



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 animale

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

Thème:

Impact d'un insecticide chez les adultes des vers *Aporrectodea caliginosa*
Aspect physiologique

Présenté par :

HARKATI Roumaïssa

SAIDI Bouthaina

Devant le jury :

Mme. DJELLAB.SM.C.A Université de Tébessa Présidente

Mr.BOUAZDIA.KM.C.A Université de Tébessa Promoteur

Mr.HANNACHI.MS M.C.B Université de Tébessa Examineur

Note : /20

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciement

Avant tout, nous remercions le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la force et de m'avoir permis d'arriver à ce stade-là.

Notre premier pensé va tout naturellement à notre encadrons "**BOUAZDIA Karim**" qui suit fidèlement notre travail. nous tenons à la remercie pour son encadrement, son honnêteté, sa rigueur, sa générosité, son aide précieuse, ses critiques constructives pour la confiance qu'il m'a témoignée en me confiant ce travail et pour m'avoir donné les moyens d'arriver au bout de ce projet. On a apprécié sa grande chaleur humaine et sa disponibilité quotidienne.

On adresse mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail. Nous voudrions remercier "**MmeDJELLABS**" qui nous a honoré d'avoir accepté de présider le jury. Nous remercions également "**Mr HANNACHIMS**" qui ont accepté d'examiner ce travail.

On adresse aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants du département des êtres vivants. Nous tenons particulièrement à remercier les membres de laboratoires de Biologie.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci

Dédicaces

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

...

A ma mère Gamra, la personne la plus chère à moi, celle qui s'est donnée tant de mal pour bien nous éduquer, qui s'est Battue pour voir ses enfants réussir. Que Dieu la protège. Merci **maman** je te dois tout.

A mon cher père Salah Eddin, cehéro, cet exemple, l'homme que s'est Sacrifié pour le bien-être de ses enfants, celui qui travail de Jour comme de nuit pour que ses enfants ne manquent de rien, en expirant les voir réussir. Un grand merci cher **papa**.

À mes chers frères Ramzi et Ibrahim

À ma chère sœur Hakima et son marie Rabie

A toute ma famille de près et de loin spécialement Bouthaina et Asma .Mes petits Anas AbdRaouf ; AbdErrahmen et Zaid Abd El hay . les petites fleurs Layen Bochra et Abrar .

A mes Tante ; spécialement Nadia.

Tous mes amis, mes connaissances surtout mon amie Loudjaine.

Ama binôme...A ma sœur.... Merci pour tous les moments de bonheur que tu nous as offerts. Je te souhaite une vie pleine de réussites, de joie et de bonheur.

ROUMAISSA

Dédicaces

Avant tout, nous remercions Dieu, le Miséricordieux de nous avoir donné le courage, la force et la patience pour réaliser ce travail.

A ma mère **Mebarka**, la personne la plus chère à moi, celle Qui s'est donnée tant de mal pour bien nous éduquer, Que Dieu la protège.

Merci maman je te dois tout.

A mon cher père **Younes**, l'homme qui s'est sacrifié pour le bien-être de ses enfants, celui qui travail de jour comme de nuit pour que ses enfants ne manquent de rien, en expirant les voir réussir. Un grand merci cher papa.

À mes chers frères **Mohammed Ali Haithem** Et Surtout pour ma sœur **Karima**, son mari **Walid Achouri** et leur fille **Kamar Lin**.
Ama binôme...A ma sœur...**Roumaissa**...Merci pour tous les moments de bonheur que tu nous as offerts. Je te souhaite une vie pleine de réussites, de joie et de bonheur.

Mes meilleurs amis...**Manel** mon cœur Celui qui m'a soutenu, partagé nos joies et nos peines les uns avec les autres, je suis toujours à tes côtés, ma chérie, je t'aime Aussi a **Farida Loudjain** et **Manel**.

A mon grand-père ma grand-mère ... mes tantes **Baya Biba** et **Amel**, mes oncles

AU mari de ma tante ami **Lalmi**, merci beaucoup pour vous.

Enfin à mon beau **Chat** je t'aime.

BOUTHAINA

Résumés

Résumé :

Le travail que nous avons abordé se situe dans le but d'évaluer l'effet d'un insecticide (PHOENIX 5EC) chez les adultes des vers *Aporrectodea caliginosa*.

Dans un premier temps, une étude d'identification des vers de terre collectés de différents sites de la région de Tébessa 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, 2 espèces sont :

Aporrectodea caliginosa, *Aporrectodea rosea*.

Dans notre travail, nous nous sommes concentrés sur les effets de l'insecticide PHOENIX 5EC sur les adultes des vers dominant de la région, sous différentes concentrations sub-létales. Nous nous sommes intéressés à un bio marqueur enzymatique GST et un autre bio marqueur biochimique la quantité de protéine et leur évolution dans le temps.

Nos résultats montrent que l'activité GST et la quantité de protéines restent inchangé après l'utilisation des deux concentrations de l'insecticide. Par contre, on a constaté qu'il y a une différence significative de l'activité GST entre les séries traitées Par CL5 après 24 heures et 48 heures ; Inversement il n y a pas aucun changement de les séries traitées par la CL10 après 24 heures et 48 heures. Similairement la CL5 et la CL10 ne provoque aucune augmentation de la quantité de protéines au cours du temps.

Mots clés : *Aporrectodea caliginosa*, identification, GST, Biomarqueur, protéines.

Abstract :

The work that we have approached aims to evaluate the effect of an insecticide (PHOENIX 5EC) in *A. caliginosa*.

Initially, an identification study of earthworms collected from different sites in the region of Tebessa was carried out, the results of the taxonomic study of the earthworm population in our region revealed that the sampled species belong to the Lumbricidae family, 2 species are: *A. caliginosa*, *A. rosea*.

In our work, we focused on the effects of the insecticide PHOENIX 5EC on adults of dominant worms in the region, under different sub-lethal concentrations. We were interested in an enzymatic biomarker GST and another biochemical biomarker protein quantity and their evolution in time.

Our results show that the GST activity and the amount of protein remain unchanged after the use of both concentrations of the insecticide. On the other hand, we found that there was a significant difference in GST activity between the series treated with CL5 after 24 and 48 hours; conversely there was no change in the series treated with CL10 after 24 and 48 hours. Similarly, CL5 and CL10 do not cause any increase in the amount of protein over time.

Key word : *Aporrectodea caliginosa*, identification, GST, Biomarker, protéines.

الملخص

يهدف العمل الذي ناقشناه إلى تقييم تأثير المبيد الحشري (PHOENIX 5EC) على *A. caliginosa* في البداية، تم إجراء دراسة تحديد ديدان الأرض التي تم جمعها من مواقع مختلفة في منطقة تبسة، وكشفت نتائج الدراسة التصنيفية لحامل دودة الأرض في منطقتنا، أن الأنواع التي تم أخذ عينات منها تنتمي إلى عائلة *Lumbricidae*، الأنواع هي *A. rosea* ، *A. caliginosa* ركزنا في عملنا على تأثيرات المبيد الحشري PHOENIX 5EC على صغار الديدان السائدة في المنطقة، بتركيزات مختلفة غير مميتة. لقد كنا مهتمين بعلامة GST الحيوية الأنزيمية وكمية البروتين وتطورها بمرور الوقت.

تظهر نتائجنا أن نشاط GST وكمية البروتينات تظل دون تغيير بعد استخدام تركيزين من المبيدات الحشرية. من ناحية أخرى ، وجد أن هناك فرقاً كبيراً في نشاط GST بين السلسلة المعالجة بـ CL5 بعد 24 ساعة و 48 ساعة. على العكس من ذلك، لا يوجد تغيير في السلسلة المعالجة بـ CL10 بعد 24 ساعة و 48 ساعة. وبالمثل ، لا يسبب تركيز CL5 و CL10 زيادة في كمية البروتين بمرور الوقت.

الكلمات المفتاحية: *Aporrectodea caliginosa* ، التحديد ، GST العلامة، بروتين.

TABLE DES MATIERES

<i>Table des matières</i>	
Remerciement	
Résumés	
Abstract	
المخلص	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
<i>Introduction</i>	1
<i>Chapitre I : Synthèse bibliographique</i>	
I. Généralité sur les vers de terre	4
1. Classification	4
2. Morphologie	4
3. Anatomie des vers de terre	5
3.1. Le système digestif	6
3.2. L'appareil circulatoire	6
3.3. L'appareil excréteur	7
3.4. Le système nerveux	7
4. Reproduction	7
5. Cycle de vie	8
6. Respiration	9
7. Ecologie des lombrics	9
7.1. Épigés	9
7.2. Endogés	10
7.3. Anéciques	10
I. Les pesticides	11
1. Définition	11
2. Classification	11
2.1. La nature des nuisibles auxquels ils sont destinés	11
2.2. La nature chimique de la substance active qui les compose	11
3. Toxicité des pesticides	12
3.1. Conséquences sur les écosystèmes	12
3.2. Toxicité sur la santé humaine	12
<i>Chapitre II : Matériel et méthodes</i>	
1. Présentation la région de Tébessa	15
1.1. Situation géographique	15
1.2. Climat	15
2. Le pesticide utilisé-le phœnix 5E-	16
3. Choix de l'espèce	16
1.1. Classification	17
4. Matériels utilisés	17
4.1. Sur le terrine	17
4.2. Dans le laboratoire	18
5. Echantillonnage	18
6. Travaux au laboratoire	19

7. Méthode d'identification et description des espèces	20
8. Traitement	21
9. Le dosage enzymatique	22
9.1. Dosage de l'activité GST (glutathion S-transférase)	22
9.2/Dosage des Protéines totales	22
10. Analyses statistique	23
<i>Chapitre III : résultats</i>	
1. Identification	25
1.1. <i>A. Caliginosa</i>	25
1.2. <i>A. rosea</i>	25
2- Effet de l'insecticide phœnix sur les bio marqueurs	27
2.1. Effet de l'insecticide phœnix sur la quantité totale de protéines	27
2.1.1/ Après 24 heures	28
2.1.2/ Après 48 heures	28
2.2. Effet du Phoenix 5EC sur l'activité Glutathion-S-Transférase	29
2.2.1/ après 24 heures d'exposition	29
2.2.2/ après 48 heures d'exposition	30
3. Effet du temps d'exposition	31
3.1 Sur l'activité enzymatique de la GST	31
3.2. Sur la quantité des protéines	32
<i>Chapitre IV : discussions</i>	
1. Identification	34
1. 1. <i>A. caliginosa</i>	34
1.2. <i>A. rosea</i>	34
2. Effet sur les bio marqueurs	35
2.1. Effet sur la GST	35
2.2. Effet sur la quantité totale de protéines	36-37
<i>Conclusion et perspectives</i>	
<i>Références bibliographiques</i>	
	41-49

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableaux N°	Titre	Page
01	Quelques familles chimiques de pesticides et leurs cibles principales (INSERM, 2013)	12
02	Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage.	23
03	Comparaison entre les caractéristiques des différentes espèces de vers de terre collectées dans le site d'étude.	26
04	Dosage des protéines ; Réalisation de la gamme d'étalonnage ($m \pm s$).	27
05	activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) au niveau des segments post-clitelliennes des adultes d' <i>A.caliginosa</i> traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) au cours du temps	31
06	la quantité de protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des segments postérieurs des adultes d' <i>A.caliginosa</i> traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) au cours du temps	32

LISTE DES FIGURES

Liste des figures :

