



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

**Département de : Biologie Appliquée**

**MEMOIRE DE MASTER**

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Sciences Biologiques

**Spécialité :** Toxicologie

**Thème :**

**Effets toxiques de lambda cyhalothrine sur certains  
paramètres métaboliques au niveau hépato-  
pancréatique chez l'escargot**

**Présenté Par :**

**MOUSSA ASMA**

**TOUNSI SAMIRA**

*Devant le jury :*

**Dr. MENACEUR Fouad Pr** Université Larbi Tébessi-Tébessa Président

**Dr. Djabri Belgacem. Pr.** Université Larbi Tébessi-Tébessa Rapporteur

**Dr. GASMI Salim MCB** Université Larbi Tébessi-Tébessa Examinatrice

**Date de soutenance :05/06/2022**

## *Remerciment*

*Louange à notre seigneur « ALLAH » qui nous a dotés de la merveilleuse faculté de raisonnement. Louange à notre créateur qui nous a permis d'acquérir le savoir. C'est à lui que nous adressons toute notre gratitude en premier lieu.*

*On adresse nos remerciements les plus sincères, nos respects et notre profonde gratitude à notre encadreur :Pr .Djabri Belgacem. pour son sérieux, ses idées lumineuses, ses conseils précieux et ses qualités de rigueur scientifique. Nous le remercions également pour l'inspiration ainsi que l'aide et le temps consacré à notre formation et à la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier les honorables membres de jury, Dr. MENACEUR F. et Dr. Gasmi S. qui ont acceptés de juger ce travail et d'apporter leurs précieuses critiques et suggestions.*

*Nous remercions tous les personnels des laboratoires de Biologie Appliquée et de la bibliothèque de la faculté.*

*En fin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin à l'établissement de ce modeste mémoire.*

*Merci*





# *Dédicaces*

*Au nom d'Allah le clément et le miséricordieux.*

*Je dédie ce modeste travail, fruit de mes années à l'université  
à toute personne qui a été toujours là pour moi tout au long  
de mes études Je dédie ce mémoire*

*A mon père **Elhamel** et ma cher mère **Rebia** qui mon donné toujours  
le courage, la patience et qui n'avoire jamais cessé de m'encourager  
tout au long de mes années d'étude. A ma chère soeur **Aicha** et a  
mes deux chers frères **Oussama** et **Elouali**.*

*A toute la famille maternelle surtout ma tante Foziya, qui est  
considéréecomme ma deuxième maman,*

*À la seule qui m'a donnée une aide secrets et spéciale merci  
vraiment **Metarref Ammar***

*A mes proches amis , Sana, Dounia, Safia, Nesrine, Khaoula,  
Chirihen, , Lobna, nora, Warda, ,.... et ma binome et proche amie  
**Asma** et tous les autres amis que je n'ai pas pu citer.*

*Je n'oublierai as de dédier ce travail à tous mes camarades qui  
m'ont accompagnée durant tout mon parcours universitaire.surtous  
2emme année master toxicologie.*

**SAMIRA**

# Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je dédie ce travail à mon cher papa **Ammar**, c'est pour toi, et  
grâce à toi que j'ai pu faire ce parcours

A ma très chère mère **Gamra**, sans elle rien n'aurait pu être  
fait : Elle m'a tout donné sans rien en retour. Elle m'a  
encouragé, conseillé et soutenu dans mes moments les  
plus difficiles durant tout mon cycle universitaire.

"Merci mama , papa".

et mes frères

**Larbi, Tarek, Baha eddine, Mouhammed, Ishak**

A mes chères sœurs

**Latifa, Nasima et Khaoula**

A toutes mes amies intimes

Surtout mes belles : **Samira , Safia, Nesrine, Ilham, bouchra Sabrina**

En particulier , mes amis d'enfance: **Chirine et Aya .**

قال تعالى

{ يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ }

# ASMA

## Résumé

Notre étude a pour objectif l'évaluation de la toxicité induite par lambda cyhalothrine sur un modèle biologique *Helix vermiculata*. Pour atteindre cet objectif nous avons cherché à évaluer les effets toxiques au niveau hépato-pancréatique, par le suivi de l'activité de certains bio-marqueurs biochimiques et certains paramètres de croissance.

Soixante douze escargots ont été divisés en 9 lots de 8 escargots chacun (un lot témoin + 08 lots traités). Mis à part le lot témoin, chaque lot a reçu une dose journalière de lambda cyhalothrine. Les doses utilisées étaient les suivantes : 39 $\mu$ L, 78 $\mu$ L, 117 $\mu$ L, 156 $\mu$ L, 195  $\mu$ L, 234 $\mu$ L, 273 $\mu$ L et 312 $\mu$ L de lambda cyhalothrine par voie digestive durant une période de traitement de 21 jours. Les paramètres de croissance (poids de l'escargot, longueur, largeur et hauteurs de la coquille) ainsi que certains paramètres biochimiques (Taux de protéines, lipides et glucides) ont été mesurés chez les escargots des différents lots.

Les résultats de la présente étude montrent que lambda cyhalothrine induit des perturbations non significatives des paramètres biochimiques et des paramètres de croissance chez l'escargot. Non avons observé que lambda cyhalothrine est à l'origine d'une augmentation non significative du taux des protéines et des lipides associée et une diminution du taux de glucides chez les escargots traités uniquement par les doses fortes. Nos résultats confirment que les doses préconisées par les fabricants de lambda cyhalothrine pour traité les champs sont sécurisées et ne présente pas de toxicité vis-avis des escargots.

**Mots clés :** Lambda cyhalothrine, *Helix vermiculata*, bio marqueurs biochimiques, stress oxydants.

## ABSTRACT

Our study aims to evaluate the toxicity induced by lambda cyhalothrin on a *Helix vermiculata* biological model. To achieve this objective, we sought to assess the toxic effects at the hepato-pancreatic level, by monitoring the activity of certain biochemical biomarkers and certain growth parameters.

Seventy-two snails were divided into 9 batches of 8 snails each (one control los + 08 processed batches). Apart from the control batch, each batch received a daily dose of lambda cyhalothrin. The doses used were as follows: 39µL, 78µL, 117µL, 156µL, 195µL, 234µL, 273µL and 312µL of lambda cyhalothrin via the digestive route during a treatment period of 21 days. The growth parameters (snail weight, length, width and height of the shell) as well as certain biochemical parameters (protein, lipid and carbohydrate levels) were measured in the snails of the different batches.

The results of the present study show that lambda cyhalothrin induces non-significant disturbances of biochemical parameters and growth parameters in snails. It has not been observed that lambda cyhalothrin is the cause of a non-significant increase in the level of proteins and associated lipids and a decrease in the level of carbohydrates in snails treated only with high doses. Our results confirm that the doses recommended by the manufacturers of lambda cyhalothrin for treating the fields are safe and do not present toxicity to snails.

Keywords: lambda cyhalothrin, *Helix vermiculata*, biochemical biomarkers, oxidative stress

## ملخص

تهدف دراستنا لتقييم السمية الناجمة عن لامبدا سيهالوثرين على نموذج بيولوجي الحلزون *Helix aspersa*. لتحقيق هذا الهدف، سعينا إلى تقييم التأثيرات السامة على مستوى الكبد والبنكرياس، من خلال مراقبة نشاط بعض المؤشرات الحيوية البيوكيميائية وبعض معايير النمو. تم تقسيم 72 من القواقع إلى 9 مجموعات من 8 قواقع لكل منها (شاهد واحد فقط +08 دفعات معالجة). بصرف النظر عن دفعة الشاهد. تلقت كل دفعة جرعة يومية من لامبدا سيهالوثرين. كانت الجرعات المستخدمة على النحو التالي: 39 ميكرو لتر، 78 ميكرو لتر، 117 ميكرو لتر، 156 ميكرو لتر، 195 ميكرو لتر، 234 ميكرو لتر، 273 ميكرو لتر، 312 ميكرو لتر من لامبدا سيهالوثرين عبر المسار الهضمي خلال فترة علاج مدتها 21 يوماً، تم قياس معاملات النمو (وزن الحلزون، الطول، العرض، والارتفاع للصدفة) بالإضافة إلى بعض المعايير البيوكيميائية (مستويات البروتين، والدهون والكربوهيدرات) في الحلزون على دفعات مختلفة.

تظهر نتائج الدراسة الحالية ان لامبدا سيهالوثرين يسبب اضطرابات غير مهمة في المعلمات البيوكيميائية ومعايير النمو عند الحلزون. لا توجد ملاحظة ان لامدا سيهالوثرين هو سبب زيادة غير ملحوظة في مستوى البروتينات والدهون المرتبطة به وانخفاض مستوى الكربوهيدرات في الواقع المعالجة فقط لجرعات عالية. تؤكد نتائجنا ان الجرعات الموصى بها من قبل مصنعي لامبدا سيهالوثرين لمعالجة الحقول آمنة ولا تسبب سمية للقواقع.

**الكلمات مفتاحية:** لامبدا سيهالوثرين، الحلزون اللولبي، *Helix aspersa*، المؤشرات الحيوية البيوكيميائية، الاجهاد التاكسدي.

# Table des matières

Remerciements.

ملخص

Abstract.

Résumé.

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des Photos.

Liste des abréviations.

Introduction.

## Chapitre I : Lambda Cyhalothrine

I. Lambda Cyhalothrine.....	4
II.1. Définition .....	4
I.2. Caractéristiques La lambda cyhalothrine .....	4
I.3. Propriétés physico-chimiques.....	4
I.4. Utilisation des Lambda cyhalothrine .....	5
I.5. Toxicité de la lambda-cyhalothrine .....	6
I.5.1. Toxicité hépatique.....	6
I.5.2. Les effets sur la consommation d'aliments et de l'eau.....	6
I.5.3 . Induction stress oxydant.....	6
I.6. La toxico cénitique de la lambda-cyhalothrine.....	7
I.6.1. Absorption.....	7
I.6.2. Distribution.....	7
I.6.3. Métabolisme.....	7
I.6.4. Excrétion.....	8
I.7. Mécanisme d'action.....	8

## Chapitre II : Stress Oxydant

II. Stress Oxydant .....	11
II.1. Définition.....	11
II.2. Radicaux libres.....	11
II.3. Les différents types des ROS.....	12
II.3.1. Les radicaux primaires.....	12
II.3.2. Les radicaux secondaires.....	12
II.4. Sources de production des radicaux libres.....	13
II.4.1. Origine endogène.....	13



## Table des matières

II.4.2. Origine exogène.....	14
II.5. Antioxydants.....	14
II.5.1. Les Antioxydants enzymatiques.....	14
II.5.2. Le Anti oxydant non enzymatique .....	15
II.6. Conséquences biochimiques du stress oxydant.....	15
II.6.1. Peroxydation des lipides.....	16
II.6.2. Peroxydation des protéines.....	16
II.6.3. L'oxydation de l'ADN.....	16

### Chapitre III : Modèle biologique (*Helix vermiculata*)

III. Mdèle biologique ( <i>Helix vermiculata</i> ).....	17
III.1. Biologie de l'escargot.....	18
III.1.1. Présentation du l'espèce <i>Helix vermiculata</i> .....	18
III.1.2. Systématique .....	18
III.1.3. Description de l'escargot .....	19
III.1.4. Anatomie interne d'un escargot.....	20
III.1.5. Déplacement .....	20
III.1.6. Longévité.....	21
III.1.7. Cycle biologique de l'escargot.....	21
III.2. Ecologie de l'escargot.....	22
III.2.1. Alimentation.....	22
III.2.2. Rythmes de vie d' <i>Helix vermiculata</i> .....	23
III.2.2.1 Activité journalière.....	23
III.2.2.2. Activité saisonnière .....	23
III.2.3. Différentes voies d'exposition aux polluants.....	24
III.2.4. Croissance.....	25

### Chapitre IV : Matériels et méthodes

I. Matériel et méthodes.....	26
I.1. Matériel .....	27
I.1.1. Matériel biologique .....	27
I.1.2. Matériel chimique .....	27
I.2. Méthodes .....	28
I.2.1. Conditions d'élevagesont.....	28
I.2.2. Mode de traitement.....	29
I.2.3. Période de jeun .....	31
I.2.4. Sacrifices des escargots (Congélation) .....	31

## Table des matières

I.2.5. Dissection et prélèvement de l'hépatopancréas .....	32
I.2.6. Méthode de dosage .....	33
I.2.7. Dosage des métabolites (protéines, lipides et glucides ).....	33
I.2.7.1. Dosage des glucides .....	35
I.2.7.2. Dosage des lipides.....	35
I.2.7.3. Dosage des protéines .....	35
I.2.8. Analyse des paramètres de croissance.....	36
I.2.8.1. Mesure du poids des escargots et détermination du gain de poids .....	36
I.2.8.2. Mesure du poids frais d'hépatopancréas et détermination du poids relatif.....	36
I.2.8.3. Mesure des dimension des coquilles (longueur, largeur et hauteur) .....	36
I.2.9. Etude statistique.....	37

### V. Résultats

V.1. Effets de lambda cyhalothrine sur les paramètres biochimiques au niveau de l'hépatopancréas chez <i>Helix vermiculata</i> .....	39
V.1.1. Effet sur le taux des glucides.....	39
V.1.2. Effet sur le taux des lipides.....	40
V.1.3. Effet sur le taux des protéines.....	41
V.2. Effet de lambda cyhalothrine sur les paramètres de croissance chez <i>Heli vermiculata</i> .....	42
V.2.1. Effet de lambda cyhalothrinesur le gain de poids des escargots.....	42
V.2.2. Effet de lambda cyhalothrine sur le poids relatif de l'hépatopancréas.....	42
V.2.3. Effet de lamda cyhalothrine sur les dimentions des coquilles.....	43
V.2.3.1. Effet de lambda cyhalothrine la croissance en longueur des coquilles.....	43
V.2.3.2. Effet de lambda cyhalothrine la croissance en largeurs des coquilles.....	44
V.2.3.3. Effet de lambda cyhalothrine la croissance en hauteur des coquilles.....	44

### VI. Discussion

VI.1. Analyse des paramètres biochimiques.....	46
VI.1.1. Effet sur le taux des glucides.....	46
VI.1.2. Effet sur le taux des lipides.....	47
VI.1.3. Effet sur le taux des protéines.....	47
VI.2. Analyse des paramètres de croissance .....	47
Conclusion.....	50
Références bibliographiques.....	52
Annexes.....	62

## *Table des matières*

---

## *Liste des Tableaux*

<b>N°du Tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Caractéristiques physicochimiques de la Lambda Cyhalothrine .	<b>5</b>
<b>02</b>	Les principaux radicaux libres.	<b>13</b>
<b>03</b>	Répartition des concentrations croissantes de lamda cyhalothrine.	<b>30</b>
<b>04</b>	Effet de lambda cyalothrine sur l'évolution de longueur de la coquille des escargots <i>Helix vermiculata</i> .	<b>43</b>
<b>05</b>	Effet de lambda cyalothrine sur l'évolution de Largeur de la coquille des escargots <i>Helix vermiculata</i> .	<b>44</b>
<b>06</b>	Effet de lambda cyalothrine sur l'évolution du diamètre haut de la coquille des escargots <i>Helix vermiculata</i> .	<b>45</b>

## Liste des figures

N <sup>o</sup> de la figure	Titre	Page
01	Structure chimique de lambda cyhalothrine.	4
02	Métabolisme de la lambda-cyhalothrin .	8
03	Mécanisme d'action des pyréthrinoides sur les neurones.	9
04	Schématisation de la balance entre les espèces réactives oxygénées (ERO) et les antioxydants.	11
05	Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.	12
06	Anatomie interne de l'escargot.	20
07	Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots.	21
08	Accouplement d' <i>Helix vermiculata</i> .	22
09	Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage.	22
10	Escargot en estivation.	23
11	Escargot en hibernation avec son épiphragme.	24
12	Voies et sources de transfert des polluants aux escargots.	25
13	Extraction des glucides, lipides et protéines totaux.	34
14	Variation de concentrations de glucides (mg/L) aux niveaux de l'hépatopancréas chez <i>Helix vermiculata</i> après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.	39
15	Variation de concentrations de lipides (mg/L) aux niveaux de l'hépatopancréas chez <i>Helix vermiculata</i> après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.	40
16	Variation de concentrations de protéines (mg/L) aux niveaux de l'hépatopancréas chez <i>Helix vermiculata</i> après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.	41

## *Liste des figures*

---

<b>17</b>	Evolution de Gain de poids des hépatopancréas d' <i>Helix vermiculata</i> exposés aux concentrations croissantes de lambda cyhalothrine.	<b>42</b>
<b>18</b>	Evolution de poids relative des hépatopancréas <i>Helix vermiculata</i> exposés aux concentrations croissantes de lambda cyhalothrine.	<b>43</b>
<b>19</b>	Droite de régression exprimant les absorbances à 620 nm en fonction de concentration de solution de glucose (mg/ml) ( $R^2$ : coefficient de détermination).	<b>63</b>
<b>20</b>	Droite de régression exprimant les absorbances à 530 nm en fonction de concentration de solution mère de lipides (mg/ml) ( $R^2$ : coefficient de détermination).	<b>63</b>
<b>21</b>	Droite de régression exprimant les absorbances à 595 nm en fonction de concentration BSA (mg/l) ( $R^2$ : coefficient de détermination).	<b>64</b>

## *Liste des Photos*

---

<b>Nº de photo</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	<i>Helix vermiculata.</i>	<b>18</b>
<b>02</b>	<i>Helix vermiculata</i> (photo 2).	<b>27</b>
<b>03</b>	Lambda Cyhalothrine.	<b>28</b>
<b>04</b>	L'élevage des escargots dans le laboratoire.	<b>29</b>
<b>05</b>	Préparation des concentrations de lamda cylothrine.	<b>30</b>
<b>06</b>	Exposition des escargots à la nourriture contaminée.	<b>31</b>
<b>07</b>	Congélation des escargots.	<b>32</b>
<b>08</b>	Etapes de la dissection des escargots et Prélèvement des organes L'hépatopancréas.	<b>32</b>
<b>09</b>	Mesure des trois diamètres haut, tail et largeur de <i>Helix vermiculata.</i>	<b>36</b>

## *Liste des abréviations*

<b>μL</b>	Microlitre
<b>t/min</b>	Tour par minute
<b>Kg</b>	Kilogramme
<b>%</b>	Pourcentage
<b>O<sub>2</sub></b>	Molécule d'Oxygène
<b>h</b>	Heure
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>CAT</b>	Catalase.
<b>BBC</b>	Bleu Brillant de coomassie
<b>_NH<sub>2</sub></b>	Goupements amines.
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Peroxyde d'hydrogène.
<b>NaCl</b>	Chlorure de sodium.
<b>PH</b>	Potentiel hydrogène.
<b>ROS</b>	Espèces Réactives Oxygénées.
<b>ATP</b>	Adenosime triphosphate
<b>NaOH</b>	Hydroxyde de soduim
<b>TCA</b>	Trichloroacetique.
<b>OH</b>	Hydroxyl radical
<b>NADP</b>	Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
<b>POP</b>	Produit orgnique presistant
<b>Prot</b>	Protéines.



