

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOÛT 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

Option: Biochimie Appliquée

Intitulé

**Effet d'*Equisetum arvense* sur un modèle
d'inflammation colique induite par l'acide acétique
chez les rats de la souche *Wistar*.**

Présenté Par : - Melle Hamraoui aiech Manar

- Melle Habila Amina

- Melle HadeF Maroua

- Melle Khouder Roumaissa

Membres de Jury:

Mellahi L.

MCB Présidente

Univ. 20 août 1955- Skikda

Benzazia S.

MCA Directrice de mémoire Univ. 20 août 1955- Skikda

Bekhakheche M.

MCB Examinatrice

Université 20 août 1955- Skikda

Année universitaire 2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciement

Nous remercions tout d'abord « ALLAH » le tout puissant de nos avoir donnés la force et le courage pour achever ce travail.

*Nous tenons également à remercier **Dr.Mellahi Lamia** pour avoir présider ce mémoire et **Dr Bekhakheche M**, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

*Ensuite, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Dr Benzazia Samia**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous remercions aussi toute l'équipe de laboratoire de l' hall de technologie et plus précisément les ingénieurs **Nassira** et **Asma** pour leur aide généreuse et leur disponibilité constante, qui ont facilité la partie pratique de cette recherche.*

*Nos remerciements aussi à **Monsieur Karim** et **Madame Dounia** pour leur soutien et leur collaboration.*

*Nous tenos à remercier très sincèrement l'ensemble du membre de l'équipe de service d'**ANAPATH** de l'hôpital de frères **Saad Guermeche de Skikda** médcin chef **Dr.Dilmi Laïla**, chef service **Djamaa yamina**, chef d'équipe **Ben khaoua Kenza**, biologiste **Kifouche Sonia***

Enfin merci à ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans notre travail, nous les remercions du fond du cœur.

Merci à tous



Dédicace

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, **Omar et Saliha***

Mais aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

*A mes chères binômes, **Roumeissa, Amina et Maroua***

Pour ses ententes et ses sympathies.

*A tous mes amies, **Sara B, Sara H, Achouak R, Zeyneb M et***

Hayat B

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

*A mes chères cousines, **Rayane, Amira et Hadjar***

Qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

Merci

Manar



Dédicace

Je n'ai commencé qu'avec l'aide de Dieu, et je n'ai atteint la fin qu'avec Sa grâce. Louange à Lui au début comme à la fin.

*À moi, **Amina**, à celle qui n'a jamais abandonné, même quand le chemin semblait long et difficile. À celle qui a affronté les obstacles avec courage, persévérance et foi. Ce travail est le fruit de ta détermination, de tes nuits blanches, de ton silence plein d'efforts.*

Tu l'as fait Et tu peux être fière de toi.

À toute ma famille, votre amour est mon ancrage, votre foi en moi est ma force :

*À mon grand-père **Kizah Ali** et ma grand-mère **Bouhayassa Zineb**, vos valeurs, votre prière et votre amour continuent de me guider.*

*À ma chère mère **Ratiba, Kizah**, toi qui es la source de mon courage, le pilier de ma vie, et la lumière de mon chemin. C'est à toi que je dédie ce travail, fruit de ton amour, de tes prières et de ta présence constante. Merci d'avoir cru en moi, même dans mes moments de doute.*

*À mes frères **Youcef et Nacer Eddine**, merci pour votre soutien, votre confiance et vos encouragements silencieux mais puissants ; Vous avez été pour moi une force inestimable.*

*À ma sœur bien-aimée **Chaima**, merci pour ta douceur, ton écoute et ton amour inconditionnel, ta présence a toujours été un refuge.*

*À mes oncles **Abdelhakim et Zohir**, et à mes tantes **Souad, Samia et Houda**, merci pour vos mots chaleureux, votre amour sincère et votre soutien constant.*

*À mes amis fidèles : **MANAR, MAROUA, ROUMAISSA, HASNA** merci d'avoir été là, avec vos sourires, votre positivité et votre sincérité. Vous avez embelli ce parcours.*

Merci à tous

Amina



Dédicace

*Avec mes sentiments de gratitude les plus profondes et des mots sincères, Je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes **chers parents** qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite*

*À **mon cher père** pour avoir toujours cru en moi et pour ses nombreux sacrifices*

*À la prunelle de mes yeux, **Ma mère** pour ses encouragements, Son soutien et sa confiance en mes capacités J'espère qu'un jour je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, Que dieu leur prête bonheur et longue vie*

*Je dédie aussi ce travail à ma chère sœur **Douaa** et mon petit frère **Mohamed** et toutes mes amies*

À toute ma chère grande famille et tous ce que j'aime.

Roumaissa



Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

والحمد لله الذي أتمّ مشواري الدراسي وتوّجه بالنجاح، وله الشكر عدد خلقه ورضا نفسه وزينة عرشه ومداد كلماته

At this heartfelt moment, I wish to express my deepest gratitude to those who stood by me, believed in me, and made this journey meaningful.

To my dear mother,

the companion of my soul and my safe haven. It is thanks to her prayers, love, kindness, and sacrifices that I have reached this point. Thank you for your patience, your support, and your unconditional love. May Allah protect you and reward you for everything.

To my beloved father,

my source of safety and peace after Allah. You worked tirelessly and endured so much to pave my way, ease my path, and remove every obstacle from it. Thank you for everything, dear father. You are and will always be my strength and support.

To my dear sisters: Soulafa, Khaoula, Nesrine, and Imen,

you have always been my emotional support, my advisors, and the shoulder I lean on. I thank Allah every day for blessing me with you.

To my uncle Fatah,

you have always been like an older brother to me. I am grateful that Allah brought you into my life. Thank you from the bottom of my heart.

And finally, to myself,

for standing strong, persevering, and facing every difficulty with determination and courage. I am proud of how far I've come.

Maroua

Résumé

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet protecteur et anti-inflammatoire de l'extrait d'une plante médicinale *Equisetum arvense* sur un modèle d'inflammation colique induite par l'acide acétique chez les rats males de la souche *wistar*.

Une étude phytochimique préalable a révélé que l'extrait d'*Equisetum arvense* est particulièrement riche en polyphénols ($95,89 \pm 10,23 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait) et en flavonoïdes ($13,35 \pm 1,18 \mu\text{g EQ/mg}$ d'extrait), avec une activité antioxydant notable ($\text{IC}_{50} = 55.02$) comparée à celle de la vitamine C ($\text{IC}_{50} = 20$).

Dans la partie expérimentale, 20 rats males, ont été répartis équitablement en 4 lots ; G1(témoin), G2(traité avec l'extrait de la plante 500mg/kg/J), G3(soumis à une administration intra-rectale d'acide acétique à 5 %), cependant le G4 (traité à la fois par l'acide acétique et l'extrait de plante).

Après 3 jours de traitement, un prélèvement sanguin a été effectué pour l'étude hématologique et biochimique, ainsi qu'un prélèvement du côlon pour l'étude histologique.

Les résultats obtenus montrent que l'administration de l'acide acétique provoque plusieurs anomalies qui se traduisent par : la perte de poids, une augmentation significative de quelques paramètres biochimique et hémostase (Glucose, CRP, ferritine, fibrinogène), et diminution du fer.

Un changement notable dans les paramètres hématologiques se manifestant par une diminution des globules rouges, des plaquettes, d'hématocrites et des lymphocytes, ainsi une augmentation des globules blancs. L'évaluation histologique montre des altérations et des dommages histologiques au niveau du gros intestin.

En revanche, l'administration de l'extrait d'*Equisetum arvense* permet une amélioration notable de ces paramètres biologiques et de l'état histologique du côlon, suggérant un effet protecteur et anti-inflammatoire de la plante.

Mots Clés : colite, *Equisetum arvense*, activité antioxydant, activité anti-inflammatoire, flavonoïde, polyphénol, Protéine C-Réactive, Rats *wistar*.

Abstract

The aim of this work is to evaluate *in vivo* the protective and anti-inflammatory effects of the extract of the medicinal plant *Equisetum arvense*, on a model of colitis induced by acetic acid in male *wistar* rats.

Following a phytochemical study, *Equisetum arvens* was found to contain high level of polyphenols ($95,89 \pm 10,23 \mu\text{g EAG/mg}$ of dry extract) and flavonoids ($13,35 \pm 1,18 \mu\text{g EQ/mg}$ of dry extract), as well as high antioxidant activity with an $\text{IC}_{50}=55.02$ (for vitamin C : $\text{IC}_{50}=20$).

In the experimental part of the study, 20 male rats were divided equally into four lots : G1(control), G2(treated by plant 500 mg/kg/d), G3(treated by acetic acide 5% rectally), however G4 (treated by the combination acetic acide and plant).

After 3 days of treatment, blood samples were taken for hematological and biochemical studies, and colon sample for histological study.

The results obtained show that the administration of acetic acid induced several abnormalities including : weight loss, a significant increase in certain biochemical and hemostatic parametres(Glucose, CRP, ferritin, fibrinogen) and a decrease in iron level.

A noticeable change in hematological parameters , characterized by a reduction in (red blood cells, hematocrit, platelets and lymphocytes), along with an increase in white blood cells . Histological evaluation reveals structural alterations and damage to the colon.

However, the administration of *Equisetum arvense* extract induced an improvement in the parameters studied and colon structure, suggesting a protective and anti-inflammatory effect of the plant.

Key words : Colitis, *Equisetum arvense*, antioxidant activity, flavonoids, polyphenols, C-reactive protein, *wistar* rats.

الهدف من هذا العمل هو دراسة التأثير الوقائي والنشاط المضاد للالتهابات لمستخلص نبات ذيل الحصان *Equisetum arvense* ضد التهاب القولون الناجم عن حمض الخل لدى الجرذان الذكور من سلالة *Wistar*.

بعد دراسة بعض خصائص النبتة اتضح أنها تحتوي على كمية معتبرة من البوليفينولات (95,89 ± 10,23 µg EAG/mg من المستخلص الجاف) وكذلك الفلافونويدات (13,35 ± 1,18 µg EQ/mg من المستخلص الجاف). كما أظهرت النبتة نشاط مضاد للأكسدة مهم IC50=55.02 مقارنة بالمرجع فيتامين ج IC50=20

في الجزء العملي. الدراسة أنجزت على 20 جرذ ذكر بشكل متساوي الى أربعة مجموعات:

G1(شاهد) , G2(معالج ب جرعة 500ملغ/كغ/يوم من المستخلص الايثانولي لنبتة ذيل الحصان), G3 (معالج ب حمض الخل 5 % عن طريق الحقن داخل المستقيم) , أما G4 فقد تمت معالجتها بكل من حمض الخل و النبتة.

بعد 3 أيام من العلاج تم أخذ عينات من الدم لإجراء التحاليل الدموية والبيوكيميائية بالإضافة الى أخذ عينة من القولون للدراسة النسيجية.

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن حمض الخل أدى للعديد من الاضطرابات والتي تمثلت في فقدان الوزن, زيادة معنوية في بعض المؤشرات البيوكيميائية (الغلوكوز, البروتين المتفاعل C, الفيريتين و الفيرينوجين) و انخفاض في مستوى الحديد.

كما لوحظ تغير واضح في المؤشرات الدموية , تمثل في انخفاض كل من (عدد كريات الدم الحمراء, الصفائح الدموية, الهيماتوكريت و الخلايا اللمفاوية) مع زيادة عدد الكريات البيضاء. أظهرت الدراسة النسيجية وجود تلف و تغيرات واضحة في بنية أنسجة القولون.

في حين , أن إعطاء الجرذان مستخلص نبات ذيل الحصان ساهم في تحسين هذه المؤشرات البيولوجية و الحالة النسيجية للقولون, مما يشير الى تأثير وقائي و مضاد للالتهاب لهذا النبات.

الكلمات المفتاحية: التهاب القولون, *Equisetum arvense*, نشاط مضاد للأكسدة , نشاط مضاد للالتهاب الفلافونويدات, البوليفينولات, البروتين المتفاعل C , جرذان من سلالة ويستر.

Liste des abréviations

% : Pourcentage

n²⁰D : valeur d'indice de réfraction

AA : Acide Acétique

AINS : Anti Inflammatoire Non Stéroïdien

AIS : Anti Inflammatoire Stéroïdien

C° : Degré Celsius

Cm : centimètre

CoA : coenzyme A

DL50 : Dose létale à 50%

DPPH : 2,2-diph ényl-1-picrylhydrazyle

dyn cm : dyne-centimètre

EA: *Equisetum arvense*

EAG : Equivalent Acide Gallique

EQ : Equivalent Quercétine

ES : Extrait Sec

FB : fluide balance

g : Gramme

GB : Globule blanc

GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

GR : Globule rouge

HCT : Hématocrite

HGB : Hémoglobine

IC50 : Concentration inhibitrice à 50%

IFN- γ : Interféron gamma

IL-2 : Interleukine 2

Kg : kilogramme

l : Litre

LC/MS/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

mg : milligramme

ml : Millilitre

mNm: milli newton-mètre

Mt/an : Mégatonnes par an

N°CAS : Numéro Chemical Abstracts Service

PLT : Plaquette

PNN : Polynucléaires neutrophiles

RMN : Résonance Magnétique nucléaire

ROS : Espèces réactive de l'oxygène

SIRT1 : Sirtuin 1 protein

SP : Substance P : neuropeptide

SRA : Système de Récompense Associatif

Th1 : T helper 1

TNF : Tumor Necrosis Factor

U937 : Une ligne cellulaire dérivée d'un lymphome humain

VGM : Volume Globulaire Moyen

µg: Microgramme

µL : Microlitre

Liste des Tableaux

| N° | Titre | page |
|-------------------|--|-------------|
| Tableau 01 | Nomenclature de la plante <i>Equisetum arvense</i> . | 4 |
| Tableau 02 | Classification botanique d' <i>Equisetum arvense</i> | 4 |
| Tableau 03 | Liste des composés phytochimiques présents dans l' <i>E. arvense</i> | 7 |
| Tableau 04 | Propriétés physique de l'acide acétique | 14 |
| Tableau 05 | Classification des rats | 18 |
| Tableau 06 | L'évaluation du gain de poids durant 03 jours du traitement | 31 |

Liste des Figures

| N° | Titre | Page |
|------------------|--|-----------|
| Figure 01 | <i>Equisetum arvense</i> | 4 |
| Figure 02 | Parties d' <i>Equisetum arvense</i> | 6 |
| Figure 03 | Propriétés pharmacologiques de <i>E. arvense</i> avec leurs composés phytochimiques correspondants | 11 |
| Figure 04 | Classification des antioxydants | 16 |
| Figure 05 | L'animalerie de l'université de 20 Aout 1955 Skikda | 17 |
| Figure 06 | Photo représente la plante <i>Equisetum arvense</i> | 17 |
| Figure 07 | Les conditions d'élevage des rats | 18 |
| Figure 08 | Photo originale présente le broyage de l' <i>Equisetum arvense</i> | 19 |
| Figure 09 | Photos originale présentent les étapes de l'extraction | 20 |
| Figure 10 | la réduction du DPPH | 21 |
| Figure 11 | Schéma récapitulatif du protocole | 22 |
| Figure 12 | Mesure du poids du rat (photo originale, 2025) | 23 |
| Figure 13 | Technique de gavage et injection intra-rectale (photo originale, 2025). | 23 |
| Figure 14 | Dissection d'un rat (photo originale, 2025). | 24 |
| Figure 15 | Prélèvement du sang (photo originale). | 24 |
| Figure 16 | Les tubes de sang (photo originale). | 25 |
| Figure 17 | Le gros prélevé d'un rat, Conservation dans le formol (photo originale, 2025) | 25 |
| Figure 18 | Préparation des cassettes (photo originale, 2025) | 26 |
| Figure 19 | l'inclusion (photo originale, 2025) | 27 |
| Figure 20 | matériels de la coupe (photo originale) | 28 |
| Figure 21 | coloration hématoxyline d'Harris Eosine (HE) | 28 |
| Figure 22 | Matériel utilisés pour le montage des lames (photo originale, 2025) | 29 |
| Figure 23 | Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage de polyphénols totaux. | 30 |
| Figure 24 | Courbe d'étalonnage de la Quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.. | 30 |
| Figure 25 | La variation des concentrations du glucose (g/l). | 32 |
| Figure 26 | La variation des concentrations de ferritine (µg/ml) | 32 |
| Figure 27 | La variation des concentrations de CRP (mg/l) | 33 |
| Figure 28 | La variation de concentration du Fer (µg/dL) | 33 |
| Figure 29 | La variation du nombre des globules rouges ($10^6/\mu\text{L}$). | 34 |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Figure 30 | La variation d'Hématocrite % | 34 |
| Figure 31 | La variation de nombre des PLT ($10^3/\mu\text{L}$). | 35 |
| Figure 32 | La variation de nombre des GB ($10^3/\mu\text{L}$) | 35 |
| Figure 33 | La variation de nombre des lymphocytes ($10^3/\mu\text{L}$). | 36 |
| Figure 34 | La variation de la concentration du fibrinogène(g/l) | 36 |
| Figure 35 | Les coupes histologiques du gros intestin (photos originale, 2025) | 37 |

| | |
|--------------------------|----------|
| Introduction..... | 1 |
|--------------------------|----------|

Chapitre I : Synthèse bibliographique

| | |
|---|----------|
| 1. Les plantes médicinales :..... | 2 |
| 1.1 Définition d'une plante médicinale : | 2 |
| 2. La phytothérapie : | 2 |
| 2.1 Définition :..... | 2 |
| 2.2 Les types et les avantages de la phytothérapie | 2 |
| 2.3 Le principe et l'intérêt de la phytothérapie..... | 3 |
| 3. La plante médicinale <i>Equisetum arvense</i> :..... | 3 |
| 3.1 Définition :..... | 3 |
| 3.2 Nomenclature : | 4 |
| 3.3 Systématique de l'espèce :..... | 4 |
| 3.4 Répartition géographique : | 5 |
| 3.4.1 Habitat et conditions écologiques..... | 5 |
| 3.5 Description de la plante | 5 |
| 3.5.1 Morphologique | 5 |
| 3.5.2 La toxicité de la plante | 6 |
| 3.6 Composition phytochimique d' <i>Equisetum arvense</i> :..... | 6 |
| 3.6.1 Les polyphénols..... | 7 |
| 3.7 L'utilisation d' <i>Equisetum arvense</i> :..... | 7 |
| ➤ En médecine : | 7 |
| ➤ En fourragère : | 8 |
| ➤ En cosmétologie : | 8 |
| 3.8 Les effets pharmacologiques d' <i>Equisetum arvense</i> : | 8 |
| 3.8.1 Effet antimicrobienne | 8 |
| 3.8.2 Effet anti-inflammatoire | 9 |
| 3.8.3 Effets diurétique et antihypertenseur d' <i>Equisetum arvense</i> | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 3.8.4 Effet antioxydant | 10 |
| 3.8.5 Effet Antidiabétiques..... | 10 |
| 3.8.6 Effet anticancéreux | 10 |
| 3.8.7 Effet anti nociceptif | 10 |
| 3.8.8 Effet anti mutagène..... | 11 |
| 4. L'inflammation :..... | 12 |
| 4.1 Définition :..... | 12 |
| 4.2 Types de l'inflammation : | 12 |
| 4.2.1 L'inflammation aigüe Réponse immédiate | 12 |
| 4.2.2 L'inflammation chronique..... | 13 |
| 4.3 Les anti-inflammatoires :..... | 13 |
| 4.3.1 Les Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) | 13 |
| 4.3.2 Les anti-inflammatoires stéroïdiennes (AIS)..... | 13 |
| 4.3.3 Les anti-inflammatoire d'origine végétales..... | 14 |
| 5. L'acide acétique :..... | 14 |
| 5.1 Propriétés :..... | 14 |
| 5.2 Production de l'acide acétique : | 15 |
| 5.3 L'utilisation de l'acide acétique : | 15 |
| 6. Les antioxydants :..... | 15 |
| 6.1.1 Types des antioxydants..... | 15 |

Chapitre II : Matériel et méthodes

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| I. Matériels | 17 |
| 1. Matériel biologique : | 17 |
| 1.1 Matériel végétal :..... | 17 |
| 1.2 Matériel animale :..... | 18 |
| a. Classification des rats. | 18 |
| b. Les conditions d'élevage : | 18 |
| 1.3 Matériel chimique :..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4 Matériel d'étude au laboratoire : | 19 |
| II. Méthodes : | 19 |
| 1. Séchage de la plante : | 19 |
| 2. Préparation de l'extrait éthanolique : | 19 |
| 3. Etude quantitative : | 20 |
| 3.2 Dosage des flavonoïdes : | 20 |
| 3.3 Etude de l'activité antioxydant de l'extrait : | 20 |
| 3.3.1 Technique du 2, 2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) : | 20 |
| a. Principe de la réaction : | 20 |
| b. Mode opératoire : | 21 |
| 4. Détermination de l'IC50 : | 21 |
| 5. Protocole de l'expérimentation : | 22 |
| 6. Mesure de poids : | 23 |
| 7. Traitement des rats : | 23 |
| 8. Le prélèvement du sang et des organes : | 24 |
| 8.1 Prélèvement sanguin : | 24 |
| 8.1.1 Etude hématologique | 25 |
| 8.1.2 Dosage des paramètres biochimique | 25 |
| 8.2 Prélèvement de gros intestin : | 25 |
| 9. Etude histopathologique : | 26 |
| 9.1 Étude macroscopique..... | 26 |
| 9.2 La préparation des cassettes : | 26 |
| 9.3 La circulation : | 26 |
| 9.4 L'inclusion : | 27 |
| 9.5 La coupe : | 27 |
| 9.6 La coloration d'Hémalun Eosine (H.E) : | 28 |
| 9.7 Le montage : | 28 |

Chapitre III : Résultats et discussion

| | |
|-----------------------------|-----------|
| I. Résultats : | 30 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|--|-----------|
| 1. Evaluation des polyphénols : | 30 |
| 2. Evaluation des flavonoïdes : | 30 |
| 3. Evaluation de l'activité antioxydante : | 31 |
| 4. Effet de l'acide acétique et de l'<i>E. arvense</i> sur la croissance et le gain de poids :..... | 31 |
| 5. Effet de l'acide acétique et l'<i>E. arvense</i> sur les paramètres biochimiques :..... | 31 |
| a. Taux du glucose : | 31 |
| b. Ferritine : | 32 |
| c. Protéine C-réactive (CRP) : | 33 |
| d. Fer sérique : | 33 |
| 6. Effet de l'acide acétique et l'<i>E. arvense</i> sur les paramètres hématologiques :..... | 34 |
| a. Les globules rouges : | 34 |
| b. Hématocrite : | 34 |
| c. Les plaquettes : | 35 |
| d. Globules blancs : | 35 |
| e. Lymphocytes : | 36 |
| 7. Effet de l'acide acétique et de l'<i>E. arvense</i> sur le taux de fibrinogène :..... | 36 |
| 8. Etude histopathologique : | 37 |
| 8.1 Effets d'acide acétique et l'extrait de la plante <i>E. arvense</i> sur l'histologie | |
| de la colique : | 37 |
| II. Discussion : | 38 |
| Conclusion générale : | 44 |
| Références bibliographiques : | 46 |

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction

Introduction

L'inflammation est l'ensemble des mécanismes réactionnels de défense qui se met en place en urgence à la suite d'une agression de l'organisme, ce processus naturel permet à l'organisme de reconnaître, détruire et éliminer toutes les substances qui lui sont étrangères (**Abbal et al., 2011**).