N°	Titre	Page
Figure 01	Morphologique et anatomique d'un ver de terre – Agronomie agronomie.info	4
Figure 02	Anatomie interne d'un ver de terre (web. http://www.futurascience.com)	5
Figure 03	Accouplement du ver de terre et la formation du cocon (CARION, 2012)	8
Figure 04	Cycle biologique ver de terre (PELOSI, 2008).	9
Figure 05	<i>Eisenia fetida</i> (https://www.aubiojardin.com/tag/eisenia-fetida/)	9
Figure 06	<i>Aporrectodea caliginosa</i> (photo personnelle 2022).	10
Figure 07	<i>aporrectodea longa</i> (https://www.discoverlife.org/nh/id/20q/Earthworms.xml)	10
Figure 08	Localisation géographique de la région de Tébessa	15
Figure 09	insecticide Le phœnix (photo personnel ; 2022)	16
Figure 10	<i>Aporrectodea caliginosa</i> (photo personnelle 2022).	17
Figure 11	Le matériel utilisé sur le terrain (photo personnelle 2022).	17
Figure 12	Le matériel utilisé au laboratoire (photo personnelle 2022).	18
Figure 13	Échantillonnage des vers de terre (Photos personnelle, 2022).	19
Figure 14	Triage des vers de terre (photo personnelle 2022)	19
Figure 15	les Étapes d'identification des vers de terre au niveau de laboratoire	20
Figure 16	Les étapes de traitement (photos personnel ,2022)	21
Figure 17	Morphologie général d' <i>A. caliginosa</i> , (photo personnelle).	25
Figure 18	Morphologie général d' <i>A.rosea</i>	25
Figure 19	Droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (μg) (R^2 : coefficient de détermination).	27
Figure 20	l'effet des concentrations de pesticide PHOENIX sur la quantité de protéines totales après 24 heures d'interaction.	28
Figure 21	l'effet des concentrations de pesticide PHOENIX sur la quantité de protéines totales après 48 heures d'interaction.	29
Figure 22	L'effet de concentrations de PHOENIX sur l'activité Glutathion-S-Transférase (GST) au niveau des parties clitellienne des vers de terre. Après 24 heures d'interaction.	30

Figure 23	L'effet de concentrations de PHOENIX sur l'activité Glutathion-S-Transférase (GST) au niveau des parties post-clitélienne des vers de terre. Après 48 heures d'exposition.	30
Figure 24	activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) au niveau des segments post-clitéliennes des adultes d' <i>A.caliginosa</i> traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) après 24 et 48 heures d'exposition	31
Figure 25	la quantité de protéines totales ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des segments postérieurs des juvéniles d' <i>A.caliginosa</i> traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) après 24 et 48 heures d'exposition	32

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste des abréviations

A.caliginosa : *Aporrectodea caliginosa*

A.rosea : *Aporrectodea rosea*

$\mu\text{g}/\text{cm}^2$: micro- gramme / centimètre carré

CL : concentration létale

GST : glutathion-S-Tranférase

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 : Recommended agricultural dose

R² : coefficient de détermination

PH: Potentiel hydrogène.

ANOVA : Analyse de variance

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).

En fait, les vers de terre jouent un rôle important dans le développement et le maintien de la fertilité des sols, ils assurent la transformation des déchets organiques et les matériaux biodégradables en vermi-compost riches en éléments nutritifs (Jansirani et *al.* 2012). Ce dernier permet d'augmenter la souplesse du sol, la porosité et la capacité de la rétention en eau ce qui nécessite donc moins de labour et d'irrigation (Jansirani et *al.*, 2012). (Latif et *al.* 2009) notent que les vers de terre sont les organismes les plus importants de la faune invertébrée du sol. Ils sont considérés comme des ingénieurs de l'écosystème car ils produisent des effets prononcés sur la structure du sol en raison de leurs activités de fouille, d'ingestion de sol et de production de moulages.

Il y a environ 6000 espèces de vers de terre dans le monde (Planetoscope 2012). 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).

La disparition des vers de terre s'accélère depuis les années 1950 : il y avait alors 2 t de vers de terre par hectare contre uniquement 200 kg de nos jours. Cette raréfaction est accélérée par l'usage intensif des pesticides qui tuent et fait fuir les vers ainsi que l'artificialisation des sols (routes, urbanisation, parkings...) (Planetoscope ; 2012).

. 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).

Aujourd'hui, L'effet des pesticides sur les vers de terre est considéré comme un problème majeur car l'utilisation intensive de ce dernier affecte négativement l'écosystème (Gupta et *al.*, 2014).

L'objectif de notre travail est de tester le comportement d'espèce lombricienne (*aporrectodea caliginosa*) avec le pesticide PHOENIX 5EC.

Notre travail est présenté en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré pour une partie théorique dans lequel est présentée une classification, des données bioécologiques des vers de terre et des rappels sur les pesticides.

Le deuxième chapitre présente les protocoles expérimentaux dont nous détaillons les matériels et les méthodes utilisé durant la réalisation de ce travail. Le troisième chapitre expose tous les résultats obtenus soit durant le travail de terrain soit durant les essais de au laboratoire.

Le quatrième chapitre est consacré pour analyser et discuter les résultats obtenus, leurs donner des interprétations et les comparer aux études précédentes.

Et enfin avec une conclusion générale et des perspectives de recherche.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralité sur les vers de terre :

Les vers de terre, aussi appelés « lombriciens » représentent une composante majeure de la macrofaune du sol dans la plupart des écosystèmes terrestres. En 1994, plus de 3600 espèces de vers de terre, réparties en 15 familles, avaient été recensées dans le monde, auxquelles s'ajoutent plus de 60 nouvelles espèces chaque année. Ils jouent un rôle important dans leur environnement grâce à différents mécanismes physico-chimiques et biologiques, permettant d'améliorer la fertilité et de préserver la structure du sol (Stork et Eggleton, 1992; Lavelle et *al.* 1997). Ainsi, en affectant les propriétés physiques et chimiques du sol, ils modifient le biotope des communautés microbiennes (Lavelle et Gilot, 1994 ; Lavelle et *al.* 1997).

1. Classification :

Règne : Animal

Embranchement : Annélide

Classe : Clitellata

Sous-classe : Oligochaeta

Ordre : Haplotaxida

Sous ordre : Lumbricina (De Blainville, 1830)

2. Morphologie :

Les vers de terre sont des Annélides fousseurs, dont le corps très extensible est constitué par plusieurs segments. L'extrémité antérieure est pointue et l'extrémité postérieure est légèrement aplatie. La pigmentation dorsale est plus foncée que la face ventrale (Fig1). Le vaisseau sanguin dorsal est visible au travers la surface supérieure de la peau (CARION, 2012).

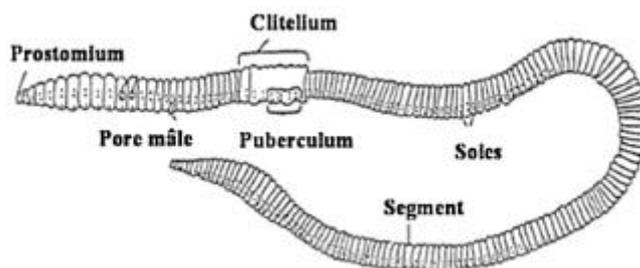


figure 01 : Morphologie et anatomie d'un ver de terre – Agronomie agronomie.info

3. Anatomie des vers de terre :

Les vers de terre sont des cœlomates triploblastiques protostomiens. Il y a existence de cavités cœlomiques métamérisées. Ces cavités sont homonomes, c'est-à-dire régulières avec répétition des néphridies et des ganglions. Le corps métamérisé est constitué d'anneaux successifs nommés segments. Ceux-ci sont entourés d'une musculature longitudinale et d'une musculature cylindrique. Le système nerveux est formé par une chaîne nerveuse ventrale (hyponeurien). Les vers de terre présentent un système circulatoire fermé. Il comprend un gros vaisseau dorsal contractile où le sang est propulsé vers l'avant. Cinq à sept paires de cœurs latéraux reprennent le sang et l'envoient vers l'arrière dans un vaisseau ventral. Le tube digestif est assez élaboré (Figure 2) et comprend une bouche, un pharynx qui peut servir de ventouse pour tirer les aliments dans les galeries et de broyeur pour les triturer. Les aliments passent ensuite dans le jabot, reçoivent un apport de carbonate de calcium par les glandes de Morren (ou glandes calcifères), passent dans le gésier qui continue le broyage et atteignent enfin l'intestin. Du fait d'une respiration cutanée, les vers de terre ne possèdent pas de poumons, le corps doit rester humide pour permettre la respiration. Ils sont hermaphrodites, on trouve chez un même individu des caractères mâles et des caractères femelles. En revanche, la reproduction se fait toujours entre deux individus, rare est le cas où il existe une fertilisation directe de l'œuf ou Amphimixie (James, 1991).

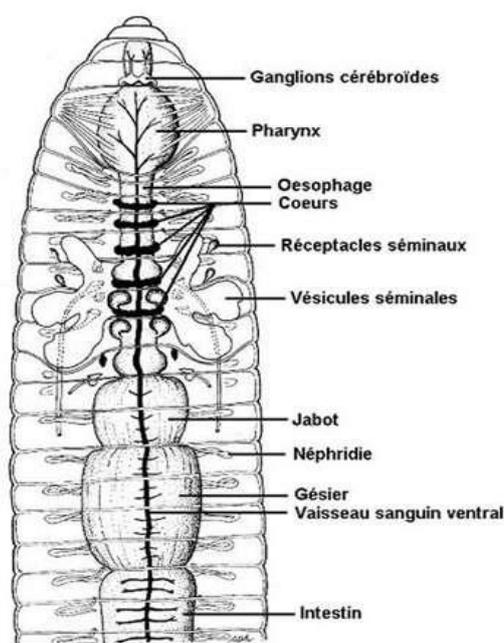


figure 02: Anatomie interne d'un ver de terre (web. <http://www.futurascience.com>)

3.1. Le système digestif :

Le tube digestif est rectiligne (Fig. 02), à la bouche fait suite un pharynx, musculé que continue un œsophage, étroit aboutissant à un renflement, l'estomac ou jabot, lui-même suivi d'un gésier à parois très musculé. Le tube digestif se termine par un long intestin. Ce dernier se rétrécit au niveau de chaque cloison séparant les segments. Une gouttière dorsale parcourt le tube digestif sur toute sa longueur. Le lombric absorbe des aliments peu nutritifs ; il utilise des débris animaux et végétaux de l'humus du sol dans lequel il creuse ses galeries, avale même de la terre pour utiliser les particules alimentaires qu'elle peut contenir, et les parties non digérées sont évacuées sous forme de tortillons friables rejetés à l'orifice des galeries (des terrioles à la surface du sol) (Boué et Chanton, 1974).

Les vers de terre sont détritivores (Edwards et Bohlen, 1996 ; Sims et Gerard, 1999) car, ils se nourrissent principalement des fragments de matériel végétal dégradés et incorporés dans le sol, ils ingèrent également des microorganismes vivants, des champignons, de la micro et de la mésofaune vivante ou morte (Pelosi, 2008). Ainsi il se nourrit littéralement du sol dans des proportions allant jusqu'à 10% du sol par an. Les matières organiques (mortes ou vivantes) ingérées par les Lombriciens sont dégradées et mélangées à la fraction minérale du sol durant le transit intestinal (Eggleton, 2006).

