, le temps d'exposition et de l'espèce (Oruç et Üner, 2000). De ce fait, De nombreuses études ont montré après exposition aux insecticides une augmentation de la GST dans divers vers de terre (Hans et al., 1993; Booth et al., 1998). d'ailleurs, une inhibition de cette dernière a été observée chez *E. Andrei* et *L. rubellus* contaminée par deltaméthrine et pirimiphos-méthyl (Velki et Hackenberger.,2013). D'autres études ont montré de même une inhibition de la réponse des GST chez *E. fetida* exposé à imidaclopride et thiaclopride (Zhang et al.,2017) ; (Feng et al., 2015)

C. Effet sur la GSH :

Le glutathion (GSH) est un tri peptide formé par l'association de 3 acides aminés (glutamate, cystéine, glycine) pour former le L- γ -glutamyl-L-cystéinyglycine. Présent chez tous les organismes, c'est le thiol libre le plus répandu dans les cellules (Dickinson et Forman., 2002).L'importance du glutathion est reflétée par les nombreuses publications qui décrivent son rôle dans les mécanismes d'immunité, de cancer, de métabolisme des drogues, de vieillissement, et de protection contre les xénobiotiques.

Nos résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence d'activité de GSH après avoir exposé les vers de terre à décis. Par ailleurs, il existe des études montrant que la GSH est affectée par la deltaméthrine. Par exemple, chez *L. rubellus* traité par deltaméthrine ,une augmentations significative de la concentration de GSH a été enregistrée(Velki et Hackenberger,2013). Non seulement, mais aussi une autre étude a montré une augmentation significative de la concentration

de GSH où le ver de terre *E.andrei* a été exposé à une forte dose de deltaméthrine (Velki et Hanckenberger,2012).

D. Effet sur la protéine :

La teneur en protéines solubles est un test souvent utilisé pour mettre en évidence un stress chez un bioindicateur. La structure des protéines ainsi que leur fonction peut être altérée par les espèces réactive oxygène produites soit par le métabolisme cellulaire ou par des oxydants exogènes (Djekoun, 2012).

les travaux de Masaya et *al.*,(2002) et Grara et *al.*, (2009) ont mis en évidence une augmentation du taux de protéines sous l'effet d'un stress chimique chez d'autres modèles biologiques bioindicateurs tels les têtards, les gastéropodes ou encore les protistes ciliés.

Nos résultats sont conformes aux travaux suscités, puisque nous avons mis en évidence une augmentation du taux de protéines totales chez les vers de terre traités par décis. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que, les vers de terre déploient une batterie de réponses à travers l'activation de leurs mécanismes de détoxification afin de lutter, de survivre et de s'acclimater à ce nouveau paramètre (Nzengue,2008).

Conclusion

Conclusion et Perspectives

Ce travail consiste à étudier l'impact d'un insecticide utilisé couramment en Algérie : le décis sur un organisme bioindicateur de pollution, le vers de terre (*Aporrectodea caliginosa*).

Très peu de travaux se sont penchés sur le devenir des pesticides et leurs effets sur les vers de terres dans notre région. Dans cette étude, nous nous sommes proposés d'évaluer la toxicité potentielle de Décis sur les vers de terre *Aporrectodea caliginosa*. Pour cela, nous nous sommes basés sur plusieurs approches : une approche toxicologique dans laquelle nous avons évalué le pourcentage de Mortalité et les effets sur la morphologie, une approche multi-biomarqueurs, dans laquelle nous avons ciblé un certain nombre de biomarqueurs de la toxicité tels : le GSH, le taux de protéine, et les activités enzymatiques GST, AChE.

Dans un premier temps, après l'incorporation de l'insecticide dans du papier filtre à différentes concentrations de 99,04 ; 159,17 ; 176,85 et 229,91 µg/cm² pendant 48 heures d'exposition, nous avons noté une diminution du taux de survivants. Bien que ces fortes concentrations provoquent des altérations de la morphologie des vers traités telle que le rétrécissement, le gonflement, la décoloration et l'effilement des différentes parties du corps. Cette étude nous a permis de déterminer les concentrations létales de CL50 et CL90.