# *Introduction*

## INTRODUCTION

Les pesticides sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux ou les plantes jugés nuisibles aux plantations, ces substances sont considérés comme la troisième cause de pollution dans le monde (**Multinger, 2005**). L'usage des pesticides a considérablement augmenté au cours des dernières décennies créant un danger croissant pour la santé des populations, puisque même une exposition de faible intensité a un risque à long terme qui est plus difficile à apprécier. Certains auteurs parlent des effets à court terme qui sont de mieux en mieux connus (effets neurologiques, cancers, malformations congénitales, système immunitaire affaibli et troubles de la reproduction) (**Baldi et al., 1996 ; Tron et al., 2001**), et qui peuvent être classés en huit groupes chimiques dont les plus importants : Les pyréthroïdes (**Moffat, 2011**).

Des études récentes indiquent que l'exposition aux pesticides produit un stress oxydant par la génération des radicaux libres en induisant une perturbation du métabolisme lipidique, protéique et glucidique dans les tissus de différents organismes (**Mishra, 2013**). Le stress oxydant peut-être défini comme un déséquilibre de la balance des espèces prooxydantes et des systèmes de défense dits antioxydants avec comme conséquence l'apparition de dégâts souvent irréversibles pour la cellule (**Stern RM, 1991**).

Les pyréthrinoïdes, constituent aujourd'hui la famille d'insecticides la plus utilisée. Ils sont utilisés contre une grande variété d'insectes en agriculture, horticulture, dans le domaine forestier, en santé publique et dans les résidences. Parmi les pyréthrinoïdes les plus connus et les plus utilisés en commerce agricole, lambda cyhalothrine occupe une place importante (**Bouvier, 2005**).

La lambda-cyhalothrine sont les matières actives les plus utilisées pour la protection phytosanitaire du cotonnier selon les statistiques obtenus au Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la pêche. La plupart de ces insecticides utilisés au champ se répartissent dans les écosystèmes en raison de leur dispersion dans l'atmosphère (**Delauney et al., 2010**). Par ailleurs, la lambda-cyhalothrine est extrêmement toxique pour de nombreux organismes aquatiques (**Çakmak et Gorgone, 2003**) et constitue ainsi un risque pour la santé de l'écosystème aquatique (**Moore et al., 2001**).

L'escargot *Helix vermiculata* ou *Eobania vermiculata* devient un important bio-indicateur, reflétant fidèlement la qualité de milieu dans lequel il vit. De plus, il a l'avantage d'être présent un peu partout, facile à identifier, à échantillonner et à élever. Ces organismes

sont d'excellents modèles biologiques ayant une grande capacité d'accumulation des xénobiotiques (**Bigot, 2009**).

Ce travail de recherche a pour objectif d'évaluer la toxicité induite par lambda cyhalothrine estimant leurs effets sur les paramètres, biochimiques et de croissance chez un gastéropode terrestre l'escargot *Helix vermiculata*. Pour atteindre cet objectif, ce travail sera présenté comme suit :

- Une synthèse bibliographique qui mettra la lumière sur le lambda cyhalothrine, le stress oxydant et *Helix vermiculata*.
- Une partie expérimentale où seront exposés le matériel et les méthodes utilisés, les résultats et leur discussion et enfin une conclusion.

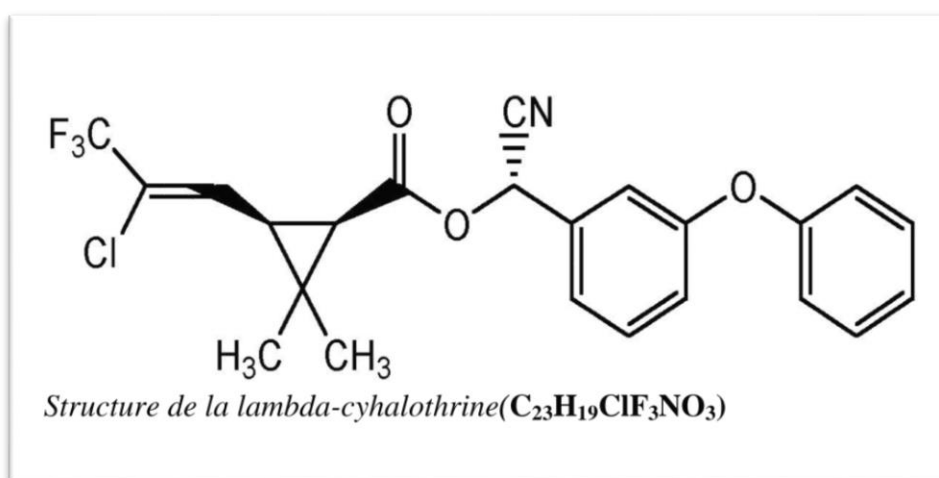
*Chapitre I : lambda  
cyhalothrine*

# Chapitre I Lambda Cyhalothrine

## I. Lambda Cyhalothrine

### I.1. Définition

La lambda cyhalothrine [3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl)-2,2-dimethyl cyclopropanecarboxylate] (**figure01**) est un insecticide pyréthinoïdes de synthèse de type II, dont les utilisations en agriculture sont de plus en plus importantes (**Ansari et al., 2012**). Cette substance active est constituée de deux des quatre formes énantiomères de la cyhalothrine. Il s'agit d'une molécule à large spectre contre les insectes ravageurs des cultures (**Fetoui et al., 2009**).



**Figure 01:** Structure chimique de lambda cyhalothrine( **Khaldoun Oularbi, 2014**)

### I.2. Caractéristiques de la lambda cyhalothrine

Selon l'organisation mondiale de santé, lambda cyhalothrine est considérée comme un produit organiques persistant (POP),doué de propriétés suivantes : (**OMS, 2008**).

- Produits chimiques organiquessynthétiques.
- Persistant dansl'environnement.
- Son transport à longue distance conduit à une pollution mondiale.
- Lipophile et s'accumuler dans la chaîne alimentaire.
- Niveaux élevés dans les poissons et les mammifèresmarins.
- Toxicité aiguë bien caractérisée.

### I.3. Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques physicochimiques de la Lambda Cyhalothrine sont regroupées dans le **Tableau 01** :

## Chapitre I Lambda Cyhalothrine

**Tableau 1** : Caractéristiques physicochimiques de la Lambda Cyhalothrine (Anonyme,2003)

Nom	lambda cyhalothrine
Nom chimique	cyclopropanecarboxylate de 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propényl)- 2,2-diméthyl-cyano(3-phénoxyphényl)méthyle
Formule moléculaire	C23 H19 ClF3 NO3
Masse molaire	449.9 mg/mol
Couleur	blanc cassé
Odeur	Typique des solvants pétroliers aromatiques
Température de décomposition	275°C
Point de fusion	49.2°C
Densité à 20°C	1.3 g/cm <sup>3</sup>
Solubilité dans l'eau	Peu soluble dans l'eau (4.10 <sup>-3</sup> à 20°C)
Pression de vapeur à 20°C	< 0.001
Données écotoxicologiques	Chez des organismes d'eau douce :  * CE50 (48 h): Crustacés:  - Daphnia magna (0.051 µg/L)  - Gammarus pulex (0.0068 µg/L)

### I.4. Utilisation de Lambda cyhalothrine

Lambda cyhalothrin a trouvé de vastes utilisations dans les applications de santé publique et animale où elle contrôle efficacement un large éventail d'insectes et d'ectoparasites, notamment des cafards, des mouches, des lices, des moustiques (Davies et al., 2000 ; Kroeger et al., 2003).

### I.5. Toxicité de la lambda-cyhalothrine

Lambda-cyhalothrine est une molécule à potentiel neurotoxique non seulement pour les insectes, mais aussi pour les mammifères (**Anadon et al., 2006 ; Ansari et al., 2012 ; Aouey et al., 2017 ; Fetoui et al., 2009**). Cependant, cette substance active est plus toxique chez les insectes que chez les humains (**Bradberry et al., 2005**). La toxicité de la lambda cyhalothrine chez les animaux a été étudiée abondamment ces dernières années (**Hossain et al., 2005**).

#### I.5.1. Toxicité hépatique

Plusieurs études ont montré la relation entre l'exposition à des insecticides pyréthrinoïdes et les dommages au niveau du foie, étant donné que ce dernier est le site de métabolisme de tous les pesticides (**Anadon et al., 2013; Giray et al., 2001**). L'étude d'**Aouey et al. (2017)** a montré que l'accumulation, dans les tissus hépatiques, des métabolites de la lambda-cyhalothrine (CFMP et 3 -PBA) était fortement corrélée aux dommages au niveau des hépatocytes (**Ihara et al., 2012 ; Ihara et al., 2009 ; Matsuya et al., 2012 ; Takasaki et al., 2013**).

#### I.5.2. Effets sur la consommation d'aliments et de l'eau

Il a été observé que l'exposition par ingestion à la lambda-cyhalothrine chez des rats induisait une nette diminution de la consommation alimentaire, de la consommation d'eau et du poids corporel. Des résultats similaires ont été obtenus chez les animaux exposés à différents composés pyréthrinoïdes comme la deltaméthrine (**Kilian et al., 2007; Prsamthi et al., 2005**).

#### I.5.3. Induction de stress oxydant

Comme les autres pyréthrinoïdes, la lambda-cyhalothrine est une molécule hydrophobe. Cela suggère que son action sur les membranes biologiques pourrait être liée avec des altérations des protéines et des phospholipides (**Michelangeli et al., 1990**). Des études récentes indiquent l'implication du stress oxydatif comme mécanisme de toxicité des pyréthrinoïdes de synthèse de type II (**Fetoui et al., 2008; Sankar et al., 2012**). En effet, la lambda-cyhalothrine semble s'accumuler dans les membranes biologiques et cause des dommages oxydatifs (**Michelangeli et al., 1990**). De plus, des indicateurs spécifiques de ce type de dommage ont été rapportés, tels que l'augmentation des concentrations des espèces

réactives oxygénées au niveau du foie ainsi que la peroxydation des lipides (Aouey et al., 2017).

### I.6. Toxicité cénétique de la lambda-cyhalothrine

#### I.6.1. Absorption

Les principales voies d'absorption des pesticides pyréthrinoïdes sont la voie digestive, pulmonaire et cutanée. Il semble que les pyréthrinoïdes sont rapidement absorbés par inhalation, tel qu'estimé sur la base de l'apparition des métabolites urinaires 30 minutes après l'exposition (Leng et al., 1997). Les données de la littérature sur l'exposition des travailleurs agricoles aux pyréthrinoïdes suggèrent une absorption possible lors de leur manipulation ou bien lors d'opérations de traitements dans les champs (Leng et al., 1996). L'estimation de l'absorption chez ces travailleurs agricole qui manipule la lambda-cyhalothrine (Naravaneni et Jamil, 2005).

#### I.6.2. Distribution

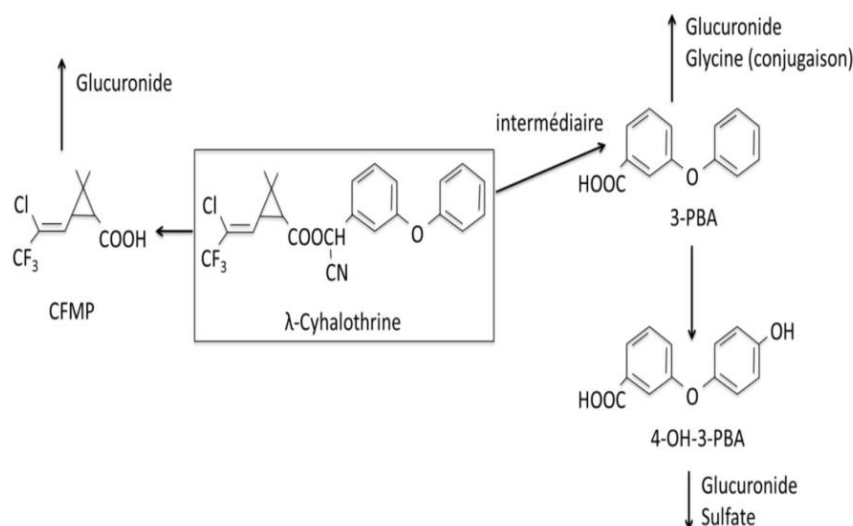
L'information disponible dans la littérature scientifique sur la distribution de la lambda-cyhalothrine est distribuée dans les tissus. Des demi-vies d'élimination moyennes de l'ordre de 35 et 18 h dans l'hypothalamus comparativement à 13 et 12 h dans le foie ont été rapportées après une exposition par voie orale et intraveineuse, respectivement. Compte tenu de cette distribution, il a été déterminé que la concentration la plus élevée de la lambda-cyhalothrine a été enregistré au niveau de l'hypothalamus (Anadon, 2006).

#### I.6.3. Métabolisme

La biotransformation ou métabolisme (**figure02**) réfère aux transformations chimiques et biochimiques des xénobiotiques. Il s'agit d'un processus de défense par lequel l'organisme évite l'accumulation des substances étrangères, en particulier les substances lipophiles, pouvant altérer le fonctionnement biologique naturel (Hutson et Roberts, 1999).

Dans le cas de la lambda-cyhalothrine, cette molécule se scinde pour produire trois principaux métabolites, l'acide 3-phénoxybenzoïque (3-PBA), l'acide cis-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-en-1-yl)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylique (CFMP) et l'acide 3-(4'-hydroxybenzoïque (4-OH-3-PBA) (Kaneko et Miyamoto, 2001).





**Figure02** : Métabolisme de la lambda-cyhalothrin .

### I.6.4. Excrétion

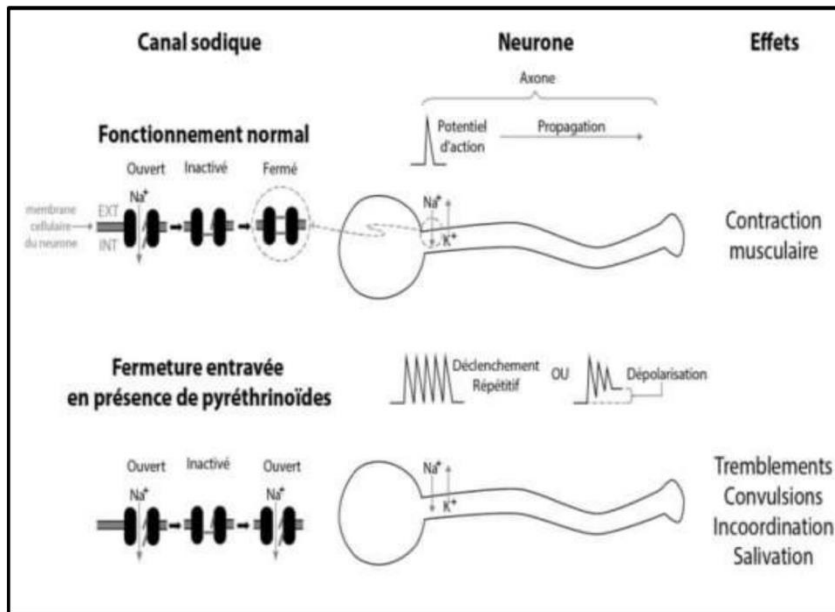
La majorité des pyréthrinoïdes ont une demi-vie d'élimination rapide, les études animales disponibles montrant qu'une fois absorbé, ils sont rapidement éliminés par les reins (**Eadsforth et Baldwin, 1983; Eadsforth et al., 1988**). A partir de données expérimentales chez le rat exposé par voie orale, une étude sur la toxicocinétique de la lambda-cyhalothrine chez deux groupes de rats Wistar mâles exposés par voie orale à une dose unique de 20 mg/kg pc (n = 80) et une dose intraveineuse de 3 mg/kg pc (n = 80), les auteurs rapportent des demi-vies d'élimination moyennes du composé parent dans le plasma de l'ordre de 7,55 et 10,27 h suite à l'exposition par voie intraveineuse et par orale, respectivement (**Anadon et al., 2006**).

