

الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



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

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Eco-toxicologie animal
Intitulé :

**L'effet antioxydant de *Rosmarinus officinalis* sur
le stress oxydatif induit par l'acétate de plomb**

Présenté Par : Bouhouche ines
Foufou ranya
Guerfi safir bey
Zighed hadjer

Membre de Jury:

Mme.Ghannam maya (MCB)	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Boudjellab Zine Eddine (MCB)	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Djerrou zouhir (professeur)	Examineur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon Dieu tout-puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force, la patience, la volonté et la santé d'accomplir ce modeste travail.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre encadreur Docteur GHANNAM MAYA qui a guidé et suivi ledéroulement et l'exécution d travail de ce mémoire.

Nous tenons à présenter nos vifs remerciements aux membres de jury Pr Djerrou, et Dr Boudjellab qui nous ont faitl'honneur d'examiner ce travail.

Nous tenons remerciements Dr Badis aouzel pour l'aide qu'il nous a apporté

Nous adressons nos remerciements à tous les enseignants qui nous ont formés

Nous désirons aussi remercier les amis et collègues qui nous ont apportés un soutien moral et intellectuel.

DEDICACES

Je dédie humblement ce travail à mes parents, qui ont été une source inépuisable de soutien, d'encouragement et de motivation tout au long de mon parcours académique. Votre amour inconditionnel et votre confiance en moi ont été les piliers de ma réussite.

À mon frère, tu as été mon pilier, mon inspiration et mon plus grand supporter. Ta présence a été une source constante de motivation et de réconfort.

À mon cher ami Kader, merci pour ton amitié sincère et pour tous les moments de partage et d'échange. Ta présence a été une source d'encouragement et de soutien.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers tous mes partenaires de travail qui ont collaboré avec moi dans cette mémoire. Votre contribution, vos idées et votre expertise ont grandement enrichi ce travail.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont apporté leur aide et leurs conseils tout au long de ce projet. Votre implication et vos contributions ont été inestimables.

À vous tous, je dédie ce travail avec une profonde reconnaissance. Votre soutien indéfectible a été déterminant dans la réalisation de ce travail et je vous en suis sincèrement reconnaissant.

Safir bey

DEDICACES

Je dédie ce travail à vous, mes chers parents, votre existence illumine mes chemins, vos paroles clarifient mes doutes, vos prières guident mes pas, sans vous ce travail n'aurait pas vu la lumière.

À ma sœur MOUNA, qui m'a aidée à vaincre le stress et en qui j'ai trouvé refuge dans les moments difficiles.

A mes frères, pour leur apport considérable dans ce travail et pour son soutien moral.

A mes chères MANAR, MAYADA, IMANE et ANFEL.

A mes collègues : SAFIR, RANYA et HADJER. A tous mes proches, à tous ceux sans lesquels je n'aurais pas achevé ce travail.

Ines

DEDICACES

Au Nom d'ALLAH clément et miséricordieux,

Louange à ALLAH pour sa grâce et sa miséricorde,

Louange à ALLAH pour la science qui nous a offerte.

Je remercie ALLAH, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Je dédie ce modeste travail à

Mes très chers parents,

A toute ma famille

A toutes mes amies.

A tous ceux qui me sont chers.

En fin, mes vifs remerciements à mes collègues : SAFIR, INES et HADJER.

Ranya

DEDICACES

Au Nom d'ALLAH clément et miséricordieux,

Louange à ALLAH pour sa grâce et sa miséricorde,

Louange à ALLAH pour la science qui nous a offerte.

Je remercie ALLAH, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Je dédie ce modeste travail à

Mes très chers parents,

A toute ma famille

A toutes mes amies.

A tous ceux qui me sont chers.

En fin, mes vifs remerciements à mes collègues : SAFIR, INES et Ranya.

Hadjer

الملخص:

تأثير المضاد للأكسدة لزيت الكفلول الأساسي على النوتر ألكسدة الزانج عن الرصاص ني أراب.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تقييم التأثير المضاد للأكسدة لزيت الكفلول الأساسي على النوتر ألكسدة الزانج عن الرصاص ني أراب الذكور البالغة لمدة 15 يومًا. تم توزيع الأراب إلى أربع مجموعات تتألف من ثمانية نرادى. تم تعيين المجموعة الأولى كمجموعة شاهدة. بينما تم معالجة المجموعة الثانية بخالت الرصاص بجرعة 80 ملغ/كغ من وزن الجسم مُعطى عن طريق النم (عن طريق التغذية) يومًا لمدة 15 يومًا خلال

نقرة التجربة. تلقت المجموعة الثالثة زيت الكفلول الأساسي بجرعة 200 ميكروغرام/كغ من وزن الجسم أي ضا عن طريق النم. وأخيرًا،

تلقت المجموعة الرابعة كل من خالت الرصاص وزيت الكفلول الأساسي (80 ملغ/كغ من خالت الرصاص + 200 ميكروغرام/كغ من زيت الكفلول الأساسي) بعد التضحية بالحيوانات، تم جمع عينات الدم للكفلول، وتم أي ضا جمع الأعضاء (الرئتين والكبد والكلى) لإجراء فحوصات وراثتها ومقارنتها مع الشاهد.

أظهرت النتائج الكيمياء زيادة ملحوظة في مستويات الدهون الثلاثية والجلوكوز واليوريا وازنيمات الكبد TGO ، PAL و TGP والكولسترول ني المجموعة التي تم علاجها بنقط بخالت الرصاص، ولكن هذه الزيادة تم تخفيفها ني المجموعة التي تلقت تركيبة من خالت الرصاص وزيت الكفلول الأساسي.

من الزاحفة النسبوية، أكدت القطع النسبوية وجود مشاكل ني الكبد والكلى، مما يؤكد تأثير خالت الرصاص على هذه الأعضاء. ومع ذلك، تم تخفيف هذه التغييرات ني المجموعة التي تم علاجها بخالت الرصاص بالشراكة مع زيت الكفلول الأساسي. أظهرت هذه النتائج أن زيت الكفلول الأساسي له خصائص حمائية كوكفلول مضاد للأكسدة ومضاد لالتهابات. يحمي الكبد ويؤهل من خطر حدوث مضاعفات.

الكلمات المفتاحية: الكفلول الجبل، النشاط المضاد للأكسدة، خالت الرصاص، الزيت الأساسي.

Résumé :

Effet antioxydant de *Rosmarinus officinalis* sur le stress oxydatif induit par l'acétate de plomb

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'effet antioxydant de l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* sur le stress oxydatif induit par l'acétate de plomb chez les lapins mâle adulte au cours d'une période d'expérimentation de 15 jours.

Les lapins ont été répartis en quatre groupes de trois individus. Le premier groupe était le groupe témoin, le deuxième groupe a été traité avec de l'acétate de plomb à une dose de 80 mg/kg de poids corporel administrée par voie orale (gavage) chaque jour pendant les 15 jours de l'expérience. Le troisième groupe a reçu de l'huile essentielle de romarin à une dose quotidienne de 200 µl/kg de poids corporel, également par voie orale. Le quatrième groupe a reçu à la fois de l'acétate de plomb et de l'huile essentielle de romarin.

Après le sacrifice des animaux, nous avons prélevé des échantillons de sang pour les analyser, nous avons aussi prélevé les organes (poumon, foie, reins) pour effectuer des coupes histologiques et les comparer à celles du groupe témoin.

Les résultats biochimiques ont montré une augmentation significative des taux de triglycérides, de glucose, d'urée, de PAL, de TGO, de TGP et de cholestérol chez le groupe traité uniquement avec l'acétate de plomb, mais cette augmentation a été atténuée chez le groupe traité avec la combinaison d'acétate de plomb et d'huile essentielle de romarin.

Au niveau histologique, les coupes ont confirmé la présence de dysfonctionnement au niveau du foie et des reins, ce qui confirme l'impact de l'acétate de plomb sur ces organes. Cependant, ces altérations ont été atténuées chez le groupe traité avec l'acétate de plomb associé à l'huile essentielle de romarin.

Ces résultats ont démontré que l'huile essentielle de romarin possède des propriétés protectrices en tant qu'agent antioxydant et anti-inflammatoire. Elle protège le foie et réduit le risque de complications.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis*, activité antioxydante, acétate de plomb, huile essentielle

Abstract:

the antioxidant effect of *Rosmarinus officinalis* on lead acetate-induced oxidative stress

The main objective of this work is to evaluate the antioxidant effect of Rosemary *Rosmarinus officinalis* essential oil on lead acetate-induced oxidative stress in adult male rabbits lasting 15 days.

The rabbits were divided into four groups of three individuals. The first group was the control group, the second group was treated with lead acetate at a dose of 80 mg/kg body weight administered orally (gavage) every day for the 15 days of the experiment. The third group received rosemary essential oil at a daily dose of 200 μ l/kg body weight, also orally. The fourth group received both lead acetate and rosemary essential oil.

After the animals had been sacrificed, blood samples were taken for analysis, and organs (lung, liver, kidneys) were removed for histological sections, and compared with the controls.

The biochemical results showed a significant increase in triglyceride, glucose, urea, PAL, TGO, TGP and cholesterol levels in the group treated with lead acetate alone, but this increase was attenuated in the group treated with the combination of lead acetate and rosemary essential oil.

Histologically, the sections confirmed the presence of problems in the liver and kidneys, confirming the impact of lead acetate on these organs. However, these alterations were attenuated in the group treated with lead acetate combined with rosemary essential oil.

These results show that rosemary essential oil has protective properties as an antioxidant and anti-inflammatory agent. It protects the liver and reduces the risk of complications.

Key words: *Rosmarinus officinalis*, antioxidant activity, lead acetate, essential oil.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Propriétés physico-chimiques d'acétate de plomb	3
02	Systematique du <i>Rosmarinus officinalis</i>	10
03	Paramètre biochimique	27
04	Variation du poids corporel durant la période expérimentale	28

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	La plante du <i>Rosmarinus officinalis</i>	13
2	Hydrodistillateur	14
3	Cobayes	17
4	Schéma du protocole expérimental	18
5	Appareillage utilisé	19
6	Substances et solvant utilisé	20
7	Tube hépariné	20
8	Sacrifice	21
9	Dissection des lapins	21
10	Prélèvement des organes	21
11	Pot à selles pour les organes	21
12	Découpe des organes	22
13	Automate de traitement des tissus.	22
14	Station d'enrobage en paraffine sleet MPS et Plaqueréfrigérante pour microtome	23

15	Microtome rotatif et Bain marie pour les coupes histologiques	23
16	Étuve à Co2 et vers de coloration.	24
17	Courbe représentatif du résultat du test de DPPH	26
18	Histogramme de la variation du glucose dans le sang	29
19	Histogramme de la variation du l'Urée dans le sang	29
20	Histogramme de la variation du la créatinine dans le sang	30
21	Histogramme de la variation du L'acide Urique dans le sang.	31
22	Histogramme de la variation du triglycéride dans le sang	31
23	Histogramme de la variation du cholestérol total dans le sang	32
24	Histogramme de la variation du phosphatase alcaline (PAL) dans le sang	33

25	Histogramme de la variation du L'aspartame aminotrasférase (AST ou TGO) dans le sang	35
26	Histogramme de la variation du L'alanine aminotrasférase (ALT ou TGP) dans le sang	35
27	Coupe histologique du foie du lapin témoin (G×10)	36
28	Coupe histologique du rein du lapin témoin (G×40)	36
29	Coupe histologique du foie du lapin traité par AC (G×40)	36
30	Coupe histologique du rein du lapin traité par AC (G×40)	37
31	Coupe histologique du poumon traité par AC (G×40)	37
32	Coupe histologique du foie du lapin traité par HE (G×10)	38
33	Coupe histologique du rein du lapin traité par HE (G×10)	38
34	Coupe histologique du poumon du lapin traité par HE (G×10)	38
35	Coupe histologique du foie du lapin traité par HE+AC (G×10)	39
36	Coupe histologique du rein du lapin traité à HE+AC (G×10)	39
37	Coupe histologique du rein du lapin traité à HE+AC (G×10)	39

Liste des abréviations

DPPH	1,1-Diphenyl-2-Picryl-Hydrazyl
HE	Huile essentielle
AcPb	Acétate de plomb
HE+AcPb	Huile essentielle+ Acétate de plomb
PAL	phosphatase alcaline
AST ou TGO	L'aspartame aminotrasférase ou sérum-glutamyl-oxaloacétate-transférase
ALT ou TGP	L'alanine aminotrasférase ou sérum-glutamyl-pyruvate-transaminase
μ /L	Microlitre par litre
g/L	Gramme sur litre
mg/l	Milligramme sur litre
mg/kg	Milligramme sur kilogramme
μ l/kg	Microlitre sur kilogramme
nm	Nanomètre
Abs	Absorbance
AOH	Le polyphénol
BHA	L'hydroxyanisole Butylé
BHT	L'hydroxytoluène Butylé
CAT	Catalase Glutathion proxidase
GSH	Glutathion réduit
GSSG	Glutathion oxide

GSH-px	Glutathion peroxidase
GSH-rd	Glutathion réductase
GPX	Glutathion peroxydase
H ₂ O ₂	Peroxyde d'hydrogène
NADH	Nicotinamide adénine dinucléotide H
SOD	Superoxide dismutase
ROS	Espèces réactives de l'oxygène
LOOH	Hydroxyperoxyde lipidique
LOH	Lipoxyénase
IC 50	Concentration inhibitrice à 50%

Table des matières

Résumés	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des Abréviations	III
Introduction	1
Partie I : synthèse bibliographique	
Chapitre I	
Acétate de plomb	
I.1 Définition	2
I.2 Principaux voies d'exposition humain	2
I.3 Propriétés physico-chimiques	3
I.4 Application	3
I.5. Toxicité	3
I.5.1 Effets aigus	3
I.5.2 Effet chronique	4
Chapitre II	
Stress oxydatif	
II.1 Définition	5
II.2 Radicaux libres	5
II.3. Moyens de lutte	5
II.4. Antioxydants enzymatiques	6
II.5. Antioxydants non enzymatiques	7
II.6. Antioxydants synthétiques	7
II.6.1. Endogènes	8
II.6.2 exogènes	8
Chapitre III	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	
III.1. Généralité	9
III.2. Classification botanique	10
III.3. Répartition géographique	10
III.4. Composition chimique	11
III.5. Huiles essentielles	11
III.6. Propriétés physico- chimiques	11
III.7. Principaux composés des huiles essentielles de R Officinalis	12
Partie II :	
Étude expérimentale	

III.1.4. Paramètres biochimique	28
III.1.4.1. Variation des paramètres biochimiques sériques	29
III.1.4.2. Variations de l'activité sériques de quelque marqueur enzymatique	33
III.1.5. Résultat de l'étude histologique	36
III.2 Discussion	40
Conclusion et perspectives	44
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

L'écotoxicologie animale est un domaine fondamental de la biologie qui se concentre sur l'étude des effets d'agents toxiques sur les organismes vivants et l'environnement.

