

N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques et Agricoles

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

**Effet protecteur de l'extrait de thé vert (*Camellia sinensis*) sur
quelques paramètres hématologiques et biochimiques après la
toxicité par la deltaméthrine chez les lapins *Oryctolagus cuniculus***

Présenté par :

- LAOUANA Bochra
- MOUSSA Nessrine

Devant le jury :

KEHILI Housseem Eddine	MCB Centre Universitaire de Mila	Président
DERBOUCHE Hilal	MAA Centre Universitaire de Mila	Examineur
RIHANI Lamia	MCA Centre Universitaire de Mila	Promoteur

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciement



Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Avant tout, je remercie Dieu pour m'avoir donné la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien cette formation.

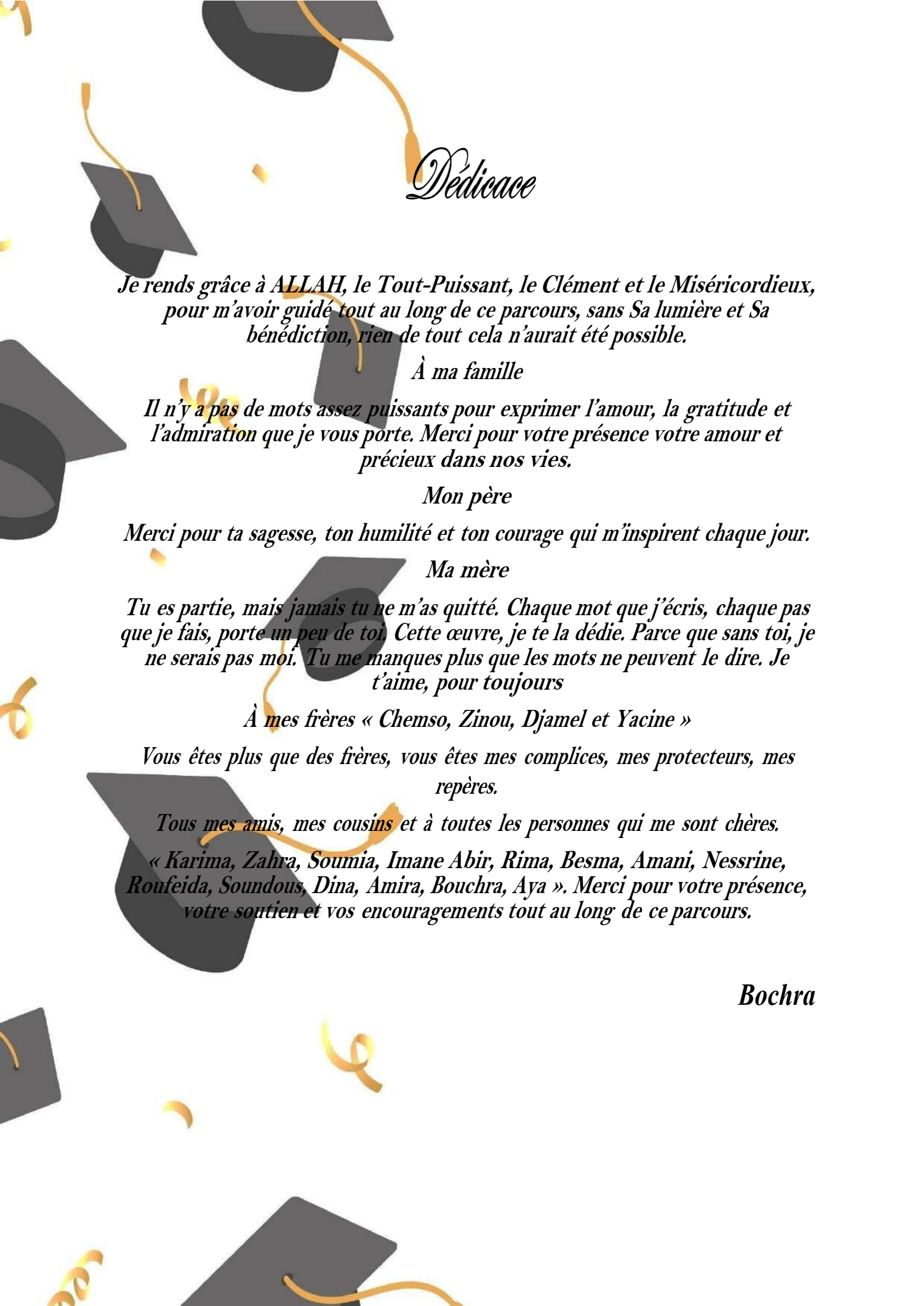
Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche, ainsi que pour l'examen attentif de notre travail, qu'ils ont su enrichir par leurs remarques et suggestions constructives.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à mon encadrante « Madame Rihani Lamia », pour ses précieux conseils, son accompagnement constant, sa disponibilité et sa bienveillance tout au long de ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement tout le personnel de département de SNV.

Je n'oublie pas d'exprimer toute ma gratitude à mes camarades de promotion, pour leur esprit de collaboration et leur soutien moral.





Dédicace

Je rends grâce à ALLAH, le Tout-Puissant, le Clément et le Miséricordieux, pour m'avoir guidé tout au long de ce parcours, sans Sa lumière et Sa bénédiction, rien de tout cela n'aurait été possible.

À ma famille

Il n'y a pas de mots assez puissants pour exprimer l'amour, la gratitude et l'admiration que je vous porte. Merci pour votre présence votre amour et précieux dans nos vies.

Mon père

Merci pour ta sagesse, ton humilité et ton courage qui m'inspirent chaque jour.

Ma mère

Tu es partie, mais jamais tu ne m'as quitté. Chaque mot que j'écris, chaque pas que je fais, porte un peu de toi. Cette œuvre, je te la dédie. Parce que sans toi, je ne serais pas moi. Tu me manques plus que les mots ne peuvent le dire. Je t'aime, pour toujours

À mes frères « Chemso, Zinou, Djamel et Yacine »

Vous êtes plus que des frères, vous êtes mes complices, mes protecteurs, mes repères.

Tous mes amis, mes cousins et à toutes les personnes qui me sont chères.

« Karima, Zahra, Soumia, Imane Abir, Rima, Besma, Amani, Nessrine, Roufeida, Soundous, Dina, Amira, Bouchra, Aya ». Merci pour votre présence, votre soutien et vos encouragements tout au long de ce parcours.

Bochra



Dédicace

*Je remercie Allah, Le très-Haut,
pour sa guidance, Sa miséricorde et la force qu'Il m'a accordée tout au long
de ce parcours*

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail

: A mon père

*Mon guide, mon héros, ma force, merci pour tout ce travail est aussi le fruit
de ton amour.*

A ma mère

*Ma mère qui m'a élevée avec amour et patience, et qui a toujours été mon
pilier à chaque étape de ma vie. Ce succès est le fruit de tes prières et des
sacrifices. Toute ma gratitude.*

*Ma mère qui m'a donné la vie deux fois : le jour de ma naissance, et le jour où
elle a semé en moi l'amour de savoir. Après ALLAH je te dois tout.*

Ma sœur Samia

*Ma moitié, me pour ton amour, ton écoute et ton soutien inconditionnel, tu
es été une source de force et d'inspiration tout au long de ce parcours, merci
du fond du cœur.*

A mon petit frère

La fierté de mon cœur et la joie de mes jours.

A Mes amies proches

*(Aridj, Maram, Ilham, Dhikra, Aya, Soundos, Roufeida, Bouchra,
Amira, Bouchra, Chourouk, Aida) Vous été ma famille, ma chaleur et mon
soutien à chaque étape, ce succès est le nôtre.*

Je vous remercie tous

Nessrine

Résumé :

La deltaméthrine, un insecticide largement utilisé dans les domaines agricole et domestique, constitue aujourd'hui une menace sérieuse pour la santé en raison de ses effets toxiques potentiels. Cependant, la nature offre des alternatives protectrices, comme le thé vert, reconnu pour ses propriétés antioxydantes et médicinales. Ce travail a évalué l'effet protecteur du thé vert contre les altérations des paramètres métaboliques, (biochimiques et hématologiques) après la toxicité par la deltaméthrine chez des lapins *Oryctolagus cuniculus*. Les lapins ont été répartis en 3 lots de 5 animaux. Le premier lot était les lapins témoins, le second était administré par la deltaméthrine par voie orale chaque jour. Le troisième groupe a été traité par l'extrait aqueux de thé vert à une dose de 100 mg/kg P.C. et après une heure, la deltaméthrine a été administrée aux lapins à une dose de 6 mg/kg P.C. pendant 2 semaines successives. Après l'abattage des animaux, nous avons prélevé le sang pour effectuer certaines analyses biochimiques (glucose, ALAT, ASAT, urée, créatinine... et aussi quelques paramètres hématologiques) ainsi que les organes (le foie et les reins) qui ont été prélevés et pesés. Les résultats obtenus montrent que, les animaux exposés à la deltaméthrine ont présenté une augmentation du poids relatif du foie et des reins comparés aux lapins témoins, ainsi que des altérations significatives des paramètres biochimiques, notamment une élévation du glucose, des transaminases (ASAT, ALAT), de l'urée et de la créatinine. Sur le plan hématologique, une diminution des globules rouges et de l'hémoglobine, ainsi qu'une augmentation des globules blancs, ont été observées. En revanche, les lapins traités avec la combinaison deltaméthrine + thé vert n'ont montré aucune perturbation significative des paramètres biochimiques ni hématologiques, suggérant un effet protecteur du thé vert. En conclusion, la deltaméthrine peut perturber les paramètres biochimiques et hématologiques, tandis que le thé vert atténue ces effets toxiques.

Mots clés : Thé vert (*Camellia sinensis*), deltaméthrine, lapins (*Oryctolagus cuniculus*), paramètres biochimiques, paramètres hématologiques.

Abstract :

Deltamethrin, a widely used insecticide in both agricultural and domestic settings, poses a serious threat to health due to its potential toxic effects. However, nature offers protective alternatives such as green tea, known for its antioxidant and medicinal properties. This study evaluated the protective effect of green tea against alterations in metabolic (biochemical and hematological) parameters following deltamethrin-induced toxicity in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). The rabbits were divided into three groups of five animals each. The first group served as the control, the second group received deltamethrin orally each day, and the third group was treated with an aqueous extract of green tea at a dose of 100 mg/kg body weight. One hour later, deltamethrin was administered at a dose of 6 mg/kg body weight for two consecutive weeks. After the animals were sacrificed, blood samples were collected for biochemical analyses (glucose, ALT, AST, urea, creatinine, etc.) and hematological parameters. The liver and kidneys were also collected and weighed. The results showed that animals exposed to deltamethrin exhibited an increase in the relative weight of the liver and kidneys compared to the control group, along with significant alterations in biochemical parameters, including elevated levels of glucose, transaminases (AST, ALT), urea, and creatinine. Hematologically, there was a decrease in red blood cells and hemoglobin, and an increase in white blood cells. In contrast, rabbits treated with the combination of deltamethrin and green tea showed no significant disturbances in biochemical or hematological parameters, suggesting a protective effect of green tea. In conclusion, deltamethrin can disrupt biochemical and hematological parameters, while green tea helps mitigate these toxic effects.

Keywords: Green tea (*Camellia sinensis*), deltamethrin, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), biochemical parameters, hematological parameters.

المخلص

تُعد الديلتامثرين، وهي مبيد حشري يُستخدم على نطاق واسع في المجالات الزراعية والمنزلية، من المواد التي تُشكل تهديدًا خطيرًا للصحة بسبب آثارها السامة المحتملة. ومع ذلك، توفر الطبيعة بدائل وقائية مثل الشاي الأخضر، المعروف بخصائصه المضادة للأكسدة والدوائية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التأثير الوقائي للشاي الأخضر ضد التغيرات في المعايير الأيضية (البيوكيميائية والدموية) الناتجة عن السمية التي تسببها الديلتامثرين لدى الأرانب (*Oryctolagus cuniculus*). تم تقسيم الأرانب إلى ثلاث مجموعات، كل مجموعة تضم خمسة حيوانات. المجموعة الأولى كانت بمثابة مجموعة ضابطة، والمجموعة الثانية عُولجت بالديلتامثرين عن طريق الفم يوميًا، أما المجموعة الثالثة فقد عُولجت بمستخلص مائي من الشاي الأخضر بجرعة 100 ملغ/كغ من وزن الجسم، وبعد ساعة تم إعطاؤها الديلتامثرين بجرعة 6 ملغ/كغ من وزن الجسم لمدة أسبوعين متتاليين. بعد التضحية بالحيوانات، تم جمع عينات الدم لإجراء التحاليل البيوكيميائية (الغلوكوز، AST، ALT، اليوريا، الكرياتينين، وغيرها) وتحاليل الدم. كما تم استخراج الكبد والكليتين ووزنهما. أظهرت النتائج أن الحيوانات المعرضة للديلتامثرين سجلت زيادة في الوزن النسبي للكبد والكليتين مقارنة بالمجموعة الضابطة، إلى جانب تغيرات كبيرة في المعايير البيوكيميائية، بما في ذلك ارتفاع مستويات الغلوكوز، وإنزيمات ناقلات الأمين (AST و ALT)، واليوريا، والكرياتينين. وعلى الصعيد الدموي، لوحظ انخفاض في عدد كريات الدم الحمراء والهيموغلوبين، وزيادة في عدد كريات الدم البيضاء. في المقابل، لم تظهر الأرانب المعالجة بمزيج من الديلتامثرين والشاي الأخضر أي اضطرابات ملحوظة في المعايير البيوكيميائية أو الدموية، مما يشير إلى وجود تأثير وقائي للشاي الأخضر. في الختام، يمكن للديلتامثرين أن يُحدث اضطرابات في المعايير البيوكيميائية والدموية، في حين أن الشاي الأخضر يساعد في التخفيف من هذه التأثيرات السامة.

الكلمات المفتاحية: الشاي الأخضر (*Camellia sinensis*)، الديلتامثرين، الأرانب (*Oryctolagus cuniculus*)، المعايير البيوكيميائية، المعايير الدموية.



Sommaire

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 01

Partie I : partie théorique

Chapitre 1 : deltaméthrine

1. Les pesticides.....	03
1.1. Historique	03
1.2. Définition.....	03
1.3. Classification des pesticides	04
1.3.1. La classification biologique (la cible principale).....	04
1.3.2. La classification chimique (structure chimique).....	05
1.3.3. Classification selon leur usage.....	06
1.4. La composition des pesticides	07
1.5. Impact des pesticides sur la santé humaine	07
2. Les pyréthrinoïdes.....	08
2.1. Généralité.....	08
2.2. La classification de PYRs.....	10
2.3. Le mécanisme d'action des PYRs type I et II	10
3. La pyréthrinoïdes étudié : Deltaméthrine	11
3.1. Généralité.....	11
3.2. Les propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine	11
3.3. Mode d'action de la deltaméthrine	12

3.4. L'intoxication par la deltaméthrine.....	12
3.5 Impact environnemental de la deltaméthrine.....	13

Chapitre 2 : le thé vert

1. L'historique.....	15
2. Définition.....	15
3. Nomenclature et taxonomie.....	16
4. Classification systématique	16
5. Description botanique.....	17
6. Fabrication de thé vert	17
7. Les constituants chimiques de thé vert	19
7.1. Les polyphénols	19
7.2. Les flavonoïdes	20
7.3. Les bases puriques	21
7.3.1. La caféine	21
7.3.2. Les alcaloïdes.....	21
7.3.3. La théophylline	22
7.3.4. La théobromine.....	22
7.4. Source de vitamines.....	22
7.5. Les glucides, les fibres et les pectines	23
7.6. Les lipides, les chlorophylles et les caroténoïdes	23
7.7. Les composés volatils	23
8. Thé vert et la santé.....	23

Partie II : Partie pratique

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

1. Matériel.....	25
------------------	----

1.1. Matériel biologique.....	25
1.2. Matériel chimique.....	26
1.3. Matériel végétale	27
2. Méthodes	27
❖ Protocole expérimental	27
2.1. Pesage des lapins	27
2.2. Préparation de thé vert.....	28
2.3. Préparation de deltaméthrine	28
2.4. Répartition et traitement des lapins	29
2.5. Sacrifice et dissection	29
2.6. Le prélèvement sanguin.....	31
2.7. Prélèvent des organes	33
3. Études des paramètres biochimiques	33
3.1. Dosage du glucose	33
3.2. Dosage plasmatique de l'Aspartate-Aminotransférase (ASAT/TGO)	34
3.3. Dosage de l'Alanine-Aminotransférase (ALAT/GPT).....	36
3.4. Dosage d'urée	37
3.5. Dosage de créatinine.....	39
4. Dosage des paramètres hématologiques	40
5. Traitement statistique des résultats	41

Chapitre 4 : Résultats et discussion

I. Résultats.....	42
1. Les paramètres de croissance.....	42
1.1. Le poids corporel.....	42
1.2. Poids absolu de certains organes	42

1.2.1. Poids absolu du foie.....	42
1.2.2. Poids absolu des reins.....	43
2. Les paramètres biochimiques.....	44
2.1. Taux plasmatique du glucose	44
2.2. Taux sérique d'Aspartate-Aminotransférase (ASAT/TGO).....	45
2.3. Taux sérique d'Alanine-Aminotransférase (ALAT/GPT).....	46
2.4. Taux plasmatique d'urée	46
2.5. Taux plasmatique de créatinine	47
3. Les paramètres hématologiques.....	48
II. Discussion.....	50
Conclusion et Perspectives	58
Références bibliographiques	60

DDT : Dichloro-diphényl-trichloroéthane

PYRs : Pyréthriinoïdes

CS : Choréoathétose-salivation

DLM : Deltaméthrine

PA : Potentiel d'action

GR : Globules rouges

Hb : Hémoglobine

GB : Globules blancs

NaCl : Chlorure de sodium

GOD : Glucose-oxydase

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

4_AF : 4_Aminophénazone

POD : Peroxydase

ASAT/ TGO : Aspartate-Aminotransférase

GOT : Transaminase glutamate oxaloacétique

LDH : Lactate déshydrogéné

MDH : Malate déshydrogénisé

ALAT/GPT : Alanine-Aminotransférase

GPT : Transaminase glutamique pyruvique

LDH : Lactate déshydrogénase

NH₃ : Ammoniac

CO₂ : Anhydride carbonique

ClONa : Hypoclorithe

FNS : Formule de numération sanguine

ROS : Réactives de l'oxygène

GSH-Px : Glutathion peroxydase

GSSG : Glutathion oxydé

TAS : Statut antioxydant total

EGCG : Epigallocatechine gallate

GTE : Extrait de thé vert

SOD : Superoxyde dismutase

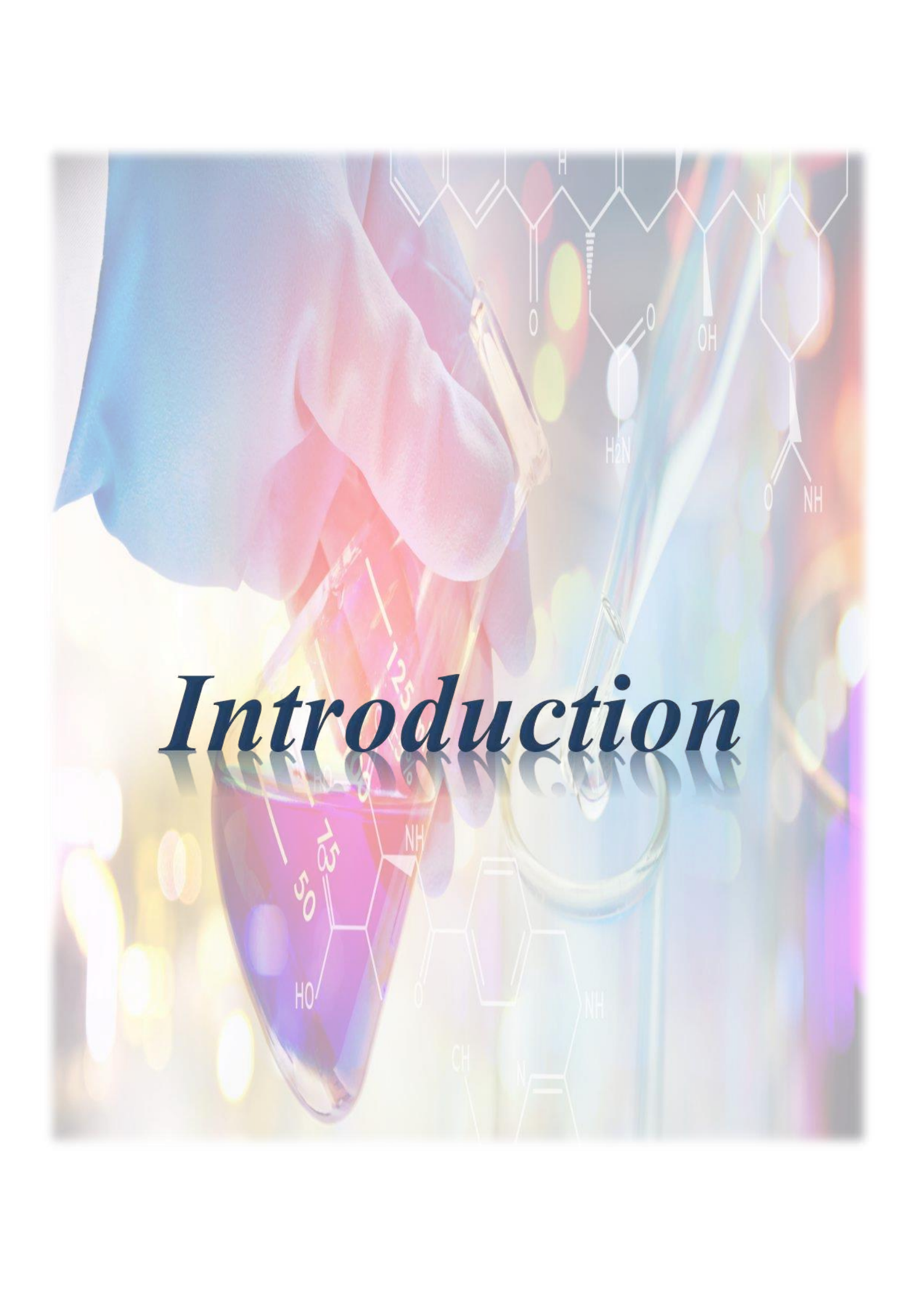
CPF : Chlorpyrifos

P : Seuil de signification

Figure n°	Titre	Page
01	Structures chimiques générales de quelques familles de pesticides	07
02	Fleurs de pyrèthre	09
03	Les substances chimiques des pyréthrine	09
04	Structure de l'alléthrine et de la cyperméthrine	10
05	Illustration du mode d'action des pyréthrinoïdes (contrôle et pyréthrinoïdes de type II « deltaméthrine »	12
06	Les caractéristiques de la deltaméthrine	13
07	Le thé vert (<i>Camellia sinensis</i>)	16
08	La plante <i>Camellia sinensis</i>	17
09	Processus de fabrication du thé vert	18
10	Structure de base des flavonoïdes	20
11	Structures chimiques de quelques flavonoïdes	20
12	La structure du Caféine	21
13	Théophylline	22
14	Théobromine	22
15	Les lapins dans les cages	26
16	Pictogrammes de danger associés à la deltaméthrine	26
17	Deltaméthrine	26
18	Le thé vert (<i>Camellia sinensis</i>)	27
19	Pesage d'un lapin dans le cadre de l'expérimentation	27
20	Préparation de thé vert	28
21	La dilution de la deltaméthrine	28
22	Gavage des lapins	29
23	Sacrifice et dissection	30
24	Prélèvement sanguins	31
25	Prélèvement des organes	31
26	Pesage des organes (le foie et les reins)	31
27	Schéma récapitulatif du protocole expérimental	32
28	Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids corporel (kg) chez le lot témoin et les lots traités au début et au jour de traitement (n=5)	42

29	Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids absolu du foie (g) chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	43
30	Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids absolu des reines (g) chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	44
31	Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux plasmatique du glucose (g/L) chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	45
32	Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique d'aspartate aminotransférase (U/L) chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	45
33	Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique des Alanine-Aminotransférase chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	46
34	Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique d'urée chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	47
35	Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux plasmatique de créatinine chez le lot témoin et les lots traités (n=5)	48
36	Variation des paramètres hématologiques chez les différents lots après 15 jours de traitement	49

Tableau n°	Titre	Page
01	Quelques familles chimiques de pesticides et leur classement selon leur cible	05
02	Classification des pesticides selon leur usage	06
03	La différence entre un empoisonnement aigu et chronique	08
04	Le mécanisme d'action des PYRs type I et II	10
05	Les propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine	11
06	Classification systématique de thé vert	16
07	Composition chimique de la feuille de thé vert exprimée en pourcentage du poids sec	19
08	Répartition des groupes et traitement des lapins	29
09	Présentation des données brutes (poids corporel en kg)	42
10	Résultats sur le poids absolu du foie (en grammes)	43
11	Résultats sur le poids absolu des reins (en grammes)	43
12	Résultats du taux plasmatique du glucose (g/L)	44
13	Résultats du taux sérique de l'aspartate aminotransférase (UI/L)	45
14	Résultats du taux sérique de l'Alanine-Aminotransférase (UI/L)	46
15	Résultats du taux plasmatique de l'urée (g /l)	47
16	Résultats du taux plasmatique de la créatinine (mg/ l)	47
17	Résultats des taux des globules rouge (10^{19} / l)	48
18	Résultats des taux d'hémoglobines (g/dl)	49
19	Résultats des taux des globules blanc (10^9 / l)	49



Introduction

L'homme c'est parmi les êtres vivants composant la multitude des organismes de la biosphère. Il demeure exposé en permanence à de nombreuses agressions de natures diverses, en particulier les substances toxiques de son environnement telles que les pesticides. Ces derniers sont les polluants les plus dangereux de l'environnement en raison de leur mobilité et de leur capacité à s'accumuler dans l'environnement et de leurs effets néfastes à long terme qui en découlent sur les organismes vivants en général et la santé humaine en particulier (**Mairif, 2015**).

