



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

Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi –Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : des êtres vivants

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie Animal

Toxicité d'une mixture de pesticides chez deux espèces de vers de terre

Présenté par :

Mlle. Hamza Salsabil

Mlle. Djedouani Taima

Devant le jury:

Mme . DJELLAB S.	M.C.A.	Université de Tébessa	Président
Mr . BOUAZDIA K.	M.C. A	Université de Tébessa	promoteur
Mr . HANNACHI MS	M.C.B	Université de Tébessa	Examineur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

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

On tient à remercier **Mme DJELLAB Sihem** notre maman enseignante l'Université de Tébessa de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.

En premier lieu, nous tenons à exprimer toute nos reconnaissances à

Ms. BOUAZDIA Karim

de nous avoir encadrés. Nous le remercions pour sa patience, sa confiance, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Vous êtes pour nous un magnifique modèle de sagesse et de persévérance. Nous exprimons toute nos gratitude à **Mr HANNECHI Mohammed El Saleh** pour avoir accepté de juger ce travail et faire partie de ce jury en qualité d'examineur.

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui nous ont aidés ou qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Nous remercions Particulièrement les enseignants du département des êtres vivants.

Merci à tous

Je dédie ce travail :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, En ce jour, j'espère réaliser l'un de tes rêves. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu te préserver et te procurer santé et bonheur, à toi mon père.

A ma très chère mère source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur.

A mes adorables soeurs (Manel, abir, sabrine) et leur enfants (Mirai, Rassil, khoubail) mes chères frères (Djihad, younes) Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé. J'implore le tout-puissant dieu pour qu'il vous accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A toute ma famille. Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes dans mon coeur, affectueusement.

A mon âme sœur Oumaima, Merci pour votre soutien et encouragements.

A tous mes amis de ma promotion, Merci pour les moments de bonheur.

A mon binôme Salsabil, Je ne peux pas trouver les mots justes et sincères pour t'exprimer mon affection et mes pensées, tu es pour moi une soeur je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Taima

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, la fleur de mon coeur qui a ouvert pour ma réussite, de part son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

*Mon père, qui peut être fier et trouve ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.
Mes adorables frères yahia et raïd et abdolkodoussetamir.*

A mon cher rached qui m'a soutenu et ma comblé de sa générosité sans limite, tout le long de la réalisation de ce mémoire.

Mes grand-mère

Mes âmes soeurs : fatimaazahra, noura, zina, fadia, hiba, fatima, soudjod, rime

Ma petit-cœur : inas.

A mes oncles et tantes, à pour leur soutien et les conseils que vous ne cessez de m'apporter.

A mon cher oncle : lhadî

A toutes mes chères amies et mes collègues surtout : nour, amel, douaa, nesrine, rabihia, chaïma

A mon chère binôme : taïma

salsabil

Résumé

Résumé

L'étude des vers de terre connaît un regain d'intérêt ces dernières années. Les données algériennes se sont enrichies, mais restent toutefois insuffisantes. Dans notre travail, on a d'abord identifié les différentes espèces de vers de terre collectés dans le site d'échantillonnage El-Hammamet Tebessa. Ainsi, on a pu recenser trois espèces : *Aporrectodea caliginosa*, et *Eisenia fetida*. *Allolobophora chlorotica*, *Microscolex phosphoreus*. L'espèce *A. caliginosa* est plus abondante que les autres espèces. La biomasse des vers de terre évaluées dans nos terrain d'étude égale ($122,32 \pm 80,46 \text{ g/m}^2$) alors que l'abondance égale à ($262,96 \pm 143,30 \text{ ind/m}^2$).

Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur les effets d'une mixture de pesticides Phoenix (lambda cyhalothrine) et Oscar (Tribuneron-méthyl) sur les adultes des vers de terre aspect physiologique à l'aide de deux biomarqueurs : l'activité GST et le taux des protéines. Pour une meilleure exploitation des résultats, nous avons testé deux concentrations sub létales d'une mixture de pesticides choisis.

Nos résultats montrent que la mixture de pesticides (Phoenix et Oscar) ne provoque aucun changement significatif du taux de protéines après 48 heures chez les séries traités (CL10 et CL25) par rapport au témoin. Nos résultats mettent en évidence un effet sur l'activité de GST qui augmente significativement chez les séries traités par CL25 par rapport au témoin après 48 heures d'exposition chez les deux espèces étudiées.

Nos résultats montrent que l'espèce *A. caliginosa*, dans les sites agricoles, est plus sensible par rapport à *E. fetida*.

Mot clés: Phoenix, Oscar, adultes, *Aporrectodea caliginosa*, *Eisenia fetida*, *Allolobophora chlorotica*, *Microscolex phosphoreus*, identification, GST, protéine

Abstract

The study of earthworms has experienced a resurgence of interest in recent years. The Algerian data have been enriched, but remain insufficient. In our work, we first identified the different species of earthworms collected in the sampling site El-Hammamet Tebessa. Thus, we were able to identify four species: *Aporrectodea caliginosa*, and *Eisenia fetida*. *Allolobophora chlorotica*, *Microscolex phosphoreus*. The species *A.caliginosa* is more abundant than the other species. the biomass of earthworms evaluated in our study field is equal to $(122.32 \pm 80.46 \text{ g / m}^2)$ while the abundance equal to $(262.96 \pm 143.30 \text{ ind / m}^2)$.

In this study, we focused on the effects of a mixture of pesticides Phoenix (lambda cyhalothrin) and Oscar (Tribuneron-methyl) on adult earthworms physiological aspect using two biomarkers: GST activity and protein level. For a better exploitation of the results, we tested two sub-lethal concentrations of a mixture of selected pesticides.

Our results show that the mixture of pesticides (Phoenix and Oscar) does not cause any significant change in the protein level after 48 hours in the treated series (CL10 and CL25) compared to the control. Our results show an effect on GST activity which increases significantly in the series treated with CL25 compared to the control after 48 hours of exposure in the two species studied.

Our results show that species *A.caliginosa*, in agricultural sites, is more sensitive compared to *E. fetida*.

Keywords: Phoenix, Oscar. adults, *Aporrectodea caliginosa*, *Eiseniafetida*, *Allolophora chlorotica*, *Microscolex phosphoreus*, identification, GST, protein

الملخص

تشهد دراسة ديدان الأرض اهتماما متجددا في السنوات الأخيرة. تم إثراء البيانات الجزائرية، ولكن مع ذلك لا تزال غير كافية، في عملنا، حددنا أولا الأنواع المختلفة من ديدان الأرض التي تم جمعها في موقع أخذ عينات الحمامات تبسة وبالتالي، تمكنا من تحديد أربعة أنواع :

Aporrectodeacaliginosa, et *Eiseniafetida*. *Allolobophorachlorotica*,

A.caliginosa الأنواع *Microscolexphosphoreus*

أكثر وفرة من الأنواع الأخرى. الكتلة الحيوية لديدان الأرض التي تم تقييمها في مجال دراستنا

تساوي ($122,32 \pm 80.46 \text{ g/m}^2$) بينما الوفرة تساوي ($262,96 \pm 143,30 \text{ individus/m}^2$)

في هذه الدراسة ، ركزنا على آثار خليط من المبيدات *Phoenix (Lambda cyhalothrin)* و

Oscar (tribuneronmethyl) على ديدان الأرض البالغة من الجانب الفسيولوجي باستخدام اثنين من

المؤشرات الحيوية: نشاط **GST** ومستويات البروتين. من أجل استغلال أفضل للنتائج ، اختبرنا تركيزين

شبه مميتين لمزيج من مبيدات الآفات المختارة.

تظهر نتائجنا أن خليط المبيدات (*Phoenix , Oscar*) لا يسبب أي تغيير كبير في مستوى

البروتين بعد 48 ساعة في السلسلة المعالجة (*CI10 , CI25*) مقارنة بالشواهد. تسلط نتائجنا الضوء على

التأثير على نشاط ، **GST** الذي يزداد بشكل كبير في السلسلة المعالجة *CL25* مقارنة بالشواهد بعد 48

ساعة من التعرض في النوعين المدروسين..

تظهر نتائجنا أن أنواع *A.caliginosa*، في المواقع الزراعية، أكثر حساسية مقارنة بـ *E.fetida*.

الكلمات الرئيسية: ، الكبار ، *A.caliginosa*، *M.phosphoreu*، *E.fetida*، *A.chlorotica*،

تحديد، **GST**، البروتين

Table des matières

Table des matières

Table des matières	
Dédicace	
Remerciement	
Table de matière	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Synthèse bibliographique	3
I. Généralités sur les lombriciens	4
1. Classification	4
2. Systématique	4
2.1. Critères morphologiques	5
2.1.1. Le Péristomium:	6
2.1.2 Le metastomium (soma)	6
2.1.3 Le clitellum	6
2.1.4. Les Soies	8
2.2. Critères anatomiques internes	8
2.2.1. Le tube digestif	8
2.2.2. Le système nerveux	9
2.2.3. Le système circulatoire	9
2.2.4. Le système excréteur	9
2.2.5. Le système reproducteur	9
2.2.6. Le système respiratoire	10
3. Classification écologique des vers de terre	10
3.1. les épigés	10

3.2.les anéciques	10
3.3.les endogés	10
5 .Les espèce du vers de terre	10
5.1.Eisenia fétida	13
5.2:A. caliginosa	14
II. Généralités sur les pesticides	15
1. Définition des pesticides	15
2. Classification des pesticides	15
3.Phoenix 5EC	15
3.1. Définition	15
3.2.Description	17
3.3.Mode d'action	17
4.oscar	18
4.1.Description	19
4.2Commentaires sur la résistance	19
4.3.Mode d'action	20
III.Dispositif expérimental	22
1.Présentation du site de collecte des vers de terre	22
2 Matériel utilisé	23
2.1.Sur le terrain	24
2.2.Au laboratoire	25
3. Travaux au laboratoire	25
3.1. Rinçage et tri des vers de terre	25
3.1.1.Rinçage des échantillons	25
4.3.Au laboratoire	25
4.5.Dosage enzymatique	26
4.5.1.Dosage de l'activité GST (glutathion S-transférase)	26
4.5.2. Dosage des Protéines totales	27

5.Analyses statistique:	28
Résultats	29
1.Biomasse et abondance totale	30
1.1.Abondance relative au stade de développement	30
1.2.Abondance relative des taxons	31
3. Identification	31
3.1. AporrectodeaCaliginosa	32
3.2. Microscolexphosphoreus	33
3.3. Allolobophorachlorotica	33
3.4. Eisenia fétida	34
4.Effet d'une mixture de pesticides (Oscar et phoenix) sur la quantité totale de protéines	35
4.1. E.fetida	35
4.2. A. caliginosa	36
5. Effet d'une mixture de pesticides (oscar et phoenix) sur l'activité Glutathion-S-Transférase	37
5.1.E. fetida	37
5.2.A. caliginosa	38
6.Corrélation entre quantité de protéines et activité enzymatique de la GST	40
1. La densité	42
2.Biomasse	43
3.Identification	43

4. Etude éco toxicologique	43
4.1. Effet sur les biomarqueurs	44
4.2. Effet sur la quantité totale des protéines	44
4.3. Effet sur la Gst	45
Conclusion	49
Références bibliographiques	50

Liste
Des Tableaux

Liste Des Tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Principales caractéristiques des trois catégories écologiques de vers de terre (Pfiffner,2013).	11
02	Les propriétés physico-chimiques du La lambda cyhalothrine (Sanco DG. 2011) (Tomlin CD. 2000).	16
03	Dosage des protéines : réalisation de la gamme d'étalonnage.	28
04	Comparaison entre les caractéristiques des différentes espèces de vers de terre collectées dans le site d'étude	31

Liste Des Figures

Liste Des Figures

Titre
Morphologie d'un ver de terre (d'après Sims et Gerard, 1999).
Le prostomium (photo personnelle13..02.2023)
Leclitellum (photo personnelle13..02.2023)
Les segments d'un ver de terre (photo BEN AIDAetMAKHLOUF 2019).
Les Soies d'un ver de terre (photo BEN AIDAetMAKHLOUF.2019).
Les zones où vivent les trois grands groupes des vers de terre. (Piffner, 2013).
Cycle de vie de en laboratoire dans un sol limoneux complété par la bouse de cheval broyée à 1 mm de la nourriture à 15c, entre 60 et 70 de la capacité de rétention en eau du sol (Bart et al., 2018).
Le vers de terre <i>E. fetida</i> (photo personnelle.2023
Le vers de terre <i>A. Caliginosa</i> (photo personnelle13..02.2023).
l'insecticide Phoenix (photo personnelle,02.03.2023).
le produit utilisé (photo personnelle.02.03.2023)
structure chimique du trebenuron- methyl
Carte géographique de Hammamet, avec les différents sites de collection des vers de terre.
Le matériel utilisé sur le terrain
Le matériel utilisé au laboratoire. (photos personnelle, 2023).
Les étapes du test Photos personnelle, 2023).
L'abondance des vers relative au stade de développement dans le site d'étude ($m \pm s$; $n=3$)
pourcentages des espèces de vers de terre identifiées dans la région d'El Hammamet
Morphologie générale d' <i>A. caliginosa</i> (photo personnelle 2023).
Morphologie générale de <i>Microscolex phosphoreus</i>
Morphologie générale de <i>Allolobophora achlorotica</i>
Morphologie générale de <i>Eisenia fetida</i>
Equation de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (μg) (R^2 : coefficient de détermination).
effet des concentrations sub-létales de mixture de pesticides (Oscar et Phoenix) sur la quantité de protéines totales après 48 heures ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$)Test de Tukey HSD)

effet des concentrations sub-létales de mixture de pesticides (Oscar et Phoenix)sur la quantité de protéines totales après 48 heures ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$)Test de Tukey HSD)

la quantité de protéines totale après 48 heures chez les deux espèces étudiées (E.fetida et A.caliginosa) ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$),Test de student).

effet des concentrations sub-létales de la mixture sur l'activité **GST** après 48 heures d'exposition ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, $p < 0,05$),Test de Tukey .

l'activité enzymatique de la GST après 48 heures chez les deux espèces étudiées étudiées (E.fetida et A.caliginosa) ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$)Test de student)

*Liste Des
Abréviations*

A. caliginosa *Aporrectodeacaliginosa.*

A. chlorotica *Allolobophorachlorotica*

M.phosphoreus *Microscolexphosphoreus*

E. fetida *Eisenia fetida.*

ANOVA Analyse de variance

BBC Bleu Brillant de Coomassie

BSA Albumine de Sérum de Boeuf.

CDNB 1-chloro-2,4-dinitrobenzène.