Concernant l'étude des biomarqueurs, nos résultats mettent en évidence une diminution du taux de GSH et GST accompagné par une augmentation dans le taux de protéines, parallèlement à une inhibition de l'activité de AChE. Toutes ces enzymes jouent un rôle essentiel dans le processus de métabolisation/détoxication et leur induction témoigne de l'ampleur de la toxicité de l'insecticide étudié.

l'avenir, Il serait judicieux de :

- Effectuer une étude approfondie sur les mécanismes de défense anti-radicalaire par le dosage d'autres marqueurs du stress oxydatif (GPX, LDH, SOD).
- Déterminer l'impact du décis sur la reproduction, la survie et la croissance des juvéniles des vers de terre.
- Réaliser des frottis du liquide coelomique au niveau des vers de terre.
- Réaliser une étude ultrastructurale.

Références

Bibliographiques

A

- **ACTA (2005)** .Index Phytosanitaire. 41ème éd. Paris. France. 820p
- **Adamou A, Abdoulaye A, Soumaïla M, Moussa I, Coly A, Tine A & Ikhiri K., 2010.** Dégradation abiotique de la Deltaméthrine et de l'Etofenprox dans les eaux naturelles du Niger = Abiotic degradation of Deltamethrin and Etofenprox in Niger natural waters. J. Soc. OuestAfr. Chim., 29,45–54.
- **ANSES. 2010.** Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Co-exposition des professionnels de la lutte anti- vectorielle au deet et aux insecticides. avis de l'anses et de l'AFSSAPS. Rapport d'expertise collective. Septembre2010.
- **Avel, M., 1959.** Classe des annelidsoligochaetes (Oligochaeta, **Huxley, 1875**). Traite de Zool. P.P.GRASSÉ, Masson et Cie (Eds.), Paris, 5 (I), 224-470.

B

- **Baha, M., 1997.** The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. Trop. Zool.10: 247-254
- **Baha, M., 2008.** Étude bioécologique des oligochètes du Nord de l'Algérie. Thèse de doctorat,
- **Baha, M., 1997.** The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. Trop. Zool.10: 247-254.
- **Blakemore R.J., 2000.** Ecology of earthworms under the “Haughley Experiment” of organic and conventional management regimes. Biological Agriculture & Horticulture. 18 (2), 141-159.
- **Barriuso E., (2004)** Estimation des risques environnementaux des pesticides. Editions INI 12-34pp
- **Bazri, 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 doctorat, 188p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Bazri, K., 2015.** Étude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien Thèse de Doc. Etat. Université. Université Constantine1 169 p
- **Bazri, K; Ouahrani, G; Gheribi-Aoulmi Z; Trigo, DJ; Diaz Cosin D., 2013 (b).** Soil factors and earthworms in Eastern Algeria. *Sciences &Technologie C.* 37: 22-31pp.
- **Belhaouchet N (2014).** Evaluation de la toxicité du Spinosad « insecticide nouvellement introduit en Algérie » sur un modèle expérimental bioindicateur de la pollution « *Helix aspersa* ». These Doctorat LMD. Université Badji Mokhtar-Annaba. 17-82
- **Benbouzib, H., 2012 :** Evaluation et étude de la toxicité d'une famille d'acaricide sur des protistes
- **Bhadoria T. & Gopal Saxena K., 2010.** Role of Earthworms in Soil Fertility Maintenance through the Production of Biogenic Structures. *Applied and Environmental Soil Science*, 2010, 7 p.
- **Blouin M., Zuily-Fodil Y., Pham-Thi A-T., Laffray D., Reversat G., Pando A., Tondoh G. & Lavelle P., 2005.** Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecol. Lett.* 8, 202-208.
- **Bradford M.M., (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.*, 72: 248-254.
- **Bouazdia, K. 2020.** Combined Effect of Two Agrochemicals on *Aporrectodea caliginosa* in a Semi-arid Land. 124.
- **Bouazdia, K; Habes, D., 2017.** Earthworm Species Identified in the Region of Tebessa (Eastern Algeria). *International Journal of Zoological Research.* 13(1): 38-44.
- **Bouché M.B., 2003.** Vers de terre, de Darwin à nos jours. Un révélateur heuristique. Académie des Sciences et lettres de Montpellier. Séance du 02/06/2003, Conférence n°3826. Montpellier, France.
- **Bouché, M.B., 1972.** Lombriciens de France. Ecologie et Systématique. *Ann. Zool. Ecol. Anima.* Horssér., 671 pp.
- **Bouché, M.B. (1977).** Stratégies lombriciennes. In: Lohm, U., Persson, T. (Eds.), *Soil Organisms as Components of Ecosystems.* Ecological Bulletin, vol. 25, pp. 122–132. [Stockholm, Sweden]. ciliés. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba. 87p.