L'Algérie fait partie des pays qui utilisent le plus de pesticides. Selon l'Association algérienne pour la Protection de l'Environnement, une situation alarmante, qui rapporte l'épandage annuel de 30 000 tonnes de ces substances (**Chiali, 2013**).

Les pesticides constituent un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire et la préservation de l'environnement. Leur utilisation suscite de vives préoccupations, tant sur le plan écologique en raison de la contamination qu'ils entraînent au niveau de la faune et de la flore que sur le plan sanitaire. En effet, en raison de leur toxicité, ils représentent un véritable danger pour la santé humaine lorsqu'ils sont employés dans des conditions inappropriées (**Djeffal, 2014**). La deltaméthrine qui est un composé fortement lipophile utilisé comme insecticide bloquent la fermeture des canaux sodium voltage- dépendants (**Rodríguez et al. 2016**).

D'un point de vue étymologique, la phytothérapie désigne une thérapie fondée sur l'usage des plantes ou du monde végétal. Elle repose aujourd'hui sur l'utilisation intégrale des plantes médicinales, à la différence de la pharmacologie, qui, elle, se base sur l'isolement de leurs principes actifs (**Mahmoud, 2019**).

Des recherches expérimentales sur des animaux ont révélé que le thé vert ou ces extraits sont merveilleux et miraculeux pour la santé (**Mazzon et al., 2005**).

Le thé vert, préparé à partir des feuilles de *Camellia sinensis*, est une boisson populaire dans le monde entier. Les polyphénols du thé vert ont suscité beaucoup d'attention en tant que composés potentiels pour le maintien de la santé humaine en raison de leur activité biologique variée et de leur faible toxicité (**Yokozawa, Noh & Park, 2012**).

Des études scientifiques ont montré les effets de la consommation de thé vert sur la santé générale et la réduction du risque de maladies graves. Il s'agit d'une tendance aux résultats prometteurs et positifs à la protection contre les rayons ultraviolets , aux performances fonctionnelles physiques ,à la santé bucco-dentaire , à la santé osseuse et à d'autres effets

physiologiques. Les effets bénéfiques de la consommation de thé vert sont associés à des composés polyphénoliques qui ont suscité l'intérêt de l'industrie alimentaire et des chercheurs (**Lorenzo & Munekata, 2016**).

Dans ce contexte nous avons réalisé l'effet toxique des pesticides sur les lapins (*Oryctolagus cuniculus*), et l'effet opposé de thé vert (*Camellia sinensis*) sur les paramètres hématologiques et biochimiques.

Ce travail est divisé en deux parties principales :

- La première traite de la deltaméthrine et du thé vert à travers une synthèse bibliographique.
- La deuxième partie concerne l'étude expérimentale. Incluant la méthodologie, les résultats, la discussion et la conclusion.

Partie I :

Partie Théorique

Chapitre 1

Deltaméthrine



1. Les pesticides :

1.1. Historique :

Au cours des siècles, les connaissances et les compétences nécessaires pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies ont grandement évolué. Les personnes ont toujours utilisé des produits chimiques botaniques et inorganiques dans leurs efforts de réduire les dommages produits par les ravageurs et les maladies au niveau de leurs cultures et de leurs animaux (**Boland et al., 2004**).

Au 1er siècle, Pline l'Ancien recommande l'usage de l'arsenic comme insecticide. Les produits arsenicaux ou à base de plomb sont utilisés au XVI^e s en Chine et en Europe (**Bajard, 2016**). Autours de 1920, les insecticides arsenicaux ont vu une utilisation intense, et on s'aperçut que les fruits et légumes traités recélaient les poisons à des doses qui pouvaient être mortelles pour les consommateurs, ce qui a poussé les chercheurs à chercher d'autres produits moins dangereux (**El Bakouri, 2006**).

Une percée spectaculaire dans le domaine des traitements phytosanitaires fut obtenue en 1939 avec la découverte des propriétés de des tractions des insectes de la dichloro-diphényltrichloroéthane (DDT) (**Dalal & Derghal, 2024**). Il sera le premier représentant commercialisé de la famille des organochlorés, qui dominera le marché des insecticides jusqu'aux années 1970 (**Bajard, 2016**).

À partir du début des années 1960, l'utilisation des pesticides est montée en flèche en Asie et en Amérique du Sud, une fois que des instituts de recherche internationaux ont introduits des variétés de blé, de maïs et de riz à haut rendement en vue de lutter contre les carences alimentaires ayant lieu dans certaines régions (**Boland et al, 2004**).

De nombreuses substances ont été découvertes et enrichissent l'arsenal chimique de l'agriculture. Des insecticides très efficaces ont été découverts. Ils appartiennent aux familles chimiques des organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoïdes. Les propriétés des composés organophosphorés ont été mises en évidence par un chimiste allemand, G. Shaerder (1939), mais ont été appliquées plus tard « par exemple dans la malathion et le parathion ». Parmi les carbamates, le premier a été décrit par H.L. Haynes en 1957, le carbaryl et le premier pyréthrinoïde c'est la resméthrine a été trouvé en 1967 par un chercheur anglais M. Elliott. D'autres composés ont ensuite été synthétisés et l'un des plus connus aujourd'hui est la deltaméthrine. Les fongicides organiques et les herbicides ont aussi connu un important développement (**Calvet, 2005**).

1.2. Définition :

Le mot « pesticide », terme générique dérivé des termes latins « caedere » (tuer) et « pestis » (fléau), a comme caractéristique principale de lutter contre des organismes nuisibles (animaux,

végétaux, champignons) mais il peut aussi réguler la croissance des végétaux, avoir des propriétés défoliantes ou dessicantes, ou encore améliorer le stockage ou le transport des produits de culture (**Baldi et al, 2013**).

Les pesticides sont artificiels (synonyme de pesticides de synthèse : créés par l'homme) ou naturels (molécules présentes de base dans la nature : soufre, cuivre, extraits de plantes : nicotine, pyrèthre) ; les deux peuvent être produits en laboratoire de manière industrielle (**Maître & Laubscher, 2022**).

Selon le Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides, « un pesticide est une substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines et animales, et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux ». (**Mohammed-Brahim, 2015**).

Plusieurs termes et expressions définissent les produits phytosanitaires. Ainsi, pesticides, produits antiparasitaires à usages agricoles, produits pour lutter contre les ennemis des cultures, produits de protection des plantes, produits agrisanitaires, produits agropharmaceutiques, produits phytopharmaceutiques sont les autres dénominations de ce terme. Dans la suite, il sera généralement employé le terme anglais courant pesticide ou produits phytosanitaires sans aucune distinction (**Domang, 2005**).

1.3. Classification des pesticides :

La grande majorité des pesticides sont principalement utilisés en milieu agricole, ils sont représentés par des milliers de substances actives, et sont habituellement classés soit : (**Boland et al, 2004**)

- ✓ Selon leur cible visée (la classification biologique)
- ✓ Selon leur structure chimique (la classification chimique)
- ✓ Selon leur usage

1.3.1. La classification biologique (la cible principale) :

Il existe de nombreuses catégories de pesticides selon la cible visée, dont les principales sont : les fongicides, les insecticides et les herbicides.

🌈 **Les herbicides** : un herbicide est un type de pesticide utilisé pour tuer les végétaux indésirables ou la limitation de leurs développements en empêchant la floraison ou l'apparition de semences. Parfois appelés désherbants, notamment en horticulture (**Hadi, 2014**).

🌈 **Les fongicides** : Selon **Periquet et al (2004)** « les fongicides sont utilisés pour la protection contre le développement de champignons parasites, se divisent en deux groupes, les fongicides minéraux et organiques à produits synthétiques ».

🚦 **Les insecticides** : les insecticides sont d'origine chimique et biologique. Ils sont également utilisés pour lutter contre les vecteurs, tels que les moustiques et les tiques, qui sont impliqués dans la propagation des maladies humaines et animales. Les insecticides constituent un grand nombre de classes chimiques et exercent une toxicité sur les insectes et les espèces de mammifères non ciblées (y compris les humains) et les espèces aviaires par différents mécanismes d'action (Gupta, 2019).

🚦 **Autres types** : selon (Boland et al, 2004) ils sont cités :

- **Algicide** : tue les algues, sur le bois par ex.
- **Bactéricide** : tue ou inhibe la croissance des bactéries.
- **Molluscicide** : tue les escargots et les limaces.
- **Nématocide** : tue les nématodes.
- **Rodenticide** : tue les rats, les souris, les rongeurs.
- **Termiticide** : tue ou nuit aux termites.
- **Miticide / acaricide** : tue ou nuit aux acariens (ou araignées).

1.3.2. La classification chimique (structure chimique) :

Selon Bettiche, 2016 : « Il y a un millier de matières actives de pesticides, appartenant à une centaine de familles chimiques différentes, qui sont homologuées à travers le monde, et commercialisées dans près de 10 000 spécialités commerciales. »

Parmi les familles chimiques les plus utilisées

On peut citer : organochlorés, organophosphorés, carbamates, thiocarbamates, pyréthrinoïdes, urées substituées, phénoxyherbicides, triazines, phthalimides, pyridinetc. ». Elles peuvent être également regroupées selon leurs cibles principales qui sont pour la majorité d'entre elles des végétaux, des champignons ou des insectes considérés comme nuisibles à l'agriculture (Boland et al, 2004).

Tableau 01 : Quelques familles chimiques de pesticides et leur classement selon leur cible (ISERM., 2013).

Famille chimique	Exemples de molécules	Classement selon cible
Organochlorés	DDT, Chlordane, Lindane, Dieldrine, Heptachlore...	Insecticides
Organophosphorés	Malathion, Parathion, Chlorpyrifosa, Diazinon...	Insecticides
Pyréthrinoïdes	Perméthrine...	Insecticides

Carbamates	Aldicarbe, Carbaryl, Carbofuran, Méthomyl	Insecticides
	Asulame, Diallate, Terbucarbe, Triallate	Herbicides
	Benthiavalarbe	Fongicides
Dithiocarbamates	Mancozèbe, Manèbe...	Fongicides
Phtalimides	Folpel, Captane, Captafol	Fongicides
Triazines	Atrazine, Simazine...	Herbicides
Phénoxyherbicides	MCPA, 2,4-D.	Herbicides
Chloroacétamides	Alachlore...	Herbicides
Pyridines, Bipyridiliums	Paraquat, Diquat...	Herbicides
Aminophosphonates Glycine	Glyphosate	Herbicides

1.3.3. Classification selon leur usage :

Les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisibles. Il existe six catégories de pesticides classés selon leur usage.

Tableau 02 : classification des pesticides selon leur usage. (Calvet,2005)

La catégorie	Leur usage
Les cultures	Ce sont les pesticides utilisés en agriculture pour maintenir un bon état des sols et des végétaux. Principalement des insecticides-acaricides, des fongicides et des herbicides.
Les bâtiments d'élevage	Il s'agit d'insecticides et de bactéricides.
Les locaux de stockage des produits végétaux	Ce sont des insecticides et des fongicides
Les zones non agricoles	Il s'agit des herbicides utilisés pour désherber les voies de circulation routière et les aires industrielles
Les bâtiments d'habitation	Ce sont des insecticides, des rodenticides, des bactéricides et des fongicides.
L'homme et les animaux	Il s'agit d'insecticides et des fongicides.

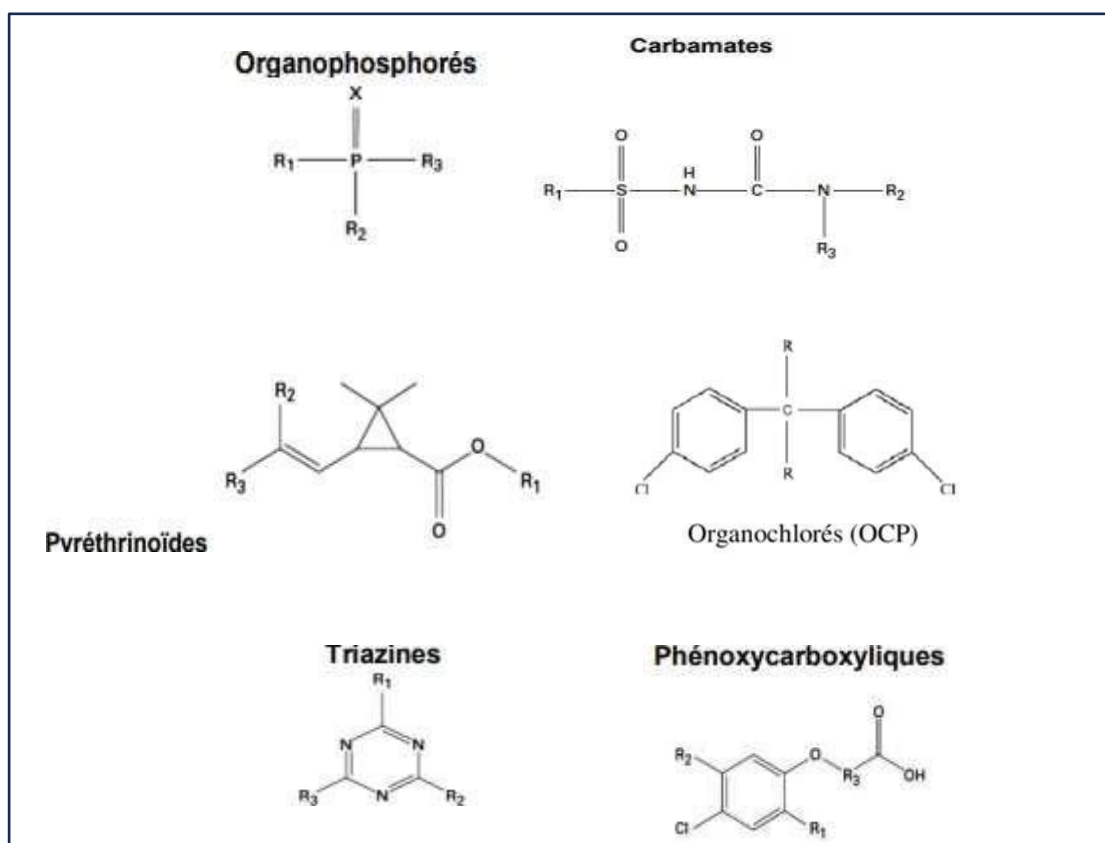


Figure 01 : Structures chimiques générales de quelques familles de pesticides (Ibrahim, 2013).

1.4. La composition des pesticides :

Un pesticide est composé de deux substances :

🔧 **Matière active** : la substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux est dénommée substance active (anciennement dénommée matière active) (Merhi, 2008).

🔧 **Adjuvants** : ce sont des substances qui assurent la stabilité de la matière active, appelée aussi excipient ou solvant. Peuvent également modifier la toxicité de la préparation, notamment en améliorant l'absorption cutanée de la substance active (Mairif, 2014).

1.5. Impact des pesticides sur la santé humaine :

Les pesticides, de par leurs propriétés intrinsèques, représentent un danger potentiel pour l'homme en cas de contact inopiné. Si les effets des intoxications aiguës sont assez bien connus, les conséquences à long terme, suite à des expositions chroniques, le sont beaucoup moins (Multigner, 2005). La toxicité chronique survient après des expositions répétées à faibles doses de pesticides. Le délai avant l'apparition des symptômes peut être parfois très long, dans certains cas il s'agit de plusieurs dizaines d'années (Bettiche., 2017).

Lorsqu'un pesticide atteint des zones non cibles, ce qui peut arriver de pire est que des gens s'empoisonnent. On estime à un million par an le nombre d'intoxications accidentelles par

pesticides dans le monde et à 20 000 celui de cas mortels (WHO & UNEP, 1989)

Un empoisonnement peut être aigu ou chronique :

Tableau 03 : la différence entre un empoisonnement aigu et chronique (Boland et al, 2004).

Le type	Empoisonnement aigu	Empoisonnement chronique
Définition	Un empoisonnement aigu peut être provoqué par un pesticide après une exposition unique à une dose élevée avec des conséquences immédiates.	Un empoisonnement chronique résulte d'une exposition sur une longue période de temps à une dose qui ne présente pas de risques immédiats en soi, mais qui est dangereuse au long terme.
Symptômes généralisés	- maux de tête, vertiges - diarrhée, fatigue -transpiration excessive -irritation de peau, des yeux, du nez et de la gorge.	- maux de tête, vertiges - diarrhée, fatigue -transpiration excessive -irritation de peau, des yeux, du nez et de la gorge.
Symptômes d'empoisonnement extrêmement grave	- Convulsions - Arrêt respiratoire - perte de conscience - pas de pouls	
Dangers invisibles au long terme		-séquelles au niveau des organes internes (par ex. le foie, les reins, les poumons, l'estomac). -effets sur la progéniture

2. Les pyréthrinoïdes :

2.1. Généralité :

Les extraits naturels de pyrèthre sont les principaux insecticides utilisés à la maison pour lutter contre les insectes en raison de leur activité d'inactivation rapide et haute efficacité contre un large éventail d'insectes nuisibles (Matsuo, 2019).

Les pyréthrine sont un groupe de six substances chimiques similaires, synthétisées par la plante pyrèthre (*Tanacetum cinerariifolium*) (figure 02), Ces composés se divisent en deux groupes (Li et al, 2019) :

- **Pyréthrine de type I** : comprend la jasmoline I, la pyrèthrine I et la cinérine I, et chacune contient l'acide monoterpénique transchrysanthémique, lié à l'un des trois alcools dits réthrolones, respectivement la jasmolone, la pyrèthrolone et la cinérolone. (Li et al, 2019)
- **Pyréthrine de type II** : ce sont des esters contenant l'un des trois mêmes alcools, mais lié à l'acide pyrèthrique au lieu de l'acide chrysanthémique, et sont respectivement appelées jasmoline II, pyrèthrine II et cinérine II. (Li et al, 2019)



Figure 2 : Fleurs de pyrèthre (Matsuo, 2019).

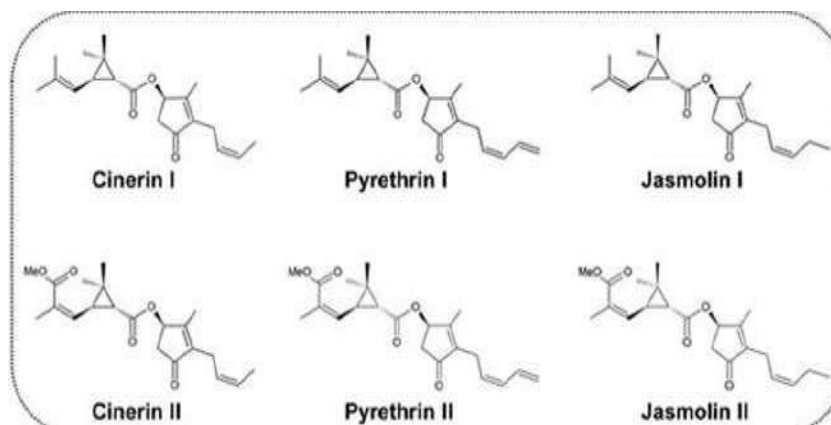


Figure03 : Les substances chimiques des pyrèthrine (Li et al, 2019).

Les insecticides pyrèthroïdes sont une grande classe d'insecticides synthétiques, Ils représentent l'une des classes d'insecticides les plus importantes utilisées pour lutter contre les ravageurs importants sur le plan médical et agricole dans le monde entier (Du et al, 2010).

Les insecticides pyrèthrinoïdes (synthétiques) sont de plus en plus utilisés en santé communautaire (lutte antivectorielle) pour combattre le paludisme et les autres maladies d'origine vectorielle. Les matières actives les plus utilisées sont : la deltaméthrine, la perméthrine, la cyfluthrine, l'alphacyperméthrine et l'étofenprox (Adamou et al ,2010).

2.2. La classification de PYRs: Les pyréthrinoïdes appartiennent au quatrième groupe d'insecticides selon la classification de l'OMS et comprennent 42 substances (OMS, 2016), elles sont divisées en deux types « Type I et type II » (Chrutek et al, 2018).

➤ **Les PYRs de type I :** ayant une structure d'ester carboxylique de cyclopropane basique, tel que « l'alléthrine » (Bradberry et al, 2005).

➤ **Les PYRs de type II :** ayant un groupe cyano pour donner des pyréthroïdes α -cyano, tel que « la cyperméthrine » (Bradberry et al, 2005)

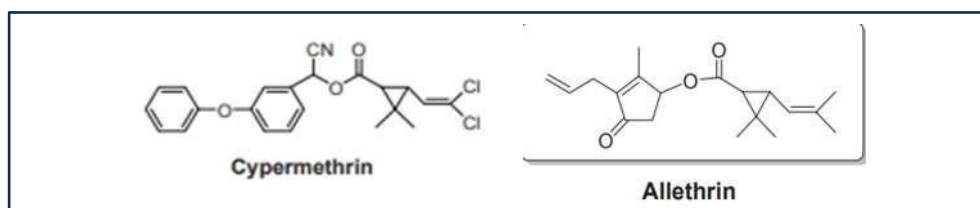


Figure 04 : Structure de l'alléthrine et de la cyperméthrine (Matsuo, 2019).

2.3. Le mécanisme d'action des PYRs type I et II :

Les actions insecticides des PYRs dépendent de leur capacité à se lier aux canaux sodiques voltage-dépendants des nerfs des insectes et à les perturber (Soderlund, 2012).

Tableau 04 : Le mécanisme d'action des PYRs type I et II.

Types des PYRs	Mécanisme d'action
Type I	Consiste à modifier la conformation des canaux sodiques lors de leur ouverture et de leur fermeture dans les membranes neuronales (Chrutek et al, 2018)
Type II	Provoquent une salivation, le syndrome choréoathétose-salivation (CS) et un dysfonctionnement moteur chez les mammifères En plus de leurs effets sur les canaux sodiques. (Chrutek et al, 2018), il existe d'autres cibles, les canaux calciques et chlorure voltage-dépendants, ont été impliquées comme sites d'action alternatifs ou secondaires pour un sous-ensemble de pyréthroïdes. (Soderlund, 2012)

3. La pyréthriinoïdes étudié : Deltaméthrine

3.1. Généralité :

La deltaméthrine (DLM), un insecticide pyréthroïde synthétique de type II, Cette substance est insoluble dans l'eau mais soluble dans l'alcool et l'acétone, elle est lipophile (**Chrutek et al, 2018**) et largement utilisée dans la lutte antiparasitaire domestique et agricole, Les humains sont exposés à la DLM par divers moyens comme l'air, l'eau, les légumes...etc. L'utilisation croissante de produits à base de DLM attire l'attention sur sa toxicité. Il a été démontré que la DLM à haute concentration provoque l'apoptose dans les cellules de mammifères (**Kumar, Sasmal & Sharma, 2015**).

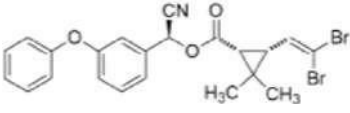
Les produits commerciaux de la deltaméthrine peuvent se présenter sous plusieurs formes soit :(**INRS, 2007**)

- ✚ Solutions
- ✚ Concentrés émulsionnables
- ✚ Poudres et poudres mouillables
- ✚ Granulés
- ✚ Suspensions concentrées

3.2. Les propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine :

Les principales caractéristiques de la deltaméthrine sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : les propriétés physico-chimiques de la deltaméthrine (**INRS,2007**), (**Toumi,2013**).

Le nom chimique	(1R,3R) -3-(2,2-dibromovinyl) -2,2- diméthyl-cyclopropane carboxylate de (S)- α -cyano-3-Phénoxybenzyle
La formule chimique	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$
La structure chimique	
Groupe chimique	Pyréthriinoïdes
Type de pesticide	Insecticide
La masse moléculaire (g /mole)	505,2
Point de fusion (°C)	98 à 102°C
Point d'ébullition (°C)	Se décompose à partir de 270 °C
Solubilité dans l'eau ($\mu\text{g} /\text{l}$)	0,2 à 25°C
Coefficient de partage log Kow	4 ,6 à 25°C

3.3. Modes d'action de la deltaméthrine :

La deltaméthrine, un insecticide pyréthroïde de type II, agit principalement en interférant avec les canaux sodiques voltage-dépendants des membranes neuronales des insectes. La liaison de la molécule de pyréthroïde à la sous-unité alpha du canal provoque son ouverture permanente et l'empêche de se fermer, ce qui entraîne un afflux prolongé d'ions sodium, provoquant une hyperexcitabilité nerveuse, des décharges répétées et, finalement, une paralysie suivie de la mort (Sonderbund, 2012 ; Sonderbund, 2010 ; Casida & Durkin, 2013).