CL Concentration létale

Cm Centimètre.

Do Densitéoptique

FAO Food Agricultural Organisation

G/Mol Gramme par Mole

INRS Institute national de la recherche et de la santé

Km² Kilo mètre carré

LDH Lactate Déshydrogénase.

PH Potentiel hydrogène

Pka Constante d'Acidité.

R² Coefficient de détermination

RAD	Recommanded agricultural dose
U.S,EPA	U.S. Environmental Protection Agency's.
Ug/L	Microgramme par Litre
UV	Ultraviolet
Vs	Volume de surnageant
µl	Micro litres

*Introduction
général*

Introduction :

Il est de la plus haute importance de comprendre comment parvenir à une agriculture durable en connaître l'impact des différents contaminants dans le sol ainsi que des différentes pratiques agricoles sur les écosystèmes du sol en tant que tels (Fonte, S. J., et al (2009)).

De nos jours, les composés chimiques tels que les pesticides et les engrais sont fréquemment utilisés et leur utilisation excessive conduit à la dégradation du sol, de la surface et la pollution des eaux souterraines qui affectent les organismes cibles ainsi que les organismes non cibles comme les vers de terre (Luo, Y., et al (1999)). De plus, Des « cocktails » d'insecticides, herbicides et fongicides contaminaient 90% des sols et 54% des vers de terre à des niveaux qui pourraient mettre en danger ces organismes bénéfiques du sol (Pelosi et al., 2021). Les vers de terre sont fréquemment disponibles dans une large gamme de sols et peut déposer 60 % à 80 % de la biomasse totale du sol (Sizmur, T. and Hodson, M.E. (2009)). Ils sont les indispensables espèces de l'écosystème terrestre qui influencent significativement les différents processus comme la formation du sol, la décomposition de la matière organique, l'activité de décomposition et le cycle des nutriments minéralisation (Bartlett, M.D.,et al (2010) Rombke, J.J.,et al (2005)). Les pesticides ont des effets néfastes sur les vers de terre à différents niveaux d'organisation qui implique une modification du comportement, du métabolisme de souillure et de fonctionnement, augmentent la mortalité, diminuent la

Fertilité, entravent la croissance et la reproduction (Pelosi, C.,et al (2013)). Dans le passé et même récemment, diverses revues ont été publiées sur le toxique effets des pesticides sur les vers de terre (Booth, L.H.,et al (2000) ; Pandey, S. and Singh, D.K. (2004)). Un biomarqueur a été défini comme un marqueur biochimique, cellulaire physiologique ou comportemental, des altérations qui peuvent être évaluées à travers une portion d'échantillons de tissus ou de fluides ou l'ensemble individuel, pour l'évaluation de l'exposition et/ou de l'impact d'un ou plusieurs toxiques (Depledge M.H. 1994). Les biomarqueurs biochimiques sont utilisés de nos jours pour l'analyse des polluants toxicité, métabolisation et détoxification chez les vers de terre (Denoyelle, R.,et al.(2007) ; Reinecke, S.A. and Reinecke, A.J. 2007) L'objectif initial de notre travail est d'identifier les différentes espèces de vers de terre trouvées dans le site de

Introduction

collecte et d'évaluer, au laboratoire, l'effet d'une mixture de pesticides (l'insecticide Phoenix dont la matière active est Lambda cyhalothrine et l'herbicide Oscar dont la matière active est Tribenuron-methyl) sur le taux de protéines total et l'activité enzymatique de la GST des adultes des vers *Eiseniafetida* et *AporrectodeaCaliginosa*

*Synthèse
bibliographique*

I. Généralités sur les lombriciens

1. Classification :

Les vers de terre appartiennent à l'embranchement des Annélides ; autrement dit des « vers segmentés » dont la principale caractéristique évolutive est un corps constitué

par 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 Lumbricidae est la plus importante des Oligochètes. Elle se compose essentiellement de vers terrestres (Edwards et Bohlen, 1996). Les vers de terre représentent jusqu'à 70 % de la biomasse de sol (Zirbes et al., 2011), cinq mille espèces ont déjà été décrites à travers le monde, mais de nombreuses restent à découvrir principalement dans les zones tropicales (Brown et al., 2013).

2. Systématique :

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	Animalia
Sous-règne	Eumetazoa
Phylum	Annelida
Classe	Oligochaeta
Sous-classe	Diplosteticolata
Super-ordre	Megadrili
Ordre	Opisthopora
Sous-ordre	Lumbricina
Super-famille	Criodriloidea
Famille	Criodrilidae
Super-famille	Eudriloidea
Famille	Eudrilidae
Super-famille	Lumbricoidea
Famille	Ailoscolecidae
Famille	Glossoscolecidae
Famille	Hormogastridae
Sous-famille	Hormogastrinae
Sous-famille	Vignysinae
Sous-famille	Xaninae
Famille	Lumbricidae
Sous-famille	Diporodrilinae
Sous-famille	Lumbricinae
Sous-famille	Spermophorodrilinae
Super-famille	Megascolecoidae
Famille	Acanthodrilidae
Famille	Megascolecidae

Famille	Ocnerodrilidae
Famille	Octochaetidae
Super-famille	Sparganophiloidea
Famille	Sparganophilidae
Sous-classe	Tubificata
Ordre	Tubificida
Sous-ordre	Enchytraeina
Super-famille	Enchytraeoidea
Famille	Enchytraeidae
Famille	Propappidae

2.1. Critères morphologiques :

D'après Lavelle et Spain (2001), les vers de terre sont des animaux qui appartiennent à la macrofaune du sol. Ils se distinguent par une anatomie allongée et circulaire. Leur corps est constitué par une série de nombreux anneaux successifs appelés « métamères » (de 60 à 20) lesquels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement. Chez les Lombricidés et quelques familles, chaque segment du tronc est caractérisé par la présence de quatre paires de soies de positions variables. Il porte également deux pores néphrétiques. Le tout donne un aspect bien caractéristique, vermiforme, ce qui favorise leur pénétration dans le sol. Les Annélides sont connus pour leur structure métamérique, mais tout ce qui ressemble à un segment n'en est pas toujours réellement un. Ce qui ressemble au premier segment du corps, n'est pas un véritable segment. C'est le prostomium, situé sur la face ventrale de la tête. L'extrémité postérieure de l'animal est plus renflée et légèrement aplatie et porte l'anus qui est entouré du pygidium (Houseman, 2000).

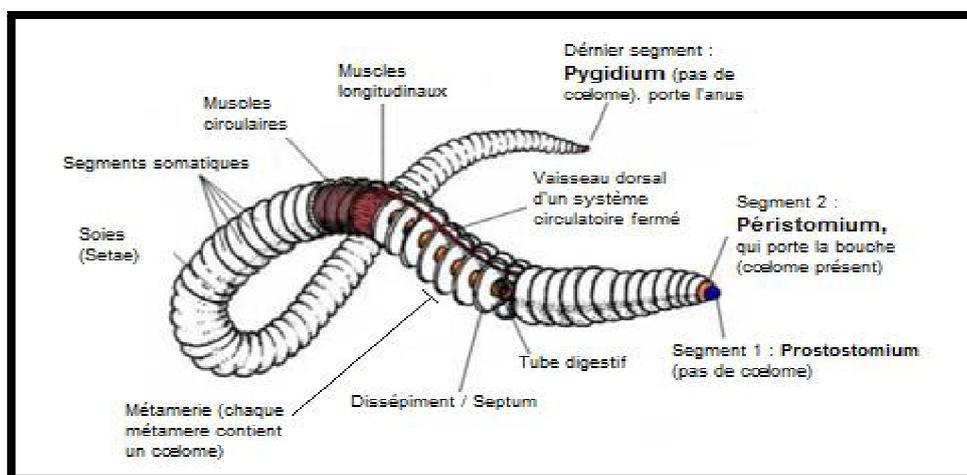


Figure 01 : Morphologie d'un ver de terre (d'après Sims et Gerard, 1999).

2.1.1. Le Péristomium:

Est le premier segment qui entoure la cavité buccale ; sur celui-ci se trouve une bosse ou un lobe appelé prostomium dont la forme est un des éléments qui permettent de déterminer l'espèce de ver de terre (Crow, 2012).



Figure 02 : Le prostomium (photo personnelle 13..02.2023)

2.1.2. Le metastomium (soma) :

Il constitue l'essentiel du corps du ver de terre. La première partie qui délimite l'orifice buccal se nomme « péristomium ». Chez l'adulte le soma peut être divisé par rapport au Clitellum en trois zones (Sims et Gerard, 1999) :

➤ **La zone antérieure (anté-clitélienne) :**

Elle possède une forte densité de cellules sensorielles et contient le cerveau. Sa morphologie est modifiée par le développement musculaire qui a un rôle mécanique important pour la pénétration des vers de terre dans le sol (Sims et Gerard, 1999).

2.1.3 Le clitellum : qui joue deux rôles importants dans la reproduction : il forme la gaine muqueuse qui favorise l'accouplement et il produit le cocon qui protège les œufs fécondés une fois qu'ils sont pondus (Houseman, 2000).



Le clitellum

Figure 03 :Leclitellum (photo personnelle13..02.2023)

➤ **La zone post-clitellienne :**

Elle se présente comme une succession de segments similaires. Sa fonction est essentiellement mécanique et digestive, elle permet aux vers de terre de s'accrocher à l'orifice du terrier lorsqu'ils explorent la surface du sol (SimsetGerard, 1999).

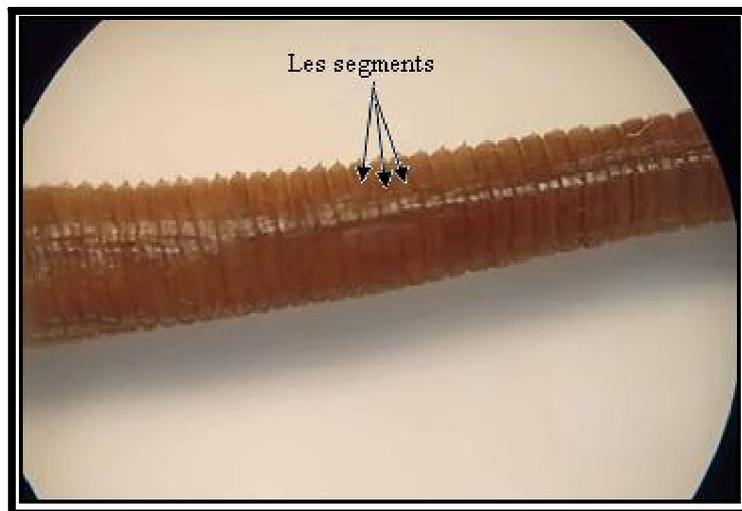


Figure 04 : Les segments d'un ver de terre (photo BEN AIDAetMAKHLOUF 2019).

2.1.4. Les Soies :

Sont des poils très fins dont le nombre sur les segments varie selon le segment du corps, les deux premiers segments ne possèdent pas de soies. Ces derniers interviennent dans la locomotion et la copulation (Crow, 2012).

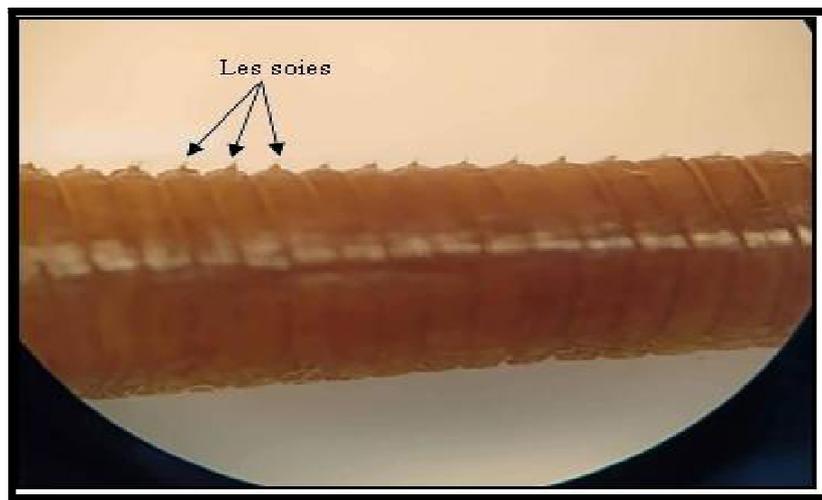


Figure05 :Les Soies d'un ver de terre (photo BEN AIDAet MAKHLOUF.2019).

2.2. Critères anatomiques internes :

La disposition des organes internes du ver de terre révèle que la quasi-totalité des organes vitaux sont regroupés dans la partie antérieure de l'organisme, qui part de la tête au dernier segment du clitellum (Yesudhasan et *al.*, 2013). L'épiderme externe représente un réseau de muscles circulaires et de muscles longitudinaux, séparés par un fin réseau de tissus nerveux. Une membrane péritoine qui permet de délimiter la cavité coelomique. Il est couvert d'une cuticule non cellulaire, fine et transparente qui couvre l'ensemble du corps. La cuticule réfléchit la lumière, mais elle permet aussi de faire ressortir les couleurs des couches sous-cutanées, en laissant traverser la lumière (Siegrist, 2011).

2.2.1. Le tube digestif :

Est constitué d'un tube interne qui parcourt toute la longueur de ver, Le tractus digestif commence par la cavité buccale, qui absorbe les aliments par succion. Il comprend successivement le pharynx, l'oesophage, le jabot, le gésier, puis l'intestin qui se termine au pygidium. Plusieurs pseudo-coeurs entourent la zone de l'oesophage (Crow, 2012).

2.2.2. Le système nerveux :

Le ganglion cérébral (cerveau, ganglion sous-pharyngien) est situé devant le pharynx mais il peut être partiellement enfoui dans les muscles qui relient le pharynx à la paroi du corps. Des connectifs s'étendent vers l'avant à partir du cerveau et d'autres se dirigent vers le bas et autour du pharynx pour rejoindre le ganglion sous-pharyngien, dans la région située derrière les organes reproducteurs et près du clitellum. Une paire de cordons nerveux ventraux relie les ganglions de chaque segment. À l'intérieur d'un segment, des nerfs issus de chaque ganglion innervent les septums et la paroi du corps. Trois grandes régions claires du côté dorsal de ce cordon sont les axones géants qui courent le long du cordon nerveux. Ils jouent un rôle important dans la réaction de fuite ; lorsque les axones géants se déchargent, tous les muscles longitudinaux de la paroi du corps se contractent, et le ver rentre rapidement dans son terrier pour échapper au danger (Houseman, 2000)

2.2.3. Le système circulatoire :

Le système circulatoire fermé est bien développé et comprend des vaisseaux contractiles et des réseaux de capillaires. Une partie du système circulatoire est imbriquée dans un tissu chlorogène jaunâtre qui intervient dans le métabolisme intermédiaire et la désamination des acides aminés. Le gros vaisseau sanguin rouge sur la surface supérieure du tube digestif est le vaisseau dorsal. Cinq paires de crosses aortiques, aussi appelés cœurs mais qui sont en réalité des vaisseaux latéraux (transversaux) relient le vaisseau dorsal au vaisseau ventral (Houseman, 2000).