Lorsque la réponse inflammatoire est perturbée, cela entraîne le développement et l'évolution de diverses maladies auto-immunes et des maladies inflammatoires chroniques. (**Ishida et al., 2019**).

Le traitement actuel de l'inflammation implique l'utilisation des médicaments anti-inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens. Ces molécules sont efficaces mais leur utilisation prolongée peut entraîner des effets indésirables graves tels que des saignements gastro-intestinaux et des ulcères peptiques (**Yamada et al., 1987**). Cela a poussé de nombreux chercheurs à explorer des alternatives plus sûres, notamment dans le domaine de la phytothérapie.

Selon la définition de la pharmacopée française : « les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée Européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ». Ces plantes possèdent des principes actifs responsables d'une action thérapeutique mais aussi peuvent provoquer des effets indésirables appelés toxicité (**Limonier, 2018**). Parmi ces plantes, *Equisetum arvense* connue sous le nom de prêles des champs.

Equisetum arvense, est une herbe vivace qui pousse généralement dans les zones humides. Elle se développe largement dans l'hémisphère nord (**Asgarpanah, 2012**). Cette plante est utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle pour traiter divers troubles, notamment les pathologies osseuses (**Costa-Rodrigues et al., 2012**), en raison de ses propriétés anti-inflammatoires (**Salvadori et al., 2024**).

Cette étude vise à explorer l'effet d'*Equisetum arvense* sur un modèle d'inflammation colique induit par l'acide acétique chez les rats de la souche *wistar*.

Notre travail contient trois parties ; La première partie une synthèse bibliographique. La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes et la troisième partie nous présentons les résultats obtenus (Interprétation et discussion) et finalement une conclusion.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

1. Les plantes médicinales :

1.1 Définition d'une plante médicinale :

Selon **Schawenberg *et al* (1997)**, une plante médicinale est définie comme une plante renfermant un ou plusieurs principes actifs ayant la capacité de prévenir, soulager ou traiter des maladies. Les plantes médicinales ou pharmaceutiques sont utilisées dans la fabrication des médicaments. Dans le domaine médicale les traitements préparés à partir des plantes sont appelés galéniques (du nom de Galien, médecin du premier siècle) (**Ramawat *et al.*, 2008**).

Selon **Sofowora (1996)**, la définition des plantes médicinales devrait englober non seulement les plantes ou leurs parties utilisées sous forme galénique (décoction, infusion, etc.), mais aussi celles servant à l'extraction de substances actives, que ce soit pour un usage direct ou pour l'hémisynthèse de composés médicaux, comme la diosgénine issue de *Dioscorea*. Elle inclut également les aliments, épices et plantes aromatiques à usage thérapeutique, tel le gingembre, ainsi que les plantes à fibres, telles que le coton ou le lin, utilisées dans la fabrication des pansements chirurgicaux.

2. La phytothérapie :

2.1 Définition :

Étymologiquement, la phytothérapie vient du grec « phytos » qui veut dire plantes et « thérapia » qui veut dire soins ou traitement. (**Sallé, 2000**). La phytothérapie représente une partie de la thérapeutique pharmacologique, elle fait aujourd'hui un regain d'intérêt considérable tant dans le domaine des maladies internes qu'en dermatologie et en cosmétologie (savons, eaux, poudres, déodorants à base de plantes) et enfin en balnéothérapie (bain, compresses.) (**Rubin et Messalin, 1990**).

2.2 Les types et les avantages de la phytothérapie

La phytothérapie regroupe plusieurs approches thérapeutiques basées sur l'utilisation de différentes parties des plantes et leurs modes de préparation. La phytothérapie classique utilise les parties entières des plantes (feuilles, racines, fleurs) sous diverses formes galéniques. La gemmothérapie se concentre sur les bourgeons, riches en principes actifs. L'aromathérapie exploite les huiles essentielles extraites pour leurs propriétés thérapeutiques, tandis que la phytothérapie pharmaceutique repose sur des extraits végétaux concentrés, obtenus par extraction et dilués dans des solvants comme l'alcool, permettant une action rapide et ciblée (**Zaibet, 2016**).

Cette diversité d'approches s'accompagne de nombreux avantages. Sur le plan de la santé publique, la phytothérapie est généralement bien tolérée, avec peu d'effets indésirables,

et ne provoque pas de dépendance (**Pasdeloup-Grenez, 2019**). Sur le plan environnemental, elle présente un impact écologique faible, les plantes étant biodégradables, contrairement aux médicaments de synthèse souvent polluants. Enfin, sur le plan économique, les traitements phytothérapeutiques sont en général moins coûteux que les médicaments conventionnels, bien qu'ils ne soient pas pris en charge par la sécurité sociale dans certains pays.

2.3 Le principe et l'intérêt de la phytothérapie

La phytothérapie repose sur l'utilisation des plantes médicinales ou de leurs extraits pour prévenir, soulager ou traiter diverses affections, en exploitant leurs principes actifs naturels. Ces plantes sont employées comme de véritables médicaments visant à rétablir l'équilibre des fonctions corporelles. Selon les phytothérapeutes, la maladie résulte d'un déséquilibre interne de l'organisme face à son environnement, d'où l'importance d'une approche globale prenant en compte les systèmes neuroendocrinien, hormonal, immunitaire et de drainage (**Devoyer, 2012**). L'intérêt de cette approche réside dans son origine naturelle, sa bonne tolérance, ses effets secondaires limités et son utilité en prévention ou en traitement complémentaire. Bien qu'elle soit surtout indiquée pour les affections bénignes, la phytothérapie représente aujourd'hui une alternative thérapeutique reconnue par la médecine (**Berlencourt, 2012**).

3. La plante médicinale *Equisetum arvense* :

3.1 Définition :

Selon **Huh et Han (2015)** le genre *Equisetum* contient environ 30 espèces. *Equisetum arvense* est une plante herbacée vivace, qui appartient à la famille Equisetaceae (**Roumili, 2024**). Cette plante a un effet reminéralisant, antidiabétique, antimicrobienne, anti-inflammatoire et Analgésique (**Anani, 2019**).



Figure 01 : *Equisetum arvense* (Lauber, 2018)

3.2 Nomenclature :

Tableau 01 : Nomenclature de la plante *Equisetum arvense* (Al-Snafi, 2017) .

| | |
|--------------|--|
| En arabe | kinbat, kinbat el-hokol, thail el-faras, thanb el-faras , نبات ذيل الحصان (Kays et Dias, 1995) |
| En français | prêle des champs |
| En anglais | common horsetail, field horsetail |
| En espagnole | cola de caballo |

3.3 Systématique de l'espèce :

Tableau 02: Classification botanique d'*Equisetum arvense* (Ghedira et Goetz, 2010).

| Classification | réparation systématique |
|----------------|-----------------------------|
| Règne | Plantae |
| Classe | Equisetopsida |
| Ordre | Equisetales |
| Famille | <i>Equisetaceae</i> |
| Genre | <i>Equisetum</i> |
| Espèce | <i>Equisetum arvense L.</i> |

3.4 Répartition géographique :

- **Asie et Europe :** *Equisetum arvense* est distribué à travers l'Europe et l'Asie, au sud jusqu'à la Turquie, l'Iran, l'Irak, l'Himalaya et à travers la Chine, la Corée et le Japon.
- **Amérique du Nord :** On le trouve également dans tout le Canada et les États-Unis, (Hultén et Fries, 1986 ; Holm *et al.*, 1991).
- **Sud des États-Unis :** en Géorgie, en Alabama, en Arkansas, au Texas, en Arizona, au Nouveau-Mexique et en Californie (Hultén and Fries, 1986).

3.4.1 Habitat et conditions écologiques :

Selon **Townsend (1966)**, EA se trouve dans les zones humides dans les sols boueux de cours d'eau pérennes au niveau des crues, au fossés et au bord des routes sur les pentes de montagne à une altitude de 1100-1500m pendant les mois de juin à septembre.

3.5 Description de la plante :

3.5.1 Morphologique :

Selon **Knowlton (2012)**, la plante présente deux types de tiges aériennes issues d'un système de tiges rhizomateuses souterraines : une tige fertile, courte (15 à 20 cm), sans verticilles et terminée par un épi rappelant une jeune pousse d'asperge ; et une tige stérile, verte, sillonnée, rugueuse, pouvant atteindre 60 cm, munie de nœuds, de petites feuilles appelées microphylls disposées en verticilles à quatre côtes longitudinales. Les tiges fertiles, plus courtes, portent des cônes sporifères à l'extrémité, libérant des spores pour la reproduction (**Parameshwaran et al., 2022**). Les tiges stériles assurent la photosynthèse, malgré l'absence de stomates. Cette plante vivace, apparentée aux fougères, ne produit ni fleurs ni graines (**Knowlton, 2012**). *Equisetum arvense* est également une mauvaise herbe résistante, difficile à éliminer, se propageant par des rhizomes profonds, et sensible au froid, à l'ombre et au gel, conditions qui peuvent limiter sa prolifération (**Filipov et Chiorescu, 2021**).

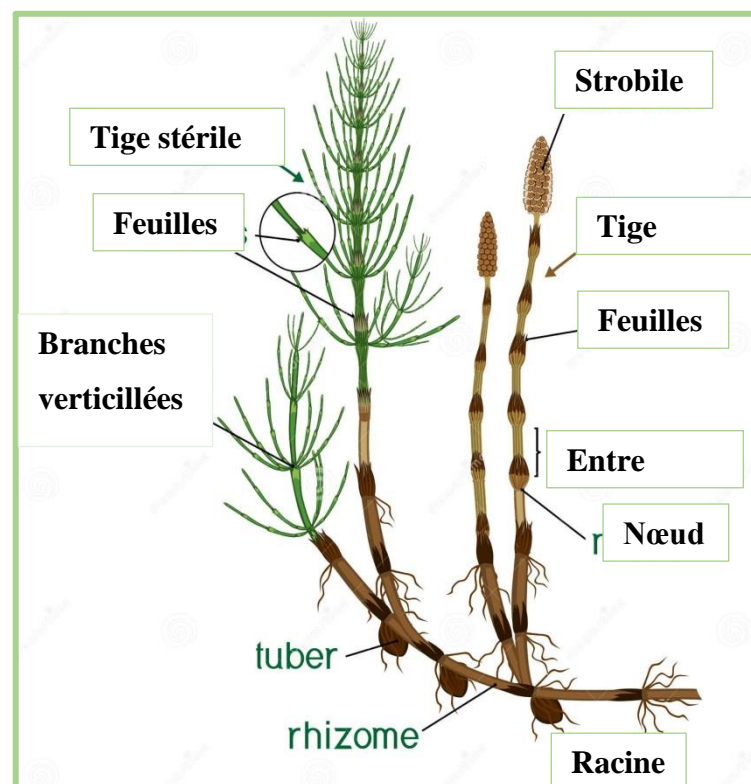


Figure 02: Parties d'*Equisetum arvense* (Kazakova, 2018).

3.5.2 La toxicité de la plante :

Equisetum arvense présente une faible toxicité aiguë, la DL50 est ainsi estimée à plus de 5000 mg/kg indiquant un profil de sécurité élevé pour une utilisation à court terme. (Johnson *et al.*, 2020).

3.6 Composition phytochimique d'*Equisetum arvense* :

Les analyses phytochimiques préliminaires ont révélé qu'*Equisetum arvense* contient une large gamme de composés bioactifs, notamment des alcaloïdes, des glucides, des protéines, des acides aminés, des phytostérols, des saponines, des stérols, de l'acide ascorbique, de l'acide silicique, des phénols, des flavonoïdes tanniques ainsi que des triterpénoïdes (Sinha, 2012).

Par ailleurs, l'étude phytochimique menée par Oh *et al.* (2004) sur des extraits de la partie aérienne de la plante a permis d'identifier quatre flavonoïdes : l'apigénine, la lutéoline, le kaempférol-3-O-glucoside et la quercétine-3-O-glucoside, ainsi que deux composés phénoliques de type pétrosine : l'onitine et l'onitine-9-O-glucoside.

Tableau 03 : Liste des composés phytochimiques présents dans l'*E. arvense* (Carneiro *et al.*, 2019).

| N° | Groupes | Composés |
|----|------------------------|---|
| 1 | Flavonoïdes | Kaempférol-3-O-sophoroside-7-O-glucoside, kaempférol-3-O-(6''-O malonylglucoside)-7-O-glucoside, kaempférol-3-O-sophoroside, quercétine-3-O-glucoside, apigénine, apigénine-5-O-glucoside, lutéoline, lutéoline-5-O-glucoside, genkwanine-5-O-glucoside et isoquercitrine |
| 2 | Tritépénoïdes | Isobauérenol, taraxérol, germanicol, acide ursolique, acide oléanoïque et acide bétulinique |
| 3 | Glycosides phénoliques | Equisetumoside A, equisetumoside B, equisetumoside C, onitine et onitine-9-O-glucoside |
| 4 | Styrylpyrone | Equisetumpyrone, 3'-déoxyequisetumpyrone et 4'-O-méthylequisetumpyrone |
| 5 | Alcaloïdes | Nicotine, palustrine et palustrinine |
| 6 | Phytostérols | Cholestérol, épicholestanol, 24-méthylènecholestérol, isofucostérol, campestérol et β -sitostérol |
| 7 | Minéraux | Acide silicique, silicates, potassium, calcium, aluminium, soufre, magnésium et manganèse |

3.6.1 Les polyphénols :

Ils sont capables de piéger des radicaux libres, d'inhiber la peroxydation lipidique en réduisant les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes. Ils sont aussi capables de piéger les ions métalliques, car ils ont des propriétés chélatrices (**Kherbache, 2023**).

Les polyphénols possèdent de multiples propriétés biologiques tels que l'effet antioxydant, antimicrobien, anti-thrombotique, anti-allergique, anti-inflammatoire (**Manach et al., 2004**).

3.7 L'utilisation d'*Equisetum arvense* :

➤ En médecine :

Equisetum arvense est utilisée pour traiter les maladies urinaires et prostatiques, l'énurésie, la gestion des symptômes irritables du système urinaire, la réparation des tissus pulmonaires après une tuberculose pulmonaire et en d'autres maladies, œdème métabolique ou hormonal, hémorragie, plaies, rhumatismes et engelures (**Grieve, 1971**).

En raison des effets antioxydants extraordinaires de EA, il est utilisé pour traiter divers cancers tels que les cancers de la peau, de l'estomac, du côlon et de la prostate (**Wang, 2023 ; Zia-ur-Rehmen, 2022**).

Grace à les propriétés thérapeutiques, la plante a été utilisé comme un agent anti-inflammatoire pour traiter les maladies de la peau en Europe, en Asie et en Amérique ainsi que comme antiseptique en Turquie et en Amérique (**Sandhu et al., 2010**).

➤ En fourragère :

Equisetum arvense est utilisé comme fourrage pour les vaches en lactation, ce qui est très efficace pour augmenter la production de lait (**Ashrafi et al., 2010**).

➤ En cosmétologie :

L'*Equisetum* est connu par son effet de la réduction des fissures, stries et scissions (**Sparavigna et al., 2006**) sur les ongles altérés, Cette propriété est due à sa forte teneur en silice (**Nakamura et Verde, 2016**). De plus, son utilisation pour réparer et fortifier les cheveux cassants, (**Nakanishi et al., 2017**). De plus a un Effet antvieillissement cutané Cette action pharmacologique est due aux composés phénoliques qu'elle contient en abondance, qui stimulent la production de collagène par les fibroblastes et qui inhibent, par (**Alexandru et al., 2015**). Cette action permet un maintien de la fermeté et de la jeunesse de la peau.

3.8 Les effets pharmacologiques d'*Equisetum arvense* :

3.8.1 Effet antimicrobienne :

Les études réalisées sur les extraits d'*Equisetum arvense* n'ont révélé aucune activité antifongique contre *Candida albicans*, mais ont mis en évidence un effet antimicrobien significatif contre les bactéries *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli* (Uslu *et al.*, 2013). Par ailleurs, selon Sinha (2012), la plante a démontré une forte activité antibactérienne à l'égard de nombreuses bactéries pathogènes à Gram positif et à Gram négatif, suggérant son potentiel en tant que source naturelle de composés antimicrobiens.

En outre, l'extrait d'*E. arvense* pourrait être efficace pour inhiber la croissance des champignons de la section Flavi du genre *Aspergillus* dans le maïs fortement contaminé. Il a également montré une bonne capacité d'inhibition vis-à-vis des champignons de la section Liseola du genre *Fusarium*. Toutefois, la production de mycotoxines telles que les aflatoxines et les fumonisines ne semble pas être significativement affectée par cet extrait.

Selon Garcia *et al.* (2013), l'extrait d'*E. arvense* pourrait représenter une alternative prometteuse aux fongicides synthétiques pour le contrôle du mycobiote dans les grains de maïs humides.

3.8.2 Effet anti-inflammatoire :

Ses propriétés médicinales sont connues depuis l'Antiquité grecque et romaine, où elle était utilisée pour traiter les plaies. De plus, elle est utilisée dans la médecine populaire pour soulager l'arthrite, les troubles rénaux, les ulcères hémorragiques, l'hépatite, la jaunisse et la tuberculose.

E. arvense est considérée comme un traitement potentiels pour les maladies osseuses, en particulier ceux liés à une activité ostéoclastique élevée, ou comme outil utile pour les stratégies de régénération osseuse. (Costa-Rodrigues *et al.*, 2012).

Extrait protéique brut d'*Equisetum arvense* améliorait la production de cytokines par les cellules Th1 (IL-2 et IFN- γ). (Yukitake *et al.*, 2011).

L'extrait aqueux de tiges stériles d'*Equisetum arvense* a des effets cytotoxiques dose-dépendants sur les cellules leucémiques humaines U 937 (Adhikari *et al.*, 2019).