Contrairement aux pyréthroïdes de type I, qui modifient la conformation des canaux sodiques lors de leur ouverture et de leur fermeture, les pyréthroïdes de type II, comme la deltaméthrine, induisent également un syndrome choréoathétose-salivation (CS) chez les mammifères, entraînant une hypersalivation et des troubles moteurs. Cette action s'explique par leur interaction avec d'autres cibles biologiques, telles que les canaux calciques et chlorure voltage-dépendants, ce qui renforce leur toxicité (Chrutek et al, 2018 ; Soderlund, 2012)

Chez les mammifères, la deltaméthrine est métabolisée principalement dans le foie par hydrolyse des esters, oxydation et conjugaison avec des résidus acides. Elle est ensuite éliminée par l'urine et les fèces, avec une demi-vie plasmatique estimée entre 10 et 13,5 heures (Chrutek et al, 2018). Une exposition excessive à la deltaméthrine peut entraîner des effets neurotoxiques sévères, tels qu'une excitation excessive du système nerveux central, des convulsions, voire des troubles respiratoires, rendant sa manipulation et son utilisation nécessitant des précautions strictes (Bradberry et al, 2005 ; Szewczyk-Golec et al, 2024).

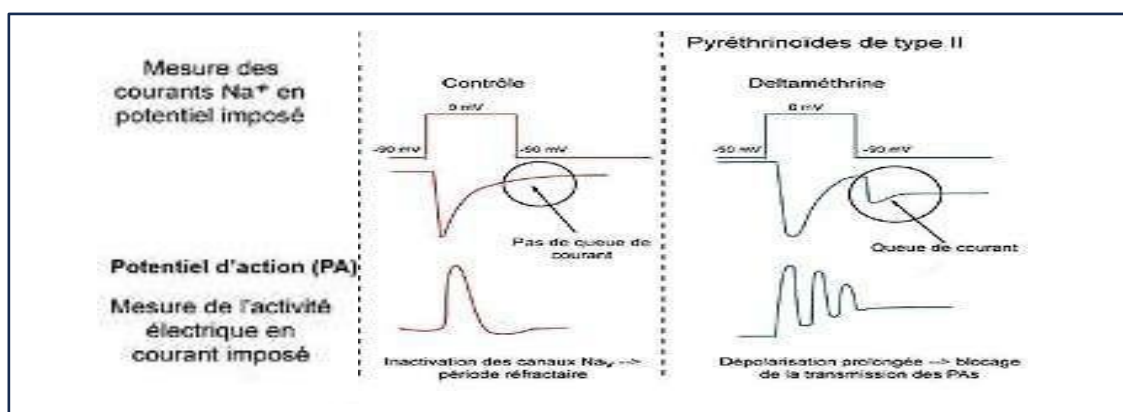


Figure 05 : Illustration du mode d'action des pyréthroïdes (contrôle et pyréthroïdes de type II « deltaméthrine » (Shafer et al., 2005 d'après Caballero,2019).

3.4. L'intoxication par la deltaméthrine :

L'intoxication à la deltaméthrine chez l'homme provoque des vomissements et des diarrhées, des troubles du rythme cardiaque avec tachycardie, de la toux, un écoulement nasal, un œdème pulmonaire, une vision trouble, une somnolence et des convulsions (Holyńska-Iwan & Szewczyk-Golec,2020), (Breckenridge et al, 2009).

Au contact de la peau, la deltaméthrine peut provoquer une réaction allergique caractérisée par une éruption cutanée, des démangeaisons, des brûlures, des rougeurs et une irritation des muqueuses (Szewczyk-Golec et al, 2024).

Les pyréthroïdes de type II, représentés par la deltaméthrine, sont associés au syndrome choréoathétose-salivation, dans lequel se produisent une salivation et un dysfonctionnement musculaire (Holyńska-Iwan & Szewczyk-Golec, 2020). Une intoxication grave à la deltaméthrine a été diagnostiquée chez des pulvérisateurs travaillant dans des champs de coton (Chrustek et al, 2018).

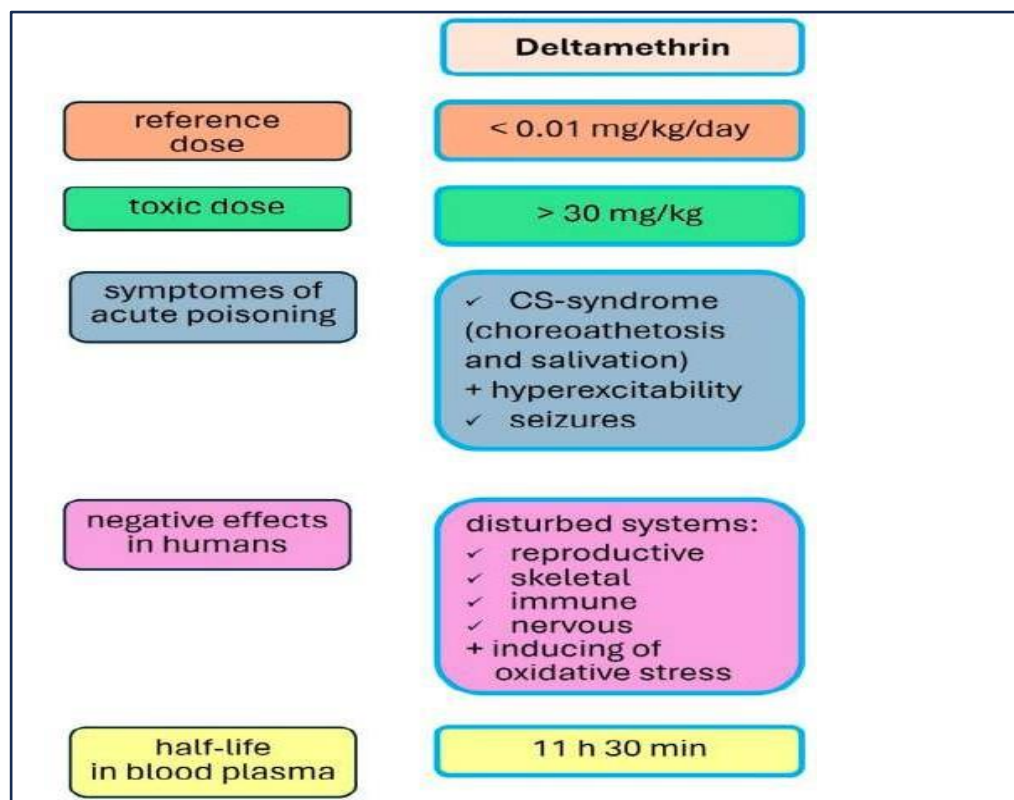


Figure 06 : Les caractéristiques de la deltaméthrine (Szewczyk-Golec et al, 2024).

3.5. Impact environnemental de la deltaméthrine :

✚ Effet sur les organismes non ciblés : la deltaméthrine est un insecticide hautement toxique pour plusieurs d'organismes non ciblés tels que les mammifères, les oiseaux, les poissons ...etc. Chez les mammifères et les oiseaux, la deltaméthrine peut provoquer des effets néfastes pour la reproduction, le développement et des effets neurologiques (Rehman.et al.2014). Chez les poissons la deltaméthrine peut provoquer une maladie aiguë et chronique, affectant leur croissance et leur reproduction (Aksakalet al.2010).

✚ Effet sur le sol : Des études ont montré que la deltaméthrine peut pénétrer dans le sol et avoir des effets toxiques sur les micro-organismes du sol tels que les bactéries, les champignons et les actinomycètes (Yadav et al, 2023). D'après (Akien-Alli, Oтали & Braide ,2021) l'application de deltaméthrine peut entraîner une réduction du pH du sol, de la teneur en matière

organique du sol et des niveaux d'azote et de phosphore du sol. La présence de deltaméthrine dans le sol entraîne une réduction de la biodiversité des organismes qui contribuent à la santé du sol (Hasanaj et al, 2025).

 **Effet sur l'eau :** plusieurs études ont examiné l'impact de la deltaméthrine sur la qualité de l'eau et montré les effets néfastes sur les organismes aquatiques (Yadav et al, 2023). Des résidus de deltaméthrine ont été détectés dans divers plans d'eau du monde, notamment dans des rivières, des lacs et des zones humides (Yadav et al, 2023). Selon Stehle et Schulz 2015 « Les insecticides, en particulier, sont des substances hautement actives sur le plan biologique qui peuvent menacer l'intégrité écologique des écosystèmes aquatiques et terrestres ». La deltaméthrine est lipophile et elle est facilement absorbée par les branchies des poissons et ne peut pas être métabolisée rapidement, donc extrêmement toxiques pour la vie aquatique, même à une concentration infime (Song et al, 2015).

 **Effet sur la qualité de l'air :** les pyréthroïdes sont largement utilisés dans les zones rurales et urbaines. Ils ont été signalés comme les insecticides les plus utilisés (Socorro et al, 2016), La deltaméthrine peut être transportée par le vent et contaminer l'air et provoquer des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement (Yadav et al, 2023).

Chapitre 2

Le thé vert



1. L'historique :

L'histoire du thé remonte à plus de 5 000 ans, dans la Chine ancienne (vers 2737 av. J.-C.). Selon la légende, l'empereur chinois Shen Nong, un dirigeant légendaire, érudit et mécène des arts, serait à l'origine de cette découverte. Bien qu'il soit difficile de déterminer s'il a réellement existé, il est considéré comme le fondateur de la phytothérapie chinoise. La légende raconte que ses décrets, parmi lesquels figurait l'obligation de faire bouillir toute l'eau potable pour des raisons d'hygiène, ont marqué son époque. Un jour d'été, alors qu'il visitait une région reculée de son royaume, lui et ses compagnons firent une pause. Conformément à ses instructions, les serviteurs commencèrent à faire bouillir de l'eau pour que l'entourage puisse en boire.

Des feuilles séchées provenant d'un buisson voisin tombèrent accidentellement dans l'eau bouillante, donnant naissance à un liquide brun. Le monarque, toujours curieux, goûta cette boisson et fut agréablement surpris par son goût et ses propriétés bienfaisantes. Une autre version de la légende raconte que l'empereur testait lui-même les vertus médicinales de diverses herbes. Certaines étaient toxiques, mais il découvrit que le thé agissait comme un antidote. Shen Nong est également mentionné dans le *Cha Jing* ou *Livre du thé* de Lu Yu, l'un des premiers ouvrages célèbres sur le sujet. En tant que scientifique, l'empereur s'intéressa à cette nouvelle boisson, en but et la trouva extrêmement rafraîchissante. Ainsi, selon la légende, le thé aurait vu le jour (**Jagan Mohan Rao et Ramalakshmi, 2011**).

2. Définition :

Le thé est la deuxième boisson la plus bue dans le monde après l'eau. De nombreux bénéfices du thé vert ont été constatés sur la santé de l'organisme, notamment sur la santé de la peau, du cœur et le contrôle du poids. (**Graham, 1992**).

Le thé vert est consommé sous trois formes principales : le thé vert (non fermenté), le thé noir (totalement fermenté) et le thé Oolong (partiellement fermenté). Ces dernières années, un intérêt croissant s'est porté sur les bienfaits cardiovasculaires et métaboliques des flavonoïdes et polyphénols présents dans le thé, qui peuvent être utilisés comme supplément chez les patients. Divers effets cardioprotecteurs des polyphénols de thé ont été décrits pour des conditions pathologiques telles que l'hypertension, l'athérosclérose, le diabète, l'hypercholestérolémie et l'obésité. Ces effets sont attribués aux propriétés antioxydantes, antithrombotiques, anti-inflammatoires, antihypertensives et hypocholestérolémiantes des polyphénols du thé. (**Wachira et al., 2001**).



Figure 07 : Le thé vert (*Camellia sinensis*) (Bernaud., 2004).

3. Nomenclature et taxonomie :

Le nom *sinensis* fait référence à la Chine, tandis que *Camellia* est dérivé du nom latin de Georg Kamel, un prêtre d'origine tchèque (1661-1706), botaniste éminent et missionnaire aux Philippines. Bien que Kamel n'ait pas découvert ni nommé la plante, c'est Carl von Linné qui a choisi ce nom pour le genre, afin d'honorer les contributions de Kamel à la science. Les noms de l'usine de thé comprennent BOHEA *Thea*, *Thea sinensis* et *Thea viridis*. (Wachira et al., 2001).

4. Classification systématique :

Tableau 06 : Classification systématique de thé vert (Graham, 1992).

Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones ou Magnoliopsidae
Ordre	Théales
Famille	Theaceae
Genre	<i>Camellia</i>
Espèce	<i>Sinensis</i>

Le genre *Camellia* comprend environ 82 espèces parmi lesquelles le théier est, économiquement, le plus important. Il y a deux variétés de théiers : *sinensis* (théier de chine, à petites feuilles) et *assamica* (théier d'assam, à grandes feuilles). Il existe d'autres formes (Cambodgienne, Wilson's *Camellia*, etc.) et de nombreux hybrides, agro types, écotypes du fait

de l'hybridation aisée entre variété et de l'adaptation à des conditions éco- climatiques bien déterminées. Deux hybrides de la variété chinoise sont en culture au Mali. Il s'agit notamment du Tanyan et du Tohu Haiun portant les noms des Stations dont ils proviennent (Graham, 1992).

5. Description botanique :

A l'état naturel, le théier est un petit arbre très rameux, de 5 à 10 mètres de haut et pouvant atteindre 15 mètres. Les fleurs sont odorantes, axillaires et solitaires. Leur taille varie et peut aller jusqu'à 3 centimètres (cm). Elles sont dialypétales (les pétales sont indépendants entre eux), pentamères (formées de cinq pétales), actinomorphes (l'agencement des pièces florales est symétrique par rapport à l'axe de la fleur), et bisexuées. Les pétales sont blancs, légèrement adhérents à la base et forment une corolle spiralée (Sanchez-Alonso et al., 2007).

Le calice, formé de cinq sépales, est également spiralé. Le nombre d'étamines, jaunes, peut aller jusqu'à 200. Elles sont polyadelphes, c'est-à-dire soudées en faisceau par la base de leurs filets. Le fruit est une capsule loculicide trigone (avec trois loges inséminées), ne renfermant qu'une ou deux graines oléagineuses, exalbuminées, entourées d'un tégument sans arille (McKenna et al., 2002).

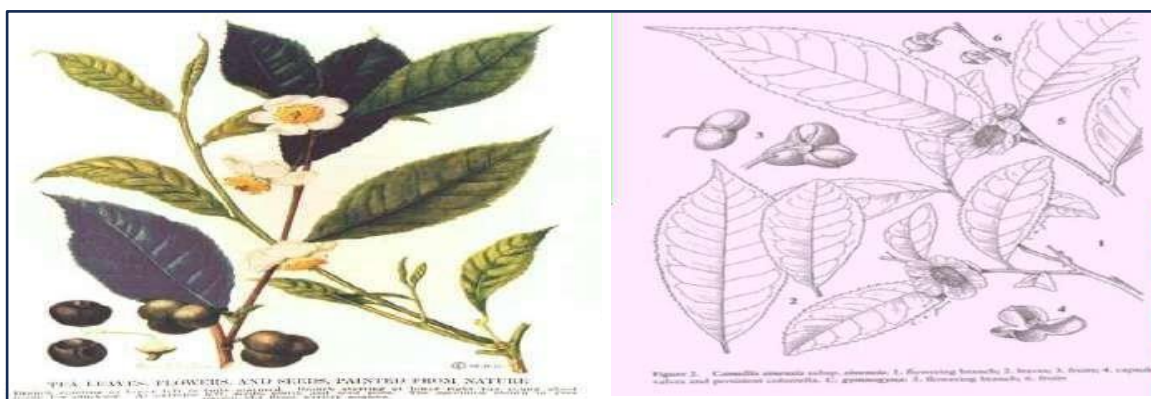


Figure 08 : La plante *Camellia sinensis* (Ashida et al., 2004).

6. Fabrication de thé vert :

La fabrication d'un thé vert se déroule en 5 étapes principales :

6.1. La cueillette : Le thé vert est produit à partir de jeunes pousses. Selon le grade souhaité, les cueilleuses sélectionnent soit le bourgeon seul, soit le bourgeon accompagné de deux ou trois jeunes feuilles (Nacer et al., 2014).

6.2. Le flétrissage : Cette étape vise à réduire rapidement la teneur en eau des feuilles, afin de limiter l'oxydation (Nacer et al., 2014).

6.3. La torréfaction : Probablement la phase la plus cruciale dans la fabrication du thé vert, la torréfaction détermine la couleur, l'odeur et le goût caractéristiques du thé (Nacer et al., 2014). En inactivant les enzymes présentes dans les feuilles fraîches, cette étape arrête définitivement

l'oxydation enzymatique, permettant ainsi de préserver les précieux polyphénols, tout en éliminant ou réduisant la saveur végétale de la feuille fraîche et en libérant ses arômes (Nacer et al., 2014).

6.4. Le roulage : Comme pour le thé noir, cette étape peut être effectuée mécaniquement ou manuellement. Le façonnage en bâtonnets, perles ou torsades se fait généralement à la main. La forme donnée à la feuille impacte les notes de la liqueur : un roulage léger donnera des notes douces, tandis qu'un roulage plus intense apportera des saveurs plus corsées (Nacer et al., 2014).

6.5. Le séchage : dernière étape de la fabrication du thé vert, le séchage garantit une conservation optimale du thé et favorise le développement de nombreux composés aromatiques (Nacer et al., 2014).



Figure 9 : Processus de fabrication du thé vert (Nacer et al., 2014).

7. Les constituants chimiques de thé vert :

Tableau 07 : Composition chimique de la feuille de thé vert exprimée en pourcentage du poids sec (Kriepps, 2009).

Composition de la feuille de thé fraîche	Pourcentage de la matière sèche
Polyphénols	20% à 36%
Flavonols	25%
Acides aminés	3 à 4 %
Acides phénols	3%
Caféine	2 à 4% ou plus
Théophylline	0.02 à 0.04%
Glucides	%5%
Lipides	2 à 3%
Minéraux	3 à 5%
Cellulose	7%
Caroténoïdes	<0 .01 à 0.02%
Chlorophylle	0.5%
Composés volatils	0.01 à 0.02%
Cendres	5%

7.1. Les polyphénols :

De nos jours, les polyphénols forment une large classe chimique qui inclut plusieurs familles chimiques. Leur structure de base est constituée d'une série de cycles aromatiques, auxquels est attaché un groupe hydroxyle phénolique, qui constitue le principal groupement fonctionnel. Les polyphénols englobent plus de 8000 molécules différentes, et sont définis par la présence d'une ou plusieurs fonctions phénoliques, c'est-à-dire un cycle aromatique hydroxylé (Bruneton , 1999).

7.2. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes se divisent en plusieurs sous-familles chimiques. Tous sont dérivés d'un squelette de base, le 2-phénylbenzopyrane, assemblage de deux cycles aromatiques, ainsi que d'un noyau pyrane (**Balentine et al. 2000**) Le degré d'oxydation du cycle pyrane varie en fonction des sous-familles (**Bruneton , 1999**).

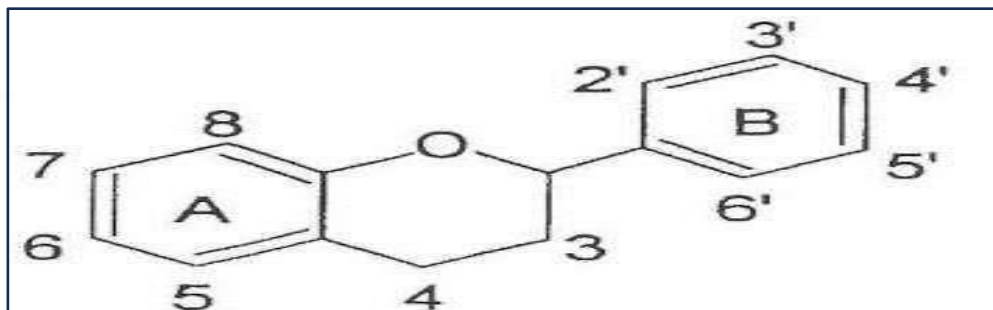


Figure 10 : Structure de base des flavonoïdes (**Bruneton et al., 1999**).

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées par domaine médical, où on leur reconnaît des activités antivirales, anti-radicalaires, antiallergiques, anti-tumorales, mais aussi anti-inflammatoires et anti-cancéreuses (**Khiredine, 2014**).

La famille des flavonoïdes peut se diviser en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et les anthocyanidines ou anthocyanols (**Khiredine, 2014**).

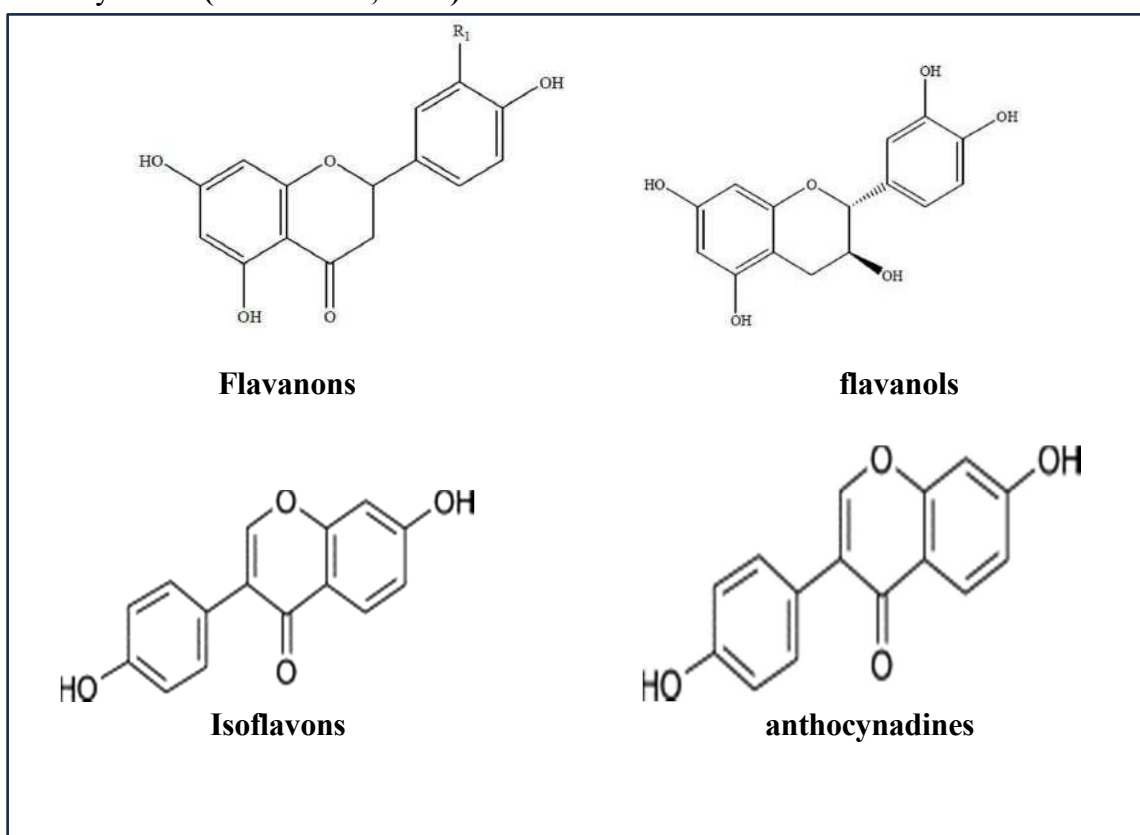


Figure 11 : Structures chimiques de quelques flavonoïdes (**Khiredine, 2014**).

7.3. Les bases puriques :

7.3.1. La caféine :

La caféine, ou 1, 3,7-triméthylxanthine, a été isolée la première fois en 1820 à partir de graines de café (Bruneton et al., 1999).



Figure 12 : La structure du Caféine (Bruneton et al., 1999).

En 1827, Oudry isola un alcaloïde des feuilles de thé ; il l'appela « théine ». Ce fut en 1898, que des analyses approfondies démontrèrent que la caféine et la théine ne formaient qu'une seule substance. On retint alors le nom de « caféine » pour désigner cette base purique. La caféine est la principale base xanthique retrouvée dans les feuilles de *Camellia sinensis*. Toutefois, le thé noir est légèrement plus riche en caféine par rapport au thé vert ; le flétrissage des feuilles lors de la préparation du thé noir réduit leur poids, les concentrant ainsi en caféine (Sweetman et al., 2002).

La grande solubilité des bases puriques dans l'eau chaude explique le passage de la caféine de la feuille de thé vers l'infusé. On retrouve ainsi des concentrations de 60 mg de caféine par 100 ml d'infusion (Montseren et al., 1999).