- **Bourbia S (2013)** .Évaluation de la toxicité de mixtures de pesticides sur un bio-indicateur de la pollution des sols *Helix aspersa*, These Doctorat. Univ Annaba. 177pp
- **Booth, L.H., Heppelthwaite, V., Eason, C.T., 1998.** Cholinesterase and glutathione S-transferase in the earthworm *Apporectodea caliginosa* as biomarkers of organophosphate exposure. In: Proceedings of the 51st New Zealand Plant Protection Conference, pp. 138–142

C

- **Chapuis-Lardy L., Brossard M., Lavelle P. & Schouller E., 1998.** Phosphorus transformations in a ferralsol through ingestion by *Pontoscolex corethrurus*, a geophagous earthworm. *European Journal of Soil Biology*, 34, 61-67.
- **CHIALI F. Z. (2013)-** Effets métaboliques d'un régime à base de purée de pomme de terre contaminée par les pesticides chez le rat wistar. Thèse doctorat Physiologie et Biochimie de la Nutrition. Tlemcen. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 205p.

D

- **Darriet F, Guillet P, N'Guessan R, Doannio J.M.C, Koffi A, Konan L.Y, Carnevale P., 1998.** Impact de la résistance d'*Anopheles gambiae* S.S. à la perméthrine et à la deltaméthriue sur l'efficacité des moustiquaires imprégnées. *Médecine Tropicale*, 58, 349-354. Also issued in French, pp. 17 and English, pp. 20 as document WHONBC/99.1002 and WHO/MAL/99.1088. World. Health Organization, Geneva.
- **Darwin C., 1890.** The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits, *Appleton & Company*, 348 p.
- **Decaëns T., 2010.** Macro ecological patterns in soil communities. *Global Ecol. Biogeogr.* 19, 3: 287- 302.

- **Djekoun, M., 2012.** Évaluation de l'effet du stress oxydatif généré par le Cadmium à l'échelle cellulaire : Cas de *Saccharomyces cerevisiae*. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 192p.

E

- **Edwards C. A. & Bohlen P. J., 1996.** Biology and Ecology of Earthworms. *3rd ed.* Chapman and Hall, 426 pp.
- **Edwards, C.A., Lofty, J.R., 1977.** Biology of earthworms. Chapman and Hall Ltd, Grande Bretagne. 333 p.
- **Edwards, CA ; et Bohlen, P.J., 1996.** Biology and Ecology of Earthworms 3rd ed. Chapman and Hall, London, 426 pp.
- **Edwards CA., 2004.** Earthworm Ecology. *2nd ed.* St. Lucie Press, Boca Raton, USA.
- **El-Addan, F., 1990.** Biophysique du sol: Etude quantitative des relations entre le travail lombricien et les propriétés des sols méditerranéens. *Documents pédozoologiques.* Lab. De Zooécologie du sol, INRA, Montpellier, 245 p.
- **Ellman G, Courtney K, Andres V, Featherstone RM. (1961).** A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology* 7, 88-95.
- **El-Okki, M-EL; Sahli, L; Rached, O., 2013.** Conference: 6th International Oligochaete Taxonomy Meeting, Palmeira de Faro (Portugal), 22th to 25th April.