### I.7. Mécanisme d'action

La Lambda Cyhalothrine sont neurotoxiques parce qu'ils interfèrent avec la propagation des signaux neuronaux. Leur action réside dans l'inhibition de la fermeture des canaux sodiques voltage dépendants de la membrane des cellules nerveuses (**Figure 03**). En les maintenant ouverts, ils déclenchent ainsi une série d'influx électriques causant une dépolarisation, ce qui a pour conséquence la perturbation du fonctionnement normal du système nerveux. Ceci engendre différents symptômes comme des mouvements involontaires, et la mort éventuelle (**Li-Ming et al., 2008**).

# Chapitre I Lambda Cyhalothrine

Ces composés sont également connus pour leur action sur d'autres canaux et récepteurs, comme, les canaux calciques, les canaux chlorures. Par ailleurs, certaines études suggèrent que les pyréthrinoides ou leurs métabolites pourraient aussi agir en tant que génotoxiques ou perturbateurs endocriniens (Lawerence et Casida, 1983 ; Davies et al., 2007).



**Figure03 :** Mécanisme d'action des pyréthrinoides sur les neurones (Catterall, 2000).

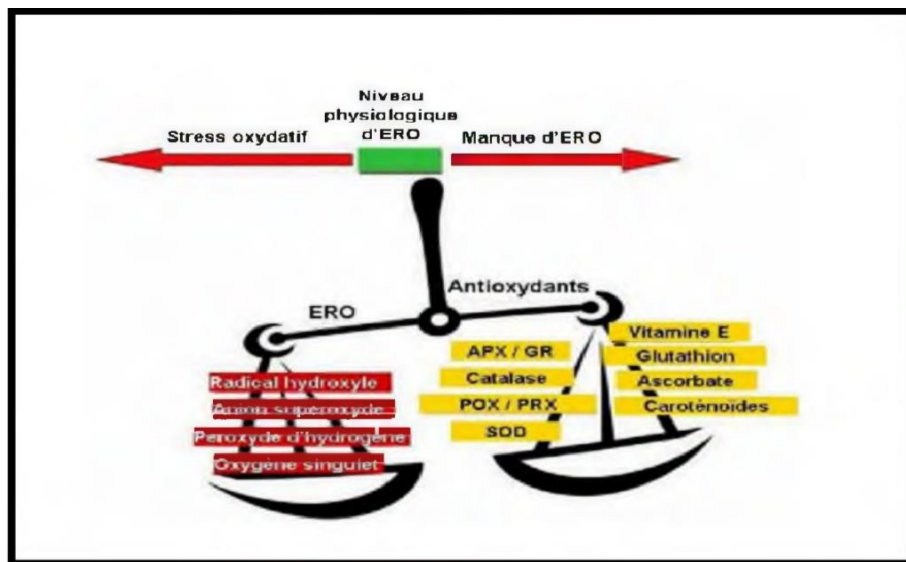
# *Chapitre II: STRESS*

## *OXYDANT*

## II. Stress oxydant

### II.1. Définition

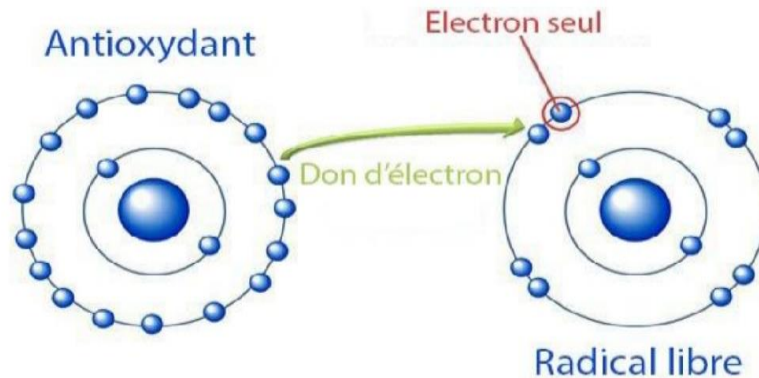
Le stress oxydatif, dénommé également stress oxydant, résulte d'un déséquilibre de la balance « pro-oxydants/antioxydants » en faveur des oxydants (Almasiova et al., 2012), ce qui se traduit par des dommages oxydatifs de l'ensemble des constituants cellulaires : les lipides avec perturbations des membranes cellulaires, les protéines avec l'altération des récepteurs et des enzymes, les acides nucléiques avec un risque de mutation et de cancérisation. Un stress oxydatif peut donc se développer suite à une diminution des systèmes de défense antioxydant (La ReSergent et al., 2000). (figure 04).



**Figure 04** : Schématisation de la balance entre les espèces réactives oxygénées et les antioxydants (Pourrut et al., 2008).

### II.2. Radicaux libres

Un radical libre se définit comme toute molécule ou fragment d'une molécule possédant au moins un électron non apparié (célibataire) sur son orbitale externe (Figure 05) ce qui augmente considérablement sa réactivité par nécessité de se combiner avec un autre électron pour atteindre la stabilité selon un phénomène d'oxydation (Bonfont et al., 2003 ; Finaud et al., 2006). Sa durée de vie est très courte (quelques millisecondes voir quelque nanosecondes) et il est symbolisé par un point qui indique où l'électron libre se situe (Goto et al., 2008).



**Figure05** : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.

les radicaux libres contribuent au stress oxydatif par une série de réactions en chaîne. Bien que les radicaux libres aient la capacité d'infliger des dommages irréversibles aux macromolécules, ils ont un rôle essentiel à jouer dans certaines fonctions biologiques telles la phagocytose, la régulation de la croissance cellulaire et des signaux intercellulaires et la synthèse d'importants composés organiques. Toutefois, en concentrations élevées, ils deviennent hautement cytotoxiques en engendrant de sérieuses altérations aux cellules pouvant mener à la mort cellulaire (Zou et al., 2008).

### II.3. Les différents types des ROS

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer trois groupes (Favier, 2003).

#### II.3.1. Les radicaux primaires

qui constituent un ensemble restreint de composés radicalaires et dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron tels l'anion superoxyde  $O_2^-$  et le radical hydroxyle  $OH^\bullet$ , ou de l'azote tel le monoxyde d'azote  $NO^\bullet$ . Ils jouent un rôle particulier en physiologie.

#### II.3.2. Les radicaux secondaires

se forment par réaction des radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule.

D'autres espèces dérivées de l'oxygène dites espèces actives de l'oxygène, comme l'oxygène singulet ( $^1O_2$ ), le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) ou le nitroperoxyde ( $ONOOH$ ), ne sont pas

## Chapitre II STRESS OXYDANT

des radicaux libres, mais sont aussi réactives et peuvent être des précurseurs de radicaux.  
**tableau 2.**

**Tableau 2 :** Les principaux radicaux libres (Haton, 2005).

Oxygène	O <sub>2</sub>
Oxygène singulet	<sup>1</sup> O <sub>2</sub>
Anion super oxide	O <sub>2</sub> <sup>•-</sup>
Radical hydroxyle	OH
Radical hydroperoxyde	HOO
Radical peroxide	ROO
Hydroperoxyde	ROOH
Radical alkoxyde	RO•
Peroxyde d'hydrogene	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Radical oxyde nitrique	NO•

### II.4. Sources de production des radicaux libres

Les facteurs responsables de l'augmentation de la production de radicaux libres par l'organisme sont appelés facteurs oxydants. Ils se divisent en facteurs endogènes et exogènes.

#### II.4.1. Origine endogène

Une des plus grandes sources endogènes de production de radicaux libres est lamitochondrie, organite utilisant de l'oxygène pour produire de l'ATP. Au cours de larespiration cellulaire, 95 à 99% de l'oxygène consommé est réduit en eau. Toutefois, 1 à 5% de l'oxygène est transformé en anion superoxyde (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>) dans les complexes I et III de lachaine de transport des électrons (Finaud et al., 2006). Ainsi, la production de radicaux libresest proportionnelle à la consommation d'oxygène. De plus, les peroxysomes, les microsomesainsi que les leucocytes tels les granulocytes (neutrophiles et éosinophiles) et lesmacrophages sont d'importantes sources de production de radicaux libres (Zou et al., 2008; Valko et al., 2006). Les granulocytes et les macrophages, grandement impliqués dans lesystème immunitaire de

## *Chapitre II STRESS OXYDANT*

---

par leur rôle à éliminer certains antigènes, sont munis d'un système NADPH-oxydase capable de produire des anions superoxyde ( $O_2^{--}$ ) (Finaud et al., 2006).

### **II.4.2. Origine exogène**

Les facteurs exogènes associés à une production accrue et/ou à une diminution de l'élimination de radicaux libres sont également très variés. Parmi ces facteurs, on retrouve:

- L' alimentation (antibiotiques, alcool, café, aliments riches en protéines et/ou en lipides et/ou à indice glycémique élevé, faible consommation d' antioxydants) (Hu et al. , 2006).
- Le CO<sub>2</sub> atmosphérique (Bentes de Souza et al. , 2004) .
- Les polluants (fumée de cigarette, pollution atmosphérique (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, hydrocarbures), métaux occupationnels (métaux de transition tels le mercure, le fer, le cadmium et le nickel), arsenic, amiante) (Valko et al. , 2006), (Valko et al. , 2005), (Moller et al. , 1996).
- Les médicaments (traitements contre le cancer, psoralène) (Moller et al., 1996).
- Les radiations (ionisantes, ultraviolets, micro-ondes) (Moller et al., 1996).
- L'absorption dermique (insecticides, médicaments) (Moller et al., 1996).

En ce qui concerne l'impact de la pollution sur la production de radicaux libres, une conclusion de grande envergure a été tirée dans les dernières années (Kelly, 2003). En se basant sur de nombreuses études effectuées dans différents pays, l'auteur affirme que le stress oxydatif a été identifié comme étant le phénomène ultime expliquant les effets toxiques des polluants atmosphériques causant des inquiétudes.

### **II.5. Antioxydants**

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d' autres substances chimiques. Les systèmes antioxydants peuvent être classés selon leur mode d'action, leur localisation cellulaire et leur origine (Delattre et al., 2005).

On divise les antioxydants en deux grandes classes: les antioxydants enzymatiques et non enzymatique .

#### **II.5.1. Les Antioxydants enzymatiques :**

Les antioxydants endogènes se retrouvent sous forme d' enzymes produites par l'organisme.

## *Chapitre II STRESS OXYDANT*

---

On en compte trois principales: la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase, toutes trois présentes dans le cytoplasme, le milieu extracellulaire et la mitochondrie. Ces enzymes jouent un rôle très important dans le maintien de la santé. En effet, le retrait du gène responsable de la production de la superoxyde dismutase chez des souris a été associé à un décès prématuré dû à un manque de défense contre les radicaux libres (**Baba et McGrath, 2008**). En plus de ces trois enzymes, le corps produit d' autres antioxydants tels l'acide urique, la mélatonine, le N-acétylcystéine et la méthionine sulfate réductase . L'organisme a également la capacité de synthétiser quelques antioxydants aussi retrouvés dans l' alimentation. C'est le cas du glutathion, protéine composée de trois acides aminés (cystéine, acide glutamique et glycine), considéré comme le plus important antioxydant du cytosol . Il y a aussi l'acide alpha-lipoïque, l'albumine et la coenzyme Q10. (**Ahmed et al., 2004**).

À noter que quelques minéraux comme le fer et le cuivre peuvent également devenir pro-oxydant dans certaines conditions (**Tapia et Araya, 2006**).

### **II.5.2. Le Antioxydant non enzymatique:**

les antioxydants exogènes sont fournis par l' alimentation. On retrouve entre autres le bêta-carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E), le lycopène et les polyphénols. Ces derniers incluent les flavonoïdes (très répandus dans les végétaux), les tanins (présents dans le cacao, le café, le thé, le raisin, etc.), les anthocyanes (principalement dans les fruits rouges) et les acides phénoliques (présents dans les céréales, les fruits et les légumes) . Alors que le bêta-carotène (et autres caroténoïdes), la vitamine E et la coenzyme Q10 sont des antioxydants liposolubles, les autres sont hydrosolubles. Il est à noter que l' acide alpha-lipoïque est à la fois hydrosoluble et liposoluble, ce qui lui vaut le titre d' « antioxydant universel». Parmi les antioxydants exogènes, il y a aussi divers minéraux 'tels le zinc, le sélénium, le cuivre, le manganèse et le fer, ces derniers étant toutefois davantage des composés essentiels au bon fonctionnement des systèmes antioxydants (**Ahmed et al., 2004**). À noter que quelques minéraux comme le fer et le cuivre peuvent également devenir pro-oxydant dans certaines conditions (**Tapia et Araya, 2006**).

### **II.6. Conséquences biochimiques du stress oxydant**

Lors d'un stress oxydant, les espèces réactives oxygénées endommagent les macromolécules dans les cellules, notamment les lipides, les protéines et l'ADN.



### **II.6.1. Peroxydation des lipides**

Les acides gras polyinsaturés comme les acides linoléiques ou arachidonique sont les cibles privilégiées des EOA et plus particulièrement des radicaux libres. Dans une première étape, ils se transforment en peroxydes lipidiques (ROOH) qui peuvent être mesurés au niveau plasmatique, Sous l'action de métaux de transition (fer, cuivre), les peroxydes lipidiques se décomposent ensuite en toute une série de sous-produits dont font partie les aldéhydes (**Pincemail et al., 1999**). Les principaux marqueurs de l'oxydation lipidiques sont le malondéaldéhyde (MDA), les hydroperoxydes lipidiques, le 4-hydroxynonanal (4- HNE) (**Guichardant et al., 2006**).

### **II.6.2. Peroxydation des protéines**

Les modifications des structures primaire, secondaire et tertiaire des protéines par les EOA sont à la base de la formation de dérivés protéiques carbonylés via plusieurs mécanismes incluant la fragmentation et l'oxydation des acides aminés (**Pincemail et al., 1999**).

### **II.6.3. L'oxydation de l'ADN**

Les espèces réactives, et plus particulièrement le radical hydroxyle (HO●), peuvent induire des cassures de l'ADN, des mutations ponctuelles (simple ou double brins) ou bien altérer les systèmes de réparation. Les ERO peuvent induire notamment des oxydations, des nitrations ou des méthylations des bases. Ces modifications vont ainsi perturber la transcription et la traduction par la suite, aboutissant à la formation d'une protéine tronquée et/ou non fonctionnelle. Ces altérations sont souvent à l'origine des phénomènes de mutagénèse, carcinogénèse ou encore de vieillissement prématuré (**Valko et al., 2006**).

*Chapitre III: Modèle  
biologique (Helix  
vermiculata)*

## Chapitre III. Modèle biologique (*Helix vermiculata*)

### III. Modèle biologique (*Helix vermiculata*)

#### III.1. Biologie de l'escargot

##### III.1.1. Présentation de l'espèce *Helix vermiculata*

l'escargot *Helix vermiculata* (*Eobania vermiculata*) plus connu sous le nom de bandes de chocolat, est une sous-espèce d'escargot (Gastropoda) de la famille des Helicidae du genre Hélix et de l'espèce Hélix vermiculata, est un Mollusque Pulmoné, terrestre, hermaphrodite et herbivore vivant dans la région méditerranéenne (**Photo1**). (ATTIA, 2019).



**Photos 01:** *Helix vermiculata* (Photo personnelle).

##### III.1.2. Systématique

Classification de *Helix vermiculata* (Camps-Fabrer, 2000).

Règne	Animal
Embranchement	Mollusques
Classe	Gastropodes
Ordre	Stylommatophores
Famille	Hélicidae
Genre	<i>Hélix</i> ou <i>Eobania</i>
Espèce	Vermiculata ou <i>Eobania</i>
Sous-espèce	Pulmonés

## *Chapitre III. Modèle biologique (Helix vermiculata)*

---

### III.1.3. Description de l'escargot

L'escargot comprend en gros deux parties, le corps et la coquille (Zaafour, 2014).