La complexation des bases puriques avec les polyphénols et leur libération lente expliquent l'effet « retard » de la caféine (Chassagne, 2005).

Il est intéressant de noter qu'une tasse de thé noir infusé pendant une minute contient 30% moins de caféine qu'un volume identique de café lyophilisé préparé de la même façon (Montseren et al., 2005).

7.3.2. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes présents dans le thé comprennent la caféine ainsi que deux composés similaires: la théobromine et la théophylline. Ces substances chimiques sont produites par le théier comme un mécanisme de défense naturel contre les insectes et autres animaux. Elles sont également responsables de l'amertume caractéristique de l'infusion de thé (Aatti et al., 2014).

7.3.3. La théophylline :

La théophylline, ou 1,3-diméthylxanthine n'est présente qu'en faible quantité dans les feuilles de théier. La teneur varie de 0.02 à 0.04 % (Gruenwald et al., 2007), par rapport au poids sec de la drogue. Or, cette faible quantité ne diminue guère l'importance pharmacologique de la théophylline (Mckenna et al., 2002).

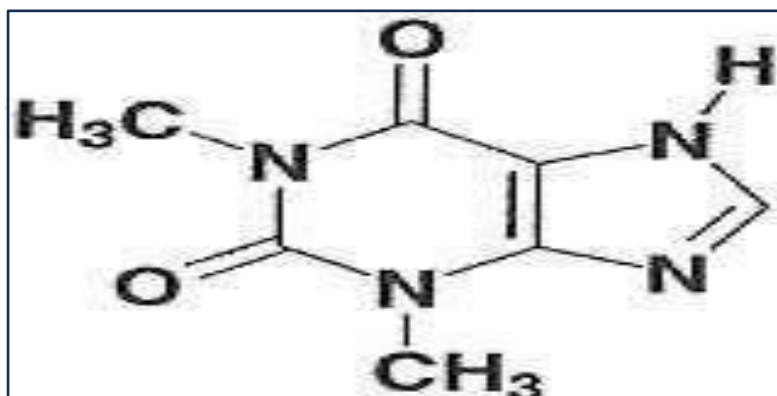


Figure 13 : Théophylline (Bruneton Jean et al., 1999).

7.3.4. La théobromine :

La théobromine ou 3,7-diméthylxanthine, est retrouvée en faible quantité, légèrement supérieure à celle de la théophylline. On a isolé teneurs de 0.15 à 0.2 % (Gruenwald et al., 2007) par rapport au poids sec (Bruneton et al., 1999).

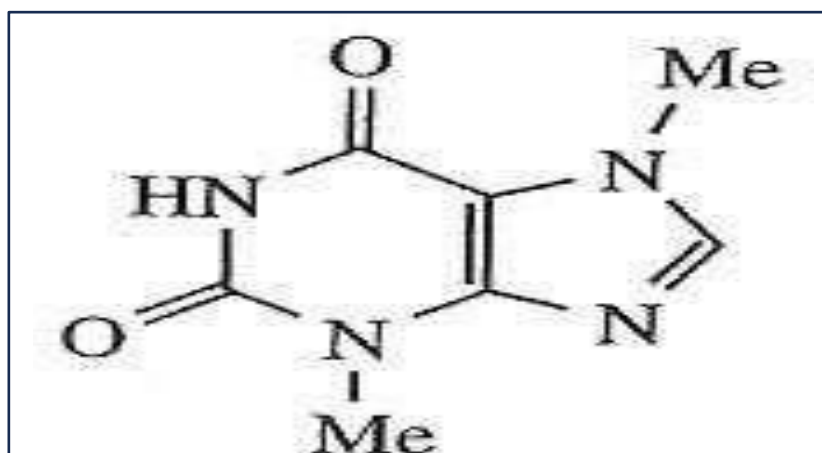


Figure 14 : Théobromine (Dewick et al., 1997).

7.4. Source de vitamines :

Le thé constitue une source intéressante de vitamines du groupe B, notamment la thiamine (B1), la riboflavine (B2) et la niacine (B3). Le thé vert, en particulier, renferme une quantité notable de vitamine C. De plus, l'infusion de thé contient de la vitamine P, reconnue pour ses effets bénéfiques sur la perméabilité des capillaires et l'élasticité des parois des vaisseaux

sanguins. (Nkhili., 2009) (Kabouche., 2010) (Nacer et al., 2014).

7.5. Les Glucides, les Pectines et les Fibres :

Les feuilles de thé contiennent des résidus de sucres libres ainsi que des substances pectiques, des polysaccharides et des fibres (Lassed, 2017). La présence de glucides tels que la cellulose, les pectines, le glucose, le fructose et le saccharose est fréquente, représentant environ 5 à 7 % du poids sec des feuilles de thé vert (Bansal et al, 2012).

7.6. Les Lipides, les Chlorophylles et les Caroténoïdes :

Les chlorophylles et les caroténoïdes, qui sont les principaux pigments des feuilles fraîches de thé, sont présents en faibles quantités, mais jouent un rôle essentiel en tant que précurseurs de l'arôme et du goût du thé (Graham, 1992) (Lassed, 2017).

7.7. Les Composés Volatils :

Les composés volatils présents dans les feuilles fraîches de thé n'ont pas encore été étudiés aussi en détail que ceux du thé vert ou noir. Dans le thé vert, plus de 75 substances volatiles ont été identifiées, parmi lesquelles le linalol, l'oxyde de trans-linalol et le nérolidol. L'huile essentielle joue un rôle clé dans le développement de l'arôme et du goût du thé, tandis que les triterpènes y contribuent également en synergie avec elle. (Graham, 1992) (Kriepe, 2009).

8. Thé vert et santé :

8.1. Maladies cardio-vasculaires : le thé vert, lorsqu'il est consommé régulièrement, peut contribuer à la prévention des maladies cardiovasculaires. Il exerce un effet bénéfique sur le cholestérol total en réduisant le taux de LDL (le "mauvais" cholestérol) tout en augmentant celui de HDL (le "bon" cholestérol, protecteur des artères) (Schwarz et Schweppe, 2006).

8.2. Maladies chroniques : l'épigallocatechine gallate (EGCG), principal polyphénol présent dans le thé vert, est un antioxydant particulièrement puissant. Elle agit en neutralisant les espèces réactives de l'oxygène et les radicaux libres, des composés impliqués dans le vieillissement cellulaire et le développement de maladies chroniques dégénératives. Des études scientifiques ont mis en évidence ses effets potentiellement bénéfiques dans la prévention et la gestion de diverses affections telles que le diabète, les maladies neurodégénératives ou encore le surpoids (Magazine Nutra News, 2008).

8.3. Cancers : de nombreuses études épidémiologiques se sont penchées sur la question de savoir si les populations asiatiques, grandes consommatrices de thé vert au quotidien, présentaient un risque réduit de cancer par rapport à d'autres groupes. Une revue de la littérature menée par le groupe Cochrane, mise à jour en 2009, a analysé 50 études sur le sujet. Les auteurs en concluent que, malgré l'intérêt de la question, les données disponibles ne permettent pas

d'établir un lien clair entre la consommation de thé vert et une réduction du risque de cancer, en raison notamment de l'hétérogénéité des résultats. (Huet et al., 2013).

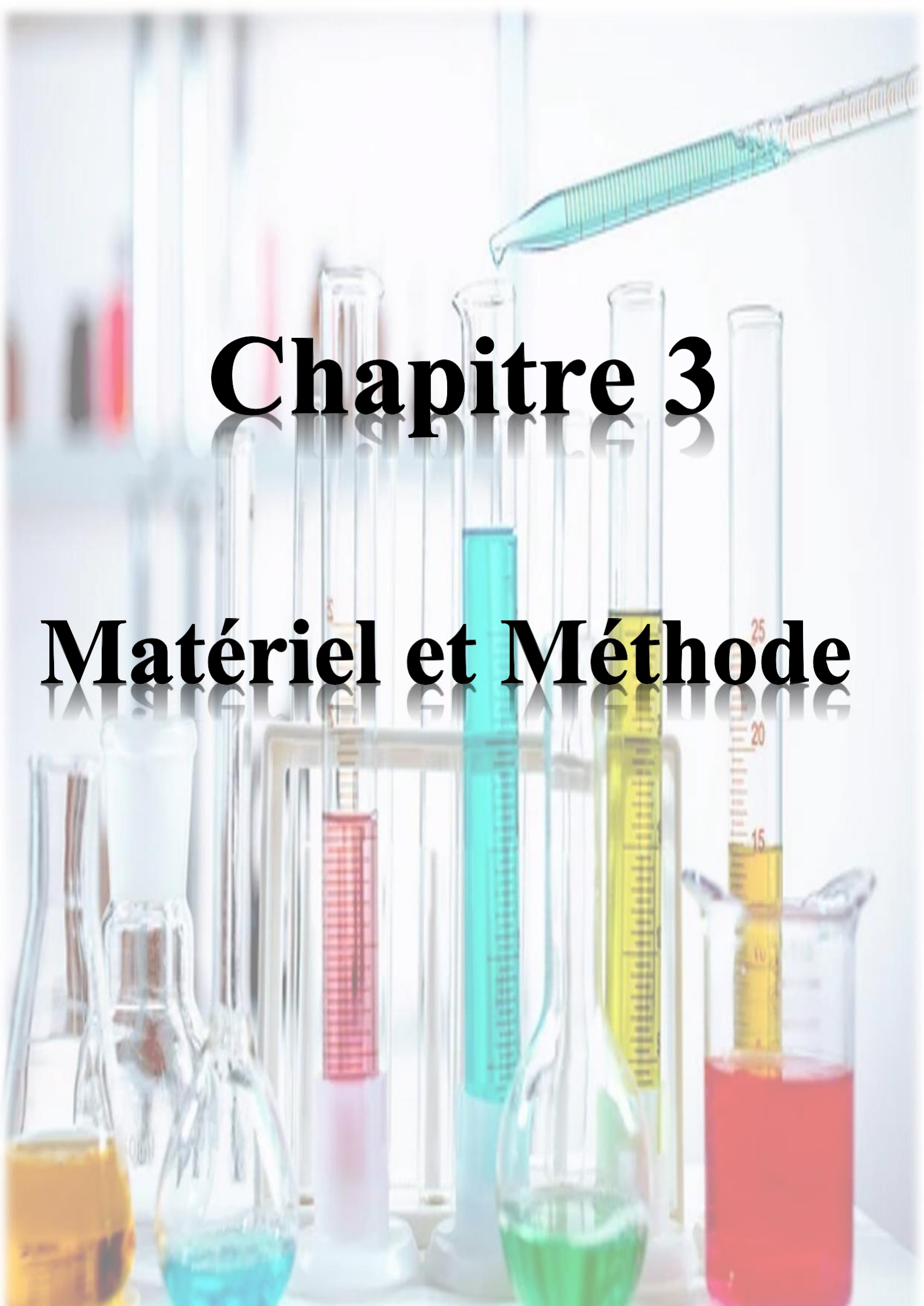
8.4. Troubles gastro-intestinaux : contrairement au café, le thé vert est doux pour le système digestif : il n'irrite ni l'estomac ni les intestins. Il peut même s'avérer particulièrement bénéfique en cas de troubles gastro-intestinaux tels que les diarrhées, les aigreurs d'estomac, les troubles gastriques ou la perte d'appétit. Grâce à ses composés actifs notamment les saponines et les flavonoïdes, il exerce une action anti-inflammatoire et antibiotique, contribuant ainsi à apaiser les inflammations au niveau du système digestif. De plus, sa richesse en minéraux en fait un excellent allié pour compenser les pertes liées à la déshydratation. Son effet alcalinisant aide à réduire l'acidité gastrique, tandis que les tanins qu'il contient stimulent l'appétit et facilitent la digestion (Schwarz et al., 2006).

8.5. Premiers soins : "le thé vert ne se contente pas d'être un excellent allié en prévention de nombreuses maladies ; utilisé à bon escient, il peut également servir de traitement d'appoint pour soulager divers maux courants. En favorisant les processus de guérison, il complète efficacement un traitement médicamenteux ou une thérapie manuelle." (Schwarz et al., 2006).

8.6. Toxicité : "une consommation régulière de thé, notamment sous forme d'infusion ou de décoction comme cela se pratique dans certaines populations sahariennes, peut entraîner une intoxication chronique, appelée théisme. Cette condition se manifeste par des troubles tels que l'insomnie, l'anorexie, la perte de poids, la constipation et des perturbations nerveuses. En raison de sa teneur élevée en potassium, le thé est déconseillé aux personnes souffrant d'insuffisance rénale, qui doivent en limiter la consommation. Par ailleurs, les préparations orales à base de thé sont réservées aux adultes et aux enfants de plus de 12 ans. Par mesure de précaution, et en l'absence de données suffisantes, leur usage est déconseillé chez les femmes enceintes. (Kriebs, 2009).

Partie II :

Partie Pratique

A background image of a chemistry laboratory setup. In the foreground, there are several pieces of glassware: a test tube with red liquid, a graduated cylinder with yellow liquid, and a beaker with red liquid. In the background, there are more test tubes in a rack, some containing blue and green liquids. A pipette is shown dispensing a drop of green liquid into one of the test tubes. The overall scene is brightly lit, with a soft focus on the background.

Chapitre 3

Matériel et Méthode

I. Matériels et méthodes

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

Dans le cadre de cette étude, un total de quinze (15) lapins appartenant à l'espèce *Oryctolagus cuniculus* a été utilisé, provenant de l'institut Pasteur. Ces animaux sont âgés de six mois. À leur arrivée, les lapins présentaient un poids moyen de 2400 ± 400 grammes, ce qui correspond à une fourchette de poids allant approximativement de 2000 à 2800 g. Leur taille moyenne variait entre 30 et 50 centimètres, avec un poids corporel oscillant généralement entre 1,2 kg et 2,5 kg, selon les individus.

Ces mammifères ont été sélectionnés pour leurs caractéristiques physiologiques stables, leur facilité de manipulation, ainsi que leur grande utilité dans de nombreux domaines de la recherche scientifique et biomédicale.

Classification zoologique

-Domaine : Eukaryota

-Règne : Animalia

-Embranchement : Chordata

-Sous-embr : Vertebrata

-Classe : Mammalia

-Ordre : Lagomorpha

-Famille : Leporidae

-Genre : *Oryctolagus*

-Espèce : *Oryctolagus cuniculus*

Conditions d'élevage

L'élevage est réalisé dans l'animalerie du département de SNV de la faculté des sciences centre universitaire Mila sous des conditions naturelles de température et d'humidité. Les lapins ont été hébergés dans des cages métalliques standardisées situées dans une salle d'élevage bien ventilée, à température contrôlée. La température ambiante a été maintenue entre 20 - 25 °C, avec une humidité relative de 50 à 60 %. Les animaux ont été soumis à une période d'acclimatation de 15 jours, suivie d'une phase expérimentale de 15 jours supplémentaires.

Le régime alimentaire administré durant l'expérimentation consistait en un mélange équilibré de légumes frais (salades, carottes) et de pain rassasié, distribué quotidiennement. L'eau de boisson était fournie ad libitum et renouvelée chaque jour afin de préserver sa qualité.



Figure 15 : Les lapins dans les cages (Animalerie de centre universitaire Mila).

1.2. Matériel chimique

Le composé utilisé dans cette expérimentation est la deltaméthrine dont le nom chimique complet est : (1R,3R) -3-(2,2-dibromovinyl) -2,2- diméthyl-cyclopropane carboxylate de (S)- α -cyano-3-phénoxybenzyle. il s'agit d'un insecticide de synthèse appartenant à la famille des pyréthrinoïdes de type II, largement utilisés pour leur efficacité contre un large spectre d'insectes nuisibles.

Selon la fiche toxicologique n° 193, la deltaméthrine présente plusieurs dangers pour la santé humaine et l'environnement ;

- H301 : toxique en cas d'ingestion
- H331 : toxique par inhalation
- H410 : très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme



Figure 16 : Pictogrammes de danger associés à la deltaméthrine (INRS, 2007)



Figure 17 : Deltaméthrine (photo personnel).

1.3. Matériel végétal

Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons eu recours à la plante médicinale qu'est le thé vert (*Camellia sinensis*).

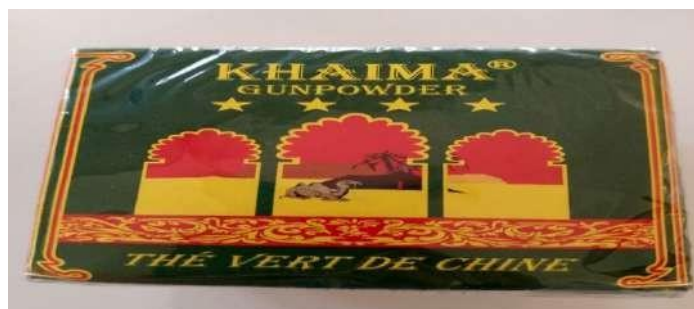


Figure 18 : Le thé vert (*Camellia sinensis*) (photo personnelle).

2. Méthodes

❖ Protocole expérimental :

Dans cette expérience, nous amenons quinze (15) lapins et les divisons en trois groupes de 5 lapins pour chaque groupe. Le premier groupe est le groupe témoin qui reçoit uniquement de l'eau saline. Le deuxième groupe a pris une dose de 6 mg/kg P.C de deltaméthrine et le troisième groupe a été traité par l'extrait aqueux de thé vert à une dose de 100 mg/kg P.C. et après une heure, deltaméthrine a été administré aux lapins a une dose de 6 mg/kg P.C. tous les traitements ont été administrés par la voie orale (par gavage). Après 15 jours, tous les lapins ont été sacrifiés, le sang a été collecté pour faire les analyses biochimiques et les organes (le foie et les reins) ont été enlevés et pesés.

2.1. Pesage des lapins

Les lapins ont été pesés régulièrement tout au long de la période de l'expérience afin de suivre l'évolution de leur poids corporel.



Figure 19 : Pesage d'un lapin dans le cadre de l'expérience (Photo personnelle).

2.2. Préparation de thé vert

Environ 4g de thé vert sont séchés, et le lendemain, trempés dans 100 ml d'eau distillée pendant 10 min, Le mélange a été refroidi à température ambiante, puis filtré ; il a ensuite été administré par voie orale à des lapins.

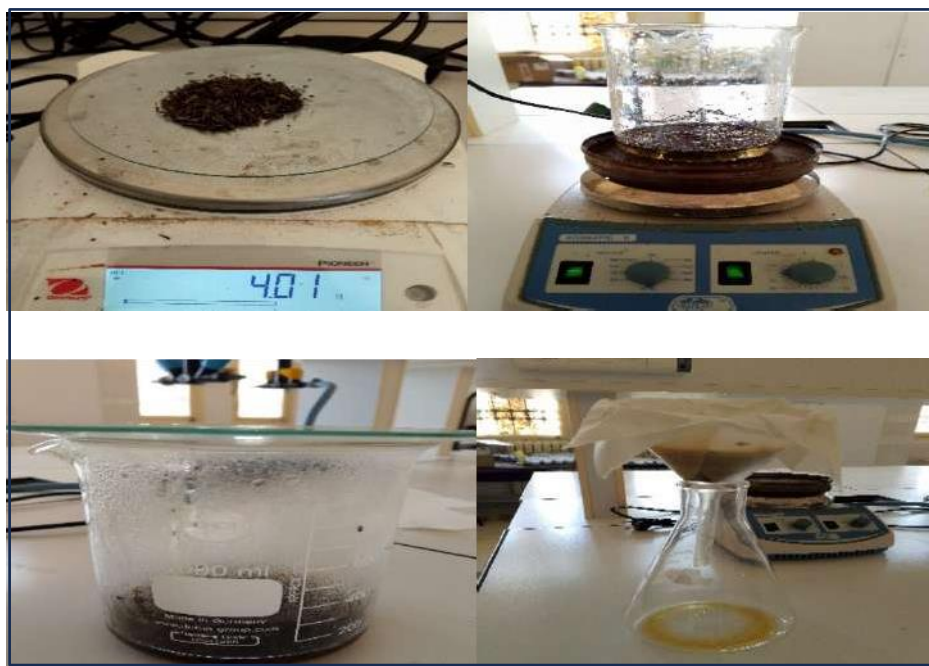


Figure 20 : Préparation de thé vert (Photos personnelles).

2.3. Préparation de la deltaméthrine

La deltaméthrine a été diluée dans l'eau distillée afin d'obtenir une dose de qui été donné aux 6 mg /kg lapins quotidiennement .



Figure 21 : La dilution de la deltaméthrine (photo personnel).

2.4. Répartition et traitement des lapins :

Dans cette étude, nous avons utilisé un insecticide (Deltaméthrine) à une faible dose de 6 mg/kg/j ainsi que l'extrait de thé vert à une dose de 100 mg/kg/j. Ces substances ont été administrées de manière subchronique par voie orale, chaque jour pendant une période de 15 jours.

La répartition et le traitement des animaux sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Répartition des groupes et traitement des lapins.

Le groupe	Le traitement administré	Nombre d'animaux	La durée du traitement
Groupe 01	Témoin (eau saline)	5	15 jours
Groupe 02	Deltaméthrine (5 ml)	5	15 jours
Groupe 03	Deltaméthrine (5 ml) + thé vert (5 ml)	5	15 jours



Figure 22 : Gavage des lapins (photo personnel).

2.5. Sacrifice et dissection

Les sacrifices et les dissections des lapins ont été réalisés en matinée, à l'issue des deux semaines de traitement, conformément aux protocoles expérimentaux établis.



Figure 23 : Sacrifice et dissection (photo personnel).

2.6. Le prélèvement sanguin

Au terme de deux semaines de traitement, les animaux appartenant aux trois groupes expérimentaux ont été sacrifiés par décapitation, conformément aux normes éthiques en vigueur. Le sang a été immédiatement recueilli par drainage dans deux types de tubes :

🚦 **Tube contenant de l'EDTA** : utilisé pour les analyses hématologiques. Les échantillons ont été immédiatement soumis à une numération-formule sanguine incluant les globules rouges (GR), globules blancs (GB), hémoglobine (HGB), ainsi que les indices érythrocytaires standards.

🚦 **Tube contenant de l'héparine de lithium** : destiné à l'évaluation des paramètres biochimiques. Le sang a été centrifugé à 3000 tours/min pendant 5 minutes. Le sérum obtenu a permis la quantification des marqueurs biochimiques suivants : cholestérol total, triglycérides, transaminases (TGO/ASAT et TGP/ALAT), glycémie, urée et créatinine, à l'aide d'un automate de biochimie.



Figure 24 : Prélèvement sanguin (photo personnelle).

2.7. Prélèvement des organes

À l'issue de la dissection, le foie et les reins ont été soigneusement prélevés pour les besoins des analyses morphométriques et biochimiques. Chaque organe a été débarrassé des tissus adipeux et conjonctifs adjacents, Les organes ont ensuite pesé à l'aide d'une balance analytique de haute précision.



Figure 25 : Prélèvement des organes (Photo personnelle).



Figure 26 : Pesage des organes (le foie et les reins) (photo personnel).

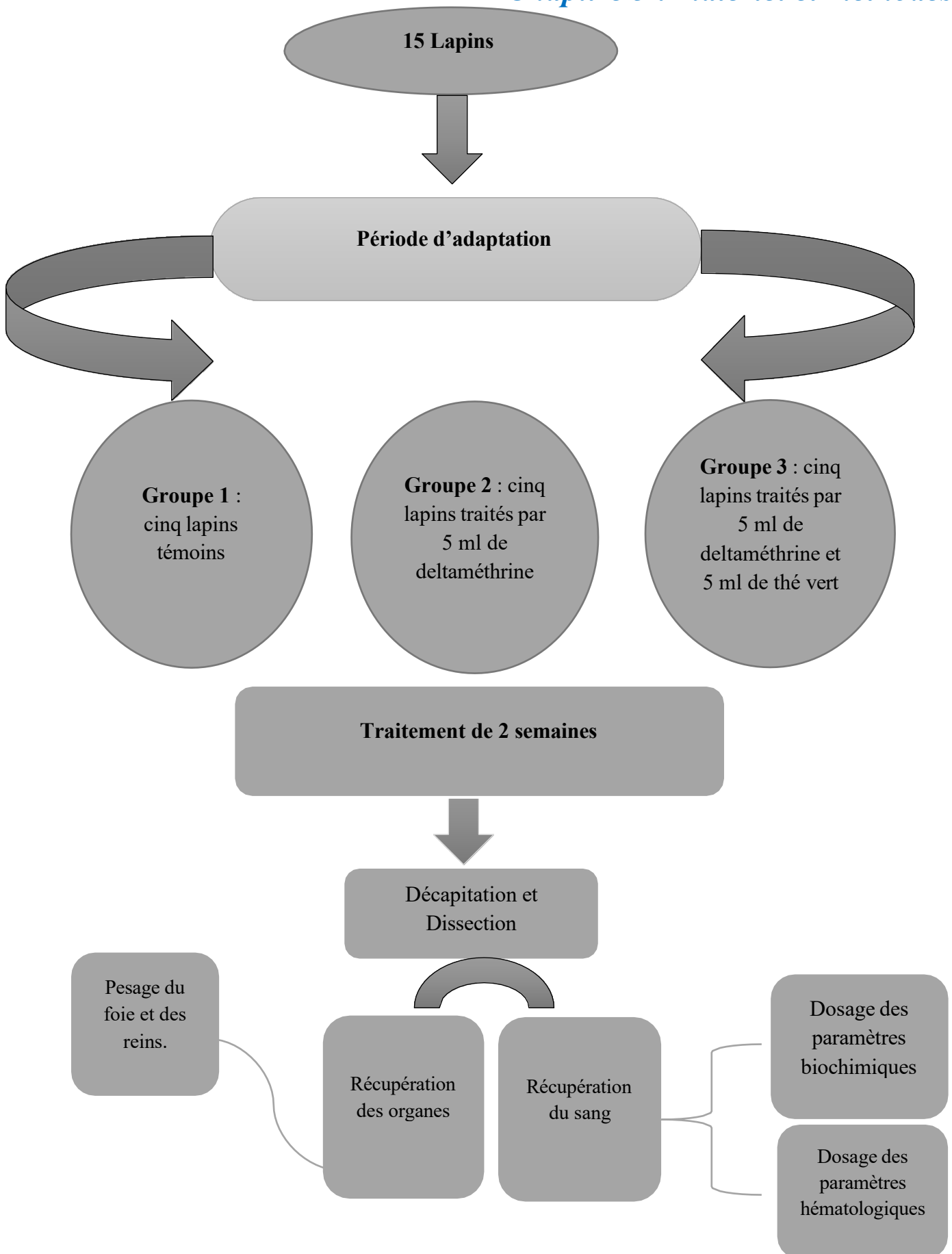


Figure 27 : schéma récapitulatif du protocole expérimental.