3.8.3 Effets diurétique et antihypertenseur d'*Equisetum arvense* :

Des études cliniques ont montré que l'*E. arvense* possède un effet diurétique significatif, comparable à celui de l'hydrochlorothiazide (25 mg) et supérieur à celui du placebo (amidon), selon l'évaluation de l'équilibre hydrique. L'extrait n'a pas induit d'effets notables sur le système urinaire, et l'élimination des électrolytes et des catabolites s'est révélée sûre en cas d'administration orale.

Aucune altération des fonctions hépatique, rénale ou hématologique n'a été observée, et les effets indésirables rapportés étaient rares et légers (**Carneiro et al., 2014**).

Par ailleurs, *E. arvense* pourrait également présenter un intérêt thérapeutique dans la prise en charge de l'hypertension artérielle, notamment en agissant sur les troubles plaquettaires associés aux maladies cardiovasculaires. Une étude clinique randomisée, en double aveugle, a permis d'évaluer sa sécurité, sa tolérance, ainsi que son efficacité antihypertensive, en la comparant au traitement standard par hydrochlorothiazide (**Luanda et al., 2023**).

3.8.4 Effet antioxydant :

L'effet antioxydant de *E. arvense*, les extraits obtenus avec quatre méthodes d'évaluation différentes, ont montré une forte activité protectrice contre les radicaux libres, la peroxydation lipidique et les agents oxydants (**Mimica-Dukic et al.2008**).

3.8.5 Effet Antidiabétiques :

L'extrait d'*E. arvense* a montré des variations bénéfiques modérés dans les taux de glucose sanguin et a affiché une tendance à augmenter les niveaux de protéine SIRT1 dans les cardiomyocytes (cellules cardiaques). L'extrait de prêle pourrait avoir le potentiel d'améliorer la cardiomyopathie manifestée agissant sur SIRT1.

En raison de son effet bénéfique sur la résistance à l'insuline et régulation de la glycémie, l'extrait de prêle des champs peut être considéré comme traitement complémentaire .il pourrait également avoir le potentiel de prévenir la cardiomyopathie diabétique et donc de réduire la morbidité liée au diabète. Néanmoins, les études supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les effets de l'extrait d'*E. arvense* et les moyens par lesquels il exerce son effet dans différents organes. (**Hegedűs,2020**).

3.8.6 Effet anticancéreux :

L'étude a été menée pour évaluer l'effet anticancéreux de l'EA1 extrait d'*E. arvense* sur la lignée cellulaire de carcinome pulmonaire A549. Les résultats ont montré un potentiel apoptotique et cytotoxique sur la lignée cellulaire de ces cellules, ce qui suggère la présence de composés anticancéreux dans l'extrait. (**Al Mohammed et al.,2017**).

3.8.7 Effet anti nociceptif :

L'extrait d'*E. arvense* est un remède naturel qui favorise facilite la cicatrisation des muqueuses endommagées par une incision périnéale pendant l'accouchement et atténué la douleur. L'*E. arvense* soulage la douleur nociceptive dans les modèles de nociception par des processus différents de ceux du système opioïde. L'*E. arvense* atténue la souffrance liée à la stomatite provoquée par l'acide

acétique en inhibant la stimulation des cytokines inflammatoires dans la région de la lésion et la sécrétion de SP par les neurones. Ainsi, nos conclusions indiquent que l'EA pourrait aider à gérer la douleur liée à la stomatite, tout comme la SRA. (**Shiba *et al.*,2024**).

3.8.8 Effet anti mutagène :

On a évalué l'activité antimutagène de l'extrait éthanolique d'*E. arvense* contre les mutations provoquées par le cyclophosphamide en se basant sur l'indice mitotique et les anomalies chromosomiques, à travers trois protocoles différents. Les données ont démontré que les souris ayant reçu l'extrait végétal ont diminué le taux d'aberrations chromosomiques de 85,91 % par rapport au groupe témoin positif, mettant ainsi en évidence ses propriétés antimutagènes. (**Luanda *et al.*2023**).

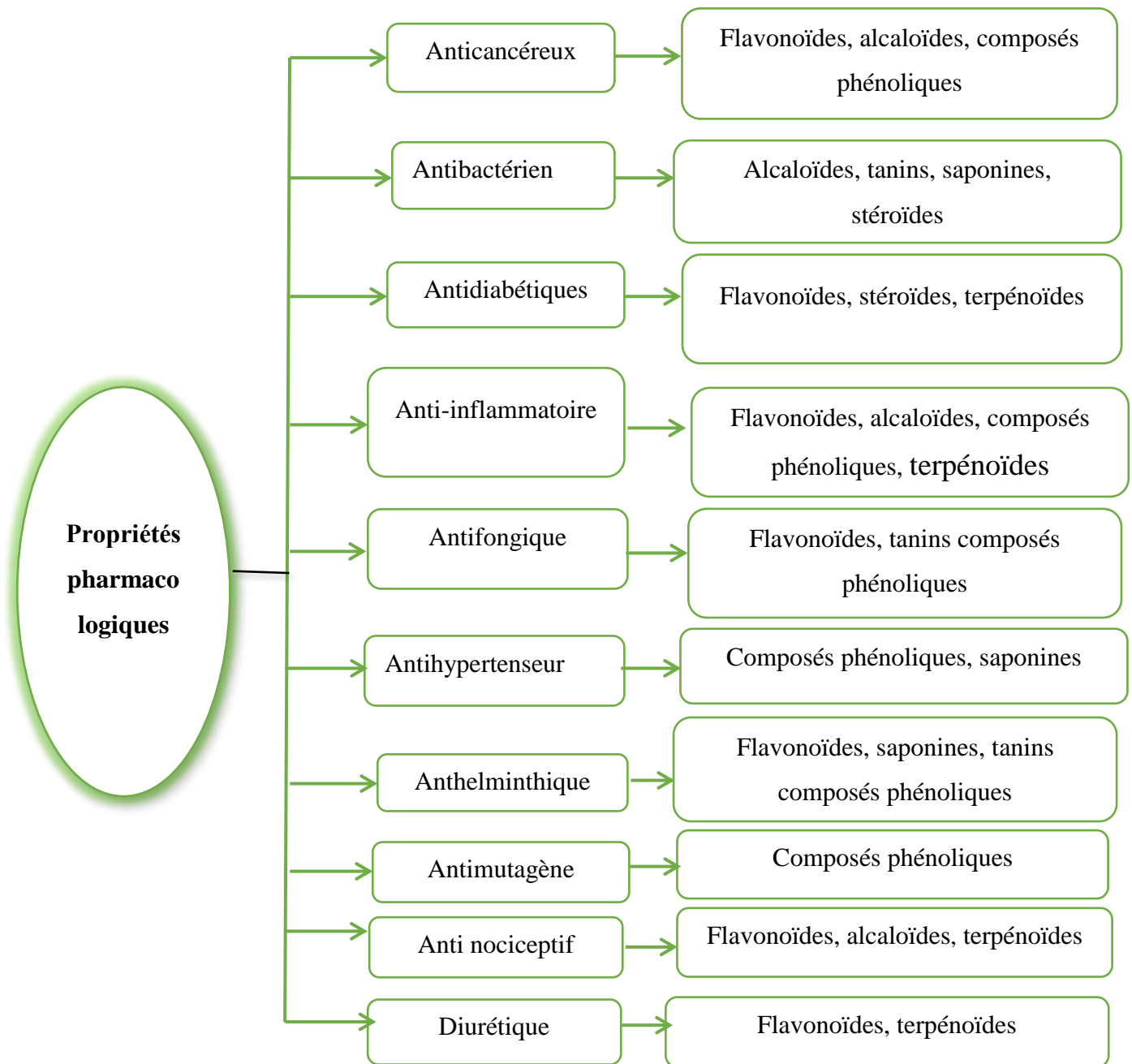


Figure 03 : Propriétés pharmacologiques de *E. arvense* avec leurs composés phytochimiques correspondants (Luanda *et al.*, 2023).

4. L'inflammation :

4.1 Définition :

L'inflammation représente un processus central impliqué dans la majorité des pathologies humaines. Selon **Boungou-Tsona (2023)**, elle constitue une réponse physiologique normale de l'organisme face à une lésion tissulaire, comme c'est le cas lors d'une entorse. Cette réaction se manifeste par une série de signes cliniques caractéristiques : douleur, rougeur, chaleur, œdème, tuméfaction, et parfois une perte de fonction, traduisant l'activation locale des mécanismes de défense. D'un point de vue plus mécanistique, **Ziegle (1889)** décrit l'inflammation comme un ensemble de réactions biologiques complexes se déroulant principalement dans le système vasculaire et partiellement dans les tissus. Elle résulte d'agressions diverses, qu'elles soient internes (comme les cancers) ou externes (comme les infections), et implique des interactions cellulaires et moléculaires variées. Enfin, **Mathieu et Guimezanes (2012)** précisent que la réponse inflammatoire facilite l'acheminement rapide des leucocytes (globules blancs) et de divers médiateurs immunitaires — tels que les anticorps, cytokines et protéines du complément — vers le site affecté. Ce processus est essentiel pour contenir l'agression, éliminer l'agent pathogène et amorcer la réparation tissulaire.

4.2 Types de l'inflammation :

4.2.1 L'inflammation aiguë Réponse immédiate :

L'inflammation aiguë est une réponse immunitaire rapide, généralement de courte durée, s'étendant de quelques jours à quelques semaines (**Lacave-Lapalun, 2013**). Elle débute par l'interaction entre des agents pathogènes ou des signaux de dommage tissulaire et les récepteurs des cellules immunitaires résidentes et épithéliales. Cette reconnaissance active la libération de médiateurs pro-inflammatoires, induisant la perméabilité vasculaire, l'activation endothéliale, le recrutement des neutrophiles, la phagocytose, et l'implication des monocytes et des plaquettes (**Dorward et al., 2012**). Elle se caractérise par une réponse vasculo-exsudative marquée, se traduisant par des signes cliniques classiques : œdème, rougeur, chaleur et douleur. Toutefois, en l'absence de résolution adéquate, cette réponse peut évoluer vers une inflammation chronique en raison de la persistance cellulaire excessive (**Lee et Surh, 2012 ; Rathinam et Fitzgerald, 2016**)

4.2.2 L'inflammation chronique :

Ce n'est pas une persistance de l'inflammation aiguë, mais elle est morphologiquement caractérisée par la présence de lymphocytes, de macrophages et de cellules plasmiques dans les tissus. On la considère comme étant provoqué par l'activation persistante de réactions immunitaires innées et acquises, comme dans le rhumatisme articulaire. (**Serhan et al, 2010**).

Elle se développe dans les conditions où persiste une agression ou dans les tissus soumis à des réactions auto-immunes, où l'antigène ne peut être éliminé (**Rankin, 2004**). Elle est caractérisée par une durée étalée sur des mois ou des années. Elle peut même se prolonger tout au long de la vie de l'individu (**Fauve et Hevin, 1998**).

4.3 Les anti-inflammatoires :

Un anti-inflammatoire est défini comme un agent thérapeutique destiné à moduler les effets physiopathologiques de l'inflammation, indépendamment de son origine (**Muster, 2005**). On distingue principalement deux classes : les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS), qui diffèrent par leurs mécanismes d'action pharmacodynamique (**Adepo, 2018**).

4.3.1 Les Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) :

Les AINS sont une des classes thérapeutiques à propriétés anti-inflammatoires, antipyrétiques et analgésiques. (**Bidaut-Russell, 2001**).

Elles regroupent plusieurs familles chimiques. Ils ont en commun inhibition de la synthèse des médiateurs lipidiques responsables d'effets délétères. Les AINS ne se distribuent pas uniformément dans l'organisme, mais privilégient leurs tissus cibles, foyer inflammatoire et système nerveux central notamment (**Ziane et tiab, 2013**).

4.3.2 Les anti-inflammatoires stéroïdiennes (AIS) :

Les AIS ou glucocorticoïdes sont des molécules synthétiques dérivées des hormones naturelles (cortisone et cortisol), ou hémisynthétisés à partir d'extraits animaux ou végétaux. (**Kada, 2018**).

Ils sont de puissants anti-inflammatoires doués également de propriétés immuno- supprimeur et antiallergiques. (**Cruz-Topete et Cidlowski, 2015**).

Ils représentent le traitement le plus efficace utilisé pour les maladies inflammatoires chroniques tel que l'asthme, l'arthrite rhumatoïde, les maladies inflammatoires de l'intestin et les maladies auto-immune. (**Mansour, 2015**).

4.3.3 Les anti-inflammatoire d'origine végétales :

L'effet anti-inflammatoire des plantes à la présence de métabolites secondaires biologiquement actifs, comme les polyphénols, les stérols, les alcaloïdes, les saponines, les coumarines, les terpènes et autres. Ces composés actifs peuvent intervenir à différentes étapes de la réaction inflammatoire en bloquant le métabolisme de l'acide arachidonique, contribuant au processus de signalisation lié à

l'activation des cellules inflammatoires, la production des cytokines pro-inflammatoires, l'expression d'adhésion et activation du facteur nucléaire. (Duwiejua *et al.*, 1993).

5. L'acide acétique :

5.1 Propriétés :

L'acide acétique pur, de formule chimique CH_3COOH , connu sous le nom d'acide acétique glacial est un liquide conducteur, incolore, inflammable et hygroscopique. Naturellement présent dans le vinaigre, il lui donne son goût aigre et son odeur piquante. C'est un antiseptique et un désinfectant. (Bouraqadi, 2006).

Tableau 04: Propriétés physiques de l'acide acétique (* : Valeurs à 20°C). (Kertes et king, 1986 ; Kirk-Othmer,1983).

| Propriétés | Valeurs |
|--|-----------|
| N ⁰ CAS | [64-19-7] |
| Masse Molaire(g.mole-1) | 60.05 |
| Point de Fusion (°C) | 16.635 |
| Point d'ébullition (°C) | 117.87 |
| Masse Volumique (g.cm-3) | 01 |
| Indice de Réfraction n ²⁰ D | 1.36965 |
| Tension de surface (mN m ⁻¹ ou dyn cm ⁻¹) | 27,57* |
| Viscosité (mPa.s ou cP) | 11,83* |

5.2 Production de l'acide acétique :

L'acide acétique est principalement produit par voie synthétique, notamment par carbonylation du méthanol, un procédé industriel développé par Monsanto en 1971, utilisant le trichlorure de rhodium comme catalyseur. Cette méthode représente environ 75 % de la production destinée à l'industrie chimique (Boyaval et Corre, 1995). La voie biologique, par fermentation bactérienne, ne constitue plus qu'environ 10 % de la production mondiale en raison de son coût élevé.

La production annuelle mondiale est estimée à 5 millions de tonnes, dont près de la moitié provient des États-Unis. L'Europe produit environ 1 Mt/an, le Japon 0,7 Mt/an, et 1,5 Mt/an proviennent du recyclage, portant le volume global du marché à environ 6,5 Mt/an (Djemoui, 2013).

5.3 L'utilisation de l'acide acétique :

L'acide acétique est l'un des acides carboxyliques les plus utilisés. Il est utilisé comme un réactif pour la production de beaucoup de produits chimiques. L'usage le plus connu est dans la fabrication du monomère d'acétate de vinyle (**İnce ,2005**).

Suivi par l'anhydride acétique et la production d'esters. Le volume d'acide acétique utilisé pour la production du vinaigre est comparativement faible (**Yoneda et al,2001**).

6. Les antioxydants :

Pastre et al (2007) définit les antioxydants comme toute substance qui, à une concentration inférieure à celle du substrat potentiellement oxydable, empêcher ou retarder l'oxydation de ce dernier, par conséquent, les antioxydants suppriment les dommages oxydatifs d'une molécule cible.

6.1.1 Types des antioxydants :

Les antioxydants peuvent être divisés en deux classes : les antioxydants enzymatiques et les antioxydants non enzymatiques. Certains de ces antioxydants sont produits de manière endogène, ils comprennent des enzymes (Catalase, superoxyde dismutase, glutathion peroxydase...), et des molécules de faible poids moléculaire et des cofacteurs enzymatiques. Parmi les antioxydants non enzymatiques, beaucoup sont obtenus à partir de l'alimentation et peuvent être classés en différentes classes dont les polyphénols (acides phénoliques, Flavonoïdes...) qui représentent la classe la plus importante, les vitamines (E, C...), les caroténoïdes, et les minéraux (zinc, sélénium...) (**Ferroudji, 2020**).

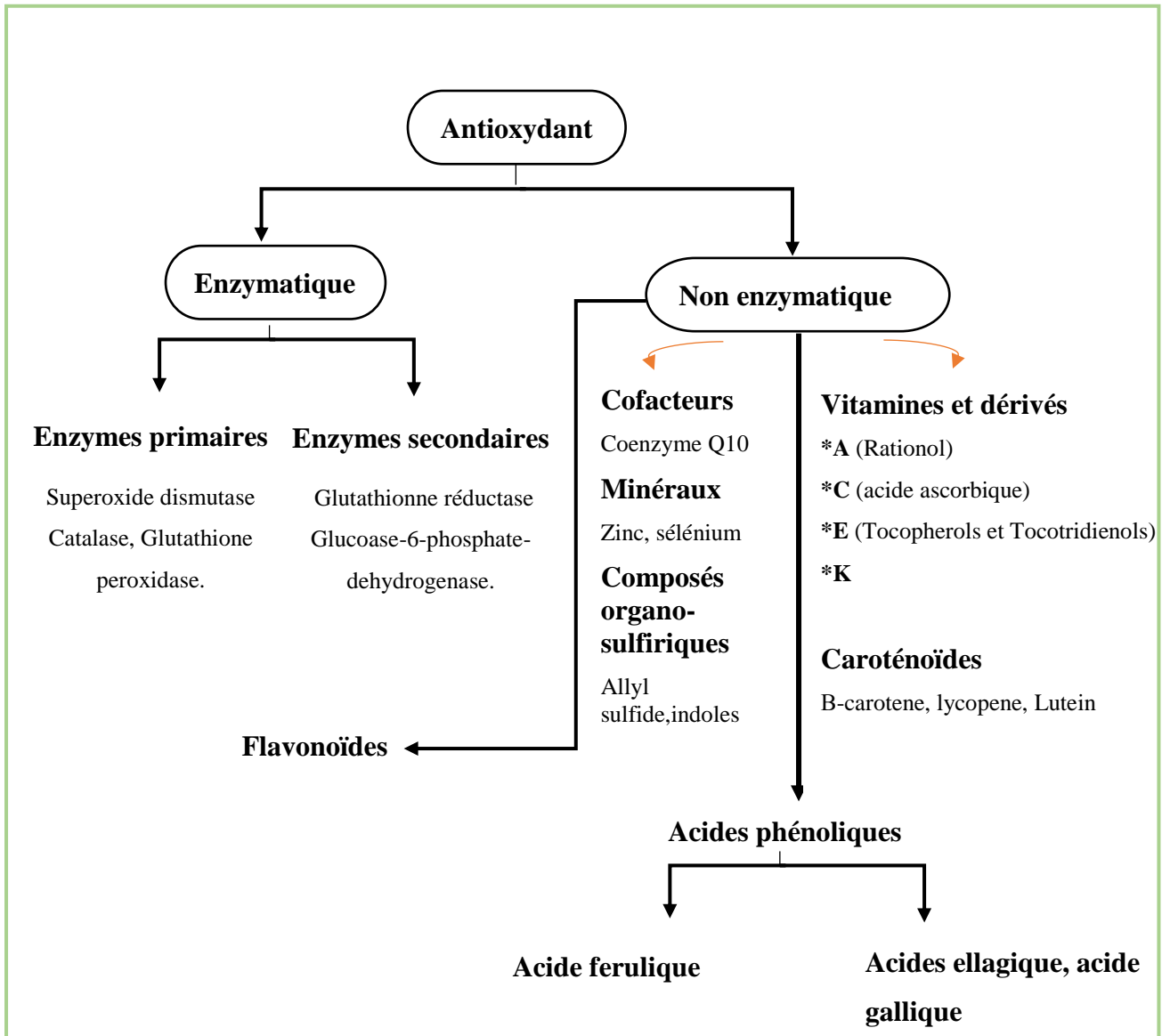


Figure 04: Classification des antioxydants (Carocho et Ferreira, 2013).

Chapitre II :
Matériel et méthodes

Les travaux expérimentaux de cette étude ont été conduits dans les laboratoires de biochimie du hall technologique, ainsi qu'à l'animalerie du département de biologie de la faculté des sciences, Université du 20 Aout 1955, Skikda, laboratoire d'analyses médicales "El – Fayçal " SKIKDA et Service Anapath de l'hôpital de frères Saad Guermeche de Skikda.



Figure 05 :L'animalerie de l'université de 20 Aout 1955 Skikda (Photo originale,2025).

