



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
En Vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques
Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

Évaluation de l'efficacité de certains extraits végétaux sur la cicatrisation des plaies cutanées

Présenté Par :

KORBAA Nardjesse,
CHEMSA Maroua
HAMOUDA Ghaniyya

Devant le jury composé de :

Président: Dr. TOUATI Said	MCA	El-Oued University
Examiner: Dr. BOUDEBIA Ouafa	MCA	El-Oued University
Supervisor: Dr. KADRI Mounira	MCA	El-Oued University
Co-Supervisor Dr. TIDJANI Aicha	MCA	El-Oued University

Année universitaire : 2025/2026.

اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ عَلَى نَبِيِّنَا مُحَمَّدٍ



Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, de nous avoir donné la force, la patience et le courage d'accomplir ce modeste travail.

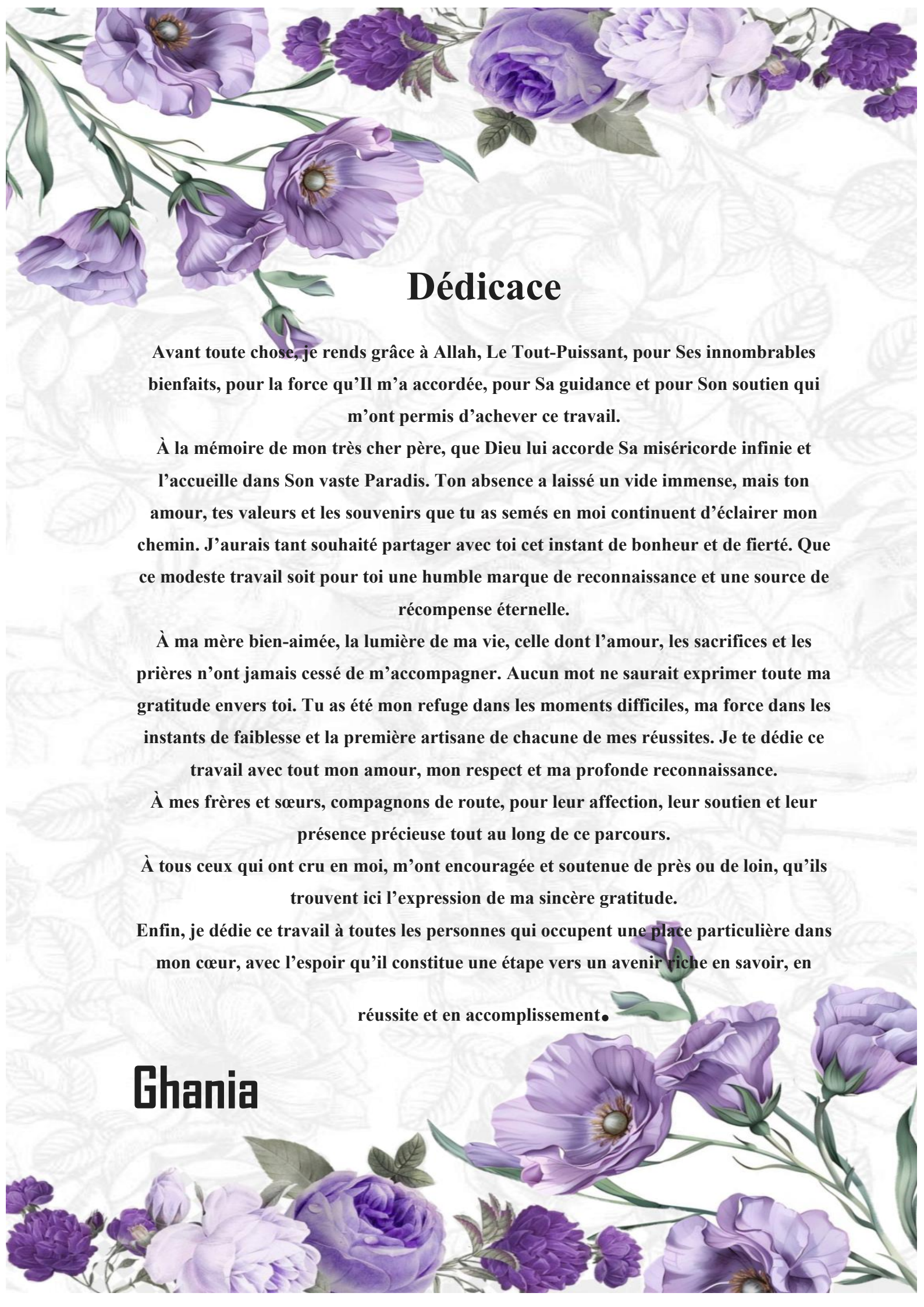
Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre encadreur, Dr. KADRI Mounira (MCA à l'Université d'El-Oued), pour avoir accepté de diriger ce travail. Ses conseils précieux, sa disponibilité, sa rigueur scientifique et ses encouragements continus ont été les piliers de la réussite de ce projet.

Nos sincères remerciements s'adressent également à notre co-encadreur, Dr. TIDJANI Aïcha (MCA à l'Université d'El-Oued), pour son aide inestimable, ses orientations pertinentes, son soutien moral et le temps qu'elle nous a généreusement consacré tout au long de cette étude.

Nous adressons notre respect et nos remerciements à l'ensemble des enseignants et du personnel du Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire de l'Université d'El-Oued, qui ont contribué à notre formation tout au long de notre cursus universitaire.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres du jury qui nous feront l'honneur d'évaluer ce travail.





Dédicace

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, Le Tout-Puissant, pour Ses innombrables bienfaits, pour la force qu'Il m'a accordée, pour Sa guidance et pour Son soutien qui m'ont permis d'achever ce travail.

À la mémoire de mon très cher père, que Dieu lui accorde Sa miséricorde infinie et l'accueille dans Son vaste Paradis. Ton absence a laissé un vide immense, mais ton amour, tes valeurs et les souvenirs que tu as semés en moi continuent d'éclairer mon chemin. J'aurais tant souhaité partager avec toi cet instant de bonheur et de fierté. Que ce modeste travail soit pour toi une humble marque de reconnaissance et une source de récompense éternelle.

À ma mère bien-aimée, la lumière de ma vie, celle dont l'amour, les sacrifices et les prières n'ont jamais cessé de m'accompagner. Aucun mot ne saurait exprimer toute ma gratitude envers toi. Tu as été mon refuge dans les moments difficiles, ma force dans les instants de faiblesse et la première artisane de chacune de mes réussites. Je te dédie ce travail avec tout mon amour, mon respect et ma profonde reconnaissance.

À mes frères et sœurs, compagnons de route, pour leur affection, leur soutien et leur présence précieuse tout au long de ce parcours.

À tous ceux qui ont cru en moi, m'ont encouragée et soutenue de près ou de loin, qu'ils trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

Enfin, je dédie ce travail à toutes les personnes qui occupent une place particulière dans mon cœur, avec l'espoir qu'il constitue une étape vers un avenir riche en savoir, en réussite et en accomplissement.

Ghania

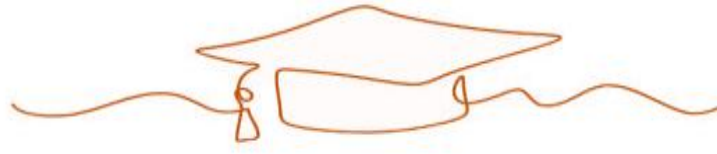


الإهداء

أهدي ثمرة جهدي وتعب سنواتٍ طويلةٍ من الدراسة والسهر إلى من كانت سندي الأول،
...ومصدر قوتي وأملِي
إلى أُمي الحبيبة، التي تعبت من أجلي أكثر مما تعبت أنا، والتي رافقتني بدعواتها وصبرها
وتضحياتها في كل خطوة من حياتي. مهما كتبت من كلمات فلن أوفيك حقك، فأنتِ سبب
نجاحي بعد الله.
إلى أبي العزيز، الذي كان دائماً مصدر الدعم والتشجيع، والذي بذل كل ما يستطيع لأصل
إلى هذا اليوم. أسأل الله أن يحفظك ويجزيك عني خير الجزاء
إلى أخويَّ العزيزين عمران وبكار، شكراً لمساندتكما ومحبتكما التي كانت عوناً لي طوال
مشواري.
إلى أخواتي الغاليات، اللواتي كنَّ دائماً مصدر فرح وتشجيع ودعم، فلهن مني كل الحب
والامتنان.
إلى أبناء أختي الأعزاء خالد وغزلان وصديق، يا من تملؤون حياتنا فرحاً وسعادة، أهدىكم
هذا الإنجاز بكل حب، وأتمنى أن يكون حافزاً لكم لتحقيق أحلامكم وطموحاتكم. أسأل الله أن
يحفظكم ويرعاكم ويجعل مستقبلكم مليئاً بالنجاح والتوفيق
وإلى كل من ساندني ودعا لي ووقف إلى جانبي من قريب أو بعيد، أهدي هذا العمل
المتواضع عربون شكر ووفاء.
إليكم جميعاً أهدي هذا التخرج، فهو ثمرة دعمكم ومحبتكم قبل أن يكون ثمرة جهدي.

نرجس





الإهداء

أحمد الله تعالى وأشكره على فضله وكرمه وتوفيقه، فبنعمه تتم الصالحات، وله الحمد على ما أنعم به عليّ من قوة وصبر وعون حتى وصلت إلى ما أنا عليه اليوم. إلى أُمِّي الغالية، نبع الحنان والعطاء، التي كانت دائماً سندي ودعائي وقوتي في كل مراحل حياتي، والتي لولا دعمها وصبرها لما وصلت إلى ما أنا عليه اليوم، أهدي هذا العمل المتواضع تقديرًا ومحبةً وعرفانًا بكل ما قدمته لي. وإلى ابنتي الحبيبة، نور عيني وأجمل هدية في حياتي، أهدي هذا الإنجاز متمنيةً أن يكون مصدر فخر لها وحافزًا يدفعها إلى الإصرار على تحقيق أحلامها وطموحاتها. وإلى إخوتي وأخواتي، وكل أفراد عائلتي الكريمة، الذين أحاطوني بالمحبة والتشجيع وساندوني طوال هذه المسيرة، أتقدم لهم بخالص الشكر والامتنان. كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى أساتذتي الأفاضل، الذين رافقونا بعلمهم وتوجيهاتهم القيمة، وإلى كل من قدم لي المساعدة أو الدعم أو كلمة تشجيع كان لها أثر طيب في إنجاز هذا العمل. إلى جميع هؤلاء، أهدي ثمرة جهدي المتواضع، مع أصدق مشاعر المحبة والتقدير والامتنان.

مروة



Résumé

Cette étude vise à évaluer scientifiquement l'efficacité d'une pommade naturelle préparée à partir d'extraits de *Commiphora myrrhe* et de *Teucrium polium L* pour accélérer la cicatrisation des plaies cutanées, tout en évaluant son profil de sécurité systémique. La méthodologie s'est appuyée sur une enquête étude de terrain menée dans la région d'El Oued pour identifier les plantes les plus couramment utilisées en médecine traditionnelle, suivie d'une analyse phytochimique des extraits aqueux et éthanoliques qui a révélé leur richesse en flavonoïdes, tanins et triterpènes. Par la suite, une étude expérimentale in vivo a été réalisée sur des rats Wistar, répartis en quatre groupes, dans laquelle la pommade végétale et la pommade de référence (MEBO) ont été appliquées localement sur des plaies superficielles pendant 21 jours. Les résultats ont démontré une excellente efficacité de la pommade végétale, avec un taux de cicatrisation de 95 %, contre 98 % pour la pommade de référence et 52 % pour le groupe non traité, confirmée par l'histologie qui a montré une régénération épidermique, une organisation adéquate des fibres de collagène et une réduction des marqueurs inflammatoires. Concernant la sécurité, les analyses hématologiques et biochimiques (enzymes hépatiques TGO/TGP, urée et créatinine) n'ont enregistré aucune perturbation significative, et l'examen histopathologique des organes vitaux (foie, reins, rate et thymus) a révélé une architecture saine sans altérations dégénératives. Il en est conclu que cette formulation végétale possède une efficacité thérapeutique prometteuse avec une marge de sécurité systémique, ce qui en fait un candidat naturel pour une utilisation topique sous réserve d'essais cliniques futurs.

Mots-clés : Cicatrisation des plaies ; *Teucrium polium L* ; *Commiphora myrrhe* ; Pommade végétale ; Métabolites secondaires.

Abstract

This study aims to scientifically evaluate the efficacy of a natural ointment prepared from extracts of *Commiphora myrrhe* and *Teucrium polium L* in accelerating skin wound healing, while assessing its systemic safety profile. The methodology relied on an field study conducted in the El Oued region to identify the most commonly used plants in traditional medicine, followed by a phytochemical analysis of aqueous and ethanolic extracts that revealed their richness in flavonoids, tannins, and triterpenes. Subsequently, an in vivo experimental study was carried out on Wistar rats, divided into four groups, in which the plant-based ointment and the reference ointment (MEBO) were topically applied to superficial wounds for 21 days. The results demonstrated excellent efficacy of the plant ointment, with a healing rate of 95%, compared to 98% for the reference ointment and 52% for the untreated group, with histological confirmation of epidermal regeneration, well-organized collagen fibers, and reduced inflammatory markers. Regarding safety, hematological and biochemical analyses (liver enzymes TGO/TGP, urea, and creatinine) recorded no significant disturbances, and histopathological examination of vital organs (liver, kidneys, spleen, and thymus) revealed healthy architecture without degenerative changes. It is therefore concluded that this plant-based formulation possesses promising therapeutic efficacy with an acceptable systemic safety margin in the animal model, qualifying it as a natural candidate for topical use pending future clinical trials.

Keywords: Wound healing; *Teucrium polium L* ; *Commiphora myrrhe* ; Herbal ointment; Secondary metabolites.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التقييم العلمي لفعالية مرهم طبيعي محضر من مستخلصات نبتتي المرة (*Commiphora myrrhe*) والجمدة (*Teucrium polium L*) في تسريع التئام الجروح الجلدية، مع تقييم ملامح السلامة الجهازية له. اعتمدت المنهجية على دراسة ميدانية في منطقة الوادي لتحديد النباتات الأكثر استعمالاً في الطب التقليدي، تلاه تحليل فيتوكيميائي للمستخلصات المائية والإيثانولية كشف عن غناها بالفلافونويدات، والعفص (التانينات)، والتربينات الثلاثية. بعد ذلك، أُجريت دراسة تجريبية في النموذج الحي (جرذان ويستار) قسمت فيها الحيوانات إلى أربع مجموعات، طبق فيها المرهم النباتي والمرهم المرجعي (MEBO) موضعياً على جروح سطحية لمدة 21 يوماً. أظهرت النتائج فعالية ممتازة للمرهم النباتي حيث بلغ معدل الشفاء 95%، مقارنة بـ 98% للمرهم المرجعي و52% للمجموعة غير المعالجة، مع تأكيد نسيجي لتجديد البشرة وتنظيم ألياف الكولاجين وانخفاض العلامات الالتهابية. فيما يخص السلامة، لم تسجل التحاليل الدموية والكيميائية الحيوية (أنزيمات الكبد TGO/TGP، واليوريا، والكرياتينين) أي اضطرابات جهرية، كما أظهر الفحص النسيجي للأعضاء الحيوية (الكبد، الكلى، الطحال، والغدة الصعترية والجلد) بنى سليمة دون تغيرات تنكسية، مما يستنتج معه أن هذه التركيبة النباتية تمتلك فعالية علاجية وإعادة مع هامش أمان جهازي مقبول، مما يؤهلها كمرشح طبيعي للاستخدام الموضعي بعد إخضاعها لتجارب سريرية مستقبلية.

الكلمات المفتاحية: التئام الجروح، الجمدة *Teucrium polium*، المرة *Commiphora myrrhe*، مرهم نباتي، مواد الأيض الثانوي .