Dans ce contexte, le stress oxydatif induit par des substances toxiques est un sujet d'intérêt majeur.

Parmi ces substances, on retrouve l'acétate de plomb, un composé toxique utilisé comme réactif de laboratoire et stabilisateur pour teinture ainsi que d'autre utilisation, qui perturbe le système nerveux central, digestif, rénal, reproducteur et sanguin et hépatique, et induit également un stress oxydatif, entraînant des dommages cellulaires supplémentaires (**Sax, 1987**).

Afin de contrer ces effets néfastes, l'utilisation d'huiles essentielles de plantes bénéfiques, telles que le romarin *Rosmarinus officinalis*, présente une alternative intéressante.

L'huile essentielle de romarin, reconnue pour ses propriétés antioxydantes puissantes, peut neutraliser les radicaux libres, protéger les cellules contre les dommages oxydatifs et renforcer le système immunitaire en réduisant l'inflammation liée au stress oxydatif, de plus, elle améliore la circulation sanguine cérébrale et protège les cellules nerveuses. (**Al-Sereiti et al, 1999**).

Cette étude vise donc à évaluer l'efficacité de l'huile essentielle de romarin dans la réduction du stress oxydatif induit par l'acétate de plomb chez les lapins. Les résultats obtenus permettront de mieux comprendre les mécanismes du stress oxydatif et de déterminer le potentiel bénéfique de l'huile essentielle de romarin dans ce contexte.

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I

Acétate de plomb

I.1 Définition

L'acétate de plomb est un composé cristallin blanc à base de plomb qui possède un goût sucré caractéristique. Communément appelé "sucre de plomb", ce composé est hautement soluble dans l'eau et représente l'une des formes les plus biodisponibles du plomb. Cependant, en tant que composé de plomb, il peut causer des effets nocifs sur la santé. En présence d'eau, l'acétate de plomb peut se transformer en trihydrate $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$, qui est une substance cristalline monoclinique incolore ou blanche connue sous le nom de sucre de plomb trihydraté.

Dans le contexte industriel, l'acétate de plomb trihydraté est couramment utilisé comme mordant dans les processus de teinture et d'impression de textiles, comme couche de plomb pour les métaux, comme siccatif dans les peintures, vernis et encres pigmentaires, ainsi que comme colorant dans les teintures capillaires (LARC, 1980 ; Sittig, 1985 ; Sax, 1987).

De plus, ce composé est utilisé dans des applications telles que les peintures antifouling, les imperméabilisants, les insecticides et le processus de cyanuration de l'or. Il est important de prendre des précautions pour éviter une exposition inutile à ce composé toxique et d'utiliser des équipements de protection appropriés lors de sa manipulation. (Sax, 1987).

I.2. Principales voies d'exposition humain

L'acétate de plomb est une substance qui peut être absorbée par l'ingestion, l'inhalation et le contact cutané. Il est absorbé plus rapidement que les autres composés de plomb (1,5 fois) (Sittig, 1985).

Au niveau professionnelle une enquête menée entre 1972 et 1974 a estimé que 132 000 travailleurs ont peut-être été exposés à l'acétate de plomb sur leur lieu de travail. Il est donc crucial de prendre des mesures de sécurité pour réduire les risques d'exposition à cette substance toxique. (NIOSH, 1976).

I.3. Propriétés physico-chimiques de l'acétate de plomb

Tableau 01 : représenté les propriétés physico-chimiques de l'acétate de plomb

Formule	$C_4H_6O_4Pb / Pb (CH_3COO)_2$
État physique :	Solide
Masse moléculaire :	325,28
Densité	3,25 g/ml à 20 °C
Solubilité dans l'eau :	443 g/l à 20 °C
Autre(s) valeur(s) :	2 210 g/l à 50 °C
Point de fusion :	280°C
PH :	5,5 à 6,5, solution aqueuse à 5 %, à 25°C

I.4. Applications

L'acétate de plomb est un composé hautement toxique pour l'homme, bien qu'il ait été utilisé dans le passé comme édulcorant et dans diverses applications industrielles, son utilisation est aujourd'hui limitée en raison de sa cancérogénicité et de sa toxicité pour la reproduction. L'acétate de plomb est utilisé dans l'industrie cosmétique pour la production de produits de coloration capillaire, ainsi que dans la médecine moderne comme astringent pour resserrer les muqueuses et les tissus exposés. Il est également utilisé dans la détection du gaz toxique H₂S, dans le nettoyage et l'entretien des suppresseurs et des compensateurs en acier inoxydable, ainsi que dans l'huile de lin bouillie pour augmenter son efficacité. Cependant, en raison de sa toxicité, l'acétate de plomb est complètement interdit dans les produits alimentaires et les produits cosmétiques dans de nombreux pays du monde.

I.5. Toxicité

I.5.1 Effets aigus

L'exposition peut causer une irritation oculaire, des troubles digestifs graves (douleurs, vomissements), une altération de l'état général (pâleur, agitation, collapsus, convulsions, état de choc), une atteinte rénale, hépatique, encéphalopathie et atteinte neuromotrice. La mortalité est possible dans les 24-48 heures suivant l'exposition, mais une récupération totale ou partielle est possible avec un traitement adéquat, bien que des séquelles neurologiques et rénales puissent persister.

I.5.2. Effet chronique

Les effets chroniques de l'exposition à cette substance peuvent perturber l'état général de l'organisme et causer des douleurs gastro-intestinales, notamment un liséré bleuâtre des gencives, un goût métallique, des nausées, une anorexie, des ulcères, une alternance diarrhée-constipation et des coliques. D'autres effets peuvent inclure une anémie, une fatigue, des convulsions, un coma, une insuffisance respiratoire et même la mort. En outre, cette substance peut causer une atteinte hématologique, principalement une anémie.

CHAPITRE II

Stress oxydatif

II.1. Définition

Le terme « stress oxydant » se réfère à la condition qui résulte d'un déséquilibre favorisant les espèces pro-oxydantes par rapport aux antioxydants. Ce déséquilibre résulte soit d'une génération accrue d'agents oxydants (radicaux libres et ROS) soit de mécanismes de défense altérés. Les premières recherches dans le domaine ont démontré les rôles importants joués par les intermédiaires oxygénés, également connus sous le nom de radicaux libres, dans les phénomènes physiologiques et leurs effets néfastes sur les processus cellulaires.

Parce qu'ils soutiennent le bon fonctionnement du métabolisme cellulaire, les réactions d'oxydation sont des processus communs et essentiels dans nos cellules. En fait, les réactions d'oxygénation se produisent tout au long de nombreux processus biologiques qui visent à maintenir un équilibre ou à synthétiser les molécules nécessaires. Au cours de la respiration, chaque cellule, par exemple, convertit l'oxygène en eau, le métabolisme cellulaire produit et utilise continuellement des espèces oxydantes. Cependant, comme avec tout phénomène significatif, un déséquilibre dans ces réactions d'oxydation peut conduire à une dysfonction cellulaire, connue sous le nom de stress oxydatif.

II.2. Radicaux libres

Chaque cellule de l'organisme vivant peut générer de l'oxygène réactif, et certains types de cellules sont même spécialisés pour le faire, soit continuellement, soit sous la forme d'un "éclatement oxydatif". Un radical libre est défini comme étant toute espèce qui a un ou plusieurs électrons impairs, qui est difficile à être détecter, identifier et quantifier, aussi leur réactivité est responsable de leur toxicité (**Favier, 1994 ; Packer et Glazer, 1990 ; Minisci, 1997**).

II.3. Moyens de lutte

Défense en activant une batterie d'enzymes antioxydantes. Pour lutter contre les radicaux libres, les cellules peuvent utiliser leur propre système de

Nous pouvons aider notre corps dans ce processus en suivant un régime alimentaire approprié qui garantit que nous obtenons tous les complexes antioxydants tels que les vitamines (A, C, E), les fruits, les légumes, les huiles végétales... et aussi les minéraux tels que le sélénium, le zinc, le cuivre. Et le manganèse, que l'on trouve dans les légumineuses et les fruits de mer. Noisettes, huîtres, etc. Les actifs végétaux tels que les polyphénols sont également connus pour ses propriétés antioxydantes. On le trouve notamment dans le cacao, le thé vert, le café, etc .

(Pour lutter contre les radicaux libres, le corps peut utiliser des enzymes telles que la peroxydase, la catalase, le superoxyde dismutase, la glutathion réductase (une enzyme qui utilise le NADH) et les enzymes productrices de NADH. Elles vont limiter l'action des radicaux libres.) (Biotech-ecolo).

II.4. Antioxydants enzymatiques

Ceux-ci comprennent des enzymes telle que la Superoxyde dismutase (SOD) ; la Catalase (CAT) ; la Glutathion peroxydase (GSH-PX) et la Glutathion réductase (GSH-rd) Il agit pour éliminer la toxicité des radicaux libres et les ramener au niveau normal en contrôlant les niveaux de certains ions tels que le fer et le cuivre .

➤ Superoxyde dismutase (SOD)

La fonction de cette enzyme est de restaurer la vitalité des cellules et de réduire la vitesse de leur destruction Il existe deux types de cette enzyme ; une avec du cuivre et une avec de zinc , le premier agit pour protéger le cytoplasme cellulaire des radicaux libres résultant des activités métaboliques, et le second agit pour protéger les mitochondries des cellules .

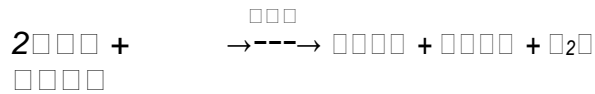
➤ Catalase (CAT)

On le trouve dans la plupart des organismes vivants et dans tous les organes du corps, et il est surtout concentré dans le foie, les reins et les globules rouges. Il agit pour se débarrasser de l'hydrogène peroxyde en le convertissant en eau car il convertit l'oxyde d'hydrogène résultant de la respiration dans les tissus leur accumulation conduit à l'empoisonnement et à la mort des cellules.

Il présente la deuxième étape du système de défense des cellules après la SOD.

➤ Catalase (CAT)

Cette enzyme est située dans les mitochondries et le cytosol et est l'un des systèmes enzymatiques antioxydants les plus importants. Régule le niveau de peroxydes en accélérant la conversion du glutathion réduit en glutathion oxydé après avoir éliminé les peroxydes organiques comme indiqué dans les équations (en bas du paragraphe), cette enzyme réduit les dommages cellulaires causés par l'excès de radicaux libres. (**ali khdir elrikabi ;2019**)



II.5. Antioxydants non enzymatiques

Polyphénols et flavonoïdes : Les flavonoïdes constituent le groupe le plus important de substances naturelles polyphénoliques de notre alimentation. Ce sont des composés ubiquistes que l'on retrouve dans les plantes (the, raisin, cacao, blé, orge, maïs, fruits et légumes...). Ils attirent l'attention de puis

Quelques années à cause de leurs propriétés antioxydants (Figure 11). En effet, ils sont capables de piéger des radicaux libres, d'inhiber la peroxydation lipidique en réduisant les radicaux hydroxyl, superoxyde et peroxy. Ils sont aussi capables de piéger les ions métalliques, car ils ont des propriétés chélatrices (Justine O, 2005).

II.6. Antioxydants synthétiques

De nombreux composés phénoliques simples d'origine végétale comme la vitamine C, la catéchine, la quercétine, les isoflavones, l'acide caféique ou encore l'acide gallique sont très appréciés pour leur pouvoir antioxydant.

L'hydroxyanisole butylé (BHA), l'hydroxytoluène butylé (BHT), les esters d'acide gallique (gallate de propyle, gallate d'octyle et gallate de dodécyle) sont des antioxydants synthétiques lipophiles. Le BHA et le BHT sont les deux plus couramment utilisés. Ces substances sont principalement utilisées comme

Conservateurs, à faible concentration, dans les produits cosmétiques et alimentaires pour protéger les graisses du rancissement. Cependant, leur utilisation reste controversée, car les produits de dégradation du BHA et du BHT sont suspectés d'être cancérogènes.

II.6.1. Antioxydantes endogènes

Les antioxydants endogènes sont synthétisés dans les cellules et comprennent à la fois les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques. Les principaux antioxydants enzymatiques comprennent la superoxyde dismutase (SOD), la glutathion peroxydase (GPX) et la catalase (CAT).

II.6.1. Antioxydantes exogènes

La plupart des fruits et légumes contiennent une variété d'antioxydants et, avec les antioxydants endogènes, les antioxydants exogènes consommés dans les aliments contribuent également à la protection des cellules contre les radicaux. Les principaux antioxydants alimentaires comprennent la vitamine E (tocophérols et tocotriénols), la vitamine C (acide ascorbique), les caroténoïdes (par exemple, Le β -carotène), les flavonoïdes, l'acide alpha-lipoïque et plusieurs oligo-minéraux. (Traber et Stevens, 2011). La vitamine E est soluble dans les lipides et reste l'un des antioxydants les plus répandus dans la Nature ; elle protège les membranes des cellules contre les dommages dus aux radicaux (**Traber et Stevens, 2011**) et le vitamine E.