I. Matériels

1. Matériel biologique :

1.1 Matériel végétal :

La plante utilisée dans cette étude est *Equisetum arvense* qui est une plante médicinale, qui appartient à la famille Equisetaceae, communément appelé prêle des champs en français, commun horsetail, field horsetail en anglais (Sandhu *et al.*,2010).



Figure 06: Photo représente la plante *Equisetum arvense* (Asgarpanah, 2012)

1.2 Matériel animale :

Notre étude expérimentale a été réalisée sur 20 rats du sexe male de la souche Albinos wistar males, provenant de l'institut pasteur d'Alger, pesant de (220 à 250) g, au début de l'expérimentation. Cette espèce largement utilisés dans divers domaines de la recherche expérimentale. Avant l'expérimentation, les rats sont gardés à l'animalerie pour une période d'adaptation de 20 jours.

a. Classification des rats.

Tableau 05 : Classification des rats (Berkenhout,1769).

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Règne | Animale |
| Embranchement | Cordés |
| Classe | Mammifères |
| Ordre | Rongeurs |
| Famille | Muridés |
| Genre | <i>Rattus</i> |
| Espèce | <i>Rattus norvegicus</i> |

b. Les conditions d'élevage :

Les animaux ont été répartis on 4 groupes de 6 rats chacun dans des cages en plastique, munies d'une mangeoire et d'un biberon d'eau, chaque cage marqué d'une lettre numérique de lot qui lui corresponde, sont tapissés d'une litière constituée de copeaux de bois.

Durant la période d'adaptation et expérimentale Les rats ont été maintenir sous des conditions naturelles (température ambiantes et photopériode naturelle), ils ont été nourris à base à la nourriture standard (Croquette), l'eau est fournie aux animaux et renouvelée, les cages sont nettoyées et la litière est changée quotidiennement.



Figure 07 :Les conditions d'élevage des rats (Photo originale,2025).

1.3 Matériel chimique :

Dans le cadre de cette étude, l'acide acétique a été utilisé comme agent chimique de traitement chez les rats. Il a été préparé à une concentration de 5 % par dilution dans une solution de chlorure de sodium à 0,9 % (NaCl).

1.4 Matériel d'étude au laboratoire :

L'ensemble de matériel et des produits utilisés dans notre expérimentation seront cités au fur et à mesure de leur utilisation.

II. Méthodes :

1. Séchage de la plante :

L'étude phytochimique a porté sur la partie aérienne de la prêle des champs, obtenue séchée auprès d'un **herboriste local**. La plante a été réduite en poudre fine par broyage mécanique afin de faciliter l'extraction en maximisant la surface de contact avec le solvant.



Figure 08 : Photo originale présente le broyage de l'*Equisetum arvense* (photo originale,2025)

2. Préparation de l'extrait éthanolique :

L'extrait éthanolique d'*Equisetum arvense* a été préparé par macération solide-liquide. Une quantité de 50 g de poudre de plante a été immergée dans 300 ml d'éthanol pure, puis agitée à l'aide un agitateur électrique pendant 24 heures à l'obscurité. Le mélange obtenu a été filtré à l'aide d'un papier filtre Whatman (épaisseur 3 mm), et le filtrat a été concentré sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif. Cette opération a été répétée trois fois pour optimiser le rendement. L'extrait final a été transféré dans des boîtes de Pétri, puis séché dans une étuve à 40 °C jusqu'à obtention d'un résidu sec.



1. Agitation

2. Filtration

3. Rotavape

4. Extrait après séchage

Figure 09 : Présentent les étapes de l'extraction (Photo originale,2025).

3. Etude quantitative :

3.1 Dosage des polyphénols totaux :

Le dosage a été réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu cité par **Wong *et al.* (2006)**.

3.2 Dosage des flavonoïdes :

La méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) cité par **Djeridane *et al.* (2006)** est utilisée pour quantifier les flavonoïdes

3.3 Etude de l'activité antioxydant de l'extrait :

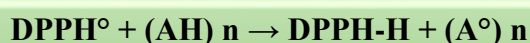
3.3.1 Technique du 2, 2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) :

a. Principe de la réaction :

Pour étudier l'activité anti-radicalaire des différents extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH comme un radical libre relativement stable.

Le DPPH est un radical libre stable, violet en solution et présentant une absorbance caractéristique à 517 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picrylhydrazine par un composé à propriété anti-radicalaire, entraînant ainsi une décoloration (l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons) (**Sanchez-Moreno, 2002**).

On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation :



b. Mode opératoire :

Le mélange réactionnel est préparé comme suit : 400µl des solutions d'extraits sont ajoutées à 1600µl DPPH (0.4% préparée dans du méthanol). Parallèlement un contrôle négatif est préparé en mélangeant 400µl de méthanol avec 1600µl de la solution éthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 517nm après 30min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique (la vitamine C) dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons secs pour chaque concentration, le test est répété 3 fois.

➤ L'activité anti-radicalaire est donnée par la formule suivante : (Yen et Duh, 1994)

$$\text{Activité anti radicalaire (\%)} = \frac{\text{Abs contrôle négative} - \text{Abs échantillon}}{\text{Abs contrôle négative}} \times 100$$

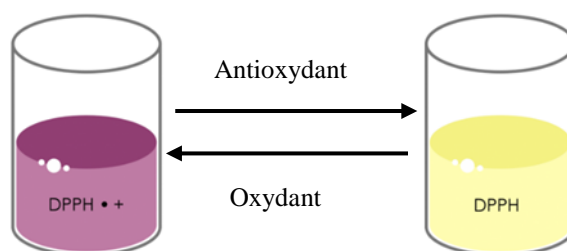
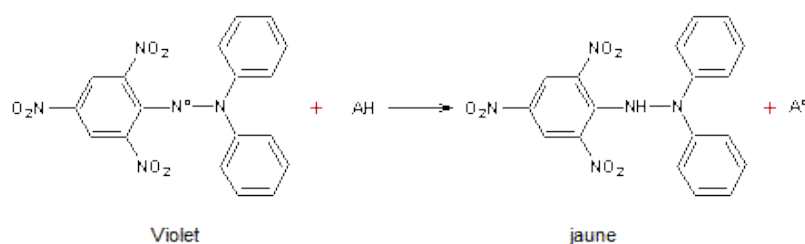


Figure 10 :la réduction du DPPH.

4. Détermination de l'IC50 :

Par définition la valeur IC50 est la concentration de l'acide ascorbique (vit C) ou de l'extrait qui peut réduire 50% du DPPH, cette dernière est déterminée graphiquement. Les IC50 sont calculées graphiquement par la formule de la régression des pourcentages d'inhibition en fonction de différente de l'extrait testé (Belmassous,2017).

5. Protocole de l'expérimentation :

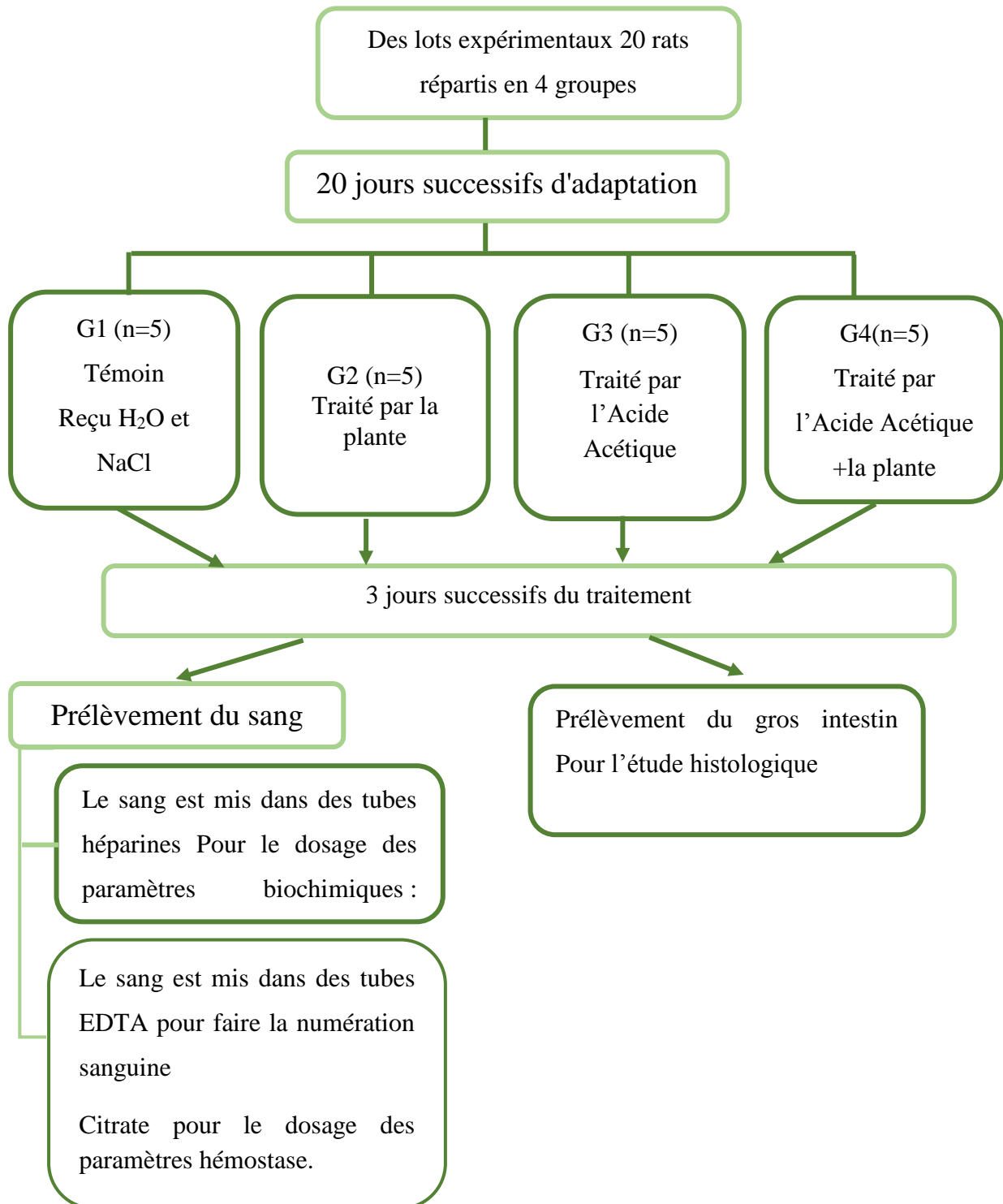


Figure 11 :Schéma récapitulatif du protocole.

6. Mesure de poids :

Pendant la durée de traitement, la mesure du poids est effectuée sur les rats chaque jour à l'aide d'une balance (Aston).



Figure 12 : Mesure du poids du rat (photo originale, 2025).

7. Traitement des rats :

Après 20 jours de l'adaptation, les 20 rats males on « été réparties équitablement en quatre groupes de six rats chacun, il s'agit de

- **Groupe G1** : Témoin (-) reçoivent 1 ml H₂O par gavage et 1.5 ml NaCl par voie intra-rectale.
- **Groupe G2** : témoins (+) Rats traités par une dose de 500mg/kg/j du poids corporel de l'extrait d'*Equisetum arvense* par gavage.
- **Groupe G3** : Rats traités par 1.5 ml d'acide acétique à 5 % par voie intra-rectale.
- **Groupe G4** : Rats traités par 500 mg/kg/j de l'extrait d'*Equisetum arvense*, après 1 heure de temps ils reçoivent 1.5 ml d'acide acétique à 5 % par voie intra rectale.



Technique de gavage



Injection intra-rectale

Figure 13 : Technique de gavage et injection intra-rectale (photo originale,2025).

8. Le prélèvement du sang et des organes :

Au 4^{ème} jour de l'expérimentation, les rats sont d'abord anesthésiés à l'aide de chloroforme afin d'éviter toute douleur ou stress. Une fois l'anesthésie confirmée, l'euthanasie est pratiquée, suivie par la dissection des rats pour le prélèvement du sang au niveau cardiaque et l'intestin grosse.



Figure 14 : Dissection d'un rat (photo originale, 2025).

8.1 Prélèvement sanguin :

Les prélèvements du sang sont réalisés immédiatement après la dissection au niveau cardiaque.



Figure 15 : Prélèvement du sang (photo originale,2025).

Le sang prélevé est recueilli dans trois types différents de tubes hémolysé.

- EDTA pour numération hématologiques.
- Héparine pour le dosage des paramètres biochimiques.
- Citrate pour le dosage des paramètres hémostase.

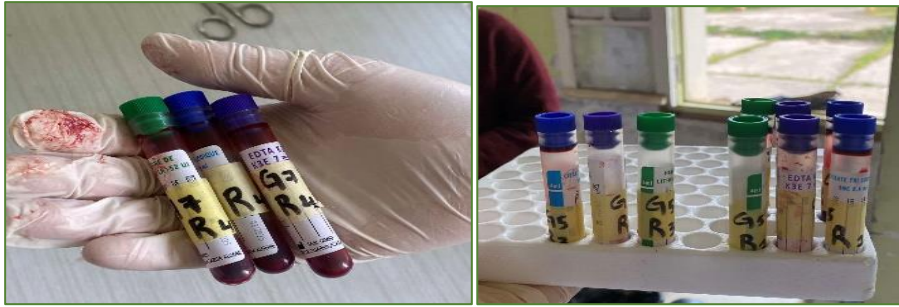


Figure 16 : Les tubes de sang (photo originale,2025).

Les tubes héparine sont centrifugés à l'aide d'une centrifugeuse (ROTOFIX 32 A) réglé par 3000 tour /5min

Les analyses biochimiques et hématologiques ont été ensuite effectuées dans le laboratoire d'analyses médicales "El – Fayçal " SKIKDA.

8.1.1 Etude hématologique :

La numération des éléments figurés du sang est réalisée sur un Automate de l'FNS du modèle sysmex XS 500i.

8.1.2 Dosage des paramètres biochimique :

Le dosage des paramètres biochimiques a été réalisés par un automate (BECKMAN COULTER AU480).

8.2 Prélèvement de gros intestin :

Suite à leur prélèvement rapide, les gros intestins ont été soigneusement rincés à l'aide d'une solution physiologique de NaCl à 90% puis pesés. Ils ont ensuite été fixés dans une solution de formol à 10% en vue de leur examen histologique, réalisée au service d'anatomie pathologique (**Service Anapath Skikda**).



Figure 17 : Le gros intestin prélevé d'un rat, Conservation dans le formol (photo originale,2025)

9. Etude histopathologique :

9.1 Étude macroscopique

Le prélèvement histologique est une biopsie d'un très petit morceau d'un organe.

9.2 La préparation des cassettes :

Les gros intestins sont coupés avec un quêtteur en des pièces de 2 mm. Ils sont divisés longitudinalement et transversalement On les met dans les cassettes codées et on les place dans le formol pendant 24h.

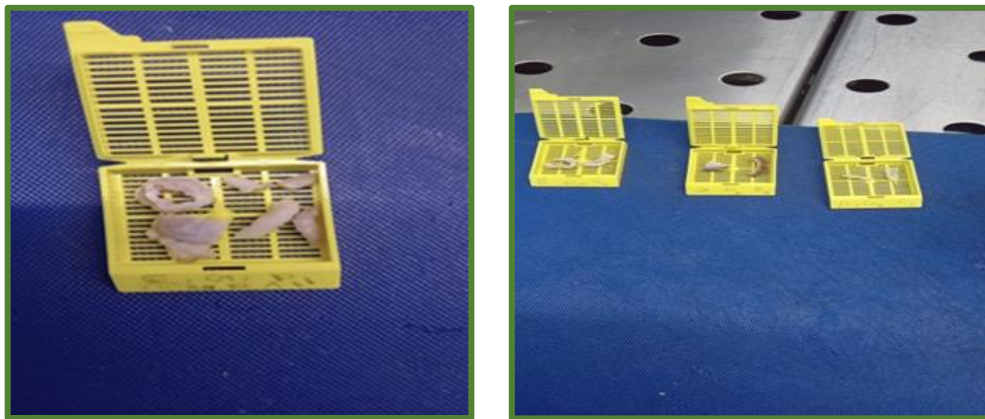


Figure 18 : Préparation des cassettes (photo originale, 2025)

9.3 La circulation :

La circulation, effectuée automatiquement sur une période de 24 heures, constitue une étape essentielle en histologie pour préparer les tissus en vue de leur coupe. Ce processus comprend plusieurs phases successives destinées à éliminer l'eau des tissus et à la remplacer par de la paraffine, une substance hydrophobe et rigide. Cette imprégnation permet de solidifier les échantillons, leur assurant ainsi la consistance nécessaire pour obtenir des coupes fines et précises. Plusieurs étapes doivent être réalisées :

- **La post fixation** : (Formol à 10%) permet le passage des fixateurs aqueux aux alcools.
- **La Déshydratation** : Dans des bains d'alcool de concentrations croissantes (70%, 90%, 96%) et enfin dans un bain d'acétone.
- **La Substitution** : Consiste à remplacer l'éthanol qui n'est pas miscible à la paraffine par xylène.
- **L'imprégnation** : correspond à la substitution du solvant par la paraffine à 70°C durant 10h30min.

9.4 L'inclusion :

L'enrobage, réalisé à l'aide d'une station combinant des éléments chauffants et réfrigérants, consiste à infiltrer les échantillons de tissus avec de la paraffine liquide. Cette étape permet de maintenir l'organisation interne des structures tissulaires tout en assurant un soutien mécanique indispensable lors de la coupe au microtome. Une fois l'enrobage terminé, les blocs de paraffine contenant les tissus sont stockés à $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à leur utilisation pour la microtomie.



Figure 19 : l'inclusion (photo originale, 2025)

9.5 La coupe :

À l'aide d'un microtome, on fait :

- **Le dégrossissement** : en réglant l'épaisseur des coupes à 10 ou 20 μm selon la taille de l'organe. On réalise ensuite **les coupes** fines à 3 μm .
- Le ruban de coupes est ensuite déposé dans un bain-marie à $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour détendre la paraffine et lisser les sections.
- Une fois les sections bien étalées, elles sont récupérées à l'aide d'une lame, identifiée par le code correspondant au bloc.
- Les lames sont ensuite placées dans une étuve à $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 30 minutes. Cette étape permet l'adhérence des coupes au support, l'évaporation de l'eau résiduelle et le début du déparaffinage.



Figure 20 : matériels de la coupe A-microtome, B- lames, C- bain marie, D- l'étuve 140°C. (Photos originale, 2025).

9.6 La coloration d'Hémalun Eosine (H.E) :

La coloration histologique repose sur l'utilisation de l'hématoxyline d'hémalun, qui teinte les noyaux cellulaires en mauve foncé, et de l'éosine, qui colore le cytoplasme ainsi que d'autres structures tissulaires en rose. Cette méthode, largement utilisée en histologie, dure environ 45 minutes.

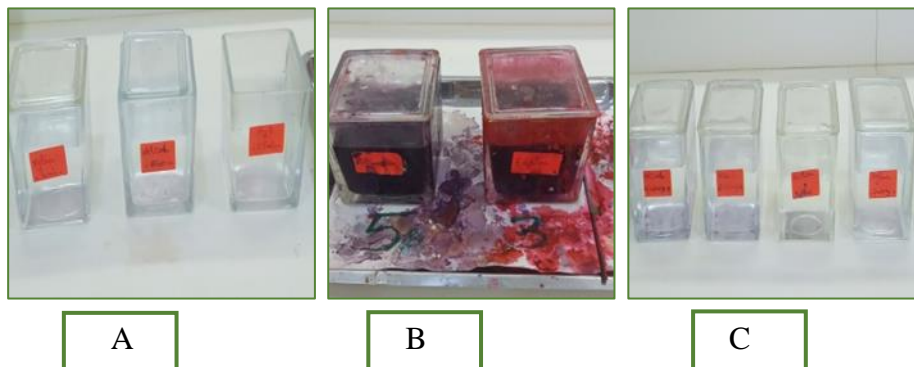


Figure 21 : coloration hématoxyline d'Harris Eosine (HE) réalisé par 3étapes (A-Déparaffinage, B- Coloration, C- éclaircissement (photo originale, 2025).

9.7 Le montage :

Après le passage du xylène, on procède au montage. On commence par humidifier légèrement la lame avec un peu de xylène, puis on dépose une petite goutte de colle spéciale, comme l'EUKITT. Cette résine permet non seulement de fixer solidement la lamelle, mais aussi d'assurer une transparence optimale pour l'observation au microscope.

On place ensuite la lamelle avec soin, en exerçant une légère pression pour chasser les éventuelles bulles d'air. Il est important d'identifier chaque lame avec son code ou son nom. Une fois le montage terminé, les lames sont laissées à sécher complètement avant d'être rangées dans un porte-lames.