2.2.4. 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).

2.2.5. 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

laparthénogénèse (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).

2.2.6. Le système respiratoire :

Du fait d'une respiration cutanée, les vers de terre ne possèdent pas de poumons, le corps doit rester humide pour permettre la respiration, ainsi que des (coeurs) latéraux jouant le rôle de pompes (Bouché, 1972).

3. Classification écologique des vers de terre :

Plusieurs études ont classé les vers de terre en trois catégories et en cinq familles à travers le monde (Byambas et *al.*, 2017). Les trois groupes écologiques qui regroupent les vers de terre sont :

3.1. les épigés : qui vivent en surface dans les amas de matières organiques et creusent peu ou pas de galeries dans le sol (Pérès et *al.*, 2011).

3.2. les anéciques : occupent la couche supérieure du sol autour de 25 cm, ils creusent des galeries verticales dont la longueur peut atteindre plusieurs mètres (Morin, 1999).

3.3. les endogés : vivent dans les couches plus profondes et creusent des galeries horizontales (Pérès et *al.*, 2011).

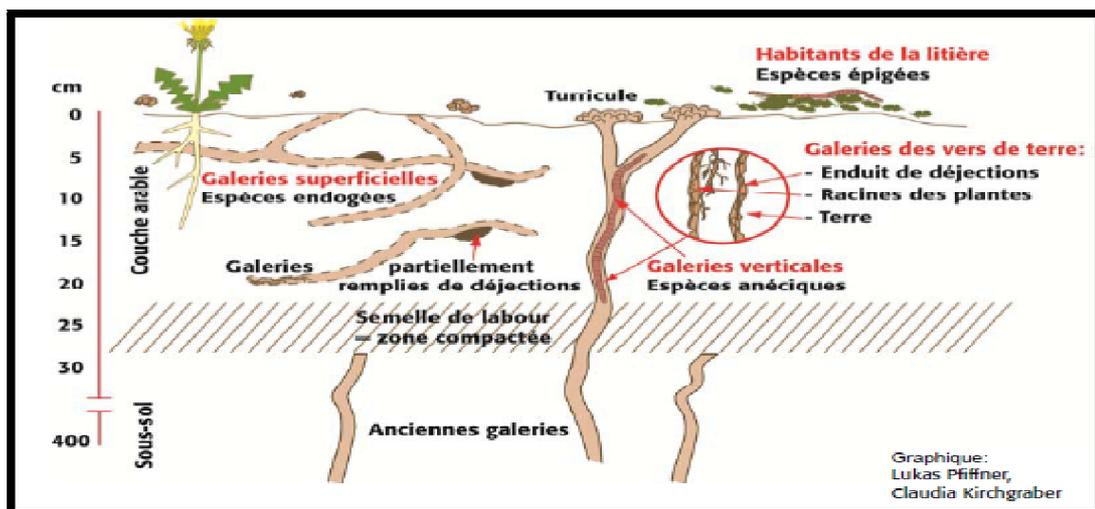


Figure 6 : Les zones où vivent les trois grands groupes des vers de terre. (Pfiffner, 2013).

Tableau 01 : Principales caractéristiques des trois catégories écologiques de vers de terre
(Piffner,2013).

Groupes	Epigés	Endogés	Anéciques
Description	Espèces qui habitent dans la litière de surface	Espèces qui creusent des galeries horizontales et superficielles	Espèces qui creusent des galeries verticales et profondes
Habitat	Dans la litière de surface, surtout dans les prairies, la forêt et le compost. Se trouvent rarement dans les sols labourés puisqu'il ne peut pas s'y former de couche de litière durable	Couche arable (5-40 cm), sols minéraux humiques. Surtout galeries horizontales et instables, les jeunes vers se trouvent généralement assez haut dans la zone des racines des plantes	Toutes les couches du sol jusqu'à 3-4 m de profondeur, creusent des galeries verticales et stables (8-11 mm) de diamètre où ils séjournent normalement pendant toute leur vie. Importants dans les sols agricoles
Grandeur	Petits, le plus souvent 2-6 cm de longueur	Petits ou jusqu'à 18 cm de longueur	Le plus souvent grands, 15-45 cm de longueur
Alimentation	Petits morceaux de plantes restés à la surface du sol	Débris de plantes mélangés à la terre de la couche arable	Tirent de grands débris de plantes dans leurs galeries d'habitation
Multiplication	Forte	Limitée	Limitée
Durée de vie	Courte : 1-2 ans	Moyenne : 3-5 ans	Longue : 4-8 ans
Sensibilité à la lumière	Faible	Forte	Modérée
Couleur	Globalement rougebrunâtre	Pâle	Rouge-brun, tête plus foncée
Exemples	Ver de compost, ver rouge du marécage	<i>Octolasiumlacteum</i> , <i>Allolobophora caliginosa</i>	Lombric, ver à tête noire

4. Cycle de vie :

Les vers de terre sont des hermaphrodites, ils se développent lentement sauf les épigés, ils ne produisent en effet qu'une seule génération par année qui produit au maximum huit cocons (oeufs), leur durée de vie atteint entre deux et huit ans selon l'espèce. Les vers de terre qui ont atteint leur maturité sexuelle se reconnaissent à un bourrelet ; un épaissement situé au tiers antérieur du corps appelé clitellum (Piffner, 2013). Le temps de maturation varie beaucoup entre les espèces et dépend des conditions du milieu (température, humidité, nourriture) (Razafindrakoto, 2013). 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 juvéniles vont progressivement acquérir des caractères sexuels secondaires externes liés à l'accouplement comme le puberculum tuberculeux ou les spores sexuels ils seront alors au stade sub-adulte (Razafindrakoto, 2013).

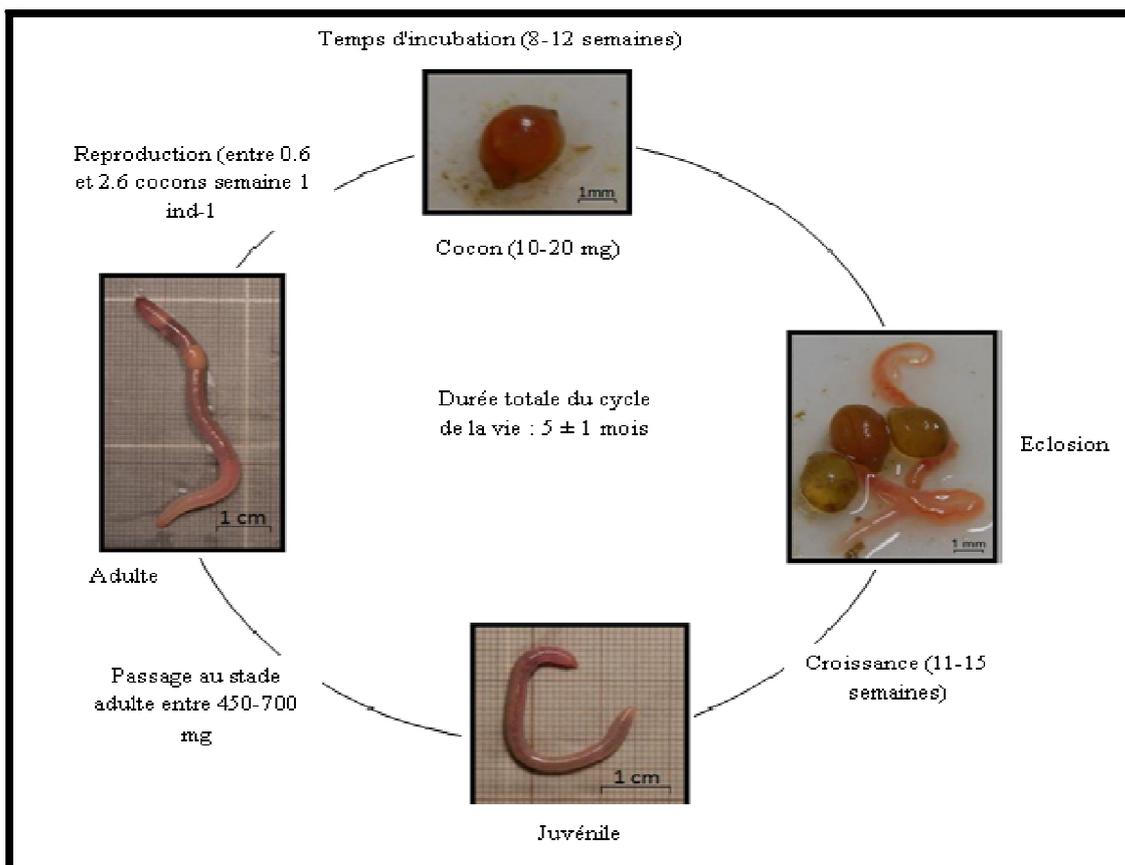


Figure 7 : Cycle de vie de en laboratoire dans un sol limoneux complété par la bouse de cheval broyée à 1 mm de la nourriture à 15c, entre 60 et 70 de la capacité de rétention en eau du sol (Bart et *al.*, 2018).

5. Les espèces du vers de terre :

Les deux espèces lombriciennes collectées de la commune de Hammamet (wilaya de Tébessa à l'est algérien) sont retenues dans notre expérimentation : *Eisenia fetida*, *A. caliginosa*

5.1. *Eisenia fetida* :

Eisenia fetida (Savigny 1826) appartient à l'embranchement des Annélides, sous-classe des Oligochètes, ordre des Haplotaxida, sous-ordre Lubrifica, famille des Lombricidae, genre *Eisenia* et espèce *Eisenia fetida* est une espèce corticole en milieu naturel ou épigée en milieu agricole et dans le fumier. Elle vit à la surface des milieux riches en matières organiques. Ce ver présente un tégument avec un ensemble de bandes rouges foncées en alternance avec des aires intersegmentaires jaunes moins pigmentées (Fig 09). *E. fetida* mesure de 50 à 120 mm de long, 3 à 5 mm de large pour une masse comprise entre 200 et 500 mg à l'âge adulte. La durée de vie de ce ver est de l'ordre de 1 à 2 ans. Cet animal possède un régime alimentaire de type détritivore, se nourrissant principalement de bouse de vache ou de crottin de cheval. Sa stratégie biodémographique est de type « r » avec une capacité de reproduction élevée, une croissance rapide compensant une faible longévité, une mobilité importante et une homochromie avec l'environnement (Bouché, 1972).

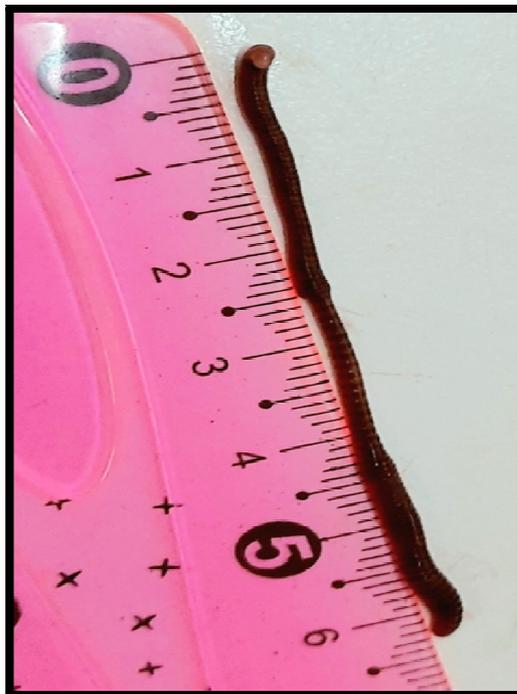


Figure 08 : Le vers de terre *E. fetida* (photo personnelle.2023)

5.2.A. *caliginosa* :

Cette espèce est synonyme de *Nicodrilus caliginosus* (Savigny, 1826) elle est caractérisée par des individus de taille petite à moyenne (110 à 120 mm de longueur et 3 mm de diamètre), avec une morphologie cylindrique et peu pigmentés (Sims et Gerard, 1999). Appartenant à la catégorie des endogées, ils sont géophages, vivent constamment enfouis dans le substrat et se nourrissent de matières organiques plus ou moins liées à la fraction minérale du sol. Ils construisent des galeries principalement horizontales (Sims et Gerard, 1999). La position systématique d'*A. Caliginosa* selon la dernière classification d'après la source d'inventaire national du patrimoine 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)



Figure 9 : Le vers de terre *A. Caliginosa* (photo personnelle, 02.03.2023).

II. Généralités sur les pesticides

1. Définition des pesticides :

Les pesticides sont des produits chimiques utilisés pour détruire, atténuer, prévenir ou repousser les organismes nuisibles tels que les insectes, les souris, les mauvaises herbes, les champignons et les micro-organismes. En raison de leurs propriétés, les pesticides servent à beaucoup d'objectifs utiles et sont couramment employés dans l'agriculture, d'autres usages professionnels ou domestiques. Néanmoins, du moment que ces agents sont biologiquement actifs, de ce fait ils peuvent potentiellement causer des effets néfastes aux humains, à la faune et à la flore (Vopham *et al.*, 2017).

2. Classification des pesticides :

Les pesticides sont généralement classés selon : La nature des cibles visées ; il existe principalement trois grandes familles : Les *herbicides* : contre les mauvaises herbes. Les *fongicides* : contre les champignons et les moisissures. Les *insecticides* : contre les insectes nuisibles. La nature chimique de la substance active qui compose les produits phytosanitaires. 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 (Hatcher *et al.*, 2017).

3. Phoenix 5EC

3.1. Définition :

C'est un insecticide préventif et curatif utilisé pour le contrôle d'un grand nombre d'insectes broyeur, suceurs appartenant à différents ordres (Coléoptères, Homoptères ...) sur différentes cultures. A une action foudroyante sur les insectes et une bonne persistance d'action. A un effet sur les insectes avec de faibles doses et sur les acariens rouges en affectant leur reproduction. (SARL.BPI /ENH-DOUDAH). Phoenix est insecticide qui agit par contact et par ingestion, il a aussi une action répulsive. Sa matière active est Lambda Cyhalothrine (Fig 22.).