CHAPITRE III

**Rosmarinus
officinalis**

III.1. Généralité

Le romarin, ou *Rosmarinus officinalis* de son nom en latin est une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacée set son parfum résineux rappelle immédiatement la Méditerranée, originaire de la région méditerranéenne, elle pousse dans la nature à l'état sauvage. Aujourd'hui cultivé partout dans le monde en raison de ces nombreux bienfaits. **(Al-Sereiti MR et al., 1999)**

Depuis l'Antiquité, les Grecs le l'assimile à la déesse Aphrodite et les Romains le faisaient brûler pour son effet bienfaisant cette tradition et appliquer jusqu'à aujourd'hui par les Étudiant en Grèce. Les anthropologues et archéologues ont retrouvé des traces de son utilisation dans divers domaines en Égypte, Mésopotamie, Chine et Inde antiques.

Aujourd'hui encore, en Grèce en le trouve sous forme de rituel chez les étudiants, le Romarin a traversé les siècles en tant que remède naturel pour de nombreuses cultures. **(Stefanovits-Banyai et al., 2003).**

Employé depuis des milliers d'années à des fins culinaires et médicinales. En effet, cette plante présente une richesse en composés actifs tels que des antioxydants... etc.

Lui confère des propriétés bénéfiques pour l'organisme, largement utilisé en médecine traditionnelle comme un agent stimulant et analgésique doux, et il est reconnu comme l'une des herbes les plus efficaces pour traiter diverses affections telles que les maux de tête, la mauvaise circulation sanguine, les troubles inflammatoires, ainsi que la fatigue physique et mentale. **(Al-Sereiti MR, Abu-Amer KM, Sen P, 1999; holmes, 1999; Hamidpour et al, 2017)**

III.2. Classification botanique

A connue par sa systématique suivante : (Quezel et santa, 1963)

Tableau 02 : systématique de *Rosmarinus officinalis*

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Les noms communs de *Rosmarinus officinalis* :

Berbère : Azir, yiazir

Arabe : Iklil el jabal

Français : Herbe aux couronnes, romarin des troubadours, rose marine, encensier

III.3. Répartition géographique

Le romarin est originaire du bassin méditerranéen, notamment du sud de l'Europe, du nord de l'Afrique et du Moyen-Orient aux altitudes faibles (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, France, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie et Italie). Il pousse à l'état sauvage dans les zones côtières, les collines et les montagnes, maquis, pelouses sèches ; souvent sur sols calcaires. (Escuder O,2007), (Quezel et Santa,1963 ; Gilly, 2005)

Cependant, en raison de son utilisation populaire comme plante culinaire, médicinale et ornementale, le romarin est maintenant cultivé dans de nombreuses régions du monde, y compris en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Australie, en Asie et dans certaines parties de l'Afrique (Ribeiro-Santos et al., 2015)

III.4. Composition chimique de *ROSMARINUS OFFICINALIS*

Le romarin contient de nombreux composés chimiques, notamment des acides phénoliques tels que l'acide rosmarinique, des flavonoïdes tels que la lutéoline et la quercétine, des terpènes tels que le camphène, le pinène et le cinéole, des diterpènes tels que le carnosol et le carnosique, des triterpènes tels que l'acide ursolique et des stéroïdes tels que le bêta-sitostérol. Ces composés sont responsables des propriétés médicinales et aromatiques du romarin.

III.5. Huile essentielle

Une huile essentielle est un liquide concentré et aromatique obtenu à partir de plantes, d'herbes, de fleurs, d'écorces, de racines ou d'autres parties de plantes. Les huiles essentielles sont extraites par distillation à la vapeur d'eau ou par pression à froid, et elles contiennent les composés aromatiques naturels de la plante à partir de laquelle elles sont obtenues.

Les huiles essentielles sont souvent utilisées en aromathérapie pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé, mais elles sont également utilisées en cosmétique, en parfumerie, en cuisine et dans d'autres domaines.

III.6. Propriétés physico- chimiques

La plupart des huiles essentielles sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les huiles et les solvants organiques tels que l'alcool, l'huile d'olive et l'huile de jojoba. Connues pour leur odeur forte et caractéristique, sont généralement liquides à température ambiante et ont une densité inférieure à l'unité, à l'exception de quelques cas (**Dhifi, 2016**).

HE se composent principalement de terpènes (mono- et sesquiterpènes), ainsi que des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. La composition exacte des huiles essentielles peut varier selon la plante, la partie de la plante utilisée et la méthode d'extraction. (**Nowicki, 2019**)

III.7. Les principaux composés des huiles essentielles

Les principales molécules présentes dans les huiles essentielles de *R. officinalis* sont le camphre, α -pinène, le 1,8-cinéole, le camphène et le bornéol. D'autres composés, tels que le β -pinène, le limonène et l'eucalyptol, peuvent également être présents en quantités moindres.

La composition exacte de l'huile essentielle peut varier en fonction de facteurs tels qu'origine géographique de la plante, les conditions de culture et le moment de la récolte (**Machado et al, 2013 ;Vilela et al, 2016**).

Ces molécule (camphre, l' α -pinène, - pinene) leur donne des activités Anti-inflammatoire, Antidépresseur, Antalgique, Antioxydant, Antifongique., (**Bajalan et al, 2017 ;Takayama et al, 2016 ;De Melo et al, 2011**).

Étude expérimentale

I. Présentation du site d'accueil

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau 3 sites :

- L'animalerie du département S.N.V de l'université 20 Août 1955 skikda.
- Pour les coupes histologiques ont eu lieu au niveau de l'hôpital : Saed Qarmish Al-Saudi et Ammar-Humaida au niveau du service d'anapath Skikda.
- L'analyse sanguine est réalisée au laboratoire médical de la DOS Sonatrach.

II. Matériel et méthodes

II.1. Végétal

La matière végétale utilisée dans cette étude est représentée par des feuilles de *Rosmarinus officinalis* récoltées au mois de mars 2023 dans la région de Collo, Les expériences de séchage sont réalisées à l'air libre à l'abri du soleil (température ambiante 18°C) pendant 1 mois.

L'extraction de H.E a été réalisée au niveau du laboratoire du département S.N.V de l'université 20 aout 1955-skikda, sur un montage d'hydrodistillation.



Figure 01 : la plante de *Rosmarinus officinalis*

II.1.1. Préparation et conservation de la plante

Le matériel végétal est séché à température ambiante à l'air libre et à l'abri du soleil pendant 15 jours. Afin de préserver au maximum l'intégrité de ses molécules, les feuilles sèches ainsi obtenues sont broyées et conservées dans des flacons fermés hermétiquement.

II.1.2. Extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*

L'huile essentielle du romarin est extraite par le procédé d'hydro distillation, grâce à un appareil de type Clevenger qui est constitué d'un chauffe ballon permettant la distribution homogène de la chaleur, un ballon en verre pyrex où l'on place la matière végétale séchée et l'eau distillée et une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant). Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide dans l'eau portée à ébullition. La vapeur saturée en huiles essentielles traverse un serpentin où elle se condense pour donner deux produits : l'eau florale et l'huile essentielle (Tongnuanchan et Benjaku, 2014).

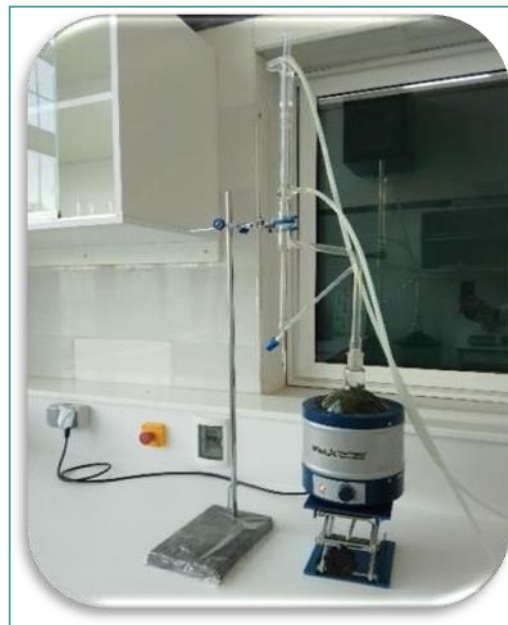


Figure 02 : hydrodistillateur

II.1.3. Protocole

- 100 g de la partie aérienne séchée (feuilles) de la plante est émietée puis introduite dans un ballon monocol de 800L.
- Une quantité suffisante d'eau distillée est ajoutée dans le ballon sans pour autant le remplir à fond, pour éviter tous débordements lors de l'ébullition.
- À l'aide d'un chauffe ballon, le mélange est porté à ébullition pendant 3 h.
- Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le tube vertical puis dans le serpentin de refroidissement où aura lieu la condensation.
- Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans un collecteur. L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de cette dernière.
- L'huile ainsi obtenue est récupérée par décantation puis traitée par un déshydratant, le sulfate de sodium (Na_2SO_4), pour éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenue dans l'huile.

(MOUAS Y et al .2017).

II.1.4. Évolution de l'activité anti radicalaire (DPPH)

II.1.4.1. Préparation de la solution DPPH

Nous avons utilisé le teste DPPH (1,1-diphényl-di-picrylhydrazyl) Pour évaluer l'activitéantioxydant de l'huile essentielle de romarin.

La solution de DPPH est obtenue en dissolvant 3 mg de la poudre dans 90 ml d'éthanol. L'huile essentielle a été préparée par dissolution dans l'éthanol absolu pour obtenir une solution mère pour les différentes concentrations (**Nicklisch, et al ,2014**)

II.1.4.2. Réalisation du test

Le test s'effectue en mélangeant 2 ml de la solution précédente de DPPH avec 2ml de l'huile à tester à différentes concentrations (1-1.2-1.4-1.6-1.8-2). Après une période d'incubation de 30 minutes à la température du laboratoire, l'absorbance est lue à 517 nm.

L'antioxydant de référence ou le contrôle positif (acide Ascorbique) a été aussi préparé selon la même méthode avec des mêmes concentrations pour la comparaison.

II.1.4.3. Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est calculé comme suit :

$$I \% = ([A \text{ Blanc} - A \text{ échantillon}] / A \text{ blanc})$$

A blanc : l'absorbance du témoin (contenant tous les réactifs sans le produit à tester).

A échantillon : l'absorbance du test.

Le graphique de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration

De l'huile essentielle permet de déterminer l'IC 50 correspondant à 50 % d'inhibition et qui constitue l'activité antioxydant de l'huile essentielle. (**Wu, S-J., and Ng, L-T. 2008**)

II.2. Animal

12 lapins male adulte en bonne santé et vaccines, d'un poids corporel moyen d'(1kg).



Figure 03 : Cobayes

II.2.1. Protocole

On à diviser les 12 lapins au début de leur adaptation pour optimiser notre expérience, cela est fait dans 4 cages métallique de 3 lapins , après une période de 10 jour d'adaptation le premier groupe témoin il ne reçoit rien, le deuxième groupe a été traité avec de l'acétate de plomb à une dose de 80 mg/kg (**BENHADDOU I et al., 2019**) de poids corporel administré par voie orale (gavage) chaque jour pendant les 15 jours de l'expérience. Le troisième groupe a reçu l'huile essentielle de romarin à une dose quotidienne de 200 µl/kg de poids corporel, également par voie orale. Le quatrième groupe a reçu à la fois de l'acétate de plomb et de l'huile essentielle de romarin avec une heure d'intervalle voir (**figure 04**)

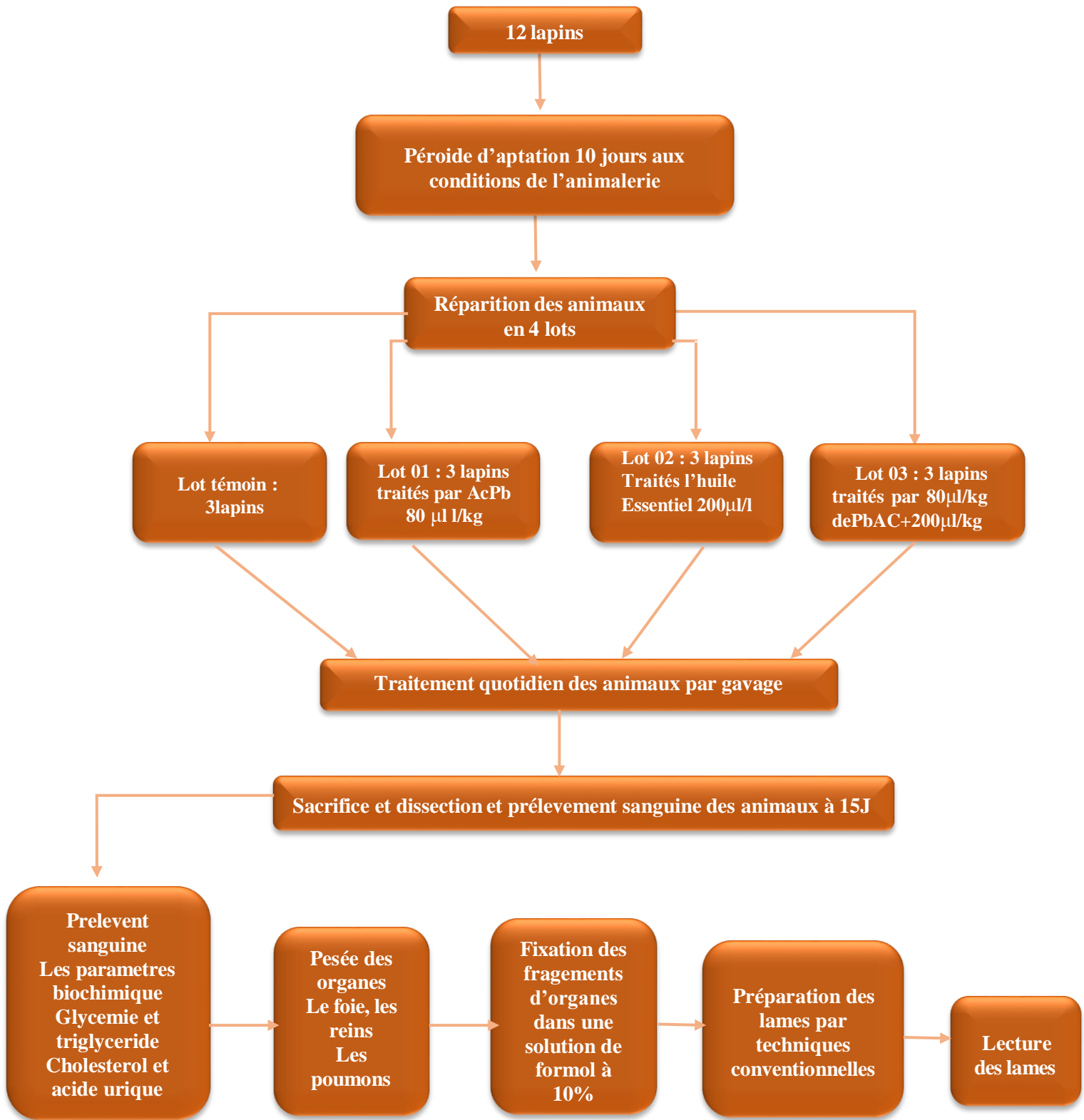
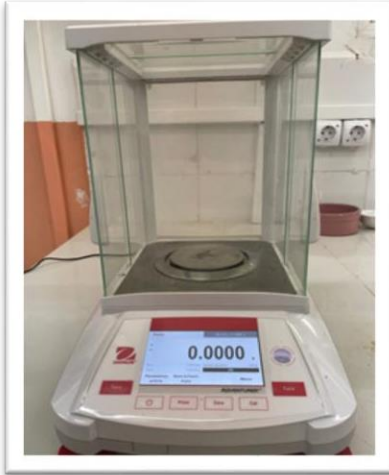