F

- **Feng, L., Zhang, L., Zhang, Y., Zhang, P., & Jiang, H. (2015).** *Inhibition and recovery of biomarkers of earthworm Eisenia fetida after exposure to thiacloprid.* *Environmental Science and Pollution Research*, 22(12), 9475–9482. doi:10.1007/s11356-015-4122-6
- **Fernández, R; Bergmann, P; Almodóvar, A; Heethoff, M; Diaz Cosin, DJ., 2011.** Ultra structural and molecular insights into three populations of Aporectodae trapezoides

(Dugés, 1828) (Oligochaeta, Lumbricidae) with different reproductive modes.
Pedobiologia, 54, 281-290.

G

- **Girard J.M., Walter C., Remy J.C., Berthelin J. & Morel J.L., 2005.** Sols et environnement, *Edition Campus DUNOD*, Paris, 816p.
- **Grara, N., Berrebbah, H., Rouabhi, R., Atailia, A., Djebbar, M.R., 2009.** Impact of pollution by industrial metallic dust on bio-accumulator organism *Helix aspersa*. *Global Veterinaria*, 3, 276-280.
- **Grue, C.E., Gibert, P.L., Seeley, M.E., 1997.** Neurophysiological and behavioral changes in nontarget wildlife exposed to organophosphate and carbamate pesticide: Thermoregulation, food consumption and reproduction. *Am.Zool*, 37, 369-388
- **Grue, C.E., Gibert, P.L., Seeley, M.E., 1997.** Neurophysiological and behavioral changes in nontarget wildlife exposed to organophosphate and carbamate pesticide: Thermoregulation, food consumption and reproduction. *Am.Zool*, 37, 369-388.
- **Gobat J. M., Aragno, M. & Matthey W., 2003.** The living soil: basic pedology – soil biology. *Chapman and Hall*, 569 pp

H

- **Habig WH, Pabst MJ, Jakoby WB. (1974).** Glutathione-S-transferase: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry* 249, 7130-7139
- **Hans, R.K., Khan, M.A., Farooq, M., Beg, M.U. (1993).** Glutathione S-transferase activity in an earthworm (*Pheretima posthuma*) exposed to three insecticides. *Soil Biology & Biochemistry* 25, 509-511
- **Hatcher, JM; Pennell, KD; Miller, GW., 2017.** "Parkinson's disease and pesticides: a toxicological perspective.": *HHS Public Access* 29(6): 322–329

- **Hayes, J.D., Flanagan, J.U., Jowsey, I.R., 2005.** Glutathione transferases. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 45, 51–88
- **Hipp A., 2005.** *The Life Cycle of an Earthworm. Rosen Classroom*, 24p.
- **Holmstrup M., Ostergaard I.K., Nielsen A. & Hansen B.T., 1996.** Note on the incubation of earthworm cocoons at three temperatures. *Pedobiol.* 40, 477-478.

I

- **INRS (2007)** Deltaméthrine. Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. établie par les services techniques et médicaux de l'INRS. Paris. Fiche toxicologique 193. 11pp
- **Institut national de la recherche et de la santé (INRS). (2007).** Fiche toxicologique de la deltaméthrine n°193
- **Institut national de la recherche et de la santé (INRS). (2013).** Fiche toxicologique de l'abamectine n°299.
- **Institut National Agronomique, El-Harrach.** 224p.