3.2. L'appareil circulatoire : (Fig. 02) comprend :

- un vaisseau dorsal situé au-dessous du tube digestif.
- un vaisseau ventral situé sous le tube digestif.
- en avant, au niveau de l'œsophage, 5 à 8 paires de vaisseaux latéraux, ou anses contractiles, font communiquer le vaisseau dorsal avec le vaisseau ventral et assurant la propulsion du sang
- en arrière de l'œsophage, le vaisseau dorsal est également relié au vaisseau ventral par des anses latérales non contractiles.

L'appareil circulatoire est donc entièrement clos (Villeneuve et Désire, 1965). Sur toute sa longueur, le vaisseau dorsal est contractile ainsi que les anses latérales appelées encore cœurs latéraux. Dans ce vaisseau dorsal le sang circule d'arrière en avant et les anses contractiles propulsent le sang vers le vaisseau ventral, non contractile, où le sang chemine d'avant en arrière. L'appareil de circulation du lombric, renferme du sang rouge, contenant une chromoprotéine respiratoire voisine de l'hémoglobine humaine, dissoute dans le plasma ; il n'y a pas d'hématies, mais des globules blancs (Boué et Chanton, 1974).

3.3. L'appareil 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 (Boué et Chanton, 1974). Sur le dernier segment, le pygidium, s'ouvre un orifice, l'anus.

3.4. 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.

4. Reproduction :

Les lombrics sont hermaphrodites, ils possèdent aussi bien des organes mâles que des organes femelles. La reproduction nécessite néanmoins l'accouplement de deux individus, sont prêts à s'accoupler gagnent la surface du sol durant la nuit ou au crépuscule pour chercher un partenaire (STRÄSSLE, 2011). L'autofécondation a été rarement observée, ces vers se reproduisent en mieux au printemps et en automne, si les conditions de température et d'humidité dans le sol sont favorables (HERGER, 2003 ; VIGOT et CLUZEAU 2014 in KEMASSI, 2015).

Après l'accouplement les vers se séparent et le clitellum de chaque ver secrète un tube muqueux, puis un cocon que le ver fait glisser vers l'avant (Fig. 6). Les deux ovaires, émettent des ovules libérés dans le cocon par les orifices génitaux femelles. Lorsque le cocon passe devant les orifices des réceptacles séminaux, le sperme libéré fertilise les ovules. La fécondation s'opère alors dans le cocon, c'est une fécondation externe, pendant la croissance embryonnaire, le cocon protège les œufs et contient les réserves nutritives. Quand les embryons ont consommé toute la matière nutritive, ils occupent la totalité du cocon et sont prêts à sortir par une des extrémités, les petits sortent de leurs cocons après une période de 3 semaines à 5 mois environ. Si les conditions sont défavorables, l'éclosion est retardée (CARION, 2012).

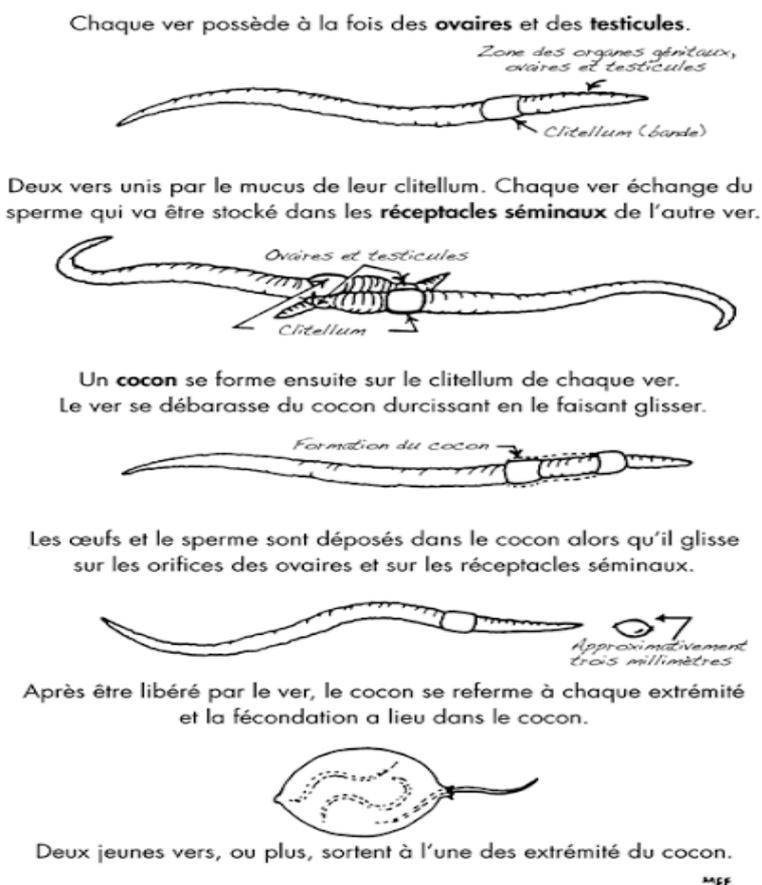


figure 03 : Accouplement du ver de terre et la formation du cocon (CARION, 2012)

5. Cycle de vie:

Un échange de spermatozoïdes a lieu lors d'un accouplement, qui se produit généralement à la surface du sol, lorsque les conditions sont favorables (PELOSI, 2008). 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 (BAZRI, 2015).

Les vers juvénile vont progressivement acquérir des caractères sexuels secondaires externes liés à l'accouplement comme le puberculum tuberculeux ou les pores sexuels ; il sera alors au stade sub-adulte (Fig. 7). Un clitellum, organe lié au processus de ponte, va ensuite se former et permet au ver de devenir sexuellement mature pour pouvoir se reproduire à son tour ; le ver est alors adulte. Le temps de maturation varie beaucoup entre espèces et dépend des conditions du milieu (température, humidité, nourriture). Les vers de terre ont une durée de vie variable selon l'espèce, le biotope et des conditions dans lesquelles ils vivent (RAZAFINDRAKOTO, 2013).

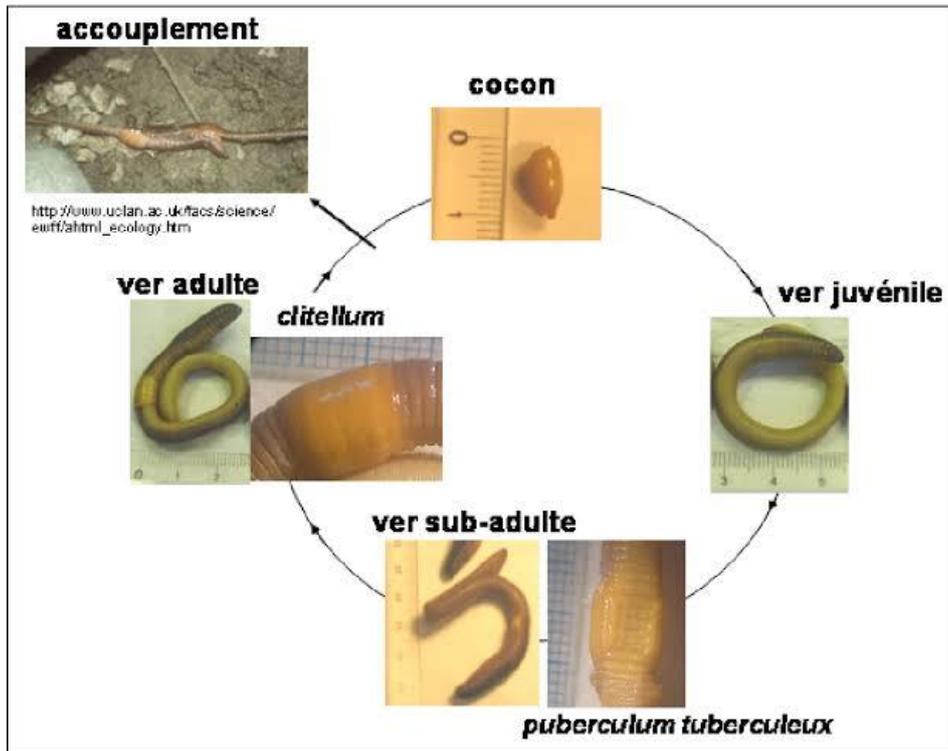


figure 04: Cycle biologique ver de terre (PELOSI, 2008).

6. Respiration:

Les vers de terre n'ont ni poumons ni branchie pour respirer. La prise d'oxygène se fait par toute la surface du corps grâce à la peau qui assimile directement l'oxygène dissous dans l'eau. C'est pour cette raison que les vers de terre doivent toujours maintenir leur peau humide (HERGER, 2003 ; CHAOUÏ, 2010).

7. Ecologie des lombrics :

7.1. Épigés :

Sont des vers pigmentés de petite taille qui vivent dans la litière de surface et se nourrissent des matières organiques en décomposition dans cette litière. Ils ne creusent pas, même si certaines espèces intermédiaires peuvent créer de petites galeries très superficielles ; par exemple : *Eisenia fetida* (fig 05).



figure 05 : *Eisenia fetida* (<https://www.aubiojardin.com/tag/eisenia-fetida/>)

7. 2. Endogés :

Sont des vers non pigmentés, de taille moyenne, vivant généralement dans les premiers centimètres de sol où ils construisent un réseau de galeries sub-horizontales. Ils se nourrissent de la matière organique contenue dans le sol. Plus les vers vivent profondément, moins le sol qu'ils consomment est riche en matière organique. Les endogés qui ingèrent le sol le plus pauvre en matière organique sont des oligohumiques, alors que les polyhumiques consomment du sol des horizons superficiels, riches en matières organiques en voie de décomposition, par exemple : *Aporrectodea caliginosa* (fig 06).



figure 06 : *Aporrectodea caliginosa* (photo personnelle 2022).

7.3. Anéciques :

Sont des vers pigmentés de grande taille qui vivent dans des galeries verticales permanentes et se nourrissent de matière organique en surface et contenue dans le sol. Ils sont caractérisés par une forte activité dans le sol, observable par le réseau complexe de galeries et les nombreux turricules (déjections) qu'ils déposent à la surface du sol ; par exemple : *aporrectodea longa* (fig 07).



figure 07 : *aporrectodea longa* (<https://www.discoverlife.org/nh/id/20q/Earthworms.xml>)

Cependant, cette classification en catégories écologiques est un peu arbitraire, dans la mesure où il existe un continuum entre les groupes : un certain nombre d'espèces présente ainsi des caractéristiques propres à différentes catégories écologiques. Par exemple, *Lumbricus terrestris* est un épi-anécique puisqu'il vit dans une galerie verticale permanente et peut descendre très profondément dans le sol mais se nourrit en surface (Pelosi, 2008).

II. Les pesticides :

1. Définition :

Les pesticides regroupent l'ensemble des substances (molécules) ou produits (formulations) utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications, qui éliminent les organismes nuisibles (ACTA, 2005). Il existe une autre définition des pesticides, selon la directive 91/414/CE (EC 1991). Les phytosanitaires sont définis comme : substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont destinées à :

- ✓ Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action,
- ✓ Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (il s'agit par exemple des régulateurs de croissance),
- ✓ Assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs
- ✓ Détruire les végétaux indésirables, détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

2. Classification :

Les pesticides sont classés selon deux critères :

2.1. La nature des nuisibles auxquels ils sont destinés :

Herbicides (contre les plantes parasites), insecticides (contre les insectes nuisibles), fongicides (ou anticryptogamiques, contre les champignons parasites), acaricides (contre les acariens), nématicides (contre les nématodes), corvicides ou corvifuges (contre les oiseaux ravageurs notamment les corbeaux), taupicides (contre les taupes), rodenticides (contre les rongeurs) et molluscides (contre les mollusques). Du point de vue de leurs utilisations et de leurs quantités de production, les trois premières classes de pesticides constituent les plus importantes.