Figure 04 : Schéma de protocole expérimental

II.2.2. Matériel du laboratoire

Le matériel utilisé est présenté dans la figure ci-dessus :



La balance



Spectrophotomètre



Bistouri et ciseaux



Les cassettes



Sonde de gavage

Figure 05: Appareillage utilisé

II.2.2.1. Substance et solvant chimique

Le matériel utilisé est présenté dans la figure ci-dessus :

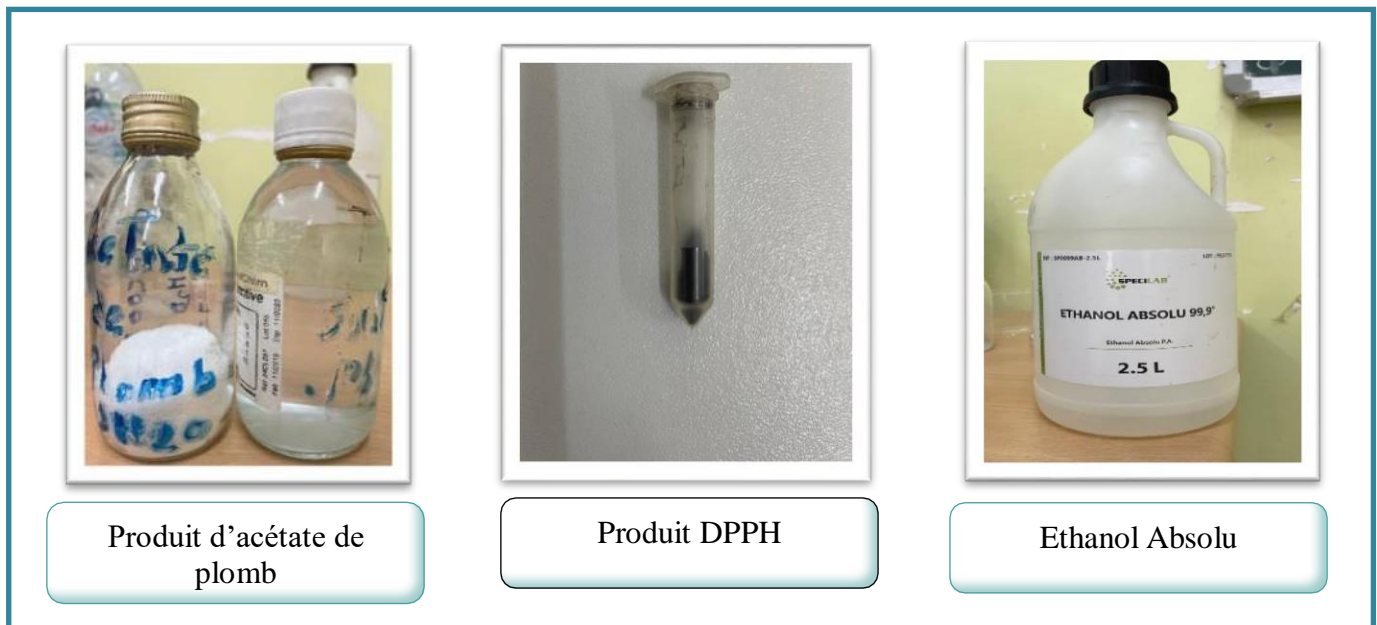


Figure 06: Substance et solvant utilisé

II.2.3. Prélèvement sanguine

Après une période de 15 jours, les animaux sont sacrifiés par décapitation ; le sang est immédiatement recueilli dans tubes sec étiquetés voir (**figure07**) ce qui permis la détermination des paramètres biochimiques.

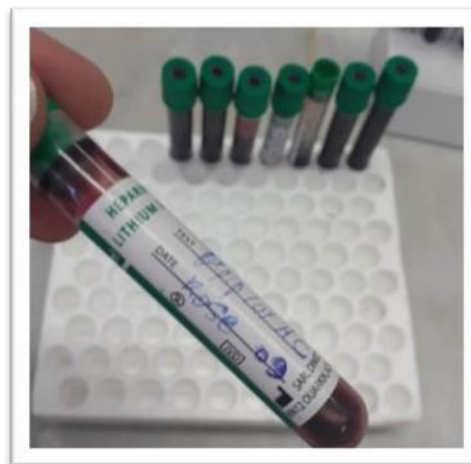


Figure 07 : Tube hépariné

II.2.4. Dissection

Suite au sacrifice, une dissection complète des cadavres a été réalisée afin de prélever le foie, les reins et les poumons. Après avoir été débarrassés de leur tissu adipeux, les organes ont été lavés avec une solution physiologique, puis pesés à l'aide d'une balance analytique.

Des échantillons d'organes ont ensuite été fixés dans une solution de formol à 10% en vue d'une étude histologique voir (**figure 09**)



Figure08: Sacrifice

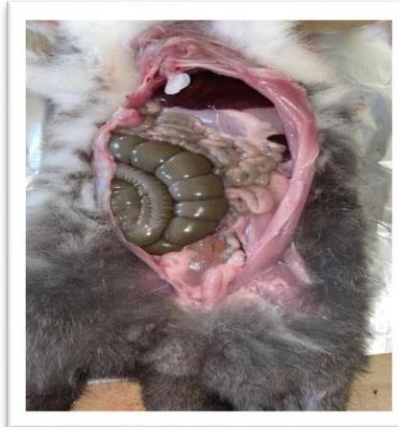


Figure 09: Dissection
des lapin



Figure10: Prélèvement
des organes

II.2.5. Etude histologique

Les coupes histologiques ont été réalisées par la technique qui comporte les étapes suivantes :

➤ Fixation

Les organes prélevés et placés dans une solution de formole 10%



Figure11 : pot à selles pour les
organes

➤ **Lecture macroscopie**

En fait la lecture macroscopique se la pièce selon et les dimensions et l'état, selon le volume de la pièce, on utilise soit un couteau soit un bistouri pour le découpage.

Après découpage on met les échantillons dans des cassettes codées.



Figure12: découpage des organes

➤ **Traitement des tissus**

Le traitement des tissus a été réalisé par un automate (Leica TP 1020) qui effectue la déshydratation par passage dans une série de bains d'éthanol à concentration croissants (70%, 80%, 95% et 100%).



Figure 13: Automate de traitement des tissus

➤ **Inclusion et confection des blocs**

Les échantillons sont mis dans des cassettes puis imprégnés à chaud par une paraffine de routine dont le point de fusion est de 54°C à 56°C (figure14) La paraffine coulée au quart dans des moules en acier inoxydable chauffés à 60°C et les fragments de tissus y sont déposés. Après solidification de la paraffine, les blocs formés sont congelés à -20°C.



Figure 14 : Station d'enrobage en paraffine slee MPS et Plaque réfrigérante pour

➤ **Dégrossissement les coupes**

Les blocs de paraffine sont préalablement taillés avant d'être réduits en coupesmicroscopiques de 5 µm d'épaisseur à l'aide d'un microtome (figure15). Les coupes sont ensuite étalées dans un bain marie à 50°C (figure 15) puis collées sur des lames par l'albumine et séchées à 60°C pendant 1 heure pour éliminer la paraffine.



Figure 15 : Microtome rotatif et Bain marie pour les coupeshistologiques

➤ Coloration

Après séchage à l'étuve à 37°C pendant au moins deux heures, les lames sont colorées en Hématoxyline-Eosine (H&E) dont l'hématoxyline colore les noyaux en violet, et l'éosine colore le cytoplasme en rose. Cette coloration a été effectuée manuellement selon le protocole suivant :

- Déparaffinage par passage dans deux bains de xylène de 15 mn chacun.
- Réhydratation par passage dans deux bains d'éthanol absolu pendant 5 minutes.
- Un bain d'alcool à 70° pendant 5 minutes.
- Coloration avec l'hématoxyline pendant 25 minutes.
- Rinçage dans l'eau de robinet pendant 15 minutes.
- Coloration à l'éosine pendant 15 minutes.
- Lavage à l'eau pour éliminer l'excès de colorant.
- Déshydratation dans l'alcool à 70° pendant 10 minutes puis dans l'alcool absolu 3 minutes.



Figure16 : Étuve à Co2 et vers de coloration.

Résultats et discussion

III.1. Résultat de test de DPPH réalisé pour l'huile essentiel de romarin

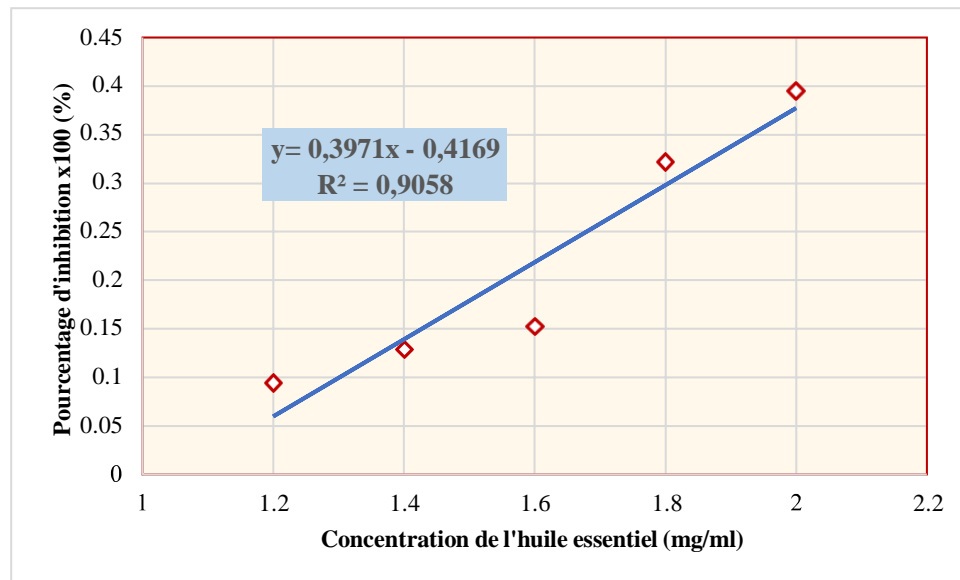


Figure 17 : Courbe représentatif du résultat du test de DPPH

La courbe de test DPPH révèle une diminution de l'absorbance en fonction de la concentration de l'échantillon de romarin. Cela indique que le romarin possède des composés antioxydants capables de neutraliser efficacement les radicaux libres du DPPH.

Cette observation confirme la présence de composés antioxydants dans le romarin, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui jouent un rôle clé dans la capacité du romarin à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs.

III.1.2. Signes cliniques

Suite à l'observation clinique, il a été remarqué une perte de poils chez tous les sujets traités avec de l'acétate de plomb, et seulement chez un sujet traité avec une combinaison d'huile essentielle (HE) et d'acétate de plomb (AcPb). Un lapin du groupe 3, traité avec une dose de 80 mg/kg de AcPb, est décédé le cinquième jour de l'expérimentation suite à une faiblesse physique caractérisée par de la fatigue et une immobilité réduite. De même, un lapin du groupe 4, traité avec une dose de 80 mg/kg de AcPb et avec 200 UI d'HE de romarin, est mort le neuvième jour sans présenter de symptômes apparents. Une décoloration des dents et des excréments a également été observée chez tous les lapins traités uniquement avec du AcPb, ainsi que chez ceux traités avec d'HE et de AcPb.