J

- **Jana U., 2009.** Etude des interactions entre la plante *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh et le ver de terre *Aporrectodea coaliginosa* (Savigny): Application à la phytoremédiation de l'arsenic et de l'antimoine, Thèse, Université Paris-Est.
- **Jégou D., Brunotte J., Rogasik H., Capowiez Y., Diestel H., Schrader S. & Cluzeau D., 2002.** Impact of soil compaction on earthworm burrow systems using X-ray computed tomography: preliminary study. *Eur. J. Soil Biol.* 38, 329-336.
- **Jong, Y; Verbeek, M; Michelsen, V; De Place Bjørn, P; Los, W; Steeman, F; ...Penev, L., 2014.** Fauna Europaea - all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal*, 2,[e4034]. DOI:10.3897/BDJ.2.e4034.

K

- **Kherbouche, D., Bernhard-Reversat F; Moali, A; Lavelle, P., 2012.** The effect of crops and farming practices on earthworm communities in Soummam valley, Algeria. *European Journal of Soil Biology.* (48): 17-23.

L

- **Lakhani K.H. & Satchell J.E., 1970.** Production of *Lumbricus terrestris* L. *Journal of animal Ecology.* 39, 473-492.
- **Lavelle P., 1997.** Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.*, 27 : 93-132.
- **Lavelle P., Barois I., Blanchart E., Brown G., Brussaard L., Decaëns T., Fragoso C., Jiménez J. J., Ka Kajondo K., De los Angeles Martinez M., Moreno A., Pashanasi B., Senapati B. et Villenave C., 1998.** Les vers de terre, une ressource dans les agrosystèmes tropicaux. *Nature et Ressources* 34 : 26-41.
- **Lavelle P. & Spain A. V., 2001.** *Soil Ecology. Kluwer Scientific Publications,* Amsterdam, 654 pp.
- **Laverack ,MS., 1963.** *The Physiology of Earthworms.* Pergamon Press, London.
- **Lee K. E., 1985.** *Earthworms: their ecology and relationship with soils and land use.* New York, 411 pp.
- **Lee KE. (1985).** *Earthworms: Their ecology and relationships with soil and land use.* Academic Press, London.
- **Litim, H.et Zoughlami, N., 2015.** Contribution à l'étude systématique des oligochètes terrestres dans la région d'El-Merdja –Tébessa. Master. Université de Tébessa, 52p.

M

- **Masaya, M., Yoshinobu, H., Ai, Y., Maki, K., Yasuo, O., 2002.**Determination of cellular levels of nonprotein thiols in phytoplankton and their correlation with susceptibility to mercury.*Journal of Phycology*, **38**, 983-990.
- **MNHN., 2006.** Inventaire du patrimoine naturel. Muséum d'histoire naturel de France. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/199912/tab/taxo.
- **Morin, E., 2004.** Lombricompostage, une façon écologique de traiter les résidus organiques. In: Eco-quartier Peter-McGill P., éd. Guide pratique. Montréal, Canada: Ministère de l'Environnement du Québec.
- **Muangphra, P., Tharapoom, K., Euawong, N., Namchote, S., & Gooneratne, R. (2015).** *Chronic toxicity of commercial chlorpyrifos to earthworm Pheretima peguana. Environmental Toxicology*, 31(11), 1450–1459. doi:10.1002/tox.22150 .

N

- **Nzengue, Y.,2008.** Comparaison des mécanismes de toxicité redox du Cadmium , du cuivre et du zinc : place des métallo thionines et de P53 . Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier– Grenoble1, France.299 p.

O

- **Omodeo, P., (1948).** La poliembrionia e le anomalie di sviluppo presso un comune lombrico: *Allolobophora caliginosa trapezoides*, Dugès. *Italian Journal of Zoology* 33, 1-87.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Oruç E.Ö. & Üner N., (2000).** Combined effects of 2, 4-D and azinphosmethyl on antioxidant enzymes and lipid peroxidation in liver of *Oreochromis niloticus*. *Comp. Biochem. Physiol. C.*, 127 : 291–296.