2.2. La nature chimique de la substance active qui les compose :

Les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les pyréthrinoïdes, les triazines, les urées substituées, les thiocarbamates, les phthalimides, les pyridines...etc. Il est à noter que plusieurs familles chimiques peuvent être utilisées pour une même cible et qu'une même famille chimique peut regrouper des substances dont les cibles, les modes et les mécanismes d'action sont différents : par exemple les carbamates peuvent être des insecticides, des herbicides ou des fongicides alors que les dithiocarbamates sont des fongicides.

Tableau 01 : Quelques familles chimiques de pesticides et leurs cibles principales (INSERM, 2013)

Familles chimiques	Exemples de substances actives	Classement selon cible
Organochlorés	DDT, Lindane, Dieldrine	Insecticides
Organophosphorés	Malathion, Chlorpyrifos- ethyl Chlorpyrifos, Diazine	Insecticides
Pyréthrinoides	Perméthrine, Deltamethrine	Insecticides
Carbamates	Aldcarbe, Cabaryl, Carbofurane	Insecticides
	Asulame, Diallate, Terbutcarbe	Herbicides
	Benthiavalicarbe	Fongicides
Phtalimides	Flopel, Captane, Captafol	Fongicides
Triazines	Altrazine, Simazine, Terbutilazine	Herbicides
Phénoxyherbicides	MCPA, 2,4-D, 2,4, 5-T	Herbicides
Chloroacétamides	Alachlore, Métolachlore	Herbicides
Pyridines- bipyridilimus	Paraquat, Diquat	Herbicides
Aminophosphonates glycine	Glyphosate	Herbicides
Dithiocarbamates	Mancozèbe, Manèbe, Zinèbe	Fongicides

3. Toxicité des pesticides :

3.1. Conséquences sur les écosystèmes :

L'application des pesticides sur les cultures entraîne une dispersion dans les compartiments de l'environnement. Cette dispersion provoque des transferts et des toxicités indirectes dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, et une exposition indirecte pour l'homme via l'air et l'eau. Si les matières actives de première génération « les organochlorés » étaient faiblement dégradables, les composés actuels ont des demi-vies plus courtes, une disparition dans les semaines suivant le traitement est observé. Cependant, la rétention dans les sols peut augmenter leur rémanence et être responsable d'effets non intentionnels (effets sur la microflore et la microfaune du sol) (Narbonne, 1998).

3.2. Toxicité sur la santé humaine :

Les effets sanitaires potentiels en relation avec l'exposition chronique à faible dose, professionnelle ou environnementale, aux produits phytosanitaires font l'objet de nombreuses recherches depuis près de trois décennies. Les pathologies les plus étudiées sont

les maladies neuro-dégénératives (démence d'Alzheimer, maladie de Parkinson et sclérose latérale amyotrophique notamment), les cancers (tumeurs prostatique et cérébrales, cancers cutanée et tumeurs labiales), et les hémopathies malignes (lymphomes, myélomes et leucémies), ainsi que les échecs de la reproduction et des perturbations endocriniennes. La possibilité de troubles neuropsychiques induits par l'exposition répétée à faible dose de pesticides a été évoquée dès les débuts de leur emploi, les insecticides pratiquement tous des substances neurotoxiques et à cet égard les plus suspects (Viel et *al.*, 1998).

Chapitre II : Matériels et méthodes

1.Présentation la région de Tébessa :

1.1. Situation géographique :

Tébessa ou Tbessa (en arabe : تبسة ; en tamazight *Tibest* ou *Tebest*) est une commune d'Algérie, chef-lieu d'une wilaya, située à l'est du pays, entre le massif de l'Aurès et la frontière algéro-tunisienne.

Elle se situe à l'extrême Est de l'Algérie et occupe un emplacement remarquable entre le tell et le Sud des hauts plateaux jusqu'aux régions présahariennes.

Nous avons prélevé des échantillons de vers de terre dans trois zones de la région de Tébessa qui sont les suivantes :

- dans la faculté de biologie « à côté de bloc A»
- dans la faculté de biologie«à côté de la scolarité»
- dans la faculté de biologie « à côté de l'amphi 04 »



figure 08 : Localisation géographique de la région de Tébessa

1.2. Climat :

Les précipitations annuelles de la région de Tébessa sont de 353 mm avec une température moyenne annuelle de 22°C. Le mois le plus chaud de l'année est juillet, avec une température moyenne 34°C. Les données climatiques classent cette région dans la zone semi-aride.

2. Le pesticide utilisé-le phœnix 5EC- :

Le phœnix 5ecou La cyhalothrine est une substance active insecticide de la famille des pyréthriinoïdes. C'est un dérivé fluoré de la pyréthrine (trifluorométhyl-pyréthrine) ; un mélange d'isomères hautement actifs de la cyhalothrine.

La lambda-cyhalothrine est un insecticide pyréthroïde, les pyréthriinoïdes sont des analogues chimiques synthétiques des pyréthrines, qui sont des composés insecticides naturels produits dans les fleurs de chrysanthèmes (*Chrysanthemumscinerariafolium*).

La lambda-cyhalothrine est un insecticide pyréthroïde de synthèse utilisé pour la suppression d'une vaste gamme d'insectes nuisibles sur une grande variété de sites comme les plantes vivrières cultivées en serres, les cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine ou animale, les brise-vent, les surfaces gazonnées, les animaux d'élevage, les structures et les plantes ornementales.

C'est un solide incolore à beige. Il est peu soluble dans l'eau et n'est pas volatil. Il a une certaine action répulsive sur les insectes.(Gouvernement du Canada 2017)



figure 09: insecticide Le phœnix 5ec (photo personnel ; 2022)

3. Choix de l'espèce :

Parmi les espèces que nous avons trouvées dans la zone du prélèvement ; Nous avons choisi *Aporrectodea caliginosa* « adultes », à longueur moyenne. Les vers de terre sont prélevés avec leur sol naturel où elles vivent. Ensuite les vers sont conservés dans des conditions favorables (humidité et la température). (fig 10)



figure 10 : *Aporrectodea caliginosa* (photo personnelle 2022).

3.1. Classification :

Cette espèce a été décrite pour la première fois en 1826 par le zoologiste français Jules-César Savigny (1777-1851).

Règne : Animalia

Embranchement : Annelida

Classe : Clitellata

Ordre : Crassiclitellata

Famille: Lumbricidae

Genre : *Aporrectodea*

Espèce : *Aporrectodea Caliginosa*

4. Matériels utilisés :

4.1. Sur le terrain :

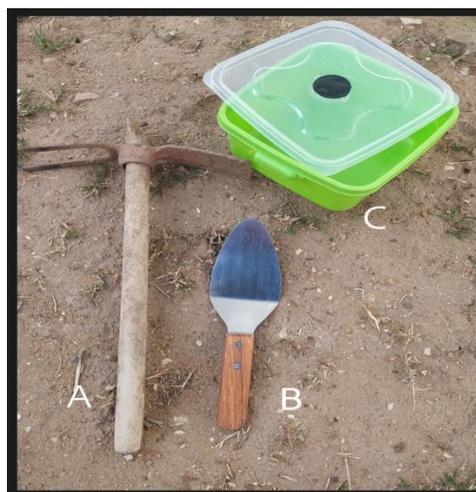


figure 11 : Le matériel utilisé sur le terrain. A : pioche, B : truelle, C : porte manger (Photo personnelle, 2022).

4.2. Dans laboratoire :

La figure suivante représente le matériel utilisé dans notre expérience.

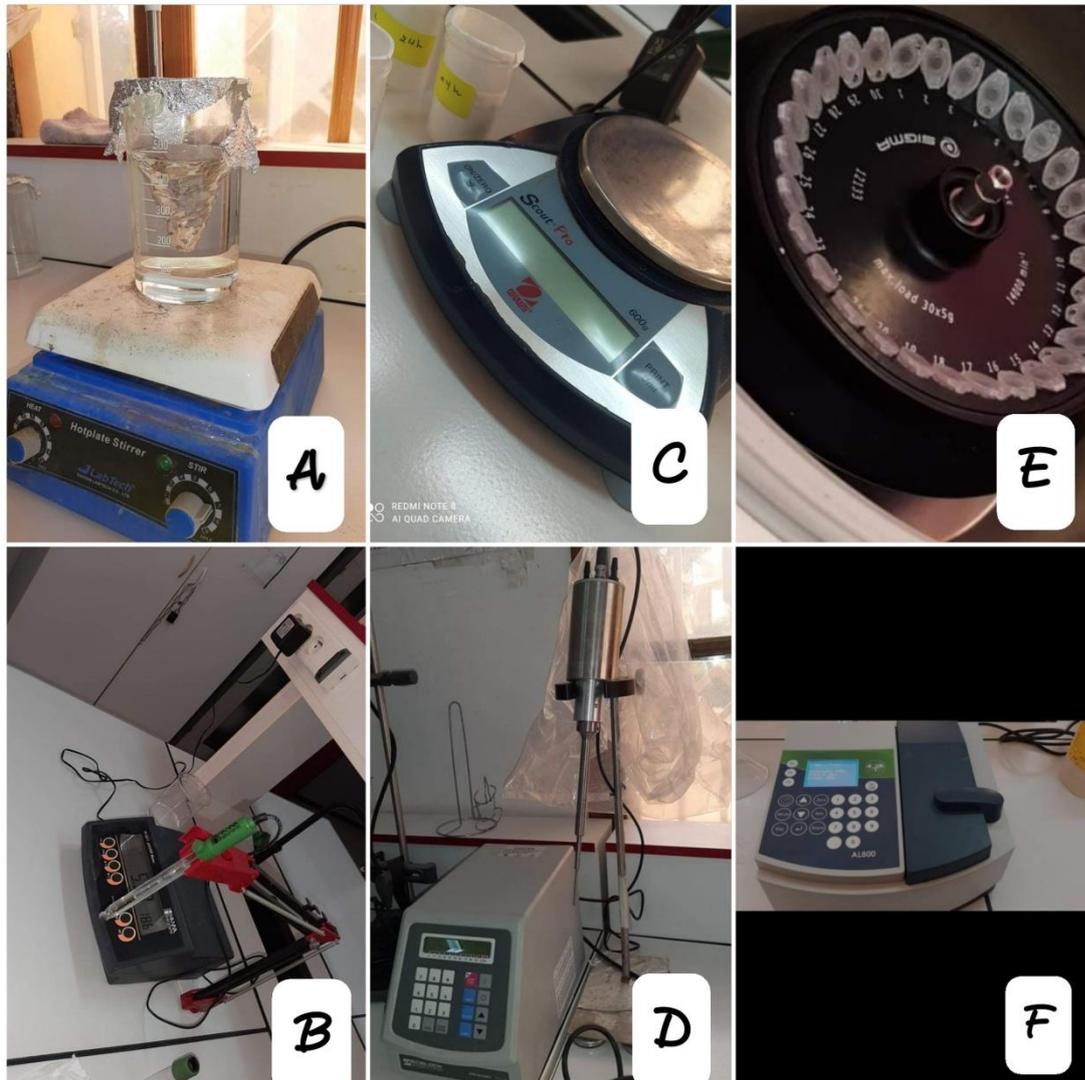


figure12 : Le matériel utilisé au laboratoire (Photos personnelle, 2022) A/ Agitateur B/ pH-mètre C/BalanceD/Sonificateur E/CentrifugeuseF/Spectrophotomètre

5. Echantillonnage :

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 en mois décembre 2021 /janvier 2022 où les conditions sont favorables (humidité et la température). Nous avons utilisé une méthode physique pour extraire les vers du sol ; méthode de Bouché (1972) :

- Désherber le sol sur le point de prélèvement.
- Remonter le sol, jusqu'à obtention d'une cavité d'une profondeur de 30 cm.
- Récolter les individus qui émergent du sol et sélectionner les individus adultes.