#### a) Le corps

*Helix vermiculata* possède un corps mou en absence d'un axe squelettique ; son corps subdivise en trois parties :

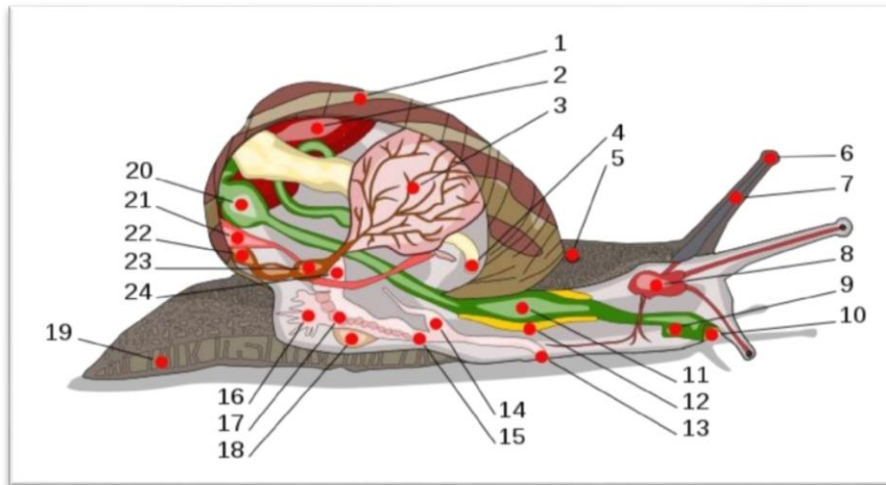
- **La tête** : est considéré comme une région céphalique de l'escargot .
- **Le pied** : représente la grande partie de la masse charnue, très développé. Le rampement est effectué par sa face ventrale.
- **La masse viscérale** : constituée de l'appareil digestif, circulatoire, génital, excréteur et respiratoire avec leurs complémentarités. Elle se trouve à l'intérieure de la coquille dans un sac hélicoïdal (Beaumont A, Cassie P .1970).

#### b) La coquille

Elle est sous forme d'un cône calcaire, enroulé autour d'une columelle pleine chez l'éobania, l'ouverture de la coquille constitue le péristome .La paroi de la coquille constitue de trois couches superposées. :

- **La couche lamelleuse** : qui couvre la surface interne de la coquille.
- **La couche externe** : cornée ne se brise pas.
- **La couche moyenne** : est formé de calcaire presque pur (Beaumont A , Cassier P,1970).

### III.1.4. Anatomie interne d'un escargot



**Figure06:**Anatomie interne de l'escargot (Boukhallout et Touati, 2016).

1 :coquille ; 2 : foie ; 3 : poumon ; 4 : anus ; 5 : pore respiratoire ; 6 : œil ; 7 : tentacule ; 8 : cerveau ; 9 : conduit salivaire ; 10 : bouche ; 11 : panse ; 12 : glande salivair; 13 : orifice génital ; 14 : pénis ; 15 : vagin ; 16 : glande muqueuse ; 17 : oviducte ; 18 : sac de dards ; 19 : pied ; 20 : estomac ; 21 : rein ; 22 : manteau; 23 : cœur ; 24 : canal déférent.

### III.1.5. Déplacement

Le pied d'*Helix vermiculata*, est un organe qui soutient le corps et permet à l'escargot de progresser par reptation. Sa partie inférieure contient des glandes qui secrètent le mucus de façon continue, créant ainsi une trace évidente brillante noter que ce produit synthétisé contient plusieurs composés qui lui permettent d'avancer facilement soit par glissement sur les obstacles ou bien par fixation même derrière lui (**figure 07**).

Différents types de mucus sont, sécrétés par ses glandes muqueuses. Il faut verticalement sur des parois mais en plus il est utilisé par la pharmacologie, la cosmétique et pour certains compléments alimentaires et pour soigner les maladies de la prostate (**Toja, 2011**).



**Figure07** : Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots (**Pol, 2001**).

### III.1.6. Longévité

L'escargot *Helix vermiculata* est adulte à deux ans mais peut vivre plus de cinq ans. Dans la nature, il dépasse rarement l'âge de trois ans. Sa mort est souvent due à des prédateurs ou à des parasites (**Smida et Toualbia, 2016**). En captivité, sa longévité est bien plus longue et va de 10 à 15 ans. Certains individus ont vécu plus de trente ans (**Zaafour, 2014**).

### III.1.7. Cycle biologique de l'escargot

L'escargot est un animal hermaphrodite. Cette particularité explique la complexité de l'appareil génital composé d'organes à la fois mâle et femelle ainsi que d'organes uniquement mâle ou femelle (**Zaafour, 2014**). Toutefois, pour se reproduire, l'accouplement (**figure08**) est obligatoire, l'autofécondation n'étant pas possible. L'accouplement peut durer plusieurs heures (10 à 12 heures). La ponte aura lieu 15 à 30 jours après l'accouplement.

Pour pondre l'escargot creuse un nid dans la terre de 4 à 5 cm de profondeur. La durée de la ponte est comprise entre 12 et 48 heures, elle aboutit à la mise de 80 à 140 œufs. Dans la nature *Helix vermiculata* peut pondre de 50 à 200 œufs. La durée de l'incubation et de l'éclosion est comprise entre 15 et 30 jours, suivant les conditions climatiques, les jeunes vont rester 2 à 5 jours avant de sortir à la surface pour se nourrir. Leur poids est de 0,02 à 0,04 g (**Chase, 1986**).

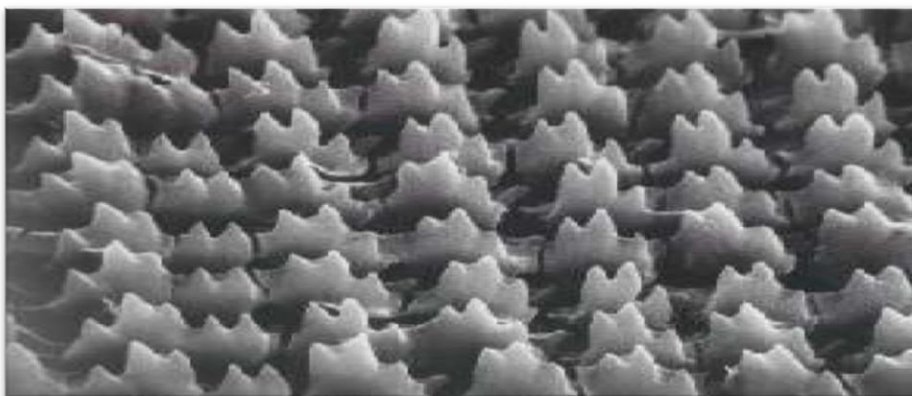


**Figure 08 :** Accouplement de l'escargot (Pol, 2006).

## **III.2. Ecologie de l'escargot**

### **III.2.1. Alimentation**

L'escargot c'est un animal phytophage appréciant toutes sortes de végétaux présentent dans la nature, et la nourriture varie selon l'espèce depuis les feuilles et les fruits jusqu'à tubercules et aux racine (Anonyme, 2004 et Zaafour, 2014). s'alimente grâce à une langue dentée (figure09) nommée radula (Pirame, 2003). Son régime alimentaire n'est pas spécialisé et l'escargot s'adapte en fonction des plantes qui colonisent le milieu, il est surtout composé de feuilles telles que laitue. Mais il apprécie aussi les fruits et les légumes (Pol, 2006 et Druart, 2011). Les préférences alimentaires de ces espèces semblent varier avec l'âge et la taille (Mandangi, 2010).



**Figure 09 :** Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage (Sirtin, 2009).

## Chapitre III. Modèle biologique (*Helix vermiculata*)

---

### III.2.2. Rythmes de vie d'*Helix vermiculata*

Lorsqu'un facteur du milieu est défavorable, la vitesse de la croissance devient très faible ou s'annule (**Anonyme, 2004**). L'escargot possède deux rythmes d'activités : activités journalières et activités saisonnières (**Djadouri et Ben Dahra, 2014**).

#### III.2.2.1 Activité journalière

Elle est en relation étroite avec la photopériode (**Le Guhenec, 1986**). Cette activité peut être inhibée par des conditions thermiques et hygrométrique défavorables (**Douafer, 2015**). Dans des conditions optimales ( $T^{\circ}$  et  $H^{\circ}$ ), l'escargot sort de sa coquille et devient actif dès la tombée de la nuit jusqu'au lever du jour (**Djadouri et Ben Dahra, 2014**). La phase de l'inactivité relative à une durée inférieure à 18 heure, durant cette phase l'escargot est au repos et ne manifeste que peu d'activité locomotrice, nutritionnelle ou sexuelle (**Smida et Toualbia, 2016**).

#### III.2.2.2. Activité saisonnière

L'escargot s'adapte aux variations saisonnières thermiques, On réglant la température de son corps, qui sont marqués par deux états physiologiques importantes : (**Douafer, 2015**).

- **Estivation** : un rythme de vie demi-ralentie d'été. On observe ce comportement dans des régions où l'été est particulièrement chaud et sec. L'animal se présente complètement rétracté à l'intérieur de sa coquille, dont l'ouverture est fermée; par l'intermédiaire des matières muqueuses et calcaires secrétées par le mollusque lui-même. Durant l'estivation (**figure10**), la respiration et les mouvements cardiaques sont normaux mais il y a diminution rapide des réserves d'eau et des réserves énergétiques (**Sandrine et al., 2003**).



**Figure 10** : Escargot en estivation (**Pol, 2006**).



## Chapitre III. Modèle biologique (*Helix vermiculata*)

---

- **Hibernation** : Durant la période hivernale, l'escargot entre en léthargie. Il secrète devant l'ouverture de sa coquille un rideau de mucus solidifié: l'épiphragme. L'animal vit sur ses réserves, en particulier sur le glycogène emmagasiné. Pendant l'hibernation (**Figure 11**), tous les métabolismes sont ralentis. L'escargot peut perdre jusqu'au 30 % de son poids (perte en eau). Au printemps, les réserves perdues seront très rapidement récupérées (**Sandrine et al., 2003**).

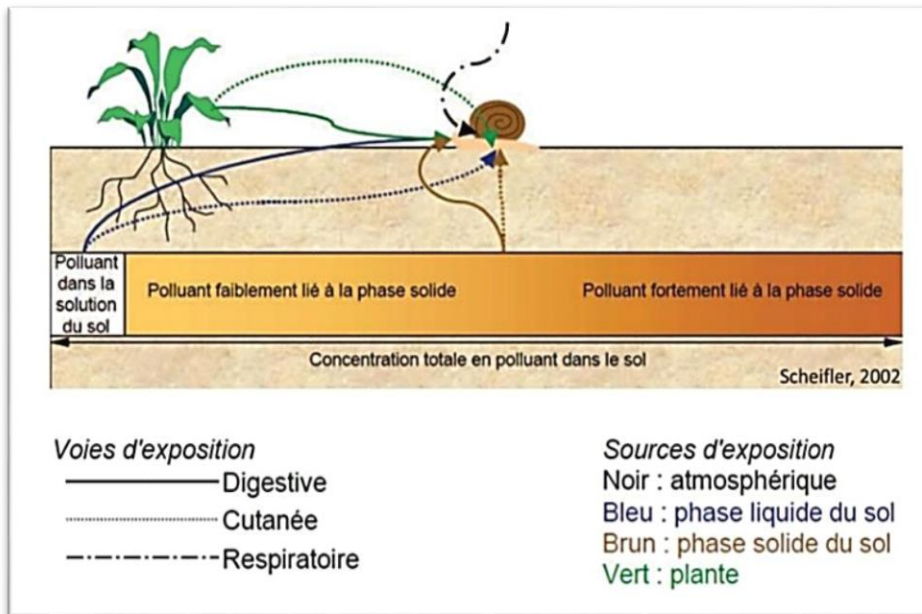


**Figure11** : Escargot en hibernation avec son épiphragme (**Zaafour, 2014**).

### III.2.3. Différentes voies d'exposition aux polluants

Grâce au contact direct de l'escargot avec le sol, les plantes, l'atmosphère, donc plusieurs sources de contamination peuvent l'affecter par différentes voies d'exposition (**Figure12**):

- **La voie respiratoire** par inhalation des gaz toxiques ou des particules atmosphériques (**Regoli et al., 2006**).
- **La voie cutanée** est réalisée par diffusion des polluants du sol au travers de l'épithélium du pied (**coeurdassiere et al., 2002 ; Gomot de de vaufleury et pihan., 2002**).
- **la voie digestive** par ingestion de nourriture polluée; plantes (**Scheifler et al., 2006**).



**Figure 12 :** Voies et sources de transfert des polluants aux escargots (Scheifler, 2002).

### III.2.4. Croissance

La croissance des escargots est caractérisée par 4 phases :

**La phase1 :** Ils sont appelés « jeunes éclos » jusqu'à environ 1 g (correspondant à 1 mois) .

**La phase2 :** sont qualifiés de juvéniles jusqu'à environ 5 g.

**La phase3 :** quand il a un poids de 8 à 9 grammes, il est ,ainsi, qualifié de subadulte.

**La phase4 :** lorsqu'après environ quatre mois de croissance en conditions favorables et contrôlés, il atteint la taille adulte on dit alors qu'il se borde (ce phénomène est caractérisé par la formation de bords de la coquille et par l'épaississement du bord du manteau, à ce moment il termine sa maturation sexuelle et devient capable à se reproduire).

- En milieu naturel, la croissance est beaucoup plus longue et dure de 1 à 2 ans selon les conditions climatiques.
- La durée de vie en milieu naturel est en moyenne de 6 à 7 ans (Benjamin,2012).

# *Chapitre IV : Matériels et méthodes*

### I. Matériels et méthodes

Notre travail a été effectué au niveau du Laboratoire Pédagogique de Toxicologie au niveau du Département de Biologie appliquée à Université Larbi Tebessi-Tébessa-.

#### I.1. Matériels

##### I.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans notre travail est l'escargot *Helix vermiculata* (Photo 02). Les escargots utilisés au cours des expérimentations sont en nombre de 72 escargots. Ils proviennent d'une zone non polluée de la région de chéria-Tébessa (Nord-est de l'Algérie). Ils ont été ramassés dans la période entre \*\* et \*\*. Les escargots rassemblés sont maintenus pendant 21 jours au niveau du laboratoire pour l'acclimatation aux conditions de laboratoire avant tout traitement.

L'identification de l'espèce *Helix vermiculata* a été faite par Dr. Cheriak L., Enseignant chercheur au département des êtres vivant à l'Université de Tébessa.



**Photo 02:** *Helix vermiculata* (Photo personnelle)

##### I.1.2. Matériel chimique

Dans cette étude, notre choix s'est porté sur un insecticide de la famille des pyréthrinoides de type II, la Lambda cyhalothrine. Cet insecticide est largement utilisé contre divers insectes nuisibles dans l'agriculture. Il a été acheté chez un vendeur des produits agricoles dans la ville de Skanska -Tébessa- sous le nom de marque Lambda. Utilisation en pulvérisation : Diluer 1 litre de Lambda Cyhalothrine dans 100 litres d'eau pour tuer les insectes .



**Photo 03:** Lambda Cyhalothrine (Photo personnelle).

### I.2. Méthodes

#### I.2.1. Conditions d'élevagesont

Notre étude a été réalisée sur 72 escargots avec un poids allant de 4,14 g à 12,64g provenant d'une population d'originaire de la région de chéria-Tébessa. Les essais sont réalisés dans les conditions suivantes : Photopériodes 12h de lumière/24h, température moyenne de 20°C.

Les escargots sont répartis dans des boites en plastiques transparentes avec couvercle perforés pour permettre l'oxygénation. Les dimentions des boites sont : 30 cm de longueur, 20 cm de largeur et 20 cm d'hauteur (30x20x20 cm). Chaque boite contient une éponge mouillée pour maintenir l'humidité (Photo 04). Le nettoyage des boites et le changement de nourriture se fait un jour sur deux. L'alimentation fournie est les feuilles de laitue.



**Photos 04** : Elevage des escargots dans le laboratoire (**Photos personnelle**).

### I.2.2. Mode de traitement

Les escargots sont répartis en 9 lots, à raison de 08 escargots / lot. Après une période d'adaptation aux conditions de laboratoire de 21 jours, le traitement des escargots est effectué par addition de 2 mL d'une solution Lambda cyhalothrine à concentrations croissantes dans l'alimentation (les feuilles de laitue). L'addition a été réalisée à l'aide d'une seringue graduée (**Photo 05**).

## Chapitre IV. Matériels et méthodes



**Photos 05:** Préparation des concentrations de lamda cylothrine (**Photos personnelle**)

Nous avons retenu 08 doses en plus du témoin (0 $\mu$ L). La game des doses choisies es a été réaisonnée comme suit (**Tableau03**) :

La dose préconisée par le producteur de Lamda cyhalothrine a été calculée et extrapolé à la surface de la boîte utilisée et correspondait à 156 $\mu$ L. Ensuite, nous avons divisé cette dose en trois doses inférieures et trois doses supérieures en doublant à chaque fois la dose (**Tableau03**). La durée de traitement est de 21 jours pour les 08 lots ce qui correspond à une exposition subchronique.

**Tableau 03:** Répartition des concentrations croissantes de lamda cyalothrine.

Lots	Dose appliquée
T	0
1	39 $\mu$ L
2	78 $\mu$ L
3	117 $\mu$ L
4	156 $\mu$ L
5	195 $\mu$ L
6	234 $\mu$ L
7	273ul
8	312ul

## Chapitre IV. Matériels et méthodes

Le nettoyage des boîtes (ramassage des fèces, nettoyage des parois à l'aide d'un papier absorbant humidifié) a été effectué à intervalles réguliers 3 fois par semaine jusqu'à la fin de l'expérimentation et la nourriture contaminée est renouvelée après chaque nettoyage.

Durant la période de traitement, chaque jour on a noté l'effet du traitement sur les escargots (mortalité, changement de comportement, mouvement, poids...).