III.1.3. Variations du poids corporelle

Tableau 05 : représentatif du changement du poids corporel du premier jour d'adaptation au dernier jour de l'expérimentation

la date	08.05.2023	14.05.2023	18.05.2023	19.05.2023	22.05.2023	28.05.2023	30.05.2023	01.06.2023
Lot01 : témoin								
Gris	679	731	800	860	899	924	962	989
Blanche	800	892	922	968	986	1002	1050	1055
noir et blanc	1200	1420	1490	1502	1530	1542	1549	1561
Lot02: Acetat plomb								
Noir	750	826	942	940	935	926	910	905
Mouve	1222	1500	1530	1451	1447	1400	1394	1380
Lot03: l'heuille essentiell								
Mouve	1045	1163	1173	1198	1276	1290	1305	1236
Rose	646	761	853	866	990	991	991	1008
Rouge	1351	1446	1430	1438	1476	1448	1456	1459
Lot04: AC+HE								
ROSE	1107	1423	1391	1384	1367	1439	1468	1416
blanch	640	711	764	784	790	878	890	900

L'administration d'acétate de plomb aux lapins entraîne une perte de poids corporel
 L'acétate de plomb perturbe l'absorption des nutriments essentiels, ce qui limite leur apport
 Pour la croissance et le maintien du poids corporel. De plus, il affecte négativement le
 Fonctionnement des organes et des systèmes, tels que le système digestif, le système nerveux
 Et les fonctions hépatiques.

Cela entraîne une diminution de l'appétit, une altération de la digestion et de l'assimilation des
 Nutriments, ainsi qu'un déséquilibre du métabolisme énergétique. L'exposition au plomb peut
 Également provoquer des réactions inflammatoires et des dommages cellulaires, contribuant
 Ainsi à la perte de poids corporel

III.1.4. Les paramètres Biochimique

Tableau 04 : représente les concentrations sériques du Glycémie, Créatinine, Triglycérides, Cholestérol total, acide urique, ASAT (TGO), ALAT(TGP), PAL,Urée.

Les paramètres	Témoin (n=3)	Acétate de plomb (n=3)	Huile essentielle + acétate de plomb (n=3)	Huile essentielle (n=3)
Glycémie (g /l)	0.97	1.67	1.45	0.79
Créatinine (mg/l)	8,02	10	9.56	8.46
Triglycérides (g/l)	0.81	7.93	7.80	1.69
Phosphatase Alcaline (U/l)	105	170	155	50
TGO (U/l)	61	90	82	9
TGP (U/l)	44	87	61	8
Urée (g/l)	0.2	0.67	0.63	0.06
Cholestérol total (g/l)	1.51	4.29	3.99	0.95
Acide urique (mg/l)	5	197	193	86

III.1.4.1. Variation des paramètres biochimique sériques

➤ Glucose

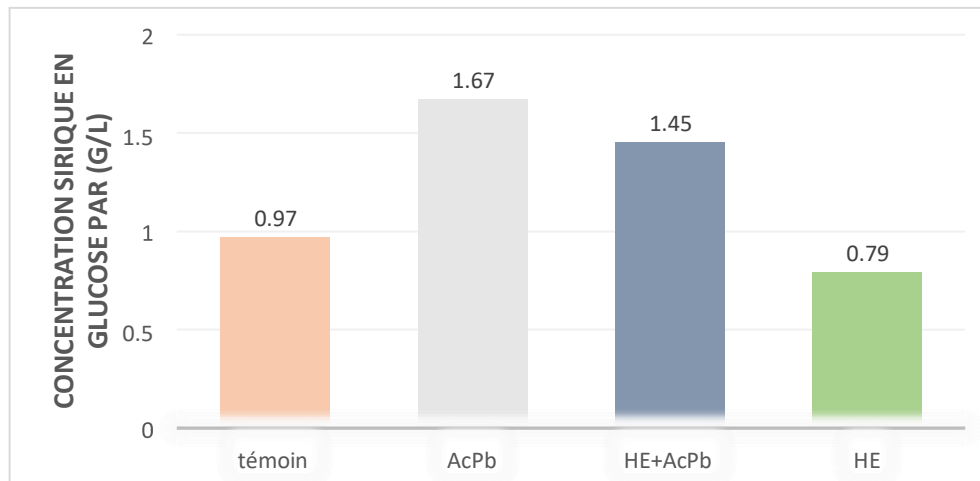


Figure 18 : Histogramme de la variation du glucose dans le sang

Les résultats obtenus révèlent une augmentation de la concentration sérique du glucose dans le sang chez le lot traité par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

En revanche, on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE.

On constate aussi une diminution chez le lot traité par HE en comparaison aux les autres lots.

➤ Urée

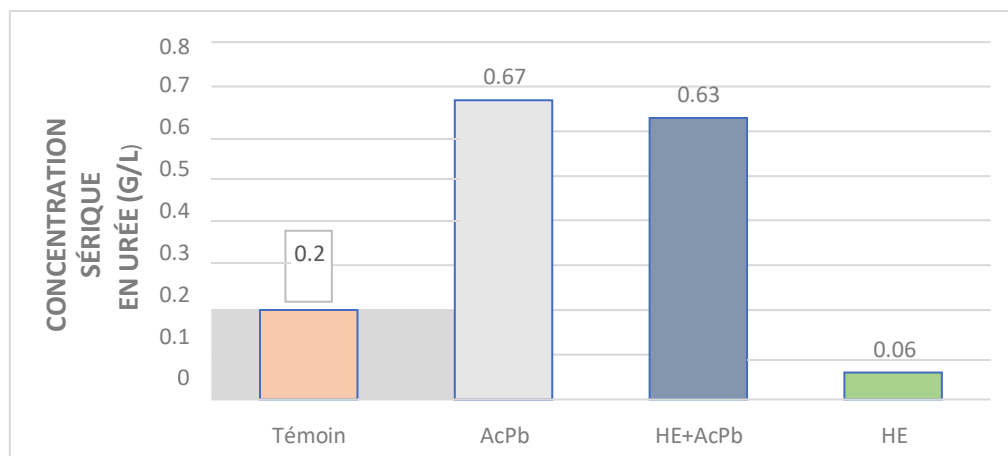


Figure 19 : Histogramme de la variation de l'urée dans le sang

L'analyse de la concentration sérique de l'urée révèle l'existence d'une augmentation chez les lots traités par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

Cependant, on constate une réduction est observée dans le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traite par AcPb seul.

En revanche, on constate une diminution chez le lot traité par HE en comparaison aux les autres lots.

➤ Créatinine

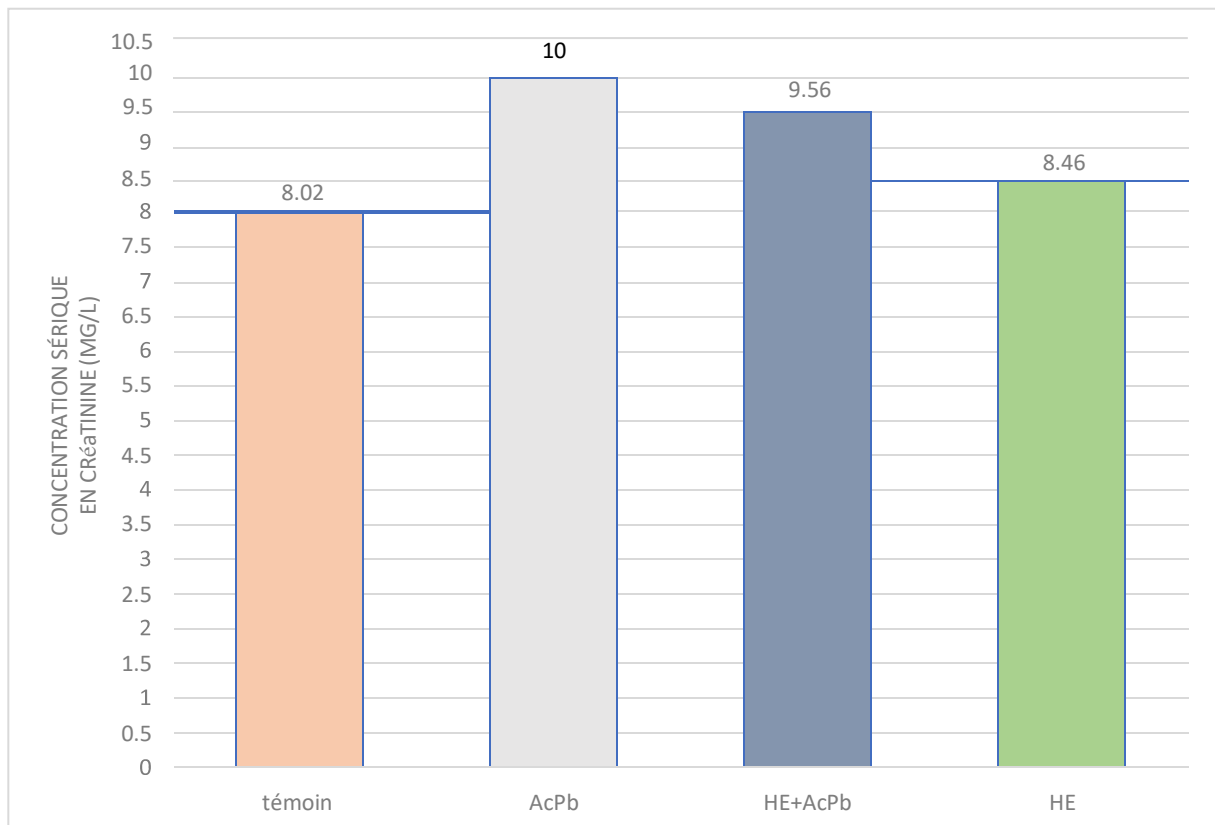


Figure 20 : Histogramme de la variation de la créatinine dans le sang

L'évaluation de la créatinine sérique fait apparaître une augmentation chez les lots traités par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

Par contre on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traite par AcPb seul.

➤ L'acide urique

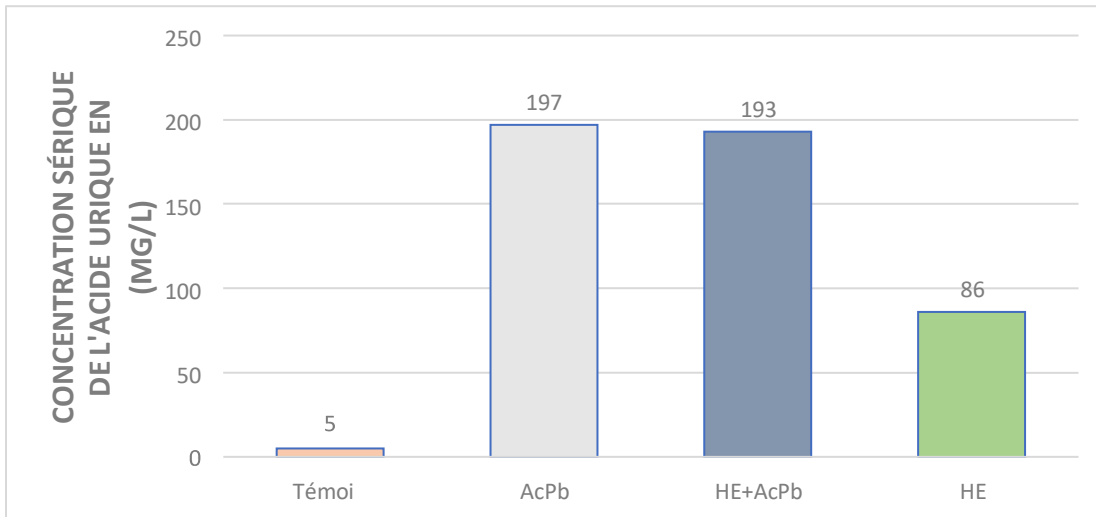


Figure 21 : Histogramme de la variation du L'acide urique dans le sang

Les résultats montrent aussi que la concentration sérique de l'acide urique a révélé une augmentation chez les lots traités par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

Par contre on observe une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traité par AcPb seul.

En revanche, on constate une augmentation chez le lot traité par l'HE en comparaison au lot témoin.

➤ Triglycéride

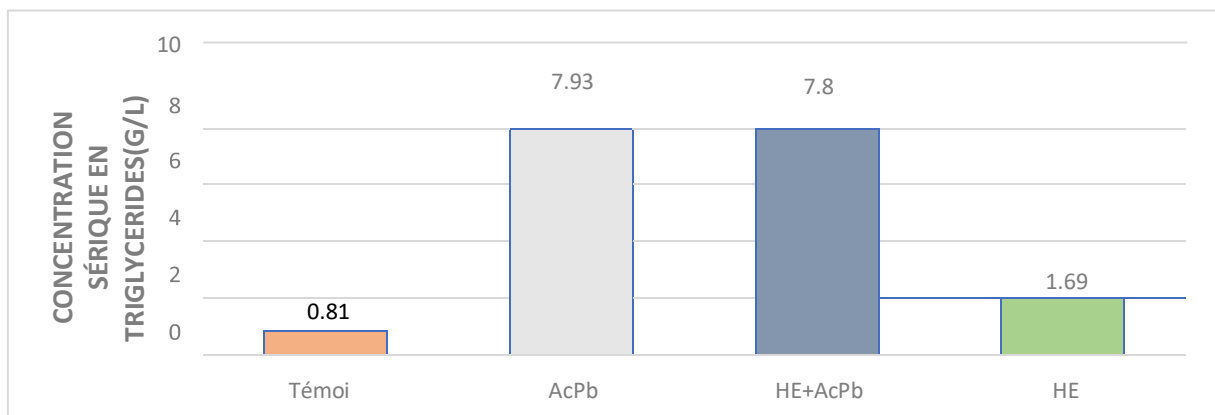


Figure 22 : Histogramme de la variation du triglycéride dans le sang

Résultats et discussion

Les résultats obtenus révèlent une augmentation de la concentration sérique du triglycéride chez le lot traité par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

En revanche, on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traité par AcPb seul. Par contre, on constate une augmentation chez le lot traité par HE en comparaison au lot témoin.