Table des matières

Résumé

Abstract

الملخص

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Première partie

Chapitre I : Généralités sur les plantes étudiées

I.Généralités sur la plante <i>Teucrium polium</i> L.....	4
I.1 La famille des	4
I.2 Le genre <i>Teucrium</i>	4
I.3 Description de <i>Teucrium</i>	5
I.4 Classification systématique.....	5
I.5 Nom vernaculaire	6
I.6 Répartition et ecologie:	6
I.7 Utilisation en médecine traditionnelle:	7
I.8 Utilisation medicinale de la <i>Teucrium polium</i> L en Algérie	7
I.9 Composition chimique Les plantes du genre <i>Teucrium</i>	8
II.Généralités sur la plante <i>Commiphora myrrhe</i>	8
Introduction.....	8
II.1 La famille des Burseraceae	9
II.2 Le genre <i>Commiphora myrrhe</i>	9
II.3 Description de <i>Commiphora myrrhe</i>	10
II.4 Classification systématique	12
II.5 Nom vernaculaire	13
II.6 Répartition et écologie	13
II.7 Utilisation médicinale	13
II.8 Composition chimique	14
Chapitre II : Intérêt thérapeutique de la médecine alternative dans le traitement des plaies	
I.Généralités sur la peau et les plaies	16

I.1 Généralités sur la peau	16
I.1.1 Définition de la peau	16
I.1.2 Structure de la peau	16
I.1.3 La fonction physiologique de la peau	17
I.2 Généralités des plaies	18
I.2.1 Définition des plaies.....	18
I.2.2 Classification des plaies selon l'exposition à l'environnement extérieur	18
I.2.3 Caractéristiques des plaies:	19
II.Compréhension du processus de cicatrisation des plaies et de ses mécanismes naturels: ...	19
II.1 Définition de la cicatrisation	19
II.2 Processus de cicatrisation:	20
II.3 Les facteurs influencent la cicatrisation:	21
II.4 Approches thérapeutiques et rôle des plantes médicinales	22
II.4.1 Traitements conventionnels	22
II.4.2 Mécanismes d'action biologique des composés végétaux	22
II.4.3 Rôle thérapeutique des plantes médicinales la cicatrisation des plaies	23
II.4.5 Principaux domaines d'application des plantes médicinales :	23
II.4.6 Importance de l'information et de la sensibilisation des patients aux thérapies	24

Deuxième partie: Etude expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

I. Matériels :	27
A- Les produits chimiques :	27
B- Les matériels biologiques :	28
C- Matériels de laboratoire.....	28
D- Instruments chirurgicaux.....	29
II. Méthodes :	29
II.1. Étude de terrain :	29
II.2. Étude phytochimique :	32
II.2-1-Échantillonnage :	32
II.2-2-Préparation d'extraits végétaux :	32
II.2-3-Calcul du rendement d'extraction végétale :	34
II.2-4-Détection chimique des composés métabolites secondaires :	34
II.3. Étude biologique	35
II.3-1-Préparation de la pommade avec une formule à base de plantes.....	35
II.3-2-Détermination du pH de la pommade végétale :	38

II.3-3-Test de consistance et d'épaisseur de la pommade à base de plantes : **Error! Bookmark not defined.**

II.3-4-Application de la pommade à base de plantes sur les rats (albinos Wistar) et évaluation de son efficacité	38
II.3-5-Abattage des rats (albinos wistar), prélèvements sanguins et prélèvement d'organes.....	39
II.3-6-Analyse histologique :	39
II.3.7. Méthode d'analyse statistique	40

Chapitre II: Résultats et Discussion

I. Étude de terrain	43
I.1. Répartition des personnes selon les plantes médicinales utilisées	43
I.2. Répartition des personnes selon le type de plaies traitées	43
I.3. Répartition selon le mode d'utilisation et les parties végétales	44
II. Études phytochimiques	45
II.1. Rendements des extraits végétaux	45
II.2. Détection chimique des métabolites secondaires	46
II.2.1. Screening phytochimique colorimétrique	46
II.2.2. Signification pharmacologique des métabolites détectés	48
II.2.3 Détermination du pH et compatibilité cutanée de la pommade végétale:	49
II. 2.4.Étude de la stabilité de la pommade par centrifugation:	49
III. Études biologiques in vivo	50
III.1. Évaluation de l'activité cicatrisante	51
III.2. Paramètres hématologiques	53
III.2.1. Numération formule sanguine (NFS)	53
III.2.2. Équilibre leucocytaire	54
III.3. Paramètres biochimiques	56
III.4. Étude histologique	57
III.4.1. Coupe histologique de peau	57
III.4.2. Coupe histologique de foie	58
III.4.3. Coupe histologique de reins	59
III.4.4. Coupe histologique de rate	60
III.4.5. Coupe histologique de thymus	61
IV. Discussion	63

Conclusion	66
Références	69
Annexes	75

Liste des figures

Figure 1: Aspects morphologiques de l'espèce <i>Teucrium polium</i> L (Amina,2018).....	5
Figure 2: <i>Teucrium polium</i> L (Amina,2018).....	6
Figure 3: <i>Commiphora myrrhe</i> (Ikram et hadil ,2025).....	10
Figure 4: Les principales parties anatomiques de la plante de <i>myrrhe</i> (Tasnim,2024).....	12
Figure 5: Structure de la peau (Romain,n.d.).....	17
Figure 6: Les différentes phases de la cicatrisation des plaies. (Hamza,2024).....	20
Figure 7: Présentation du questionnaire sur les plantes utilisées pour traiter et accélérer la cicatrisation des plaies cutanées.	31
Figure 8: Étapes d'extraction des plantes par la méthode de macération aqueuse et éthanoliques.....	33
Figure 9: Illustration des étapes de préparation de la pommade à base de plante.....	37
Figure 10: Consistance finale de la pommade végétale.	38
Figure 11: La centrifugeuse utilisée pour tester la stabilité et l'épaisseur de la pommade à base de plantes.	Error! Bookmark not defined.
Figure 12: Fréquence d'utilisation des plantes médicinales	43
Figure 13: Répartition des personnes enquêtées selon le type de plaies.	44
Figure 14: Répartition des personnes enquêtées selon la méthode de préparation des plantes.	44
Figure 15: Rendements comparatifs des extraits éthanoliques et aqueux de <i>Commiphora myrrhe</i> et <i>Teucrium polium</i> L	46
Figure 16 : Carte thermique du screening phytochimique — présence (vert clair, +) et absence (rouge, -) des principaux métabolites secondaires dans les quatre extraits.	48
Figure 17: Détermination du pH de la pommade végétale.....	49
Figure 18: Évaluation de la stabilité physique de la pommade par centrifugation	50
Figure 19: Poids corporel moyen par groupe expérimental (A) et distribution des poids (B). Aucune différence significative observée entre les groupes (ns, test ANOVA, $p > 0,05$).	50
Figure 20: Évolution cinétique du taux de cicatrisation (%) aux jours 1, 7, 14 et 21 post-lésion. G3 (pommade végétale) et G4 (MEBO) montrent une cicatrisation significativement supérieure à G2 ($p < 0,05$).	52
Figure 21 : Paramètres de la NFS (GB, GR, Hb, Ht) par groupe expérimental. Les barres représentent la Moy $\pm$ ESM. Absence de différence significative entre les groupes (ns, $p > 0,05$).	53
Figure 22: Paramètres hématologiques complémentaires (PLT, VGM, TGMH, RDW) par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM).	54
Figure 23: Formule leucocytaire différentielle (Neutrophiles, Lymphocytes, Monocytes, Éosinophiles) par groupe (Moy $\pm$ ESM, %).	55
Figure 25: Marqueurs du profil inflammatoire — neutrophiles (A) et CRP (B) — par groupe expérimental.	55
Figure 26: Paramètres biochimiques sériques (Glycémie, Urée, Créatinine, TGO, TGP) par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM). Lignes pointillées : limites supérieures des valeurs de référence normales.	56
Figure 28: Observation microscopique d'une coupe histologique de peau	57
Figure 29: Observation microscopique d'une coupe histologique de foie	58
Figure 30 : Observation microscopique d'une coupe histologique de reins	59
Figure 31: Observation microscopique d'une coupe histologique de rate	60
Figure 32: Observation microscopique d'une coupe histologique de thymus	61

Liste des tableaux

Tableau 1: Rendements des extraits végétaux obtenus à partir de 20 g de matière végétale sèche.	45
Tableau 2 :Tableau présentant les résultats du test de détection colorimétrique des échantillons végétaux et des deux extraits.	46
Tableau 3:Résultats de la détection des alcaloïdes dans les échantillons végétaux extraits par macération	47
Tableau 4 : Suivi comparatif de l'évolution macroscopique de la cicatrisation selon les groupes expérimentaux.	51
Tableau 8: Résumé des observations histologiques par organe et par groupe expérimental. ...	62

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
Aq	Extrait aqueux
CCMH	Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine
COX-2	Cyclooxygénase-2 (enzyme lipolytique inflammatoire)
CRP	Protéine C-réactive (marqueur d'inflammation systémique)
DAMP	Signaux issus des dommages cellulaires et tissulaires
E/H	Émulsion de type Eau-dans-Huile
EDTA	Acide éthylènediaminetétraacétique (utilisé dans les tubes de prélèvement sanguin)
ESM	Erreur standard de la moyenne
EtOH	Éthanol
FeCl₃	Chlorure ferrique / Chlorure de fer III
G1, G2, G3, G4	Groupes expérimentaux (G1: Pommade végétale, G2: MEBO, G3: Témoin positif/lésé, G4: Témoin négatif/sain)
GB	Globules blancs
GR	Globules rouges
H&E / HE	Coloration à l'Hématoxyline-éosine (utilisée en histologie)
H₂O₂	Peroxyde d'hydrogène
H₂SO₄	Acide sulfurique
Hb	Hémoglobine
HCl	Acide chlorhydrique
Ht	Hématocrite
IL-1β / IL-6	Interleukines (cytokines pro-inflammatoires)
J1, J7, J14, J21	Jours de suivi post-lésion pour l'évaluation macroscopique de la cicatrisation
KH₂PO₄	Phosphate-buffered / Tampon phosphate
Lympho.	Lymphocytes
MF	Masse finale de l'extrait obtenu (extrait sec)
MI / Mi	Masse initiale de matière végétale sèche
Mono.	Monocytes
Moy	Moyenne
MPV	Volume plaquettaire moyen
NaCl	Chlorure de sodium (solution saline physiologique)
Neut	Neutrophiles
NF-κB	Facteur de transcription impliqué dans l'inflammation
PLT	Plaquettes
R (%)	Rendement de productivité / Rendement en extrait de plantes
RDW	Indice de distribution des GR (Globules Rouges)
ROS	Espèces réactives de l'oxygène (radicaux libres)
TGMH	Teneur globulaire moyenne en hémoglobine
TGO / ASAT	Transaminases (marqueurs de la cytolyse hépatique)
TGP / ALAT	Transaminases (marqueurs de la cytolyse hépatique)
TNF-α	Facteur de nécrose tumorale alpha (cytokine pro-inflammatoire)
VGM	Volume globulaire moyen
VS	Vitesse de sédimentation

Introduction

Introduction

Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales constituent l'un des principaux recours thérapeutiques utilisés par l'humanité pour traiter diverses maladies, en raison de leur efficacité naturelle et de leurs effets secondaires généralement moins importants que ceux des médicaments de synthèse (Boullard, 2003). Parmi les nombreuses affections traitées par la médecine traditionnelle, la prise en charge des plaies cutanées et l'accélération de leur cicatrisation occupent une place majeure. La cicatrisation est un mécanisme biologique indispensable et complexe, impliquant l'hémostase, l'inflammation, la prolifération et le remodelage tissulaire (Violet, 2022 ; Nascimento, 2020). Cependant, divers facteurs locaux et systémiques tels que les infections, le vieillissement ou les maladies chroniques peuvent retarder ce processus (Nascimento, 2020).

Dans les sociétés arabes en général et en Algérie en particulier, la phytothérapie reste très populaire (Ayada, 2025). Des enquêtes ethnobotaniques révèlent que des plantes comme *Teucrium polium* (connue localement sous le nom de Jaâda ou El Khiyata) (Le Floc'h, 1983) et *Commiphora myrrhe* (la myrrhe) (Hanus et al., 2005 ; Orwa et al., 2009) figurent parmi les espèces les plus utilisées pour le traitement des plaies. Ces plantes sont reconnues pour leurs nombreuses propriétés biologiques, notamment leurs effets anti-inflammatoires, antibactériens, antioxydants et antiseptiques, favorisant la réparation des tissus (Bahramikia & Yazdanparast, 2022).

Cependant, malgré la large diffusion de ces remèdes alternatifs, il existe encore un manque de preuves scientifiques confirmant l'efficacité réelle et l'innocuité de nombreuses méthodes thérapeutiques traditionnelles. Il est donc devenu crucial de soumettre ces pratiques à une évaluation scientifique rigoureuse.

Au vu de l'utilisation empirique courante de *Teucrium polium* et de *Commiphora myrrhe* par la population pour la guérison des lésions cutanées, il est nécessaire d'étudier scientifiquement leur potentiel thérapeutique. Ainsi, la problématique centrale de cette étude s'articule autour de la question suivante :

Dans quelle mesure l'application topique d'une pommade naturelle formulée à partir des extraits de *Teucrium polium* et de *Commiphora myrrhe* peut-elle accélérer efficacement le processus de cicatrisation des plaies cutanées par rapport aux traitements médicaux conventionnels, et quel est son profil de sécurité systémique et tissulaire in vivo?

Introduction

Afin de répondre à cette problématique, nous avons mené une étude expérimentale s'articulant autour de trois axes principaux : une enquête ethnobotanique, une analyse phytochimique des extraits végétaux, et une évaluation biologique *in vivo* sur des rats Wistar.

Première partie

Etude théorique

Chapitre I :

Généralités sur les plantes étudiées

I. Généralités sur la plante *Teucrium polium* L :

Les plantes médicinales comptent parmi les plus anciens moyens thérapeutiques utilisés par l'humanité pour traiter diverses maladies. Malgré les avancées remarquables de la médecine moderne, elles continuent d'occuper une place importante. Ces dernières années, leur intérêt a été ravivé, notamment en raison de leur efficacité naturelle et de leurs effets secondaires généralement moins importants que ceux des médicaments de synthèse. Parmi ces plantes, *Teucrium polium* se distingue comme une espèce largement utilisée en médecine traditionnelle depuis des millénaires. Elle est reconnue pour ses nombreuses propriétés thérapeutiques, notamment ses effets antipyrétiques, diurétiques, stimulants et antispasmodiques. Cette plante appartient au genre *Teucrium*, rattaché à la famille des Lamiacées (Lamiaceae), un groupe botanique qui comprend de nombreuses espèces réparties à travers le monde, avec une présence particulièrement marquée dans la région méditerranéenne.

I.1. La famille des Lamiacées :

La famille des Lamiacées est l'une des plus grandes familles végétales. Elle comprend des plantes herbacées annuelles ou vivaces, rarement arbustives, avec environ 200 genres et 3200 espèces réparties dans le monde, principalement dans le bassin méditerranéen, tandis qu'elles sont rares dans les régions polaires et les zones de haute altitude. Parmi les genres les plus connus figurent: *Origanum*, *Thymus*, *Lavandula*, *Mentha*, *Teucrium*, *Lamium*. Cette famille se distingue par des caractères morphologiques bien définis permettant son identification facile, notamment des feuilles opposées et décussées, ainsi que des fleurs hermaphrodites. Le calice est tubulaire et formé de cinq sépales soudés, tandis que la corolle est bilabée, constituée d'une lèvre supérieure et d'une lèvre inférieure. L'androcée comprend généralement quatre étamines (parfois deux), et le stigmate est bifide. Le fruit est un schizocarpe formé de quatre nucules. Cette famille est également reconnue pour son importance médicinale, car elle renferme de nombreuses espèces riches en huiles essentielles et composés biologiquement actifs. Parmi elles: *Teucrium polium*, *Melissa officinalis*, *Ajuga orientalis*, etc.