3. Etude des paramètres biochimiques

3.1. Dosage du glucose : selon la fiche spinreact

➤ Principe :

La glucose-oxydase (GOD) catalyse l'oxydation du glucose en acide gluconique. Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) ainsi formé est détecté par un accepteur chromogène d'oxygène, tel que le phénol et la 4-aminophénazone (4-AF), en présence de peroxydase (POD).

Le glucose subit des réactions couplées décrites ci-dessous pour donner un complexe coloré.

GOD



POD



L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration de glucose présente dans l'échantillon testé (Kaplan, 1984 ; Trinder, 1969).

➤ Echantillon :

-Sérum ou plasma, sans hémolyse (Kaplan, 1984).

➤ Réactifs utilisés :

Réactif	Composition	Concentration
R1 Tampon	TRIS pH 7,4 Phénol	92 mmol/L 0,3mmol/L
R 2 Enzyme	Glucose oxydase (GOD) Peroxydase (POD) 4 – Aminophénazone (4-AF)	15000 U/L 1000 U/L 2,6 mmol/L
Glucose Cal	Étalon primaire aqueux de Glucose	100 mg/dL

➤ Préparation du réactif de travail (RT) :

- ✓ Dissoudre le contenu de la capsule de réactif R2 dans un flacon de solution R1
- ✓ Fermer le flacon et mélanger délicatement jusqu'à dissolution complète du contenu. (Ce réactif de travail est stable

➤ Procédure :

✓ Conditions de test :

- **Longueur d'ondes** : 505 nm (490-550)

- **Cuvette** : 1 cm d'éclairage

- **Température** : 37°C / 15-25°C

✓ Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée.

✓ Pipeter dans une cuvette :

	Blanc	Étalon	Échantillon
R (mL)	1,0	1,0	1,0
Étalon	--	10	--
Échantillon (µL)	--	--	10

✓ Mélanger et incuber pendant 10 minutes à 37°C ou 20 minutes à température ambiante (15-25°C). 5. Lire l'absorbance (A) de l'Étalon et l'échantillon contre le Blanc du réactif. La couleur est stable au moins 30 minutes.

➤ **Calculs** : La concentration du glucose dans l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$\frac{(A)_{\text{Échantillon}}}{(A)_{\text{Modèle}}} \times 100 \text{ (modèle conc.)} = \text{mg/dL de glucose dans l'échantillon.}$$

✓ **La concentration de l'étalon** = 100 mg/dl.

✓ **Facteur de conversion** : mg/dL x 0,0555 = mmol/L

3.2. Dosage plasmatique d'Aspartate-Aminotransférase (ASAT/ TGO) : selon la fiche technique Spinreact.

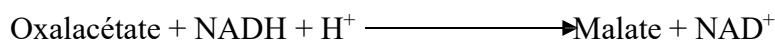
➤ Le principe :

L'aspartate amino transférase (AST), initialement appelée transaminase glutamate oxaloacétique (GOT) catalyse le transfert réversible d'un groupe amine de l'aspartate vers l'alpha-cétoglutarate à formation de glutamate et d'oxalacétate. L'oxalacétate produit est réduit en malate en présence de déshydrogénées (MDH) et NADH, le schéma réactionnel est la suivante :

AST



MDH



La vitesse de réduction de la concentration en NADH au centre, déterminée photo numériquement, est proportionnelle à la concentration catalytique d'AST dans l'échantillon (Murray, Kaplan et al., 1984).

➤ **Echantillon :**

- Sérum ou plasma (Murray, Kaplan et al., 1984). Stabilité de l'échantillon : 7 jours à 2-8°C

➤ **Réactifs utilisés :**

Réactif	Composition	Concentration
R 1 Tampon	TRIS pH 7,8	80 mmol/L
	L-aspartate	200 mmol/L
R 2 Substrats	NADH	0,18 mmol/L
	Lactate déshydrogéné (LDH)	800 U/L
	Malate déshydrogénisé (MDH)	600 U/L
	α -cétooglutarate	12 mmol/L

➤ **Préparation de réactif de travail (RT) :**

- ✓ Dissoudre une tablette de substrats R2 dans une dose (ampoule) R1.
- ✓ Dissoudre une tablette de substrats R2 dans 15 ml de R1.
- ✓ Dissoudre une tablette de substrats de R2 dans 50 ml de R1.
- ✓ Refermer et mélanger doucement, jusqu'à ce que le contenu soit totalement dissous.
- ✓ Stabilité : 21 jours à 2-8°C ou 72 heures à température ambiante (15-25°C).

➤ **Procédure :**

- ✓ Conditions de test :

-Longueur d'ondes : 340 nm

-Cuvette : 1 cm d'éclairage

-Température : 25°C/30°C/37°C

- ✓ Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée ou de l'air.
- ✓ Pipetter dans une cuvette

RT (mL)	1,0
Echantillon (μL)	100

- ✓ Mélanger et incubé pendant 1 minute
- ✓ Lire l'absorption (A) initiale de l'échantillon, mettre en route le chronomètre et lire l'absorption à chaque minute pendant 3 minutes.
- ✓ Calculer la moyenne de l'augmentation d'absorption par minute ($\Delta A/\text{min}$).

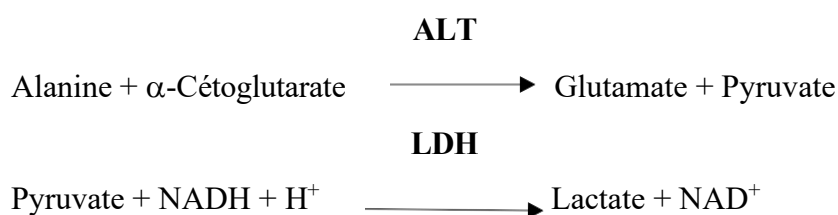
➤ **Calculs :**

$$\Delta A/\text{min} \times 1750 = \text{U/L de AST}$$

3.3. Dosage de l'Alanine-Aminotransférase (ALAT/GPT) : selon la fiche technique Spinreact.

➤ **Principe :**

L'alanine amino transférase (ALT) initialement appelée transaminase glutamique pyruvique (GPT) catalyse le transfert réversible d'un groupe animique d'alanine vers l'alpha-cétoglutarate à formation de glutamate et de pyruvate. Le pyruvate produit est réduit en lactate en présence de lactate déshydrogénase (LDH) et NADH. Le schéma réactionnel est le suivant:



La vitesse de réduction de la concentration en NADH au centre, déterminée photométriquement, est proportionnelle à la concentration catalytique d'ALT dans l'échantillon (Murray, Kaplan et al., Louis, 1984).

➤ **Echantillon :**

-Sérum ou plasma (Murray, Kaplan et al., Louis, 1984) Stabilité de l'échantillon : 7 jours à 2-8°C.

➤ **Réactifs utilisés :**

Réactif	Composition	Concentration
R 1 Tampon	TRIS pH 7,8	100 mmol/L
	Lactate déshydrogénase (LDH)	1200 U/L
	L-Alanine	500 mmol/L
R 2 Substrats	NADH	0,18 mmol/L
	α -Cétoglutarate	15 mmol/L

➤ **Préparation de réactif de travail (RT) :**

- ✓ Mélanger : 1 vol. de (R2) Substrats + 4 vol. (R1) Tampon
- ✓ Stabilité : 21 jours à 2-8°C ou 72 heures à température ambiante (15-25°C).

➤ Procédure :

✓ Conditions de test :

- **Longueur d'ondes** : 340 nm

- **Cuvette** : 1 cm d'éclairage

- **Température** : 25°C/30°C/37°C

✓ Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée ou air

✓ Pipetter dans une cuvette

RT (mL)	1,0
Echantillon (μL)	100

✓ Mélanger et incuber pendant 1 minute

✓ Lire l'absorption (A) initiale de l'échantillon, mettre en route le chronomètre et lire l'absorption à chaque minute pendant 3 minutes.

✓ Calculer la moyenne de l'augmentation d'absorption par minute ($\Delta A/\text{min}$).

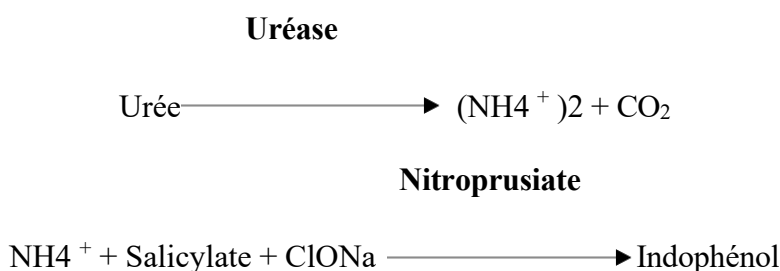
➤ Calculs :

$$\Delta A/\text{min} \times 1750 = \text{U/L d'ALT}$$

3.4. Dosage d'urée : selon la fiche spinreact

➤ Principe :

L'uréase catalyse l'hémolyse de l'urée, présente dans l'échantillon, en ammoniac (NH_3) et en anhydride carbonique (CO_2). Les ions ammonium réagit avec salicylate et hypochlorithe (ClONa), en présence du catalyseur nitroprusiate, pour former un indophénol vert. Le schéma réactionnel est le suivant :



L'intensité de couleur formé est proportionnelle à la concentration d'urée en le test a diminution de la concentration de NAD^+ dans la méthode est proportionnelle à la concentration d'urée dans l'échantillon testé.

➤ Echantillon :

- Sérum ou plasma hépariné : Ne pas utiliser de sels d'ammonium ni de fluorure comme anticoagulants. (Kaplan A ; 1984)

- Urine : Diluer l'échantillon à 1/50 dans de l'eau distillée ; mélanger. Multiplier le résultat obtenu par 50 (facteur de dilution). (Kaplan A ;1984). Éviter le développement de bactéries, en réglant le pH < 4.

➤ **Réactifs utilisés :**

Réactif	Composition	Concentration
R1 Tampon	Tampon phosphates pH 6,7	50 mmol/L
	EDTA	2 mmol/L
	Salicylate de sodium	400 mmol/L
	Nitroprusiate de sodium	10 mmol/L
R2 ClONa	Hypochlorite de sodium (ClONa)	140 mmol/L
	Hydroxyde de sodium	150 mmol/L
R3 Enzymes	Uréase	30000 U/L
UREA CAL	Patron primaire de détection d'urée 50 mg/d	

➤ **Préparation de réactif de travail (RT) :**

✓ Dissoudre une tablette de R3 dans le flacon de R1. Refermer et mélanger doucement jusqu'à dissolution complète du contenu.

✓ Le R2 ClONa prêt à l'emploi.

➤ **Procédure :**

✓ Conditions de test :

Longueur d'ondes : 580 nm

Cuvette : 1 cm d'éclairage

Température : 37/15-25°C 2.

✓ Régler le spectrophotomètre sur zéro en fonction de l'eau distillée.

✓ Pipetter dans une cuvette.

	Blanc	Etalon	Echantillon
RT (mL)	1,0	1,0	1,0
Étalon (µL)	--	10	--
Echantillon (µL)	--	--	10

✓ Mélanger et incubé 5 min à 37°C ou 10 min à température ambiante.

✓ Pipeter :

	Blanc	Etalon	Echantillon
R2 (ml)	1,0	1,0	1,0

✓ Mélanger et incuber 5 min. à 37°C ou 10 min. À température ambiante.

✓ Lire l'absorption (A) du patron et l'échantillon, en comparaison avec le blanc du réactif. La couleur reste stable pendant au moins 30 minutes à 15-25°C.

➤ **Calculs :**

$$\frac{(A)_{\text{Echantillon}} (A)_{\text{Blanc}}}{(A)_{\text{Etalon}} (A)_{\text{Blanc}}} \times 50 \text{ (Étalon conc.)} = \text{mg/dL d'urée dans l'échantillon test.}$$

✓ 10 mg/L d'urée BUN divisé par 0,466 = 21 mg/L d'urée = 0,36 mmol/L d'urée.

✓ Facteur de conversion : mg/dL x 0,1665 = mmol/L.

3.5. Dosage de créatinine : selon la fiche spinreact.

➤ **Le principe :**

Le test de la créatinine repose sur la réaction de la créatinine en contact avec le picrate de sodium, tel que décrit par Jaffer. La créatinine réagit avec le picrate alcalin en formant un complexe rougeâtre. L'intervalle de temps choisi pour les lectures permet d'éliminer la plupart des interférences connues de la méthode. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de créatinine présente dans l'échantillon testé (**Murray ; 1984**).

➤ **Echantillon :**

- Sérum ou plasma hépariné : Stabilité de la créatinine : au moins 24 heures à 2-8 °C. (**Murray ,1984**)

-Urine (24 h) : Diluer l'échantillon à 1/50 dans de l'eau distillée. Mélanger. Multiplier le résultat obtenu par 50 (facteur de dilution) Stabilité de la créatinine : 7 jours à 2-8 °C. (**Murray ,1984**)

➤ **Réactifs utilisés :**

Réactif	Composition	Concentration
R 1 Réactif Picrique	Acide picrique	17,5 mmol/L
R 2 Réactif alcalinisant	Hydroxyde de sodium	0,29 mol/L

➤ **Préparation de réactif de travail (RT) :**

Tous les réactifs sont prêts à l'emploi.

➤ **Procédure :**

	Blanc	Etalon	Echantillon
RT (ml)	1,0	1,0	1,0
Etalon	--	1,0	--
Echantillon	--	--	1,0

- ✓ Mélanger et activer le chronomètre.
- ✓ Lire l'absorbance (A1) au bout de 30 secondes puis de 90 secondes (A2) après avoir ajouté l'échantillon du test. A 492 nm (490-510), et T° : 37°/15-25°C.
- ✓ Calculer : $\Delta A = A2 - A1$.

➤ **Calculs :**

$$\frac{\Delta A_{\text{Echantillon}} - \Delta A_{\text{Blanc}}}{\text{Modèle } \Delta A - \Delta A_{\text{Blanc}}} \times 2 (\text{Conc. Modèle}) = \text{mg/dL de créatinine dans l'échantillon.}$$

- ✓ Facteur de conversion : mg/dl x 88,4= $\mu\text{mol/l}$.

4. Dosage des paramètres hématologique

Numérotation de la formule sanguine (FNS) :

➤ **Principe :**

La numération de la formule sanguine (NFS) ou Hémogramme est l'examen biologique le plus prescrit toutes pathologies confondues. Il permet de comptabiliser tous les éléments du sang : globules rouges, blancs et plaquettes. Il est également permis d'apprécier des paramètres qualitatifs du sang (VGM, TCMH, CCMH).

L'examen NFS permet, par le biais d'une prise de sang, de connaître la quantité de globules rouges et blancs et de plaquettes contenus dans le sang. C'est un examen de sang très courant souvent demandé par les médecins. Un examen de NFS comprend souvent les éléments suivants:

- Hémoglobine (protéine rouge dans les globules rouges).
- Hématocrite (volume qu'occupent les cellules dans le sang).
- Volume globulaire moyen (VGM) : taille des globules rouges.
- TCMH (teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine) : teneur en hémoglobine dans un globule rouge.
- CCMH (concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine) : taux d'hémoglobine dans 100 millilitres de globule rouge.
- Leucocytes.
- Polynucléaires neutrophiles (globules blancs).
- Polynucléaires éosinophiles (globules blancs).
- Polynucléaires basophiles (globules blancs).
- Lymphocytes (globules blancs).
- Monocytes (globules blancs).

- Plaquettes.

➤ **Echantillons :**

- Sang prélevé dans un tube EDTA.

➤ **Procédure :**

- Le tube doit être agité bien pour éviter la formation de micro caillots.
- Passer le tube sur l'automate d'hématologie muni trois réactifs : détergent, rincés et la lyse.
- Observation des résultats.

5. Traitement statistique des résultats

Les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne $\pm$ erreur standard de la moyenne (Moy $\pm$ SEM). Les comparaisons entre les moyennes ont été effectuées à l'aide du test t- de- Student. L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel MINITAB (version 16).

Les différences sont considérées comme :

- Significatives lorsque ($P \leq 0,05$).
- Non significative lorsque ($P \geq 0,05$).
- Hautement significative comparant au témoin ($P \leq 0,01$).
- Très hautement significative comparant au témoin ($P \leq 0,001$).

Remarque

P : Seuil de signification

Chapitre 4

Résultats et discussion



I. Résultats

1. Les paramètres de croissance

1.1. Le poids corporel

Par rapport au groupe témoin, aucune différence significative ($P \geq 0,05$) n'a été observée entre les trois groupes au début de l'expérimentation. Cependant, une diminution non significative ($P \geq 0,05$) du poids corporel a été enregistrée chez le groupe traité à la deltaméthrine seule au moment du traitement, par rapport au groupe témoin. En revanche, le groupe ayant reçu simultanément la deltaméthrine et le thé vert n'a présenté qu'une légère variation de poids, non significative ($P \geq 0,05$).

Tableau 09 : Présentation des données brutes (poids corporel en kg).

Groupe	Début expérimentation	Jour du traitement
Témoin	$1,8 \pm 0,2$	$2 \pm 0,4$
Deltaméthrine seule (G1)	$1,9 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,2$
Deltaméthrine + thé vert(G2)	$1,85 \pm 0,23$	$1,9 \pm 0,3$

Le détail dans la variation du poids corporel pour les différents groupes durant les 2 semaines expérimentales apparaît à la Figure 28.

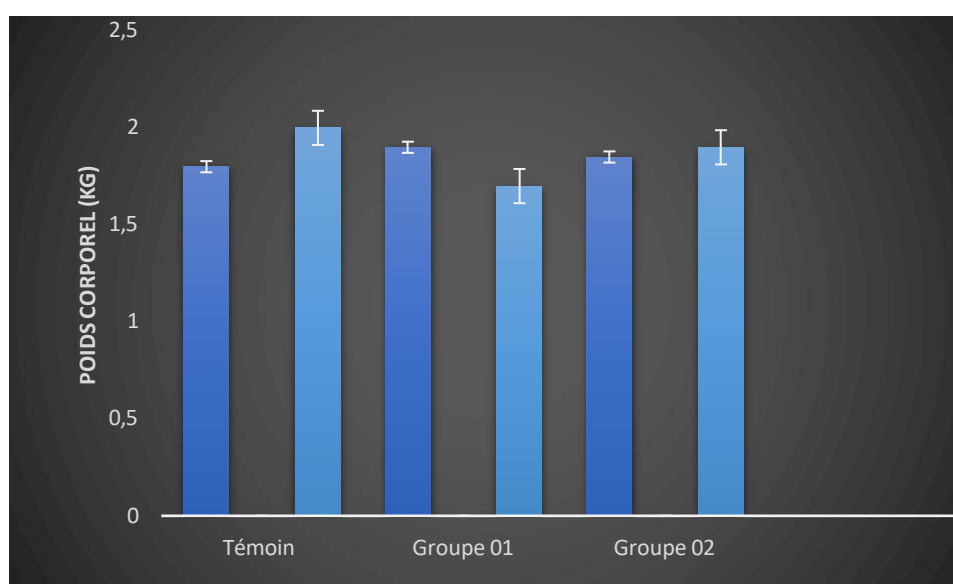


Figure 28 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids corporel (kg) chez le lot témoin et les lots traités au début et au jour de traitement ($n=5$).

1.2. Poids absolu de certains organes

1.2.1. Poids absolu du foie

Une augmentation du poids absolu du foie a été observée chez le groupe traité à la deltaméthrine seule (+6 g par rapport au témoin). Cette augmentation est statistiquement

significative ($P \leq 0,05$), En revanche, aucune différence significative ($P \geq 0,05$) n'a été notée entre le groupe témoin et le groupe traité simultanément à la deltaméthrine et au thé vert.

Tableau 10 : Résultats sur le poids absolu du foie (en grammes).

Groupe	Poids absolu du foie (g)
Témoin	$80 \pm 0,2$
Deltaméthrine seule (G01)	$86 \pm 0,1$ *
Deltaméthrine + thé vert (G02)	$81 \pm 0,3$

Le détail des résultats est sur la Figure 29.

* : Différence significative par rapport au témoin ($p \leq 0,05$).

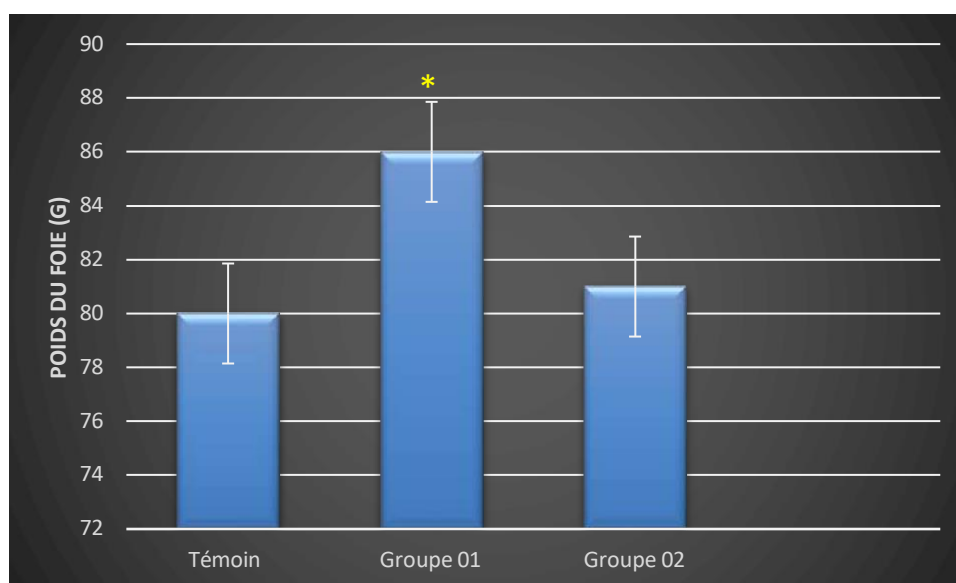


Figure 29 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids absolu du foie (g) chez le lot témoin et les lots traités (n=5).

1.2.2. Poids absolu des reins

Le groupe traité à la deltaméthrine seule présente une augmentation du poids des reins par rapport au groupe témoin (+0,4 g). Cette augmentation est statistiquement significative ($P < 0,05$). En revanche, le groupe traité à la fois par la deltaméthrine et le thé vert montre un poids rénal légèrement inférieur à celui du groupe témoin (-0,2 g), mais cette différence n'est pas significative ($P > 0,05$).

Tableau 11 : Résultats sur le poids absolu des reins (en grammes).

Groupe	Poids absolu des reins (g)
Témoin	$4,5 \pm 0,1$
Deltaméthrine seule	$4,9 \pm 0,2$
Deltaméthrine + thé ver	$4,3 \pm 0,3$

Le détail des résultats est sur la Figure 30.