- Trier soigneusement le sol et collecter les vers de terre qu'il contient.



figure 13 : Échantillonnage des vers de terre (Photos personnelle, 2022).

6. Travaux au laboratoire :

- Récupérer le récipient et le décharger sur un sac plastique.
- Rincer tous les verres avec l'eau.
- A l'aide d'une pince Nous sélectionnons les vers adulte qui se Caractérisé par la présence de clitellum.
- Puis placer les vers dans des boîtes d'élevage pour l'adaptation avec le milieu de laboratoire.



figure 14: Triage des vers de terre (photo personnelle 2022)

7. Méthode d'identification et description des espèces :

L'identification a été effectuée au niveau de laboratoire de physiologie animale à la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences exactes (Université de TEBESSA).

L'identification est effectuée selon la méthode établie par Bouché (1972), basée sur des critères morphologiques variables selon les espèces, dont plusieurs concernent les organes sexuels, d'où l'intérêt de sélectionner des adultes. Le clitellum est un critère primordial pour l'identification. En effet, sa forme (annulaire ou en selle), ainsi que sa couleur et sa position sur le corps du lombric sont propres à chaque espèce. Sur sa face ventrale, on peut observer plus au mois distinctement un puberculum de formes différentes selon les espèces. La position des pores mâles est également un bon critère d'identification, et dans une moindre mesure la position des tumescences génitale qui ne sont pas aussi facilement observables que les organes mâles.

Les animaux sont d'abord étudiés morphologiquement, à l'état vivant (avant fixation) en notant la longueur du corps, la couleur du tégument, le gradient de coloration, et le poids. Les vers de terre sont ensuite conservés dans l'alcool 70%, puis observés sous loupe binoculaire en vue d'une identification basée sur des caractéristiques externes.

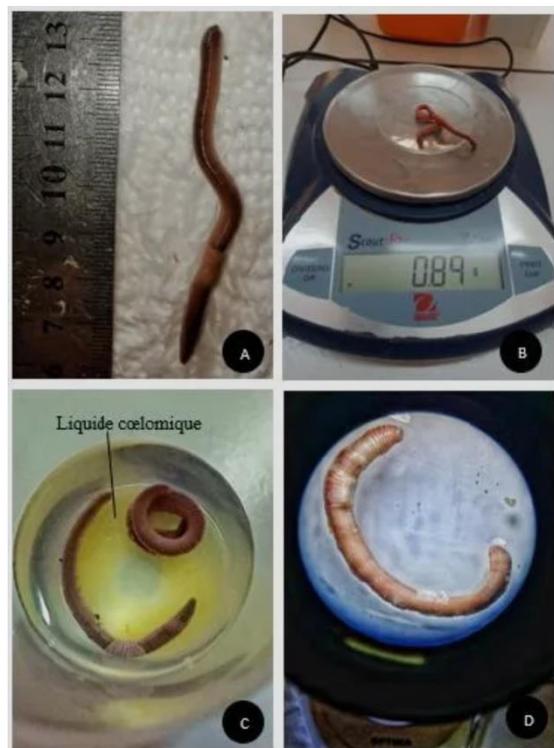


figure 15: les Étapes d'identification des vers de terre au niveau de laboratoire

8. Traitement :

Il est recommandé d'utiliser des fioles de verre à fond plat d'environ 8 cm de hauteur et 3cm de diamètre. Les parois de ces fioles sont revêtues de papier filtre coupé à une dimension telle qu'il n'y ait guère de chevauchement. La substance d'essai est dissoute dans l'eau de façon à obtenir une série de concentrations connues. Un ml de solution est versé à la pipette dans chaque fiole et évaporé à sec sous un léger courant d'air comprimé filtré ; pendant qu'elle sèche, on fait tourner la fiole selon un axe horizontal. La fiole du groupe témoin doit être traitée avec 1 ml d'eau distillée ; Chaque flacon est fermé par un film En plastique, puis on fait des petits trous à travers la goupille pour la ventilation.

On ne doit pas utiliser plus d'un ver par fiole parce que la mort de l'un deux peut exercer une influence défavorable sur les autres vers du même récipient.

En a 2 tests :

- test de 24 Heure (série de 21 répétitions DL 5 ; 21 répétitions DL10 et 21 témoins).
- test de 48 Heure (série de 7 répétitions DL 5 ; 7 répétitions DL10 et 7 témoins).

Les vers doivent être gardés sur du papier filtre humide pendant 3 heures avant d'être placés dans les fioles d'essai, de façon qu'ils puissent évacuer le contenu de leur intestin. Les vers sont lavés et séchés avant l'expérience.

Les essais sont réalisés dans le noir et pendant une période de 24 heures pour le test de 24h ; et 48 heures pour le test de 24h.

On considère les vers comme morts quand ils ne répondent pas à un léger stimulus mécanique appliqué à leur extrémité antérieure. On doit noter tous les symptômes comportementaux ou pathologiques.

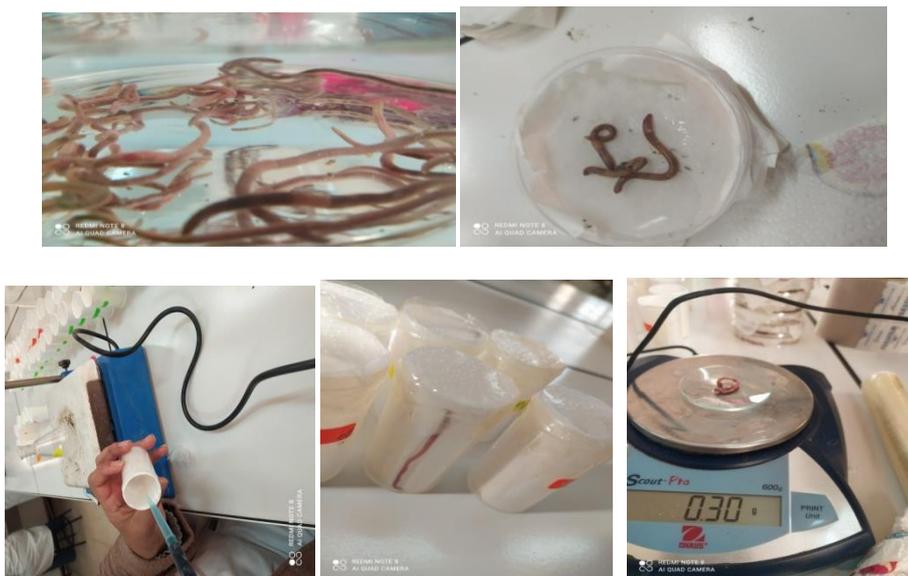


Figure 16 : Les étapes de traitement (photos personnel ,2022)

9. Le dosage enzymatique :

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

La mesure de l'activité glutathion S-transférase (GST) est déterminée selon la méthode de Habig et *al.* (1974), qui consiste à faire agir les GSTs contenus dans l'échantillon sur 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 :

$$X = \frac{\Delta Do/m}{9.6} X \frac{Vt}{Vs} / \text{mg de protéines}$$

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.

9.2/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) (G250, 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

10. Analyses statistique :

Dans notre étude, pour mieux visualiser les résultats obtenus, la représentation graphique choisie est celle des histogrammes en utilisant le logiciel Prism(Graph Pad software, La jollaCalifornia, 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, test de t student.

Chapitre III : résultats

1. Identification :

Dans les trois sites de l'université (bloc A, scolarité amph 4), on a récolté 2 espèces. Chaque espèce a ses propres caractéristiques. Ainsi, l'espèce *A. rosea* la plus petite taille avec une couleur rougeâtre.

1.1. *A. Caliginosa*

Cette espèce 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 (fig 17).

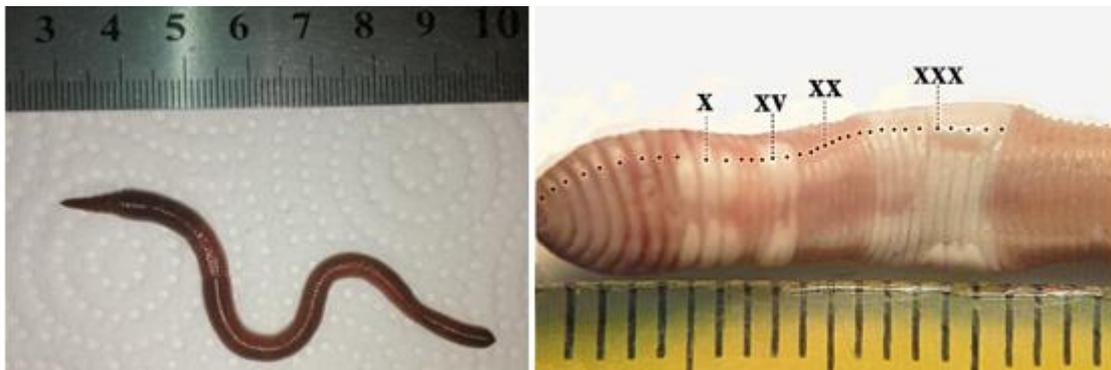


Figure 17: Morphologie général d'*A. caliginosa*, (photo personnelle).

1.2. *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 (Fig18)



Figure 18: Morphologie général d'*A. rosea* (photo personnelle).

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 le site d'étude.

Caractéristique / Espèce	<i>A. caliginosa</i>	<i>A. rosea</i>
Le poids (g)	0,33 ; 1,56	0,23
Longueur (cm)	11	4,5
Diamètre (mm)	3-4	3
Nombre de segments	130;143	162
Couleur	Marron avec un gradient (D/V)	rougeâtre
Forme	Cylindrique queue plate ou trapézoïdale	Cylindrique avec aplatissement Clitellienne
Prostomium	Epilobique	Epilobique
Clitellum	Entre le 27 ^{me} et 34 ^{ème} segment	Entre le 25 ^{ème} et 33 ^{ème} segment
Tuberculapubertatis	entre le 31 ^{ème} et le 33 ^{ème} segment	entre le 29 ^{ème} et le 31 ^{ème} segment
Setae	P.L et V : Géminées	P.L:Géminées. P.V : Ecartées

2- Effet de l'insecticide phœnix sur les biomarqueurs

2.1. Effet de l'insecticidephœnix sur la quantité totale de protéines :

La quantification des protéines a été faite à partir d'une courbe d'étalonnage exprimant l'absorbance en fonction de la quantité du standard d'albumine. La droite de régression a été déterminée comme suit : $Y = ax + b$ avec un coefficient de détermination : R^2 (Fig 19).

Tableau 04 : Dosage des protéines ; Réalisation de la gamme d'étalonnage (m±s).