**Photos 06** : Exposition des escargots à la nourriture contaminée (**Photos personnelle**).

### I.2.3. Période de jeun

Après la période de traitement, les individus ont été placés dans des boîtes plastiques et mis à jeun pendant 48 heures afin que le contenu de leur tube digestif soit vide, et d'éviter d'éventuelles interférences entre les contaminants présents dans l'aliment ingéré et les quantités de contaminants réellement accumulées dans les tissus.

### I.2.4. Sacrifices des escargots (Congélation)

Après la période de jeun, les escargots sont mis dans un congélateur à  $-20^{\circ}\text{C}$  avant l'analyse. Car ces animaux se détruisent facilement à des températures ambiantes et pour éviter aussi la dégradation des protéines. Avant la dissection, les escargots conservés sont décongelés dans un étuve à  $40^{\circ}\text{C}$  pendant 30 minutes.

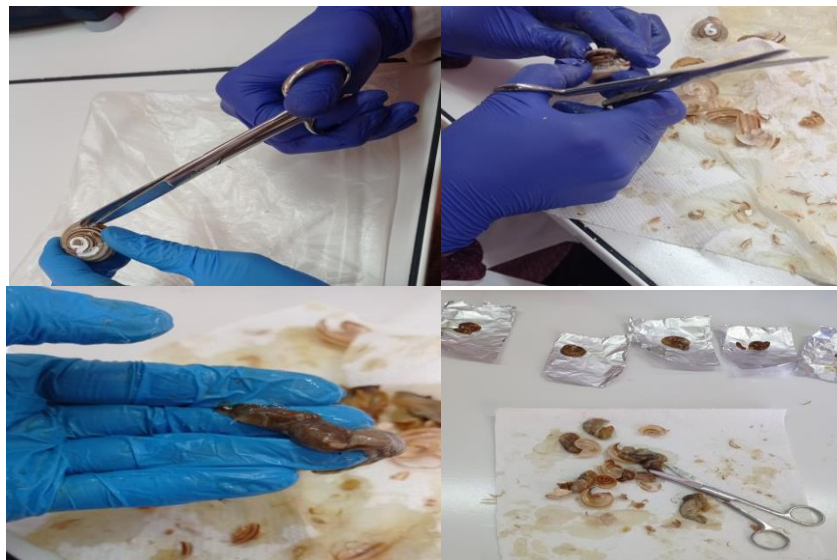




**Photos 07:** Congélation des escargots (photos personnelle).

### I.2.5. Dissection et prélèvement de l'hépatopancréas

La dissection a été faite en découpant lentement la coquille en petits morceaux avec une pince. Les morceaux éclatés ont été enlevés délicatement afin d'éviter de crever le manteau et les poumons situés en dessous (Photos 08) Après la dissection, l'hépatopancréas de chaque animal est prélevé et divisé en 03 fragments pour doser les protéines, glucides et lipides.



**Photos08 :** Etapes de dissection des escargots et prélèvement de l'hépatopancréas (photos Personnelle).

### **I.2.6. Méthode de dosage**

#### **1.2.7. Dosage des métabolites (protéines, lipides et glucides).**

Après la dissection, l'extraction des différents métabolites (protéines totales, glucides totaux et lipides totaux) contenus dans l'hépatopancréas des escargots a été réalisé selon le procédé de **(Shibko et al., 1966)**. La composition des solutions utilisées sont décrites dans l'annexe (04):

Sur un fragment (100mg) de l'hépatopancrès prélevé et conservé dans 1ml d'acide trilorocétique (TCA) à 20%. Après un broyage et (mécanique, sonificateur) centrifugation (5000 tours/mn pendant 10mn), le surnagent I a été récupéré afin de doser les glucides. Le culot I a été également récupéré. A ce dernier, 1 ml d'un mélange éther/chloroforme (V/V) a été ajouté et une deuxième centrifugation (5000 tours/mn pendant 10mn) a été réalisée. Le surnagent 2 a été récupéré afin de doser les lipides tandis que le culot II a été traité avec 1 ml de NAOH (0,1N) pour le dosage du taux des protéines totales (**Figure 13**).

Tous les dosages ont été effectués sur des fractions aliquotés de 100ul et les taux des différents métabolites de l'hépatopancréas ont été quantifiés grâce aux équations des droites de régression déterminées à partir des courbes de référence (Annexes 01, 02 et 03).

## Chapitre IV. Matériels et méthodes

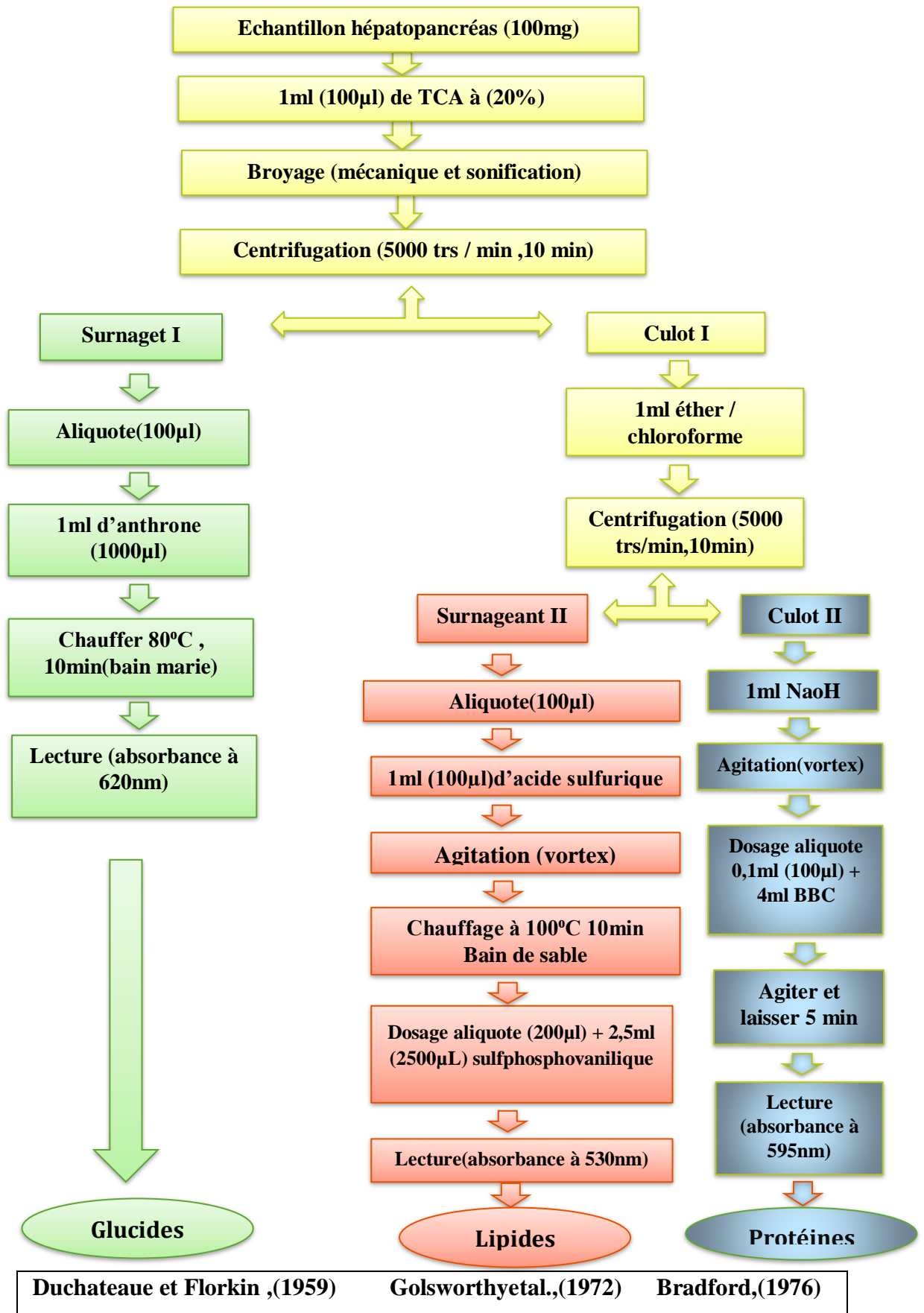


Figure 13 : Extraction des glucides, lipides et protéines totaux ( Shibko et al., 1966)

## *Chapitre IV. Matériels et méthodes*

---

### **I.2.7.1. Dosage des glucides**

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de **(Duchateau et Florkin . 1959)**. Elle consiste à additionner 100 µl du surnageant contenu dans un tube à essai, 100 µl de réactif d'Anthrone et de chauffer le mélange à 80 °C pendant 10 min. Une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucide présent dans l'échantillon.

La lecture de l'absorbance se fait à une longueur d'onde de 620 nm. La concentration des glucides a été déterminée par comparaison à une gamme étalon d'une solution mère du glucose (1 mg/ml) préalablement réalisée dans les mêmes conditions (**annexe 01**).

### **I.2.7.2. Dosage des lipides**

Le taux des lipides a été déterminé selon la méthode de **Goldsworthy et al. (1972)**. Cette méthode utilise la vanilline comme réactif (0,38g de vanilline, 195ml d'acide ortho-phosphorique à 85% et 55ml d'eau distillée) et solution mère de lipides (2,5mg/ml comme standard. Et additionné 1ml d'acide sulfurique (98%), après agitation, les chauffeés un bain de sable (100°C pendant 10min) ; de chaque tube 200µl sont ensuite prélevés et il est ajouté 2,5ml de réactif.

Une coloration rose se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de lipides présent dans l'échantillon.

Les absorbances ont été lues après 30 min d'obscurité à une longueur d'onde de 530 nm. La concentration des lipides a été déterminée par comparaison à une gamme étalon de l'huile de table (1mg/ml) préalablement réalisée dans les mêmes conditions (**annexe 02**).

### **I.2.7.3. Dosage des protéines**

Le dosage des protéines totales a été déterminé selon la méthode de **Bradford (1976)** qui consiste à utiliser le bleu de Coomassie comme réactif .Ce dernier réagit avec les groupements amines ( $\text{-NH}_2$ ) des protéines pour former un complexe de couleur bleu. L'apparition de la couleur bleu reflète le degré d'ionisation du milieu acide et l'intensité correspond à la concentration des protéines.

Pour accomplir cet essai, nous avons procédé comme suit :

- Prélever 0.1ml de l'homogénat.
- Ajouter 4ml de réactif de Bradford.
- Agiter et laisser 5 minutes.

## Chapitre IV. Matériels et méthodes

La lecture de l'absorbance se fait à une longueur d'onde de 595 nm.

La concentration des protéines est déterminée par comparaison à une gamme étalon d'albumine sérique bovine (1mg/ml) préalablement réalisée dans les mêmes conditions (annexe 03).

### I.2.8. Analyse des paramètres de croissance

#### I.2.8.1. Mesure du poids des escargots et détermination du gain de poids

Le suivi de la variation poids durant le traitement est fait à l'aide d'une balance de précision ce pendant trois (03) semaines et les pesées sont toujours réalisées avant le nettoyage de l'enceinte d'essai.

Le gain du poids est déterminé par soustraction du poids des escargot au début de traitement de leurs poids à la fin du traitement.

#### I.2.8.2. Mesure du poids frais d'hépatopancreas et détermination du poids relatif

La pesée de l'hépatopancreas a été effectuée après le sacrifice à l'aide d'une balance de précision (coeurdassier, 2001). Le poids relatif (PR) des hépatopancreas est exprimé en pourcentage par rapport au poids de l'escargot selon la formule suivante :

$$\text{PR (\%)} = \text{poids de l'organe (g)} \times 100 / \text{poids de l'escargot (g)}.$$

#### I.2.8.3. Mesure des dimensions des coquilles (longueur, largeur et hauteur)

La longueur, la largeur et la hauteur des coquilles ont été mesurées avec un pied à coulisse numérique et ces mesures permettent d'évaluer les perturbations qui sont provoquées après le traitement par lambda cyalothrine pendant trois (03) semaines (Photo 09).



**Photos 09** : Mesure des dimensions des coquilles (longueur, largeur et hauteur) de *Hélix vermiculata* (Photos personnelles).

### **I.2.9. Etude statistique**

Les digrammes ont été tracés grâce au logiciel Excel10. Les traitements statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel MINITAB d'analyse et de traitement statistique des données (Version13, 31). Pour chaque paramètre, les différences entre les lots ont été évaluées grâce à une analyse de variance à un critère de classification (ANOVA) suivie par un test de Dunette pour comparer les différents lots avec le lot témoin. Les différences ont été considérées comme significative lorsque  $p < 0,05$ .

- $p < 0,05$  : la différence est significative (\*)
- $p < 0,01$  : la différence est hautement significative (\*\*)
- $p < 0,001$  : la différence est très hautement significative (\*\*\*)

# *V. Résultats*

## V. Résultats et Discussion

### V. Résultats

#### V.1. Effets de lambda cyhalothrine sur les paramètres biochimiques au niveau de l'hépatopancréas chez *Helix vermiculata*

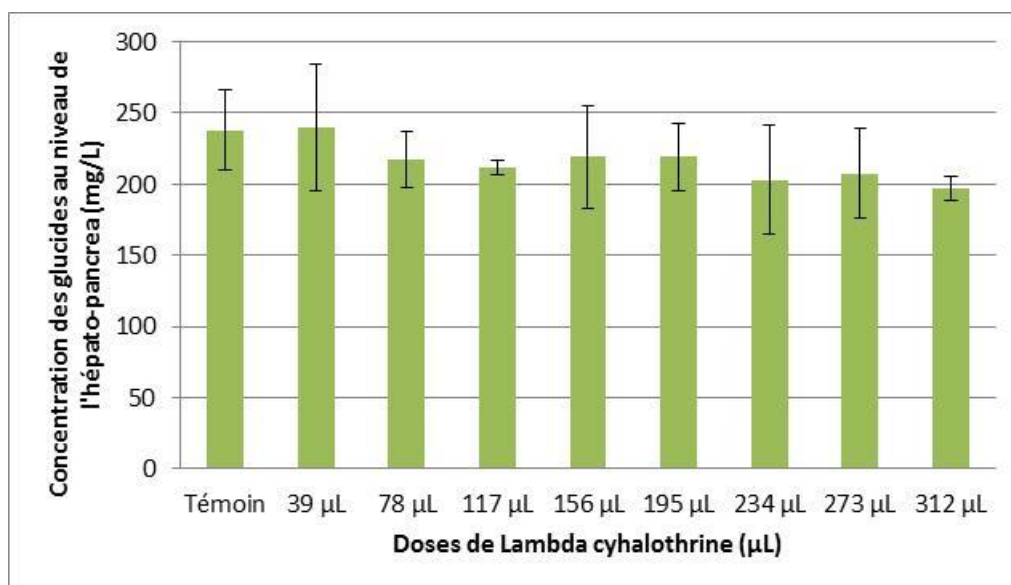
##### V.1.1. Effet sur le taux des glucides

Le taux glucides des a été déterminé grâce à l'équation de la droite de régression présentée dans l'annexe 01 :

$$Y = 0.0141x + 0.0151$$

Avec un coefficient de détermination :  $R^2 = 0,9901\%$

La **Figure 14** montre l'effet de lambda cyhalothrine à différentes concentrations sur le taux des glucides au niveau hépatopancréatique. Il paraît que lambda cyhalothrine n'exerce pas un effet évident sur le taux des glucides. Cependant, l'allure générale montre une légère diminution non significative en utilisant les fortes doses de lambda cyhalothrine par rapport aux témoins (197,31 vs 237,75 mg/L).



**Figure14:** Variation de concentrations de glucides (mg/L) aux niveaux de l'hépatopancréas chez *Helix vermiculata* après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.



## V. Résultats et Discussion

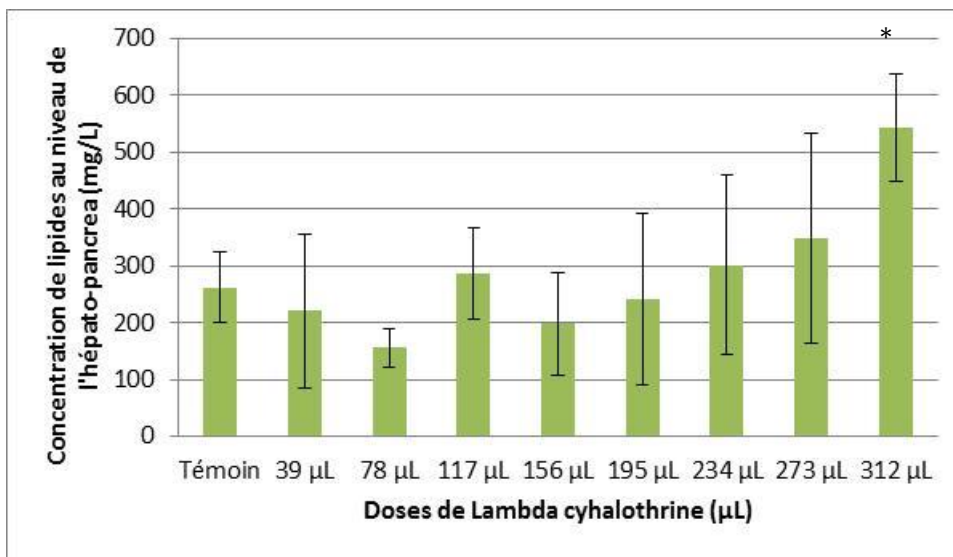
### V.1.2. Effet sur le taux des lipides

Le taux des lipides a été déterminé sur la base de la courbe de référence présentée dans l'annexe 02. L'équation de la droite de régression a été déterminée comme suit :

$$Y = 0.001x - 0.016$$

Avec un coefficient de détermination :  $R^2 = 0,945$

La **Figure 15** représente l'évolution du taux des lipides en fonction des doses de lambda cyhalothrine au niveau de l'hépatopancréas. D'une manière générale, le taux des lipides augmente chez les escargots traités par les fortes doses en comparaison avec les témoins. Par exemple, avec les doses de 234  $\mu\text{L}$  et 273  $\mu\text{L}$  et 312 $\mu\text{L}$ , on enregistre des taux de lipides de 302,13mg/L; 349mg/L et 542,75mg/L respectivement. Cependant, c'est uniquement le taux de lipides enregistré avec la dose de 312 $\mu\text{L}$  qui paraît significativement différent en comparaison avec les témoins (261,88 mg/l). En revanche, la diminution du taux des lipides observée avec les doses faibles n'est pas significative.