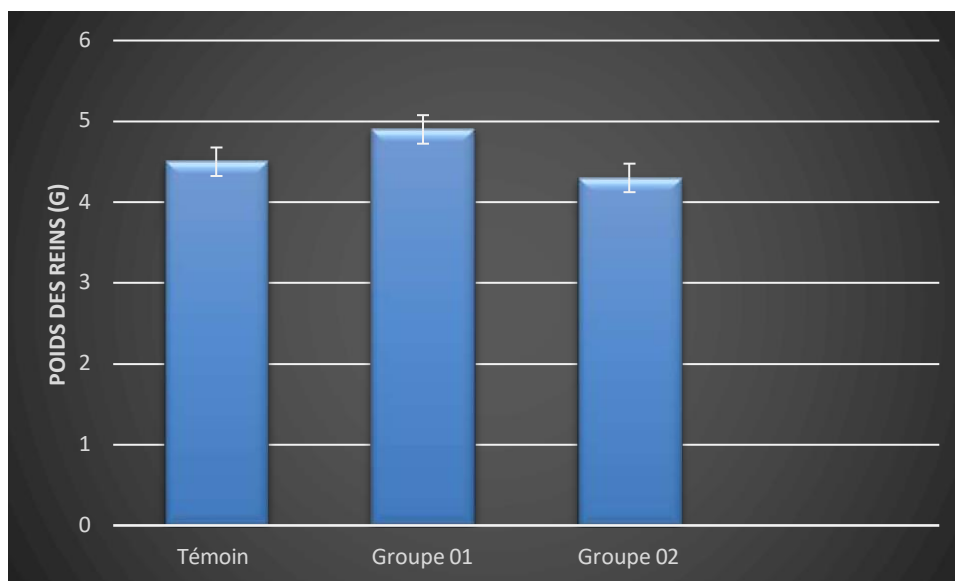


Figure 30 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du poids absolu des reins (g) chez le lot témoin et les lots traités (n=5).

2. Les paramètres biochimiques

2.1. Taux plasmatique du glucose

Les résultats obtenus montrent que les différences entre les groupes sont minimales (variation de 0,01 à 0,02 g/L). Nos résultats montrent une augmentation significative ($p \leq 0,05$) du taux de glucose chez le lot traité par deltaméthrine par rapport au lot témoin, et une diminution non significative ($P \geq 0,05$) chez le lot (deltaméthrine plus le thé vert) par rapport au lot témoin.

Tableau 12 : Résultats du taux plasmatique du glucose (g/L).

Groupe	Glucose plasmatique (g/L)
Témoin	1,43 ± 0,4
Deltaméthrine seule (G01)	1,45 ± 0,2 *
Deltaméthrine + thé vert (G02)	1,44 ± 0,1

Le détail des résultats est sur la Figure 31.

* : Différence significative par rapport au témoin ($p \leq 0,05$).

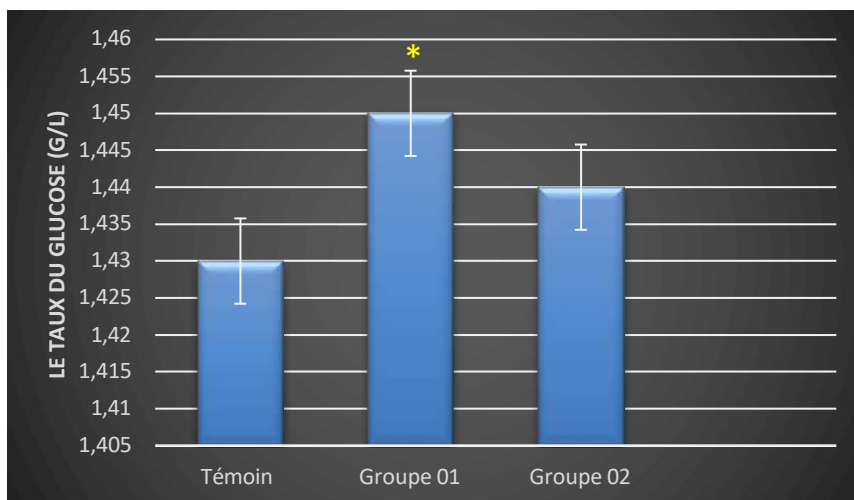


Figure 31 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux plasmatique du glucose (g/L) chez le lot témoin et les lots traités ($n=5$).

2.2. Taux sérique d'Aspartate-Aminotransférase (ASAT/TGO)

On note une augmentation hautement significative ($P \leq 0,01$) du taux sérique d'aspartate aminotransférase (ASAT) a été observée chez les lapins traités à la deltaméthrine seule ainsi que chez ceux ayant reçu l'association deltaméthrine + thé vert, comparativement au groupe témoin de dosage enzymatique de l'enzyme ASAT.

Tableau 13 : Résultats du taux sérique de l'aspartate aminotransférase (UI/L).

Groupe	ASAT (UI/L)
Témoin	$30 \pm 0,2$
Deltaméthrine seule (G1)	$50 \pm 0,1^{**}$
Deltaméthrine + thé vert (G2)	$54 \pm 0,3$

Le détail des résultats est sur la Figure 32.

****** : Différences hautement significatives par rapport au témoin ($p \leq 0,01$).

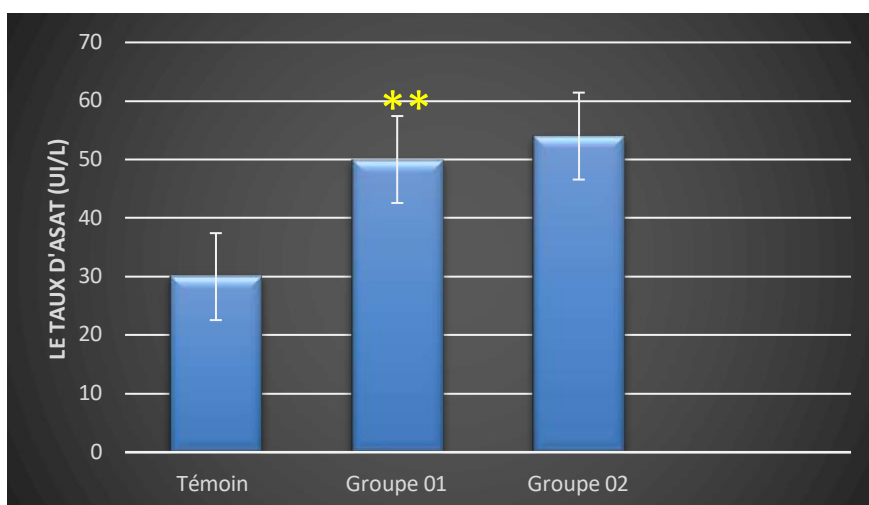


Figure 32 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique de l'aspartate aminotransférase (U/L) chez le lot témoin et les lots traités ($n=5$).

2.3. Taux sérique de l'Alanine-Aminotransférase (ALAT/GPT)

Par rapport au groupe témoin (40 UI/L), nos résultats montrent une augmentation hautement significative ($P \leq 0,01$) du taux d'ALAT a été observée chez le groupe traité à la deltaméthrine seule (60 UI/L), Le groupe ayant reçu l'association deltaméthrine + thé vert présente également une élévation du taux d'ALAT (55 UI/L) significativement plus élevée que le témoin ($P < 0,05$), mais significativement moins élevée que le groupe deltaméthrine seule ($P < 0,05$).

Tableau 14 : Résultats du taux sérique de l'Alanine-Aminotransférase (UI/L).

Groupe	ALAT (UI/L)
Témoin	40 $\pm$ 0,1
Deltaméthrine seule (G1)	60 $\pm$ 0,2 **
Deltaméthrine + thé vert (G2)	55 $\pm$ 0,4

Le détail des résultats sont présentés dans la Figure 33.

** : Différences hautement significatives par rapport au témoin ($p \leq 0,01$).

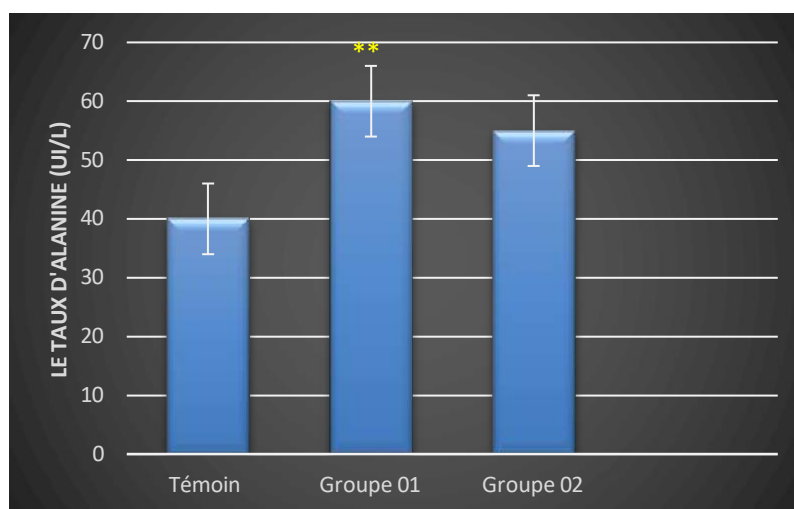


Figure 33 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique des Alanine-Aminotransférase chez le lot témoin et les lots traités ($n=5$).

2.4. Taux plasmatique de l'urée

Les résultats montrent une légère augmentation du taux sérique d'urée a été observée chez les animaux exposés à la deltaméthrine seule (0,26 g/L) comparativement au groupe témoin (0,23 g/L). Cette différence est statistiquement significative ($P \leq 0,05$). Chez les lots ayant reçu l'association deltaméthrine + thé vert, le taux d'urée s'élève à 0,24 g/L, ce qui reste plus élevé que le témoin, mais moins élevé que le groupe deltaméthrine seule.

Tableau 15 : Résultats du taux plasmatique de l'urée (g /l).

Groupe	Taux plasmatique de l'urée (g /l)
Témoin	0,23 ± 0,4
Deltaméthrine seule (G01)	0,26 ± 0,1 *
Deltaméthrine + thé vert (G02)	0,24 ± 0,2

Le détail des résultats sont présentés dans la Figure 34.

* : Différence significative par rapport au témoin ($p \leq 0.05$).

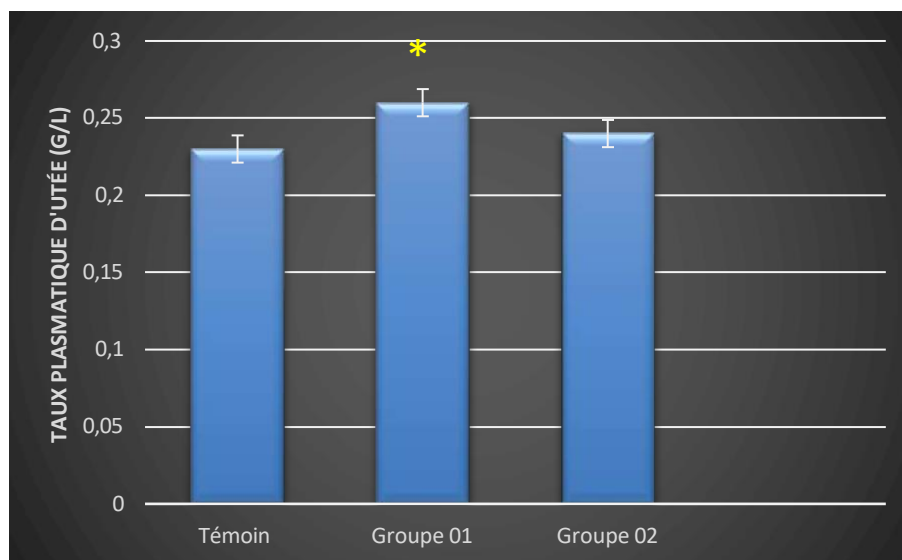


Figure 34 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux sérique d'urée chez le lot témoin et les lots traités ($n=5$).

2.5. Taux plasmatique de la créatinine

Le taux plasmatique de créatinine a montré une augmentation significative ($P \leq 0,05$) chez les lots traités à la deltaméthrine seule (10,5 mg/L) par rapport au groupe témoin (8,2 mg/L).

Chez les lots ayant reçu la deltaméthrine en association avec le thé vert, le taux de créatinine observé est de 9,4 mg/L, soit une valeur plus élevée que le groupe témoin, mais plus basse que celle du groupe traité uniquement par la deltaméthrine.

Tableau 16 : résultats du taux plasmatique de la créatinine (mg/ l).

Groupe	Taux plasmatique de la créatinine (mg/ l).
Témoin	8,2 ± 1,5
Deltaméthrine seule (G01)	10,5 ± 1,8 *
Deltaméthrine + thé vert (G02)	9,4 ± 1,7

Le détail des résultats sont présentés dans la Figure 35.

* : Différence significative par rapport au témoin ($p \leq 0.05$).

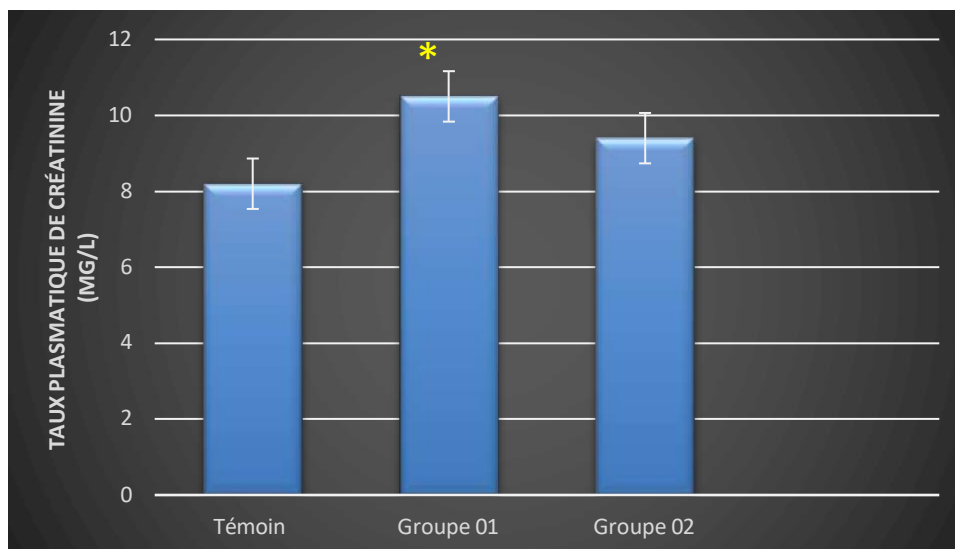


Figure 35 : Variation moyenne ($X \pm SD$) du taux plasmatique de créatinine chez le lot témoin et les lots traités ($n=5$).

3. Les paramètres hématologiques

Les résultats des paramètres hématologiques suite à l'analyse de la formule de numération sanguine (FNS) sont représentés dans la figure 36.

Nos résultats révèlent que le traitement des lapins par la deltaméthrine provoque une perturbation des paramètres hématologiques, notamment une altération du taux des globules rouges, de l'hémoglobine et des globules blancs. Une diminution significative ($p \leq 0,05$) des globules rouges a été enregistrée chez le lot traité par la deltaméthrine seule, tandis qu'une diminution non significative ($p \geq 0,05$) a été observée chez le lot traité par deltaméthrine associée au thé vert, comparativement au lot témoin. De même, une diminution hautement significative ($p \leq 0,01$) du taux d'hémoglobine est constatée chez les lapins traités par la deltaméthrine seule, et une diminution non significative ($p \geq 0,05$) est notée chez le lot traité avec deltaméthrine/thé vert, en comparaison avec le lot témoin. Par ailleurs, une augmentation non significative ($p \geq 0,05$) du taux de globules blancs a été observée chez le lot traité par la deltaméthrine seule, ainsi que chez le lot recevant le traitement combiné avec le thé vert, comparativement au groupe témoin, traduisant une possible réponse inflammatoire ou immunitaire.

Tableau 17 : résultats des taux des globules rouge ($10^{19} / l$).

Groupe	Taux des globules rouges
Témoin	$6,51 \pm 0,6$
Deltaméthrine seule (G01)	$5,71 \pm 0,2^{**}$
Deltaméthrine + thé vert (G02)	$6,02 \pm 0,2$

Tableau 18 : résultats des taux d'hémoglobines (g/dl).

Groupe	Taux d'hémoglobines
Témoin	118 ± 2,1
Deltaméthrine seule (G01)	90 ± 2,5 *
Deltaméthrine + thé vert (G02)	100 ± 2,4

Tableau 19 : résultats des taux des globules blanc ($10^9 / l$).

Groupe	Taux des globules blanc
Témoin	12,2 ± 0,4
Deltaméthrine seule (G01)	13,01 ± 0,5
Deltaméthrine + thé vert (G2)	12,94 ± 0,54

Le détail des résultats sont présentés dans la Figure 36.

* : Différence significative par rapport au témoin ($p \leq 0.05$).

** : Différences hautement significatives par rapport au témoin ($p \leq 0,01$).

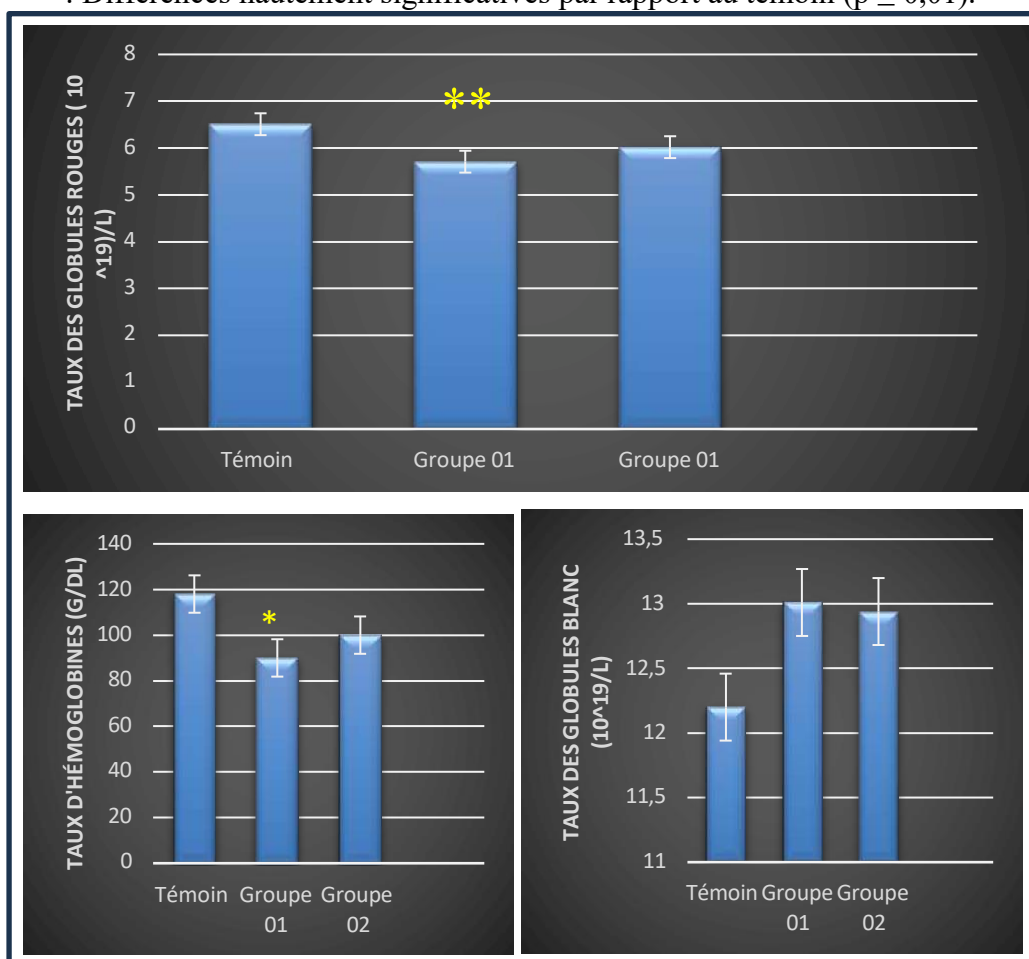


Figure 36 : Variation des paramètres hématologiques chez les différents lots après 15 jours de traitement.

II. Discussion

La plupart des solvants organiques employés dans les secteurs industriels, ainsi que dans les recherches scientifiques et biomédicales, présentent des effets toxiques notables. Leur exposition peut entraîner des altérations significatives des paramètres biochimiques (tels que les enzymes hépatiques) et hématologiques (comme les taux d'hémoglobine, les globules blancs et rouges) chez l'homme et l'animal.

La deltaméthrine est un insecticide de synthèse appartenant à la classe des pyréthrinoïdes. Elle agit principalement par contact direct et par ingestion, entraînant la paralysie puis la mort des insectes. Couramment utilisée dans la protection de nombreuses cultures commerciales ainsi que dans des contextes récréatifs, elle est efficace contre un large éventail de ravageurs agricoles et domestiques (**Shrivastava et al, 2011**).

Dans le cadre de cette étude, nous avons évalué les effets toxiques de la deltaméthrine sur le métabolisme ainsi que sur certains paramètres biochimiques et hématologiques chez le lapin *Oryctolagus cuniculus*. Nous avons également examiné le potentiel effet protecteur de l'extrait de thé vert sur ces mêmes paramètres. La discussion s'articule principalement autour de l'interprétation de nos résultats, en les confrontant aux données rapportées dans la littérature scientifique antérieure.

Notre étude pondérale a mis en évidence une augmentation significative du poids du foie et des reins chez les lapins traités uniquement à la deltaméthrine. Ces altérations pourraient refléter une réponse physiologique à une surcharge fonctionnelle causée par l'accumulation de l'insecticide dans ces organes, se traduisant notamment par une hypertrophie des cellules hépatiques et rénales.

Ces observations sont en accord avec celles rapportées par **Chergui et al. (2012)**, qui ont noté une augmentation non significative ($P \geq 0,05$) du poids absolu du foie chez les rats après plusieurs jours d'injection sous-cutanée de DM, comparativement aux témoins. En revanche, l'injection de 0,003 mg/kg pc/j de DM à des rates a conduit à une augmentation significative ($P \leq 0,05$) du poids des reins.

De même, (**Sharma et al. 2014**) ont rapporté une augmentation significative du poids du foie et des reins chez des animaux traités à différentes doses de deltaméthrine par rapport au groupe témoin. Selon ces auteurs, le foie et les reins jouent un rôle clé dans le métabolisme et l'élimination des substances toxiques, notamment les pesticides. L'augmentation de leur poids pourrait ainsi constituer une réponse compensatoire à une demande fonctionnelle accrue liée à l'élimination de la deltaméthrine.

En parallèle, plusieurs études ont démontré que la deltaméthrine provoque des lésions hépatiques accompagnées d'une altération marquée des systèmes antioxydants, suggérant une

implication majeure des espèces réactives de l'oxygène (ROS) dans son mécanisme de toxicité (Miyazaki, 2001 ; Mahaboob Khan, 2007). Le stress oxydatif est ainsi considéré comme l'un des principaux mécanismes responsables de la toxicité hépatique induite par cet insecticide.

Tuzmen *et al.* (2008) ont montré qu'une exposition prolongée (16 semaines) à des doses faibles et élevées de deltaméthrine entraînait une peroxydation lipidique accrue et une altération du système antioxydant dans le foie des rats, conduisant à la formation de radicaux libres d'oxygène et à des dommages hépatiques. De façon similaire, (Tos-Luty *et al.* 2001) ont observé des lésions dégénératives hépatiques et rénales chez des souris suisses exposées à des doses de 5 et 25 mg/kg pc de DLM.

Ding *et al.* (2017) ont également rapporté que l'exposition de rats à des doses croissantes de deltaméthrine (0, 2, 5, 10, 20 ou 40 mg/kg pc) pendant 7 jours entraînait une neurotoxicité dose-dépendante et un dysfonctionnement hépatique, associés à une élévation marquée des niveaux de ROS. De leur côté, Rehman *et al.* (2006) ont montré qu'une administration de deltaméthrine à des doses de 5, 6 et 18 mg/kg P.C. augmentait significativement la peroxydation lipidique dans le foie et les reins de souris.

Ces résultats confirment que le foie et les reins constituent des organes cibles majeurs de la toxicité de la deltaméthrine.

Le traitement des lapins avec l'extrait de thé vert a entraîné une amélioration significative du poids relatif des organes, notamment du foie et des reins, par rapport au groupe traité uniquement avec la deltaméthrine. Cette amélioration pourrait être attribuée à l'effet protecteur du thé vert, reconnu pour ses propriétés antioxydantes.

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer cette amélioration des poids relatifs des organes. Selon Elalamy *et al.* (2008), les polyphénols du thé vert présentent une activité antioxydante marquée, leur conférant la capacité de neutraliser divers radicaux libres. Il a également été démontré que le thé vert stimule l'activité de plusieurs enzymes antioxydantes hépatiques, telles que la glutathion peroxydase (GSH-Px) et le glutathion oxydé (GSSG), tout en augmentant les niveaux de glutathion réduit (GSH) et en améliorant le statut antioxydant total (TAS). Ces effets contribuent probablement à la protection cellulaire et à la restauration de l'intégrité des tissus hépatiques et rénaux.

Selon (Winiarska-Mieczan, 2021), les substances phénoliques possèdent des propriétés antioxydantes notables. Elles agissent de plusieurs façons : en neutralisant les espèces réactives de l'oxygène (ROS), en réduisant leur formation par chélation des oligo-

éléments nécessaires à certaines réactions d'oxydation, en inhibant l'activité des enzymes pro-oxydantes, et en stimulant les défenses antioxydantes endogènes de l'organisme.