Quantité de BSA(µg)	Absorbances
0	0.003
20	0.223
40	0.453
60	0.562
80	1.025
100	1.08

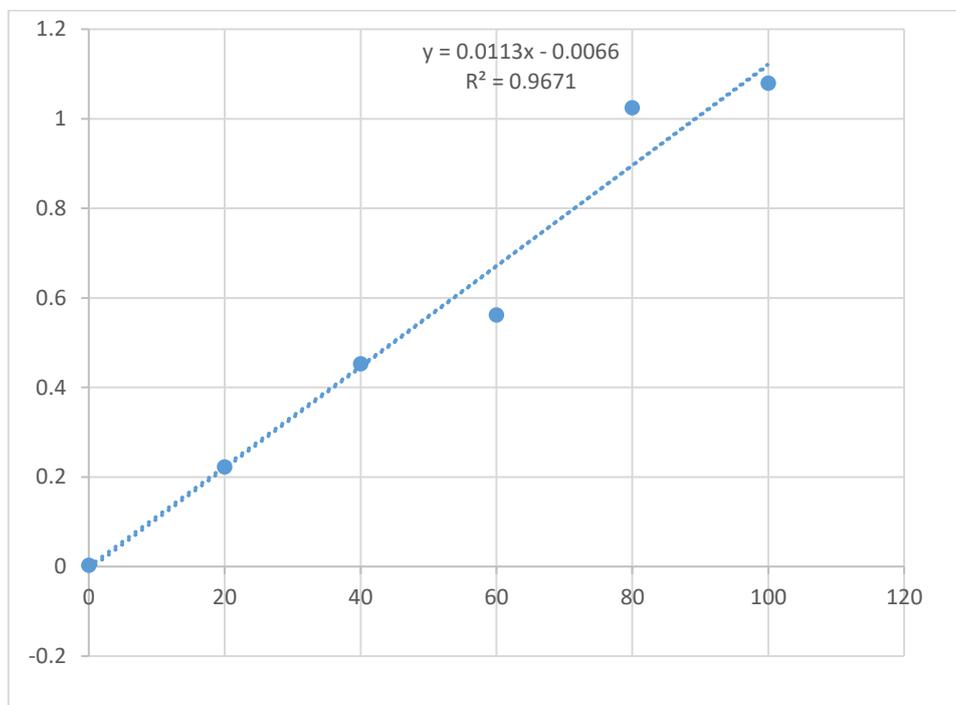


Figure 19 : Droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (µg) (R^2 : coefficient de détermination).

2.1.1/ Après 24 heures :

La méthode réalisée pour quantifier les protéines est celle de Bradford (1976).

La figure (20) représente les effets du PHOENIX à 2 différentes concentrations CL5 et CL10 sur le taux des protéines totales dans les parties postérieures des vers de terre.

Où l'activité des protéines chez les séries traitées ne présente pas de différence significative pendant 24h ($p=0.079$) par rapport aux témoins. (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$).

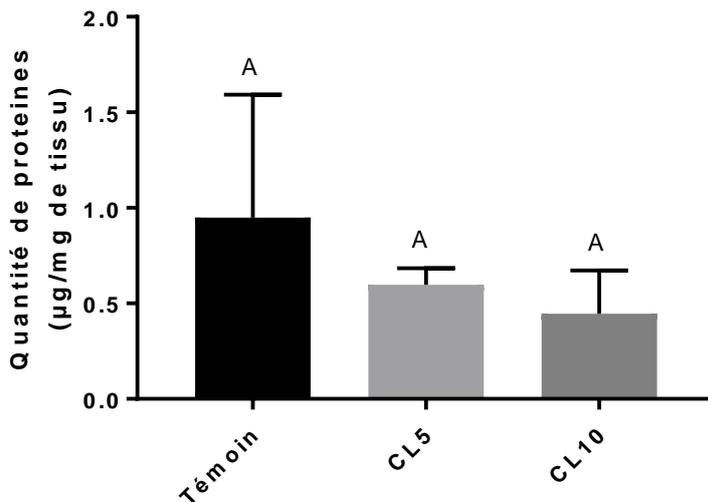


Figure 20 : l'effet des concentrations sub-létales de pesticide PHOENIX sur la quantité de protéines totales après 24 heures d'interaction. ($m \pm s$, n 21 vers ; Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$) ; test de tukey)

2.1.2/ Après 48 heures :

La figure (21) représente les effets du PHOENIX à 2 différentes concentrations CL5 et CL10 sur le taux des protéines totales dans les parties postérieures des vers de terre.

Où l'activité des protéines chez les séries traitées ne présente pas de différence significative pendant 48h ($p=0.593$) par rapport aux témoins ; il y a uniquement une différence visuelle.

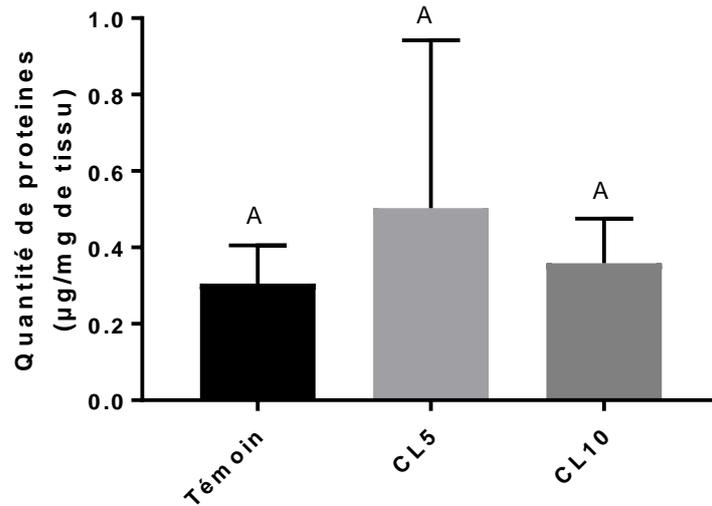


Figure 21 : l'effet des concentrations sub-létales de pesticide PHOENIX sur la quantité de protéines totales après 48 heures d'interaction. ($m \pm s$, $n = 7$ vers ; Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$).

2.2. Effet du phoenix sur l'activité Glutathion-S-Transférase

La mesure de l'activité glutathion S-transférase (GST) est déterminée selon la méthode de Habig et al. (1974).

2.2.1/ après 24 heures d'exposition :

L'effet du PHOENIX sur l'activité de GST au niveau de la partie clitelienne des vers de terre traités et témoins est exprimé dans la figure (22).

L'activité de GST chez les séries traitées ne présente pas de différence significative pendant 24h ($p = 0,136$) par rapport aux témoins ; il y a seulement une différence visuelle. (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$).

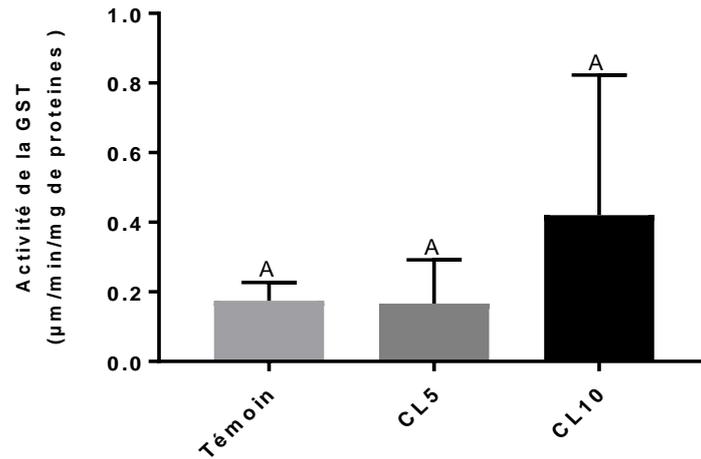


Figure 22 :L'effet de concentrations de PHOENIX sur l'activité Glutathion-S-Transférase(GST) au niveau des parties clitelienne des vers de terre. Après 24 heures d'interaction.($m \pm s$, n 21 vers ; Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont passignificativement différentes, $p < 0,05$, test tukey).

2.2.2/ après 48 heures d'exposition :

L'effet du PHOENIX sur l'activité de GST au niveau de la partie clitelienne des vers de terre traités et témoins est exprimé dans la figure (23).

L'activité de GST chez les séries traitées ne présente pas de différence significative pendant 48h ($p=0,634$) par rapport aux témoins ;il y a seulement une différence visuel.(Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$).

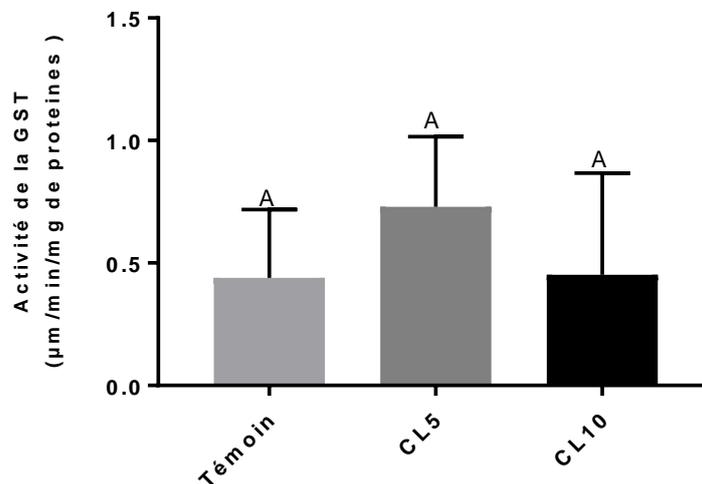


Figure 23 :L'effet de concentrations de PHOENIX sur l'activité Glutathion-S-Transférase (GST) au niveau des parties post-clitellienne des vers de terre. Après 48 heures d'exposition.($m \pm s$, n=7 vers ; Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement Différentes, $p < 0,05$).

3.Effet du temps d'exposition

3.1 Sur l'activité enzymatique de la GST :

Le test t de Student indique qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0.072$) entre les activités enzymatiques GST des séries témoin après 24 et 48 heures. Par contre, le temps d'exposition à l'insecticide a un effet significatif ($p=0.001$) sur l'activité de la GST chez les séries exposées à la CL5. Ainsi, le temps d'exposition au pesticide inchangé(non significatif ($p=0.899$)) sur l'activité de la GST chez les séries traitées par la CL10 (tab05 ; fig 24).

Tableau 05 : activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) au niveau des segments post-clitelliennes des adultes d'*A.caliginosa* traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) au cours du temps ($m \pm s$; $n= 21$ individus après 24 heures et 7 individus après 48 heures. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$)

Concentration \ Temps (heure)	Témoin	CL5	CL10
24	0,050 \pm 0,023 a	0,102 \pm 0,094 a	0,052 \pm 0,029 a
48	0,132 \pm 0,130 a	0,156 \pm 0,108 a	0,158 \pm 0,101 b

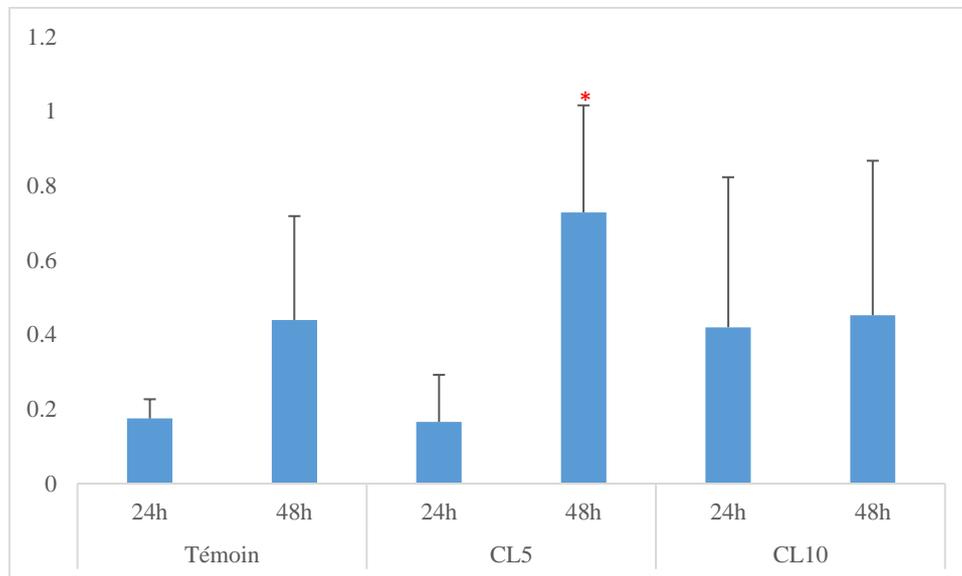


Figure 24 : activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) au niveau des segments post-clitelliennes des adultes d'*A.caliginosa* traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) après 24 et 48 heures d'exposition ($m \pm s$; $n=$ chacune 21 individus après 24 heures et 7 individus après 48 heures. Les astérisques indiquent un effet significatif du temps d'exposition).