Figure 22 : matériel utilisés pour le montage des lames (photo originale, 2025).

➤ **La lecture :**

L'observation des lames se fait dans laboratoires de biochimie au niveau du hall technologie (le service d'anapath), elles ont été observées à l'aide d'un microscope optique Leica. Les agrandissements utilisés sont X 10 et X 40.

➤ **L'analyse statistique :**

- Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SEM.
- La différence entre les groupes est exprimée par le test ANOVA (la différence est significative quand $p \leq 0.05$). Les différences sont considérées comme :
 - ❖ Significatives lorsque * ($P \leq 0.05$).
 - ❖ Hautement significative ** ($P \leq 0.01$).
 - ❖ Très hautement significatives *** ($P \leq 0.001$).
- La classification entre les groupes est réalisée par le test de Tukey.
- L'analyse statistique des données a été effectuée par le logiciel SPSS version 20 (Dagnelie, 1999).

➤ De sorte que :

* : comparaison entre les quatre groupes (Anova)

a : comparaison entre G1 et G3.

b : comparaison entre G1 et G4.

c : comparaison entre G3 et G4.

d : comparaison entre G2 et G1.

Chapitre III :
Résultats et discussion

I. Résultats :

1. Evaluation des polyphénols :

Après le dosage, la teneur en polyphénol est obtenue à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (figure 23). Sa formule de régression linéaire est $y=0.0084x+0.0016$ avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.996$.

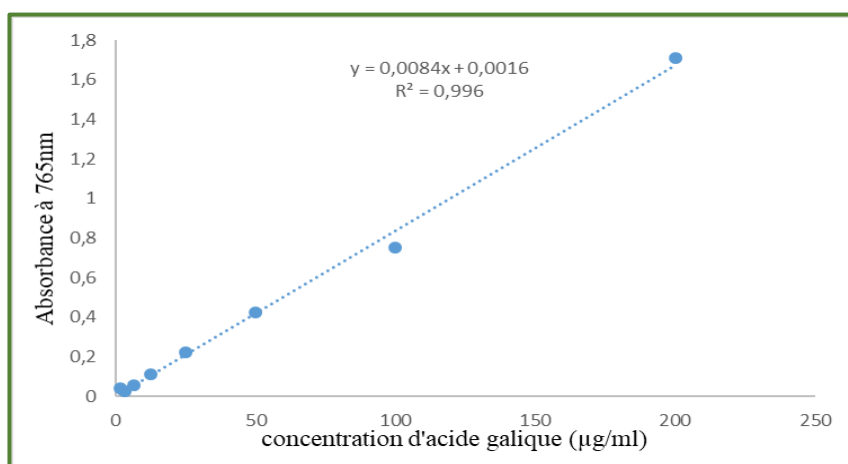


Figure 23 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage de polyphénols totaux

Les résultats montrent que l'extrait d'*Equisetum arvense* renferme une quantité significative de polyphénols, estimée à $95,89 \pm 10,23$ ($\mu\text{gEAG/mgES}$).

2. Evaluation des flavonoïdes :

Après le dosage, la teneur en flavonoïdes est obtenue à partir de la courbe d'étalonnage de la Quercétine (figure 24) ayant l'équation $y = 0.0546x + 0.0646$ avec un coefficient de corrélation $R^2=0.9923$.

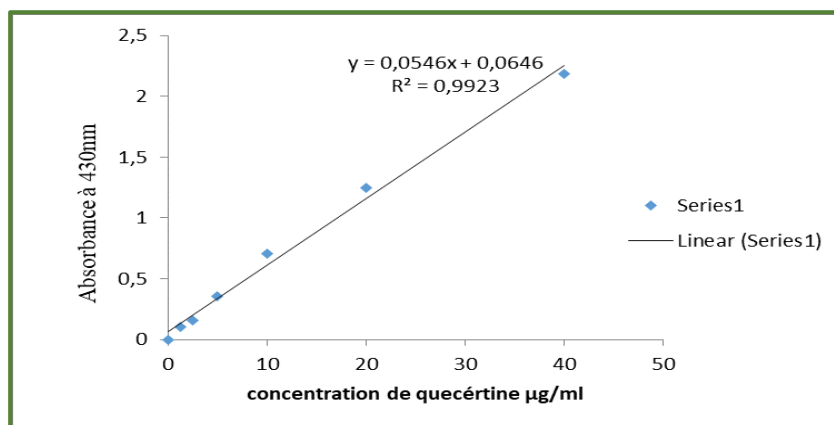


Figure 24 : Courbe d'étalonnage de la Quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

Les résultats indiquent que l'extrait d'*Equisetum arvense* contient une quantité notable de flavonoïdes, estimée à $13,35 \pm 1,18$ ($\mu\text{gEQ/mg/ES}$).

3. Evaluation de l'activité antioxydante :

Les résultats des propriétés antioxydants de l'extrait brut de la plante étudiée et de la vitamine C sont présentés par IC50 dont IC50 du vit C'est 20 et IC50 de la plante est 55 ± 0.002 $\mu\text{g/ml}$.

4. Effet de l'acide acétique et de l'*E. arvense* sur la croissance et le gain de poids :

Le tableau (06) présente l'évolution du gain poids chez les rats des groupes témoins et traités. Une différence significative ($P \leq 0,001$) a été observée entre les quatre groupes globalement, une diminution du poids corporel a été constatée dans l'ensemble des groupes. Cette perte de poids est significativement plus marquée chez les groupes traités (G3 et G4) comparativement aux groupes témoins. De plus, la comparaison entre les groupes G3 et G4 révèle une différence significative ($P \leq 0,001$).

| Paramètre | Lots expérimentaux | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | G1 | G2 | G3 | G4 |
| Poids initiale(g) | 314,66 \pm 12.58 | 294.28 \pm 29.90 | 274,75 \pm 18.07 | 280.14 \pm 20.79 |
| Poids final (g) | 294,66 \pm 15.01 | 276 \pm 32.88 | 239,75 \pm 20.99 | 265 \pm 18.79 |
| Gain de poids (g) | -20 | -18,28 | -35 | -15.14 |

Tableau 06: L'évaluation du gain de poids durant 03 jours du traitement.

5. Effet de l'acide acétique et l'*E. arvense* sur les paramètres biochimiques :

a. Taux du glucose :

Les résultats présentés dans la figure (25) montrent une différence significative ($P \leq 0,001$) entre les quatre groupes. Une élévation significative du taux de glucose est observée dans les groupes G3 et G4 par rapport aux groupes témoins. Toutefois, le groupe G4 présente une diminution significative de la glycémie par rapport au groupe G3.

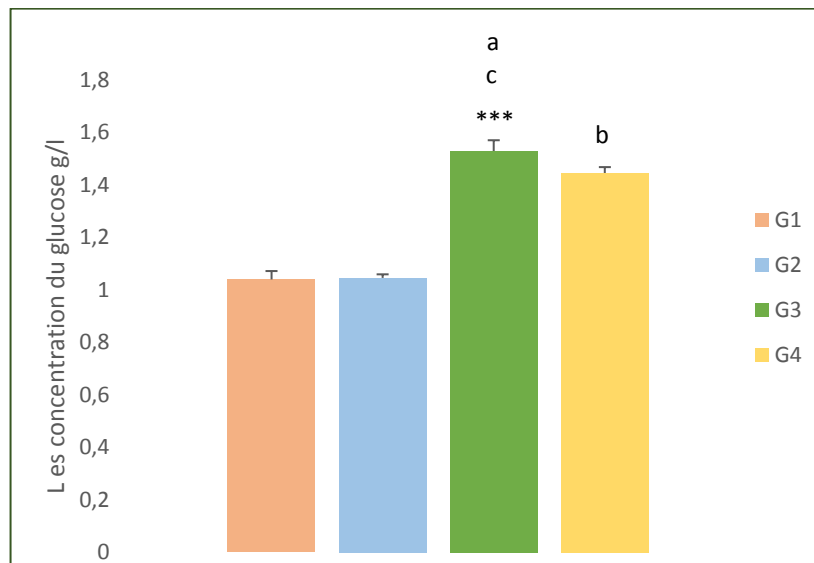


Figure 25 : La variation des concentrations du glucose (g/l)

b. Ferritine :

Les résultats obtenus (figure 26) présentent une différence significative entre les quatre groupes ($P \leq 0,001$). Une élévation significative du taux de ferritine est observée dans le groupe G3 par rapport aux groupes témoins ($P \leq 0,001$), et une légère augmentation observable chez les rats du groupe G4 comparativement aux témoins. En revanche, le groupe G4 présente une diminution significative ($P \leq 0,001$) de la ferritine par rapport à G3.

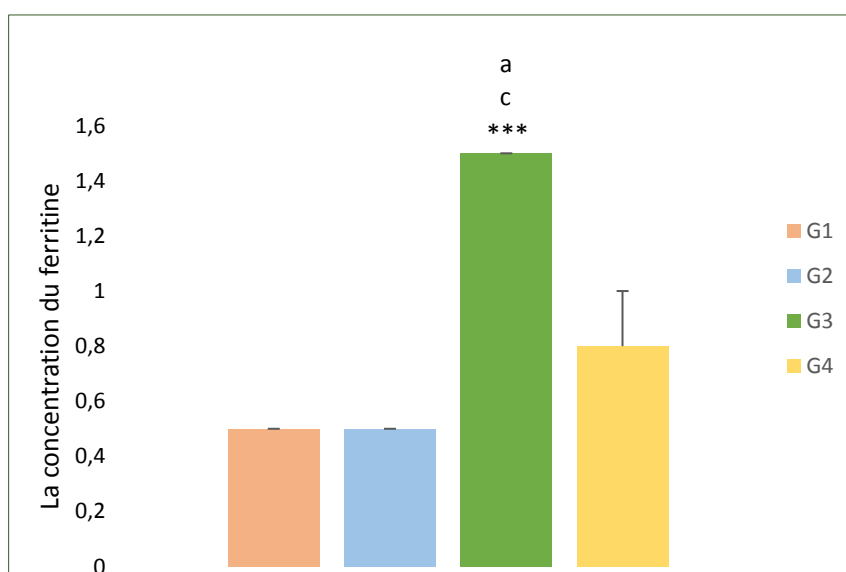


Figure 26: la variation des concentrations de ferritine (µg/ml)

c. Protéine C-réactive (CRP) :

Selon les résultats illustrés par la figure (27), une différence significative ($P \leq 0,001$) a été observée entre les quatre groupes, avec une augmentation significative ($P \leq 0,001$) du taux de CRP chez le G3 par rapport aux groupes témoins et au groupe G4. La comparaison entre le groupe G4 et le groupe témoin G1 ne révèle aucune différence significative.

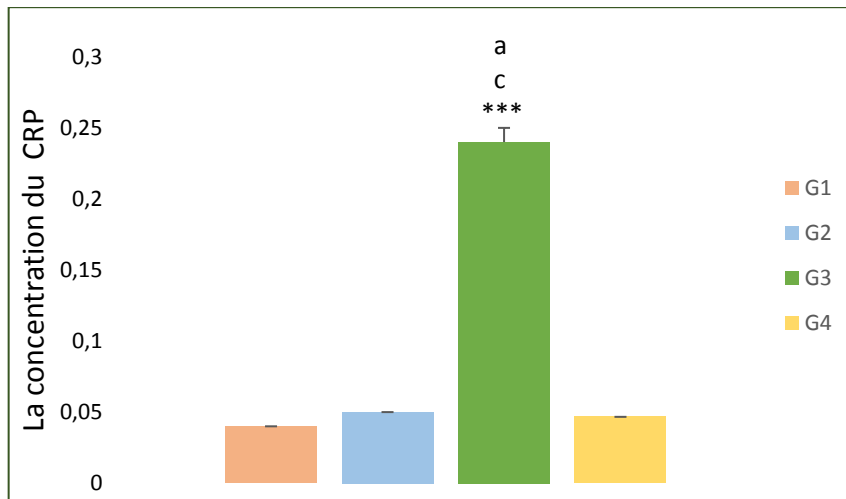


Figure 27 : La variation des concentrations de CRP (mg/l)

d. Fer sérique :

Les résultats présentés dans la figure (28) montrent une différence significative ($P \leq 0,001$) entre l'ensemble des groupes. Une diminution significative du taux de fer sérique a été observée dans les groupes traités par l'acide acétique (G3) ainsi que dans le groupe G4, par rapport aux groupes témoins. Par ailleurs, une augmentation significative ($P \leq 0,001$) est notée chez le G4 par rapport au G3.

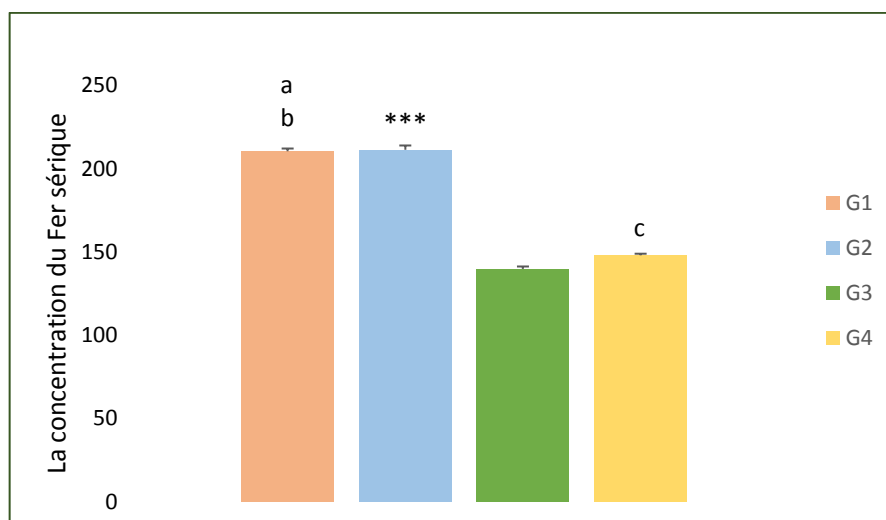


Figure 28 : La variation de concentration du Fer (µg/dL)

6. Effet de l'acide acétique et l'*E. arvensis* sur les paramètres hématologiques :

a. Les globules rouges :

Les résultats présentés par la figure (29) montrent des variations significatives ($P \leq 0,001$) du nombre de globules rouges entre les quatre groupes. Une diminution significative du nombre de globules rouges est observée chez le groupe G3 par rapport aux groupes témoins. Par ailleurs une augmentation significative est notée dans le G4 par rapport au G3.

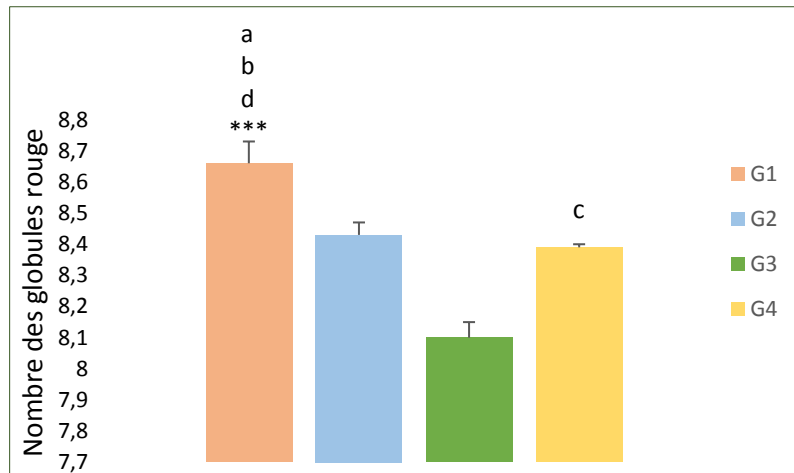


Figure 29 : la variation du nombre des globules rouges ($10^6/\mu\text{L}$).

b. Hématocrite :

La figure (30) met en évidence une différence significative ($P \leq 0,001$) dans les pourcentages d'hématocrite entre les quatre groupes. Une diminution significative ($P \leq 0,001$) est observée dans le groupe G3 par rapport aux groupes G1 et G2 ainsi qu'au groupe G4. En revanche, une augmentation significative ($P \leq 0,001$) du taux d'hématocrite est notée dans le groupe G4 comparativement aux G1 et G2.

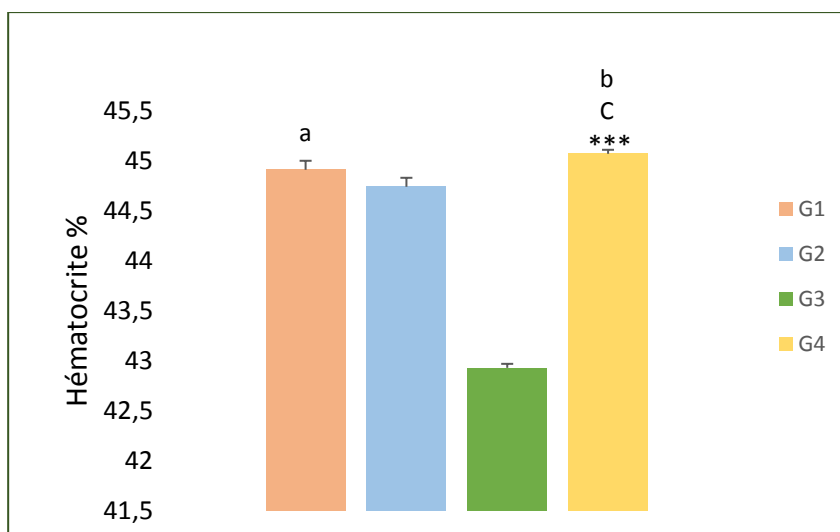


Figure 30 : La variation d'Hématocrite %.

c. Les plaquettes :

Selon la figure (31) les résultats obtenus révèlent une différence significative ($P \leq 0,001$) entre les quatre groupes, avec une diminution significative ($P \leq 0,001$) chez les rats du groupe G3 par rapport aux groupes G1, G2 et G4. Au contraire la comparaison entre G1 et G4 ne montre aucune différence significative bien qu'une légère diminution soit notée chez le G4.

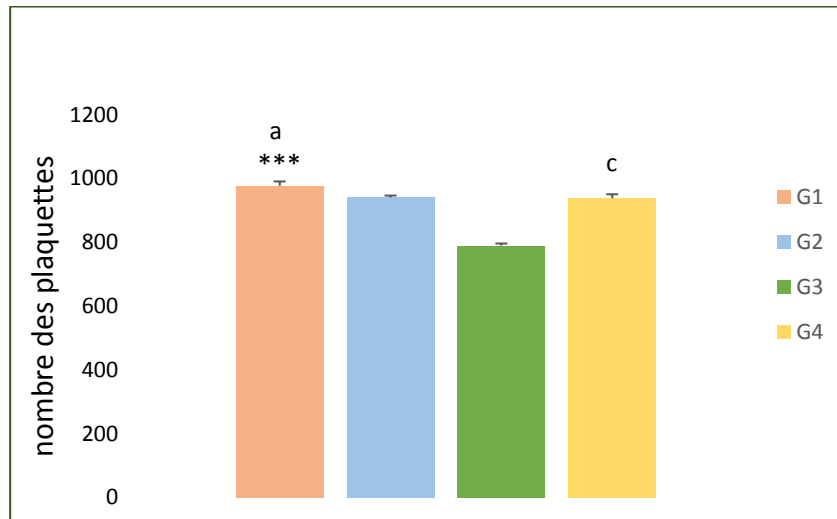


Figure 31 : La variation de nombre des PLT ($10^3/\mu\text{L}$).

d. Globules blancs :

La figure (32) représenté les variations du nombre des globules blancs, ces derniers montrent qu'il y'a une différence significative ($P \leq 0,001$) entre les quatre groupes. La comparaison entre les groupes témoins montre qu'il y a aucune différence significative ($P \geq 0,05$). Par ailleurs on observe, une augmentation significative chez les groupes traités (G3 et G4) par rapport au groupes témoins et une diminution significative chez G4 par rapport au G3.