**Figure15** : Variation des taux de lipides (mg/L) aux niveaux de l'hépatopancréas chez *Helix vermiculata* après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.

\* = différente significative en comparaison avec les témoins ( $p < 0,05$ ).

## V. Résultats et Discussion

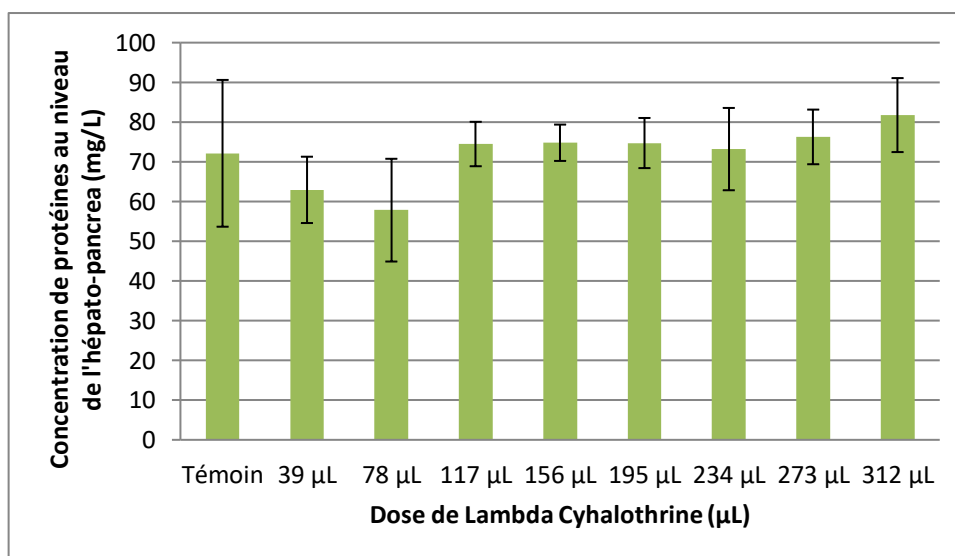
### V.1.3. Effet sur le taux des protéines

Le taux des protéines a été déterminé sur la base de la courbe de référence présentée dans l'annexe 03. L'équation de la droite de régression a été déterminée comme suit :

$$Y = 0.014x + 0.657$$

Avec coefficient de détermination  $R^2 = 0,965$

La **Figure 16** illustre les variations des taux de protéines en fonction de la dose utilisée de lambda cyhalothrine au niveau de l'hétopancréas. Nous constatons que le taux des protéines tend à augmenter chez les escargots traités par la forte dose en comparaison avec les témoins. Cependant, l'analyse statistique révèle que quelque soit la dose utilisée, il n'y a pas de différence significative entre le taux de protéines des témoins (72,13 mg/l) et ceux des autres doses.



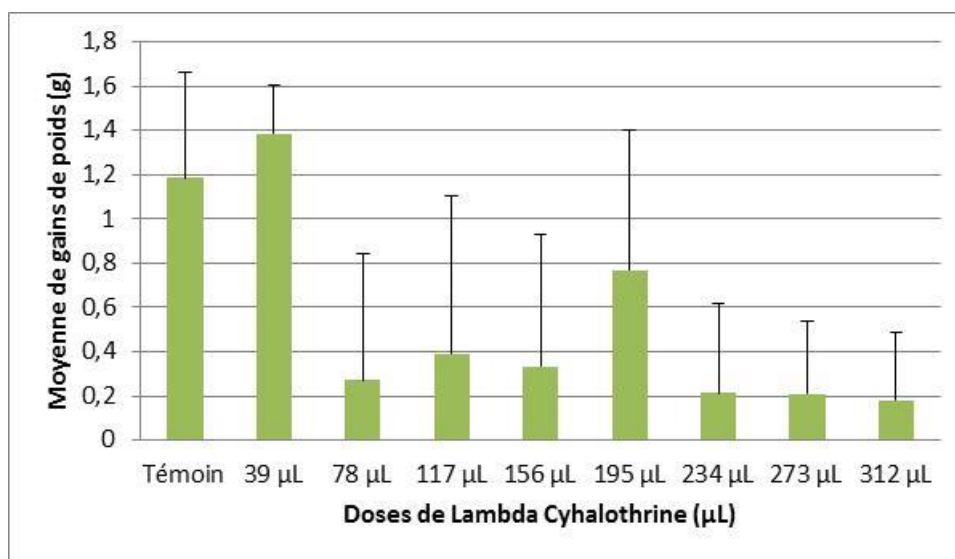
**Figure 16:** Variation de concentrations de protéines (mg/L) aux niveaux de l'hétopancréas chez *Helix vermiculata* après 21j de traitement aux lambda cyhalothrine.

## V. Résultats et Discussion

### V.2. Effet de lambda cyhalothrine sur les paramètres de croissance chez *Helix vermiculata*

#### V.2.1. Effet sur le gain de poids des escargots

La **Figure17** illustre l'évolution de gain de poids en fonction des doses administrées de lambda cyhalothrine au niveau de l'hépatopancréas. Nous avons constaté que le gain de poids diminue de façon non significative chez les escargots traités par rapport aux témoins surtout pour les doses élevées.

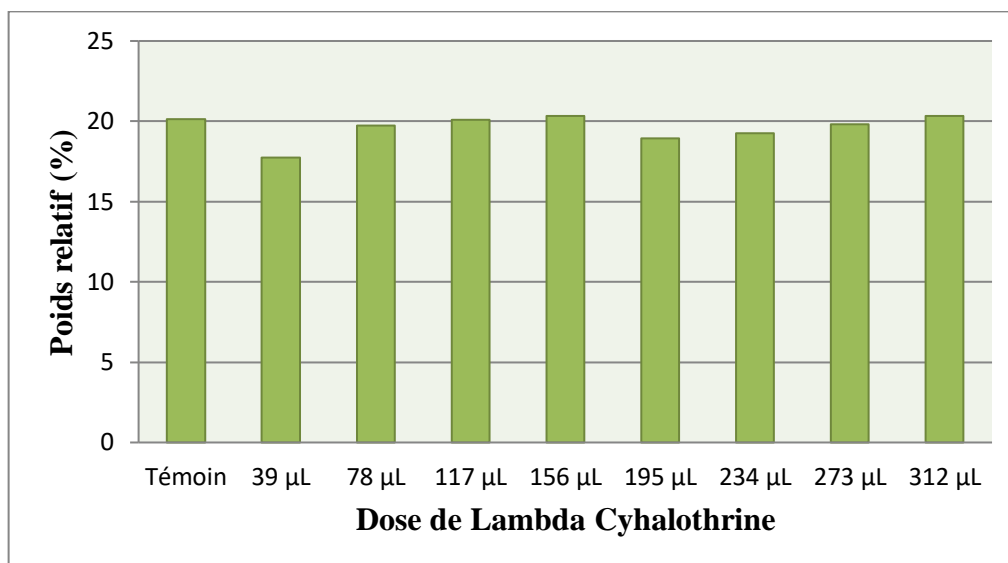


**Figure17:** Evolution de Gain de poids des hépatopancréas d'*Helix vermiculata* exposés aux concentrations croissantes de lambda cyhalothrine.

#### V.2.2. Effet de lambda cyhalothrine sur le poids relatif de l'hépatopancréas

L'évolution des valeurs du poids relatif de l'hépatopancréas associées aux doses administrées de Lambda Cyhalothrine est présentée dans la **Figure18**. Les ne montrent aucune différence sigification du poids relatifs des hépatopancréas chez les escargots traité par lambda cyhalothrine et ceux des témoins. En effet, les valeurs moyenne du poids relatifs des hépatopancréas traités par Lambda cyhalothrine varient entre 17,73% (39µL) à 20,33% (156µL) comparées à 20,14% enregistrée chez les témoins.

## V. Résultats et Discussion



**Figure 18 :** Evolution de poids relative des hépatopancreas *d'Helix vermiculata* exposés aux concentrations croissantes de lambda cyhalothrine.

### V.2.3. Effet de lambda cyhalothrine sur les dimensions des coquilles

#### V.2.3.1. Effet de lambda cyhalothrine la croissance en longueur des coquilles

Comme le montre le tableau 04, il n'a pas de grandes différences de la longueur de la coquille entre les différents lots. En effet, la moyenne de croissance en longueur des coquilles n'a dépassé pas 0,3mm. Donc en général il n'a pas croissance important de l'escargot dans la période de traitement.

**Tableau 04 :** Effet de lambda cyhalothrine sur l'évolution de longueur de la coquille des escargots *Helix vermiculata*.

Dose (µL)	Longueur au début du traitement (mm)	Longueur à la fin du traitement (mm)	Différence (mm)
Témoin	30,4±1,7	30,5±1,6	0,1
39µL	32,3±1,7	32,5±1,6	0,3
78 µL	31,3±2,4	31,4±1,6	0,1
117µL	31,4±2,4	31,5±1,6	0,1
156µL	32,5±1,3,	32,6±1,6	0,1
195µL	29,8±1,6	29,9±1,6	0,1

## V. Résultats et Discussion

234 $\mu$ L	31,9 $\pm$ 0,7	32,0 $\pm$ 1,6	0,1
273 $\mu$ L	30,6 $\pm$ 0,7	30,6 $\pm$ 1,6	0
312 $\mu$ L	32,1 $\pm$ 1,4	32,5 $\pm$ 1,6	0,1

### V.2.3.2. Effet de lambda cyalothrine sur la croissance en largeur des coquilles

Comme le montre le tableau 05, il n'a pas grande différence au niveau de la largeur de la coquille entre lots. La moyenne d'augmentation de largeur de coquille n'a dépassé pas 0,3 mm. Donc en général il n'a pas croissance importante de l'escargot dans la période de traitement (**Tableau 05**)

**Tableau 05 :** Effet de lambda cyalothrine sur l'évolution de largeur de la coquille des escargots *Helix vermiculata*.

Dose ( $\mu$ L)	Largeur au début du traitement (mm)	Largeur à la fin du traitement (mm)	Différence (mm)
Témoin	25,4 $\pm$ 1,06	25,4 $\pm$ 1,06	0
39 $\mu$ L	26,6 $\pm$ 1,2	26,6 $\pm$ 1,2	0
78 $\mu$ L	26,5 $\pm$ 1,6	26,6 $\pm$ 1,3	0,07
117 $\mu$ L	26,8 $\pm$ 1,3	26,8 $\pm$ 1,3	0
156 $\mu$ L	26,8 $\pm$ 1,4	27,1 $\pm$ 1,5	0,3
195 $\mu$ L	24,9 $\pm$ 0,1	25 $\pm$ 1,06	0,1
234 $\mu$ L	26,5 $\pm$ 0,8	26,7 $\pm$ 0,8	0,2
273 $\mu$ L	25,8 $\pm$ 0,7	25,9 $\pm$ 0,6	0,1
312 $\mu$ L	26,6 $\pm$ 1,06	26,9 $\pm$ 1,2	0,2

### V.2.3.3. Effet de lambda cyalothrine sur la croissance en hauteur des coquilles

Le **Tableau 06** présente la différence entre la hauteur des coquilles au début et à la fin du traitement chez les différents lots. Comme le montre ce tableau, il n'a pas grande différence significative au niveau de l'hauteur de la coquille. En effet, la moyenne d'augmentation de la hauteur de coquille n'a dépassé pas 0,3 mm. Donc en général, il n'a pas croissance importante de l'escargot dans la période de traitement.

## V. Résultats et Discussion

**Tableau06:** Effet de lambda cyalothrine sur la croissance en hauteur de la coquille des escargots *Helix vermiculata*.

Dose ( $\mu\text{L}$ )	Hauteur au début du traitement (mm)	Hauteur à la fin du traitement (mm)	Différence (mm)
Témoin	18,5 $\pm$ 1,9	18,9 $\pm$ 1,1	0,3
39 $\mu\text{L}$	20,1 $\pm$ 0,9	20,1 $\pm$ 0,8	0
78 $\mu\text{L}$	20,1 $\pm$ 1,1	20,1 $\pm$ 1,2	0,01
117 $\mu\text{L}$	19,9 $\pm$ 1,2	20 $\pm$ 0,1	0,1
156 $\mu\text{L}$	20,1 $\pm$ 0,7	20,1 $\pm$ 0,8	0,1
195 $\mu\text{L}$	18,3 $\pm$ 0,8	18,3 $\pm$ 0,1	0
234 $\mu\text{L}$	19,1 $\pm$ 0,6	19,3 $\pm$ 0,4	0,1
273 $\mu\text{L}$	19,4 $\pm$ 0,7	19,6 $\pm$ 0,9	0,3
312 $\mu\text{L}$	19,3 $\pm$ 0,7	19,3 $\pm$ 0,7	0

## V. Résultats et Discussion

---

### VI. Discussion

Dans notre travail nous avons choisi comme modèle biologique *Helix vermiculata* qui joue un rôle majeur dans de nombreux écosystèmes (Gomotet al., 1989). C'est pourquoi, il est de plus en plus utilisé pour l'étude toxicologique de lambda cyhalothrine. Au terme de ce travail, nous avons pu confirmer la qualité exceptionnelle d'*Helix vermiculata* en tant qu'organisme bio accumulateur/ bio indicateur et ce a travers, toutes les modifications, semble d'adapter aux conditions défavorables du milieu, qui se manifeste à la perturbation métaboliques (Coeurdassier, 2001).

Nous avons cherché à évaluer les effets toxiques au niveau hépato-pancréatique par le suivi de l'activité de certains bio-marqueurs biochimiques (protéines, lipides et glucides) et comportement.

#### VI.1. Analyse des paramètres biochimiques

Partant du principe que tout type des contraintes environnementales (stress chimique, stress hydrique, thermique, oxydant, exposition à une pollution) provoque une libération de radicaux libres dans l'organisme (Arousseau, 2002), une altération des composants cellulaires intervient lorsque l'intensité de ces phénomènes augmente anormalement. Tous les composants cellulaires peuvent être touchés : lipides, protéines, et donc les membranes dans leur ensemble (Halliwell et Chirico, 1993), glucides et ADN (Jaeschke, 1995 ; Meneghini, 1997). Les teneurs en protéines totales est un test souvent utilisé pour mettre en évidence un stress chez un organisme bio indicateur (Benbouzib, 2012).

##### VI.1.1. Effet sur le taux des glucides

L'allure générale des résultats obtenus dans cette étude montrent une légère diminution du taux des glucides dans l'hépatopancréas des escargots. Cette diminution devient significative à forte dose. Ces résultats suggèrent un épuisement du taux de glycogène dans les tissus de l'escargot traité par Lambda cyhalothrine. Cet effet, serait dû à l'utilisation directe du glycogène pour la régénération d'énergie ou suite à une hypoxie. Les glucides sont les sources d'énergie primaire et immédiates, en état d'effort des réserves glucidiques sont épuisées pour satisfaire des demandes énergétiques accrues. Supposer que les groupes traités pourraient affecter directement la synthèse, le stockage et la décomposition du glycogène dans le foie (Massin et Erginay, 2010).

## V. Résultats et Discussion

---

D'autre part, Les résultats obtenus montrent une augmentation du taux des glucides chez les escargots traités par l'hymexazole en comparaison avec les témoins. Cette augmentation peut être expliquée par plusieurs hypothèses notamment l'augmentation des réserves énergétiques, ou par des changements structuraux ou de perméabilités des membranes cellulaires c'est-à-dire l'effet inhibiteur de l'hymexazole sur l'activité enzymatique de la lactate déshydrogénase, de la succinate déshydrogénase et  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  -ATPase et l'interférence avec la chaîne de transport énergétique résultant une accumulation endocellulaire des glucides (Carpay et al., 2000).

### VI.1.2. Effet sur le taux des lipides

Les résultats concernant l'évolution du taux de lipides dans l'hépatopancréas mettent en évidence une augmentation du taux des lipides chez les escargots traités par lambda cyhalothrine comparativement aux témoins. Cette augmentation s'accroît avec l'augmentation de la dose ingérée.