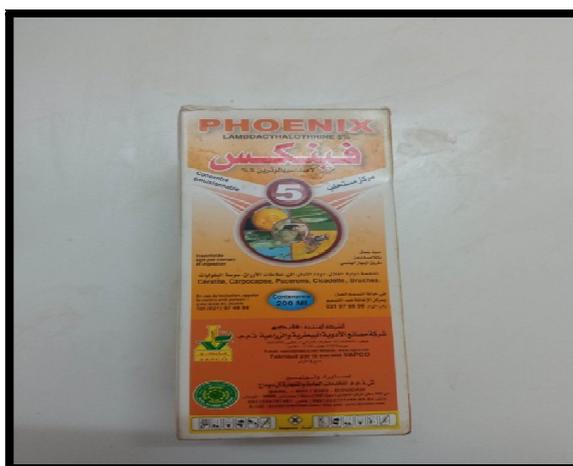


Figure10 : l'insecticide Phoenix (photo personnelle,02.03.2023).

La lambda cyhalothrine[3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl) - 2,2Dimethylcyclopropanecarboxylate] est un insecticide pyréthinoïdes de synthèse de type II dont les utilisations en agriculture sont de plus en plus importantes. Cette substance active est constituée de deux des quatre formes énantiomères de la cyhalothrine. Elle agit au niveau du système nerveux et provoque la paralysie et la mort après contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles. Elle présente une action frénatrice sur les cariens phytophages ainsi qu'une action ovicide sur les œufs de lépidoptères (papillons) Ansari, *etal.*, (2012).

Tableau 02 : Les propriétés physico-chimiques du La lambda cyhalothrine (Sanco DG. 2011)

(Tomlin CD. 2000). Molécule	Formule	Propriétés physico-chimique
<p>Lambda</p> <p>Cyhalothrine</p>		<p>Apparence /état ambiant : Solide incolore à beige</p> <p>Masse molaire : 449,85 g/mol</p> <p>Solubilité : peu soluble dans l'eau (4.10⁻³ à 20°C)</p> <p>Toxicité : Poisson (CL50 -96 h de 0,24 ug/L)</p> <p>Pka: 1,970 à 7,610 U.S. EPA/OPP</p>

3.2.Description :

Elle agit par contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes à des doses très faibles. Il présente une action freinatrice sur acariens phytophages ainsi qu'une action ovicide sur les œufs de Lépidoptères. Grâce à sa tension de vapeur très basse, sa persistance d'action est de l'ordre de 3 à 4 semaines, même en conditions chaudes et ventées.

Abréviation :CYH

Numéro CAS :91465-08-6

Synonymes :cyhalothrine-lambda, lambda-cyhalothrin

Types de pesticides :Insecticide, Médicament topique destiné aux animaux

Types d'activités :

Comportement sur la culture : Non systémique

Mode de pénétration sur l'ennemi : Insecticide d'ingestion

Mode de pénétration sur l'ennemi : Insecticide de contact

Famille chimique :Pyréthroïdes synthétiques

Groupede résistance :3A

Risque de développement de la résistance :ModéréCommentaires sur la résistance Liste des insectes confirmés résistants au Québec : doryphore de la pomme de terre, fausse-teigne des crucifères, tordeuse à bandes obliques. Liste des insectes et acariens soupçonnés résistants au Québec : aleurode des serre, aleurode du tabac, carpocapse de la pomme, cécidomyie du chou-fleur (aucun cas de résistance confirmé mondialement), mouche mineuse serpentine américaine, punaise terne, pyrale du maïs, tétranyque à deux points, thrips de l'oignon, thrips des petits fruits.

3.3.Mode d'action :

Effet sur les fonctions physiologiques : nerf et muscle.

Mode et site d'action : modulateur du canal ionique sodium. Action toxique au niveau des axones par interférence avec le fonctionnement du canal sodium, au niveau du SNC et du SNP, par stimulation de décharges nerveuses à répétition causant la paralysie.

4. oscar

4.1.Description :

Absorbé par les feuilles et les racines, sa systémie lui permet de migrer vers les zones de croissance. Il inhibe l'enzyme acétolactatesynthase (ALS) conduisant à la synthèse des acides aminés ramifiés. Ceci provoque alors l'arrêt de croissance des adventices puis leur destruction complète. Il est efficace sur de nombreuses dicotylédondr annuelles ou vivaces alchémille, anthémis, bleuet, céraiste, chardons, coquelicot, Crucifères, lamier, matricaires, Umbellifères, pensée sauvage, renouée des oiseaux, renouée liseron, rumex, stellaire et véronique de Perse. (Référence : Association de coordination technique agricole. Index phytosanitaire ACTA 2021.)



Figure11 : le produit utilisé (photo personnelle.02.03.2023)

Abréviation	MEX
Numéro CAS	101200-48-0
Synonymes	tribenuron-méthyl
Types de pesticides	Herbicide
Types d'activités :	Mode de pénétration dans la plante : Foliaire et racinaire Mode de migration dans la plante : Importante (systémie)
Famille chimique	Sulfonylurées
Groupe de résistance	2

4.2 .la résistance :

Liste des mauvaises herbes confirmées résistantes au Québec (2011-2021) :

abutilon à pétales jaunes, amarante à racine rouge, amarante de Powell, amarante tuberculée (résistance unique et multi-résistante (2+9), (2+14), (2+5+9), (2+9+14), (2+5+27), (2+5+9+27), canola spontané, chénopode blanc, morelle noire de l'Est, moutarde des oiseaux, petite herbe à poux (résistance unique et multi-résistante (2+5), (2+6), (2+9), (2+14), (2+9+14), sétaire géante, stellaire moyenne, vergerette du Canada (résistance unique et multi-résistante (2+9).

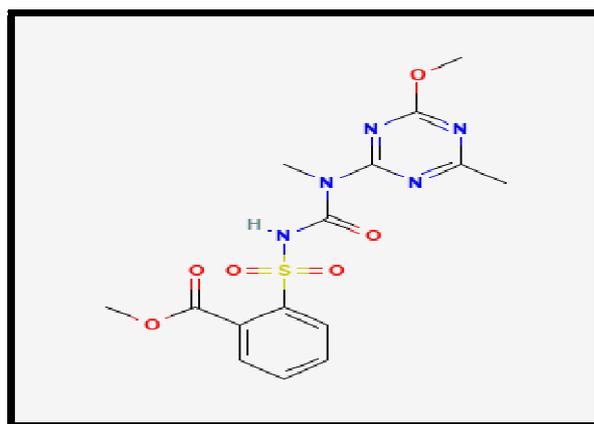


Figure12 : structure chimique du tribenuron- méthyl

Effet sur les fonctions physiologiques : métabolisme cellulaire.

4.3. Mode d'action :

inhibiteur de l'acétyl-CoA synthase (ALS), aussi appelée acétyl-CoA synthase (AHAS). Inhibiteur de la biosynthèse des acides aminés ramifiés.

Matériels et Méthodes

III. Dispositif expérimental

1. Présentation du site de collecte des vers de terre :

Le travail est réalisé dans la région de Hammamet (wilaya de Tébessa à l'est algérien).

➤ **Site de hammamet :**

- Site 1 : (35°26'04.8"N 7°57'39.2"E)
- Site 2 : (35°27'25.6"N 7°57'20.8"E)
- Site 3 : (35°27'07.5"N 7°57'15.8"E)

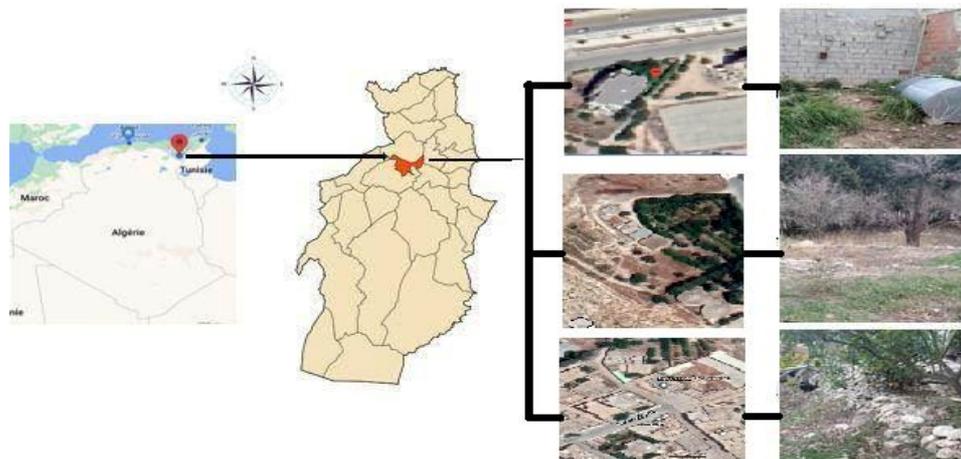


Figure 13. Carte géographique de hammamet, avec les différents sites de collection des vers de terre.

2. Matériel utilisé:

2.1. Sur le terrain :



Figure 14: Le matériel utilisé sur le terrain.

(A) Hache. (B) sol. (C) Bâche. (D) porte manger(photo personnelle 2023).

2.1. Au laboratoire :



Figure15:Le matériel utilisé au laboratoire. (photos personnelle, 2023).
 (A) Balance. (B) Micropipette. (C) Agitateur. (D) Centrifugeuse. (E) PH mètre(F)Spectrophomètre
 (G)pocesseur à ultrasons . (H) Les ciseaux. (I) Tube eppendorf. (Photos personnelle, 2023).

3. Travaux au laboratoire

3.1. Rinçage et tri des vers de terre :

- Rinçage des échantillons :

Les échantillons collectés ont été placés dans un récipient contenant de l'eau pour les rincer. Certains vers sont très petits, et demandent une capacité d'observation particulière. Pour chacune des boîtes, les vers collectés sont triés et comptés selon leur stade de maturité

- Conditions expérimentales :

Selon Heimbach, (1984) l'élevage est réalisé un mois avant les expériences pour une meilleure adaptation dans les terrariums qui contiennent le sol de collecte. Tous les vers de terre analysés ont préalablement été nettoyés avec de l'eau, séchés avec du papier absorbant. Ils ont ensuite été mis sur du papier filtre, dans des boîtes de Pétri pendant 05 heures. L'objectif est de vider leur estomac du sol ingéré. Les vers de terre utilisés dans cette étude étaient des adultes

3.2. Au laboratoire :

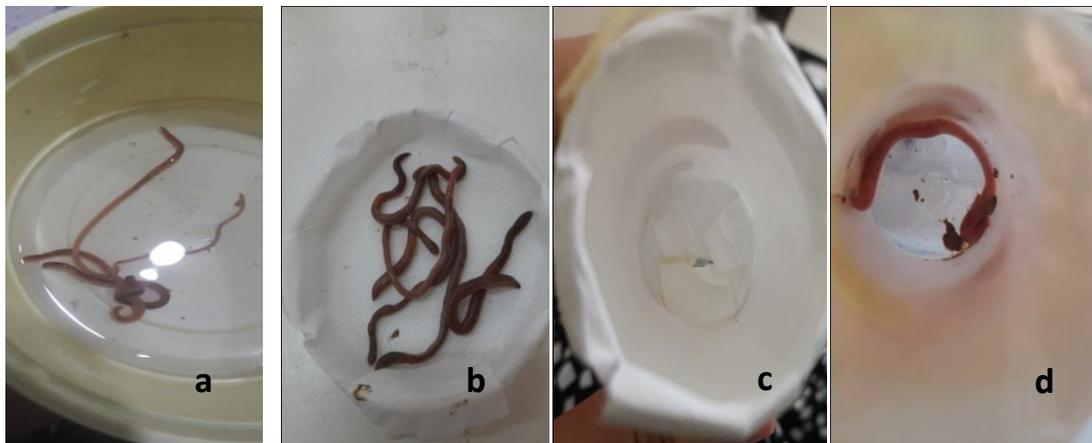


Figure 16: Les étapes du test (Photos personnelle, 2023).

A/ rinçage du vers de terre avec l'eau de robinet. **B/** Mettre les vers de terre dans une boîte de pétri avec du papier filtre pour vider leurs estomacs. **C/** Mettez chaque vers dans un flacon dans leur bord recouvert à l'intérieur du papier filtre qui contient de l'insecticide **D/** fermez les flacons avec un parafilm perforé pour que le ver respire (Photo personnelle 2023).

3.3. Traitement :

Il est recommandé d'utiliser des fioles de verre à fond plat d'environ 8 cm de hauteur et 3 cm 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 désionisée. Après séchage il faut ajouter 1/2 ml d'eau désionisée à chaque fiole afin d'humidifier le papier filtre. Chaque fiole est fermée par un couvercle ou par un film de plastique, avec un petit trou pour la ventilation. Pour chaque dose, le minimum requis est de dix expériences identiques avec un ver par fiole. On ne doit pas utiliser plus d'un ver par fiole parce que la mort de l'un d'eux peut exercer une influence défavorable sur les autres vers du même récipient. Dans chaque essai, on utilise une série de doses et dix fioles 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. Au cours de l'essai, les fioles sont posées sur le côté sur des plateaux.

Les essais sont réalisés dans le noir et pendant une période de 48 heures. 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.

4.4. Dosage enzymatique

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

L'activité des glutathion S-transférases (GSTs) est déterminée selon la méthode de (Habig *et al.* 1974). Elle est basée sur la réaction de conjugaison entre la GST et un substrat, le CDNB (1-chloro 2, 4 dinitrobenzène) en présence d'un cofacteur, le glutathion (GSH) et mesurée à une longueur d'onde de 340 nm dans un spectrophotomètre. L'activité est déterminée d'après la formule suivante

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

Toxicité potentielle d'unmixture sur un invertébré de la famille des coelomates 10

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 dutemps.

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

4.4.2. Dosage des Protéines totales :

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de (Bradford ,1976), dans une fraction aliquote de 100 μl à laquelle on ajoute 4 ml de réactif du bleu brillant de commassie (BBC) G250 (Merck). Celui-ci révèle la présence des protéines en les colorants en bleu. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm (Tab 03).

Tableau 03: 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

5. Analyses statistiques:

Pour déterminer les différences entre les moyennes des traitements, l'analyse de variance a été effectuée à l'aide du logiciel Graphpadprism. En cas de différences significatives, le test de Tukey (HSD) et le test de Student ont été utilisés pour séparer les moyennes des différents traitements. Tous ces paramètres ont été analysés au seuil de signification de 5%. Pour le calcul de l'activité enzymatique et le taux de protéines total, les données obtenues sont traitées par le logiciel Excel. Les données sont présentées par la moyenne \pm écart type

Résultats

Résultats :

La biomasse et l'abondance des vers de terre sont étudiées pendant la période de collecte (janvier).