3.2. sur la quantité des protéines:

Le test t de Student indique qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0.125$) entre la quantité de protéines des séries témoin après 24 et 48 heures. De la même façon, le temps d'exposition de l'insecticide n'y a pas d'effet significatif ($p=0.618$) sur la quantité de protéines des séries exposées à la CL5. Ainsi, le temps d'exposition au insecticide n'a pas d'effet significatif ($p=0.499$) sur la quantité de protéines chez les séries traitées par la CL10 (tab06 ; fig25).

Tableau 06 : la quantité de protéines ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des segments postérieurs des adultes d'*A. caliginosa* traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) au cours du temps ($m \pm s$; $n= 21$ individus après 24 heures et 7 individus après 48 heures. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$)

Concentration \ Temps (heure)	Témoin	CL5	CL10
24	0,949 \pm 0,643 a	0,597 \pm 0,087 a	0,445 \pm 0,228 a
48	0,305 \pm 0,100 a	0,503 \pm 0,439a	0,359 \pm 0,117 a

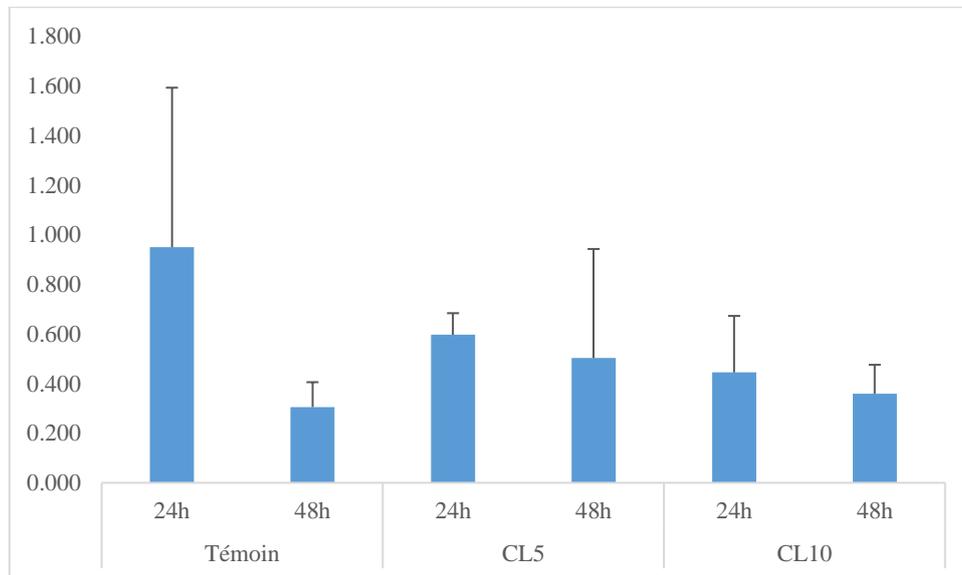


Figure 25 : la quantité de protéines totales ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de tissu) au niveau des segments postérieurs des adultes d'*A. caliginosa* traités aux concentrations sub-létales (CL5 et CL10) après 24 et 48 heures d'exposition ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 20 individus après 24 heures et 7 individus après 48 heures. Les astérisques indiquent un effet significatif du temps d'exposition)

Chapitre IV : discussion

Les pesticides qui sont appliqués dans l'agriculture, peuvent affecter les organismes du sol non ciblés, y compris les vers de terre, et endommager l'écosystème (Lavelle, 2002). En effet, les vers de terre sont exposés aux pesticides par contact avec le sol et en se nourrissant de litière contaminée dans le sol. L'effet des pesticides sur les vers de terre peut être dû soit à l'application au sol des concentrations élevées, soit à une accumulation lente de faibles niveaux de résidus de pesticides persistants (Edwards, 1990 ;Correia et Moreira, 2010).

Le degré de la toxicité des pesticides varie selon la matière active et la dose de ces derniers (Sherwan, 2013). En fait, de nombreuses études mettent en évidence la toxicité de ces produits sur les vers de terre.

Dans notre étude, nous avons tenté d'évaluer l'effet d'un insecticide (phœnix) sur un modèle biologique à savoir, le ver de terre et ce en utilisant un bio marqueur biochimique et enzymatique.

1. 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 la région de Tébessa. On a procédé à l'identification des espèces de vers de terre que nous avons collecté.

On a recensé 02 espèces lombriciennes : *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*.

1. 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 paléarctique. (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 d'El Merdja (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.

1.2. *A. rosea* (Savigny 1826)

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.

2. Effet sur les bio marqueurs :

2.1. Effet sur la GST :

Les glutathion transférases (EC 2.5.1.18) catalysent la conjugaison du glutathion en composés électrophiles, principalement produits à partir de xénobiotiques exogènes par biotransformation mais qui peuvent également provenir de substances endogènes. La réaction de conjugaison du glutathion est la première étape de la voie de l'acide mercapturique, qui est l'un des processus de détoxification les plus importants. La deuxième étape est catalysée par la γ -glutamyltransférase. En plus de cette réaction de conjugaison, certaines formes de l'enzyme présentent une activité isomérase vis-à-vis des céstéroïdes et une activité glutathion peroxydase vis-à-vis des hydroperoxydes lipidiques et d'acides nucléiques et agissent également comme protéines de liaison (porteuses). À quelques exceptions près, les GST présentent une activité de conjugaison vis-à-vis du 1-chloro-2,4-dinitrobenzène (CDNB). De nombreuses formes moléculaires de GST ont été identifiées à partir de divers organes chez diverses espèces. Bien que des formes microsomiques et mitochondriales soient connues, la plupart sont localisées dans le cytosol sous forme d'homodimères ou d'hétérodimères. Chaque forme peut être définie par un point isoélectrique, un poids moléculaire de sous-unité (23 500 à 27 000), des propriétés immunologiques et une séquence d'acides aminés. L'activité de la GST a également été largement utilisée comme un biomarqueur de stress (Fitzpatrick et al, 1997 ; Shailaja & D'Silva, 2003; Cunha et al. 2007).

Parallèlement à cela, nous nous sommes intéressés à l'activité GST qui est une enzyme de biotransformation de phase II. Cette enzyme est largement distribuée dans le règne animal (Livingstone, 1991). L'analyse des résultats de l'activité de GST mesurée au niveau des segments post-clitellienne d'*A. caliginosa* traitée avec l'insecticide phœnix a montré qu'il n'y a pas d'effet significatif au cours du temps.

Notre résultat est en accord avec Booth et O'Halloran (2001) qui ont constaté que l'activité de la GST n'a pas changé chez *A. caliginosa* exposé au diazinon et au chlorpyrifos. De même, une étude menée par Stephensen et al. (2000) a montré une absence de changement chez le poisson *Myoxocephalus scorpius* provenant des sites contaminés par rapport à leurs témoins relatifs. Aussi, HABAB et JOUINI (2021) ont constaté que l'activité de la GST n'a pas changé chez *A. caliginosa* traité par Glyphon. Cependant chez *L. rubellus* traité par deltaméthrine, une augmentation significative de la concentration de GSH a été enregistrée (Velki et Hackenberger, 2013). Des études menées aussi en terrain ont montré de même une inhibition de la réponse des GST chez des *Bivalves Scrobiculaplana* collectés dans un site contaminé par comparaison à des organismes provenant de sites de référence (Erkuden et al., 2004). La diminution des activités de la GST peut être due à l'intervention dans la biosynthèse des lipides, puisque

l'apparition de l'enzyme a été trouvée dans les corps gras des invertébrés (Zhang et al, 2015). 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 (VelkietHanckenberger,2012).L'herbicide oxyfluorfen a également un effet sur l'activité GST comme en témoigne les investigations de Peixoto et al. 2006 sur les poissons, *Oreochromis niloticus* ainsi que les poissons téléostéens *Anabas testudineus* (Bloch) et *fossilis Heteropneustes*(Bloch) exposés au glyphosate (Samanta et al, 2014) ; Par contre, Gao et al. 2007 ont trouvé que l'herbicide albendazole inhibe l'activité GST dans le corps entier, la région antérieure, la région moyenne et la région postérieure du vers *E. foetida*.

Notre résultats met en évidence l'effet de notre insecticide sur la GST par rapporte au temps. il ya un effet significatif de l'activité de la GST chez les séries exposées à la CL5 par rapporte au témoin ; par contre chez les séries traités par la CL 10 rester inchangé. Nos résultats sont similaire avec Amel DJEDDAI(2016) chez *apparectodacalliginosa* qu'il y'a une augmentation de l'activité de la GST chez les séries traitées avec la dose subletale de karaté Zeon au 4ème jour et ensuite une diminution significative est enregistrée au 7ème et 14ème jour, Parce que la lambda cyhalothrine à un temps de demi-vie de 7 jours dans une solution à pH 9 (DG SANCO, 2001).

2.2.Effet sur la quantité totale de protéines :

La structure des protéines ainsi que leur fonction peuvent être altérée par les ROS produits soit par le métabolisme cellulaire ou par des oxydants exogènes (Djekoun, 2012). Ainsi 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. 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). Ainsi, la teneur en protéines solubles est un test souvent utilisé pour mettre en évidence un stress chez un bioindicateur.

En effet ; nous sommes intéressés encore à l'effet de notre insecticide Phoenix 5ec a la quantité de protéine totale en fonction de temps; Nos résultats montrent qu'il y a aucun changement significatif de la quantité pendant la période d'exposition des séries traités avec les concentrations (CL5 et CL10).

Nos résultats montrent qu'aucun changement significatif de la quantité de protéines n'a été enregistré pendant la période d'exposition des séries traités avec les concentrations CL5 et CL10. Par contre, Bouazdia (2019) a constaté que la teneur de protéines des séries traitées par l'herbicide Sekator OD a diminué après 4 et 14 jours d'exposition. Cependant Zeriri (2014) a constaté une augmentation d'une manière dose-dépendante du taux de protéines totales chez les vers de terre traités par le

Méthomyl. Aussi, 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.

Conclusion et perspectives

Conclusion :

L'agriculture a connue depuis plusieurs décennies une utilisation d'une large gamme de produits phytosanitaires pour lutter contre les différents ennemis de culture (ravageurs, adventices, champignons etc.). Cependant, plusieurs études ont montré la dangerosité de ces produits aussi bien sur les applicateurs et les consommateurs que pour l'environnement, pour cela une bonne pratique phytosanitaires est exigée afin de réduire ces dangers.

Ce travail s'est intéressé à l'évaluation de l'effet d'un pesticide utilisé dans le milieu agricole sur les organismes du sol non ciblées « les vers de terre », puisque l'utilisation des pesticides est devenue un geste facile pour tout agriculteur apercevant une diminution du rendement sans savoir les inconvénients de ces pesticides.