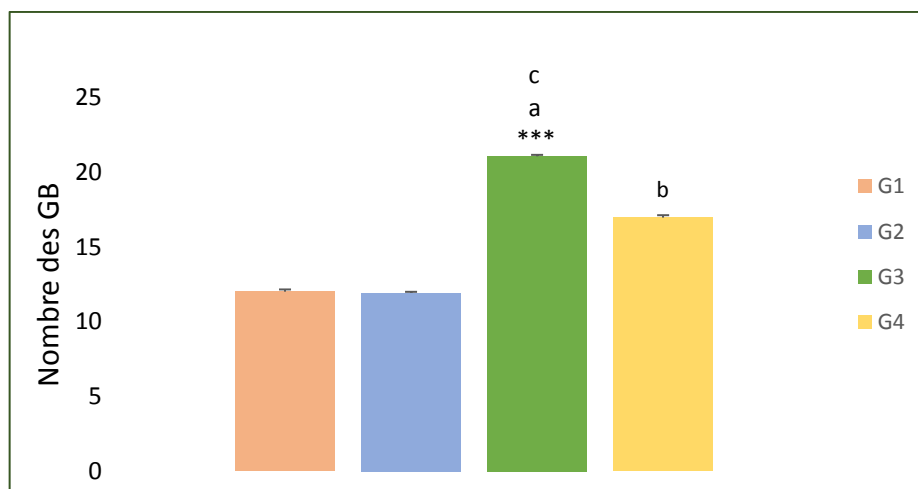


Figure 32 : la variation de nombre des GB ($10^3/\mu\text{L}$)

e. Lymphocytes :

Les résultats de nombre des lymphocytes présenté par la figure (33) montrent une différence significative ($P \leq 0,001$) entre les quatre groupes. La comparaison multiple entre les groupes montre une diminution significative ($P \leq 0,001$) des lymphocytes chez G3 ; G4 par rapport au G1 et G2, et une diminution significative ($P \leq 0,001$) chez G4 par rapport au G3.

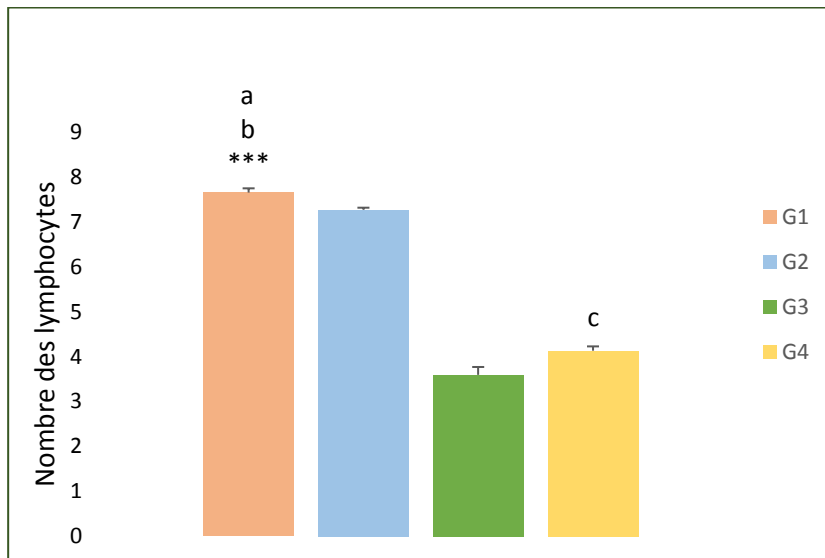


Figure 33 : La variation de nombre des lymphocytes ($10^3/\mu\text{L}$).

7. Effet de l'acide acétique et de l'*E. arvensis* sur le taux de fibrinogène :

Les résultats présentés dans la figure (34) montrent une différence significative ($P \leq 0,001$) entre les quatre groupes. Une augmentation significative ($P \leq 0,001$) du taux de fibrinogène est observée dans le G3 ainsi que dans le groupe G4 comparativement aux groupes témoins. Une diminution significative ($P \leq 0,001$) est notée dans le groupe G4 par rapport au groupe G3.

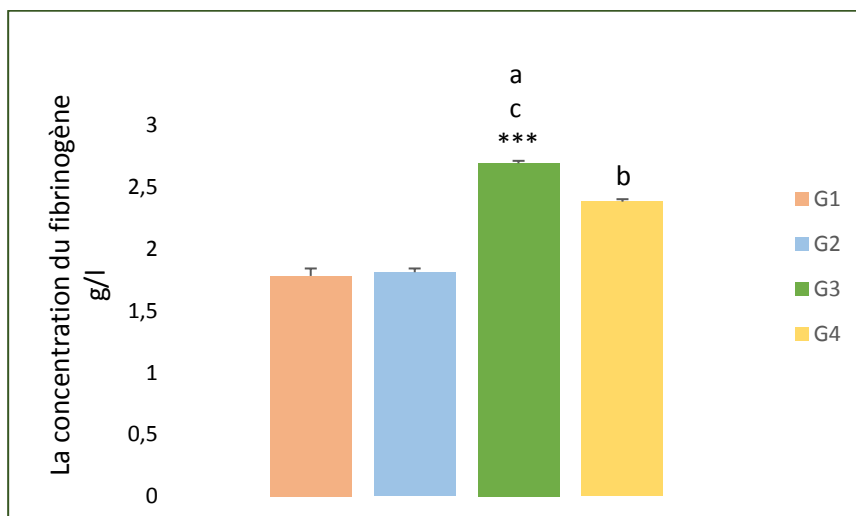


Figure 34 : La variation de la concentration du fibrinogène(g/l)

8. Etude histopathologique :

Afin de confirmer les résultats obtenus pour les paramètres biochimiques et hématologiques, une analyse histologique du côlon a été réalisée sur les différents groupes d’animaux expérimentaux.

8.1 Effets d’acide acétique et l’extrait de la plante *E. arvense* sur l’histologie de la colique :

Les observations histologiques du côlon des rats des groupes G1 et G2 montrent une architecture tissulaire normale : épithélium intact, cryptes bien organisées, muqueuse, sous-muqueuse et musculuse sans anomalies ni infiltration de cellules inflammatoires. En revanche, les rats du groupe G3, traités par voie intra-rectale avec de l’acide acétique à 5 % pendant 3 jours, présentent des lésions coliques sévères, caractérisées par des altérations macroscopiques et histopathologique (dégénérescence épithéliale, inflammation aiguë de la muqueuse, œdème sous-muqueux, infiltration massive de cellules inflammatoires et perte des cryptes, accompagnées d’un épaissement de la paroi colique, sans changement de coloration). Chez les rats du groupe G4 (traités par l’acide acétique et l’extrait de la plante), l’observation microscopique révèle une nette amélioration de la structure histologique du côlon. L’extrait d’*Equisetum arvense* semble exercer un effet protecteur significatif, réduisant l’intensité des lésions inflammatoires et contribuant à la restauration partielle de l’architecture colique.

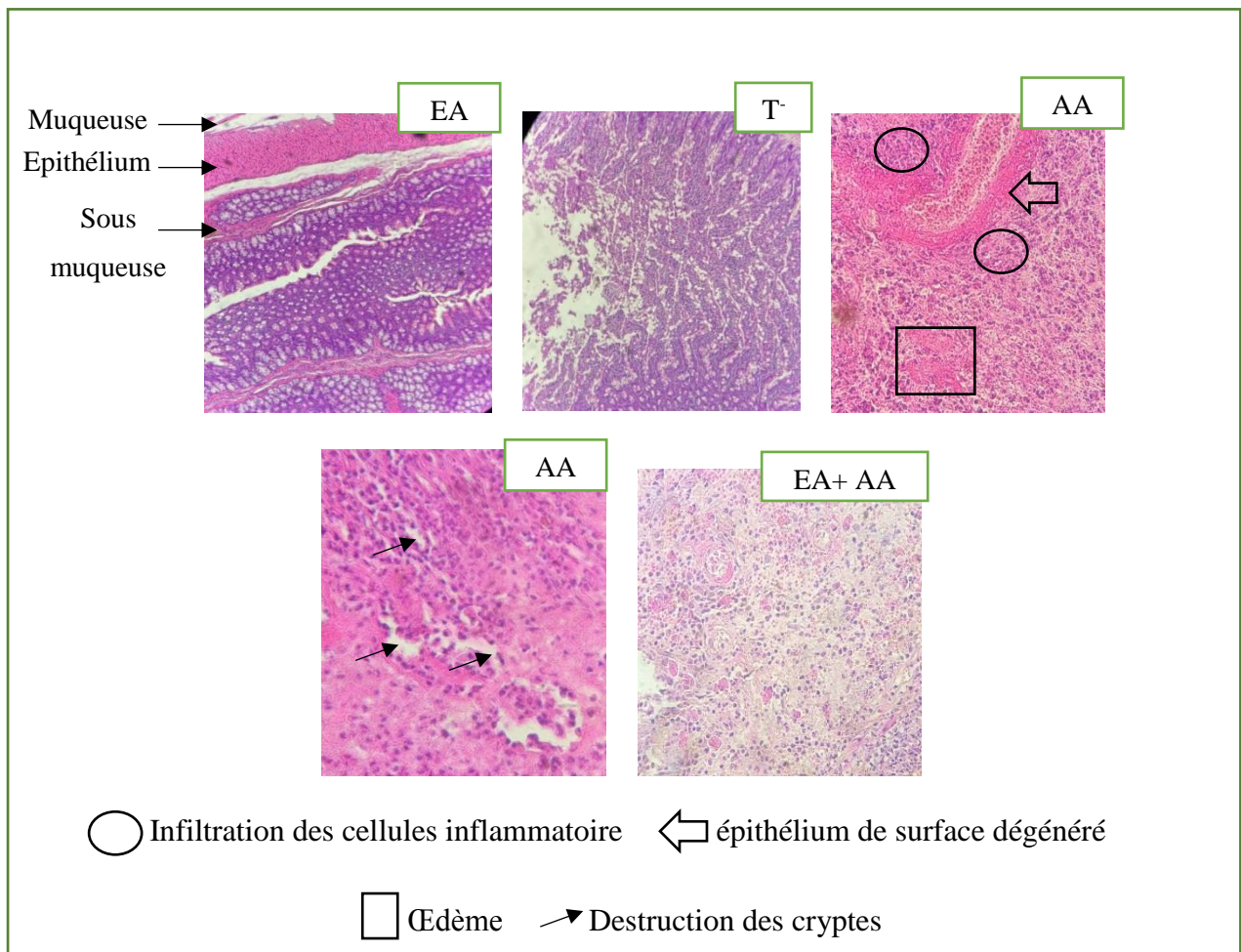


Figure 35: Les coupes histologiques de gros intestin (photos originale, 2025).

II. Discussion :

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique d'*Equisetum arvense* chez des rats mâles de souche Wistar, après induction expérimentale d'une colite aiguë par voie intra-rectale à l'aide d'acide acétique.

L'analyse phytochimique de l'extrait éthanolique d'*E. arvense* a révélé une richesse en composés phénoliques ($95,89 \pm 10,23 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait sec) et en flavonoïdes ($13,35 \pm 1,18 \mu\text{g EQ/mg}$ d'extrait sec). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Badole et Kotwal (2017)**, qui ont également mis en évidence la présence de flavonoïdes et d'acides phénoliques dans les extraits de cette plante. La variation de la teneur en polyphénols et flavonoïdes peut s'expliquer par des facteurs environnementaux (nature du sol, conditions climatiques), la méthode d'extraction utilisée (**Bursal et al., 2011**), la composition phénolique des extraits (**Hayouni et al., 2007**), ainsi que des différences variétales et génétiques (**Zhao et al., 2014**).

Ces composés bioactifs sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, notamment leur capacité à neutraliser les radicaux libres, inhiber la peroxydation lipidique, et chélater les ions métalliques (**Kherbache, 2023**). Les polyphénols présentent également des effets antimicrobiens, anti-inflammatoires, anti-allergiques et antithrombotiques (**Manach et al., 2004**). L'activité antioxydante de l'extrait évaluée par l'IC50 a été estimée à $50,02 \mu\text{g/mL}$, une valeur significative comparée à celle de la vitamine C, confirmant les résultats obtenus par **Mimica et al. (2008)**. Cette activité est attribuée à la forte teneur en polyphénols et flavonoïdes, considérés comme des antioxydants primaires (**Moussa et al., 2011**).

Koohi-Hosseiniabadi et al. (2025) ont rapporté que *E. arvense* contient des flavonoïdes tels que le kaempférol, reconnu pour ses propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, notamment sa capacité à inhiber les espèces réactives de l'oxygène (ROS).

L'administration intra-rectale d'acide acétique a induit une inflammation colique manifeste chez les rats, caractérisée par des signes cliniques tels qu'une somnolence excessive, une perte d'appétit, une réduction du poids corporel, une faiblesse généralisée et une diminution de l'activité spontanée. Une rougeur et un gonflement des yeux ont également été observés, en plus d'une diarrhée fréquente. Ces symptômes traduisent une réaction inflammatoire aiguë et sont en accord avec les observations rapportées par **Axelsson (1990)**. Dans certains cas, des décès ont été enregistrés en fin d'expérimentation, ce qui reflète la sévérité de l'inflammation induite.

La perte pondérale significative chez les rats traités à l'acide acétique confirme une altération métabolique, probablement liée à une réduction de la consommation alimentaire, comme l'ont suggéré **Hilaly *et al.* (2004)** et **Mukinda et Syce (2007)**. **Kullmann *et al.* (2001)** ont également rapporté qu'une colite aiguë s'accompagne d'une baisse de l'ingestion de nourriture et d'un ralentissement de la croissance corporelle.

Cependant, les rats traités avec la combinaison acide acétique + extrait d'*E. arvense* ont présenté une amélioration du gain pondéral, ce qui pourrait être attribué à la présence de composés bioactifs stimulant la digestion (**Bekara *et al.*, 2015**). Les flavonoïdes, en particulier, sont reconnus pour leur rôle protecteur chez les plantes et leurs effets bénéfiques chez l'humain, tels que des actions anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes et anticancéreuses (**Asghar *et al.*, 2016**).

L'inflammation induite par l'acide acétique a également entraîné une augmentation significative de la glycémie chez les rats, ce qui est en accord avec les travaux de **Mustafa *et al.* (2010)** et **Boyer (2016)**, qui ont montré que l'inflammation et le stress oxydatif perturbent la régulation du glucose. Ce déséquilibre est notamment lié à l'activation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, stimulant la libération de glucagon et réduisant l'insuline, favorisant ainsi l'hyperglycémie (**Pourramzanzide Saraei *et al.*, 2013 ; Eraslan *et al.*, 2007**).

En revanche, les rats traités avec la combinaison acide acétique + extrait d'*E. arvense* ont montré une réduction significative du taux de glucose sanguin. Ce résultat concorde avec plusieurs études antérieures (**EMA, 2016 ; Ghorbani, 2008 ; Yildirim, 2008**). Les composés phytochimiques identifiés dans l'extrait (tanins, glycosides, alcaloïdes, saponines, terpènes et flavonoïdes) pourraient jouer un rôle important dans la régulation de la glycémie en augmentant la sensibilité à l'insuline et en réduisant le stress oxydatif (**Takeshi *et al.*, 2005 ; Sinha, 2012 ; Hoffmann *et al.*, 2004**).

L'analyse de la CRP a montré une élévation significative de cette protéine chez les rats traités à l'acide acétique, confirmant la présence d'une réponse inflammatoire aiguë. La CRP est un biomarqueur précoce dont la concentration augmente dès la 6e heure de l'inflammation et atteint un pic à 24 heures (**Shahriarirad *et al.*, 2024 ; Borghini *et al.*, 2013**).

Dans les groupes traités avec l'extrait d'*E. arvense*, une réduction marquée des taux de CRP a été observée, suggérant une atténuation de la réponse inflammatoire. Ces résultats sont en accord avec les travaux de **Hoffmann *et al.* (2004)**, qui ont montré que l'extrait hydroalcoolique d'*E. arvense* possède des effets anti-inflammatoires significatifs dans des modèles expérimentaux tels que

l'œdème induit par le carraghénane. Par ailleurs, un extrait protéique brut de la plante a démontré une stimulation des cytokines Th1, notamment l'IL-2 et l'IFN- γ (Yukitake *et al.*, 2011), renforçant ainsi l'hypothèse de son potentiel immunomodulateur.

Nos résultats ont révélé une augmentation significative de la concentration du fibrinogène chez les groupes traités à l'acide acétique (AA), protéine soluble synthétisée par le foie et généralement élevée lors des états inflammatoires (Benrouibah et Kadja, 2021). Le fibrinogène joue un rôle central dans la régulation de la réponse inflammatoire dans divers tissus, comme l'ont démontré plusieurs études (Adams RA *et al.*, 2007). Avant même son extravasation vers l'espace périvasculaire, une concentration élevée de fibrinogène dans le sang est considérée comme un indicateur d'un état pro-inflammatoire et un marqueur de risque accru de pathologies inflammatoires vasculaires, notamment l'hypertension et l'athérosclérose. De plus, ses produits de dégradation, tels que les D-dimères, sont largement utilisés en clinique comme marqueurs d'inflammation et de risque thrombotique (Lowe GD, 2005). Les peptides dérivés du fibrinogène, comme le fibrinopeptide B, exercent également une activité chimiotactique sur les leucocytes et contribuent ainsi à la modulation de l'inflammation (Skogen WF *et al.*, 1988). Par ailleurs, Jennewein *et al.* (2011) ont mis en évidence l'implication du fibrinogène dans l'activation des leucocytes, des cellules endothéliales et des cellules mononuclées, marquée par une production accrue d'espèces réactives de l'oxygène (ROS), de cytokines pro-inflammatoires et de chimokines telles que les protéines inflammatoires macrophagiques 1 et 2. Concernant la ferritine, nos résultats montrent une élévation marquée de son taux chez les rats traités par l'AA, corroborant son rôle dual en tant que biomarqueur et médiateur pathogène de l'inflammation. Liao *et al.* (2025) expliquent que cette élévation est induite par la libération de cytokines pro-inflammatoires telles que l'IL-6, l'IL-1 β et le TNF, en réponse à l'inflammation locale causée par l'AA. En revanche, les rats ayant reçu un traitement combiné *Equisetum arvense* et AA présentent une amélioration des taux de fibrinogène et de ferritine, suggérant un effet anti-inflammatoire de cette plante. Cette activité pourrait être attribuée à la richesse en polyphénols d'*Equisetum arvense*, connus pour leurs multiples propriétés biologiques, notamment antioxydantes, antimicrobiennes, anti-thrombotiques, anti-allergiques et anti-inflammatoires (Manach *et al.*, 2004).

Nos résultats ont montré une diminution significative des globules rouges, de l'hématocrite et des plaquettes chez les rats traités à l'acide acétique (AA), comparativement au groupe témoin. Ces observations sont en accord avec les travaux d'Oluwafemi *et al.* (2014). Cette réduction témoigne à la fois de la destruction des hématies et d'une inhibition de leur synthèse, traduisant ainsi un début

d'anémie. Cette anémie semble résulter d'une production excessive de radicaux libres induite par l'acide acétique, lesquels attaquent les membranes des globules rouges, provoquant leur lyse, et entraînant par conséquent une diminution de leur nombre, avec des modifications concomitantes des paramètres HGB, HCT et VGM.

Selon **Weill et Batteaux (2003)**, l'inflammation intestinale chronique peut induire une production accrue de cytokines pro-inflammatoires, causant des dommages à la muqueuse intestinale et une perte sanguine. **Gasche et al. (2004)** confirment également ce mécanisme.

La diminution du nombre de plaquettes observée chez les animaux traités par AA peut s'expliquer par leur recrutement au site inflammatoire, où elles adhèrent aux leucocytes pour renforcer la réponse immunitaire via la formation d'agrégats cellulaires, ce qui réduit leur concentration dans la circulation. Elles libèrent aussi des cytokines et des chimiokines qui attirent les neutrophiles sur le site de l'inflammation, contribuant ainsi à l'amplification de la réponse inflammatoire (**Sonmez et al., 2017**).

L'administration de l'extrait d'*Equisetum arvense* a entraîné une réduction significative du nombre de plaquettes, ce qui est conforme aux résultats de **Hassane et al. (2004)**, lesquels ont mis en évidence les propriétés anti-agrégantes plaquettaires de cette plante.

Par ailleurs, une augmentation des leucocytes a été observée chez les rats traités par l'acide acétique, ce qui indique un état inflammatoire systémique, en accord avec les données de **Roitt et al. (2002)** et **Karmakar et al. (2000)**. Cette augmentation confirme l'implication active des cellules immunitaires dans la défense contre l'agression induite par l'AA (**Fahim et al., 2012**). D'après **Egger et al. (2000)**, lors d'une inflammation intestinale, des cytokines telles que TNF- α , IL-1 β et IL-6 sont produites en grandes quantités par les cellules inflammatoires (macrophages, lymphocytes, PNN), contribuant à la dégradation tissulaire.