Parmi 71 individus collectés, 28 (40%) sont des adultes reliés à 3 échantillons collectés pendant la période d'étude (figure 17). Trois espèces sont identifiées parmi les individus conservés, appartenant à la famille Lumbricidae, comprenant *Aporrectodea caliginosa* (17), *Allolobophora chlorotica* (03) et *Microscolexphosphoreus* (08).

1. Biomasse et abondance totale :

La biomasse et l'abondance totale des vers de terre collectés dans le site d'El Hammamet ont été estimées à partir de trois quadrats de dimensions 30*30*30 cm. Ainsi, la biomasse est égale à $122,32 \pm 80,46 \text{ g/m}^2$ alors que l'abondance égale à $262,96 \pm 143,30 \text{ individus/m}^2$.

1.1 Abondance relative au stade de développement :

On note la présence en grande proportion de vers juvéniles par rapport à la proportion des adultes.

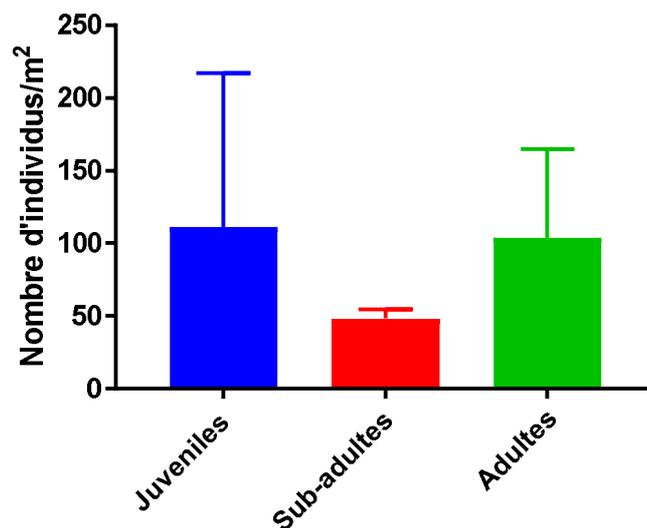


Figure 17 : L'abondance des vers relative au stade de développement dans le site d'étude (m±s; n=3)

1.2. Abondance relative des taxons:

Les peuplements lombriciens sur le site d'étude sont très largement dominés par l'espèce *A. caliginosa* (61 %), suivie par *M. phosphoreus* (28 %). L'espèce la moins présente est *Al. chlorotica*.

■ *Aporrectodea caliginosa* ■ *Microscolex phosphoreus* ■ *Allolobophora chlorotica*

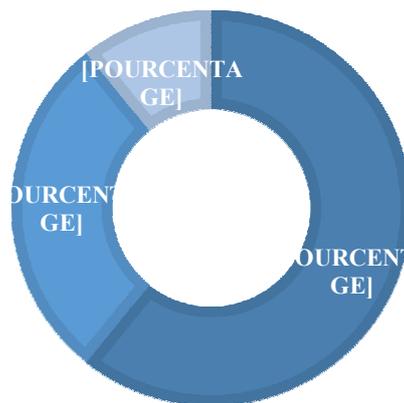


Figure 18 : pourcentages des espèces de vers de terre identifiées dans la région d'El Hammamet

2. Identification :

Sur les trois sites de collecte dans la région de Youkous (Hammamet), 4 espèces ont été récoltées. Chaque espèce a ses propres caractéristiques. Ainsi, l'espèce *M. phosphoreus* (décrite pour la première fois à Tébessa) a la plus petite taille et une couleur rougeâtre.

Les caractéristiques morphologiques des espèces de vers de terre récoltées sont représentées dans le tableau (04).

Tableau 04 : Comparaison entre les caractéristiques des différentes espèces de vers de terre collectées dans le site d'étude.

Caractéristique	<i>A.caliginosa</i>	<i>Al.chlorotica</i>	<i>M.phosphoreus</i>	<i>E.fetida</i>
Le poids (g)	0.21 – 2.58	0.20 – 0.99	0.24 – 0.38	0.23
Longueur (cm)	4 -16	6 - 11	4 - 8	6.5
Diamètre (mm)	2 -6	2 - 3	2 - 3	2
Nombre de segments	109 - 172	160 - 125	77 - 130	
Couleur	Marron avec un gradient (D/V)	marron clair	rougeâtre	Rouge avec des anneaux jaunes
Prostomium	Epilobique	Epilobique	Epilobique	Epilobique
Clitellum	Entre le 27 ^{me} et 34 ^{eme} segment	Entre le 29 ^{eme} - 36 ^{eme} segment	Entre le 13 ^{eme} et 17 ^{eme} segment	Entre le 26 ^{eme} et 32 ^{eme} segment
Tuberculapubertatis	Entre le 31 ^{eme} et le 33 ^{eme} segment	Entre le 31 ^{eme} , 33 ^{eme} et 35 ^{eme} segment	Absent	Entre le 28 ^{eme} et 30 ^{eme} segment
Setae	P.L et V : Géminées	P.L et V : Géminées	Ecartées	P.L et V : Géminées

2.1. *Aporrectodea.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^{eme} et 34^{eme} segment et les tubercules pubères entre le 31^{eme} et le 33^{eme} segment (fig19).

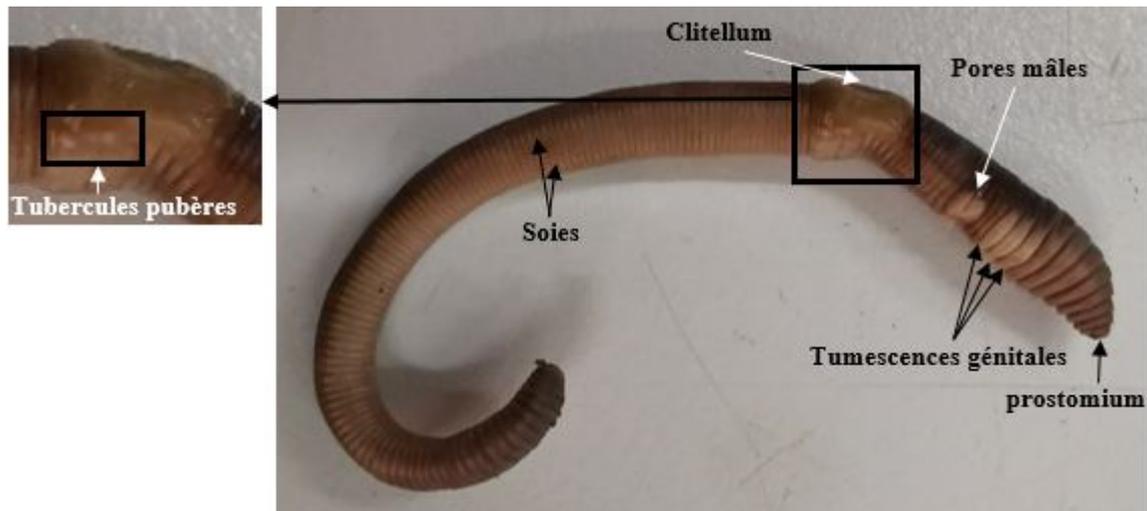


Figure 19: Morphologie générale d'*A. caliginosa* (photo personnelle 2023).

2.2. *Microscolexphosphoreus* :

Cette espèce a une couleur rougeâtre, un clitellum compris entre le 13^{ème} (14^{ème}) et 17^{ème} segment, des tubercules pubères absents et des pores mâles sur le segment 17 ainsi que des soies écartées (Fig20)

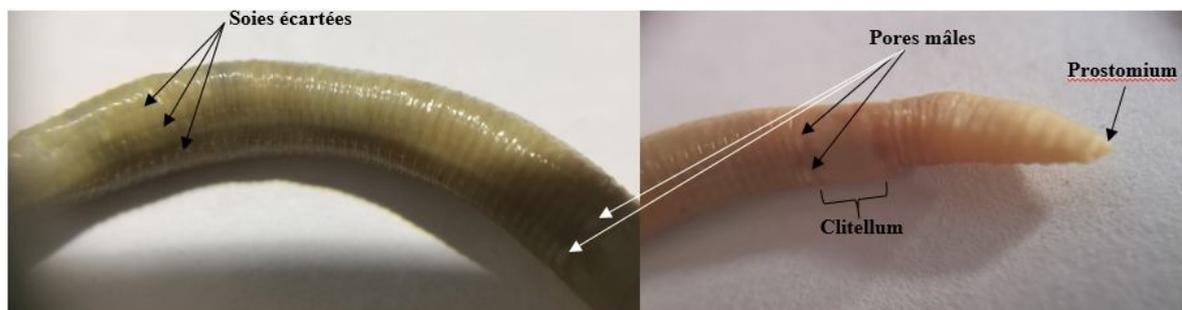


Figure 20: Morphologie générale de *Microscolexphosphoreus* (photo personnelle 2023).

2.3. *Allolobophorachlorotica* :

Cette espèce a une couleur marron clair, un clitellum compris entre les segments 29-36, des tubercules pubères sur les segments 31, 33 et 35 et des pores mâles sur le segment 15 (Fig 18).

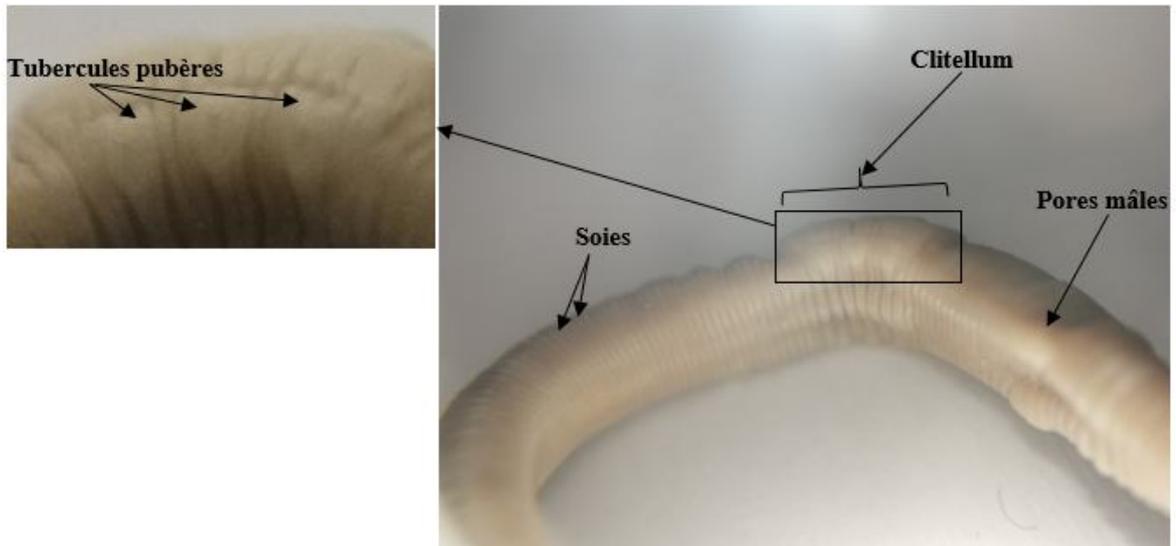


Figure 21: Morphologie générale de *Allolobophora chlorotica* (photo personnelle 2023).

2.4. *Eisenia fetida* :

Elle a une couleur exceptionnelle avec des segments marron et des régions inter-segmentales jaunes claires. 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. 19).

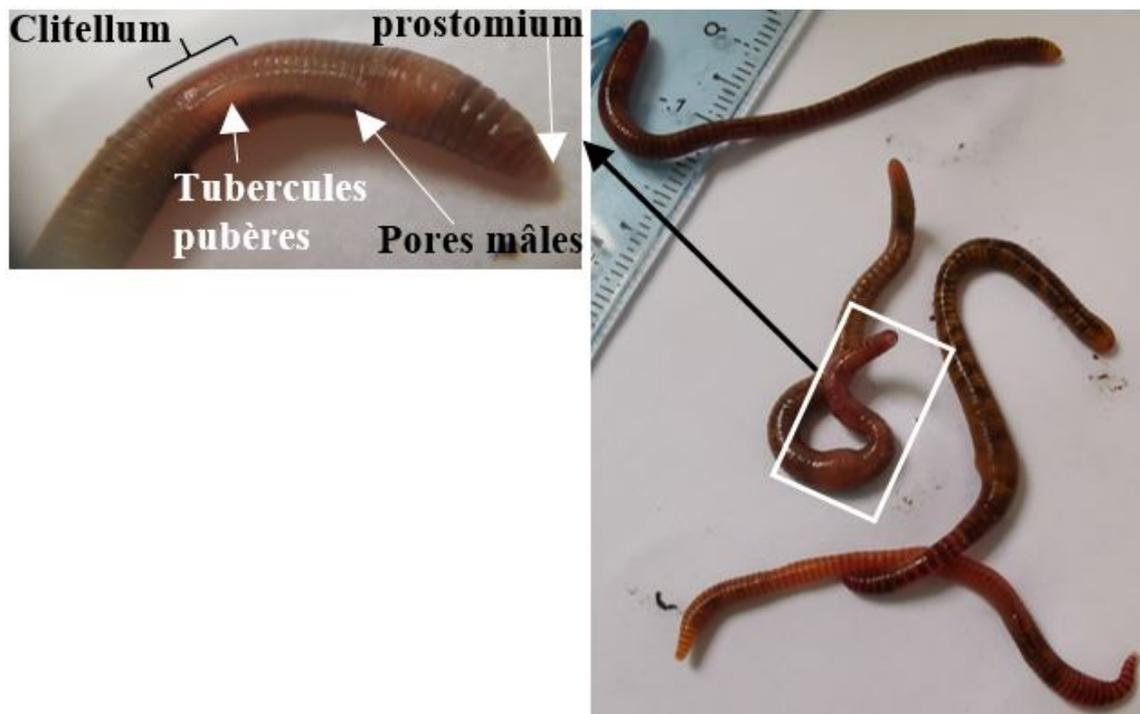


Figure 22: Morphologie générale de *Eisenia fetida* (photo personnelle 2023)

4.Effet d'une mixture de pesticides (Oscar et phoenix) 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 (Fig23).