P

- **Pelosi C., 2008.** Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre *lumbricus terrestris* au champ contribution à l'étude de l'impact de systèmes de culture sur les lombriciens. Th. Doc., Ecole doctoral. *ABIES*. Paris, 141 p.
- **Pérez-Losada, M., Ricoy, M., Marshall, J. C., & Domínguez, J. (2009).** *Phylogenetic assessment of the earthworm Aporetodea caliginosa species complex (Oligochaeta: Lumbricidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52(2), 293–302. doi:10.1016/j.ympev.2009.04.003.
- **Pesticide Management division, NIPHM, syllabus, 2018.** Pesticide classification on use, chemical nature, formulation toxicity and action etc., Hyderabad p.1-17 available from <http://www.niphm.gov.in>
- **Pfiffner L, 2013.** Regenwürmer baumeister fruchtbarer böden. FiB .Schweiz. 6p.

R

- **Rao, J. V., & Kavitha, P. (2004).** *Toxicity of azodrin on the morphology and acetylcholinesterase activity of the earthworm Eisenia foetida. Environmental Research*, 96(3), 323–327. doi:10.1016/j.envres.2004.02.014.
- **Rey R. 2012.** La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder). Etat des lieux, analyse des causes et des conséquences. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Victor Segalen – Bordeaux 2, 115p.
- **Rougerie R., Decaëns T., Deharveng L., Porco D., James S.W., Chang C.-H., Richard B., Potapov M., Suhardjono Y. & Hebert P.D.N., 2009.** DNA barcodes for soil animal taxonomy. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 44: 789-801.

- **R.W. Zhang, Z.X. Li, Q.Y. Bai, D.J. Cai**, Detection of the toxicity of pesticides on earthworms by standard method, *Acta Scientiae Circumstantiae* 5 (3) (1985) 327–333 (in Chinese, with English abstract).

S

- **Saadi, ML; Menasria, Said., 2018.** Contribution à l'étude des oligochètes terrestres Tébessa. Master. Université de Tébessa. 48p.
- **Sayeed, I., Parvez, S., Pandey, S., Bin-Hafeez, B., Haque, R., & Raisuddin, S. (2003).** *Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, Channa punctatus Bloch. Ecotoxicology and Environmental Safety, 56(2), 295–301.* doi:10.1016/s0147-6513(03)00009-5 .
- **Shikha Singh, Rishikesh K. Tiwari & Ravi S. Pandey (2019):** Acute toxicity evaluation of triazophos, deltamethrin and their combination on earthworm, *Eudriluseugeniae* and its impact on AChE activity, *Chemistry and Ecology*, DOI: 10.1080/02757540.2019.1600679.
- **Shikha Singh, Rishikesh K. Tiwari & Ravi S. Pandey (2019):** Acute toxicity evaluation of triazophos, deltamethrin and their combination on earthworm, *Eudriluseugeniae* and its impact on AChE activity, *Chemistry and Ecology*, DOI: 10.1080/02757540.2019.1600679.
- **Sims R. W. & Gerard B. M., 1999.** Earthworms. *FSC Publications*, London, 167 pp.
- **Sims, RW; Gerard, BM., 1985.** Earthworms: keys and notes for the identification and study of the species. Brill and Backhuys, London 171 p.
- **Smith, F., 1917.** North American earthworms of the Family Lumbricidae in the collections of the United States Natural History Museum. No. 2174. *Proceedings of the United States Natural Museum* 52, 157-182.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Société Chimique de France . 2017.** Pyréthrine. Disponible depuis: <https://www.societechimiquedefrance.fr/Pyrethrines.html?lang=fr>
- **Stachowski-Haberkorn S.(2008)** Méthodes d'évaluation de l'impact de pesticides sur le phytoplancton marin et le naissain d'huître creuse Université de Bretagne Occidentale. 187pp.
- **Stenersen J., Guthenberg C. & Mannervik B. (1979).** Glutathione transferase in earthworms (Lumbricidae). *Biochem. J.*, 181: 47-50.
- **Stephenson, J., (1930).** The Oligochaeta. Clarendon press, Oxford University.
- **Svendsen T. S., Hansen P. E., Sommer C., Martinussen T., Grønvold J. & Holter P., 2005.** Life history characteristics of *Lumbricus terrestris* and effects of the veterinary antiparasitic compounds ivermectin and fenbendazole. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 927-936.