➤ Cholesterol

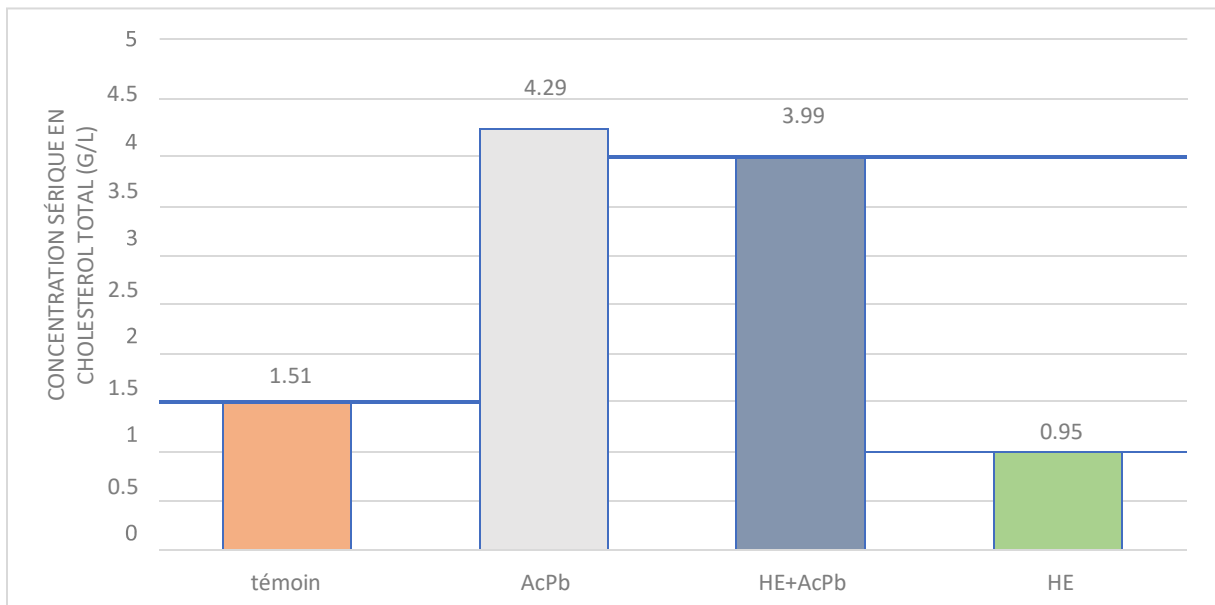


Figure 23 : Histogramme de la variation du cholestérol dans le sang

En ce qui concerne la concentration sérique du cholestérol total, fait apparaître une augmentation chez le lot traité par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

Par contre on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traité par AcPb seul.

On constate une diminution chez le lot traité par HE en comparaison aux les autres lots.

III.1.4.2. Variation de l'activité sériques de quelque marqueur enzymatique

➤ **Alcaline PAL**

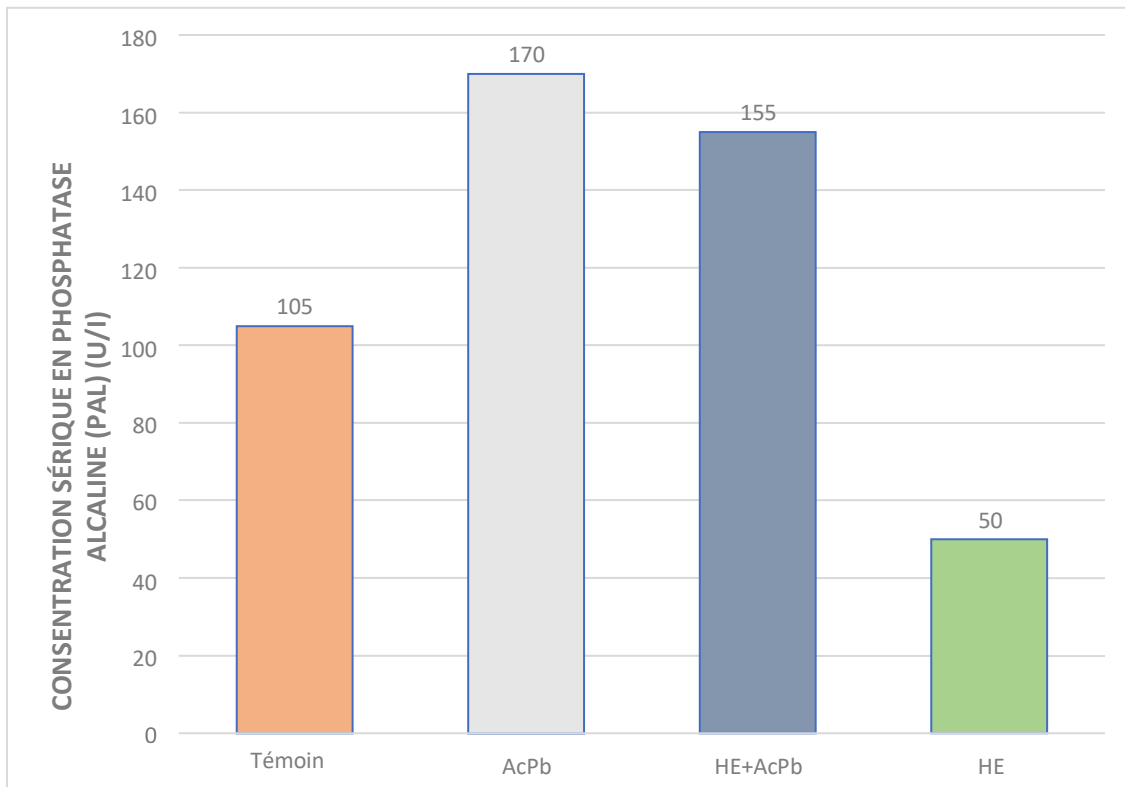


Figure 24 : Histogramme de la variation du phosphatase alcaline (PAL) dans le sang

En ce qui concerne les niveaux de l'activité enzymatique sérique de la PAL, une augmentation chez le lot traité par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE avec une heure d'intervalle respectivement en comparaison au lot témoin.

On a enregistré une diminution de l'activité enzymatique de la PAL chez le lot traitée à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traite par AcPb seul.

En revanche, on constate une diminution de l'activité enzymatique de la PAL chez le lot traité par HE en comparaison au lot témoin.

➤ Aminotrasfèrease AST ou TGO

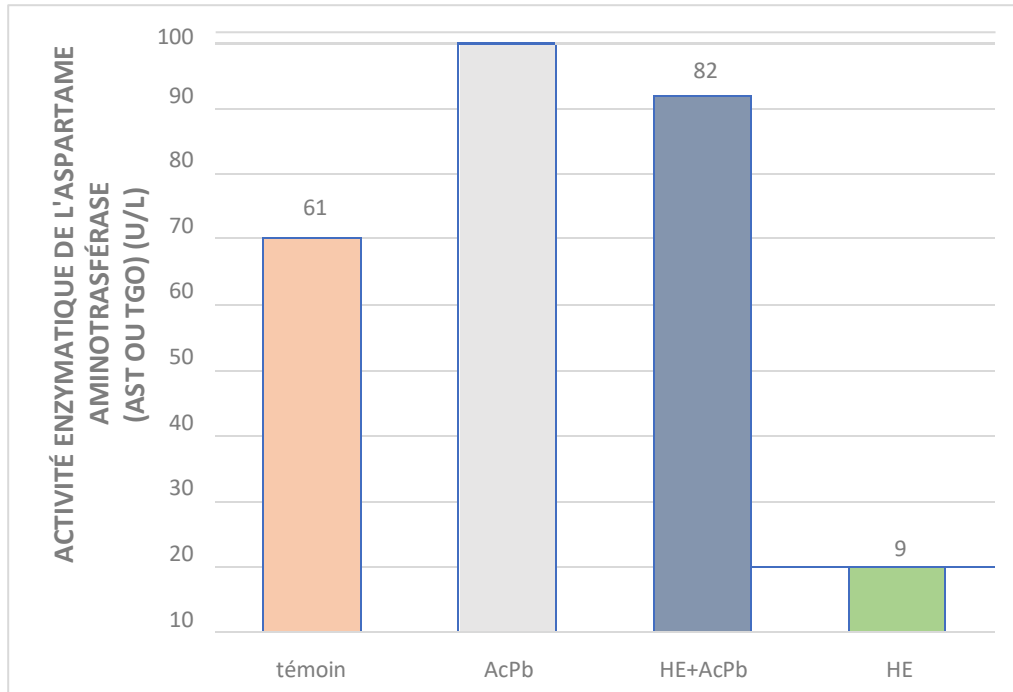


Figure 25 : Histogramme de la variation du L'aspartame aminotrasfèrease (AST ou TGO) dans le sang

Les résultats montrent que l'activité enzymatique sérique de AST est augmentée chez le lot traité par AcPb seul et le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE respectivement en comparaison au lot témoin.

En revanche, on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traité par AcPb seul.

Aussi on note une diminution chez le lot traité par HE en comparaison aux autres lots.

➤ L'alanine aminotransférase ALT ou TGP

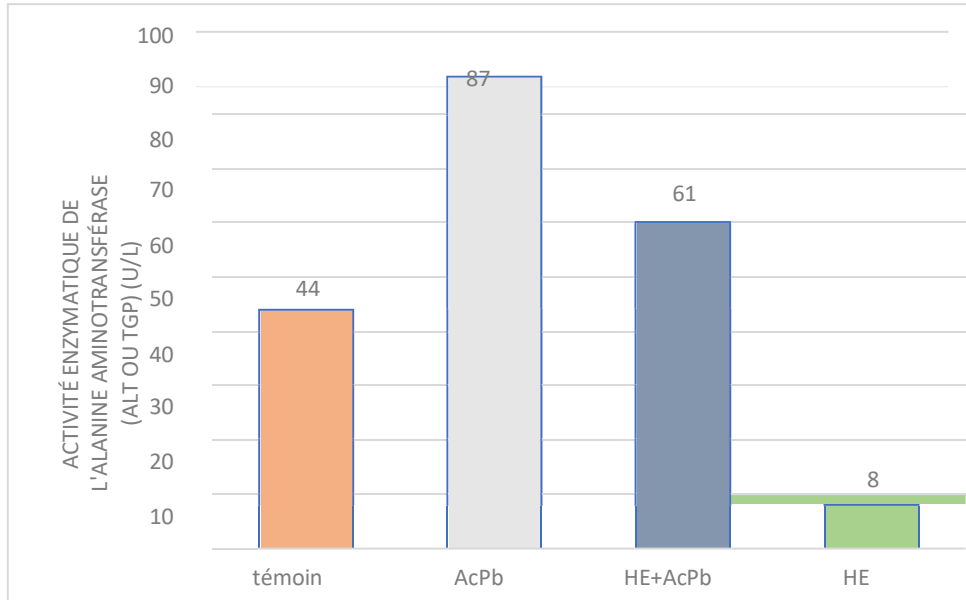


Figure 26 : Histogramme de la variation du L'alanine aminotrasférase (ALT ou TGP) dans lesang

Les résultats montrent que l'activité enzymatique sérique de L'aspartame aminotrasférase (ALT) est augmentée chez le lot traité par AcPb et le lot traite à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE respectivement en comparaison au lot témoin.

En revanche, on constate une diminution chez le lot traité à la fois par l'AcPb et après un intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison au lot traite par AcPb seul.

Aussi, on note une diminution chez le lot traité par HE en comparaison aux les autres lots.

III.1.5. Résultat de l'étude histologique

Les résultats de l'étude histologique des différents organes sont illustrés dans les

Figures suivantes. Le rein, le foie, les poumons ont présentés des lésions modérées à sévères en relation avec une sensibilité des animaux à l'intoxication par l'acétate de plomb et HE. Aucun changement microscopique n'a été observé chez les animaux du groupe témoin

➤ **Témoin**

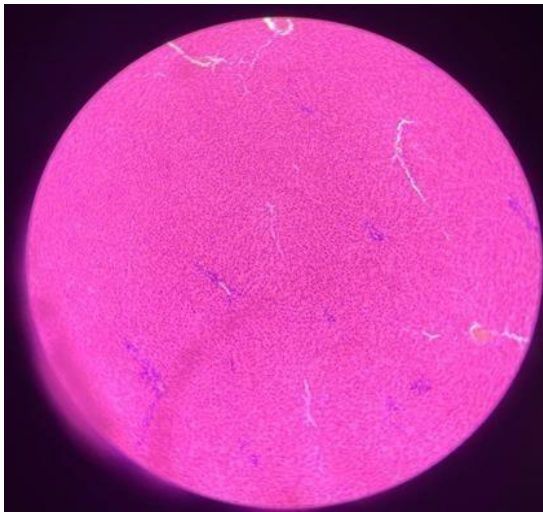


Figure 27 : Coupe histologique du foie de lapin témoin (G×10)

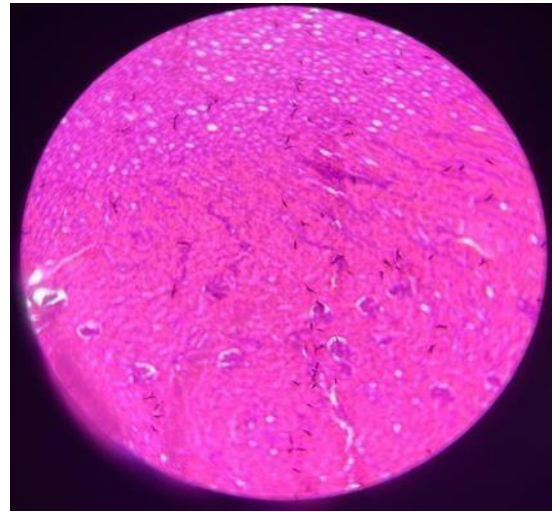


Figure 28 : Coupe histologique du rein de lapin témoin (G×40)

➤ **Effet de l'acétate de plomb sur l'histologie du foie et les poumons**

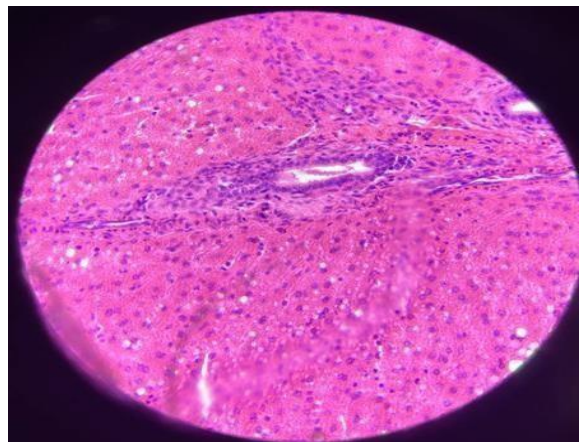


Figure 29 : Coupe histologique du foie de lapin (G×40)