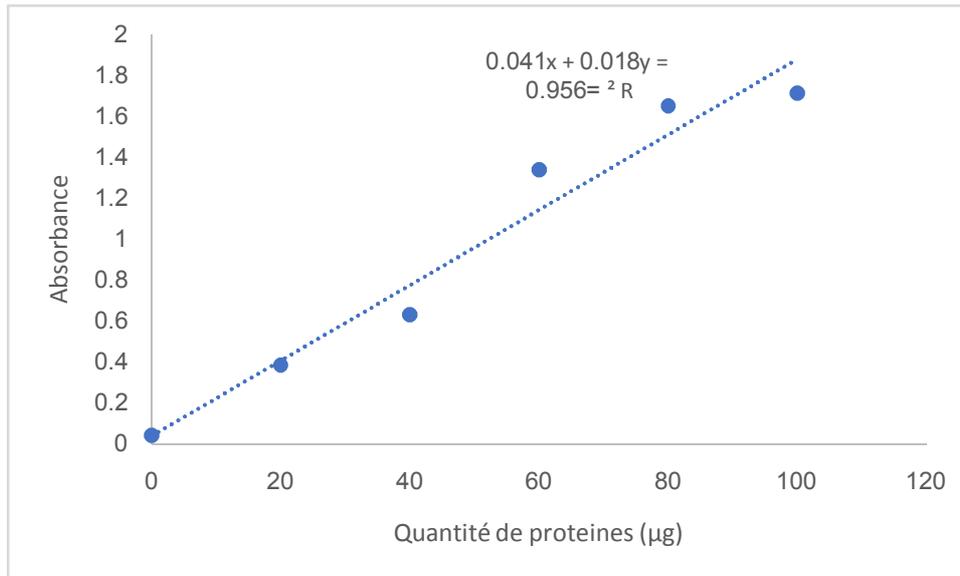


Figure23: Droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (µg) (R^2 : coefficient de détermination).

4.1.E.fetida :

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

La figure (24) montre les effets du mixture à différentes concentrations CL10 et CL25 après 48h sur le taux des protéines totales dans les parties postérieures des vers de terre.les deux concentrations CL10 et CL25 n'ont provoqués aucun changement significatif ($p=0.197$) sur la quantité de protéines totale par rapport au témoin.

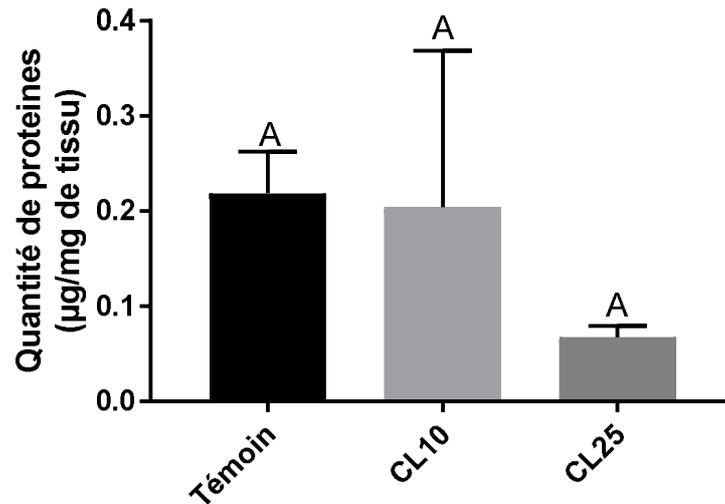


Figure24: effet des concentrations sub-létales de mixture de pesticides (Oscar et Phoenix) sur la quantité de protéines totales après 48 heures ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$)Test de Tukey HSD)

4.2.A. caliginosa :

La figure (25) montre les effets d'une mixture de pesticides (*Oscar et phoenix*) à différentes concentrations cl10 et cl25 après 48h sur le taux des protéines totales dans les parties postérieures des vers de terre. Les deux concentrations CL10 et CL25 n'ont provoqués aucun changement significatif ($p=0,392$) de la quantité de protéines par rapport au témoin.

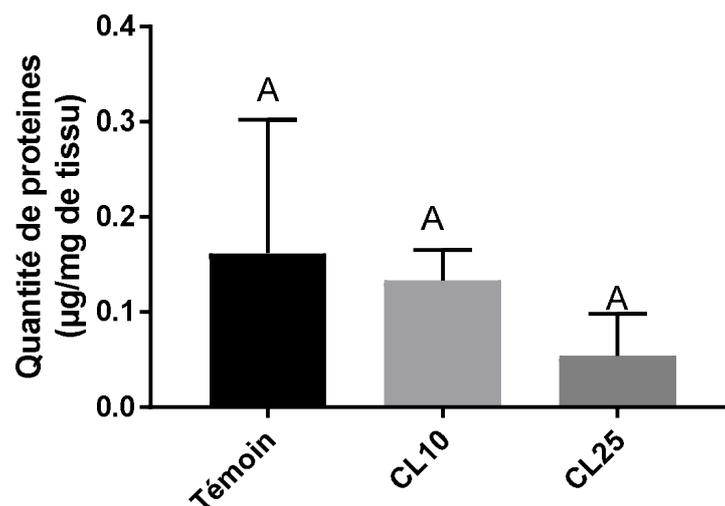


Figure 25 : effet des concentrations sub-létales de mixture de pesticides (Oscar et Phoenix)sur la quantité de protéines totales après 48 heures ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p < 0,05$)Test de Tukey HSD)

La figure suivante compare la quantité de protéines totales après 48 heures chez les deux espèces étudiées (*E. fetida* et *A. caliginosa*) dans les parties postérieures des vers de terre. Nos résultats montrent que dans les deux concentrations testées Cl10 et Cl25 ne présentent pas de différence significative par rapport au témoins entre les deux espèces pendant 48h d'exposition au la mixture de pesticides.

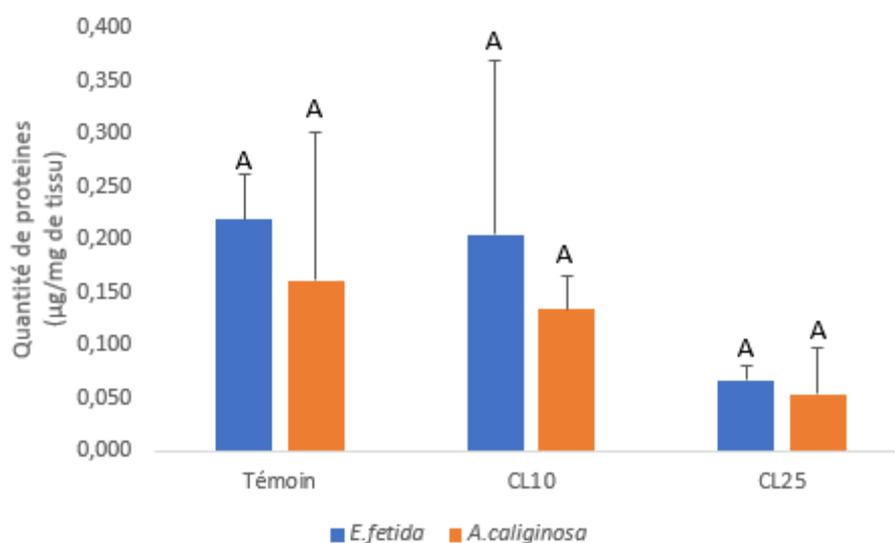


Figure 26: la quantité de protéines totale après 48 heures chez les deux espèces étudiées (*E. fetida* et *A. caliginosa*) ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$), Test de student).

5. Effet d'une mixture de pesticides (oscar et phoenix) sur l'activité Glutathion-S-Transférase

5.1. *E. fetida*:

La détermination de l'activité spécifique de la GST est estimée par application de la formule de Habig et al. (1974). La figure (27) illustre l'effet de mixture de pesticides sur l'activité de GST au niveau de la partie clitellienne des vers de terre après 48 heures. L'activité de GST chez les séries traités par la concentration sub-létal Cl10 ne provoque aucun changement significatif par rapport au séries témoins pendant 48 heures d'exposition au la mixture. Alors que les séries traités par la concentration sub-létal Cl25 manifestent une différence significative (une augmentation de l'activité de GST) par rapport au témoins et les séries Cl10 pendant 48h d'exposition.

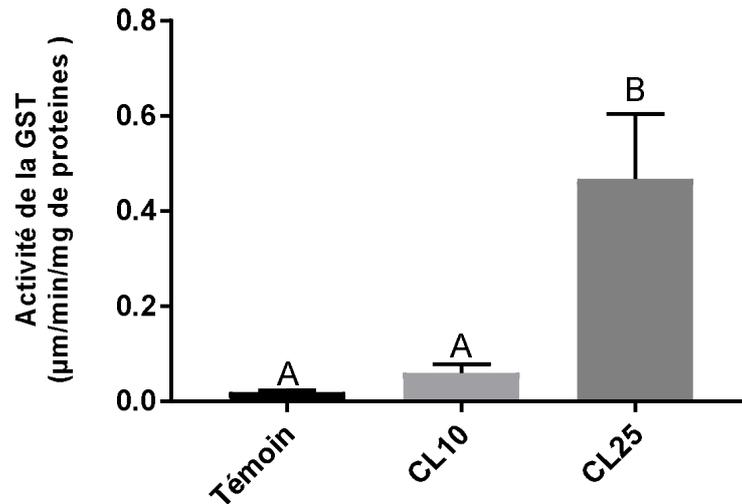


Figure 27: effet des concentrations sub-létales de la mixture sur l'activité GST après 48 heures d'exposition ($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$), Test de Tukey).

5.2.A. caliginosa:

La détermination de l'activité spécifique de la GST est estimée par application de la formule de Habig et al. (1974). La figure (28) illustre l'effet de la mixture sur l'activité de GST au niveau de la partie clitellienne des vers de terre. L'activité de GST chez les séries traitées par la concentration sub-létal CL10 ne présente aucun changement significatif par rapport aux séries témoins pendant 48 heures d'exposition à la mixture. Alors que les séries traitées par la concentration sub-létal CL25 manifestent un changement significatif ($p=0.032$) (une augmentation de l'activité de GST) par rapport aux témoins et les séries CL10 pendant 48h d'exposition.

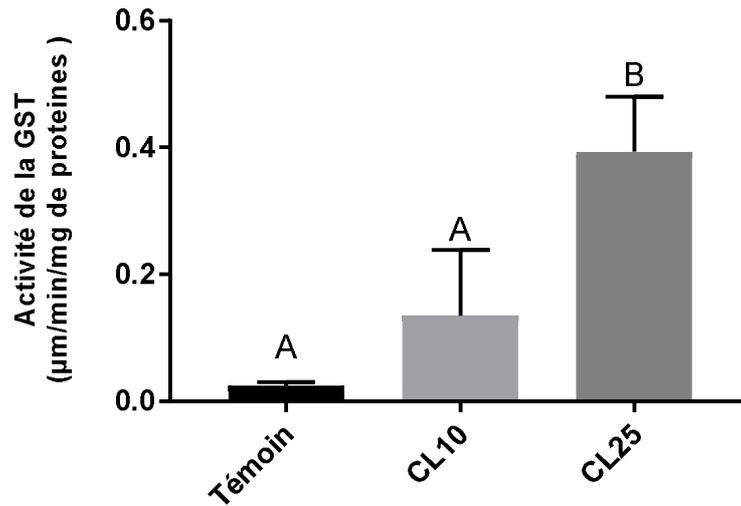


Figure 28 : effet des concentration sub-létales de la mixture de pesticides (Oscar et Phoenix) sur l'activité de la GST après 48 heures d'exposition($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p<0,05$)Test de Tukey).

La figure suivante compare l'activité de la GST entre les deux espèces étudiée (*E.fetida* et *A. caliginosa*) au niveau de la partie clitelienne des vers de terre . Nos resultats montrent que les séries traité CL10 présentent une différence significative ($p=0.002$) entre les deux espèces étudiées, où on constate que l'activité de GST chez *A.caliginosa* est nettement supérieure par rapport à *E. fetida* alors que les séries traités CL25 ne présente pas de différence significative entre les deux espèces pendant 48 h d'exposition au la mixture.

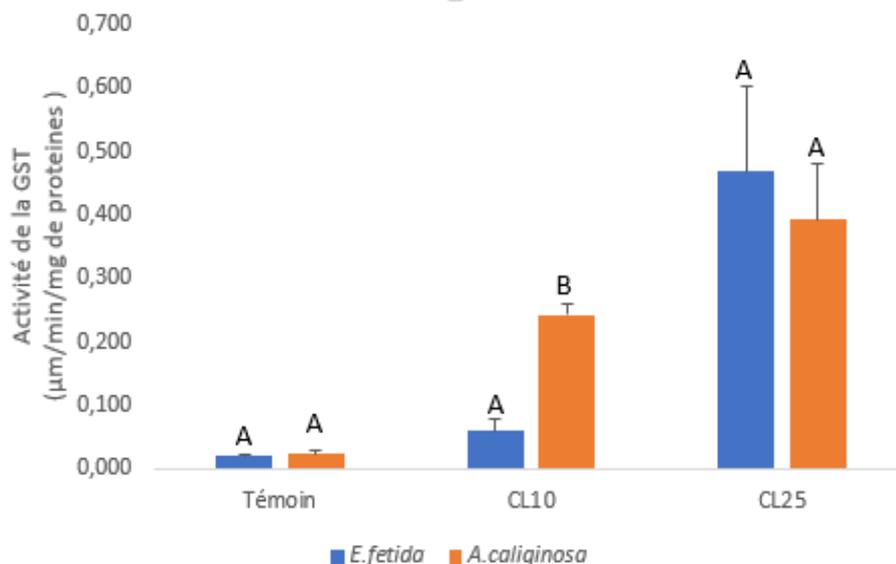


Figure29 : l'activité enzymatique de la GST après 48 heures chez les deux espèces étudiées (*E.fetida* et *A.caliginosa*)($m \pm SD$; $n=3$). (Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes($p< 0,05$)Test de student).

6. Corrélation entre quantité de protéines et activité enzymatique de la GST :

Chez l'espèce *E. fetida*, on constate que la corrélation entre l'activité de GST et la quantité de protéines est inversement proportionnelle ($r = -0,60$). Cette corrélation est statistiquement significative ($p = 0,041$)

Par contre chez *A. caliginosa*, cette corrélation est faible ($r = -0,50$) et non significative ($p = 0,169$).

Discusión

Discussion

Discussion

La préservation de la qualité des sols est devenue au même titre que la protection des milieux aquatiques. Pour cela il est indispensable d'utiliser des espèces bioindicatrices qui reflètent la qualité des sols en utilisant les invertébrés terrestres, qui font l'objet de plusieurs recherches; ces derniers ont une forte sensibilité aux variations physicochimiques de leur milieu (Markert, 2007), c'est le cas des vers de terre utilisés souvent pour mesurer les effets des substances polluantes par l'étude de leur survie, de leur croissance, de leur reproduction et de leur comportement en contact de ces produits (Godet, 2010).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à évaluer les effets d'une mixture de pesticides *PHOENIX* (Lambda-cyhalothrine) et *OSCAR* (Tribenuron-methyl) sur les paramètres physiologiques du vers de terre *E.fetida* et *A.caliginosa* pendant la période de traitement dans les conditions de laboratoire.