Très peu de travaux se sont penchés sur le devenir des pesticides et leurs effets sur les vers de terres dans notre région (Tébessa). Dans cette étude, nous sommes proposés l'influence de pesticide < Phoenix 5ec > sur les vers de terre *Aporrectodea caliginosa*.

Dans un premier temps ; nous déterminons les espèces de vers de terre existant dans les différents habitats en focalisant notre étude sur la période pluvieuse, deux espèces sont identifiées parmi les individus fixés, appartenant à la famille Lumbricidae, comprenant *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* .

Dans deuxième temps ; nous somme intéressé a l'étude des bio marqueurs ; nos résultats indique que l'activité de GST (glutathion-S transférase) et l'activité de protéine inchangés durant la période d'exposition aux différentes concentrations sub-létale.

En effet ; nous avons encore étudié l'effet de notre insecticide PHOENIX 5EC sur l'activité de la GST et le taux de protéine totale en fonction de temps.

Ces résultats ouvrent de nombreuse perspectives intéressant.il serait, en effet, nécessaire de :

- Effectuer une étude approfondie sur les mécanismes de défense anti- radicalaire par le dosage d'autres marqueurs du stress oxydatif (GPX, LDH, SOD).
- Réaliser notre propre expérimentation dans les conditions naturelles.
- Déterminer l'impact du phoenix 5ec sur la reproduction, la survie et la croissance des juvéniles des vers de terre.

Références bibliographiques

A

ACTA (2005) : Index phytosanitaire ACTA 2005. 41ème édition. Paris. Association de coordination technique agricole. France.820 p.

Amel DJEDDAI : Évaluation la toxicité d'un insecticide "Karaté Zeon" à l'égard de vers de terre *Aporrectodea caliginosa* 2016.

AYAD MOKHTARI N (2012) : Identification et dosage des Pesticides dans l'Agriculture et les problèmes d'Environnement liés (en ligne). Diplôme de MAGISTER, faculté de Chimie Organique, université d'Oran, ALGERIE, pp13.

B

Boué H, Chanton R : Zoologie I invertébrés (1974)- « Doin, éditeurs » 94 p.

BAZRI K E, 2015 : étude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien, Th. Doc. Univ. Constantine1, Constantine, 170 p.

Bouché M. B : (1972) Lombriciens de France : Ecologie et Systématique.INRA Ann. Zool.Ecol. Anim. Publication, France, 671 pp.

Bouché M.B. (2003). Vers de terre, de Darwin à nos jours. Un révélateur heuristique. Académiedes Sciences et lettres de Montpellier. Séance du 02/06/2003, Conférence n°3826. Montpellier, France.

Bradford, M. M. (1976) : A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, 72(1-2), 248-254.

Boukria Asma (2012) -DEM écologie des peuplements Lombriciens dans lazone aride del'est Algérien- Biskra- mémoire de Magister- Université de Biskra -.

BOUAZDIA, K. (2019)Exploration des Oligochètes dans une zone semi-aride et évaluation de l'impact des xénobiotiques sur des espèces non visées : les lombriciens (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).

Bouazdia, K; Habes, D., 2017 : Earthworm Species Identified in the Region of Tebessa (Eastern Algeria). International Journal of Zoological Research. 13(1): 38-44.

Baha, M., 1997 : The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. Trop. Zool.10: 247-254

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.

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

Booth, L.H., Heppelthwaite, V.J., O'Halloran, K., 2000 :Growth, development and fecundity of the earthworm *Aporrectodeacaliginosa* after exposure to two organophosphates, NewZealand Plant Protection, 53, 221–225.

C

CARION, 2012: Un peu de bio, vers la terre.5p.

CHAOUI H, 2010: Vermicompostage (ou lombricompostage) : Le traitement des déchets organiques par les vers de terre. N° 10-010, Ontario, 8p.

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

De Blainville, 1830 : in Murechison's Sil. System,1830, p,672, --Austin, Ann. Mag, Nat, Hist., X,1842, p.109 ;1843, p.198, --Pictet, Traité de Pal., p.332—Dtjarinx and Hupé, Hist. Nat. Zooph.,1866, d. Pal.,1879, p. 365.

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

DG SANCO (2001) : Review report for the active substance lambda-cyhalothrin Finalised in the Standing Committee on Plant Health at its meeting on 19 October 2000 in view of the inclusion of lambda-cyhalothrin in Annex I of Directive 91/414/EEC, European Commission directorate general health & consumeneral protection.

Darwin, C.,(1890). On the Origin of Species, New York : P. F. Collier, 552 p.

Decaëns T (2010) - Macro ecological patterns in soil communities. Global écol. Biogeogr. 19, 3 : 287-302.

E

Edwards et Bohlen, 1996 : Biology and Ecology of Earthworms. 3 rd Edn., Chapman and Hall, London, ISBN: 0412561603.

Eggleton, 2006 : The termite gut habitat: its evolution and co-evolution. In: intestinal microorganisms of soil invertebrates. König H & Varma A (eds), Springer Verlag, Berlin, pp. 373-403.

EC (1991) : "Council directive of 15 July 1991, concerning the placing of plant protection products on the market. 91/414/EC." Official Journal of the European Union L230: 1- 154.

El-Okki, M-EL; Sahli, L; Rached, O., 2013 : Conference: 6th International Oligochaete Taxonomy Meeting, Palmeira de Faro (Portugal), 22th to 25th April.

Erkuden P., Julian B. & Montserrat S., 2004 : Biomarker responses to pollution in tow invertebrate species: Scrobicularia plana and Nereis diversicolor from the Cadiz Bay (SW Spain). Mar. Environ. Res., 58: 275-279.

F

Fitzpatrick P.J., O'Halloran J., Sheehan D. & Walsh A.R., 1997 : Assessment of a glutathione Stransferase and related proteins in the gill and digestive gland of Mytilus edulis(L.) as potential organic pollution biomarkers. Biomarkers, 2: 51–56.

G

Gouvernement du Canada 2017 : Décision de réévaluation RVD2021-04, Lambda-cyhalothrin et préparations commerciales connexes.

Gao, Y., Sun, Z., Sun, X., Sun, Y., & Shi, W. (2007). Toxic effects of albendazole on adenosine triphosphatase activity and ultrastructure in *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 67(3), 378-384.

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.

Gobat J. M., Aragno, M. & Matthey W., (2003) : The living soil: basic pedology – soil biology. Chapman and Hall, 569 pp.

Girard J.M., Walter C., Remy J.C., Berthelin J. & Morel J.L., (2005) : Sols et environnement, Edition Campus DUNOD, Paris, 816p.

Gupta, S.K., Sundararaman, V., (1991). Correlation between burrowing capability and AChE activity in the earthworm, *Pheretima posthuma*, on exposure to carbaryl. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 46, 859-65.

H

HYGER, 2013 : La vermicompostière manuel d'installation d'utilisation, NATHALIE BRUNELLE MANAGING, 31P

HYGER, 2013 : La vermicompostière manuel d'installation d'utilisation, NATHALIE BRUNELLE MANAGING, 31P

HABAB M et JOUINI R (2021) : Effet d'un herbicide chez les lombriciens

I

INRSERM,(2013) : Utilisation des produits phytopharmaceutiques en agriculture tropicale.

J

James, S.W 1991: Soil, nitrogen, phosphorus, and organic-matter processing by earthworms in tallgrass prairie. *Ecology*, 72, 2101-2109.

JANSIRANI D, NIVETHITHA S, SINGH MVP. Production and utilization of vermicast using organic wastes and its impact on *Trigonella foenum* and *Phaseolus aureus*. *Int J Res Biol Sci* , (2012) ,2(4):187–189.

K

KEMASSI S, 2015 : Etude de l'impact des vers de terre sur l'évolution de la matière organique en régions sahariennes : Cas de la cuvette de Ouargla. mémoire de Magister. UNIV. KASDI MERBAH OUARGLA. 131p.

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

Lavelle, P. and Gilot, C. (1994). Priming effects of macroorganisms on microflora: A key process of soil function? In: *Beyond the Biomass* (eds. K. Ritz, J. Dighton and K. Giller), 176–181.

Lavelle et al. 1997 : Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *Eur. J. Soil Biol.* 33, 159–193.

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.

Livingstone, D. R., 1991 :Organic xenobiotic metabolism in marine invertebrates. *Advcomp environ. Physiol*,7, 46-185.

M

Masaya, M., Yoshinobu, H., Ai, Y., Maki, K., Yasuo, O., 2002 : Determination of cellular levels of nonproteinthiols in phytoplankton and their correlation with susceptibility to mercury. *Journal of Phycology*, 38, 983-990.

Marino, F., Ligeró, A., Cosin, D.J.D., (1992). Heavy metals and earthworms on the border of a road next to Santiago. *Soil Biology and Biochemistry*, 24 (12), 1705–1709.

N

Narborn E.J.F. 1998 : Historique-fondements biologiques de l'utilisation de biomarqueurs en éco-toxicologie. In « Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement » .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 1-7.

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 commune lombrico: *Allolobophora caliginosa trapezoides*, Dugès. *Italian Journal of Zoology* 33, 1-87.

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 communautés Lombricienne. THÈSE Doctorat. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).

Pérez-Losada, M., Ricoy, M., Marshall, J. C., & Domínguez, J. (2009) : Phylogenetic assessment of the earthworm *Aporrectodea 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.

Peixoto F, Alves-Fernandes D, Santos D, Fontana's-Fernandes A. (2006): toxicological effects of oxyfluorfen on oxidative stress enzymes in tilapia *Oreochromis Niloticus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 85, 91-96.

Pfiffner L, (2013): Regenwürmer baumeister fruchtbarer böden. FiB. Schweiz. 6p.

R

RAKHMATULLAEV A, GAFUROVA L and EGAMBERDIEVA D, 2010-Ecology and Role of Earthworms in Productivity of Arid soils of Uzbekistan. *Dynamic soil, Dynamic Plant Global science books*. 4p.

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.

S

Stork, N.E. and Eggleton, P. (1992). Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture* 7, 38-47.

Sims R. W. & Gerard B. M., (1999): Earthworms. FSC Publications, London, 167 pp.

Savigny , J.C : Analyse d'un Mémoire sur les Lombrics par Cuvier. Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France.

Saadi, ML; Menasria, 2018: Contribution à l'étude des oligochètes terrestres Tébessa. Master. Université de Tébessa. 48p.

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.

Stephenson, J., (1930): The Oligochaeta. Clarendon press, Oxford University.

V

Villeneuve et Désire 1965 : Zoologie Bordas 40 p.

VIGOT et CLUZEAU 2014 : Les vers de terre. Chambre d'Agriculture de la Vienne. Vienne. 10p.

Viel J.F., Challier B., Pitard A., Pobel D. (1998). Brain Cancer Mortality among.

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.

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.

Vigot M. & Cluzeau D.,(2014): Les vers de terre. Chambre d'Agriculture de la Vienne. Vienne, 10p.

Zeriri, I., Tadjine, A., Belhaouchet, N., Berrebbah, H., Djebar, M.R., Baha, M., (2013). Contribution to the identification of Oligochaeta: Lumbricidae in the region of Annaba in eastern Algeria. *European Journal of Experimental Biology*, 3(6), 229-232.

Zhang, Y., Zhang, L., Feng, L., Mao, L., & Jiang, H. (2015). Oxidative stress of imidacloprid on earthworm *Eisenia fetida*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 191, 1–6. doi: 10.1016/j.cbpc.2016.09.001.

Zeriri, I., 2014 : Toxicité potentielle d'un insecticide sur un invertébré de la famille des coelomates (55).