Les espèces de l'ordre des Lamiales sont aussi riches en flavonoïdes et leurs dérivés, connus pour leurs propriétés antioxydantes et leur activité biologique importante. (Samah, 2005)

I.2 .Le genre *Teucrium* :

Le genre *Teucrium* regroupe environ 340 espèces à travers le monde, dont près de 20 ont été recensées en Algérie (Maizi et al. 2019). Il s'agit d'un genre très polymorphe,

subdivisé en neuf sections distinctes, principalement différenciées par la morphologie du calice et l'organisation de l'inflorescence. Parmi ces sections, la section Polium est la plus importante, puisqu'elle rassemble près de la moitié des espèces du genre. Cette section est considérée comme complexe en raison de la grande variabilité morphologique observée aussi bien au sein des populations qu'entre elles (*Djabou et al., 2012*). En Algérie, *Teucrium polium* L. est représenté par 12 sous-espèces, dont les plus répandues sont *T. polium* L. subsp. *polium* et *T. polium* L. subsp. *capitatum*. (*Chabane et al., 2020*)

I.3.Description de *Teucrium* :

Le genre *Teucrium*, appelé également germandrées, comprend environ 260 espèces de plantes herbacées ou de sous-arbrisseaux appartenant à la famille des Lamiacées. *Teucrium polium* est une espèce présentant une grande variabilité morphologique, ce qui a conduit à la description de plusieurs sous-espèces, certaines étant parfois considérées comme des espèces à part entière (*Naghibi et al., 2005*). Il s'agit d'une plante herbacée vivace caractérisée par une odeur poivrée lorsqu'on la froisse. Les tiges, de 10 à 30 cm de hauteur, sont blanches et tomenteuses. Les feuilles, opposées et sessiles, sont linéaires-lancéolées ou oblongues, atténuées en coin à la base et entières, tandis que la partie supérieure présente de petites dents arrondies. Elles sont recouvertes d'un duvet blanchâtre sur les deux faces et possèdent des bords enroulés. Les fleurs sont regroupées en inflorescences denses, globuleuses ou ovoïdes. Le calice est brièvement tomenteux et muni de dents courtes, dont la supérieure est obtuse. La corolle présente une lèvre supérieure tronquée et des lobes supérieurs pubescents. (*Boulard., 2023*)

Partie végétative



La fleur et la tige



Figure 1: Aspects morphologiques de l'espèce *Teucrium polium* L. (Amina, 2018)

I.4.Classification systématique :

(Seifollah ,2022)

Règne : Plantae

Clades: Trachéophytes, Angiospermes, Eudicotylédones, Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées (Lamiaceae)

Genre : *Teucrium*

Espèce : *Teucrium polium* L



Figure 2: *Teucrium polium* L (Amina,2018)

I.5.Nom vernaculaire : (Rameau et al., 2008).

Synonymes : L'espèce est également connue sous les noms *Chamaedrys polium* (L.) Raf., *Monochilon tomentosus* Dulac et *Teucrium commune* Rouy.

. Noms arabes et berbères : En Algérie, elle est communément appelée Kayatta, Djaâda ou Gattaba.

. En langue berbère algérienne, on la désigne par Timzourin, tandis que chez les Touaregs, elle porte le nom de Takmazzut.

. Elle est aussi connue sous le nom Jaâda en Algérie et au Maroc, Elgaslam et Elhelal au Yémen, ainsi que Hachichet el rih au Liban.

. Nom français : Germandrée tomenteuse.

. Nom anglais : Felty germander, Ezovion.

I.6.Répartition et écologie :

Le genre *Teucrium* regroupe plus de 300 espèces, généralement aromatiques, qui se développent spontanément dans différentes régions du monde. Il est particulièrement bien représenté dans le bassin méditerranéen, notamment en Algérie où environ 21 espèces ont été

recensées. *Teucrium polium* L. est une plante à fleurs très répandue dans cette zone, couvrant l'Europe, l'Afrique du Nord et le nord-ouest de l'Asie (Andary, 1988). Cette espèce se rencontre principalement dans les régions à climat aride et semi-aride. Elle préfère les milieux ensoleillés et les sols bien drainés. On la trouve fréquemment sur les coteaux, dans les terrains sableux ainsi que dans les zones sèches et ouvertes (Esmaeil, 2010).

I.7.Utilisation en médecine traditionnelle :

En médecine traditionnelle africaine, *Teucrium polium* L est couramment employée pour atténuer les effets du stress. Elle favorise la détente et la relaxation musculaire, contribue à réduire l'anxiété, la fatigue et l'irritabilité, et améliore la qualité du sommeil. Cette plante est également réputée pour stimuler la mémoire, renforcer la concentration et améliorer la clarté mentale. Par ailleurs, elle exerce une action bénéfique sur le système digestif. Grâce à ses propriétés antistress et antioxydantes, elle participe aussi à la protection contre le vieillissement cutané.

La médecine populaire lui attribue de nombreuses vertus thérapeutiques, notamment dans le traitement des inflammations et des rhumatismes. Ses extraits présentent des effets hypotenseurs, antispasmodiques, antibactériens, antipyrétiques et diaphorétiques, ainsi que des propriétés tonifiantes, analgésiques et antioxydantes. L'extrait aqueux de *Teucrium polium* L est utilisé depuis longtemps en Iran pour le traitement du diabète et possède également des effets hypolipidémiques (BACHTARZI, 2018). Déjà connue dans l'Antiquité, notamment chez les anciens Égyptiens comme fébrifuge, cette plante partage les caractéristiques des espèces amères et aromatiques. Elle est ainsi considérée comme tonique, stimulante de l'appétit, vermifuge et carminative. Elle agit favorablement sur l'ensemble du système digestif et le foie, et est utilisée dans les affections gastriques, les bronchites chroniques, les troubles digestifs et les douleurs abdominales (MEDJDOUB, 2022). Traditionnellement, la germandrée est souvent consommée sous forme d'infusion pour soulager la goutte, les rhumatismes, la fièvre, les bronchites chroniques et les excès de mucosités. En usage externe, elle est utilisée en bain de bouche pour traiter les gingivites et en lotion pour accélérer la cicatrisation des plaies s (MEDJDOUB, 2022).

I.8.Utilisation medicinale de la *Teucrium polium* L en Algérie :

En Algérie, *Teucrium polium* L. est couramment désignée par les appellations locales « El Khyata » ou « El Jaâda ». Cette plante occupe une place importante dans la médecine traditionnelle, notamment pour ses effets bénéfiques sur la régulation de la glycémie et des lipides sanguins, ainsi que pour ses propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et antioxydantes (Ait Chaouche FS et al., 2018). Des études ont également mis en évidence

plusieurs activités biologiques et thérapeutiques, telles que des effets anti-inflammatoires, antioxydants et antimicrobiens, ainsi que des propriétés antiulcéreuses et antipyrétiques. Elle est aussi utilisée pour ses effets protecteurs contre les ulcères gastriques et certaines affections hépatiques, en plus de ses actions hypolipidémiques et hypoglycémiantes (*Le Floc'h E., 1983*).

I.9.Composition chimique Les plantes du genre *Teucrium* :

Les plantes du genre *Teucrium* renferment plusieurs classes de composés chimiques, notamment les polyphénols, les flavonoïdes, les esters d'acides gras, les monoterpènes, les diterpénoïdes ainsi que les sesquiterpènes (*Bahramikia et Yazdanparast, 2012*). De manière générale, les huiles essentielles de *Teucrium polium L* se distinguent par une prédominance de sesquiterpènes, en particulier le germacrène D, le β -eudesmol, le bicyclogermacrène et le (E)-caryophyllène. (*Bendif et al., 2018*).

II.Généralités sur la plante *Commiphora myrrhe* :

Introduction

Les extraits résineux d'origine végétale constituent l'une des ressources naturelles les plus importantes, ayant suscité un grand intérêt à travers les siècles en raison de leurs multiples usages en médecine traditionnelle. Ces substances ont été mentionnées dans plusieurs civilisations anciennes, notamment égyptienne, grecque, romaine et chinoise, où elles étaient utilisées pour le traitement de diverses maladies et la préparation de remèdes thérapeutiques. Parmi les résines les plus connues figurent l'encens, la *myrrhe*, le benjoin, le sang-dragon et la résine de *Ferula*.

Le genre *Commiphora* appartient à la famille des Burséracée et comprend plus de 150 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales, en particulier en Afrique du Nord-Est, dans le sud de la péninsule Arabique et en Inde. Les espèces de ce genre se présentent sous forme de petits arbres ou arbustes à branches épineuses et à écorce produisant une résine de couleur grisâtre pâle ou brun-rougeâtre.

Commiphora myrrhe est la principale espèce responsable de la production de la véritable *myrrhe*. Elle pousse naturellement dans le sud de la péninsule Arabique et le Nord-Est de l'Afrique, notamment en Somalie, ainsi qu'au Kenya, en Éthiopie et au Soudan. La *myrrhe* est obtenue à partir des tissus sécréteurs présents dans l'écorce de la plante. Elle est utilisée depuis l'Antiquité en parfumerie, dans les procédés d'embaumement, ainsi que dans divers usages thérapeutiques.

Des études scientifiques récentes ont montré que les extraits des espèces de *Commiphora* contiennent plusieurs composés bioactifs tels que les terpènes, les flavonoïdes, les stéroïdes, les lignanes et les sucres, ce qui leur confère de nombreuses propriétés biologiques,

notamment des effets anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiprolifératifs, ainsi que des activités cardioprotectrices et hépatoprotectrices.

Par ailleurs, la résine de certaines espèces comme *Commiphora molmol* a été utilisée dans la médecine traditionnelle égyptienne comme agent antiparasitaire, tandis que d'autres espèces telles que *Commiphora mukul* ont démontré des effets hypolipidémiants, ce qui a renforcé l'intérêt scientifique pour ce genre végétal et encouragé l'étude de ses principes actifs et de leurs mécanismes d'action.

II.1. La famille des Burseraceae :

Le genre *Commiphora* appartient à la famille des Burseraceae, un groupe de plantes principalement réparti dans les régions tropicales du monde. Cette famille comprend environ 20 genres et plus de 600 espèces, avec une forte diversité en Amérique tropicale, ainsi qu'en Afrique du Nord et du Sud, et en Malaisie.

Les Burseraceae présentent un intérêt économique considérable, notamment en raison des résines aromatiques (comme le copal) et des huiles essentielles qu'elles produisent. Ces substances sont largement utilisées dans les pratiques religieuses, la parfumerie, la cosmétique ainsi que dans la médecine traditionnelle. (La Cerda-Lemus, 2011)

II.2. Le genre *Commiphora myrrhe* :

Le genre *Commiphora* est le genre auquel appartient l'arbre *Commiphora myrrhe*, une plante à fleurs classée dans la famille des Burseraceae (Alyafei, 2020). Cette famille, originaire des régions arides, tropicales et subtropicales, comprend environ 150 espèces au sein du genre *Commiphora* (Gadir and Ahmed, 2014).

Le terme « *myrrhe* » (*Myrrhe*) est dérivé du mot arabe «) «murr), qui signifie amer. Historiquement, cette plante est connue dans les littératures grecque et chinoise sous des noms tels que *Commiphora myrrhe*, *Commiphora molmol* ou Balsamodendron *myrrhe* (Germano et al., 2017).

La myrrhe, lorsqu'elle est mélangée à l'eau, forme une émulsion composée de :

2-8% d'huile volatile

23 – % 40 de résine (myrrhe)

40 – % 60 de gomme (Shameem, 2018)

Les huiles essentielles de la *myrrhe* sont utilisées comme agents aromatiques, dans l'encens et comme composés bioactifs. Ces huiles sont principalement constituées de terpènes et de terpénoïdes. En outre, la myrrhe contient des composés actifs d'importance pharmaceutique, tels que les lactones sesquiterpéniques, utilisées dans le traitement de certaines maladies (Singh, 2015)

II.3. Description de *Commiphora myrrhe* :

Commiphora myrrhe est un arbuste robuste, épineux et glabre, ou un petit arbre, atteignant généralement environ 4 mètres de hauteur, avec un tronc court bien distinct.

L'écorce externe est de couleur argentée, blanche tirant vers le bleu ou gris bleuté, et se desquame en petites ou grandes lamelles papyracées à partir de l'écorce interne verdâtre. La sève est peu odorante et visqueuse, produisant une gomme-résine dure, translucide et jaunâtre. Toutes les branches se terminent par des épines et sont noueuses. (Orwa, 2009)

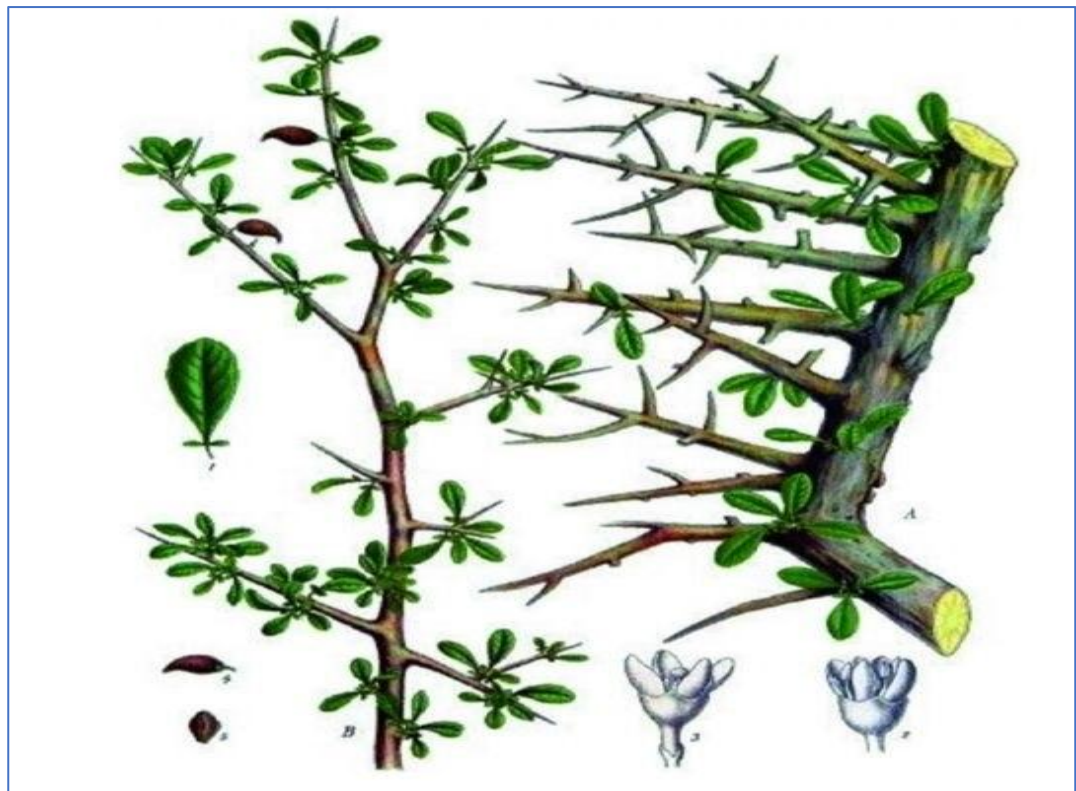


Figure 3: *Commiphora myrrhe* (Ikram et hadil, 2025)

Feuilles :

Les feuilles sont trifoliées, fines et coriaces, de couleur vert grisâtre ou glauque, avec une grande variabilité de forme et de taille.

Pétiole : 1–10 mm de long

Les folioles latérales peuvent être rares ou très petites

Forme : elliptique, spatulée ou lancéolée

Base : atténuée, cunéiforme, arrondie ou tronquée

Apex : arrondi ou aigu

Longueur : 6–44 mm

Largeur : 3–20 mm

Nervures principales : 3–4 nervures faibles

Bord : entier ou denté (jusqu'à 6 dents de chaque côté)

Fleurs mâles :

Elles sont généralement précoces et regroupées en 2 à 4 fleurs dans des cymes dichasiales de 3–4 mm de long, souvent peu glanduleuses.