En revanche, les résultats de (Padmaja et Rao, 1994) ont montré une diminution des taux de lipides, et cette diminution pourrait s'expliquer par la lipolyse via l'activation de la peroxydation lipidique due aux radicaux libres.

### VI.1.3. Effet sur le taux des protéines

Concernant le taux de protéines au niveau de l'hépatopancréas, dans la présente étude, nous avons constaté que le taux des protéines tend à augmenter chez les escargots traités par rapport aux témoins surtout pour les doses élevées. Cette augmentation pourrait être due à l'induction de la synthèse d'enzymes de détoxification et de métabolisation sous l'effet du stress oxydatif produit à la présence de différents composés bioactifs (Nahid et al., 2015).

D'autre part, l'exposition des lapins aux pesticides (DM) a provoqué un effet dévastateur sur le métabolisme global des hépatocytes. L'augmentation des taux de protéines après exposition des lapins aux pesticides reflète également la synthèse d'enzymes et de peptides de défense contre un déséquilibre homéostatique du stress oxydatif : (Anadn et al., 1991 ; Rouabhi et al., 2015) est défini comme un déséquilibre entre la production de radicaux libres et la formation et l'élimination de métabolites, appelés oxydants, par des mécanismes protecteurs appelés systèmes antioxydants (Laher, 2014).

### VI.2. Analyse des paramètres de croissance



## *V. Résultats et Discussion*

---

Dans la présente étude nous n'avons pas observé des changements considérables dans les paramètres de croissance étudiés entre le lot témoin et les autres lots traités. En effet, il n'y a pas de modifications significatives dans le gain du poids ni dans les dimensions de la coquilles (longueur, largeur et hauteur) entre le lot témoin et les autres lots traités par les différentes doses de lambda cyhalothrine.

Nos résultats sont en accord avec les études menées par (Aouey et al., en 2017) qui ont montré que l'administration de la lambda-cyhalothrine à différentes doses par voie orale pendant 60 jours induit une baisse de la croissance pondérale des rats. Cette réduction du poids peut être expliquée par une réduction de la consommation des aliments, mais aussi par les possibilités d'interactions dose/absorption et par la diminution de la quantité de nourriture absorbée.

Les résultats de la présente étude ne montrent pas une détérioration des paramètres de croissance étudiés lors d'un traitement avec lambda cyhalothrine. Ceci peut avoir deux raisons possibles :

- Les doses utilisées étaient modérées et n'arrivent pas à détériorer l'état général des escargots. Des doses plus élevées peuvent probablement affecter la croissance de ces animaux. Cela souligne, par ailleurs, que les doses préconisées par les fabricants de lambda cyhalothrine semblent sécurisées car même en doublant ces doses, cela n'affecte pas significativement la santé des escargots et leur croissance.
- La période de traitement peut être aussi courte que les variations n'ont pas eu le temps de se produire. Une exposition plus longue (chronique) permettra vraisemblablement d'observer d'éventuels changements.

# *Conclusion*

# Conclusion

---

## Conclusion

L'objectif de cette étude était de d'évaluer la toxicité induite par lambda cyalothrine en estimant leurs effets sur les paramètres, biochimiques et de croissance chez un gastéropode terrestres qui l'escargot (*Helix vermiculata*).

A la lumière des résultats de ce travail, nous pouvons conclure que l'espèce *Helix vermiculata* pourrait être sensible aux doses élevées de lambda cyalothrine. Cette sensibilité se manifeste par une perturbation des biomarqueurs biochimiques au niveau de l'hépatopancréa. En effet, une augmentation du taux des protéines et des lipides associée et une diminution du taux de glucides a été observée dans cette étude aux fortes doses. Cependant, les doses utilisées dans la présente étude ne semblent pas affecter la croissance des escargots. Ceci peut être dû soit à la courte période de traitement soit aux doses modérées utilisées.

De toutes les manières, les résultats de présente étude confirment que les doses préconisées par les fabricants de lambda cyhalothrine semblent sécurisées. En effet, même en doublant ces doses, cela n'affecte pas significativement la santé des escargots et leur croissance.

Afin de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la toxicité du lambda cyhalothrine, ces résultats doivent être approfondis en réalisant des études complémentaires comme basées sur:

- ✓ Elargir la durée de d'exposition (exposition chronique).
- ✓ Inversir des doses plus fortes.
- ✓ Etudier d'autres paramètres du stress oxydatif (GSH, MDA, Catalase GPx, GST...etc.).
- ✓ Etudier la toxicité de ce pesticide sur les œufs des escargots et les juvéniles.

*Références  
bibliographiques*

## Références Bibliographiques

### A

- **Ansari, R,W., Shukla, R,K., Yadav, R,S., Khann, V,K. 2012.** Involvement of dopaminergic and serotonergic systems in the neurobehavioral toxicity of lambda-cyhalothrin in developing rats. *Toxicol. lett.* 211, 1-9.
- **Anadon, A., Martinez, M., Martinez, M,A., Diaz, M,J. et Martinez-Larranaga, M,R. 2006.** Toxicokinetics of lambda-cyhalothrin in rats. *Toxicol Lett*, 165(1), 47-56.
- **Anadon, A., Martinez, M, A., Martinez, M., Castellano, V., Ares, I., Romero, A., . . . Martinez-Larranaga, M. R. 2013.** Differential induction of cytochrome P450 isoforms and peroxisomal proliferation by cyfluthrin in male Wistar rats. *Toxicol Lett*, 220(2), 135-142.
- **Aouey, B., Derbali, M., Chtourou, Y., Bouchard, M., Khabir, A. et Fetoui, H. 2017.** Pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin and its metabolites induce liver injury through the activation of oxidative stress and proinflammatory gene expression in rats following acute and subchronic exposure. *Environ Sci Pollut Res Int*.
- **Almasiova V., Holovska K., Tarabova L., Cigankova V., Lukacinova A., Nistiar F. 2012.** Structural and ultrastructural study of the rabbit testes exposed to carbamate analytical methods in Lyme borreliosis monitoring. *Publication Medicinal Central* .
- **Ahmed L., Nazrul Islam S., Khan MN., Huque S., Ahsan M. 2004.** Antioxidant micronutrient profile (vitamin E, C, A, copper, zinc, iron) of colostrum: association with maternal characteristics. *J Trop Pediatr* 50, 357-358.
- **Anonyme. 2004.** APIA (Agence de Promotion des Investissements Agricoles). L'élevage d'escargots Partie monographique. Ministère de l'Agriculture, de l'environnement et des Ressources Hydrauliques, 108 p.
- **Attia L, T,D. 2019.** Etude comparative de l'effet d'un insecticide et d'un herbicide sur un gastéropode bioindicateur de pollution, *Helix vermiculata*: Croissance, composition biochimique et biomarqueurs du stress oxydatif.
- **Anonyme . 2003.** Lambda-Cyhalothrin Demand CS Insecticide. Proposed Regulatory Decision Document. Pest Management Regulatory Agency.

### B

- **Bradberry, S, M., Cage, S, A., Proudfoot, A, T. et Vale, J, A. 2005.** Poisoning due to pyrethroids. *Toxicol Rev*, 24(2), 93-106.

## Références Bibliographiques

---

- **Bentes de Souza A M ., Wang C C ., Chu C Y., Briton-Jones C M ., Haines CJ ., Rogers MS. 2004.** In vitro exposure to carbon dioxide induces oxidative stress in human peritoneal mesothelial cells. Hum Reprod 19, 1281-1286.
- **Bonnefont ,et al . 2003.** Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Editions TEC & DOC, Paris. 708p. 2003.
- **Baba L ., Mcgrath I M . 2008.** Oxygen free radicals: effects in the newborn period. Adv Neonatal Care 8, 256-264.
- **Benjamin P. 2012.** Determination des FACTEURSfacteurs du sol modulant la biodisponibilite et l'accumulation des metaux pour l'escargot (Cantareus aspersus) . Thèse de Doctorat en sciences, UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE, 8-9p.
- **Benbouzib H. 2012** .Evaluation et étude de la toxicité d'une famille d'acaricide sur des protistes ciliés. Thèse de doctorat de l'université d'Annaba. 87 pp.
- **Bradford M M A. 1976.** Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. Analytical Biochemistry 72:248-254pp.
- Beaumont A , Cassier P.1970.** Travaux pratiques de biologie animale: zoologie, embryologie, histologie, Dunod, PARIS, pp : 472.
- Boukhallout, F., et Touati, K. 2016.** Nantoxicité de Séléniure de Cadmium (NPs) sur les paramètres de stress oxydatif d'un modèle cellulaire biologique alternatif . Mémoire De Master en Toxicologie, Xénobiotiques et Risque Toxicologique, Université de Larbi Tébéssi – Tébéssa ,96p.
- Boukhallout,F et Touati,K .2016.** Nantoxicité de séléniure de cadmium (NPS) sur les paramètres de stress oxydatif d'un modèle cellulaire biologique alternatif , mémoire de master en toxicologie, xénobiotiques et risque toxicologique, université de larbi tébéssi- tébéssa, 96p,

### C

- **Catterall . 2000.**Forme ionic currents to molecular mechanisms: the structure and function of voltagegated sodium channels. Neuron, 26(1),13-25.
- **Chase R. 1986.** Lessons from Snail Tentacles, Chemical Senses. 11: 4: 411-426p.
- **Coeurdassier M, Gomot-de Vaufleury A, Lovy C, Badot P-M.2002.** Is the cadmium uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails? Ecotoxicol Environ Saf **2002**; 53: 425-431.

## Références Bibliographiques

---

- **Coeurdassier M., Saint-Denis M., Gomot- de Vaufleury A., Ribera D. & Badot P.M**  
**2001.** The garden snail as bioindicator of organophosphorus exposure : effects of dimethoate on survival, growth and acetylcholinesterases activity *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20:1951-1957.
- **Coeurdassier M., 2001.** Utilisation de mollusques gastéropodes pulmonés terrestres (*Helix aspersa*) et aquatiques (*Lymnia stagnalis* et *Lymnia palustris*) comme indicateurs de pollution par les éléments métalliques et les xénobiotiques .Thèse de doctorat.université de Franche Comté. France : 281pp.
- **Çakmak MN, Gorgon A. 2003.** Toxic effect of a synthetic pyrethroid insecticide (Cypermethrin) on blood cells of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Journal of Biological Sciences.*, 3: 694-698.
- **Camps-Fabrer, H. 2000.** Helix.(voir E39 Escargotières). *Encyclopédie berbère*, (22), 3426-3428.
- **Carp S.A., Kobel W., Doe J. 2000.** Health risk of pesticide: a review of the 1985-1998 literature on combination toxicology and health risk assessment. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*.3:1:1-25pp.

### D

- **Davies, C.R., Lanos-Cuentas, E.A., Campos, P., Monge, J., Leon, E., Canales, J., 2000.** Spraying houses in the Peruvian Andes with lambda-cyhalothrin protects residents against cutaneous leishmaniasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 94, 631–636.
- **Davies, 2007.** DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB life*, 59(3), 151-162.
- **Delattre J J., Beaudoux L., Bonnefont-Rousselot D. 2005.** Radicaux libres et stress oxydant : aspects biologiques et pathologiques. Lavoisier édition TEC & DOC éditions médicales internationales. Paris 450 p. 2005.
- **Douafer L. 2015.** Réponses in situ et en laboratoire de deux espèces communes de gastéropodes à une contamination des agrosystèmes par un insecticide néonicotinoïde (Actara) : activité de l'AChE et stress oxydatif. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Animale, Université Badji-Mokhtar-Annaba, 162p

## Références Bibliographiques

---

- **Djadouri D., Ben Dahra I. 2014.** Effets potentiels antioxydant et anti Inflammatoire de l'homogénat d'*Helix aspersa* dans un modèle expérimental de colite chimio-induite Diplôme de Master en Immuno-oncologie, Université de Constantine I, 126p.

- **Druart C. 2011.** Effets des pesticides de la vigne sur le cycle biologique de l'escargot dans divers contextes d'exposition, Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie et de l'Environnement, Université de Franche-Comté, 326p.

- **Delauney T, Gourdeau J, Hulin A, Monteirck S, Pernot P. 2010.** Atmospheric measurements of pesticides in France by the air quality monitoring networks. *Pollution Atmospherique.*, 208: 437-452.

**Duchateau G., Florkin.1959.**For trehalosemie of insects and its signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem.* 67:306-314pp.

### *E*

- **Eadsforth, C. V. et Baldwin, M. K. 1983.** Human dose-excretion studies with the pyrethroid insecticide, cypermethrin. *Xenobiotica*, 13(2), 67-72.

- **Eadsforth, C. V., Bragt, P. C. et van Sittert, N. J. 1988.** Human dose-excretion studies with pyrethroid insecticides cypermethrin and alphacypermethrin: relevance for biological monitoring. *Xenobiotica*, 18(5), 603-614.

### *F*

- **Fetoui, H., Garoui el, M., Makni-Ayadi, F. et Zeghal, N. 2008.** Oxidative stress induced by lambda-cyhalothrin (LTC) in rat erythrocytes and brain: Attenuation by vitamin C. *Environ Toxicol Pharmacol*, 26(2), 225-231.

- **Fetoui, H., Garoui el, M. et Zeghal, N. 2009.** Lambda-cyhalothrin-induced biochemical and histopathological changes in the liver of rats: ameliorative effect of ascorbic acid. *Exp Toxicol Pathol*, 61(3), 189-196.

- **Favier A. 2003.** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, pp. 108-115.

- **Finaud J., Lac G., Filaire E. 2006.** Oxidative stress : relationship with exercise and training. *Sports Med*36, 327-358.

### *G*



## Références Bibliographiques

---

- **Giray, B., Gurbay, A. et Hincal, F. (2001).** Cypermethrin-induced oxidative stress in rat brain and liver is prevented by vitamin E or allopurinol. *Toxicol Lett*, 118(3), 139- 146.
- **Guichardant M., Bacot S., Moliere P., Lagarde M. 2006.** Les biomarqueurs de la peroxydation lipidique. *Oléagineux, corps gras, lipids*. Vol13(1), pp: 31-34.
- **Goto M, et al. 2008.** A formation mechanism for 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine mediated by peroxidized 2'déoxythymidine. *Free radical biology and medicin*.45.1318-1325. 2008.
- **Gomot-de Vaufleury A, Pihan F.** Methods for toxicity assessment of contaminated soil by oral or dermal uptake in land snails: metal bioavailability and bioaccumulation. *Environ Toxicol Chem* **2002**; 21: 820-827.
- **Gomot A., Gomot L., Boukraa S., Bruckert S. 1989.** Influence of soil on the growth of the land snail *Helix*. An experimental study of the route for the stimulating factors. *Journal of Molluscan Studies* 55 : 1-7 pp.
- **Goldsworthy G.J., Mordue W., Guthkelch J. 1972.** Studies on insect adipokinetic hormones. *Gen. Comp. Endocrinol* 18 (3): 545pp.

### H

- **Hossain, M, M., Suzuki, T., Sato, I., Takewaki, T., Suzuki, K. et Kobayashi, H. 2005.** Neuromechanical effects of pyrethroids, allethrin, cyhalothrin and deltamethrin on the cholinergic processes in rat brain. *Life sciences*, 77(7), 795-807.
- **Hutson, D. H. et Roberts, T. R. 1999.** Metabolic pathways of agrochemicals:-Insecticides and fungicides. Royal Society of Chemistry. Hutson, D. H. et Roberts, T. R. (1999). Metabolic pathways of agrochemicals:-Insecticides and fungicides. Royal Society of Chemistry.
- **Halliwell Chirico S. 1993.** Lipid peroxydation: its mechanism, measurement, and significance. *The American journal of clinical nutrition*. 57 : 715-724 pp.
- **Haton, C. 2005.** Effets des rayonnements ionisants sur la structure et la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat. Université de Paris VI.
- **Hu Y, Block G, Norkus EP, Morrow JD, Dietrich M & Hudes M .2006** Relations of glycemic index and glycemic load with plasma oxidative stress markers. *Am J Clin Nutr* 84, 70-76; quiz 266-267.

### I

## *Références Bibliographiques*

---

- Ihara, D., Fukuchi, M., Takasaki, I., Honma, D., Tabuchi, A. et Tsuda, M. 2009. The brain-derived neurotrophic factor (BDNF) mRNA expression induced by type II pyrethroid insecticides. *Neuroscience Research*, 65, S70.

- Ihara, D., Fukuchi, M., Honma, D., Takasaki, I., Ishikawa, M., Tabuchi, A. et Tsuda, M. 2012. Deltamethrin, a type II pyrethroid insecticide, has neurotrophic effects on neurons with continuous activation of the Bdnf promoter. *Neuropharmacology*,

### *J*

**Jaeschke H. 1995.** Mechanisms of oxidant stress-induced acute tissue injury. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 209 : 104-111 pp.

### *K*

- Kroeger, A., Villegas, E., Ordonez-Gonzalez, J., Pavon, E., Scorza, J.V., 2003. Prevention of the transmission of Chagas' disease with pyrethroid-impregnated materials. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 68 (3), 307-311.

- Kilian, E., Delport, R., Bornman, M, S. et de Jager, C. 2007. Simultaneous exposure to low concentrations of dichlorodiphenyltrichloroethane, deltamethrin, nonylphenol and phytoestrogens has negative effects on the reproductive parameters in male Sprague-Dawley rats. *Andrologia*, 39(4), 128-135.