2. La densité :

Dans nos sites d'étude, l'abondance égale à $262,96 \pm 143,30$ ind/m². Ces résultats sont inférieurs à ceux de Labchaki et Merah (2016) dans les deux sites d'El Malabiod et El Hammamet. Par contre, nos résultats sont beaucoup plus élevés à ceux obtenus par Hammou, (2014) qui note des valeurs de densité variant de 21 ind/m² à 84 ind/m², dans la région d'El Hodna (Etage bioclimatique aride). ceux de Litim et Zoughlami (2015) dans le site d'El-Merdja à Tébessa, et à ceux Saadi et Menasria (2018) dans le site de Negrine. Bazri, (2015) confirme que certaines espèces lombriciennes peuvent avoir des densités élevées dans l'étage bioclimatique aride lorsque les conditions sont propices surtout l'humidité du sol.

Les résultats montrent que dans les deux sites, la moyenne des juvéniles est supérieure à celle des sub-adultes et des adultes. L'échantillonnage des lombriciens s'est effectué entre février et mai qui est, probablement, une période propice pour l'activité des lombriciens dans le climat Algérien ; la raison pour laquelle les juvéniles sont importants (Bazri, 2015). Dans cette saison, l'activité et l'abondance des vers est à son pic, où l'éclosion de récents juvéniles a un effet remarquable (Reynolds 1977 ; Shakir and Dindal 1997).

Discussion

2. Biomasse :

Dans nos site d'étude, la biomasse égale $122,32 \pm 80,46 \text{ g/m}^2$ au site de youkous El Hammamet en mois de janvier .. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Litim et Zoughlami (2015) dans le site d'El-Merdja à Tébessa et ceux de Labchaki et Merah (2016) dans les deux sites d'El Malabiod et El Hammamet. Similairement, nos résultats sont nettement élevés par rapport aux gammes de variation des biomasses lombriciennes sur l'ensemble des sites du programme bio-indicateur 2 en Bretagne Cluzeau et *al.*, (2012). Par contre, nos résultats sont beaucoup plus élevés à ceux obtenus par Hammou, (2014) qui note des valeurs de biomasse variant de $5,84 \text{ g/m}^2$ à $18,2 \text{ g/m}^2$, dans la région d'El Hodna. Et ceux Saadi et Menasria (2018) dans le site de Negrine.

Cette différence de résultats peut être expliquée par la différence des conditions climatiques ainsi que le type de terrain exploré

3. Identification

En Algérie, Omodeo et *al.*, (2003) estiment que la biodiversité est faible sur l'ensemble du territoire Maghrébin (Maroc, Algérie et Tunisie). En effet, ils n'ont signalé que 38 espèces dont 24 se trouvent en Algérie. Ainsi, dans le secteur algérois, Baha (1997) a recensé 11 espèces. Dans le Constantinois, Ouahrani (2003) a déterminé 11 espèces et dans la vallée du Soummam dans la Kabylie, Kherbouche et *al.*, (2012) ont signalé 5 espèces (*Aporrectodeacaliginosa*, *Aporrectodearosea*, *Allolobophorachlorotica*, *Octodriluscomplanatus* et *Microscolexdubius*).

A travers l'échantillonnage réalisé dans la région de El -Hammamet Tebessa (source de youkous), on a recensé 04 espèces lombriciennes : *Aporrectodea caliginosa*, *Eiseniafetida*, *Allolobophorachlorotica*, *Microscolexphosphoreus*.

L'espèce *A. caliginosa* ou *Nicodriluscaliginosus*, l'espèce la plus commune et dominante dans la région de Tébessa (Bouazdia et Habes, 2017), elle a été trouvée dans les trois sites de collecte. Elle est fréquente dans les sites de El Merdja (Litim et Zoughlami, 2015), Hammamet et El Malabiod (Labchakin et Mrah, 2016) ainsi que Negrine et Gourigieur (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 ainsi que Kourtel et *al.*, (2017) dans le Nord Est de la Wilaya de

Discussion

Batna. Smith (1917), Stephenson (1930) et Omodeo (1948) l'ont caractérisé comme l'espèce de vers de terre la plus communément trouvée.

L'espèce *Eiseniafetida*: c'est une espèce d'origine européenne, elle appartient au groupe des vers épigés (Bouché, 1977). 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). 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). Aussi, c'est une espèce ubiquitaire avec une distribution mondiale (Domínguez Edwards, 1997).

L'espèce *Allolobophora chlorotica* : (Savigny, 1826) est une espèce de vers de terre tempérée répandue avec une distribution indigène dans une grande partie de l'Europe et de l'Anatolie (Bouché 1972). Elle est fréquente dans les sites Kebir-Rhumel Basin El-Okki et al (2019) et dans l'Est de l'Algérie Bazri, K et al (2013). Zerrouki et al (2021). ont signalé la présence de cette espèce dans Parc national de Chréa en Algérie, dans la plaine de Metidja (Baha 1997), Il est également connu comme espèce envahissante en Amérique du Nord (Bouché 1972), en Amérique du Sud, en Nouvelle-Zélande (Sims et Gerard 1999) et en Afrique du Nord (Rouabah et Descamps 2001). Cette espèce endogène (vivant dans le sol) est une espèce biparentale obligatoire (Lowe et Butt, 2007, Lowe et Butt, 2008) généralement située dans la rhizosphère à moins de 60 mm de la surface du sol (Sims et Gerard 1999).

L'espèce *Microscolex phosphoreus* : (Dugès 1837) est un petit ver de terre synanthrope, remarquable par sa bioluminescence, avec une distribution circummondaine dans les régions subtropicales et tempérées chaudes (Rota 2013). est signalé pour la première fois en Sibérie. Elle est fréquente dans la station de Mekla en Grand Kabylie (Cherki et Cherifi 2022). Zerrouki et al (2021) ont signalé la présence de cette espèce dans Parc national de Chréa en Algérie. (décrite pour la première fois à la région de Tébessa)

Discussion

4. Etude éco toxicologique

4.1. Effet sur les biomarqueurs :

L'utilité des biomarqueurs chez les vers de terre est progressivement pertinente pour l'évaluation de l'impact des pesticides sur les organismes du sol. Différentes classes d'enzymes sont utilisées comme biomarqueurs en raison de leur rôle crucial dans la transmission neurocholinergique et dans l'homéostasie cellulaire et prévenir l'action toxique des produits chimiques Sanchez-Hernandez. J.C,(2006) ; Novais, S.C., et *al.*, (2011) ; Mekhalia, et *al.*, (2016).

La transformation métabolique des pesticides est l'un des facteurs qui contrôlent leurs bioaccumulations et leurs toxicités, mais l'information chez les vers de terre est limitée par rapport à d'autres espèces telles que les poissons (ToshiyukiKeiko, 2015)

Dans notre étude, nous avons tenté d'évaluer l'effet d'une mixture de pesticides (Oscar et Phoenix) sur un modèle biologique à savoir, le ver de terre (*A.caliginosa* et *E.fetida*) et ce en utilisant le taux de protéines total et l'activité enzymatique de la GST, utilisés dans le cadre de la biosurveillance.

4.2. Effet sur la quantité totale des protéines :

La structure des protéines ainsi que leur fonction peuvent être altérée par les ROS produites 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 bio indicateurs 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).

Nos résultats montrent qu'il y a aucun changement significatif de la quantité de protéines pendant la période d'exposition des séries traitées des deux espèces de vers de terre (*A. caliginosa* et *E. fetida*) avec les concentrations sub-létal C10 et C125 par rapport au témoin. Des résultats similaires ont été signalés par Bouazdia (2019) a constaté qu'à aucun changement significatif de la quantité de protéines pendant la période d'étude chez les séries témoins et traitées par l'insecticide karaté Zeon. Similairement, Habeb Et Jouini (2021) montrent qu'il y a aucun changement significatif de la quantité de protéines n'a été enregistré pendant la période d'exposition des séries traitées avec la concentration CL50

Discussion

chez *A. caliginosa* exposé au l'herbicide Glyphon. (Korichi et Soltani 2022) montrent que l'activité spécifique de la GST chez *E. fetida*, exposé au l'insecticide Phoenix n'a marqué aucun changement au cours de la période testée (24 heures et 48 heures), Par contre les travaux de Menaceur Et Arar (2021) qui mis en évidence une augmentation du taux de protéines totales chez les vers de terre traités par un autre insecticide Décis chez *A. caliginosa*. D'autre des études Habeb Et Jouini (2021) ont enregistré une diminution de la teneur en protéines chez les séries traitées avec la concentration CL10 après 48h d'exposition par l'herbicide Glyphon . Également avec Bouazdia (2019) a constaté que le teneur de protéines de séries traitées par l'herbicide Sekator OD a diminué après 4 et 14 jours d'exposition.

4.3. Effet sur la Gst :

La glutathion-S-transférase (GST), une enzyme cytosolique , joue un rôle crucial dans la détoxification et biotransformation d'un certain nombre de composés électrophiles par consommation de glutathion. L'exposition aux pesticides peut entraîner des altérations du système enzymatique activités qui reflètent les perturbations métaboliques et les dommages cellulaires dans le tissu (Lionetto, M.G et al (2012) Casillas, E., et al (1983).

Un niveau accru de GST peut entraîner une meilleure protection contre les effets des pesticides et peut donc être utilisé comme biomarqueur pour le suivi de la pollution Oruc, E.O., et al.(2004). Les GST neutralisent un large éventail de pesticides et de sous-produits métaboliques endogènes par conjugaison enzymatique au glutathion(Hayes, J.D., et al (2005)) Les rapports de différentes études ont montré la sensibilité des vers de terre aux métaux lourds et à l'exposition aux pesticides ((Aly, M.A. and Schroder, P. (2008) ; Maity, S., et al(2008) ; (Lukkari, T., et al(2004) ;Saint-Denis, M., al (2001) ; Booth, L.H et al(2000)).Le ver de terre, *Lumbricus rubellus* , possède une gamme de GST apparentées à celles d'autres taxons comme les nématodes et les humains, avec la preuve d'isoformes tissulaires spécifiques, activité, emplacement, capacité à détoxifier les produits de toxicité cellulaire et potentiel réponse à la pollution La Course, T. (2009).

L'analyse de nos résultats sur l'activité de la GST montre qu'il n'y a pas un changement significatif chez les séries traités C110 de deux espèce étudiées (*E. fetida* , et *A. caliginosa*) pendant 48 heures d'exposition . Nos résultats sont en accord avec

Discussion

Booth et O'Halloran,(2001) qui a constaté que l'activité de la GST n'a pas changé chez *A. caliginosa* exposé au diazinon et au chlorpyrifos. Des études similaires montre, qu'il n'y pas d'effets significatif sur l'activité de GST chez *A. caliginosa* traitée par l'insecticide (Décis) menée par Menaceur, Arar,(2021), ainsi que Habeb, Jouini,(2021) qui ont constaté que l'activité de GST reste inchangée pendant la période d'exposition au l'herbicide Glyphon chez *Aporrectodea caliginosa*. Korichi et Soltani,(2022) constate que l'activité de la GST n'a pas Changé chez les juvéniles de *Eisenia fetida* , Similairement Bouazdia (2019) a constaté que l'activité de GST chez les séries témoins reste constante et ne présente pas de différence significative par rapport aux séries traitées par Sekator.

D'autre coté ; les séries traités CL25, dans les deux espèces (*E. fetida* et *A. caliginosa*) indiquent un effet significatif sur la GST. Cependant Bouazdia (2019) montre que les séries traitées avec la concentration sub-létale CL10 manifestent une différence significative après 4,7 et 14 jours d'exposition par l'herbicide Sekator . Bouazdia.k (2019) montre que l'activité de la GST augmente après exposition des vers de terre *E. fetida* à la concentration sub-létale de lambda cyhalothrine (karaté). Cependant Leida et al (2017) ont constaté que L'activité de la GST a également montré une augmentation significative pendant exposition aiguë et chronique d'*Eiseniaspau* Glyphosan SL. Des études similaires ont révélé une induction de la GST chez les vers de terre tels que *L. terrestris* suite à une exposition à l'herbicide Sekator et l'engrais triphosphate Mekahlia et al., (2015) et *Eisenia fetida* exposé à l'herbicide acétochlore Xiao et al.(2006) et les herbicides fenoxaprop et metolachlor (Abdel Salam et Schröder, 2008). Wang et al., 2020 révèle une induction de l'activité de la GST peut être due à l'effet nocif de l'alachlore sur *E. fetida*, qui le transforme en une forme non toxique. Une augmentation similaire des niveaux de GST a été remarquée chez *E. fetida* traitée avec l'herbicide QYR301.

Cependant, une réduction importante des activités GST a été remarquée chez *E. anderi* traitée à l'imazalil Pereira et al (2019). 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). 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 téléostéen *Anabas testudineus* (Bloch) et *Heteropneustes fossilis* (Bloch) exposés au glyphosate (Samanta et al., 2014) ; Par contre, Gao et al.(2007)

Discussion

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. fetida*.

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&Üner, 2000).

Conclusion

Conclusion

Dans cette étude nous nous intéressons aux vers de terre, organismes connus leur rôle important dans la formation et l'entretien des sols. Ils assurent une bonne fertilité et, tout en améliorant sa structure, facilitent le cycle nutritif de cette dernière. En effet, les vers de terre jouent non seulement un rôle important dans l'agriculture, mais aussi dans le milieu naturel, ils servent d'indicateurs de la qualité générale de l'environnement. Plusieurs espèces de vers de terre sont utilisées comme organismes modèles dans les études d'écotoxicologie, en particulier pour évaluer la contamination des sols et la contamination par les pesticides.

Notre premier objectif était d'estimer la biomasse et l'abondance des vers de terre et d'identifier les différentes espèces dans les spécimens collectés. Par conséquent, la biomasse est $122,32 \pm 80,46 \text{ g/m}^2$ alors que l'abondance égale à $262,96 \pm 143,30$ individus/m². On a recensé quatre espèces ont été identifiées *Aporrectodeacaliginosa*, *Microscolexphosphoreus*, *Allolobophorachlorotica* et *Eiseniafetida*.