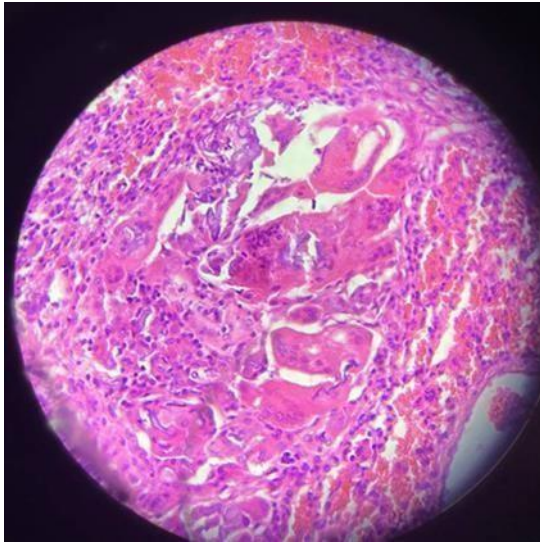


Figure 30 : Coupe histologique du rein de lapin (**G×40**)

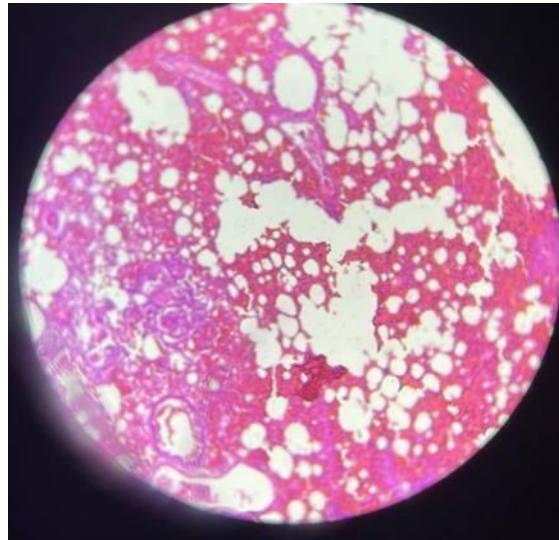


Figure 31 : Coupe histologique du poumons (**G×40**)

L'examen histologique du foie et rein des lapins du groupe qui a été exposé à une solution d'acétate de plomb à une concentration de 2 mg pendant 15 jours a montré qu'il existait deux types d'hépatite, inter hépatocytaire et pérépartale

Ce qui confirme la présence d'un grand nombre de lymphocytes pour lutter ces infections. Donc la toxine fait une inflammation dans le foie. L'examen histologique des reins a également montré l'intégrité des tissus. Parce que l'acétate de plomb n'affecte pas les reins pendant cette période.

➤ Effet de EH sur histologie de foie et les reins et les poumons

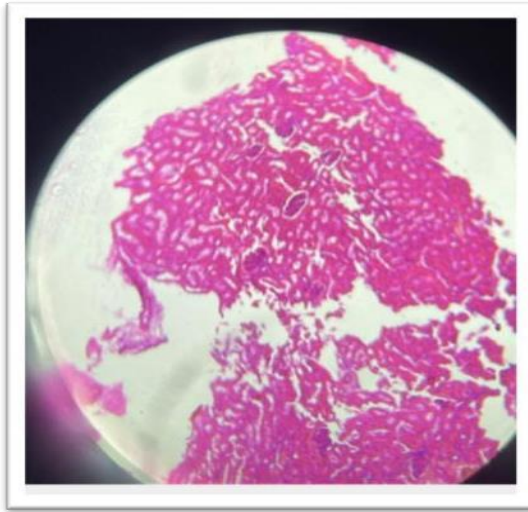


Figure 32 : Coupe histologique du foie de lapin (G×10)

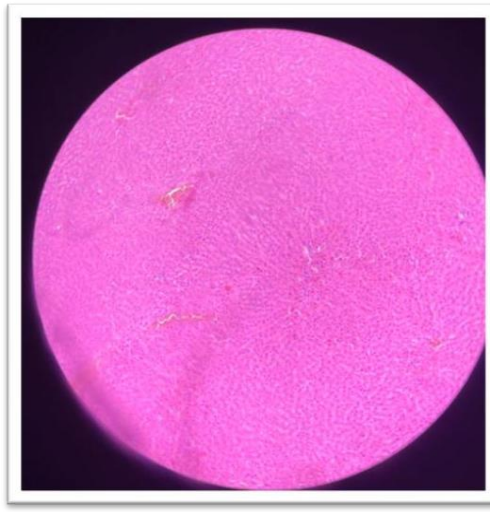


Figure 33 : Coupe histologique du rein de lapin (G×10)

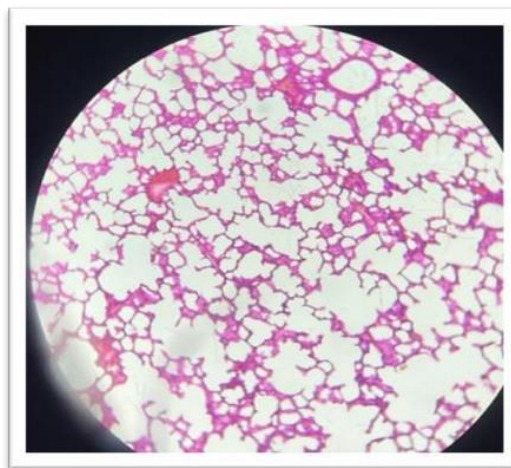


Figure 34 : Coupe histologique du poumon de lapin (G×10)

Examen histologique des foies, des reins et des poumons des lapins du quatrième groupe exposés à l'huile uniquement, nous avons constaté l'intégrité de toutes les cellules en plus des vaisseaux sanguins normaux.

➤ **Effet de AC+HE sur histologie de foie et les reins et les poumons**

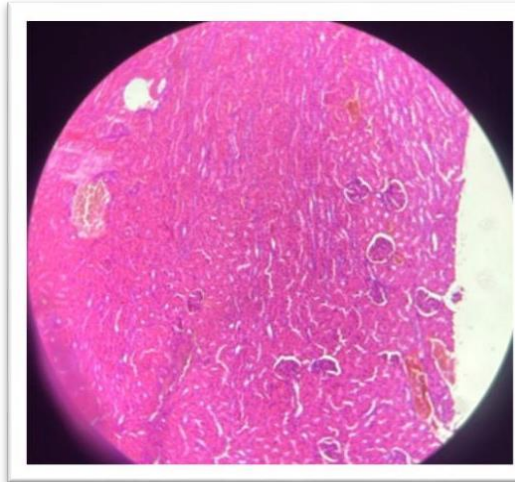


Figure 35 : Coupe histologique du foie de lapin (G×10)

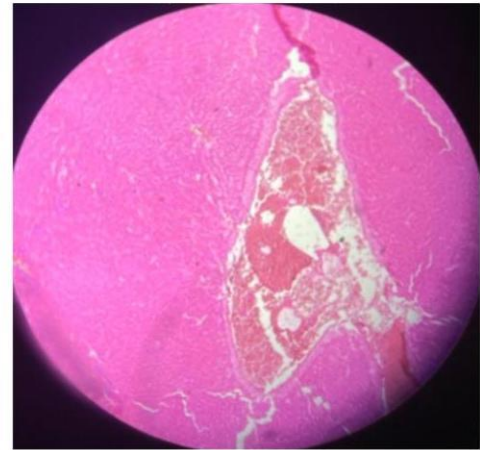


Figure 36 : Coupe histologique du rein de lapin (G×10)

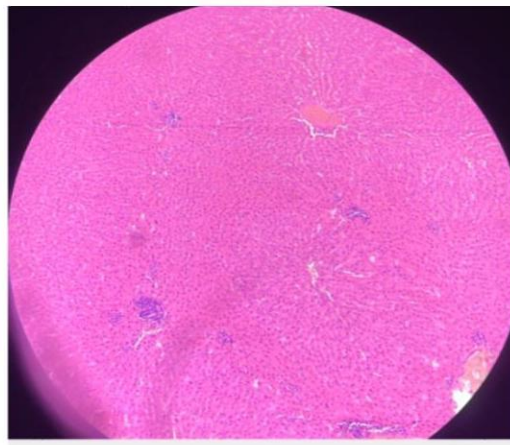


Figure 37 : Coupe histologique du poumon de lapin (G×10)

Grâce à un examen histologique microscopique du foie, des reins et des poumons de lapins exposés à une dose d'acétate de plomb pendant une période de 15 jours tout en leur administrant de l'huile essentielle pendant la même période, nous avons remarqué dans le tissu hépatique une congestion des vaisseaux sanguins, avec là l'intégrité des tissus des reins et des poumons. Et les alvéoles d'aspect normal, aucun réaction de congestion vasculaire.

III.2. Discussion

Dans notre étude l'objectif est de déterminer tous les effets bénéfiques liée à l'huile essentiel de romarin dans la diminution du stress oxydatif induit par l'acétate de plomb par gavage oral a une dose de 80mg/kg poids de corps dans une expérience de 15 jours.

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre la production de radicaux libres, également appelés espèces réactives de l'oxygène, et la capacité du corps à neutraliser ces radicaux. Les radicaux libres sont des molécules instables qui peuvent endommager les cellules et les tissus du corps. Le stress oxydatif peut être causé par divers facteurs tels que l'exposition à des agents toxiques, le stress, une alimentation déséquilibrée ou des maladies. Il est associé à de nombreuses maladies, notamment les maladies cardiovasculaires, le vieillissement prématuré, les troubles neurologiques et certains types de cancer. Les antioxydants, présents dans certains aliments et produits naturels, peuvent aider à neutraliser les radicaux libres et réduire le stress oxydatif (**Chenikhar, 2019**).

Le Romarin est une plante médicinale largement utilisée et appréciée, présente dans de nombreux Produits pharmaceutiques et utilisée en médecine traditionnelle. Il est réputé pour ses propriétés Bénéfiques telles que ses effets antioxydants, antimicrobiens, analgésiques et anti-inflammatoires (**Al-Sereiti MR, Abu-Amer KM, Sen P,1999**),

L'acétate de plomb est connu pour ses effets toxiques sur les animaux, provoquant des altérations au niveau de plusieurs organes et systèmes. Il peut causer des dommages au système nerveux, au système gastro-intestinal, aux reins, au foie et aux poumons, entre autres.

D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré une diminution significative du poids corporel des lapins traités par l'acétate de plomb (entre le début et la fin de l'expérimentation) par rapport aux autres lots, nos résultats concordent avec ceux obtenus précédemment dans plusieurs recherches et études (**Lorenzo et al., 1978 ; Zhang et al., 2010 ; Ibrahim et al., 2012**). Où l'utilisation de l'acétate de plomb chez les lapins a été associée à une réduction de la prise de poids corporel.

L'administration d'acétate de plomb aux lapins entraîne une perte de poids corporel due à plusieurs facteurs.

L'acétate de plomb perturbe l'absorption des nutriments essentiels, ce qui limite leur apport pour la croissance et le maintien du poids corporel. De plus, il affecte négativement le fonctionnement des organes et des systèmes, tels que le système digestif, le système nerveux et les fonctions hépatiques.

Cela entraîne une diminution de l'appétit, une altération de la digestion et de l'assimilation des nutriments, ainsi qu'un déséquilibre du métabolisme énergétique. L'exposition au plomb peut également provoquer des réactions inflammatoires et des dommages cellulaires, contribuant ainsi à la perte de poids corporel **(Marija et al. 2004)**.

Au niveau biochimique dans nos conditions durant 15 jour avec une dose de 80mg/kg d'acétate de plomb et d'une dose de 200ul/kg de l'huile essentiel de romarin Lors de la comparaison des lapins traités à l'acétate de plomb seul et ceux traités à la fois avec l'acétate de plomb et l'huile essentielle de romarin, des différences significatives ont été observées au niveau des paramètres biochimiques, les marqueurs hépatiques.

Dans le groupe traité à l'acétate de plomb seul, on a constaté une élévation de l'urée, ce qui peut indiquer une altération de la fonction rénale. **(Nandi et al.,2006)**

L'acétate plomb induit une augmentation significative de la concentration sérique de l'urée et de l'acide urique, qui est considéré comme un biomarqueur de la dysfonction rénale et la filtration glomérulaire cette augmentation est expliquée par les dommages rénaux et l'effet neurotoxique provoqués par l'acétate plomb (**finco, 1997 ; thet Greglambal et SAROJA,2004 ; nandi et al.,2006 ; El-demerdash et al.,2009**).

Lors de notre étude, une augmentation significative de la concentration sérique de cholestérol et de triglycérides a été observée chez les lapins exposés à l'acétate de plomb par rapport au groupe témoin. Cependant, dans le groupe traité à la fois avec l'acétate de plomb et l'huile essentielle de romarin, cette augmentation était atténuée. Cette observation suggère que l'huile essentielle de romarin peut jouer un rôle dans la régulation du métabolisme des lipides chez les animaux exposés à l'acétate de plomb **(A. Bouyahya et al., 2014)**

De plus, une augmentation de la glycémie a été observée, suggérant un déséquilibre du métabolisme du Glucose dû à l'acétate de plomb, cette même augmentation et diminué par rapport au lot traité à la fois par l'AcPb et l'HE (après intervalle d'une heure) et même chez le lot traité que à l'huile essentiel

Car le romarin est couramment utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter l'hyperglycémie. Des études ont démontré les effets hypoglycémiantes de l'extrait éthanolique de romarin chez les lapins normo-

Glycémiques et hyper-glycémiques. L'administration d'une dose de 200 mg/kg de cet extrait a produit des effets optimaux, indépendamment des effets de l'insuline (**Fadi, 2011**).