Bractéoles : brun clair, très petites (0,5–0,7 mm)

Réceptacle : en forme de petite coupe

Pétales : oblongs, pointus et recourbés à l'apex, longueur 4,5 mm, largeur 1,5 mm

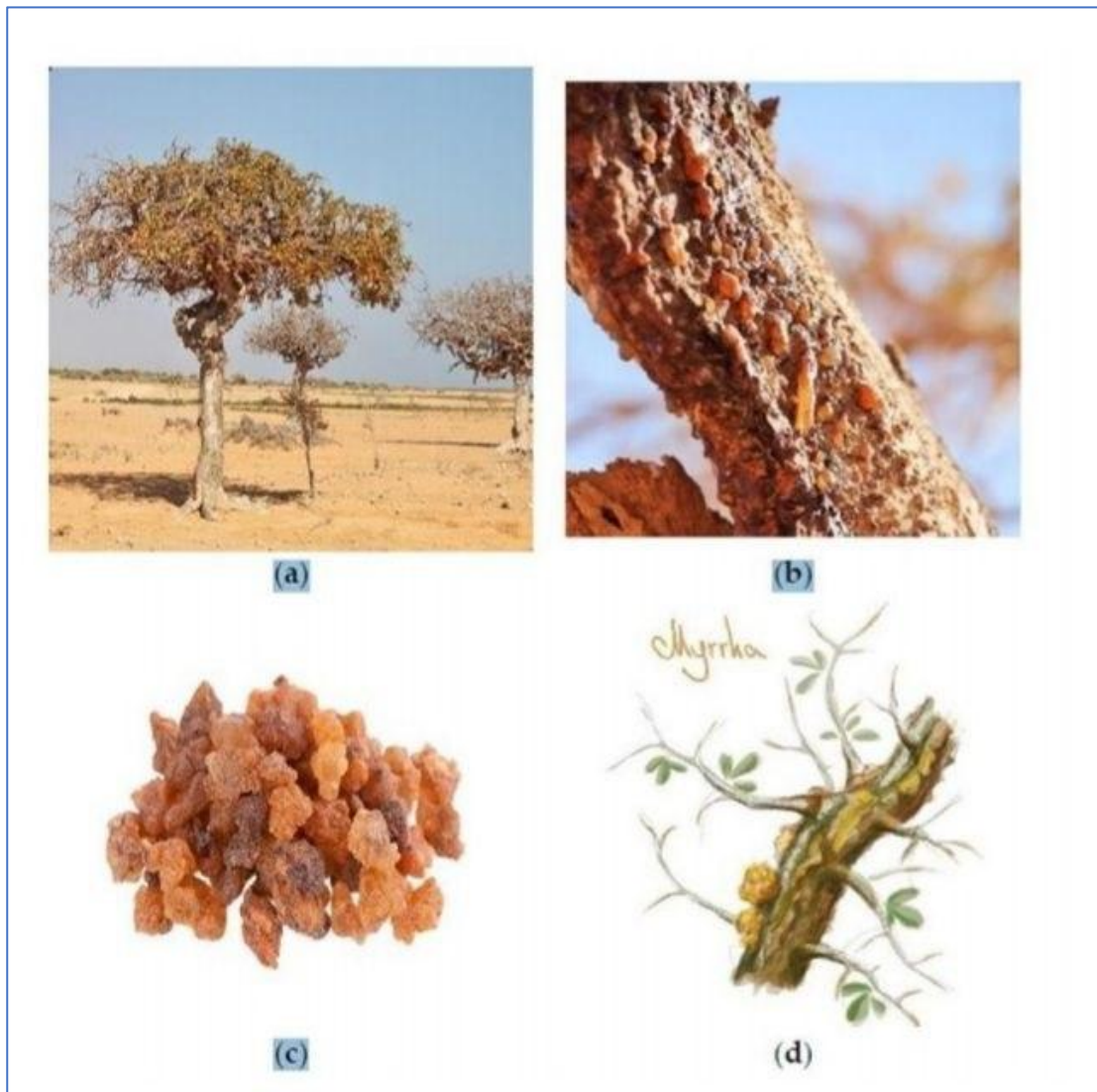
Étamines : environ 1,2–1,4 mm

Anthères : 1,0–1,2 mm

Fruits :

Les fruits sont présents en un ou deux sur des pédicelles articulés. Ils sont ovoïdes, aplatis et terminés par un petit bec, de 2–4 mm de long.

Les graines sont lisses avec de légères protubérances.



- a : Arbre de myrrhe
b : Accumulation de gomme sur le tronc de l'arbre
c : Gomme de myrrhe
d : Dessin d'une branche de l'arbre de myrrhe

Figure 4: Les principales parties anatomiques de la plante de myrrhe
(Tasnim·2024)

II.4.Classification systématique :

Classification systematique de *Commiphora myrrhe* L. (Ikram et hadil ,2025) : APG IV

Règne: Plantae

Sous-règne: Tracheobionta (Plantes vasculaires)

Division: Magnoliophyta (Angiospermes)

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales

Famille: Burseraceae

Genre: *Commiphora*

Espèce: *Commiphora myrrhe*

II.5.Nom vernaculaire

Noms vernaculaires de la myrrhe (*Grieve, 1995 ; Davis, 1999*) :

En Algérie, la myrrhe est connue sous le nom de « Oum nes » ; en Grèce, elle est appelée « Murra » ; en latin, « Myrrhe » ; en Égypte, elle est désignée sous le nom *Commiphora molmol* ; en Chine, « Mo yao » ; aux États-Unis, « Myrrhe »; et en Somalie, « Didin».

II.6.Répartition et écologie :

Commiphora myrrhe est une espèce végétale que l'on rencontre principalement dans les zones de brousse ouvertes dominées par les genres *Acacia* et *Commiphora*. Elle pousse généralement sur des sols peu profonds, souvent situés sur des substrats calcaires.

Sur le plan biophysique, cette espèce se développe à des altitudes comprises entre 250 et 1300 mètres. Elle est adaptée aux régions arides et semi-arides caractérisées par une faible pluviométrie, avec une moyenne annuelle variant de 230 à 300 mm. Elle préfère les sols superficiels, notamment ceux reposant sur des formations calcaires.

Concernant sa répartition, les cartes de distribution indiquent les pays où l'espèce a été introduite ou cultivée. Toutefois, cette présence ne signifie pas qu'elle peut être cultivée dans toutes les zones écologiques de ces pays, ni qu'elle est limitée exclusivement à ces régions. En raison du caractère potentiellement invasif de certaines espèces, il est recommandé de respecter les règles de biosécurité en vigueur lors de toute Introduction ou plantation. (*Orwa2009*.,

II.7.Utilisation médicinale :

La gomme de myrrhe possède de nombreuses applications, parmi lesquelles :

Propriétés antiseptiques et astringentes : elle est employée dans le traitement des plaies, des ulcères et des irritations cutanées grâce à ses effets antiseptiques et astringents, contribuant ainsi à prévenir les infections et à favoriser la cicatrisation.

Action anthelminthique et carminative : elle est utilisée pour lutter contre les parasites intestinaux et soulager divers troubles digestifs, tels que l'indigestion et les désordres gastriques.

Effets emménagogues et expectorants : elle permet de stimuler le flux menstruel et de réduire la congestion des voies respiratoires, notamment dans les cas de bronchite chronique et d'asthme.

Activités anti-inflammatoires et antioxydantes : les huiles essentielles de *myrrhe* présentent des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, pouvant contribuer à la prise en charge de plusieurs affections inflammatoires.

Propriétés antimicrobiennes et antibactériennes : la myrrhe est reconnue pour son efficacité contre diverses infections microbiennes grâce à ses effets antimicrobiens.

Effets neuroprotecteurs et antidiabétiques : des études ont montré qu'elle exerce des actions protectrices sur le système nerveux et contribue à la régulation de la glycémie, ce qui peut être utile dans les maladies neurodégénératives et le diabète.

Activité anticancéreuse : elle présente également des effets anticancéreux potentiels pouvant être utiles dans le traitement de certains cancers.

Utilisations cosmétiques et en aromathérapie : les huiles essentielles de *myrrhe* sont largement utilisées en cosmétique, en aromathérapie et en parfumerie en raison de leur parfum agréable et de leurs propriétés thérapeutiques.

Propriétés insecticides et antifongiques : la *myrrhe* possède des effets molluscicides et antifongiques, permettant de limiter la prolifération des insectes et des champignons pathogènes.

Traitement des maladies métaboliques : traditionnellement, elle est utilisée pour le traitement de diverses affections, notamment la polyarthrite rhumatoïde et l'obésité.

(Tasnim, 2024)

II.8. Composition chimique :

La composition chimique de la myrrhe ou l'exsudat résineux de *Commiphora myrrhe*, comprend de la gomme soluble dans l'eau, de la résine soluble dans l'alcool et de l'huile essentielle (Hanus et al., 2005). La gomme de la myrrhe est constituée de polysaccharides et de protéines, tandis que l'huile volatile contient des stéroïdes, des stérols et des terpènes. (Hanus et al., 2005)

Chapitre II : Intérêt thérapeutique de la médecine alternative dans le traitement des plaies

I.Généralités sur la peau et les plaies :

I.1.Généralités sur la peau :

I.1.1.Définition de la peau :

La peau constitue l'organe le plus étendu du corps humain et représente environ 15 % de la masse corporelle chez l'adulte. Elle remplit plusieurs fonctions essentielles, notamment la protection contre les agressions externes d'origine physique, chimique et biologique. Elle contribue également à limiter la perte hydrique de l'organisme et participe à la régulation de la température corporelle. Enfin, la peau est en continuité avec les muqueuses qui recouvrent certaines surfaces du corps.(*Chergui, 2021*)

I.1.2.Structure de la peau :

La peau se compose de trois couches principales :

I.1.2.1.L'épiderme :

L'épiderme constitue la couche la plus externe de la peau et assure principalement une fonction de protection contre les agressions extérieures.
(*Labarrade, 2023*).

I.1.2.2.Le derme :

Le derme constitue la deuxième couche principale de la peau. Il est formé d'un tissu conjonctif riche en fibres de collagène et en fibres élastiques. (*Ongoiba,. 2008*)

I.1.2.3.L'hypoderm :

L'hypoderme est une couche sous-cutanée située sous le derme, composée principalement de tissu adipeux. Il assure le soutien structural essentiel de la peau, participe à l'isolation thermique de l'organisme et contribue à l'amortissement des chocs(*Schofield, et al. 2019*)

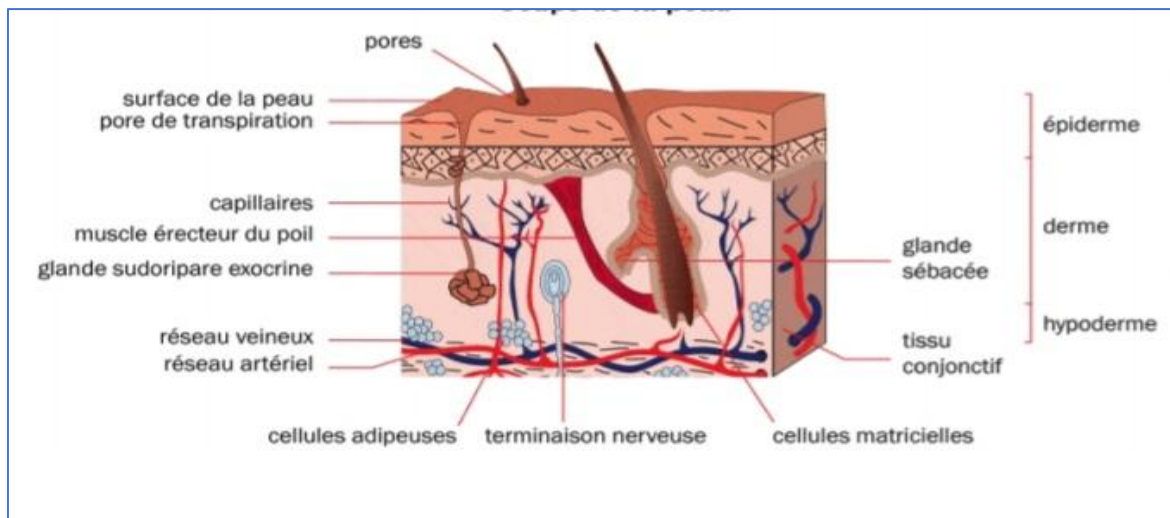


Figure 5: Structure de la peau (Romain,n.d.)

I.1.3.La fonction physiologique de la peau :

La peau a de nombreuses fonctions qui sont :

I .1.3.1.La fonction de protection :

La peau couvre l'ensemble du corps et forme une barrière physique essentielle qui protège les tissus sous-jacents contre les agressions mécaniques, les infections bactériennes, la déshydratation ainsi que les rayons ultraviolets (UV). Les poils et les ongles participent également à cette fonction protectrice.(Ongoiba, 2008).

I.1.3.2.La fonction de sensation :

Afin de protéger l'organisme contre les agressions de l'environnement extérieur, la peau a développé un système sensoriel efficace permettant de répondre à divers stimuli, tels que le frisson en milieu froid.

Les trois couches de la peau (épiderme, derme et hypoderme) contiennent des structures nerveuses sensorielles spécialisées, notamment les corpuscules de Meissner, les corpuscules de Pacini ainsi que les fibres nerveuses non myélinisées.(Lotfollahi, 2024).

I.1.3.3.La fonction immunitaire :

La peau possède la capacité de mettre en place des réponses immunitaires, qu'elles soient innées ou adaptatives, permettant la reconnaissance et l'élimination des agents pathogènes, la protection contre les agressions chimiques, ainsi que la prévention du développement de cellules malignes. L'immunité cutanée repose essentiellement sur l'action des cellules de Langerhans et des kératinocytes.(Lachaud, 2024)

I.1.3.4.La fonction sécrétoire :

En plus d'assurer l'élimination de la chaleur et de l'eau de l'organisme, la transpiration permet également l'excrétion de faibles quantités de sels minéraux ainsi que de divers composés organiques (*Ongoiba, 2008*).

I.1.3.5.La fonction endocrine :

La peau participe à la synthèse de plusieurs substances hormonales, notamment les stéroïdes et la vitamine D. Cette dernière est produite au niveau de l'épiderme sous l'effet des rayons ultraviolets.

La vitamine D joue un rôle essentiel dans l'absorption du calcium et du phosphore, éléments indispensables à la formation et au maintien de la structure osseuse (*Lotfollahi, 2024*).

I.1.3.6.La fonction thermorégulatrice :

La peau participe activement à la régulation thermique de l'organisme en assurant le maintien d'une température corporelle stable, avoisinant 37 °C. L'hypothalamus, principal centre de thermorégulation, reçoit des informations relatives aux températures cutanée, cérébrale et sanguine grâce à des thermorécepteurs localisés dans la peau, le cerveau et les vaisseaux sanguins. (*Lachaud, 2024*)

I.2.Généralités des plaies :

I.2.1.Définition des plaies :

Une plaie se définit comme une rupture de la peau, à distinguer d'une contusion où la peau demeure intacte.

La gravité d'une plaie est influencée par sa localisation, sa profondeur et les structures affectées. Elle peut également s'accompagner d'un saignement variable selon la profondeur de la lésion. Étant donné que la peau est un organe riche en nerfs, la douleur constitue un des principaux signes cliniques associés aux plaies. (*Zouaber et Kelouche, 2023*)

I.2.2.Classification des plaies :

I.2.2.1.Classification des plaies selon l'exposition à l'environnement extérieur

Les plaies peuvent être classées selon leur exposition au milieu extérieur en deux catégories principales : les plaies ouvertes et les plaies fermées.