- Kaneko, H. et Miyamoto, J. 2001. Pyrethroid chemistry and metabolism. *Handbook of pesticide toxicology*, 2, 1263-1288.

**Khaldoun Oularbi, H., 2014.** Biochemical and histopathological changes in the kidney and adrenal gland of rats following repeated exposure to lambda-cyhalothrin. *Journal of Xenobiotics*.

### *L*

- Leng, G., Kuhn, K. H. et Idel, H. 1996. Biological monitoring of pyrethroid metabolites in urine of pest control operators. *Toxicol Lett*, 88(1-3), 215-220.

- Leng, G., Leng, A., Kuhn, K. H., Lewalter, J. et Pauluhn, J. 1997. Human dose-excretion studies with the pyrethroid insecticide cyfluthrin: urinary metabolite profile following inhalation. *Xenobiotica*, 27(12), 1273-1283.

## Références Bibliographiques

- **Li-Ming J., Hai-Long W., Hui-Ting W., Qian G and Song-Lin F. 2008.** External Electric Field Effect on Hydrogenic Donor Impurity in Zinc-Blende InGaN Quantum Dot. Chinese Phys. Lett. 25 3017.
- **Lawernce et Casida, 1983.** Stereospecific action of pyrethroid insecticides on the gamma-aminobutyric acid receptor-ionophore complex. Science, 221(4618), 1399-1401.
- **La ReSergent O, B, Griffon et P, Cillard. 2000.**Alcool et stress oxydatif.pathol biol.49 - 689-695. 2000.
- **Laher, I. (2014).** Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants, Springer

### M

- **Matsuya, Y., Ihara, D., Fukuchi, M., Honma, D., Itoh, K., Tabuchi, A., . . . Tsuda, M. 2012.** Synthesis and biological evaluation of pyrethroid insecticide-derivatives as a chemical inducer for Bdnf mRNA expression in neurons. Bioorg Med Chem, 20(8), 2564-2571.
- **Michelangeli, F., Robson, M., East, J. et Lee, A. 1990.** The conformation of pyrethroids bound to lipid bilayers. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes, 1028(1), 49-57.
- **Moller P., Wallin H ., Knudsen L,E. 1996.** Oxidative stress associated with exercise, psychological stress and life-style factors. Chem BiolInteract 102, 17-36.
- **Moffat, A. C., Osselton, M. D., Widdop, B. (2011).** Clarke's analysis of drugs .
- **Meneghini R. 1997.**Iron homeostasis, oxidative stress.and DNA damage. Free Radic.Biol. Med. 23 : 783-792 pp.
- **Moore MT, Bennett ER, Cooper CM, Smith S, Shields FD, Milam CD, Farris JL. 2001.** Transport and fate of atrazine and lambda-cyhalothrin in an agricultural drainage ditch in the Mississippi Delta, USA. Agric Ecosyst Environ., 87: 309–314.
- **Massin P., Erginay A.2010.** Rétinopathie diabétique.Ed : 2SAS.Italie.111pp.

### N

- **Naravaneni, R. et Jamil, K. 2005.** Evaluation of cytogenetic effects of lambda-cyhalothrin on human lymphocytes. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 19(5), 304-310.
- **Nahid S, Azadeh Montaseri<sup>2</sup>, Alireza Najafpour<sup>3</sup>, Homayun Dolatkah<sup>4</sup>, Asghar Rajabzadeh<sup>1</sup>,Amir Afshin Khaki . 2015.**Study ofFoeniculum vulgareFennel.Seed

## Références Bibliographiques

### O

- **Organisation Mondiale de la Santé., 2008.** Les Nations Unies. Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, Channa.

### P

- **Prasamthi, K., Muralidhara et Rajini, P, S. 2005.** Fenvalerate-induced oxidative damage in rat tissues and its attenuation by dietary sesame oil. Food Chem Toxicol, 43(2), 299-306.

- **Pourrut B., Perch G., Silvestre J., Cecchi M., Guiresse M., Pinelli E. 2008.** Potential role of NADPH-oxidase in early steps of lead-induced oxidative burst in Vicia faba roots. Journal of Plant Physiology 165(6), 571-579.

- **Pincemail, J., Meurisse, M., Limet R., Defraigne J O. 1999.** Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme : importance en matière de prévention. Medi Sphere.

- **Birame S. 2003.** Contribution à l'étude de la pathologie estivale de l'escargot Petit-Gris : Reproduction expérimentale .Thèse d'exercice vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse- Université Paul-Sabatier de Toulouse, 99p.

- **Padmaja GR, Rao MP 1994,** Effet d'un insecticide organochloré sur la teneur en glucose, glycogène, lipides et protéines dans les tissus d'un escargot d'eau douce, Bellamydisimilis (Müller). Bulletin de la pollution de l'environnement et toxicologie. 53 : 142-148 p.

### R

- **Regoli F, Gorbi S, Fattorini D, Tedesco S, Notti A, Machella N, Bocchetti R, Benedetti M, Piva F.** Use of the land snail *Helix aspersa* sentinel organism for monitoring ecotoxicologic effects of urban pollution: An integrated approach. Environ Health Perspect 2006; 114: 63-69

### S

- **Sankar, P., Telang, A. G. et Manimaran, A. 2012.** Protective effect of curcumin on cypermethrin-induced oxidative stress in Wistar rats. Exp Toxicol Pathol, 64(5), 487-493.

- **Stern R M. 1991.** Oxidative stress: from basic research to clinical application. American Journal of Medicine, Vol (91), pp. 31S-38S

- **Smida R., et Toualbia K. 2016.** L'étude de l'hépatotoxicité de deux molécules Nanométriques chez Un Bio indicateur De Pollution Hilex. aspersa. Mémoire De Master :

## Références Bibliographiques

Toxicologie Xén-biotiques et Risque Toxicologique. Université de Larbi Tébessi Tébessa, 100 p.

- Scheifler R, de Vaufleury A, Cœurassier M, Crini N, Badot P-M. Transfer of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in a "soil – plant – invertebrate" food chain: a microcosm study. Environ Toxicol Chem **2006**; 25: 815-822.

- Shibko S., Koivistoinen P., Tratnyneck C., Newhall A., Freidman L. **1966**. A method for the sequential quantitative separation and glycogen from a single rat liver homogenate or from a sub cellular fraction. *Analyt. Biochem.* 19 : 415-428pp.

### T

- Takasaki, I., Oose, K., Otaki, Y., Ihara, D., Fukuchi, M., Tabuchi, A., . . . -Tsuda, M. (2013). Type II pyrethroid deltamethrin produces antidepressant-like effects in mice. *Behav Brain Res*, 257, 182-188.

- Tapia S A ., Araya M M. **2006**. [Oxidative stress, prooxidants and Crohn disease]. *Rev Med Chil* 134, 95-100.

- Toja O. **2011**. Crème à la bave d'escargot. Dans Elicina crème à la bave d'escargot. <http://www.elicina.fr/>. Consulté le 19 février 2022.

### V

- Valko M ., Rhodes C ,I ., Moncol 1 ., Izakovic M ., Mazur M. **2006**. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact* 160, 1-40.

- Valko M., Morris H ., Cronin MT. **2005**. Metals, toxicity and oxidative stress. *Curr Med Chem* 12, 1161-1208.

### Z

- Zou Y., Qian Z ,I ., Li Y, Kim M, M ., Lee S ,H ., Kim S, K . **2008**. Antioxidant Effects of Phlorotannins Isolated from *Ishige okamurae* in Free Radical Mediated Oxidative Systems. *J Agric Food Chem*.

- Zaafour M. **2014**. Étude écophysiologique de la reproduction de l'escargot terrestre Petit-Gris (*Helix aspersa aspersa*, Gastropoda: Stylommatophora; Helicidea) dans la région Nord-Est d'Annaba – Algérie. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Badji Mokhtar-Annaba, 12-109p.

## Références Bibliographiques

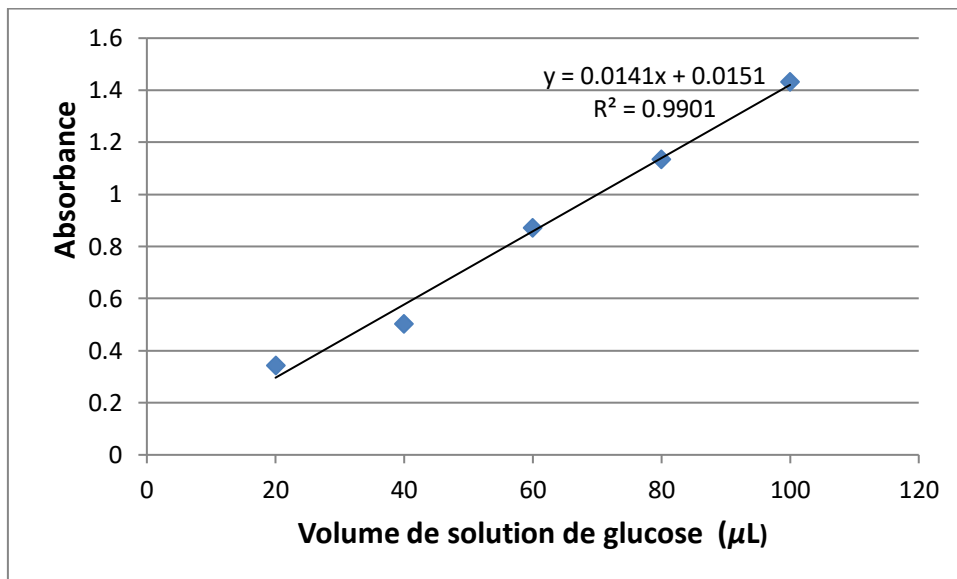
---

### Les sites d'internet :

- **Mandangi, G.M. 2010.** Contribution à l'étude de la consommation et valorisation d'escargots géants africains à Kinshas. [en ligne]. Université de Liège-Gembloux Agro Bio Tec - Master complémentaire en Gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, 26p. Disponible sur : <http://www.memoireonline.com/12/10/4191/Contribution-a-letude-de-laconsommation-etvalorisation-descargots-geants-africains-a-Kinsh.htm> (Consulté le 20 février 2022).
  
- **Pol D. 2001 .** Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots. Dans Biologie animale : Locomotion. Consulté en ligne le :19 février 2022 à l'url : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-derelatio>.
  
- **Pol D. 2006.** Elevage de l'escargot. In : Fondation La main à la pâte [en ligne]. (18 /9/2006) Disponible sur : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11571/elevage-de-lescargot> (Consulté le 20 février 2022).
  
- **Quibik . 2007 .** Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot . [https:// www.ac-caen.fr > circo > IMG > pdf.org/ Escargot=mediavieWer/Fichier:Schéma\\_Snail\\_anat1 Omymembers.svg](https://www.ac-caen.fr/circo/IMG/pdf.org/Escargot%20mediavieWer/Fichier:Schéma_Snail_anat1 Omymembers.svg). Consulté le 22 février 2022.
  
- **Sirtin, 2009.** Partie de la langue râpeuse de l'escargot, la radula, grossie 4000 fois à l'aide d'un microscope électronique à balayage. Consulté en ligne le : 26 février 2022 à l'url : <http://www.sirtin.fr/2009/08/26/limage-mystere-du-jour/>.
  
- **Toja O. 2011.** Crème à la bave d'escargot. Dans Elicina crème à la bave d'escargot. <http://www.elicina.fr/>. Consulté le 19 février 2022.

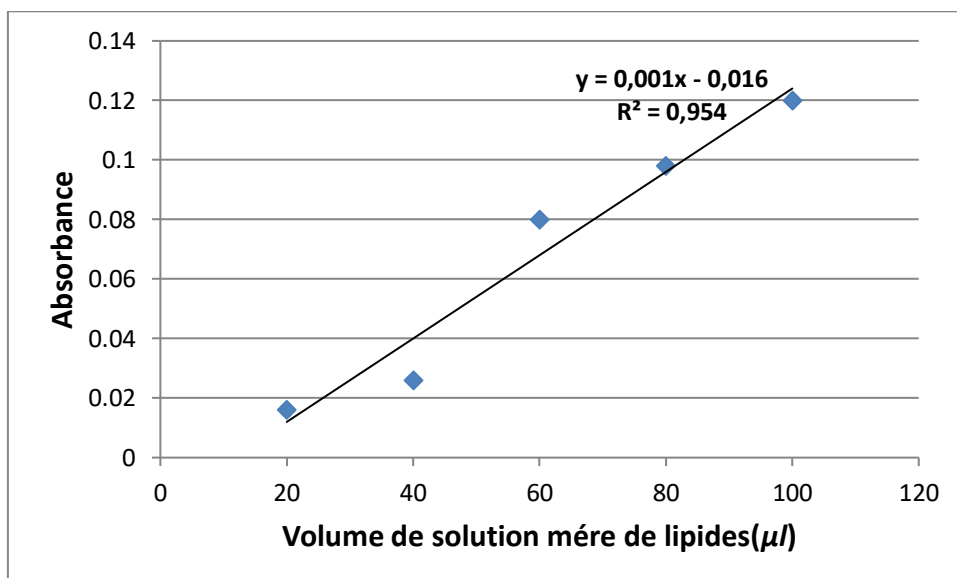
# *Annexes*

## Annexe 01 : Dosage des glucides.



**Annexe 01 :** Droite de régression exprimant les absorbances à 620 nm en fonction de concentration de solution de glucose (mg/ml) ( $R^2$ : coefficient de détermination).

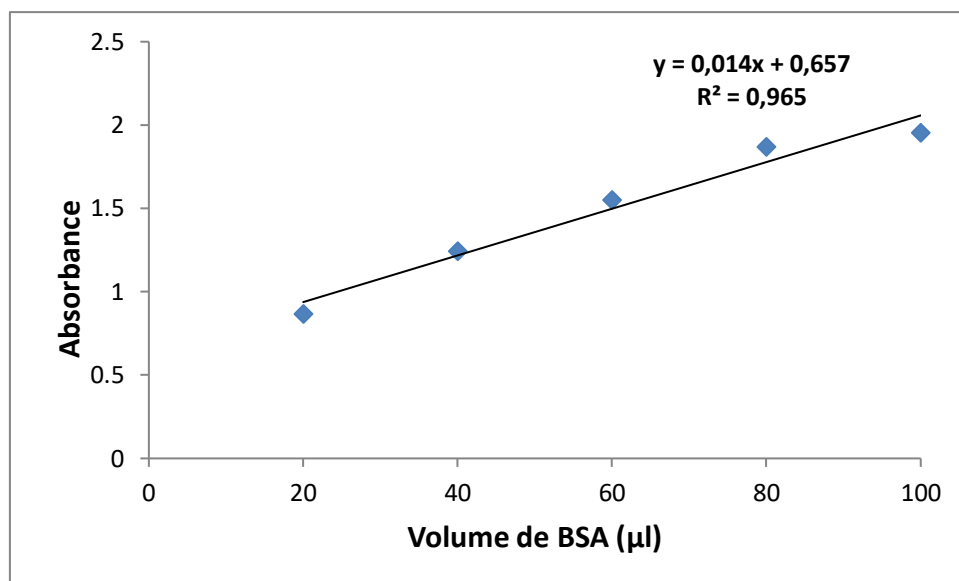
## Annexe 02 : Dosage des lipides.



**Annexe 02 :** Droite de régression exprimant les absorbances à 530 nm en fonction de concentration de solution mère de lipides (mg/ml) ( $R^2$ : coefficient de détermination).



### Annexe 03 : Dosage des protéines.



**Annexe 03 :** Droite de régression exprimant les absorbances à 595 nm en fonction de concentration BSA (mg/l) ( $R^2$ : coefficient de détermination).

## **Annexe 04 : Matériels et appareils utilisés**

### **4.1. Petits matériels**

- Pipettes graduées ; Micropipettes (10µl à 5000µl).
- Pissette ; Spatule. Verre de montre.
- Tubes à essai ; Becher.
- Papier d'aluminium ; Erlenmeyers
- Entonnoirs ; Eprouvettes graduées
- Tubes secs en verre et en plastique ; Tubes Eppendorf
- Centrifugeuses , Cuves pour la spectrophotométrie

### **4.2. Grand matériels**

- Réfrigérateur.
- Bain marie (MEMMERT).
- Agitateur Vortex (THERMOS).
- Spectrophotomètre .
- Centrifugeuse .
- Bain de sable .
- Etuve (HERAEUS).
- Spectrophotomètre .
- Balance de précision .
- Agitateur magnétique .

### **4.3. compositions des solutions utilisées**

- 1- TCA : 40gTCA+200mL l'eau distillée.
- 2- Anthrone : 150mg d'anthrone+75mL d'acidesulfurique + 25mL l'eau distillée (2hdans l'agitateur).
- 3- Ether/chloroforme: 50mL éther+50mL chloroforme.
- 4- Vanilline : 0,38g de vanilline+55mL l'eau distillée +195mL d'acide orthophosphorique ä85%.
- 5- NaOH: 10g NaOH + 100mL l'eau distillée.
- 6- BBC : 100mg BBC + 50mL d'éthanole. Agitation pendant deux heures + 100ml d'acide orthophosphorique +1000mL l'eau distillée.