De même, (**Al-Jamal et al., 2011**) ont évalué l'activité hypoglycémisante de l'extrait aqueux de *R. officinalis* sur le glucose plasmatique des rats diabétiques. L'administration de romarin a entraîné une réduction de 20% du taux de sucre ce qui confirme nos résultats obtenus.

Pour l'activité enzymatique, nous avons constaté une augmentation hautement significative de l'activité enzymatique des transaminases (TGP, TGO) chez le groupe injecté par le plomb, cette augmentation est liée d'une part à l'effet hépatotoxique du plomb ou l'accumulation de ce métal et les métabolites toxique de la peroxydation lipidique provoque une lésion des cellules hépatiques qui déversant leurs contenu tels que les transaminases dans le sang (**klaassen et Watkine,1984 ;Ronald et koretz , 1992**), Ce résultat est confirmé par les constatations Histologique de foie.

Flower (1991) a confirmé l'insuffisance rénale chez les rattes traitées par AcPb peut être interprété par l'augmentation des concentrations d'urée et de créatinine par rapport au témoin, ces résultats sont en accord avec les travaux de **Thylambal et Saroja (2004)** qui ont montré que les cellules rénales ne sont plus capables de contrôler le processus d'excrétion urinaire, car les reins sont parmi les organes les plus sensibles au l'acétate de plomb.

Le cholestérol sanguin a également été élevé, on peut expliquer ça par un dysfonctionnement métabolique. Les marqueurs hépatiques tels que les enzymes hépatiques ont montré des altérations, reflétant un dysfonctionnement hépatique potentiel (**Gesquière L et al.,1999**).

En revanche, dans le groupe traité à la fois avec l'acétate de plomb et l'huile essentielle de romarin, une tendance à la normalisation de ces paramètres a été observée. L'huile essentielle de romarin possède des propriétés hépatoprotectrices qui peuvent contribuer à maintenir l'intégrité fonctionnelle du foie et à réguler les marqueurs hépatiques. De plus, elle peut aider à réguler la glycémie et le métabolisme du cholestérol, favorisant ainsi des niveaux plus sains de ces paramètres (**Wang et al., 2012**).

Les résultats histologiques ont révélé que Le premier groupe, qui a servi de groupe témoin, n'a reçu aucun traitement particulier. Les résultats histologiques obtenus pour ce groupe ont montré des organes normaux et sains, tant au niveau des poumons, du foie que des reins. Ces résultats fournissent une base de comparaison pour évaluer les effets des traitements administrés aux autres groupes.

Chez les cobayes traité à l'acétate de plomb. Les analyses histologiques ont révélé la présence

D'un kyste parasitaire, une hépatite, ainsi qu'une inflammation interpatocytaire et périportale au niveau du foie. Aucune altération significative n'a été observée au niveau des poumons, tandis que les reins ont observé une petite lésion insignifiante. Ces résultats suggèrent que l'acétate de plomb peut entraîner des altérations significatives au niveau hépatique, sans affecter de manière notable les autres organes étudiés ce qu'on peut l'observer dans l'étude effectuée déjà qui met en évidence que l'acétate de plomb peut entraîner une inflammation hépatique, des dommages cellulaires, une accumulation des lipides et un dysfonctionnement de la détoxification dans le foie. Ces effets peuvent altérer la fonction hépatique et entraîner des problèmes de santé. **(Zhang et al., 2010).**

Chez le lot soumis à une combinaison d'acétate de plomb et d'huile essentielle de romarin. Les résultats histologiques ont montré des poumons normaux, similaires au groupe témoin. Au niveau hépatique, une infiltration discrète a été observée, mais aucune présence de kyste parasitaire, d'hépatite ou d'inflammation significative n'a été détectée. Les reins sont restés normaux, sans signe de détérioration. Ces résultats suggèrent que l'huile essentielle de romarin peut potentiellement atténuer certains effets néfastes de l'acétate de plomb sur le foie, sans avoir d'impact sur les poumons et les reins il convient de souligner que des études qui identifient des altérations significatives sont liées à l'acétate de plomb et à sa capacité à générer des problèmes hépatiques et rénaux **(Jarrar et Taib, 2012 ; Suradkar et al. 2010).**

En conclusion, nos résultats indiquent que l'huile essentielle de romarin peut offrir une protection contre les altérations histologiques induites par l'acétate de plomb, en particulier au niveau du foie et des poumons. Ces observations suggèrent un potentiel d'utilisation de l'huile essentielle de romarin dans la prévention ou le traitement des effets néfastes du stress oxydatif. Cependant, des études supplémentaires sur une durée plus prolongée sont nécessaires pour confirmer ces résultats et explorer davantage les mécanismes d'action de l'huile essentielle de romarin.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Ce travail a été effectué pour valoriser l'utilisation des plantes médicinales qui sont considérées comme source des principes actifs qui nous permettent de contrôler le stress oxydatif responsable de nombreuses maladies.

L'étude des activités biologiques in vivo de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* Nous a permis d'obtenir des résultats intéressants.

La technique utilisée pour étudier l'activité antioxydante de l'huile essentielle est la méthode de piégeage du radical libre (DPPH) qui a révélé que l'huile essentielle a montré une activité antioxydante de notre expérience.

L'étude in vivo montre que l'administration de l'acétate de plomb à 80 mg/kg de poids corporel par voie orale (par gavage) chez les lapins pendant une durée de 15 jours, a provoqué des effets toxiques.

Nos résultats montrent que l'addition de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (200 µl/kg) avec l'acétate de plomb a amélioré les paramètres étudiés :

- Une augmentation du poids des lapins traités à la fois par L'AcPb et après intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison aux lapins traités par l'AcPb seul.
 - Une diminution des paramètres biochimiques (glucose, urée, créatinine, acide urique, triglycéride, cholestérol, AST, ALT et PAL) chez les lapins traités à la fois par L'AcPb et après intervalle d'une heure avec l'HE en comparaison aux lapins traités par l'AcPb seul.
 - Les coupes histologiques confirment la présence des problèmes hépatiques et rénaux chez les lots traités par l'AcPb seul. En revanche, chez les lapins traités à la fois par L'AcPb et après intervalle d'une heure avec l'HE, ces problèmes ont été atténués.
- L'étude physiologique montre :
- Une diminution du poids corporel durant la période de traitement chez les lapins traités par l'acétate de plomb par rapport aux témoins.

L'étude des paramètres biochimiques montrent :

- Une augmentation de l'activité sérique en glucose, urée, créatinine, acide urique, triglycéride et cholestérol chez les lapins traités par l'acétate de plomb par rapport aux témoins.
- Une augmentation de l'activité sérique des enzymes (AST, ALT et PAL) chez les lapins traités par l'acétate de plomb par rapport aux témoins.

L'étude des coupes histologiques montrent :

- Des problèmes hépatiques et rénaux chez les lotes traités par l'acétate de plomb par rapport au lot témoin.

Les perturbations enregistrées avec l'acétate de plomb sont améliorées par l'addition de l'huile Essentielle de *Rosmarinus officinalis* ce qui peut témoigner de l'effet antioxydant et protecteur de *Rosmarinus officinalis* contre l'effet oxydatif du l'acétate de plomb.

En fin, l'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances et source naturelle biologiquement active.

Dans la continuité de ce travail, plusieurs perspectives peuvent être envisagées :

- Analyse de l'enzyme du glutathion (le potentiel détoxifiant) pour mesurer le stress oxydatif.
- Élargir la durée de traitement.
- Utiliser d'autres voies d'administration de l'acétate de plomb
- Analyse de FNS
- Utiliser des lapins adulte

Références bibliographiques

A
– Al-Jamal A.R and Alqadi T. (2011). Effects of Rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i>) on lipid profile of diabetic rats. <i>Jordan Journal of Biological Sciences</i> .4(4): 199-204.
– A.Bouyahya ,Y. Bakri, A. Et-Touys, A. Talbaoui, A. Khouchlaa , S. Charfi, J. Abrini et Resistance to Antibiotics and Mechanisms of Action of Essential Oils against Bacteria , faculté des sciences, université Mohammed-V, Rabat, Maroc
– Al-Sereiti MR, Abu-Amer KM, Sen P: Pharmacology of rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> Linn.) and its therapeutic potentials. <i>Indian J Exp Biol.</i> 1999, 37 : 124-130.
– (ali khdir elrikabi ;2019) محاضرات مضادات الألكسدة/أ.د.على خضير الركاابي/2019/مضادات الألكسدة الازيمية
B
– Boutekdjiret C., Belabbes R., Bentahar F., Bessière J.M. Study of <i>Rosmarinus officinalis</i> L. essential oil and composition as a function of the plant life cycle, <i>J. Essent. Oil Res.</i> 1999, 11, 238-240.
– Boutekdjiret C., Belabbes R., Bentahar F., Bessière J.M. Study of <i>Rosmarinus officinalis</i> L. essential oil and composition as a function of the plant life cycle, <i>J. Essent. Oil Res.</i> 1999, 11, 238-240.
– Benhabiles N.E.H., Aït-Amar H. Comparative study of Algeria's <i>Rosmarinus eriocalys</i> and <i>R. officinalis</i> . <i>Perfumer & Flavorist.</i> 2001, 26 (5), 40-48
E
– Escuder O. <i>Plantes médicinales mode d'emploi.</i> Paris : Ulmer, 2007, 255p.
– El-Demerdash, F.M., Yousef, M.I., Radwan F.M.E. (2009). Ameliorating effect of curcumin on sodium arsenite-induced oxidative damage and lipid peroxidation in different rat organs. <i>Food and chemical toxicology</i> ; 47:429-254
F
– Fadi Z. (2011). Le romarin <i>Rosmarinus officinalis</i> Le bon procédé d'extraction Pour un effet thérapeutique optimal. Thèse de doctorat, université Mohammed .34 : 153p.
– Fowler BA, Du Val G. (1991). Effects of lead on the kidney: Roles of high-affinity lead binding proteins. <i>Environ Health Perspect.</i> 91: 77–80.
– Finco, D.R. (1997). kidney function. In: kaneko, j.j., Harvey, J.W., Bruce, M.L. <i>Clinical biochemistry of domestic animals.</i> Academic press, San Diego, California: 462:478
G
– Gesquière L, Loreau N, Minnich A, Davignon J et Blache D, 1999. Oxidative stress leads to cholesterol accumulation in vascular smooth muscle cells. <i>Free Radical Biology and Medicine</i> , 27(1–2) : 134–145.
J
– Justine, Odile, Carole pastre (2005). intérêt de la supplementation en antioxydants dans l'alimentation des

Références bibliographiques

carnivores domestiques, these presente pour obtenir le grade de docteur veterinaire.

K

Klaassen, C.D., Watkin, J.B (1984). Mechanism of formation, hepatic uptake and biliary extraction. *Pharmacol.Rev*;36 :1-67

L

- LARC (International Agency for Research on Cancer). LARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Some metals and metallic compounds. Lyon, France, 1980, 23, p. 438.
- LARC (International Agency for Research on Cancer). IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 23: Some metals and metallic compounds. Lyons France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1980, 352-415.

N

- **Nandi, D., Patra, R.Cc, Swarup, D. (2006)** oxidative stress indices and plasma biochemical parameters durinh oral exposure to arsenic in rats food and chemical toxicology ;44:1579- 1584.
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). National Occupational Hazard Survey (1972-74). Cincinnati, OH: Department of Health, Education, and Welfare, 1976
- **Nicklisch, S. C. T., & Waite, J. H. (2014).** *Optimized DPPH assay in a detergent-based buffer system for measuring antioxidant activity of proteins. MethodsX, 1, 233–238.*

P

- **P. Holmes:** Rosemary oil, *The International Journal of Aromatherapy.* (1999)

Q

- **Quezel, P., Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8)

R

- **Rao et al.,** Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): Impact of drying on its flavor quality, 1998
Ronald, L.,Koretz, M.D.(1992). Chronic hepatitis: science and superstition, In: Gitnick, G. *Current Hematology.* 12. Mosby-Year, Chicago:53-75

S

- **Stefanovits-Banyai, E., Tulok, M.H., Hegedus, A., Renner, C., Szollosi Varga, I. (2003)** Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) clones+
– *Acta Biologica Szegediensis.* 47 :111-113.
- **Souâd Akroum,** Étude des propriétés biochimiques des polyphénols et tannins issu de *Rosmarinus officinalis* et *Vicia faba* L., 2006
- **Sax, N.I.** *Hawleys Condensed Chemical Dictionary*, 11th edition. New York: Van Nostrand Reinhold Corporation, 1987, pp. 276, 490, 633, 635, and 732.

Références bibliographiques

- Sittig, M. Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens, 2 nd edition. Park Ridge, N.J., Noyes Publications, 1985, p. 95

T

- **Traber, M.G., and J.F. Stevens. (2011).** vitamins C and E : beneficial effects from a mechanistic perspective. Free Radic. Biol. Med. 51:1000-1013.
- **Thylambal R, Saroja PM. (2004).** Therapeutic efficacy of lipoic acid in combination with dimercaptosuccinic acid against lead induced renal tubular defects and on isolated brush-border enzyme activities. Chem Biol. 147: 259–271.

W

- **Wang J, Yang Z, Lin L, Zhao Z, Liu Z et Liu X, 2012.** Protective effect of Naringenin against lead-induced oxidative stress in rats. Biological trace element research, 146(3) : 354-359.

Y

- **Y. H. Hui et al.,** Handbook of Fruit and Vegetable Flavors, 2010

Z

- **Zhang, R., Niu, Y., Li, Y., Zhao, C., Song, B., Li, Y., & Zhou, Y. (2010).** Acute toxicity study of the interaction between titanium dioxide nanoparticles and lead acetate in mice. Environmental Toxicology and Pharmacology, 30(1), 52-60

Web graphie

https://www.reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=13540

https://www.reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=13540