En outre, **(Gad & Zaghloul 2013)** ont montré que les catéchines du thé vert exercent un effet protecteur contre les lésions induites par la peroxydation lipidique au niveau du foie et des reins. L'examen histologique du foie de rats âgés traités avec l'extrait de thé vert a révélé une amélioration significative, en particulier sur le plan hépatique : les mitochondries des hépatocytes présentaient une ultrastructure normale, sans dilatation des citernes du réticulum endoplasmique rugueux, et avec une réduction notable des vacuoles cytoplasmiques.

Par ailleurs, la consommation de thé vert a également induit une amélioration des paramètres biochimiques de la fonction hépatique et rénale, en comparaison aux valeurs observées chez les rats âgés témoins. Ces effets bénéfiques sont attribués à la puissante capacité antioxydante et aux propriétés anti-inflammatoires des polyphénols du thé vert, comme le confirment les travaux de **(Elseweidy et al., (2008), 2009)** ainsi que **(Byrav et al., (2010))**.

L'ensemble de ces résultats, appuyés par les études antérieures, suggère que le thé vert exerce un effet protecteur et correctif vis-à-vis des altérations hépatiques et rénales induites par la toxicité de la deltaméthrine.

Dans le foie, les transaminases, en particulier l'alanine aminotransférase (ALAT) et l'aspartate aminotransférase (ASAT), jouent un rôle fondamental dans le métabolisme hépatique **(Zohra et al., 2010)**. L'ALAT est une enzyme principalement localisée dans les cellules hépatiques, ce qui en fait un marqueur spécifique des atteintes hépatiques. En revanche, l'ASAT est une enzyme moins spécifique, car elle est présente dans plusieurs tissus, notamment le foie, le cœur, les muscles et les reins.

Concernant les résultats des paramètres biochimiques, une augmentation significative de l'activité enzymatique de l'ALAT et de l'ASAT a été observée. Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés par **(Khaled et al. (2023))**, qui ont montré que l'administration de deltaméthrine chez les lapins entraînait une élévation significative ($p < 0,05$) des concentrations plasmatiques d'ALAT et d'ASAT.

De plus, **(Chargui et al. (2012))** ont rapporté une augmentation significative des concentrations plasmatiques d'ALT, notamment après 45 et 60 jours d'administration de deltaméthrine (DM). Nos résultats corroborent ces observations, indiquant des taux élevés de transaminases, enzymes principalement localisées dans le cytosol des hépatocytes, ce qui reflète une atteinte hépatocellulaire. Ces constatations sont également en accord avec d'autres études, telles que celle de **(Yousef et al. (2006))**, qui ont observé des augmentations significatives des enzymes hépatiques après 30 jours d'exposition orale au DM chez des rats mâles.

Par ailleurs, nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par **(Aljali et al. 2023)**, qui ont observé que la deltaméthrine induisent des modifications significatives, notamment une élévation marquée des niveaux des enzymes hépatiques telles que l'alanine aminotransférase (ALT) et l'aspartate aminotransférase (AST). Plusieurs études ont montré que l'augmentation des niveaux d'ALAT et d'ASAT dans le plasma est un signe de lésions hépatiques, car ces enzymes sont libérées dans le sang lorsque les cellules du foie sont endommagées **(Yousef et al, 2003 ; Yousef et al, 2006)**.

De plus, **(El-Demerdash ,2004)** a observé une relation directe entre l'importance des lésions cellulaires et la quantité d'enzymes libérées, confirmant ainsi que cette fuite enzymatique reflète bien l'état du foie. Par conséquent, les lésions cellulaires causées par des substances toxiques s'accompagnent fréquemment d'une augmentation de la perméabilité de la membrane cellulaire.

De nombreux rapports indiquent que l'exposition à des doses élevées d'insecticides, y compris la deltaméthrine, peut induire une élévation marquée des activités sériques de l'ASAT, et l'ALAT, **(Kalender et al., 2005 ; Saoudi et al., 2011)**. Cette libération enzymatique résulterait de perturbations structurales au niveau de la membrane des hépatocytes, facilitant le passage d'enzymes cytosoliques telles que l'ALAT, l'ASAT dans le plasma **(Ncir et al, 2016)**.

Dans notre étude, la co-administration de thé vert a permis une réduction significative des taux plasmatiques d'enzymes hépatiques, notamment l'alanine aminotransférase (ALAT) et l'aspartate aminotransférase (ASAT), par rapport aux groupes traités uniquement avec la deltaméthrine.

Plusieurs travaux antérieurs ont montré que l'épigallocatechine gallate (EGCG), principale catéchine du thé vert, possède la capacité d'atténuer le stress oxydatif hépatique, notamment en neutralisant les espèces réactives de l'oxygène **(Sakata et al., 2013)**.

Les flavonoïdes présents dans l'extrait de thé vert (GTE) exercent également une activité antioxydante marquée, favorisant l'activation des enzymes de défense endogènes telles que la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et le glutathion **(El-Beshbishy, 2005)**. Ces mécanismes pourraient expliquer la diminution des niveaux de transaminases observée dans notre étude, notamment l'alanine aminotransférase (ALAT) et l'aspartate aminotransférase (ASAT), deux marqueurs sensibles de l'atteinte hépatique.

En complément, des études épidémiologiques ont mis en évidence une association entre la consommation régulière de thé vert et une baisse des taux sériques d'aminotransférases, renforçant ainsi l'hypothèse de son effet hépatoprotecteur **(Hasanein et al., 2012)**.

Dans notre étude, l'administration de la deltaméthrine a entraîné une élévation significative des taux plasmatiques de la créatinine et de l'urée chez les lapins traités, par rapport au groupe témoin.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Khaled et al. (2023)**, qui ont également observé une altération de la fonction rénale sous l'effet du chlorpyrifos et de la deltaméthrine, mise en évidence par une élévation progressive de l'urée tout au long de l'expérience, devenant significative au cours des quatre dernières semaines. De même, une augmentation significative de la créatinine a été notée aux 4^e et 5^e semaines, confirmant l'impact néphrotoxique de ces pesticides. Par ailleurs, **(Saoudi et al. 2017)** ont également rapporté que les rats exposés à la deltaméthrine présentaient une élévation significative des biomarqueurs sériques rénaux et cérébraux, notamment une augmentation des niveaux de créatinine, d'urée et d'acide urique.

L'urée, produite par le foie en tant que produit final du catabolisme des protéines, constitue un marqueur important de la fonction rénale **(Manzella, 2008)**. L'augmentation des taux sériques d'urée observée dans la présente étude pourrait résulter d'une altération de la fonction hépatique affectant sa synthèse, d'un déséquilibre du métabolisme protéique, ou encore d'une réduction de son élimination liée à une diminution de la filtration glomérulaire **(Khaled et al., 2023)**.

La créatinine est principalement éliminée du sang par filtration glomérulaire au niveau des reins, ce qui en fait un marqueur fiable de la fonction rénale **(Hussain et al., 2012)**. En cas d'altération de cette fonction, comme lors d'une intoxication au chlorpyrifos et au deltaméthrine, son taux sanguin augmente en raison d'une réduction de la clairance rénale. Cette élévation témoigne de lésions des néphrons fonctionnels et une dégradation de la capacité de filtration rénale **(Zama et al., 2007 ; Ambali et al., 2010)**.

Face à l'altération significative de la fonction rénale induite par la deltaméthrine, diverses stratégies ont été étudiées pour en atténuer les effets néfastes. Parmi celles-ci, l'extrait de thé vert (*Camellia sinensis*) a suscité un intérêt particulier en raison de ses propriétés protectrices. Selon **Somsak et al. (2017)**, l'administration de thé vert a permis de prévenir l'élévation marquée des taux plasmatiques d'urée et de créatinine, initialement multipliés par deux à la suite de l'intoxication. Cette action bénéfique serait attribuée à la richesse du thé vert en catéchines, ses principaux composés actifs, connus pour leurs puissants effets antioxydants et anti-inflammatoires **(Turner, 2011)**. En effet, ces catéchines augmenteraient la capacité antioxydante totale en stimulant l'activité d'enzymes clés telles que la glutathion peroxydase, la catalase et la superoxyde dismutase **(Sahin et al., 2010)**. Ainsi, l'extrait de thé vert

contribuerait efficacement à la restauration des paramètres rénaux en réduisant les concentrations sanguines d'urée et de créatinine.

L'analyse des résultats a révélé une élévation significative de la glycémie plasmatique chez les lapins traités à la deltaméthrine, comparativement au groupe témoin. Ce constat est en accord avec les travaux de **Khaled et al. (2023)**, qui ont observé chez les oiseaux exposés à un régime contenant 0,25 mg/kg de deltaméthrine une légère augmentation de la glycémie, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. En revanche, une dose plus élevée de 0,5 mg/kg a induit une hyperglycémie significative ($p < 0,05$), suggérant une réponse dose-dépendante à la deltaméthrine.

Cette hausse de la glycémie pourrait s'expliquer par une perturbation du métabolisme glucidique et une intensification de la dégradation du glycogène hépatique, comme le rapportent également **Banaee et al. (2014)**. Dans la même perspective, **Feriani et al. (2016)** ont montré que l'administration de deltaméthrine à raison de 4 mg/kg de poids corporel pendant 60 jours chez les rats a entraîné une augmentation marquée de la glycémie ($p \leq 0,01$) par rapport aux témoins.

Ces résultats convergent pour indiquer que la deltaméthrine, en tant que pyréthrianoïde de synthèse, exerce un effet hyperglycémiant.

Par ailleurs, l'administration concomitante de l'extrait de thé vert chez les animaux intoxiqués à la deltaméthrine a entraîné une diminution du taux de glucose plasmatique, bien que cette réduction ne soit pas statistiquement significative par rapport au groupe témoin. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études, qui ont démontré que le traitement avec l'extrait de thé vert permet de restaurer les niveaux glycémiques. En effet, des extraits de thé vert réduisent le stress oxydant tout en régulant la glycémie chez les animaux (**Sabu & Kuttan, 2002**).

Cet effet bénéfique est attribué aux polyphénols contenus dans le thé vert, lesquels augmentent significativement l'activité d'enzymes clés impliquées dans le métabolisme et la dégradation du glucose au niveau hépatique, intestinal et rénal, tout en inhibant la néoglucogenèse hépatique (**Khan et al., 2007**). Ces mécanismes soutiennent l'hypothèse selon laquelle le thé vert exerce un effet hypoglycémiant, contribuant ainsi à la régulation du métabolisme glucidique perturbé par la deltaméthrine.

À propos des résultats des paramètres hématologiques, nous avons enregistré une diminution des globules rouges, et d'hémoglobine et une augmentation des globules blancs chez les lots traités au deltaméthrine par rapport aux lapins témoins.

L'exposition des rats à la deltaméthrine a entraîné des altérations notables des paramètres hématologiques, notamment une diminution significative des indices érythrocytaires, tels que le nombre de globules rouges (RBC) et le taux d'hémoglobine (Hb). Cette baisse pourrait résulter d'une inhibition de l'érythropoïèse et de la synthèse sanguine, ainsi que d'une augmentation de la destruction des érythrocytes au niveau des organes hématopoïétiques (Aljali, 2023). Selon Saber et al. (2011), ces anomalies pourraient refléter un gonflement des érythrocytes associé à une anémie érythroblastique macrocytaire.

Par ailleurs, l'étude menée par Uchendu et al. (2014) a mis en évidence qu'une co-exposition chronique à la chlorpyrifos (CPF) et à la deltaméthrine (DLT) chez le rat accentue la fragilité des érythrocytes, probablement en raison d'une peroxydation lipidique excessive des membranes cellulaires, les rendant plus vulnérables à la lyse et favorisant l'apparition d'une anémie.

En ce qui concerne les globules blancs, leur nombre a significativement augmenté chez les animaux traités à la deltaméthrine par rapport aux témoins, ce qui concorde avec les résultats de l'étude (d'Aljali 2023). Cette leucocytose peut être interprétée comme une réponse immunitaire non spécifique à un stress ou à une agression toxique. Selon Celik et al. (2009), l'augmentation du taux de leucocytes pourrait être proportionnelle à la gravité de l'agression subie par l'organisme, traduisant un recrutement accru de cellules immunitaires pour faire face à l'inflammation ou aux dommages cellulaires.

Dans ce contexte, l'utilisation de substances naturelles à propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, telles que le thé vert (*Camellia sinensis*), a suscité un intérêt croissant en tant qu'agent protecteur potentiel.

En effet, plusieurs études ont mis en évidence que les polyphénols contenus dans le thé vert, notamment l'épigallocatechine gallate (EGCG), sont capables de réduire le stress oxydatif, de stabiliser les membranes cellulaires, et de préserver les cellules sanguines des effets délétères des toxiques environnementaux.

L'administration d'extrait de thé vert a provoqué une augmentation significative ($p < 0,05$) des globules rouges, des globules blancs, de l'Hb. L'amélioration des paramètres hématologiques après la consommation de thé vert pourrait être liée au fort effet antioxydant des catéchines d'extrait de thé vert sur les cellules hématopoïétiques (Gad & Zaghloul, 2013). Ces observations sont soutenues par les travaux de (Maheshwari et Mahmood, 2020), qui rapportent que les catéchines, composés phénoliques présents en grande quantité dans le thé vert, exercent un effet protecteur sur les érythrocytes. En particulier, la catéchine a démontré

une capacité à prévenir les dommages oxydatifs au niveau des globules rouges humains, en stabilisant leurs membranes cellulaires face à des agents oxydants.

De même, **(Maurya et Rizvi ,2009)** ont montré que les catéchines issues du thé offrent une protection significative contre le stress oxydatif, renforçant ainsi la résistance des érythrocytes à la peroxydation lipidique. Ces résultats confirment que les polyphénols du thé vert jouent un rôle clé dans le maintien de l'intégrité des cellules sanguines, en particulier dans des conditions de stress oxydatif induit par des agents toxiques comme la deltaméthrine.

Selon **(Naparlo et al, 2020)**, L'accumulation de catéchines dans la membrane érythrocytaire devrait entraîner une expansion membranaire et une augmentation de la résistance osmotique des érythrocytes.

Plusieurs études ont montré que le thé vert possède des propriétés immunomodulatrices **(Pae & Wu, 2013)**, favorisant ainsi la réduction du nombre de globules blancs. Par ailleurs, les antioxydants contenus dans le thé vert contribuent à protéger ces cellules contre les dommages causés par le stress oxydatif lors d'infections ou d'états inflammatoires **(Chi et al., 2020)**.

Conclusion et perspectives



Les résultats obtenus au cours de cette étude ont permis de démontrer que l'exposition à la deltaméthrine à la dose de 6 mg/kg/j par voie orale chez des lapins adultes (*Oryctolagus cuniculus*), pendant deux semaines consécutives, a induit des altérations notables de plusieurs paramètres biologiques.

Sur le plan hépatique, la deltaméthrine a entraîné des effets toxiques marqués, notamment une augmentation significative des taux de glucose, ainsi que des enzymes hépatiques (ALAT et ASAT). Ces altérations biochimiques sont associées à des modifications morphologiques des organes cibles. Le potentiel néphrotoxique de la deltaméthrine, mis en évidence par une élévation significative des taux plasmatiques d'urée et de créatinine. Toutefois, l'administration concomitante d'extrait de thé vert a permis d'atténuer ces altérations, suggérant un effet protecteur lié à ses propriétés antioxydantes. Ces observations soutiennent l'intérêt de l'utilisation du thé vert comme agent naturel complémentaire dans la prévention des atteintes rénales induites par les pesticides.

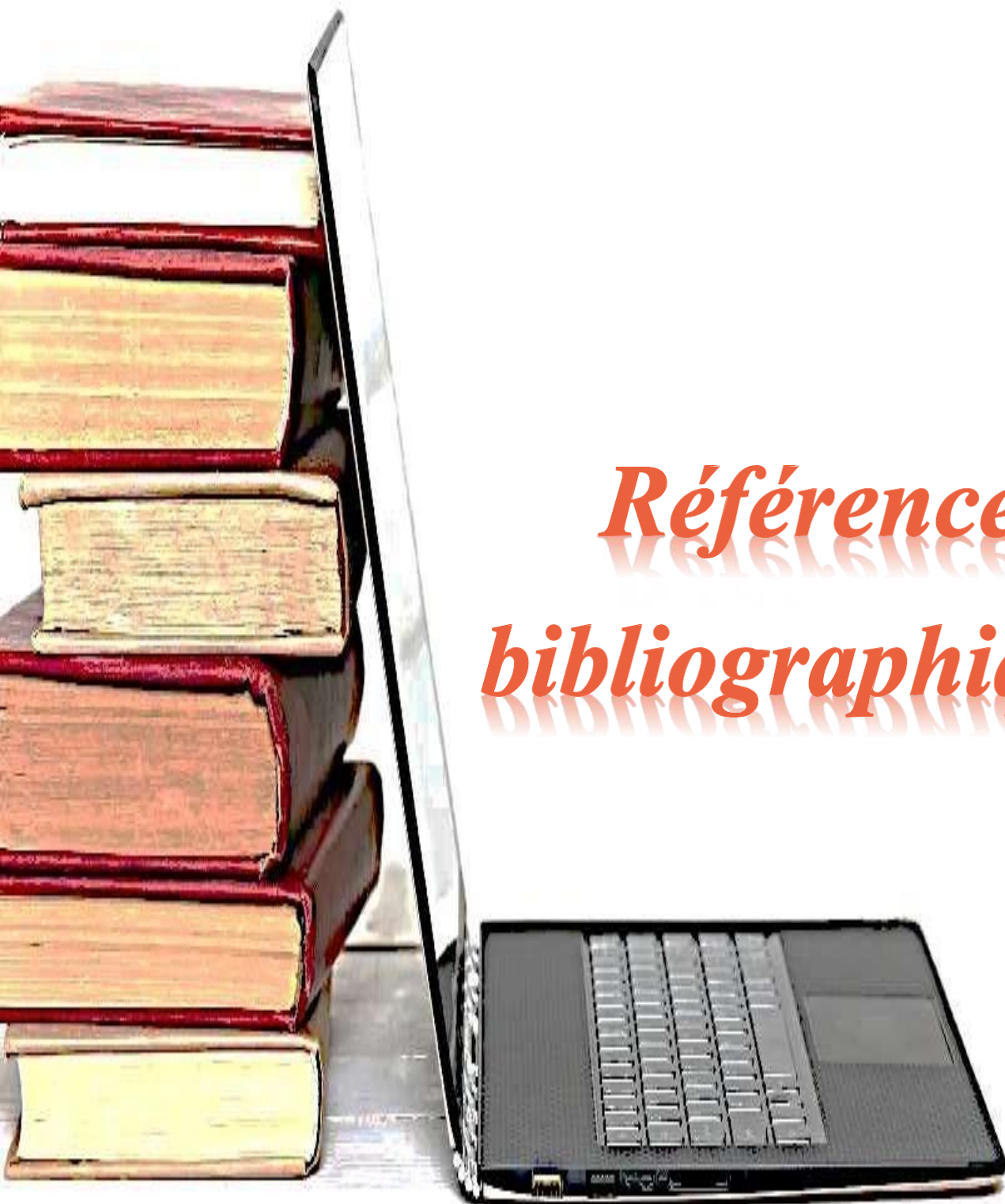
Au niveau hématologique, une anémie a été mise en évidence par une diminution du nombre de globules rouges, du taux d'hémoglobine, tandis qu'une leucocytose significative a été observée, traduisant une réponse inflammatoire probable.

L'administration concomitante de thé vert à une dose de 100 mg/kg/j a révélé un effet protecteur appréciable, en réduisant les déséquilibres biochimiques et hématologiques induits par la deltaméthrine. Ces résultats suggèrent que le thé vert, grâce à ses propriétés antioxydantes, pourrait jouer un rôle important dans l'atténuation de la toxicité de certains pesticides.

En conclusion, cette étude met en évidence les effets délétères de la deltaméthrine sur la santé animale, tout en soulignant le potentiel protecteur du thé vert. Toutefois, des études complémentaires, notamment sur des modèles animaux différents et à plus long terme, ainsi qu'une évaluation des effets chez l'homme, seraient nécessaires pour confirmer ces résultats. A partir de ces résultats, il serait important de dégager les perspectives suivantes :

- ✚ Limiter au maximum l'exposition directe ou indirecte à la deltaméthrine.
- ✚ Adopter systématiquement des équipements de protection individuelle (gants, blouse, masque couvrant le nez et la bouche) lors de toute manipulation de cette substance.
- ✚ Encourager des recherches approfondies sur la toxicocinétique et le métabolisme de la deltaméthrine afin de mieux comprendre ses effets à court et à long terme.

- ✚ Recommander aux autorités sanitaires, notamment l'OMS, d'envisager une réglementation plus stricte, voire une interdiction de la deltaméthrine dans certains produits cosmétiques et industriels.
- ✚ Sensibiliser le grand public aux risques toxicologiques de la deltaméthrine via des campagnes d'information.
- ✚ Promouvoir l'usage raisonné des insecticides et renforcer le contrôle de leur commercialisation.
- ✚ Encourager la consommation régulière de thé vert en tant qu'agent naturel aux propriétés antioxydantes, capable de limiter les effets nocifs de la deltaméthrine et d'autres substances chimiques similaires.



Références bibliographiques

(A)

- **Aatti, I. (2014).** Évaluation des activités antioxydante et antiradicalaire d'un mélange d'épices "ras el hanout". Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
- **Adamou, R., Abdoulaye, A., Soumaïla, M., Moussa, I., Coly, A., Tine, A., & Ikhiri, K. (2010).** Dégradation abiotique de la Deltaméthrine et de l'Etofenprox dans les eaux naturelles du Niger. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, 29, 45-54.
- **Akien-Alli, I. J., Otali, C. C., & Braide, W. (2021).** Impact of different doses of deltamethrine on soil microbial density and crop growth. *GSC Advanced Research and Reviews*, 8(3), 036-042.
- **Aksakal, E., Ceyhun, S. B., Erdoğan, O., & Ekinçi, D. (2010).** Acute and long-term genotoxicity of deltamethrin to insulin-like growth factors and growth hormone in rainbow trout. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C : Toxicology & Pharmacology*, 152(4), 451-455.
- **Aljali, A., Othman, H., & Hazawy, S. (2023).** Toxic Effect of Deltamethrin on Some Hematological and Biochemical Parameter of Male Rats. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences*, 536-546.
- **Ambali, S. F., Abubakar, A. T., Shittu, M., Yaqub, L. S., Anafi, S. B., & Abdullahi, A. (2010).** Chlorpyrifos-induced alteration of hematological parameters in Wistar rats : ameliorative effect of zinc. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 4(2), 55-66.
- **Ashida, H., Furuyashiki, T., Nagayasu, H., Bessho, H., Sakakibara, H., Hashimoto, T., & Kanazawa, K. (2004).** Anti-obesity actions of green tea : Possible involvements in modulation of the glucose uptake system and suppression of the adipogenesis-related transcription factors. *BioFactors*, 22(1-4), 135-140.

(B)

- **Bajard, E. (2016).** Petite histoire des produits phytosanitaires. *Jardins de France*, (652), 26-29.
- **Baldi, I., Cordier, S., Coumoul, X., Elbaz, A., Gamet-Payrastre, L., Lebailly, P., ... & van Maele-Fabry, G. (2013).** *Pesticides : effets sur la santé* (Doctoral dissertation, Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM)).
- **Balentine, D. A., Wiseman, S. A., Bouwens, L. C. M., & Malvy, D. (2000).** Chimie des flavonoïdes du thé. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 35(Suppl. 1), 1S13-1S21.

- **Banaee, M., Haghi, B. N., & Ibrahim, A. T. A. (2014).** Sub-lethal toxicity of chlorpyrifos on Common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758): Biochemical response. *International Journal of Aquatic Biology*, 1(6), 281-288.
- **Bendaouia, K., & Guermit, I. (s.d.).** *Synthèse des travaux sur l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol* (Thèse de doctorat). Université Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie.
- **Bansal, S., Syan, N., Mathur, P., & Choudhary, S. (2012).** Pharmacological profile of green tea and its polyphenols: A review. *Medicinal Chemistry Research*, 21(11), 3347–3360.
- **Bernaud, C. (2004).** *Consommation de thé et de médicaments : Que doit savoir le pharmacien à l'officine ?* (Thèse de doctorat en pharmacie). Université de Nantes, France.
- **Bettiche F., (2016).** Usage des produits phytosanitaire dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquence environnementales possibles. Thèse Doctoral, 2017, 110p.
- **Bettiche F, (2017).** Usage des produits phytosanitaire dans les cultures sous serres des Ziban (Algérie) et évaluation des conséquences environnementales possibles, thèse de doctorat, Université Mohamed Khider-Biskra, p 49.
- **Boland, J., Koomen, I., Lidth de Jeude, J. V., & Oudejans, J. (2004).** *Les pesticides : composition, utilisation et risques*. Agromisa. 57, 58p.
- **BOUKOUBA, B., & MAYOUF, S. (2019).** *Effet neuroprotecteur de l'extrait méthanolique de grenadier contre la toxicité de lambda cyhalothrine chez les souris* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- **Bradberry, S. M., Cage, S. A., Proudfoot, A. T., & Vale, J. A. (2005).** Poisoning due to pyrethroids. *Toxicological reviews*, 24, 93-106.
- **Breckenridge, CB, Holden, L., Sturgess, N., Weiner, M., Sheets, L., Sargent, D., ... & Ray, D. (2009).** Preuves d'un mécanisme de toxicité distinct pour les insecticides pyréthroïdes de type I et de type II. *Neurotoxicologie*, 30, S17-S31.
- **Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales* (3e éd.). Paris : TEC & DOC – Éditions Médicales Internationales
- **Byrav, DS, B. Medhi, K. Vaiphei, A. Chakrabarti, KL Khanduja, (2010).** Évaluation comparative de différentes doses d'extrait de thé vert seul et en association avec la sulfasalazine dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin induites expérimentalement chez le rat. *Digestive Diseases and Sciences*, 56(5) : 1369-1378.