Dans les plaies ouvertes, l'intégrité de la peau est rompue, exposant ainsi les tissus sous-jacents aux facteurs externes. En revanche, dans les plaies fermées, la peau reste intacte malgré la présence de lésions au niveau des tissus internes (*Galvis Escobar, et al. 2023*)

I.2.2.2.Classification des plaies selon la profondeur :

Premier degré : atteinte limitée à l'épiderme, avec cicatrisation spontanée sans cicatrice.

Deuxième degré : atteinte de l'épiderme et d'une partie du derme, avec douleur importante et risque de cicatrice.

Troisième degré : destruction complète de l'épiderme et du derme, nécessitant une réparation à partir des bords de la plaie et une cicatrisation longue.(*Beggar,2019*).

I.2.2.3.Classification des plaies selon le temps de cicatrisation :

Les blessures aiguës connaissent une période de guérison prévue de 8 à 12 semaines, durant laquelle la zone affectée se ferme et se répare, aboutissant à un tissu fonctionnel complet avec une organisation cellulaire appropriée. Elles évoluent à travers les étapes normales de la guérison jusqu'à ce que le tissu fonctionnel soit renouvelé. (*Galvis Escobar,et al. 2023*)

I.2.3.Caractéristiques des plaies :

Simple : atteinte limitée à la peau ou aux muqueuses uniquement

Les lésions composées : une blessure impliquant la peau ou les muqueuses ainsi que les tissus profonds situés en dessous.

Complications : lésions avec contamination, très oedémateuses.

Pénétrantes : une voie d'entrée menant à une cavité naturelle.

Complications : lésions avec contamination, très oedémateuses.(*Zouaber,et Kelouche. 2023*).

II.1.Compréhension du processus de cicatrisation des plaies et de ses mecanismes naturels:

II.1.1.Définition de la cicatrisation :

La cicatrisation est un mécanisme biologique indispensable et inévitable qui assure la réparation de la barrière cutanée. Elle entraîne la formation d'un tissu néoformé, conduisant progressivement à l'apparition d'une cicatrice. (*Violet,2022*)

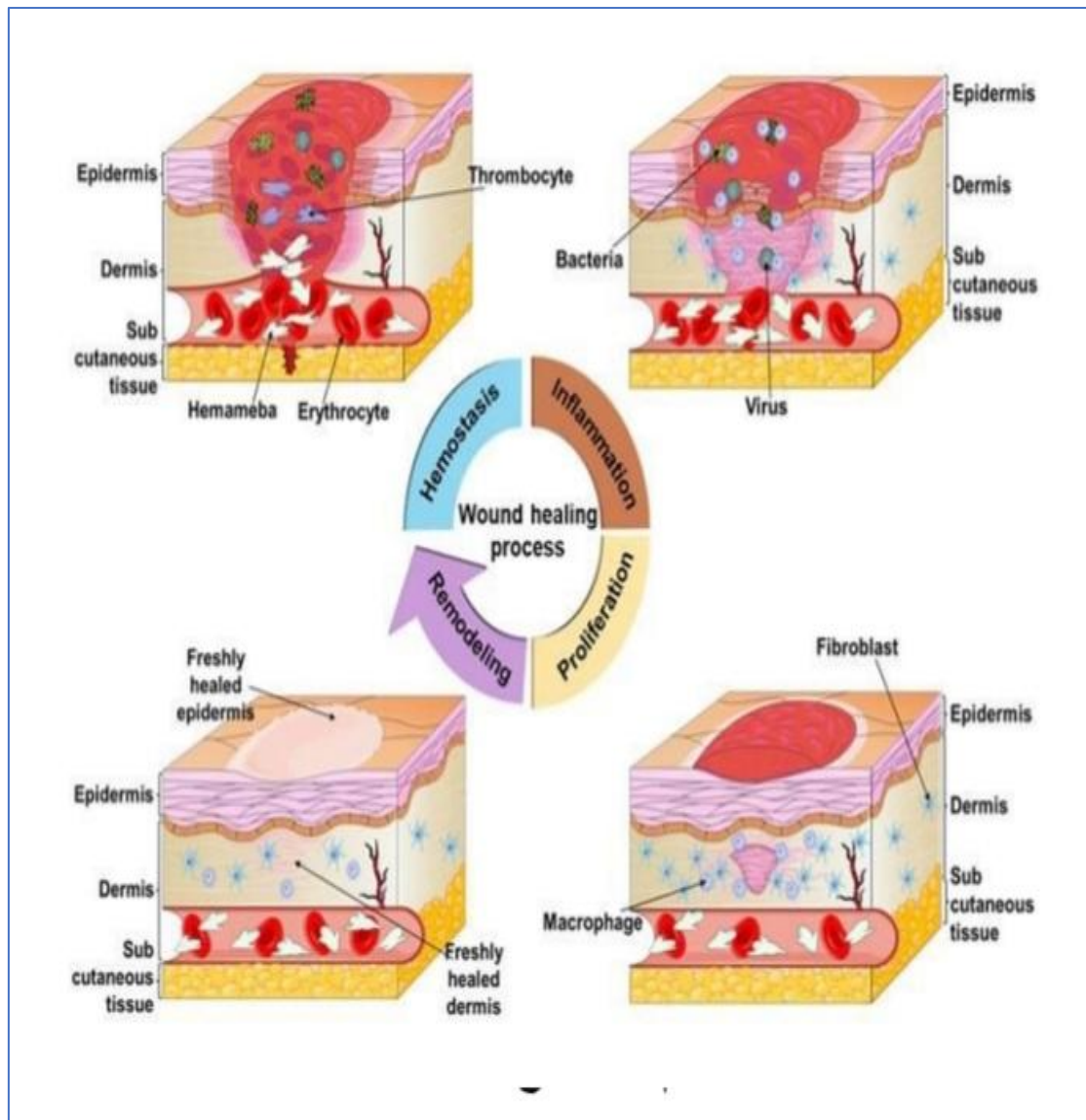


Figure 6: Les différentes phases de la cicatrisation des plaies. (Hamza,2024)

II.1.2.Processus de cicatrisation :

II.1.2.1.Phase d'hémostase :

L'hémostase constitue la première étape du processus de cicatrisation. Elle débute dès que la couche sous-endothéliale des vaisseaux est exposée aux éléments du sang, déclenchant une réaction rapide destinée à limiter la perte sanguine et de liquides.

On distingue au cours de ce mécanisme trois phases principales :

La vasoconstriction des vaisseaux sanguins L'hémostase primaire L'hémostase secondaire . (Nascimento, 2020)

II.1.2.2.Phase inflammatoire :

La phase inflammatoire représente une étape de nettoyage de la plaie, au cours de laquelle les tissus nécrosés sont éliminés. Un gradient chimiotactique favorise le recrutement des leucocytes vers le site lésé. La libération des médiateurs de l'inflammation est déclenchée par l'activation de l'expression génétique en réponse à des signaux issus des dommages cellulaires et tissulaires (DAMP) ou à des composants spécifiques des agents pathogènes (*Zouaber et Kelouche, 2023*)

II.1.2.3.Phase de prolifération :

Pendant la phase proliférative de la cicatrisation, un nouveau tissu de granulation se forme simultanément avec plusieurs processus de réparation, notamment la réépithélialisation et l'angiogenèse. Ces processus coordonnés sont principalement régulés par les fibroblastes, les cellules endothéliales et les kératinocytes. (*Nascimento, 2020*)

II.1.2.4.Phase de remodelage :

Le tissu nouvellement formé au cours de la phase d'épithélialisation reste immature et fragile, et doit subir une réorganisation progressive afin de donner une cicatrice plus solide et fonctionnelle.

Durant cette étape, des remaniements cellulaires et matriciels se produisent, entraînant la contraction de la plaie ainsi que la restructuration de la matrice extracellulaire (*Zouaber et Kelouche, 2023*)

II.1.3.Les facteurs influencent la cicatrisation :

La cicatrisation des plaies peut être influencée par divers facteurs, répartis en facteurs locaux (oxygénation, infection, circulation sanguine) et facteurs systémiques liés à l'état général du patient.

Parmi les facteurs les plus importants figurent :

La dénutrition, qui diminue la production de collagène et la formation de nouveaux vaisseaux sanguins.

L'hypoxie, qui compromet la réparation des tissus.

L'infection, responsable d'un ralentissement du processus de guérison.

L'immunodépression, causée par certaines maladies ou traitements médicamenteux.

Les maladies chroniques, notamment Diabetes Mellitus, qui perturbent la cicatrisation.

Une prise en charge inadéquate de la plaie, pouvant retarder la guérison.

Le vieillissement, qui ralentit le renouvellement cellulaire et les mécanismes de réparation. L'association de ces facteurs peut provoquer un retard de cicatrisation et favoriser l'apparition de plaies chroniques. (*Nascimento, 2020*)

III.Approches thérapeutiques et rôle des plants médicinales :

III.1.Traitements conventionnels :

Les méthodes de la médecine traditionnelle sont transmises de génération en génération, des parents et des grands-parents aux enfants, sans étude approfondie du contenu ou de la composition des recettes thérapeutiques utilisées, ni de leur véritable impact sur la santé humaine.

Malgré la large diffusion de la médecine alternative parmi la plupart des populations dans le monde, que ce soit dans les pays développés ou en développement, et son utilisation par différentes catégories sociales, il existe encore peu de preuves scientifiques confirmant l'efficacité de nombreuses formes de ce type de médecine. De plus, ces pratiques n'ont pas été suffisamment étudiées afin de déterminer si elles peuvent entraîner des effets secondaires indésirables, voire parfois graves.

On recense des centaines de méthodes relevant de la médecine alternative. Parmi les plus courantes et les plus utilisées dans les sociétés arabes en général et en Algérie en particulier, on peut citer :

- La phytothérapie (traitement par les plantes médicinales)
- L'apithérapie (traitement par le miel et la nigelle)
- La hijama (ventouses thérapeutiques)
- La cautérisation (al-kay)
- L'ostéopathie traditionnelle / remise en place des os (thérapie manuelle)
- Le massage thérapeutique (*Ali, 2025*).

III.2.Mécanismes d'action biologique des composés végétaux :

Les plantes médicinales favorisent la cicatrisation et la régénération des tissus grâce à plusieurs mécanismes d'action, notamment :

Elles améliorent la circulation sanguine au niveau de la zone lésée, ce qui permet un meilleur apport en oxygène et en nutriments essentiels aux cellules endommagées, accélérant ainsi la réparation des tissus.

Elles exercent un effet anti-inflammatoire en réduisant l'inflammation et l'œdème, ce qui contribue à diminuer la douleur et à créer des conditions favorables à la guérison.

Elles stimulent la régénération tissulaire en activant les cellules impliquées dans la réparation

et en favorisant la synthèse du collagène et de la fibrine, éléments essentiels à la reconstruction des tissus. (Hamza,2024)

III.3.Rôle thérapeutique des plantes médicinales dans la cicatrisation des plaies :

Les plantes médicinales occupent une place importante dans le traitement des plaies grâce à leurs multiples propriétés biologiques et pharmacologiques. Utilisées en phytothérapie, elles participent activement à la réparation des tissus lésés et favorisent une cicatrisation plus rapide et plus efficace. Leurs principaux effets thérapeutiques peuvent être résumés comme suit :

III.3.1.Activité anti-inflammatoire :

De nombreuses plantes renferment des substances bioactives, notamment les flavonoïdes et les polyphénols, reconnues pour leurs propriétés anti-inflammatoires. Ces composés permettent de réduire l'inflammation et le gonflement au niveau de la plaie, contribuant ainsi à améliorer le processus de guérison.

III.3.2.Activité antibactérienne et anti-infectieuse :

Certaines plantes possèdent des composés naturels capables d'inhiber la prolifération des bactéries et des agents pathogènes. Cette action aide à prévenir les infections au niveau des plaies et favorise la régénération des tissus endommagés.

III.3.3.Amélioration de la circulation sanguine :

Quelques plantes médicinales stimulent la circulation sanguine dans la région affectée, assurant un meilleur apport en oxygène et en éléments nutritifs indispensables à la réparation cellulaire et à la cicatrisation.

III.3.4.Régénération et renforcement des tissus :

Certaines espèces végétales favorisent la formation de nouveaux tissus en stimulant la synthèse du collagène, de la fibrine ainsi que d'autres composants essentiels à la reconstruction cutanée, améliorant ainsi la qualité des tissus cicatriciels.

III.3.5.Effet apaisant et analgésique :

Plusieurs plantes médicinales exercent une action calmante qui permet d'atténuer la douleur et les irritations associées aux plaies, rendant le processus de cicatrisation plus confortable pour le patient (Hamza,2024)

III.4.Principaux domaines d'application des plantes médicinales :

Les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées dans plusieurs secteurs, notamment :

La conception de médicaments, tels que les analgésiques pour les douleurs articulaires, les anti-inflammatoires destinés aux rhumatismes, ainsi que les traitements de l'hypertension et de l'athérosclérose, sans oublier leur action antiseptique.

L'utilisation des huiles fixes contenues dans les graines de certaines plantes, intégrées dans la formulation de divers produits pharmaceutiques.

L'élaboration d'aliments diététiques contribuant à la prise en charge de maladies cardiovasculaires comme l'athérosclérose et l'angine de poitrine.

La production de produits cosmétiques, notamment les crèmes, poudres, savons parfumés et parfums.

Leur emploi sous forme de boissons consommées dans les cafés et commerces, telles que le gingembre et le thym.

La fabrication de pesticides naturels à partir des substances bioactives des plantes, capables d'éliminer les insectes et les champignons.

Leur utilisation en tant qu'épices, condiments, boissons ou exhausteurs naturels de goût et d'arôme.

Bouhakkak et Berhail 2023)

III.5.Importance de l'information et de la sensibilisation des patients aux thérapies alternatives :

L'information et la sensibilisation des patients aux différentes thérapies alternatives disponibles constituent un élément essentiel dans l'amélioration de la prise en charge de leur santé. Une connaissance adéquate de ces approches thérapeutiques présente plusieurs avantages:

Favoriser une prise de décision éclairée : Une meilleure compréhension des options thérapeutiques permet aux patients de choisir le traitement le plus adapté à leurs besoins, à leurs attentes et à leurs valeurs personnelles.

Améliorer la communication avec les professionnels de santé : Les patients informés sont davantage capables d'échanger avec l'équipe soignante, de poser des questions pertinentes et de discuter des bénéfices ainsi que des éventuels risques associés aux différentes approches thérapeutiques.

Réduire les inquiétudes et l'anxiété : La connaissance des alternatives thérapeutiques peut atténuer les craintes liées aux traitements conventionnels ou aux interventions chirurgicales, tout en renforçant la confiance du patient dans son parcours de soins.

Soutenir les mécanismes naturels de guérison : Certaines thérapies alternatives visent à stimuler les capacités d'autoréparation de l'organisme. Une meilleure compréhension de ces mécanismes peut encourager le patient à participer activement à son processus de rétablissement.