Les profils leucocytaires sont également de bons indicateurs physiologiques du stress, car ils sont modulés par celui-ci et peuvent être reliés aux taux hormonaux associés (**Dhabhar et al., 1996**). L'augmentation significative des leucocytes peut aussi indiquer une migration vers le site de l'inflammation (**Roitt et al., 2002**). **Hall et al. (2011)** rapportent que cette mobilisation est caractéristique de la phase aiguë de l'inflammation, marquée par une infiltration rapide de la muqueuse colique par les PNN (**Sertejn et al., 2003; Hall et al., 2011**). En outre, ces derniers, ainsi que les cellules dendritiques et les macrophages, sont parmi les premières cellules immunitaires

recrutées, et leur présence conjointe avec les lymphocytes T suggère leur rôle potentiel dans l'activation de la réponse adaptative.

Après l'administration d'AA, une diminution significative des lymphocytes a également été notée. Cette baisse pourrait être attribuée à l'effet des glucocorticoïdes qui induisent une séquestration des lymphocytes et des éosinophiles dans les poumons et la rate, tout en inhibant leur production médullaire. À long terme, cela pourrait même entraîner une involution du tissu lymphoïde (**Liu YZ et al., 2017**). Le stress psychophysiologique pourrait également contribuer à cette immunosuppression en inhibant la production d'interleukine-2, nécessaire à la prolifération et à l'activation des lymphocytes (**Merlot, 2004**).

Enfin, les animaux traités à la fois par l'acide acétique et l'extrait d'*Equisetum arvense* ont montré une amélioration significative de l'ensemble des paramètres hématologiques, en accord avec les travaux de **Hoffmann et al. (2004)**. Des études antérieures ont démontré que l'extrait standardisé de cette plante possède une capacité d'immunomodulation ciblant les cellules immunocompétentes impliquées dans le processus inflammatoire (**Mimica-Dukic et al., 2008**). De plus, l'extrait hydroalcoolique (50/50 %) d'*Equisetum arvense* a révélé un effet anti-inflammatoire manifeste. Selon **Gasche et al. (2004)**, l'inflammation intestinale chronique est associée à une production excessive de cytokines pro-inflammatoires, qui contribuent de manière significative aux lésions de la muqueuse intestinale. Cette altération de l'intégrité de la muqueuse peut entraîner des pertes sanguines récurrentes, favorisant ainsi l'apparition d'une anémie. Par ailleurs, ces cytokines jouent un rôle central dans la pathogenèse de l'anémie inflammatoire, comme le confirment également **Weiss et al. (2005)**. Elles interfèrent avec le métabolisme du fer en inhibant sa libération et son absorption, ce qui perturbe le processus d'érythropoïèse. (**Nemeth et al., 2004**).

L'examen histologique du côlon des rats des groupes G1 (témoin sain) et G2 (traité uniquement par l'extrait d'*Equisetum arvense*) révèle une architecture tissulaire colique conservée. En revanche, les rats du groupe G3, soumis à une administration intra-rectale d'acide acétique à 5 % pendant trois jours, présentent des lésions coliques sévères tant au niveau macroscopique. Ces altérations histopathologiques corroborent les données précédemment rapportées par **Simkin et al. (2000)**, **Kolgazi et al. (2013)**, **Ashry et al. (2016)** et **Souza et al. (2016)**, selon lesquelles l'acide acétique induit une acidification intracellulaire importante, responsable de dommages intestinaux significatifs. De plus, la réduction de l'épaisseur du côlon observée dans notre étude, associée à des érosions, ulcérations, et une inflammation de la muqueuse et de la sous-muqueuse, est en accord avec les résultats de **Minaiyan et al. (2006)**, **Mustafa et al. (2006)** et **Tsianos et al. (2009)**.

Le modèle d'induction de la rectocolite hémorragique par l'acide acétique est largement utilisé en recherche expérimentale pour simuler la pathogenèse de la colite humaine. Il se caractérise par une nécrose muqueuse et sous-muqueuse, une dilatation vasculaire, un œdème sévère, des ulcérations profondes, et une infiltration massive de cellules inflammatoires au niveau du tissu intestinal (Alsharif *et al.*, 2022). Selon Adakudugu *et al.* (2020), l'acide acétique provoque également des lésions coliques visibles au microscope telles que des ulcères, des hémorragies et des zones érythémateuses.

Ces modifications histologiques sont liées à l'activation des cellules immunitaires résidentes et à l'infiltration de cellules inflammatoires circulantes, (Podolsky , 2007 ; Abraham et Cho 2009). La libération excessive de cytokines pro-inflammatoires telles que le TNF- α et l'IL-1 β contribue à l'aggravation des lésions tissulaires (Mustafa *et al.*, 2006).

En revanche, chez les animaux du groupe G4, traités à la fois par l'acide acétique et l'extrait d'*Equisetum arvense*, une nette amélioration de l'organisation histologique du côlon a été observée. L'architecture des cryptes est partiellement restaurée, l'infiltration inflammatoire est significativement réduite, et les signes de dégénérescence épithéliale sont moins marqués. Ces observations suggèrent que l'extrait d'*Equisetum arvense* exerce un effet protecteur notable contre les lésions inflammatoires coliques, probablement en raison de ses propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes.

*Conclusion
générale*

Conclusion générale

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique d'*Equisetum arvense*, sur un modèle d'inflammation colique induite par l'acide acétique sur les rats males de la souche *wistar*.

Les résultats obtenus de cette étude montrent que l'administration de l'acide acétique à 5% par voie intra-rectale chez les rats pendant 3 jours, a provoqué des perturbations dans la plupart des paramètres hématologiques et biochimiques étudiés, ainsi que sur l'aspect histologique du gros intestin et le gain poids, indiqués par les résultats suivants :

❖ **Le gain de poids :**

- Une diminution du poids corporelle durant la période du traitement.

❖ **Une variation des paramètres biochimique et hémostase :**

- Une augmentation de taux du glucose, CRP et ferritine.
- Une diminution du fer sérique.
- Une augmentation de Fibrinogène.

❖ **L'étude hématologique a révélé :**

- Une augmentation de nombre du globule blancs.
- Une diminution de nombre globules rouges, plaquette, hématocrite et des lymphocytes.

❖ **L'étude histopathologique montre :** La présence des altérations significatives

Dans le gros intestin, des signes de dégénérescence épithéliale, inflammation aiguë de la muqueuse, œdème sous-muqueux, infiltration massive de cellules inflammatoires et perte des cryptes, accompagnées d'un épaissement de la paroi colique.

Par ailleurs, le Co-traitement des rats par l'extrait éthanolique d'*E. arvense*, avec l'acide acétique a amélioré la plupart des paramètres biochimiques, hématologique et histologique. Les résultats indiquent que l'*E. arvense* a des effets antioxydant et anti-inflammatoire.

Nous espérons que cette étude constituera un point de départ pour des recherches futures visant à confirmer et à mieux comprendre l'effet protecteur d'*Equisetum arvense* ainsi que ses mécanismes d'action dans la modulation de la réponse inflammatoire. Il serait pertinent d'envisager des études prolongées avec différentes durées de traitement et une gamme étendue de doses, afin d'établir une relation dose-effet plus précise.

Par ailleurs, pour approfondir les mécanismes de protection offerts par *E. arvense* contre l'inflammation, l'utilisation de techniques avancées telles que la spectroscopie RMN et la microscopie électronique à balayage pourrait fournir des informations précieuses. Ces méthodes

Conclusion générale

permettent d'examiner en détail les interactions moléculaires ainsi que les modifications structurales au niveau cellulaire et tissulaire, offrant ainsi de nouvelles perspectives sur son potentiel thérapeutique.

Enfin, une analyse phytochimique approfondie des extraits, à l'aide de techniques comme la LC/MS/MS ou la GC/MS, s'avère essentielle pour identifier avec précision les composés actifs responsables de l'effet anti-inflammatoire observé.

Références

bibliographique

A

- **Abbal, M., Faure, G., et Bouletreau, P. (2011).** L'inflammation. Faculté de Médecine, Université Lille 2.
- **Abraham, C., et Cho, J. H. (2009).** IL-23 and autoimmunity: New insights into the pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Annual Review of Medicine*, 60, 97–110.
Acid-induced colitis in rats *Heliyon*, 6(8) : e04710.
- **Adakudugu, E. A., Ameyaw, E. O., Obese, E., Biney, R. P., Henneh, I. T., Aidoo, D. B., Oge, E. N., Attah, I. Y., et Obiri, D. D. (2020).** Protective effect of bergapten in acetic-induced colitis in rats :involvement of antioxidant and anti-inflammatory mechanisms. *Journal of inflammation Reasearch*, 13 : 541-552.
- **Adams, R. A., Bauer, J., Flick, M. J., Sikorski, S. L., Nuriel, T., Lassmann, H., ... et Akassoglou, K. (2007).** The fibrin-derived γ 377–395 peptide inhibits microglia activation and suppresses relapsing paralysis in central nervous system autoimmune disease. *The Journal of Experimental Medicine*, 204(3) : 571–582. <https://doi.org/10.1084/jem.20061931>
- **Adepo, A. A. (2018).** Évaluation des activités anti-inflammatoire et antioxydante de l'extrait hydroéthanolique de l'écorce de racines de *Dichrostachys cinerea* L. Wight et Arn. Thèse en pharmacie, République de Côte d'Ivoire.
- **Adhikari, A., Bhandari, S., et Pandey, D. P. (2019).** Anti-inflammatory compounds camphor and methylsalicylate from traditionally used pain curing plant *Equisetum arvense* L. *Journal of Nepal Chemical Society*, 40 : 1–4. <https://doi.org/10.3126/jncs.v40i0.27270>
- **Alexandru, V., Gaspar, A., Savin, S., Toma, A., Tatia, R., et Gille, E. (2015).** Phenolic content, antioxidant activity and effect on collagen synthesis of a traditional wound healing polyherbal formula. *Studia Universitatis Vasile Goldis Arad. Seria Stiintele Vietii*, 25(1) : 41–46.
- **Al-Mohammed, H. I., Paray, B. A., et Rather, I. A. (2017).** Anticancer activity of EA1 extracted from *Equisetum arvense*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30(5) : 1947–1950. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29105626/>
- **Alsharif, I. A., Fayed, H. M., Abdel-Rahman, R. F., Abd-Elsalam, R. M., et Ogaly, H. A. (2022).** Miconazole Mitigates Acetic Acid-Induced Experimental Colitis in Rats: Insight into Inflammation, Oxidative Stress and Keap1/Nrf-2 Signaling Crosstalk,11(02) : 303.
- **Al-Snafi, A. E. (2017).** The pharmacology of *Equisetum arvense* : A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 7(2) : 31–42. <http://www.iosrphr.org>

Références bibliographique

- **Anani, K. (2019).** Impact d'extraction et de fractionnement sur l'activité antioxydante de *Thymus serpyllum* L. et *Equisetum arvense* L. (Mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra).
- **Asgarpanah, J., et Roohi, E. (2012).** Phytochimie et propriétés pharmacologiques d'*Equisetum arvense* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(21) : 3689–3693.
- **Asghar N., Naqvi S. A. R., Hussain Z., Rasool, N., Khan Z. A., Shahzad S. A., and Jaafar, H. Z. (2016).** Compositional difference in antioxidant and antibacterial activity of all parts of the *Carica papaya* using different solvents. *Chemistry Central Journal*, 10(1) : 5.
- **Ashrafi, A., Rezaii, A., Sohrabi- Haghdost, I. et al (2010),** Histometric and histopatologic evaluation of the effects of *Equisetum arvense* herbal extract versus zinc oxide in rabbit skin wound healing model. *Veterinary journal of tabriz*, 4 :843-853
- **Ashry, E. E., Abdellatif, R. B., Mohamed, A. E., et Kotb, H. I. (2016).** Protective effect of ketamine against acetic acid-induced ulcerative colitis in rats. *Pharmacology and Pharmacy*, 7(1) : 9–17.
- **Axelsson, L. G., et Ahlstedt, S. (1990).** Characteristics of immune-complex-induced chronic experimental colitis in rats with a therapeutic effect of sulphasalazine. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 25(3) : 203–209.

B

- **Badole, S., et Kotwal, S. (2017).** Evaluation of proximate, free radical scavenging activity, and phytochemical analysis of *Equisetum arvense* L extracts. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 8(2) : 146–150.
- **Bekara, A., Ait Hamadouche, N., Kahloula, K., Sadi, N., et Aoues, A.-e.-K. (2015).** Étude phytochimique et activité antioxydante de l'extrait aqueux de *Pimpinella anisum* L. *Algerian Journal of Natural Products*, 4(3) :299-307.
- **Belmassous, N. (2017).** Etude phytochimique comparative des trois plantes connues antidiabétique issue de la région de Batna. Université Mohamed Khider de Biskra, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de la nature et de la vie
- **Benrouibah, N., et Kadja, N. (2021).** L'inflammation et les maladies inflammatoires [Mémoire de Master, Centre Universitaire Abdel Hafid Boussouf - Mila]. Thèses-Algérie.

Références bibliographique

- **Berkenhout, J. (1769).** Outlines of the natural history of Great Britain and Ireland: Containing a systematic arrangement and concise description of all the animals, vegetables and fossils which have hitherto been discovered in these kingdoms . 1:5. Londres: P. Elmsly
- **Berlencourt, A. (2012).** Huiles essentielles.Aromathérapie Historical review of medicinal plants,10(103) :0973-7847.
- **Bidaut-Russell, M., et Gabriel, S. E. (2001).** Adverse gastrointestinal effects of NSAIDs: Consequences and costs. Best Practice & Research: Clinical Gastroenterology, 15(5) : 739–753.
- **Boungou-Tsona, G. (2023).** Études phytochimiques et activités anti-inflammatoires d'extraits de plantes médicinales du Congo Brazzaville (Thèse de doctorat, Université Clermont Auvergne, France, et Université Marien-Ngouabi, Congo Brazzaville).
<https://theses.hal.science/tel-04353429>
- **Bouraqadi, A. I. (2006).** Extraction par solvant : étude et modélisation du système tributylphosphate – acides monocarboxyliques. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- **Borghini, T., Laurence, V et Dagmar, K. (2013).** Fiche technique Protéine C réactive (CRP) et Vitesse de sédimentation (VS). Bourg
- **Boyaval, P., et Corré, C. (1995).** Production of propionic acid. Le Lait, 75(4–5) : 453–461.
- **Boyer, F. (2016).** Stress oxydant et pathologie diabétique : impact de l'hyperglycémie et de l'albumine glyquée sur les cellules cardiaques et adipeuses .(Thèse de doctorat, Université de La Réunion) . Thèses.fr. <http://www.theses.fr/2016LARE0003> /document
- **Bursal, E., et Köksal, E. (2011).** Evaluation of reducing power and radical scavenging activities of water and ethanol extracts from sumac (*Rhus coriaria* L.). Food Research International, 44(7) :2217-2221.

C

- **Carneiro, D. M., Freire, R. C., Honório, T. C. D., Zoghaib, I. V. J., Cardoso, F. F. D. S. e S., Tresvenzol, L. M. F., Paula, J. R. de, Sousa, A. L. L., Jardim, P. C. B. V., et Cunha, L. C. da. (2014).** Randomized, double-blind clinical trial to assess the acute diuretic effect of *Equisetum arvense* (field horsetail) in healthy volunteers. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Article e760683.
<https://doi.org/10.1155/2014/760683>
- **Carneiro, D. M., Jardim, T. V., Araújo, Y. C. L., Arantes, A. C., Sousa, A. C., Barroso, W. K. S., Sousa, A. L. L., da Cunha, L. C., Cirilo, H. N. C., Bara, M. T. F., et Jardim,**

Références bibliographique

P. C. B. (2019). *Equisetum arvense*: New evidences support medical use in daily clinic. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26) : 50–58. <https://doi.org/10.5530/phrev.2019.2.4>

- **Carocho, M., et Ferreira, I. C. F. R. (2013).** A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51 : 15–25.
- **Costa-Rodrigues, J., Carmo, S. C., Silva, J. C., et Fernandes, M. H. R. (2012).** Inhibition of human in vitro osteoclastogenesis by *Equisetum arvense*. *Cell Proliferation*, 45(6) : 566–576. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2184.2012.00848.x>
- **Cruz-Topete, D., et Cidlowski, J. A. (2015).** One hormone, two actions : Anti- and pro-inflammatory effects of glucocorticoids. *Neuroimmunomodulation*, 22(1–2) : 20–32.

D

- **Dagnelie,(1999):** Tests d'ajustement à une loi et test d'indépendance de deux variables qualitatives analyse de la variance (1).faculté universitaire des sciences agronomiques B-5030 Gembloux (Belgique) In: Dayan A. et al. (éd.). Manuel de gestion (vol. 2). Paris, Ellipses, 876-890,
- **Devoyer J. (2012).** Guide des plantes qui soignent. Paris : Edition ApLEN.
- **Dhabhar, F. S., Miller, A. H., McEwen, B. S., et Spencer, R. L. (1996).** Stress-induced changes in blood leukocyte distribution. Role of adrenal steroid hormones. *Journal of Immunology*, 157(4) : 1638–1644.
- **Djemoui, L. (2013).** Étude du transfert de matière multiconstituant dans les procédés de séparation avec transfert et réaction chimique. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- **Djeridane,A., Yousfi,M., Nedjemi,B., Boutassouma,D., Stocker,P., et Vidal,N. (2006).** Antioxidant activity of some Algerian Medicinal Plants Extracts Containing Phenolic Compounds. *Food Chemistry*, 97 :654-660.
- **Dorward D.A, Lucas C.D, Rossi A.G, Haslett C, Dhaliwal K, (2012).** Imaging inflammation : Molecular strategies to visualize key components of the inflammatory cascade, from initiation to resolution. *Pharmacology & Therapeutics*, 135(2) : 182-199.
- **Duwiejua M, Zeitlin I J, (1993).** Plants as source of anti-inflammatory substances. In: *Drugs from Natural Products: Pharmaceuticals and Agrochemicals*. Harvey A L. Eds, Taylor & Francis (RoyaumeUni), p153.

E

- **Egger, B., Daperno, M., et Frossard, J.-L. (2000).** Cytokine production in inflammatory bowel disease. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 35(12) :1297–1303.
- **Eraslan, A. Bilgili, D. Essiz, M. Akdogan, F. Sahindokuyucu (2007).** The effects of deltamethrin on some serum biochemical parameters in mice. *Pestic.Biochem. Phys.* 8123-130.
- **European Medicines Agency. (2016).** Assessment report on *Equisetum arvense* L., herba (field horsetail) (EMA/HMPC/278089/2015). Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). Retrieved from https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-equisetum-arvense-l-herba_en.pdf.

F

- **Fahim MA, Nemmar A, Dhanasekaran S, Singh S, Shafiullah M, Yasin J, Zia S, Hasan MY., (2012).** Acute Cadmium Exposure Causes Systemic and Thromboembolic Events in Mice. *Physiol. Res.*, 61: 73-80
- **Fauve R.M, Hevin M. (1998).** Reaction inflammatoire et reactions immunitaires. In:Inflammation, Russo-Marie F, Peltier A, Polla B S. Eds, John Libbey Eurotext (France), 10-19.
- **Ferroudji, S. (2020).** Activités biologiques de deux plantes médicinales : *Mentha rotundifolia* L. et *Lamium amplexicaule* L. Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.
- **Filipov, F., Chiorescu, E. (2021).** *Equisetum arvense* L. as a Bioindicator of acid solis . *Scientific papers.Series A. Agronomy*, 64(1) : 76-81.

G

- **Garcia, D., Ramos, A. J., Sanchis, V., et Marín, S. (2013).** Effect of *Equisetum arvense* and *Stevia rebaudiana* extracts on growth and mycotoxin production by *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides* in maize seeds as affected by water activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9) : 2248–2253. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6033>
- **Gasche, C., Lomer, M. C. E., Cavill, I et Weiss, G. (2004).** Iron, anaemia, and inflammatory bowel diseases. *Gut*, 53(8) : 1190-1197.
- **Ghedira, K., et Goetz, P. (2010).** *Phytothérapie anti-infectieuse. Anti-infectieuse.* Springer-verlag, France. 388-392

Références bibliographique

- **Ghorbani, A., Rakhshandeh, H., et Sadeghnia, H. R. (2008).** Antihyperglycemic and antioxidant effects of *Equisetum arvense* L. in streptozotocin-induced diabetic rats. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 7(2) : 107–112.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19086514>

- **Grieve, M. (1971).** A modern herbal: The medicinal, culinary, cosmetic and economic properties, cultivation and folk-lore of herbs, grasses, fungi, shrubs, & trees with all their modern scientific uses. Dover Publications.