(C)

- **Caballero, JEP (2019).** Nanoencapsulation d'un agent synergisant chimique, la deltaméthrine pour potentialiser l'effet d'un insecticide, l'indoxacarbe contre les insectes nuisibles (Thèse de doctorat, Université d'Angers).

- **Calvet, R. (2005).** *Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales*. France agricole éditions p24, p52.
- **Chargui, I., Grissa, I., Bensassi, F., Hrira, M. Y., Haouem, S., Haouas, Z., & Bencheikh, H. (2012).** Oxidative stress, biochemical and histopathological alterations in the liver and kidney of female rats exposed to low doses of deltamethrin (DM) : a molecular assessment. *Biomedical and Environmental Sciences*, 25(6), 672-683.
- **Chassagne, N. (2005).** *Le thé : Historique, composition et nouvelles perspectives thérapeutiques* (Thèse de doctorat en pharmacie). Université Clermont I, France.
- **Chi, X., Ma, X., Li, Z., Zhang, Y., Wang, Y., Yuan, L., ... & Hu, S. (2020).** Protective Effect of Epigallocatechin-3-Gallate in Hydrogen Peroxide-Induced Oxidative Damage in Chicken Lymphocytes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020(1), 73862
- **Chrustek, A., Hołyńska-Iwan, I., Dziembowska, I., Bogusiewicz, J., Wróblewski, M., Cwynar, A., & Olszewska-Słonina, D. (2018).** Current research on the safety of pyrethroids used as insecticides. *Medicina*, 54(4), 61.
- **Chiali F.Z., Merzouk H., Merzouk S. A., Medjdoub A., Narce M. (2013).** Chronic low level metribuzin exposure induces metabolic alterations in rats, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, journal homepage, 106, 38–44.

(D)

- **Debra Manzella, R. N. (2008).** Kidney disease in diabetes.
- **Dewick, P. M. (1997).** *Medicinal natural products : A biosynthetic approach* (pp. 135–138, 368). John Wiley & Sons Ltd.
- **Ding RQ, Cao ZF, Wang YH, Gao XB, Luo HY, Zhang CY, Ma SC, Ma X, Jin HY, Lu CL (2017)** L'implication de p66shc dans le stress oxydatif induit par la deltaméthrine. *Chem Biol Interact* 278 : 162–169.
- **Djeffal A. (2014).** Evaluation de la toxicité d'un insecticide carbamate « méthomyl » chez le rat Wistar : Stress oxydant et exploration des effets protecteurs de la supplémentation en sélénium et/ou en vitamine C. Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar.
- **Domang, N. (2005).** Étude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffach, Haut-Rhin) (Mémoire de diplôme de doctorat, Université Louis Pasteur Strasbourg I). p. 23.
- **Du, Y., Song, W., Groome, J. R., Nomura, Y., Luo, N., & Dong, K. (2010).** A negative charge in transmembrane segment 1 of domain II of the cockroach sodium channel is critical for channel gating and action of pyrethroid insecticides. *Toxicology and applied pharmacology*, 247(1), 53-59.

(E)

- **El Bakouri, H. (2006).** Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par utilisation des substances organiques naturelles (SON) (Thèse de doctorat en sciences techniques, Université de Tanger).
- **Elalamy, M. E., Darwish, N. S., & Zaher, E. M. (2008).** Prophylactic effect of green tea polyphenols against liver and kidney injury induced by fenitrothion insecticide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 91(2), 81-89.
- **El-Demerdash, F. M., Yousef, M. I., Kedwany, F. S., & Baghdadi, H. H. (2004).** Cadmium-induced changes in lipid peroxidation, blood hematology, biochemical parameters and semen quality of male rats : protective role of vitamin E and β -carotene. *Food and chemical toxicology*, 42(10), 1563-1571.
- **Elseweidy, MM, AE Abd El-Baky et A. Abdullah, (2009).** Effet de la consommation de catéchines de thé vert sur le schéma cérébral de certains neurotransmetteurs chez des rats diabétiques Stz. *Revue de médecine et de sciences médicales*, 4(2) : 515-518.
- **Elseweidy, MM, AE Abd El-Baky et MF Mahmoud, (2008).** Catéchines du thé vert comme agents hypolipémiants : mode d'action probable. *Journal of the American Society of Mining and Reclamation*, 3(2) : 95-101.

(F)

- **Feriani, A., Hachani, R., Kaabi, B., Ncir, M., El Feki, A., et Allagui, MS (2016).** Effets protecteurs de l'extrait de *Zygophyllum album* contre l'hyperglycémie et les troubles hépatopancréatiques induits par la deltaméthrine chez le rat. *Revue canadienne de physiologie et de pharmacologie*, 94 (11), 1202-1210.

(G)

- **Gad, S. B., & Zaghloul, D. M. (2013).** Beneficial effects of green tea extract on liver and kidney functions, ultrastructure, lipid profile and hematological parameters in aged male rats. *Global Veterinaria*, 11(2), 191-205.
- **Graham, H. N. (1992).** Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine*, 21(3), 334–350.
- **Gruenwald, J., Brendler, T., Jaenicke, C., & autres. (2007).** *PDR for herbal medicines* (4e éd., pp. 414–422). Montvale, NJ : Thomson.
- **Gupta, RC, Mukherjee, IRM, Malik, JK, Doss, RB, Dettbarn, WD, & Milatovic, D. (2019).** Insecticides. Dans *Biomarqueurs en toxicologie* (pp. 455-475). Academic Press.

(H)

- **H. M. (1997).** Évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 31, Article 31, 6 p.
- **Hadi, H. (2014).** Évaluation biologique de l'herbicide polyvalent Challenge® 600 SC dans le contrôle des mauvaises herbes dans la culture de légumineuses alimentaire pois chiche. (*Cicer arietinum* L).
- **Hasanaj, N., Dreshaj, A., Shala, N., Selimaj, A., Sadija, TL, & Osmanaj, A. (2025).** Analyse de l'impact de la contamination du sol par la deltaméthrine et les métaux lourds sur la qualité et le rendement du blé. *Journal of Ecological Engineering*, 26 (4), 334-342.
- **Holyńska-Iwan, I. et Szewczyk-Golec, K. (2020).** Pyréthroides : comment affectent-ils la santé humaine et animale ? *Médecine*, 56 (11), 582.
- **Holyńska-Iwan, I., Bogusiewicz, J., Chajdas, D., Szewczyk-Golec, K., Lampka, M. et Olszewska-Slonina, D. (2018).** L'influence immédiate de la deltaméthrine sur le transport des ions à travers la peau du lapin. Une étude in vitro. *Biochimie et physiologie des pesticides*, 148, 144-150.
- **Huet, M., & Fleurentin, J. (2013).** Curcuma, thé vert et chardon-marie : Quelle stratégie adopter en prévention du cancer ou en complément des traitements ? *Hegel*, 3(4), Société Française d'Ethnopharmacologie.
- **Hussain, M. S., Monkaresi, H., & Calvo, R. A. (2012),** December. Combining classifiers in multimodal affect detection. In *Proceedings of the Tenth Australasian Data Mining Conference-Volume 134* (pp. 103-108).

(I)

- **Ibrahim, I. (2013).** Etude de l'applicabilité des échantillonneurs passifs POCIS et Chemcatcher pour le suivi des pesticides en milieux aquatiques (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne).
- **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). (2007).** Fiche toxicologique n°193 : Deltaméthrine.

(J)

- **Jagan Mohan Rao.L., K. Ramalakshmi. (2011).** Recent Trends in Soft Beverages : Introduction to tea. *WPI India*. 65-85.

(K)

- **Kabouche, S. (2010).** Étude de la relation du thé vert, maladies cardiovasculaires et stress oxydant (Mémoire de magister, Université Mentouri – Constantine).
- **Kalender, S., Ogutcu, A., Uzunhisarcikli, M., Açikgoz, F., Durak, D., et al. (2005).**

Diazinon-induced hepatotoxicity and protective effect of vitamin E on some biochemical indices and ultrastructural changes. *Toxicology*, 211 : 197–206.

- **Kaplan, L. A. (1984).** Glucose. In A. Kaplan et al. (Eds.), *Clinical Chemistry* (pp. 1032–1036). St. Louis, Toronto, Princeton : The C. V. Mosby Company.
- **Khaled, FA, Saleh, AM, & Saleh, AH (2023).** Effet toxique du chloropyrphéos, de la deltaméthrine et du diméthoate sur les paramètres biochimiques chez les lapins mâles. *Journal of Medical Sciences*, 18 (3), 1-6.
- **Khan, N., Mukhtar, H. (2007).** Tea polyphenols for health promotion. *Life sciences*. 81 (7) : 519-533.
- **Khiredine, H. (2014).** Comprimés des poudres de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie (Mémoire de magister, Université M'hamed Bougara de Boumerdès).
- **Kriepps, M. (2009).** *Le thé : Origine, actualité et potentialités* (Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré – Nancy 1).
- **Kumar R., Pant N. Et Srivasta SP. (2000)** : Chlorinated pesticides and heavy metals in human semen. *Int.J. Androl* ; 23(3) :145-149.
- **Kumar, A., Sasmal, D., & Sharma, N. (2015).** Un aperçu des voies de signalisation du calcium apoptotique, du p53 et du stress oxydatif induites par la deltaméthrine. *Toxicologie et sciences de la santé environnementale*, 7, 25-34.

(L)

- **Lassed, S. (2017).** L'effet préventif des flavonoïdes et des phénols de thé vert (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) sur le cancer de la prostate chez une population de l'Est algérien : étude épidémiologique et étude expérimentale in vitro et in humaine (Doctoral dissertation, Université des Frères Mentouri Constantine 1). pp. 41–45.
- **Li, W., Lybrand, D. B., Zhou, F., Last, R. L., & Pichersky, E. (2019).** Pyrethrin biosynthesis : the cytochrome P450 oxidoreductase CYP82Q3 converts jasmolone to pyrethrolone. *Plant physiology*, 181(3), 934-944.
- **Lorenzo, J. M., & Munekata, P. E. S. (2016).** Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), 709-719.

(M)

- **Mahaboob Khan S, Kour G. (2007).** Subacute oral toxicity of chlorpyriphos and protective effect of green tea extract. *Pestic Biochem Physiol* ; 89 : 118-23.
- **Maheshwari, N., & Mahmood, R. (2020).** Protective effect of catechin on

- pentachlorophenol-induced cytotoxicity and genotoxicity in isolated human blood cells. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(10), 10447–10457.
- **Mairif, S. (2014).** *Contribution à l'étude de l'effet toxique des pesticides à usage domestique utilisé en Algérie* (Thèse de doctorat).
 - **Mairif, S. (2015).** *Contribution à l'étude de l'effet toxique des pesticides à usage domestique utilisé en Algérie* (Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 – Guelma, Algérie).
 - **Maître, S. Y. L. V. I. E., & Laubscher, B. (2022).** Pesticides et santé humaine. *Rev Med Suisse*, 18, 1017-21.
 - **Matsuo, N. (2019).** Discovery and development of pyrethroid insecticides. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 95(7), 378-400.
 - **Maurya, P. K., & Rizvi, S. I. (2009).** Protective role of tea catechins on erythrocytes subjected to oxidative stress during human aging. *Natural Product Research*, 23(11), 1072–1079.
 - **Magazine Nutra News. (2008).** L'épigallocatechine gallate (EGCG), un très puissant antioxydant aux multiples effets bénéfiques. *Science, Nutrition, Prévention et Santé*, p. 14.
 - **Mahmoud, A. (2019).** Traitement de la douleur - de la médecine arabe à la médecine moderne, 2ème édition. *Berti Editions*. P : 188 -189
 - **Mazzon, E., Muià, C., Paola, R. D., Genovese, T., Menegazzi, M., De Sarro, A., et al. (2005).** Green tea polyphenol extract attenuates colon injury induced by experimental colitis. *Free radical research*. 39 (9) :1017-1025.
 - **McKenna, D. J., Jones, K., Hughes, K., & Humphrey, S. (2002).** Botanical medicines : The desk reference for major herbal supplements (2e éd., pp. 597–656). The Haworth Herbal Press®.
 - **Merhi M. (2008) :** Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin, Thèse Doctorale, Université de Toulouse, France ; 140 p.
 - **Miyazaki Z, Hodgson GC., (2001).** Chronic toxicity of dursban and its metabolites, 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinol in chickens. *Toxicol App Pharmacol* ; 23 : 391-8.
 - **Mohammed-Brahim, B. (2015).** Agriculture et pesticides : constats et pistes d'action. In *Les risques du travail* (pp. 291-294). La Découverte.

- **Mongi, S., Mahfoud, M., Amel, B., & Kamel, J. (2011).** Protective effects of vitamin C against haematological and biochemical toxicity induced by deltamethrin in male Wistar rats. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(6), 1765–1769.
- **Montseren, J. (1999).** Guide de l'amateur de thé (pp. 4–287). Paris, France: Solar.
- **Mossion, A. (2007).** *Étude de la composition minérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptiques : Influence des paramètres physico-chimiques de l'eau* (Thèse de doctorat en sciences de la matière, Institut National Polytechnique de Toulouse), 213 p.
- **Multigner, L. (2005).** Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, risques & santé*, 4(3), 187-194.
- **Murray, R. (1984).** Aspartate aminotransferase. In A. Kaplan et al. (Eds.), *Clinical chemistry* (pp. 1112–1116). St. Louis, Toronto, Princeton : The C. V. Mosby Company.

(N)

- **Nacer, A., & Bouras, S. (2014).** *Thé vert, catéchines et santé* (Projet de fin d'étude, Université Kasdi Merbah de Ouargla).
- **Ncir, M., Ben Salah, G., Kamoun, H., Makni Ayadi, F., Khabir, A., El Feki, A., et Saoudi, M. (2016).** Altérations histopathologiques, oxydatives, biochimiques et génotoxiques chez des rats hépatiques exposés à la deltaméthrine : effets modulateurs de l'ail (*Allium sativum*). *Revue canadienne de physiologie et de pharmacologie*, 94 (6), 571-578.
- **Nkhili, E. Z. (2009).** *Polyphénols de l'alimentation : Extraction, interactions avec les ions du fer et du cuivre, oxydation et pouvoir antioxydant* (Thèse de doctorat, Université Cadi Ayyad – Marrakech & Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse – Montpellier).

(O)

- **Organisation mondiale de la santé (OMS). (2016).** *Système d'évaluation des pesticides, écologie et gestion des vecteurs*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la santé.

(P)

- **Pae, M., et Wu, D. (2013).** Effets immunomodulateurs de l'épigallocatechine-3-gallate du thé vert : mécanismes et applications. *Food & function*, 4 (9), 1287-1303.
- **Periquet A., Boisset M., Casse F., Lecerf J.M., Leguille C., (2004).** Laws Jr, Edward R. *Classes of pesticides*. Elsevier, 2013.

(R)

- **Rehman H, Ali M, Atif F, Kaur M, Bhatia K, Raisuddin S (2006).** Effet modulateur de la deltaméthrine sur les antioxydants chez la souris. *Clin Chim Acta* 369 : 61–65
- **Rehman, H., Aziz, A. T., Saggu, S. H. A. L. I. N. I., Abbas, Z. K., Mohan, A. N. A. N. D., & Ansari, A. A. (2014).** Systematic review on pyrethroid toxicity with special reference to deltamethrin. *Journal of entomology and zoology studies*, 2(6), 60-70.
- **Rio MJ. Et Velez-Pardo C. (2008) :** Paraquat induces apoptosis in human lymphocytes : protective and rescue effects of glucose, cannabinoids and insulin-like growth factor-1. *Growth Factors* ; 26(1) : 49-60.
- **Rodriguez ME, Martinez F, Espinosa M, Maldonado S. (2016).** Mitochondrial Dysfunction in the Hippocampus of Rats Caused by Chronic Oxidative Stress. *Neuroscience* 08-018.

(S)

- **Saber, M., Mahfoudh, M., Ben Amara, A., & Jbeli, K. (2011).** Protective effects of vitamin C against haematological and biochemical toxicity induced by deltamethrin in male Wistar rats. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(6), 1765–1769
- **Sabu M. C., Kuttan R. (2002).** Anti-diabetic activity of medicinal plants and its relationship with their antioxidant property. *J. Ethnopharmacol.* 81 :155-160
- **Sahin, K., Orhan, C., Tuzcu, M., Ali, S., Sahin, N., & Hayirli, A. (2010).** Epigallocatechin-3-gallate prevents lipid peroxidation and enhances the hepatic antioxidant defense system by modulating nuclear transcription factors in heat-stressed quail. *Poultry Science*, 89(11), 2251–2258.
- **Saida, B. E. N. Z. A. I. D., & Soundous, B. O. U. G. U. E. L. O. T. (2023).** Effet protecteur de l'extrait de thé vert (*Camellia sinensis*) sur quelques paramètres hématologiques et biochimiques après la toxicité par le toluène chez les lapins mâles *Oryctolagus cuniculus* (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA).
- **Sakata, R., Nakamura, T., Torimura, T., Ueno, T., & Sata, M. (2013).** Green tea with high-density catechins improves liver function and fat infiltration in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) patients : à double-blind placebo-controlled study. *International journal of molecular medicine*, 32(5), 989-994.
- **Sanchez-Alonso, I., Jiménez-Escrig, A., Saura-Calixto, F., & Borderias, A. J. (2007).** Effect of electron-beam irradiation on physicochemical and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham. *Food Chemistry*, 101(1), 372–378.
- **Saoudi, M., Badraoui, R., Bouhajja, H., Ncir, M., Rahmouni, F., Grati, M., ... & El Feki, A. (2017).** Deltamethrin induced oxidative stress in kidney and brain of rats : Protective effect of *Artemisia campestris* essential oil. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 94, 955-963.

- **Saoudi, M., Messarah, M., Boumendjel, A., Jamoussi, K., and Abdelfattah, F. (2011).** The protective effects of vitamin C against haematological and biochemical toxicity induced by deltamethrin in male Wistar rats. *Ecotox. Environ. Safe.* 74 : 1765-1769.
- **Schwarz, A., & Schweppe, R. (2006).** *Thé vert : Élixir de vie pour le corps et l'esprit* (pp. 25, 68, 73–74). Paris, France : Éditions Vigot
- **Shafer, TJ, Meyer, DA et Crofton, KM (2005).** Neurotoxicité développementale des insecticides pyréthroïdes : revue critique et besoins futurs en recherche. *Environmental health perspectives*, 113 (2), 123-136.
- **Sharma, P., Singh, R., & Jan, M. (2014).** Dose-dependent effect of deltamethrin in testis, liver, and kidney of Wistar rats. *Toxicology international*, 21(2), 131.
- **Shrivastava, B., Shrivastava, A., Kumar, A., Bhatt, J. L., Bajpai, S. P., Parihar, S. S., & Bhatnagar, V. (2011).** Impact of Deltamethrin on Environment, use as an Insecticide and its Bacterial degradation-A preliminary study. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(5), 977-985.
- **Socorro, J., Durand, A., Temime-Roussel, B., Gligorovski, S., Wortham, H., & Quivet, E. (2016).** The persistence of pesticides in atmospheric particulate phase : An emerging air quality issue. *Scientific Reports*, 6(1), 33456.
- **Soderlund, DM (2012).** Mécanismes moléculaires de la neurotoxicité des insecticides pyréthroïdes : avancées récentes. *Archives of toxicology*, 86, 165-181.
- **Somsak, V., Jaihan, U., Srichairatanakool, S., & Uthaipibull, C. (2013).** Protection of renal function by green tea extract during Plasmodium berghei infection. *Parasitology International*, 62(6), 548-551.
- **Song, Y., Kai, J., Song, X., Zhang, W., & Li, L. (2015).** Effets toxiques à long terme de la deltaméthrine et du fenvalérate dans le sol. *Journal of Hazardous Materials*, 289, 158-164.
- **Spichiger, R. E., Savolainen, V., Figeat, M., & Jeanmonod, D. (2002).** *Botanique systématique des plantes à fleurs : Une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales* (2e éd., pp. 296–297). Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- **Stehle, S., & Schulz, R. (2015).** Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5750-5755.

- **Sweetman, S. C. (2002).** *Martindale : The complete drug reference* (33e éd., pp. 761–763, 777–785, 1681). London–Chicago : Pharmaceutical Press.
- **Szewczyk-Golec, K., Mądra-Gackowska, K., Szeleszczuk, Ł., Szczegielniak, J. et Holyńska-Iwan, I. (2024).** Une exposition de 30 minutes à la perméthrine et à la deltaméthrine modifie les voies de transport des ions dans la peau. *Biomolécules*, 14 (12), 1491.

(T)

- **Tos-Luty S, Haratym-Maj A, Latuszynska J, Obuchowska- Przebirowska D, TokarskaRodak M (2001).** Toxicité orale de Deltaméthrine et fenvalérate chez la souris suisse. *Ann Agric Environ Med* 8 :245–254
- **TOUMI, H. (2013).** Ecotoxicité de la deltaméthrine et du malathion sur différentes souches de *Daphnia magna* (Crustacea Crustacea Crustacea, Cladocera Cladocera) : apport de la : apport de la : apport de la protéomique protéomique dans la recherche de nouvelles cibles cellulaires.
- **Trinder, P. (1969).** Determination of glucose in blood using an oxidase–peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. *Annals of Clinical Biochemistry*, 6(1), 24–33.
- **Turner, J. E. (2011).** *Treatment of glomerulonephritis : Is there a role for green tea ?* *Kidney International*, 80(6), 563–564.
- **Tuzmen N, Candan N, Kaya E, Demiryas N (2008).** Effets biochimiques Effets du chlorpyrifos et de la deltaméthrine sur l'altération des mécanismes de défense antioxydante et la peroxydation lipidique dans le foie de rat. *Cell Biochem Funct* 26 : 119–124.

(W)

- **Wachira, F. N., Tanaka, J., & Takeda, Y. (2001).** Genetic variation and differentiation in tea germplasm revealed by RAPD and AFLP variation. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(5), [pages si connues].
- **WHO-UNEP, (1989).** Public health impact of pesticides used in agriculture. World Health Organization-United Nations Environment Programme. Genève, Suisse
- **Winiarska-Mieczan, A., Tomaszewska, E., & Jachimowicz, K. (2021).** Antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory properties of tea—The positive impact of tea consumption on patients with autoimmune diabetes. *Nutrients*, 13(11), 3972

(Y)

- **Yadav, R., Shinde, NG, Patil, KT, Kote, A., & Kadam, P. (2023).** Toxicité de la deltaméthrine : impacts sur les organismes non ciblés et l'environnement.
- **Yokozawa, T., Noh, J. S., & Park, C. H. (2012).** Green tea polyphenols for the protection against renal damage caused by oxidative stress. *Evidence-Based Complementary and*

Alternative Medicine, 2012(1), 845917.

- **Yousef, M. I., Abdallah, G. A., & Kamel, K. I. (2003).** Effect of ascorbic acid and vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. *Animal reproduction science*, 76(1-2), 99-111.
- **Yousef, MI, Awad, TI, & Mohamed, EH (2006).** Dommages oxydatifs et altérations biochimiques induits par la deltaméthrine chez le rat et leur atténuation par la vitamine E. *Toxicologie*, 227 (3), 240-247.

(Z)

- **Zama, D., Meraihi, Z., Tebibel, S., Benayssa, W., Benayache, F., Benayache, S., & Vlietinck, A. J. (2007).** Chlorpyrifos-induced oxidative stress and tissue damage in the liver, kidney, brain and fetus in pregnant rats: The protective role of the butanolic extract of *Paronychia argentea* L. *Indian Journal of Pharmacology*, 39(3), 145.
- **Zhen, Y.-S. (Ed.), Chen, Z.-M., Cheng, S.-J., & Chen, M.-L. (Assoc. Eds.). (2002).** Tea : Bioactivity and therapeutic potential (Vol. 17). Taylor & Francis.
- **Zohra, B. A. F., Merzouk, H., Bouanane, S., Benkalfat, N. B., Merzouk, S. A., Mulengi, J. K., et al. (2010).** Évaluation de la toxicité aiguë de la 2-hydroxy-méthyl-1 (Nphtaloyltryptophyl) aziridine chez le rat Wistar. In *Annales de toxicologie analytique*. 22 (3) :115-121.