Encourager l'autogestion de la santé : La sensibilisation aux pratiques complémentaires favorise l'adoption de comportements de santé bénéfiques et de mesures d'autosoins contribuant à l'amélioration du bien-être général et de la qualité de vie. (Ahmed, 2021)

Deuxième partie
Etude expérimentale

Chapitre I
Matériels et méthodes

I. Matériels :

Étant donné le manque d'études portant sur l'utilisation des plantes médicinales dans la cicatrisation des plaies, nous avons élaboré un questionnaire destiné aux herboristes et aux personnes âgées, dans le but d'identifier les plantes les plus utilisées et les plus efficaces dans le traitement des plaies

Après la collecte et l'analyse des résultats, il est apparu que la majorité des participants ont sélectionné deux plantes : *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium L.* Sur cette base, ces deux plantes ont été retenues pour la réalisation de la partie expérimentale

Nous avons ensuite procédé à la préparation d'une pommade naturelle à partir des extraits des deux plantes au sein du laboratoire de l'Université Echahid Hamma Lakhdar – El Oued

L'efficacité de la pommade a été testée sur des rates de laboratoire après induction de plaies superficielles, les animaux ayant été traités régulièrement avec la pommade préparée

À la fin de l'expérimentation, les animaux ont été sacrifiés de manière humanitaire et conformément aux normes éthiques en vigueur. Des échantillons sanguins ont ensuite été prélevés immédiatement après le sacrifice, puis soumis à des analyses biochimiques au niveau du laboratoire privé « Raed », afin d'évaluer l'effet de la pommade sur l'accélération du processus de cicatrisation des plaies

Les matériels utilisés dans ce travail sont :

A- Les produits chimiques :

- Chlorure de sodium (NaCl) à 0,9 %
- Éthanol à 70 %
- Acide chlorhydrique (HCL)
- Solution de Fehling
- Réactif Wagner
- Réactif Dragendorff
- Réactif Mayer
- Chloroforme
- Anhydride acétique
- Magnésium
- Alcool iso-Amylique
- Chlorure ferrique dilué Fe Cl₃ (1%)
- Solution de formol à 10 %
- Alcool éthylique à différentes concentrations (70 %, 80 %, 90 %, 95 %, 100 %)
- Xylène

- Paraffine
- Coloration à l'hématoxyline
- Coloration à l'éosine

B- Les matériels biologiques :

- Le sang :

Prélevé à partir des rates, il est utilisé pour les analyses biochimiques.

- Les organes des rates :

Les organes des rates sont utilisés pour les analyses histologiques et les paramètres de stress

C- Matériels de laboratoire :

- Bain de glace
- Portoir pour tubes spéciaux de centrifugation
- Micropipettes ajustables avec des embouts stériles
- Centrifugeuse Sigma
- Balance analytique
- PH-mètre 210 Meter LAB
- Verreries (bûcher, erlenmeyer, éprouvette, tubes à essai, Pipette graduée...)
- Bain marie de type MEMMERT
- Autoclave
- Barreau Magnétique
- Agitateurs magnétiques à plaque chauffante
- Agitateur thermo-programmable
- Les flacons de stockage
- L'entonnoir
- Spatule
- Broyeur de laboratoire
- Clevenger
- Tondeuse pour rongeurs
- Lame de scalpel
- Raffinerie
- Papier filtre
- Lames de verre et lamelles couvre-objet
- Microtome
- Microscope optique

D- Instruments chirurgicaux :

- Ciseaux chirurgicaux
- Scalpel
- Pincettes chirurgicales
- Gants stériles et tubes de stockage des échantillons

II.Méthodes :

II.1-Étude de terrain :

Afin d'identifier les plantes les plus couramment utilisées et efficaces pour accélérer la cicatrisation des plaies cutanées, une étude de terrain a été menée auprès des membres de la communauté d'El Oued pour recueillir des données et des informations. Cette étape est cruciale, car elle permet de comprendre les opinions et les expériences antérieures des consommateurs concernant les plantes médicinales utilisées dans le traitement des plaies. Elle permet également d'identifier les plantes qui bénéficient de la plus grande confiance et de la meilleure acceptation parmi les utilisateurs.

Pour atteindre les objectifs de l'étude, un questionnaire a été élaboré. Ce questionnaire, composé d'une série de questions structurées, visait à recueillir des informations sur les répondants, les plantes utilisées pour traiter les plaies cutanées, leur utilisation et leur efficacité pour accélérer la cicatrisation. Le questionnaire comprenait les éléments suivants :

-Informations sur le répondant

- Collecte des données personnelles des répondants (âge, niveau d'études, profession, situation matrimoniale)
- Détermination de l'étendue de l'utilisation des remèdes traditionnels et à base de plantes dans le traitement des plaies

-Information sur la plante

- Identification des plantes utilisées dans le traitement et de leurs noms locaux.
- Détermination de l'habitat des plantes (sauvages ou cultivées)
- Déterminer si la plante est utilisée seule ou en association avec d'autres plantes et matières
- Identifier la partie de la plante utilisée pour le traitement (feuilles, racines, fruits, écorce, etc.)
- Identifier les méthodes de préparation de la plante avant utilisation (infusion, décoction, poudre, huile, émulsion, etc.)
- Déterminer la posologie et le mode d'administration
- Déterminer le nombre de doses quotidiennes et la durée du traitement -
- Évaluer la toxicité de la plante du point de vue du répondant-

- Consigner tout effet secondaire ou réaction indésirable rapporté pendant l'utilisation
- Recueillir toutes les mises en garde et précautions d'emploi liées à l'utilisation de la plante
- Identifier les types de plaies que la plante est utilisée pour traiter (superficielles, profondes ou résultant d'interventions chirurgicales)

Le questionnaire a été distribué à un échantillon aléatoire de la population, représentatif de différents groupes d'âge et niveaux d'instruction, afin d'obtenir des résultats plus représentatifs. Le questionnaire a également été distribué sur support papier, accompagné d'une explication de l'objectif de l'étude et de garanties de confidentialité quant à l'utilisation des informations fournies, celles-ci étant exclusivement destinées à la recherche scientifique

Après la collecte des questionnaires, les réponses ont été triées et analysées statistiquement par le calcul des fréquences et des pourcentages. Les résultats ont ensuite été présentés sous forme d'histogrammes de fréquences et de diagrammes circulaires afin de faciliter leur interprétation et d'en tirer des conclusions permettant de sélectionner les plantes les plus appropriées et efficaces pour le développement de la pommade végétale proposée.

**Questionnaire sur les plantes utilisées pour
le le traitement des plaies**

1. Informations sur le répondant

Âge

Niveau d'études

Profession

Situation familiale ☐ Célibataire ☐ Marié(e)

Dans quelle mesure connaissez-vous les plantes médicinales utilisées pour le traitement des plaies?

☐ Faible ☐ Moyenne ☐ Élevée

Avez-vous déjà utilisé des remèdes traditionnels pour soigner une plaie?

☐ Oui ☐ Non

Le traitement était-il basé sur:

☐ Des plantes médicinales

☐ D'autres traitements (précisez):

2. Informations sur la plante

Nom de la plante

Mode de croissance ☐ Sauvage ☐ Cultivée

La plante est-elle utilisée:

☐ Seule

☐ En association avec une autre plante ou substance?

Si oui, veuillez préciser son nom:

Partie de la plante utilisée:

Mode de préparation:

☐ Infusion ☐ Trempage ☐ Ébullition

☐ Poudre ☐ Huile

☐ Autre mode de préparation (à préciser):

Dosage utilisé:

☐ Une poignée ☐ Quelques grammes ☐ Une cuillère à café

Mode d'emploi :

Nombre de doses par jour:

Durée du traitement:

☐ Une semaine ☐ Un mois ☐ Jusqu'à guérison

Toxicité: La plante est-elle toxique?

☐ Oui ☐ Non

Effets secondaires notables :

Précautions d'emploi:

Types de plaies traitées par cette plante :

☐ Plaies superficielles ☐ Plaies profondes ☐ Plaies chirurgicales

Figure 7: Présentation du questionnaire sur les plantes utilisées pour traiter et accélérer la cicatrisation des plaies cutanées.

II.2. Étude phytochimique :

II.2-1-Échantillonnage :

Deux plantes, la germandrée (*Teucrium polium L*) et la myrrhe (*Commiphora myrrh*), ont été sélectionnées après avoir été identifiées par le botaniste Professeur Chouikh Atef, en raison de leur usage fréquent dans la médecine traditionnelle pour le traitement des plaies et l'accélération de leur cicatrisation. Ce choix repose sur les résultats d'une étude de terrain menée auprès d'herboristes et de personnes âgées dans les communes d'El Oued et de Hassi Khalifa.

Les échantillons de plantes ont été collectés par les herboristes de la région d'El Oued, puis broyés à l'aide d'un moulin électrique afin d'obtenir une poudre fine. Par la suite, ces échantillons ont été conservés dans des conditions optimales, à l'abri de la lumière et de la chaleur, jusqu'à leur utilisation en laboratoire.

II.2-2-Préparation d'extraits végétaux :

La méthode de macération a été retenue pour l'extraction, car elle figure parmi les méthodes les plus couramment utilisées par la population locale pour les plantes étudiées, d'après les résultats de l'étude de terrain réalisée. L'eau distillée et l'éthanol ont servi de solvants pour extraire les composés actifs des échantillons végétaux

Définition de l'extraction :

L'extraction est une opération physicochimique qui consiste à séparer et à isoler les composés actifs d'une matière végétale à l'aide d'un solvant approprié, en exploitant les différences de solubilité des constituants. Cette technique permet d'obtenir un extrait riche en métabolites secondaires destinés aux analyses phytochimiques ou aux essais biologiques.

(Harborne, 1998)

Préparation d'extraits végétaux aqueux et éthanoliques par la méthode de macération :

- Les feuilles séchées de la plante *Teucrium polium L* et la résine de *Commiphora myrrh* ont été apportées puis broyées en une fine poudre prête pour le processus de trempage.
- 20 g de poudre de chaque plante ont été pesés à l'aide d'une balance de précision.
- 20 g de poudre végétale ont été ajoutés à 100 ml d'eau distillée dans un récipient en verre stérile.
- Une quantité égale de poudre végétale a été ajoutée à 100 ml d'éthanol à 70 % dans un autre récipient.
- Les solutions ont macéré pendant 24 heures à température ambiante, sous agitation régulière afin d'optimiser l'extraction des composés actifs.
- Après macération, les extraits ont été filtrés pour séparer le liquide du culot végétal.

- Les extraits obtenus ont été conservés dans des récipients propres, dans un endroit frais et sec.
 - 100 ml d'eau distillée et 100 ml d'éthanol à 70 % ont été ajoutés au culot végétal restant pour une seconde macération.
 - Le culot a macéré pendant 24 heures supplémentaires dans les mêmes conditions.
 - Après cette seconde macération, les extraits ont été filtrés une nouvelle fois pour obtenir l'extrait secondaire.
 - L'extrait obtenu lors de la seconde infusion a été mélangé au premier extrait afin d'augmenter la concentration des composés extraits.
 - Une filtration finale a été réalisée sur papier filtre pour obtenir des extraits purs, exempts d'impuretés végétales.
 - Les extraits finaux ont été conservés dans des récipients stériles, opaques et hermétiques, dans un endroit frais et sec, jusqu'à leur utilisation pour des analyses ou expériences ultérieures.
 - Les plantes ont été ré-extraites de la même méthode et dans les mêmes quantités, puis l'extrait obtenu a été placé dans un incubateur thermique (Étuve) dans le but de le sécher jusqu'à l'obtention d'un extrait sec.

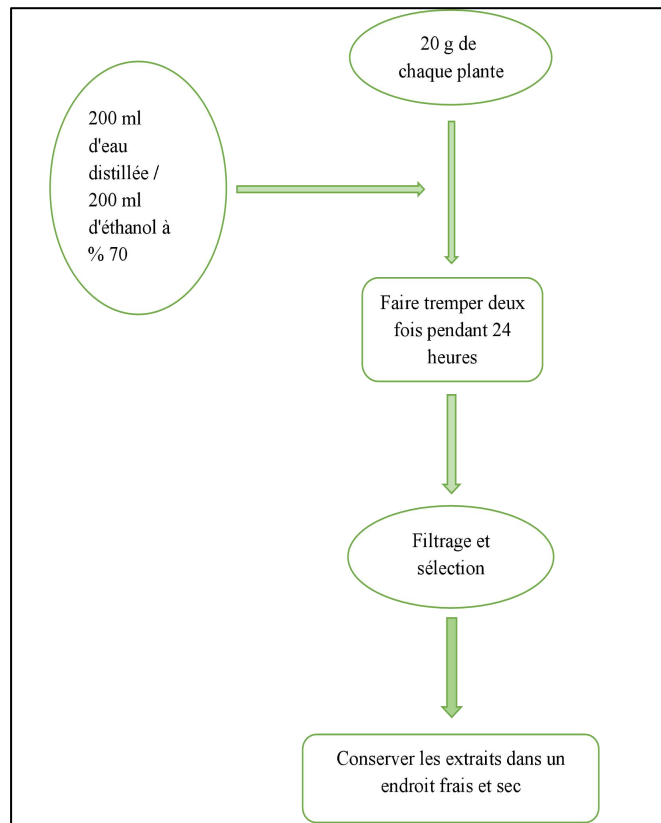


Figure 8: Étapes d'extraction des plantes par la méthode de macération aqueuse et éthanoliques

II.2-3-Calcul du rendement d'extraction végétale :

Le rendement d'extraction végétale est estimé en calculant le pourcentage entre la masse de l'extrait sec obtenu après évaporation du solvant et la masse de la matière végétale brute utilisée lors de l'extraction. Le rendement d'extraction est calculé à l'aide de l'équation suivante : (Falleh et al ; 2008)

$$R (\%) = (MF / MI) \times 100$$

MF : masse d'extrait sec.

MI : masse végétale utilisée pour l'extraction.

R : rendement en extrait de plantes.

II.2-4-Détection chimique des composés métabolites secondaires :

Afin d'identifier la teneur en métabolites secondaires de la plante à coude *Teucrium polium L.*, et *Commiphora myrrhe* nous avons réalisé une série de tests phytochimiques préliminaires Selon les méthodes de **Habone (1998)** et de **Trease et Evans (1989)**.

1-Détection des flavonoïdes :

La détection des flavonoïdes dans les extraits de *Teucrium polium L.* et de *Commiphora myrrhe* est effectuée à l'aide d'un test colorimétrique. Dans un tube à essai, 2,5 ml de l'extrait de chaque plante sont mélangés avec 0,5 ml d'alcool amylique, puis 0,5 ml d'acide chlorhydrique sont ajoutés, suivis d'environ 0,25 g de magnésium en poudre. Après trois minutes, l'apparition d'une coloration rose ou rouge constitue une indication claire de la présence des flavonoïdes dans les extraits étudiés

2-Détection des saponines :

La mise en évidence des saponines consiste à prélever 2 ml de l'extrait de *Teucrium polium L.* et *Commiphora myrrhe* de dans un tube à essai, puis à ajouter 1 ml d'eau distillée. Le mélange est ensuite agité pendant 5 minutes. La formation d'une mousse persistante, d'une hauteur de 1 à 2 cm, indique la présence de saponines.

3-Détection des composés réducteurs :

La détection des composés réducteurs dans les extraits de *Teucrium polium L.* et de *Commiphora myrrhe* a été réalisée à l'aide de la liqueur de Fehling. Un volume de 1 ml du filtrat de chaque extrait a été mélangé avec 2 ml d'eau distillée dans un tube à essai. Ensuite, environ 20 gouttes de la liqueur de Fehling ont été ajoutées au mélange, qui a été chauffé au bain-marie. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs dans les extraits étudiés.

4- Détection des tanins :

La détection des tanins dans les extraits de *Teucrium polium L* et de *Commiphora myrrhe* est réalisée à l'aide du test au chlorure ferrique. Dans un tube à essai, 1 ml de l'extrait de chaque plante est mélangé avec 1 ml d'eau distillée, puis on ajoute de 1 à 5 gouttes d'une solution diluée de chlorure de fer (III) (FeCl_3). L'apparition d'une coloration bleu verdâtre indique la présence de tanins catéchiques, tandis qu'une coloration bleu noirâtre révèle la présence de tanins galliques dans les extraits étudiés

5-Détection des alcaloïdes :

La détection des alcaloïdes a été réalisée selon la méthode décrite par **Paris et Dillemann (1960)**, en utilisant des réactifs spécifiques des alcaloïdes. Une quantité de l'extrait de *Teucrium polium L* et de *Commiphora myrrhe* a été placée dans un tube à essai, puis 3 à 5 gouttes de chaque réactif ont été ajoutées. Les réactifs utilisés sont : Wagner, Mayer et Dragendorff

Réactif de Wagner : l'apparition d'un précipité brun indique la présence des alcaloïdes.