H

- **Hall, J. A., McDonald, C., et McDonald, J. A. (2011).** Neutrophil recruitment to the gastrointestinal tract. Journal of Leukocyte Biology, 89(4) : 539–548.
- **Hassane Mekhfi, M., El Haouari, M., Legssyer, A., et Ziyat, A. (2004).** Platelet anti-aggregant property of some Moroccan medicinal plants including *Equisetum arvense*. Journal of Ethnopharmacology, 95(2-3) : 317,322.
- **Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M., et Hamdi, M. (2007).** The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. Food Chemistry, 105(3) : 1126–1134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.010>
- **Hegedús, C., Muresan, M., Badale, A., Bombicz, M., Varga, B., Szilágyi, A., Sinka, D., Bácskay, I., Popoviciu, M., Magyar, I., Szarvas, M. M., Szöllősi, E., Németh, J., Szilvássy, Z., Pallag, A., et Kiss, R. (2020).** SIRT1 activation by *Equisetum arvense* L. (horsetail) modulates insulin sensitivity in streptozotocin-induced diabetic rats. Molecules, 25(11) : 2541. <https://doi.org/10.3390/molecules25112541>
- **Hilaly, J., Israili, Z. H., et Lyoussi, B. (2004).** Acute and chronic toxicological studies of *Ajuga iva* in experimental animals. Journal of Ethnopharmacology, 91(1) : 43–50
- **Hoffmann-Martins-Do-Monte, F., dos Santos, J. G., Russi, M., Lanziotti, V. M. N. B., Leal, L. K. A. M., et Cunha, G. M. D. A. (2004).** Antinociceptive and anti-inflammatory properties of the hydroalcoholic extract of stems from *Equisetum arvense* L. in mice. Pharmacological Research, 49(3) : 239–243.
- **Holm, L., Pancho, J. V., Herberger, J. P., et Plucknett, D. L. (1991).** A geographical atlas of world weeds. Malabar, FL : Krieger Publishing Company.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04710>

Références bibliographique

- **Huh, M. K., et Han, M. D. (2015).** Inhibitory effect of hyaluronidase and DPPH radical scavenging activity using extraction of *Equisetum arvense*. *European Journal of Advanced Research in Biological and Life Sciences*, 3(2) : 47–51.
- **Hultén, E., et Fries, M. (1986).** Atlas of North European vascular plants : North of the Tropic of Cancer. Koeltz Scientific Books.

I

- **İnce, E. (2005).** Liquid–liquid equilibria of the ternary system water + acetic acid + dimethyl succinate. *Journal of chemical and engineering data*, 50 :1539-1542.
- **Ishida, M., Takekuni, C., Nishi, K., Sugahara, T. (2019).** Anti-inflammatory effect of aqueous extract from Kawachi-bankan (*Citrus maxima*) peel in vitro and in vivo. *Cytotechnology*.71 : 797–807.

J

- **Jennewein, C., Tran, N., Paulus, P., Ellinghaus, P., Eble, JA et Zacharowski, K. (2011).** Nouveaux aspects des fragments de fibrine(ogène) au cours de l'inflammation. *Médecine moléculaire*, 17(5-6) :568-573. <https://doi.org/10.2119/molmed.2010.00146>
- **Johnson Wilbur, Jr., M.S. (2020).** Safety Assessment of *Equisetum arvense*-derived Ingredients as Used in Cosmetics. *Cosmetic Ingredient Review*, WASHINGTON, DC. CIRINFO@CIR-SAFETY.ORG

K

- **Kada, S. (2018).** Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques. Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Algérie.
- **Karmakar, R., Bhattacharya, R., et Chatterjee, M. (2000).** Étude biochimique, hématologique et histopathologique en relation avec l'hépatotoxicité induite par le cadmium chez la souris. *Biometals*, 13 : 231–239. <https://doi.org/10.1023/A:1009279803842>
- **Kays SJ, Dias JCS. (1995).** Common names of commercially cultivated vegetables of the world in 15 languages. *Economic botany*, Springer.
- **Kazakova, M. (2018).** Parts of *Equisetum arvense* (horsetail) sporophyte with fertile and sterile stems and titles. <https://stock.adobe.com>
- **Kertes, A. S., et King, C. J. (1986).** Extraction chemistry of fermentation product carboxylic acids. *Biotechnology and Bioengineering*, 28(2) : 269–282.

Références bibliographique

- **Kherbache, A. (2023).** Activités anti-inflammatoires et antioxydantes d'extraits de *Helichrysum stoechas* (L.) Moench (Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie). Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biochimie.
- **Kirk-Othmer, D. F. (1983).** Acetic Acid. In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 1 : 115–136. John Wiley & Sons.
- **Knowlton, A. (2012).** Equisetum. *Current Biology*, 22(10) : R388–R390.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.060>
- **Kolgazi, M., Uslu, U., Yuksel, M., Velioglu-Ogunc, A., Ercan, F., et Alican, I. (2013).** The role of the cholinergic anti-inflammatory pathway in acetic acid-induced colonic inflammation in the rat. *Chemico-Biological Interactions*, 205(1) : 72–80.
<https://doi.org/10.1016/j.cbi.2013.06.00>
- **Koohi-Hosseiniabadi, O., Koohpeyma, F., Safarpour, A. R., Nematollahy, P., Kazemi, M., Shahriarirad, R., Tanideh, R., Mojahedtaghi, M., Ghaemmaghani, P., Iraj, A., Goudarzi, K., et Tanideh, N. (2025).** Effets antioxydants et anti-inflammatoires d'*Equisetum arvense* L. sur la colite ulcéreuse induite par l'acide chez le rat. *Scientific Reports*, 15(1), Article 13727. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97693-x>
- **Kullmann, F., Messmann, H., Alt, M., Gross, V., Bocker, T., Schölmerich, J., et Rüschoff, J. (2001).** Clinical and histopathological features of dextran sulfate sodium-induced acute and chronic colitis associated with dysplasia in rats. *International Journal of Colorectal Disease*, 16(4) : 238–246. <https://doi.org/10.1007/s003840100311>

ℒ

- **Lacave-Lapalun, J.-V. (2013).** Réponse immunitaire induite par l'irradiation colorectale : manipulation thérapeutique des « toll like receptors » (Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie – Paris VI). Thèses.fr. <https://www.theses.fr/2013PA066249>
- **Lauber, K. (2018).** *Equisetum arvense* – tiges fertile et stérile [Photographie]. Dans Lauber, K., Wagner, G., & Gygax, A. (Éds.), *Flora Helvetica* (éd. 2018). Bern, Suisse : Haupt Verlag. © K. Lauber / Flora Helvetica – Haupt Verlag.
- **Lee, H. N., et Surh, Y. J. (2012).** Therapeutic potential of resolvins in the prevention and treatment of inflammatory disorders. *Biochemical Pharmacology*, 84(10) : 1340–1350.
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2012.07.019>
- **Liao, Y., Zhang, X., Chen, H., et Wang, L. (2025).** Ferritin's role in infectious diseases: Exploring pathogenic mechanisms and clinical implications. *Frontiers in Immunology*, 16, Article 1001234. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1001234>

Références bibliographique

- **Limonier, A.-S. (2018).** La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie (Mémoire de fin d'études de Pharmacie, Aix-Marseille Université, Faculté de Pharmacie). DUMAS.
- **Liu, Y.-Z., Wang, Y.-X., & Jiang, C.-L. (2017).** Inflammation: The common pathway of stress-related diseases. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, Article 316.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00316>
- **Lowe GD (2005)** .Circulating inflammatory markers and risks of cardiovascular and non-cardiovascular disease. *J Thromb Haemost* 3(8):1618–1627
- **Luanda, A., Ripanda, A., et Makangara, J. J. (2023).** Therapeutic potential of *Equisetum arvense* L. for management of medical conditions. *Phytomedicine Plus*, 3(2) : 100444.
<https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2023.100444>

M

- **Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5): 727–747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- **Mansour, S. (2015).** Évaluation de l'effet anti-inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L., *Artemisia herba-alba* Asso et *Hypericum scarboides*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Algérie.
- **Mathieu, M., et Guimezanes, A. (2012).** Séminaire Ketty Schwartz 2012 : Inflammation et maladies : clés de compréhension. Inserm, p 72
<https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/10046>
- **Merlot, É. (2004).** Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Productions Animales*, 17(4) : 255–264.
<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2004.17.4.3601>
- **Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., Jovin, E., Orčić, D., et Božin, B. (2008).** Phenolic compounds in field horsetail (*Equisetum arvense* L.) as natural antioxidants. *Molecules*, 13(7) : 1455–1464. <https://doi.org/10.3390/molecules13071455>
- **Minaiyan, M., Ghannadi, A., et Karimzadeh, A. (2006).** Anti-ulcerogenic effect of ginger (*rhizome of Zingiber officinale Roscoe*) on cysteamine-induced duodenal ulcer in rats. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(2) : 97–101.
- **Moussa IB, Descroix L, Maiga OF, Gautier E, Adamou MM, Esteves M, Yéro KS, Abdou MM, Mamadou I, Breton EL, Abba B. (2011).** Les changements d'usage des sols

Références bibliographique

et leurs conséquences hydrogéomorphologiques sur un bassinversant endoréique sahélien. *Sécheresse*, 22: 13-24.

- **Mukinda, J. T., et Syce, J. A. (2007).** Acute and chronic toxicity of the aqueous extract of *Artemisia afra* in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(1) :138–144.
- **Mustafa, A., El-Medany, A., Hagar, H. H., et El-Medany, G. (2006).** Ginkgo biloba attenuates mucosal damage in a rat model of ulcerative colitis. *Pharmacological Research*, 53(4) : 324–330. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2006.01.008>
- **Mustafa, R. A., Hamid, A. A., Mohamed, S., et Bakar, F. A. (2010).** Total phenolic compounds, flavonoids, and radical scavenging activity of 21 selected tropical plants. *Journal of Food Science*, 75(1) : C28–C35. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01401.x>
- **Muster, D. (2005).** Médicaments de l'inflammation. EMC –Stomatologie,21.

N

- **Nagai, T., Myoda, T., et Nagashima, T. (2005).** Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (*Equisetum arvense* L.). *Food Chemistry*, 91(3) : 389–394.
- **Nakamura, R., et Verde, R. B. V. (2016).** Cosmetic approach for healthy and damaged nails. In M. C. A. Issa & B. Tamura (Eds.), *Daily routine in cosmetic dermatology*, 1–12. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20250-1_27-1
- **Nakanishi, L., Bombonatti, B., Muller, L. S., Villa, R., Velasco, M. V. R., Bedin, V., et Villa, A. C. B. B. (2017).** Oral supplementation of orthosilicic acid and its impact on hair quality. *Medicina Cutánea Ibero-Latino-Americana*, 45(1) : 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.mcila.2017.01.004>
- **Nemeth, E., Tuttle, M. S., Powelson, J., Vaughn, M. B., Donovan, A., Ward, D. M., Ganz, T., et Kaplan, J. (2004).** Hcpidin regulates cellular iron efflux by binding to ferroportin and inducing its internalization. *Science*, 306(5704) : 2090–2093

O

- **Oh, H., Kim, D. H., Cho, J. H., et Kim, Y. C. (2004).** Hepatoprotective and free radical scavenging activities of phenolic petrosins and flavonoids isolated from *Equisetum arvense*. *Journal of Ethnopharmacology*, 95 : 421–424. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.001>
- **Oluwafemi AO, Basiru AA, Babatunji EO, Adebola BO., (2014).** Hematological properties of *Irvingia gabonensis* in males adult rats. *J. pharm Sci Innov*, 3(5): 434 - 436.

P

- **Parameshwaran, K., Almaghrabi, M., Govindarajulu, M., Clark, R. C., et Dhanasekaran, M. (2022).** Bioactives and pharmacology of *Equisetum arvense* L. In *Bioactives and Pharmacology of Medicinal Plants*. Apple Academic Press.429–440.
<https://doi.org/10.1201/9781003281702-33>
- **Pasdeloup Grenez, E. (2019).** Phytothérapie - exemples de pathologies courantes à l'officine : Fatigue, Insomnie, Stress, Constipation, Rhume, Douleur et inflammation. (Thèse de doctorat en pharmacie). Université de Lille, Faculté de Pharmacie de Lille.
- **Pastre, J. P., & Priymenko, N. (2007).** Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. *Revue Médicale Vétérinaire*, 158(4): 180-189.
- **Podolsky, D. K. (2007).** Unraveling the pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Nature*, 448(7152) : 427–434.
- **Pourramzanzidesaraei M., Mohammad likhani M. et Saheli M. (2013).** Determination of the Acute Toxicity of Pretilachlor on Liver and Gill Issues as well as Glucose and Cortisol Levels in Fingerling Grass Carps (*Ctenopharyngodon Idella*). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. (8): 721-726.

R

- **Ramawat, K.G. et Merillon, J-M. (2008).** *Bioactive Molecules and Medicinal Plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p379 .
- **Rankin JA. (2004).** Biological mediators of acute inflammation. *AACN Clinical*, 15 : 3-17.
- **Rathinam, V. A. K., et Fitzgerald, K. A. (2016).** Inflammasome complexes : Emerging mechanisms and effector functions. *Cell*, 165(4) : 792–800.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.03.046>
- **Roitt, I., J. Brostoff et D. Male (2002).** *Immunologie*. d. B. Université Bruxelles : De Boeck Université, p 480.
- **Roumili, imene. (2024).** Propriétés antioxydante, anti-inflammatoire et immun modulatrice des extraits de *Salix alba* et *Equisetum arvense* ». (Thèse de doctorat). Université de Ferhat abbas, Sétif 1.
- **Rubin, M. et Messalin, J-P. (1990).** Guide pratique de phytothérapie et d'Homéopathie. *Ellipes marketing.Blood*, 71(5) : 1475–1479.

S

- **Sallé, J.-L. (2000).** Le totum en phytothérapie : Approche de phyto-biothérapie. Frison-Roche. p239 .
- **Salvadori, L., Paiella, M., Castiglioni, B., Belladonna, M. L., Manenti, T., Ercolani, C., Cornioli, L., Clemente, N., Scircoli, A., Sardella, R., Tensi, L., Astolfi, A., Barreca, M. L., Chiappalupi, S., Gentili, G., Bosetti, M., Sorci, G., Filigheddu, N., & Riuzzi, F. (2024).** Equisetum arvense standardized dried extract hinders age-related osteosarcopenia. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 174 : 116517.
- **Sánchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*, 8(3) : 121–137.
- **Sandhu, N. S., Kaur, S., et Chopra, D. (2010).** *Equisetum arvense*: Pharmacology and phytochemistry – A review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 3(3) : 146–150.
- **Schawenberg, P. et Paris, F. (1997).** Guide des plantes médicinales : analyse, description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et Niestlé, 3ème édition, Paris, p396 .
- **Serhan, C.N. Ward, P.A. et Gilroy, D.W, (2010).** Fundamentals of inflammation. New York : Cambridge University Press. p457 .
- **Serteyn D, Grulke S, Franck T, Mouithys-Mickalad A, Deby-Dupont G. (2003).** La myéloperoxydase des neutrophiles, une enzyme de défense aux capacités oxydantes. *Ann méd vét.*,147:79-93.
- **Shahriarirad, R., Seifbehzad, S., Erfani, A., Nekouei, F., Ashkani-Esfahani, S., Hosseinzadeh, M., Tanideh, N., Koochi-Hosseiniabadi, O.,et Sarkari, B. (2024).** Evaluation of *Salvia officinalis* in the treatment of acetic acid-induced ulcerative colitis in a rat model. *Journal of Coloproctology*, 44(3) : e156–e162. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1787141>
- **Shiba, F., Maekawara, S., Inoue, A., Ohta, K., et Miyauchi, M. (2024).** Antinociceptive effect of *Equisetum arvense* extract on the stomatitis hamster model. *PLOS ONE*, 19(11) : e0313747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313747>
- **Simkin GO et al. (2000).** IL-10 contributes to the inhibition of contact hypersensitivity in mice treated with photodynamic therapy. *J Immunol*,164(5) : 2457-2462.
- **Sinha NS. (2012).** In vitroantibacterial activity of ethanolic extract of *Equisetum arvense* L . *International Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 3(1) : 19-21.

Références bibliographique

- **Skogen, W. F., Senior, R. M., Griffin, G. L., et Wilner, G. D. (1988).** Fibrinogen-derived peptide B β 1-42 is a multidomained neutrophil chemoattractant.
- **Sofowora A, (1996).** Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Therapeutics, 135; 182-199.
- **Sonmez, M., Ince, H. Y., Yalcin, O., Ajdžanović, V., Spasojević, I., Meiselman, H. J., et Baskurt, O. K. (2013).** The role of membrane fluidity in determining red blood cell deformability: evaluation of linear alcohols using ektacytometry and EPR spectroscopy. PLoS ONE, 8(9) : e76579. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076579>.
- **Souza Araújo, D. F., Guerra, G. C. B., Araújo Júnior, R. F., Araújo, A. A., Assis, P. O. A., Medeiros, A. N., ... et do Egypto, R. D. C. R. (2016).** Journal of dairy science 99
- **Sparavigna, A., Setaro, M., Genet, M., & Frisenda, L. (2006).** *Equisetum arvense* in a new transungual technology improves nail structure and appearance. Journal of Plastic Dermatology, 2(1) : 23–27.

T

- **Townsend CC, Guest E. (1966).** Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Flora of Iraq. Baghdad , 2-8.
- **Tsianos EV, Katsanos K. (2009).** Do we really understand what the immunological disturbances in inflammatory bowel disease mean? World journal of gastroenterology: WJG,15(5) : 521.
- **Takeshi Nagai, Takao Myoda, Toshio Nagashima. (2005).** Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense* L. Food Chemistry, 91 : 389–394.

U

- **Uslu, M. E., Erdoğan, İ., Bayraktar, O., et Ateş, M. (2013).** Optimization of extraction conditions for active components in *Equisetum arvense* extract. Romanian Biotechnological Letters, 18(2) : 8115–8131.

W

- **Wang, L., Zhang, L., Zheng, G., Luo, H., El-Kott, A. F., et El-Kenawy, A. E. (2023).** *Equisetum arvense* L. aqueous extract: A novel chemotherapeutic supplement for treatment of human colon carcinoma. Archives of Medical Science, 19(5) : 1472–1478. <https://doi.org/10.5114/aoms/138146>

Références bibliographique

- **Weill, B., et Batteux, F. (2003).** Immunopathologie et réactions inflammatoires. Bruxelles: De Boeck, 12-32.
<https://books.google.dz/books?id=W6PXmDcywP0C&lpg=PA95&hl=fr&pg=PA11#v=onepage&q&f=false>
- **Weiss, G et Goodnough, L. T. (2005).** Anemia of chronic disease. *New England Journal of Medicine*, 352(10) : 1011-1023.
- **Wong, C.C., Li, HB., Cheng, KW., Chen, F. (2006).** A systematic Survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem.*,97 :705-711.

Υ

- **Yamada Y, Kiyokawa S, Mizushima Y (1987)** Non-steroidal antiinflammatory drugs. Adverse effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Nihon rinsho. Jpn J Clin Med* 45(5):1102–1108
- **Yen, G. C., et Duh, P. D. (1994).** Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(3) : 629–632.
- **Yildirim, A., Karakaya, S., et Duman, H. (2008).** Effect of Equisetum arvense extract on the pancreas of streptozotocin-induced diabetic rats *Journal : Acta Histochemica*, 110(6) : 510–514. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19086577>.
- **Yoneda, N., Kusano, S., Yasui, M., Pujado, P., et Wilcher, S. (2001).** Recent advances in processes and catalysts for the production of acetic acid. *Applied Catalysis A: General*, 221(1–2) : 253–265.
- **Yukitake, J., et Yamamoto, Y. (2011).** Enhancement of cytokine (IL-2, IFN- γ) production in Th1 cells by crude protein extract of *Equisetum arvense* LINNE. *Journal of Analytical Bio-Science*, 34(5) : 339–344.

Z

- **Zaibet Wafaa. (2016).** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et de *Reutera lute* (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD) . (Thèse de doctorat en sciences). Université Ferhat Abbas-Setif-1.
- **Zhao, C. N., et al. (2014).** Antioxidant activities of polyphenols extracted from tea leaves (*Camellia sinensis*) and their structure-activity relationship. *Food Chemistry*, 153 : 296-302.

Références bibliographique

- **Ziane, K., Tiab, S., et Ouahmed, H. (2013).** Activité anti-inflammatoire et évaluation de la toxicité in vivo des extraits éthanoliques de l'écorce de *Ulmus campestris*. Thèse de Master, Université de Béjaïa, Algérie.
- **Zia-ur-Rehman, G., Gurgul, A., Youn, I., Maldonado, A., Wahid, F., Che, C. T., et Khan, T. (2022).** UHPLC-MS/MS-GNPS based phytochemical investigation of *Equisetum arvense* L. and evaluation of cytotoxicity against human melanoma and ovarian cancer cells. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(6) : 103271.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.03.021>
- **Ziegle M. (1889).** Lehrbuch der pathologischen Anatomie, p186 .