Deuxièmement, on a évalué l'effet d'une mixtur de pesticides (*Phoenix et oscar*) sur les deux espèces de vers de terre (*A.caliginosa et E.fétida*). Ainsi, on a pu tirer quelques conclusions sur divers paramètres (protéines et activité enzymatique (GST)). Les résultats obtenus montrent que le traitement des vers de terre avec d'une mixture de pesticides (*Phoenix et Oscar*) a un effet significatif sur l'activité de la GST pour chacune des deux espèces étudiées. Par contre, aucun effet n'a été remarqué sur la quantité de protéines totales.

Cette étude porte sur l'effet des pesticides sur l'aspect physiologique des vers de terre *E.fetida* et *Aporrectodeacaliginosa*. Elle a donné lieu à plusieurs hypothèses de méditation :

- ❖ En première hypothèse, pesticides a un effet sur l'activité GST, mais peut ne pas avoir d'effet sur protéines.
- ❖ Déterminer l'impact de pesticides sur la reproduction, la survie et la croissance des juvéniles des vers de terre.
- ❖ Il est possible de poursuivre les recherches sur l'effet de pesticides aspect physiologique sur de nombreux autres biomarqueurs tels que : les glucides et les lipides.

Conclusion

- ❖ Il est possible de travailler sur *E. fetida* et *A. caliginosa* avec pesticide un autre ayant la même matière active et avec les mêmes concentrations. Et comparer les résultats obtenus.
- ❖ Enfin, il est possible de changer l'espèce, comme :les larves d'insectes, les myriapodes, les limaces... et d'étudier l'effet du pesticide sur celui-ci

*Référence
bibliographique*

References

Ⓐ

Aly, M.A. and Schroder, P. (2008) Effect of Herbicides on Glutathione S-Transferases in the Earthworm, *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research*, 15, 143-149.

Association de coordination technique agricole. Index phytosanitaire ACTA 2021.)

Ⓑ

Bartlett, M.D., Briones, M.J.I., Neilson, R., Schmidt, O., Spurgeon, D. and Creamer, R.E.(2010) A Critical Review of Current Methods in Earthworm Ecology: From Individuals to Populations. *European Journal of Soil Biology*, 46, 67-73.

Belanger, D. (2009) Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier, Sherbrooke (ed.), Quebec.

Booth, L.H., Happelthwaite, V.J. and O'hallaron, K. (2000) Growth, Development and Fecundity of the Earthworm *Aporrectodea caliginosa* after Exposure to Two Organophosphates. *New Zealand Plant Protection*, 53, 221-225.

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

Booth, L.H., Heppelthwaite, V. and Mc Glinchy, A. (2000) The Effect of Environmental Parameters on Growth, Cholinesterase Activity and Glutathione S-Transferase Activity in the Earthworm *Aporrectodea caliginosa*. *Biomarkers*, 5, 46-55.

Bart, S; Amossé, J; Christopher, N. Lowe, Ch; Mougine, Ch; Péry, A RR; Pelosi, C., 2018. *Aporrectodea caliginosa*, a relevant earthworm species for a posteriori pesticide risk assessment: current knowledge and recommendations for culture and experimental design. *Environmental Science and Pollution Research* 25 (34).pp 25:33867-3.

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 Constantine I* 169 p.

Bouché M.B. (1972). Lombriciens de France, Ecologie et systématique. Inst. Nat.Rech. Agronomique, Paris, pp 671.

Brown, GG; Callahan, MA; Carla Niva, C; Feijoo, A; Sautter KD; Wooster James, S; Fragoso, C; Pasini, A; Schmelz, R., 2013. Terrestrial oligochaete research in Latin America: the importance of the Latin American meetings on oligochaete ecology and taxonomy. *Appl. Soil Ecol.*, 69, 2-12.

Référence bibliographique

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].

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

Buch, AC; Brown, GG; Niva, CC; Sautter, KD; Sousa, JP., 2013. Toxicity of three pesticides commonly used in Brazil to *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857) and *Eisenia andrei* (Bouche, 1972). *Appl Soil Ecol* 69:32–38

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: 22-31 pp.

Byambas, P; Lemtiri, A; Hornick, JL; Bengone Ndong, T; Francis, F., 2017. Rôles et caractéristiques morphologiques du ver de terre *Eudrilus Eugeniae* (synthèse bibliographique) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 21(2), 160-170.

BEN AIDA et MAKHLOUFL l'impact du glyphosate à l'égard du ver *Aporrectodea Caliginosa*.

e

Calisi, A., Zaccarelli, N., Lionetto, M.G. and Schettino, T. (2013) Integrated Biomarker Analysis in the Earthworm *Lumbricus terrestris* : Application to the Monitoring of Soil Heavy Metal Pollution. *Chemosphere* , 90, 2637-2644.

Casillas, E., Myers, M. and Ames, E. (1983) Relationship of Serum Chemistry Values to Liver and Kidney Histopathology in English Sole (*Parophrys vetulus*) after Acute Exposure to Carbon Tetrachloride. *Aquatic Toxicology*, 3, 61-78.

Crow, WT., 2012. Earthworm, suborder *Crassiclitellata*, cohort *Terrimegradili* (Jamieson, 1988).

D

Depledge, M.H. (1994) The Rational Basis for the Use of Biomarkers as Ecotoxicological tools. In: Fossi, M.C. and Leonzio, C., Eds., *Nondestructive Biomarkers in Vertebrates*, Lewis Publisher, Boca Raton, 271-295.

Denoyelle, R., Rault, M., Mazzia, C., Mascle, O. and Capowiez, Y. (2007) Cholinesterase Activity as a Biomarker of Pesticide Exposure in *Allobophora chlorotica* Earthworms Living in Apple Orchards under Different Management Strategies. *Environmental Toxicology Chemistry* , 26, 2644-2649.

Référence bibliographique

Dominguez, J., & Edwards, C. A. (1997). Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soilbiology and biochemistry*, 29(3-4), 743-746.

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.



.Edwards, CA ; et Bohlen, PJ., 1996. Biology and Ecology of Earthworms 3rd ed. Chapman and Hall, London, 426 pp.

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



Fonte, S. J., Winsome, T. and Six, J. (2009) Earthworm Populations in Relation to Soil Organic Matter Dynamics and Management in California Tomato Cropping Systems. *Applied Soil Ecology*, 41, 206-214.

Fernández, R; Bergmann, P; Almodóvar, A; Heethoff, M; Diaz Cosin, DJ., 2011. Ultra structural and molecular insights into three populations of *Aporrectodea trapezoides* (Dugés, 1828) (Oligochaeta, Lumbricidae) with different reproductive modes. *Pedobiologia*, 54, 281-290



Godet, JP., 2010. Intérêt des isopodes terrestres dans l'évaluation de la qualité des sols : Recherche de paramètres indicateurs de la pollution par les éléments traces métalliques et contribution à la mise au point d'un outil écotoxicologique de terrain. Thèse de doctorat : Université de Lille 1, p. 1-14

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.



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.

Référence bibliographique

Kourtel, GN; Kribaa, M; El-Okki M-EL., 2017. Interaction between Soil Physicochemical Parameters and Earthworm Communities in Irrigated Areas with Natural Water and Wastewaters. *Applied and Environmental Soil Science* Volume different biomarkers 2017, Article ID 5808945, 16p.

Korichi, A ; Soltani, N. 2022 Impact d'un insecticide chez les juvéniles des vers *Eisenia foetida*: Aspect physiologique. Master, Université Tébessa.



Habab Mouna Jouini Rihab, 2021. Effet d'un herbicide chez les lombriciens. Master, Université Tébessa.

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. and Jowsey, I.R. (2005) Glutathione Transferases. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45, 51-88.

Houseman, JG., 2000. Cours, Les annélides. Département de biologie, Université d'Ottawa BIO 2521. 73-86 p.



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



Luo, Y., Zang, Y., Zhong, Y. and Kong, Z. (1999) Toxicological Study of Two Pesticides on Earthworm *Eisenia foetida*. *Chemosphere*, 39, 2437-2356.

Lavelle, P. and Spain, A.V. (2001) Soil Ecology. Kluwer Scientific, Amsterdam.

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.

Labchaki, H et Merah, M., 2016. Exploration des oligochètes terrestre 2 sites el d'El Malabiod et El Hammamet. Master, Université de Tébessa, 63p

Lee KE. (1985). Earthworms: Their ecology and relationships with soil and land use. Academic Press, London.

Lionetto, M.G., Calisi, A. and Schettino, T. (2012) Chapter 16. Earthworm Biomarkers as Tools for Soil Pollution Assessment. In: Hernandez-Soriano, M.C., Ed., *Soil Health and Land Use Management*, InTech, Italy.

Référence bibliographique

LaCourse, T. (2009) Environmental Change Controls Postglacial Forest Dynamics through Interspecific Differences in Life-History Traits. *Ecology*, 90, 2149-2160.

Lukkari, T., Taavistsainen, M., Vaisanen, A. and Haimi, J. (2004) Effects of Heavy Metal on Earthworms along Contamination Gradients in Organic Rich Soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 59, 340-348.

ℵ

Markert, B., 2007. Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 21, 77-82

Mekahlia, M. N., Tine, S., Menasria, T., Amieur, H., & Salhi, H. (2016). In vitro biomarker responses of earthworm *Lumbricus terrestris* exposed to herbicide sekator and phosphate fertilizer. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(1), 15.

Menaceur Aoulia Arar Salah, 2021. Effet d'un insecticide chez les vers *Aporrectodea Caliginosa*.

MNHN., 2006. Inventaire du patrimoine naturel. Muséum d'histoire naturelle de

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.*

ℵ

Novais, S.C., Gomes, S.I.L., Gravato, C., Guilhermino, L., De Coen, W., Soares, A.M.V.M. and Amorim, M.J.B. (2011) Reproduction and Biochemical Responses in *Enchytraeus albidus* (Oligochaeta) to Zinc or Cadmium Exposures. *Environmental Pollution*, 159, 1836-1843.

Θ

Omodeo, P; Rota, E; Baha, M., 2003. The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia*. 47: 458-465.

Ouahrani, G., 2003. Lombrotechniques appliquées aux évaluations et aux solutions environnementales. Thèse de Doc. Etat. Université Mentouri. 230 p.

Oruc, E.O., Sevgiler, Y. and Uner, N. (2004) Tissue-Specific Oxidative Stress Responses in Fish Exposed to 2,4-D and Azinphosmethyl. *Comparative Biochemistry and Physiology: Toxicology & Pharmacology*, 137, 43-51.

ℙ

Pelosi, C., Joimel, S. and Makowski, D. (2013) Searching for a More Sensitive Earthworm Species to be Used in Pesticide Homologation Tests—A Meta-Analysis. *Chemosphere*, 90, 895-900.

Référence bibliographique

Pelosi, C., Bertrand, C., Daniele, G., Coeurdassier, M., Benoit, P., Néliu, S., ... & Fritsch, C. (2021). Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 305, 107167.

Pérès, G; Vandenbulcke, F; Guernion, M; Cluzeau, D; Galsomies, L; Grand, C; Bispo, A; Richar, A; Piron, D; Houot, S; Douay, F; Beguiristain; Hedde, M ., 2011. Earthworm indicators as tools for soil monitoring, characterization and risk assessment. An example from the national bioindicator programmers (France). *Pedobiologia*, 54, 77-87.

Pfiffner, L., 2013. Les vers de terre architectes des sols fertiles. Fiche technique Vers de terre, numéro de commande 1619, Édition suisse FiBL 2013 (Institut de recherche de l'agriculture biologique. FiBL)

Pandey, S. and Singh, D.K. (2004) Total Bacterial and Fungal Population after Chlorpyrifos and Quinalphos Treatments in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) *Soil Chemosphere* , 55, 197-205.

℞

Razafindrakoto, M., 2013. Etude des annélides oligochètes de Madagascar : taxonomie, distribution et écologie. th.Doc.Univ D'ANTANNRIVO. 174 p

Rombke, J.J., Rombke, S. and Didden, W. (2005) The Use of Earthworms in Ecological Soil Classification and Assessment Concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , 62, 249-265.

Reinecke, S.A. and Reinecke, A.J. (2007) The Impact of Organophosphate Pesticides in Orchardson Earthworms in the Western Cape, South Africa. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , 66, 244-251.

§

Sizmur, T. and Hodson, M.E. (2009) Do Earthworms Impact Metal Mobility and Availability in Soil? A Review. *Environmental Pollution*, 157, 1981-1989.

Schreck, E., Geret, F., Gontier, L. and Treilhou, M. (2008) Neurotoxic Effect and Metabolic Responses Induced by a Mixture of Six Pesticides on Earthworm *Aporrectodea Caliginosa nocturna* . *Chemosphere* , 71, 1832-1893.

Sims, RW; Gerard, BM., 1999. Earthworms: Notes for the Identification of British Species, 53, pp: 65-70

Référence bibliographique

Saadi, ML; Menasria, Said., 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.

Sanchez-Hernandez, J.C. (2006) Earthworms Biomarkers in Ecological Risk Assessment. In; Ware, G.W., et al., Eds., Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Springer, New York, 85-126.

Siegrist, M., 2011. Le Lombric sort de l'ombre, (15/03/2014).

Saint-Denis, M., Narbonne, J.F., Arnaud, C. and Ribera, D. (2001) Biochemical Responses of the Earthworm *Eisenia fetida andrei* Exposed to Contaminated Artificial Soil: Effects of Lead Acetate. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 395-404.

Sims, R. W. & Gerard, B. M. (1999). Earthworms. In: Barnes, R. S. K. & Crothers, J. H. (Eds.), *Synopses of the British Fauna* (New Series) No. 31 (Revised), London: E. J., 167 pp.

∅

VoPham, T; Bertrand, K; Hart, JE; Laden, F; Brooks, MM; Yuan, J-M; Talbott EO; Ruddell, D; Ho. Chang, CC; Weissfeld, JL., 2017. "Pesticide exposure and liver cancer: a review." *Cancer Causes & Control* 28(3): 177-190

ℵ

Xiao N, Jing B, Ge F, Liu X, (2006). The fate of herbicide acetochlor and its toxicity to *Eisenia fetida* under laboratory conditions. *Chemosphere* 62, 1366-1373.

∂

Yesguer, S., 2015. Evaluation de l'écotoxicité de certains pesticides sur les sols par l'utilisation d'un biotest: cas des lombricidés. mémoire de Magister. Université de Bejaia. 98 p.

∂

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

Zirbes, L; C Mescher, M; Vrancken, V; Wathelet, JP; Thonart, PH; Haubruge, E., 2011. Earthworms use odor cues to locate and feed on microorganisms in soil. *PLoS One*, 6, 219-227