Réactif de Dragendorff : l'apparition d'un précipité orange indique la présence des alcaloïdes.

Réactif de Mayer : l'apparition d'un précipité blanc indique la présence des alcaloïdes.

6-Détection des stérols et des triterpènes :

La détection des composés stéroliques et des triterpènes a été réalisée selon la réaction de **Liebermann-Burchard**. Un volume de 10 ml de l'extrait de *Teucrium polium L* et de *Commiphora myrrhe* a été évaporé, puis le résidu obtenu a été dissous dans 1 ml de chloroforme. Ensuite, 1 ml d'anhydride acétique a été ajouté, suivi avec grande précaution de 1 ml d'acide sulfurique concentré le long de la paroi du tube à essai

L'apparition d'un anneau rouge violacé à l'interface des deux couches indique la présence de stérols insaturés et de triterpènes dans l'échantillon

7-Détection des huiles essentielles :

Les huiles essentielles de *Teucrium polium L* et de *Commiphora myrrhe* ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de Clevenger. 50 g de chaque plante ont été pesés puis ajoutés à 750 ml d'eau distillée dans un ballon

Les échantillons ont ensuite été soumis à une distillation de Clevenger pendant trois heures afin d'extraire les composés volatils.

II.3-Étude biologique :

II.3-1-Préparation de la pommade avec une formule à base de plantes :

L'onguent a été élaboré selon un protocole reposant sur la mise en œuvre d'un système biphasique constitué d'une phase lipophile (huileuse) et d'une phase hydrophile (aqueuse), suivi d'une étape d'émulsification de type eau-dans-huile (E/H)

a-Préparation de la phase lipophile :

Un volume de 60 ml d'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus*), constituant la phase lipophile, a été porté à 70°C à l'aide d'un chauffage contrôlé. Par la suite, 14 g de catin G (agent de consistance) ont été incorporés progressivement sous agitation continue jusqu'à dissolution complète, assurant ainsi l'obtention d'une phase homogène

b-Préparation de la phase hydrophile :

La phase hydrophile a été préparée à partir de 40 ml d'eau distillée, subdivisée en deux fractions :

20 ml ont permis la solubilisation de 0,250 g d'extrait de *Commiphora myrrhe* , sous agitation continue jusqu'à dissolution complète

20 ml ont servi à dissoudre 0,5 g d'extrait de *Teucrium polium L*, selon les mêmes conditions opératoires

Les deux solutions ont ensuite été mélangées afin d'obtenir une phase aqueuse homogène

c-Processus d'émulsification :

Afin d'assurer la stabilité de l'émulsion et d'éviter tout phénomène de déphasage, les deux phases (lipophile et hydrophile) ont été portées à une température identique (70°C)

La phase hydrophile a ensuite été ajoutée progressivement à la phase lipophile sous agitation mécanique (mélangeur électrique), favorisant la dispersion des gouttelettes aqueuses dans la phase continue huileuse. Cette opération a permis l'obtention d'une émulsion homogène de type E/H présentant une consistance semi-solide

d-Ajout d'antioxydants et de conservateurs :

Après émulsification des phases huileuse et aqueuse, la préparation a été refroidie à 40-45 °C. 1 ml de phénoxyéthanol, conservateur antibactérien et antifongique, a été ajouté sous agitation. De plus, 0,5 ml de vitamine E brute (tocophérol) a été ajouté comme antioxydant afin de réduire la peroxydation lipidique et les lésions cutanées, favoriser la cicatrisation, hydrater et apaiser la peau, améliorer la stabilité du produit et prolonger sa durée de

conservation. Le mélange a été agité vigoureusement et continuellement jusqu'à obtention d'une pommade homogène avant conditionnement

e-Refroidissement et conditionnement :

L'émulsion obtenue a été soumise à un refroidissement progressif à température ambiante, favorisant la structuration du réseau semi-solide. Le produit final a ensuite été conditionné dans des récipients stériles, hermétiquement fermés, afin de préserver sa stabilité physico-chimique et microbiologique.

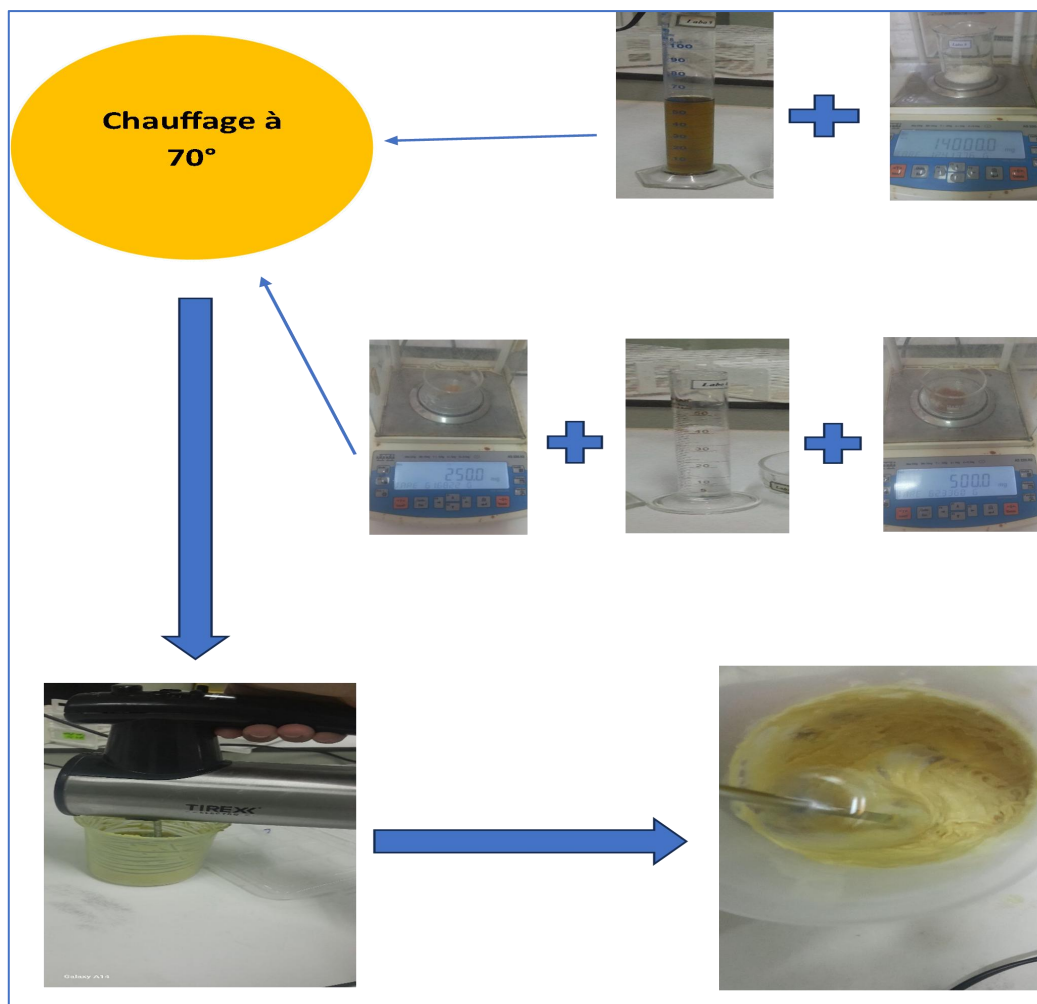


Figure 9: Illustration des étapes de préparation de la pommade à base de plante.



Figure 10: Consistance finale de la pommade végétale.

II.3-2-Détermination du pH de la pommade végétale :

Le pH de la pommade végétale a été déterminé à l'aide de bandelettes de pH. La bandelette a été immergée dans un échantillon de pommade pendant un temps suffisant pour permettre la réaction avec le milieu, puis la couleur obtenue a été comparée au nuancier fourni avec les bandelettes afin de déterminer la valeur du pH.

II.3-3-Test de consistance et d'épaisseur de la pommade à base de plantes :

La consistance et la résistance à la séparation de la pommade à base de plantes ont été évaluées par centrifugation. Une quantité appropriée de pommade a été placée dans un tube à essai et centrifugée à 2500 tr/min pendant 15 minutes.

II.3-4-Application de la pommade à base de plantes sur les rats (albinos wistar) et évaluation de son efficacité :

Les animaux ont été placés dans des cages adaptées, à raison de cinq animaux par groupe, et ont bénéficié d'une période d'acclimatation de deux semaines dans des conditions d'élevage standard (température ambiante adéquate, ventilation suffisante et éclairage naturel régulier). L'eau et la nourriture étaient disponibles à volonté pendant toute la durée de l'expérience. Après l'acclimatation, une plaie expérimentale a été induite chez les animaux des groupes 1, 2 et 3, ainsi que chez ceux du groupe 4, groupe témoin sans plaie. Les animaux ont été répartis comme suit :

Groupe 1 : rats (albinos wistar) traités avec une pommade à base de plantes appliquée quotidiennement sur la plaie.

Groupe 2 : rats (albinos wistar) traités avec une pommade de référence (traitement standard MIBO) appliquée dans les mêmes conditions.

Groupe 3 : rats (albinos wistar) témoins (plaie non traitée).

Groupe 4 : rats (albinos wistar) témoins sains (sans plaie ni traitement).

Les traitements ont été appliqués localement sur la zone affectée une fois par jour pendant 21 jours consécutifs, dans des conditions d'élevage et expérimentales adaptées tout au long de l'étude. Le processus de cicatrisation a été suivi régulièrement par observation directe et photographie des modifications morphologiques des lésions cutanées. À la fin de la période d'essai, les animaux ont été abattus conformément aux conditions approuvées pour le prélèvement d'échantillons biologiques, et les analyses biochimiques et histologiques nécessaires ont été réalisées afin d'évaluer l'effet thérapeutique de la pommade à base de plantes.

II.3-5-Abattage des rats (albinos wistar), prélèvements sanguins et prélèvement d'organes :

À la fin de l'expérience, après un jeûne de 12 heures, les rats (albinos wistar) ont été légèrement anesthésiés par inhalation de chloroforme à 94 % puis sacrifiés. Des échantillons de sang ont été prélevés par décapitation dans des tubes secs et tubes EDTA et tubes citrate de sodium, étiquetés et numérotés individuellement. Les échantillons ont été immédiatement transportés vers un laboratoire de référence pour des analyses biochimiques et hématologiques.

Le foie, le thymus, la rate, les reins et la peau endommagée ont ensuite été prélevés avec précaution. Les organes ont été lavés avec une solution saline physiologique à 0,9 % (chlorure de sodium) afin d'éliminer le sang résiduel et les impuretés, puis délicatement séchés avec du papier filtre avant d'être pesés.

Une partie du tissu a été destinée à l'analyse histologique et conservée dans du formol à 10 %.

II.3-6-Analyse histologique :

1-Prélèvement des échantillons :

Le prélèvement histologique consiste en une biopsie réalisée sur différents organes, à savoir le foie, la rate, le thymus, les reins et la peau, afin d'effectuer des examens histopathologiques permettant d'évaluer les éventuelles modifications tissulaires induites par les traitements expérimentaux.

2-Préparation des blocs tissulaires :

Les fragments prélevés du foie, de la rate, du thymus, des reins et de la peau sont placés dans des cassettes histologiques adaptées, puis immédiatement immergés dans une solution de formol à 10 % pendant 12 heures afin d'assurer la fixation des structures cellulaires. Après cette étape, les cassettes sont transférées dans de l'éthanol absolu pendant 12 heures pour déshydrater les tissus en éliminant l'eau qu'ils contiennent. Elles sont ensuite placées dans du

xylène pendant 12 heures afin de permettre la clarification des tissus et de faciliter leur imprégnation par la paraffine.

L'inclusion en paraffine constitue une étape essentielle permettant de protéger les tissus et de leur conférer une consistance adéquate pour la coupe. Chaque fragment est placé dans un moule puis imprégné de paraffine liquide préalablement chauffée à une température comprise entre 56 et 60 °C. Les blocs sont ensuite refroidis à -23 °C pendant au moins 40 minutes afin d'obtenir des blocs de paraffine solides prêts à être sectionnés.

3- Réalisation des coupes histologiques :

Les blocs de paraffine sont sectionnés à l'aide d'un microtome muni d'une lame adaptée. L'épaisseur des coupes est réglée à 10 µm afin d'obtenir des sections fines. Les coupes obtenues sont ensuite placées dans un bain-marie maintenu à 50 °C pour favoriser leur étalement. À l'aide d'une lame, les sections sont récupérées puis déposées sur des lames porte-objet.

Les lames sont ensuite placées dans une étuve à une température comprise entre 110 et 115 °C pendant environ 7 minutes afin d'assurer une bonne adhérence des coupes au support par évaporation de l'eau résiduelle.

4-Coloration histologique :

La coloration histologique a été réalisée selon la méthode de l'hématoxyline-éosine (H&E). L'hématoxyline colore les noyaux cellulaires en bleu-violet foncé, tandis que l'éosine colore le cytoplasme et les structures extracellulaires en rose à orange. Cette technique permet une bonne différenciation des différents constituants tissulaires et facilite l'observation des éventuelles altérations histologiques.

Le protocole de coloration est le suivant :

Xylène (2 min) → Xylène (3 min) → Éthanol 100 % (30 s) → Éthanol 95 % (30 s) → Éthanol 70 % (30 s) → Eau distillée (1 min) → Hématoxyline (3–5 min) → Eau distillée (3 min) → Éosine (5–7 min) → Eau distillée (3 min) → Éthanol 70 % (30 s) → Éthanol 95 % (30 s) → Éthanol 100 % (30 s) → Xylène (1 min) → Xylène (1min)

Après coloration, les lames sont séchées puis observées au microscope optique afin d'évaluer l'architecture tissulaire des différents organes étudiés (foie, rate, thymus, reins et peau).

2.3.7. Méthode d'analyse statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du test t de Student, qui permet de comparer les moyennes de deux groupes. Les résultats sont exprimés sous forme de moyennes ($\pm$ l'écart-type) issues de cinq répétitions pour chaque groupe. Le traitement des données a été effectué avec les logiciels SPSS (version 27) et Microsoft Excel (version 2021). Le seuil de significativité a été fixé à $\alpha = 0,05$. Ainsi, une valeur de $P < 0,05$ indique une différence statistiquement significative entre les moyennes.

Chapitre II

Résultats et Discussion

I. Étude de terrain

I.1. Répartition des personnes selon les plantes médicinales utilisées

L'enquête ethnobotanique a été menée auprès de 73 personnes dans la région d'étude. Les résultats ont révélé une grande diversité d'espèces végétales utilisées dans le traitement traditionnel des plaies. Les plantes de *myrrhe* (*Commiphora myrrha*) et de grenade (*Punica granatum*) ont occupé la première position avec un taux d'utilisation de 11 % chacune. Elles sont suivies par le lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'aloès (*Aloe vera*) et le germandrée (*Teucrium polium* L) avec 9 % chacun. Les autres espèces présentent des taux inférieurs, répartis parmi plusieurs plantes localement disponibles (Figure 12).