T

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

U

- **Utip B, Young B, Ibiang E, Victor I, Bassey E, Francis A (2013)** Effect of Deltamethrin and Ridomil on Sperm Parameters and Reproductive Hormones of Male Rats. *Toxicol Environ Health* 9-14.

V

- **Velki, M., & Hackenberger, B. K. (2013).** *Biomarker responses in earthworm Eisenia andrei exposed to pirimiphos-methyl and deltamethrin using different toxicity tests. Chemosphere, 90(3), 1216–1226. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.09.051.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Velki, M., & Hackenberger, B. K. (2012).** *Species-specific differences in biomarker responses in two ecologically different earthworms exposed to the insecticide dimethoate. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 156(2), 104–112.* doi:10.1016/j.cbpc.2012.05.001 .
- **Venkateswara Rao, J., & Kavitha, P. (2004).** Toxicity of azodrin on the morphology and acetylcholinesterase activity of the earthworm *Eisenia fetida*. *Environmental Research, 96(3), 323–327.* <https://doi.org/10.1016/j.envres.2004.02.014>.
- **Venkateswara Rao, J., Surya Pavan, Y., & Madhavendra, S. S. (2003).** *Toxic effects of chlorpyrifos on morphology and acetylcholinesterase activity in the earthworm, Eisenia foetida. Ecotoxicology and Environmental Safety, 54(3), 296–301.* doi:10.1016/s0147-6513(02)00013-1.
- **Vigot M. & Cluzeau D., 2014.** Les vers de terre. *Chambre d’Agriculture de la Vienne.* Vienne, 10p.
- **Villarini M, Moretti M, Pasquini R, Scassellati-Sforzolini G, Fatigoni C, Silvano Monarca M.M, Rodriguez A.V., 1998.** In vitro genotoxic effects of the insecticide.

W

- **Wang, Y., Wu, S., Chen, L., Wu, C., Yu, R., Wang, Q., & Zhao, X. (2012).** Toxicity assessment of 45 pesticides to the epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Chemosphere, 88(4), 484–491.* doi:10.1016/j.chemosphere.2012.02.086.
- **Wang, Y., Wu, S., Chen, L., Wu, C., Yu, R., Wang, Q., & Zhao, X. (2012).** Toxicity assessment of 45 pesticides to the epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Chemosphere, 88(4), 484–491.* doi:10.1016/j.chemosphere.2012.02.086.
- **Weckberker, G., Cory, G., 1988.** Ribonucléotidreductase activity and growth of glutathione depleted mouse leukemia 1210 cells in vitro. *Cancer letters, 40, 257-264.*

Y

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Yadav R.S, Sampath R.R, Sharma V.P., 2001.** Deltamethrin treated bednets for control of malaria transmitted by *Anopheles culicifacies* (Diptera: Culicidae) in India. *J. Med. Entomol.*, 38,613–622.
- **Yufang Song^{a,*}, Jianrong Kaia^{a,b}, Xueying Song^c, Wei Zhang^d, Lingling Li ^{a,b} 2015.** Long-term toxic effects of deltamethrin and fenvalerate in soil.

Z

- **Zeriri; I., 2014.** Toxicité potentielle d'un insecticide sur un invertébré de la famille des coelomates (55).
- **Zhang, Y., Zhang, L., Feng, L., Mao, L., & Jiang, H. (2017).** *Oxidative stress of imidaclothiz on earthworm Eisenia fetida. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 191, 1–6. doi:10.1016/j.cbpc.2016.09.001 .