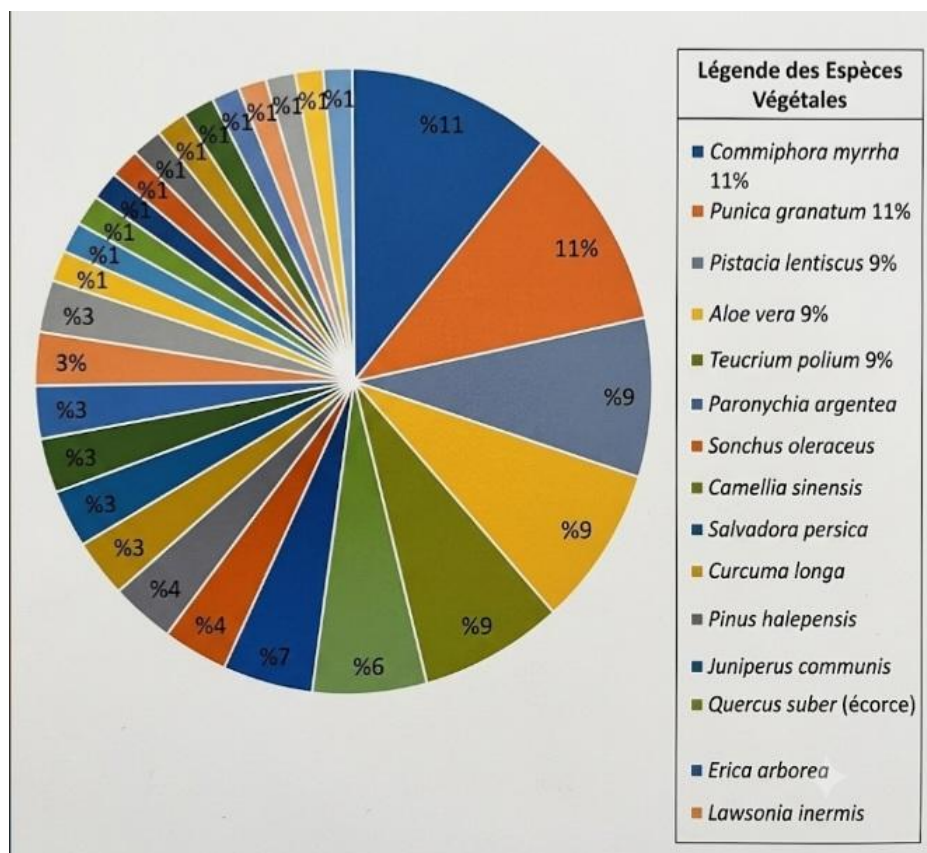


Figure 12: Fréquence d'utilisation des plantes médicinales

I.2. Répartition des personnes selon le type de plaies traitées

L'analyse des données collectées a montré que les plaies superficielles constituaient la catégorie la plus fréquemment traitée par les remèdes à base de plantes, représentant 64,3 % des cas recensés. Les plaies profondes représentaient 23,8 %, tandis que les plaies chirurgicales ne représentaient que 11,9 % (10 cas). Cette prédominance des plaies superficielles est cohérente avec les pratiques de la médecine traditionnelle, où les accidents domestiques constituent les principales indications des soins phytothérapeutiques.

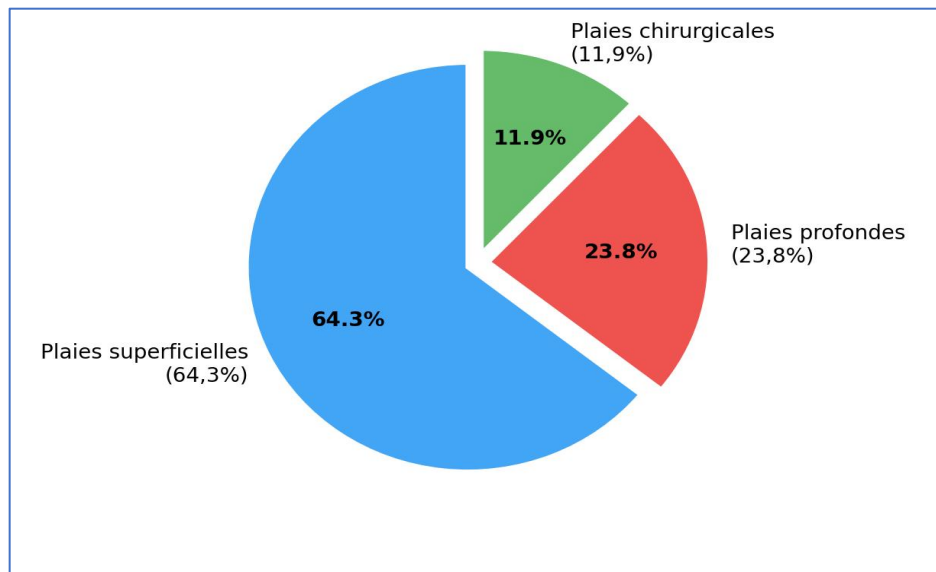


Figure 13: Répartition des personnes enquêtées selon le type de plaies.

I.3. Répartition selon le mode d'utilisation et les parties végétales

Les participants à cette enquête se sont accordés sur le fait que l'utilisation des plantes médicinales sous forme de poudre constitue la méthode la plus courante, avec un pourcentage estimé à environ 50 %, suivie par d'autres méthodes de préparation variées représentant près de 15 %. Des proportions similaires ont également été enregistrées pour les préparations prêtes à l'emploi et la méthode d'infusion, avec environ 10 % chacune. En revanche, les méthodes de décoction et l'utilisation des huiles ont présenté des pourcentages plus faibles, estimés respectivement à environ 8 % et 7 %.

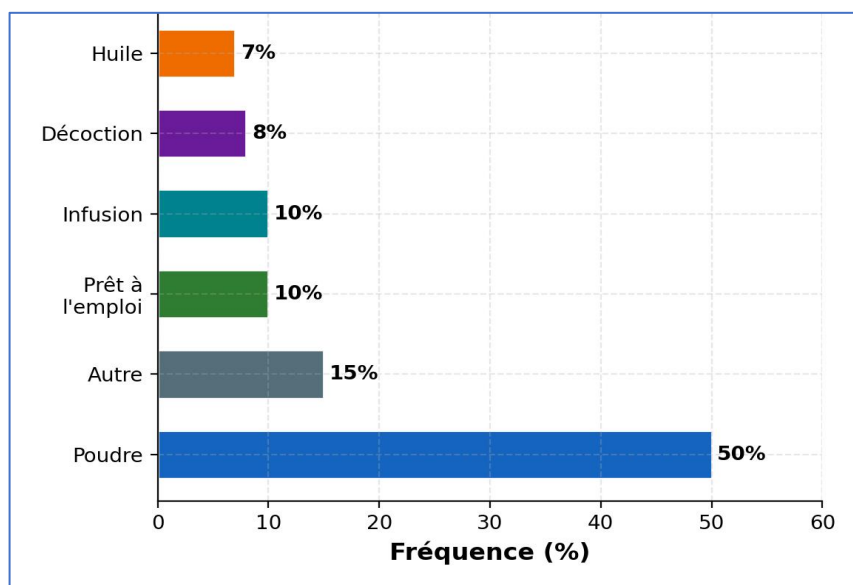


Figure 14: Répartition des personnes enquêtées selon la méthode de préparation des plantes.

II. Études phytochimiques

II.1. Rendements des extraits végétaux

Les rendements d'extraction ont été calculés selon la relation :

$$R (\%) = (MF / Mi) \times 100$$

Où : R = rendement de productivité (%) ; MF = masse finale de l'extrait obtenu (g) ; Mi = masse initiale de matière végétale sèche (g).

Tableau 1: Rendements des extraits végétaux obtenus à partir de 20 g de matière végétale sèche.

Paramètre	<i>Commiphora myrrhe</i>		<i>Teucrium polium L</i>	
	Éthanolique	Aqueux	Éthanolique	Aqueux
Masse initiale	20 g	20 g	20 g	20 g
Masse obtenue (g)	3,0 g	1,4 g	1,487 g	1,015 g
Rendement (%)	13,5 %	7,0 %	7,44 %	5,08 %

* L'extraction a été réalisée par macération à température ambiante pendant 24 h. EtOH : éthanol 70°. Aq. : extrait aqueux.

Les résultats présentés dans le Tableau 1 et illustrés dans la Figure 3 montrent que les extraits éthanoliques présentent systématiquement des rendements supérieurs aux extraits aqueux pour les deux plantes étudiées. L'extrait éthanolique de *Commiphora myrrhe* affiche le rendement le plus élevé avec 13,5 %, suivi de l'extrait aqueux de la même plante (7,0 %). Pour *Teucrium polium L*, les rendements sont de 7,44 % (éthanolique) et 5,08 % (aqueux). Cette différence s'explique par la plus grande solubilité des composés phénoliques notamment les terpènes, les résines et les polyphénols dans les solvants organiques comme l'éthanol par rapport à l'eau.

La richesse en résines et en composés lipophiles de la *myrrhe* (*Commiphora myrrhe*) explique son rendement éthanolique particulièrement élevé. Ces résines constituent en effet la majeure partie de la gomme-résine naturelle de cette espèce, connue depuis l'Antiquité pour ses propriétés médicinales. Ces données sont cohérentes avec les travaux de Shen et al. (2012) et de Benmehdi et al. (2012) qui ont rapporté des rendements similaires pour ces deux espèces végétales.

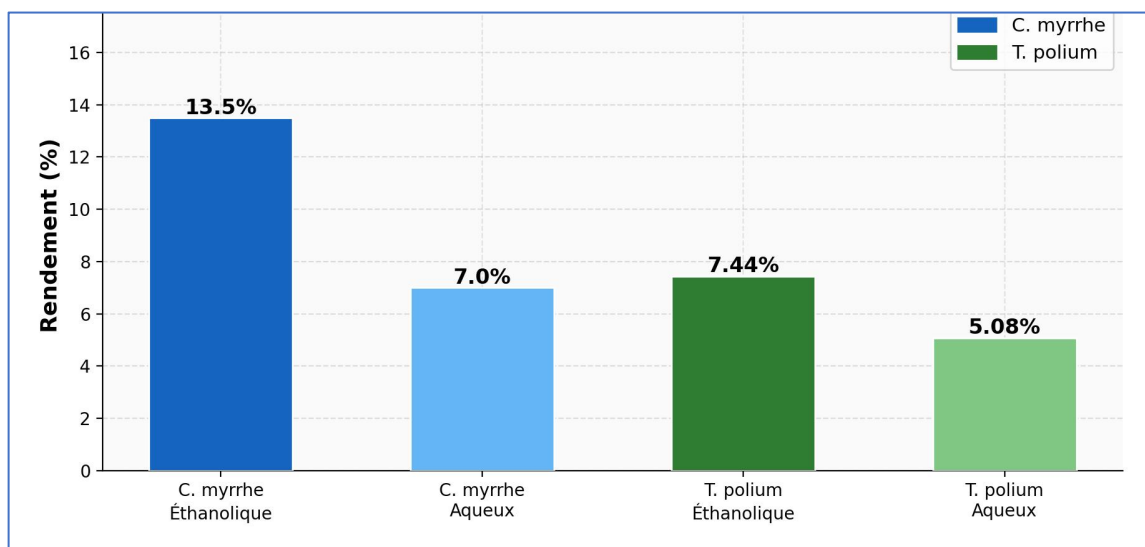


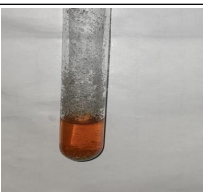
Figure 15: Rendements comparatifs des extraits éthanoliques et aqueux de *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium L.*

II.2. Détection chimique des métabolites secondaires

II.2.1. Screening phytochimique colorimétrique

Le screening phytochimique réalisé par des tests colorimétriques spécifiques a permis de mettre en évidence la présence ou l'absence de plusieurs familles de métabolites secondaires dans les quatre extraits végétaux. Les résultats sont regroupés dans le Tableau (2et3) et représentés visuellement en Figure 16.

Tableau 2 :Tableau présentant les résultats du test de détection colorimétrique des échantillons végétaux et des deux extraits.

	<i>Teucrium polium L</i>		<i>Commiphora myrrhe</i>	
	Extrait éthanolique	Extrait aqueuse	Extrait éthanolique	Extrait aqueuse
Tanins				
Flavonoïdes				

Chapitre II: Résultats et Discussion

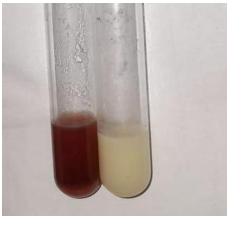
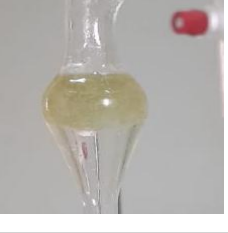
Triterpènes				
Composés de réducteur				
Saponosides				
Huiles essentielles	/		/	

Tableau 3: Résultats de la détection des alcaloïdes dans les échantillons végétaux extraits par macération

Réactifs	<i>Teucrium polium L</i>		<i>Commiphora myrrhe</i>	
	Extrait éthanolique	Extrait aqueuse	Extrait éthanolique	Extrait aqueuse
Wagner				
Dragendorff				

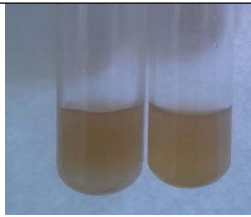
Mayer				
Tanins	+	+	+	+
Flavonoïdes	+	+	+	+
Triterpènes	+	-	+	-
Composés réducteurs	+	+	+	+
Saponosides	-	+	-	+
Alcaloïdes	+	+	+	+
	T. polium EtOH	T. polium Aqueux	C. myrrhe EtOH	C. myrrhe Aqueux

Figure 16 : Carte thermique du screening phytochimique présence (vert clair +) et absence (rouge) des principaux métabolites secondaires dans les quatre extraits.

Les tanins, les flavonoïdes et les composés réducteurs ont été détectés dans les quatre extraits étudiés, qu'ils soient éthanoliques ou aqueux, ce qui indique une richesse phénolique notable des deux plantes. Les triterpènes sont présents uniquement dans les extraits éthanoliques de *Teucrium polium L* et de *Commiphora myrrhe*, confirmant leur caractère lipophile et leur meilleure extractibilité dans l'éthanol. Les saponosides, pour leur part, ont été détectés dans les extraits aqueux des deux plantes, cohérent avec leur nature amphiphile.

En revanche, les alcaloïdes ont été détectés dans l'ensemble des extraits testés, qu'ils soient éthanoliques ou aqueux, quelle que soit la méthode de détection utilisée (réactifs de Wagner, Dragendorff et Mayer), confirmant la présence de cette classe de métabolites secondaires dans les deux espèces végétales étudiées. (Ghannadi et al., 2003 ; Shen et al., 2012).

II.2.2. Signification pharmacologique des métabolites détectés

La présence de flavonoïdes et de tanins dans les quatre extraits revêt une importance pharmacologique majeure au regard de l'activité cicatrisante recherchée. Les flavonoïdes sont reconnus pour leurs propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et stimulatrices de la

prolifération des fibroblastes cellules clés dans le processus de réparation tissulaire. Les tanins, quant à eux, exercent un effet astringent qui favorise la contraction des tissus lésés, réduisent la perméabilité vasculaire et présentent une activité antimicrobienne contribuant à la prévention des infections secondaires.

Les triterpènes, détectés dans les extraits éthanoliques, jouent également un rôle important dans la modulation de la réponse inflammatoire. L'acide ursolique, un triterpène pentacyclique identifié dans plusieurs espèces du genre *Teucrium*, est notamment connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et anti-tumorales. Pour *Commiphora myrrhe*, les sesquiterpènes (guggulstérones) constituent des principes actifs majeurs dotés d'activités anti-inflammatoires et antibactériennes bien documentées. Les saponosides, présents dans les extraits aqueux, peuvent contribuer à l'émulsification des substances lipophiles à la surface de la peau, facilitant ainsi la pénétration des principes actifs dans les tissus lésés.

II.2.3 Détermination du pH et compatibilité cutanée de la pommade végétale:

Les résultats de la mesure du pH ont montré que la pommade végétale possède une valeur de pH comprise entre 5 et 6, ce qui correspond au pH physiologique de la peau. Cette valeur indique sa bonne compatibilité avec l'usage topique et son adéquation aux applications de traitement des plaies cutanées.



Figure 17: Détermination du pH de la pommade végétale

II. 2.4.Étude de la stabilité de la pommade par centrifugation:

Les résultats du test de centrifugation ont montré que la pommade végétale conservait son homogénéité et sa stabilité physique, car aucune séparation des phases aqueuse et grasse ni précipitation des composants n'a été enregistrée après un traitement à une vitesse de 2500 tr/min pendant 15 minutes.

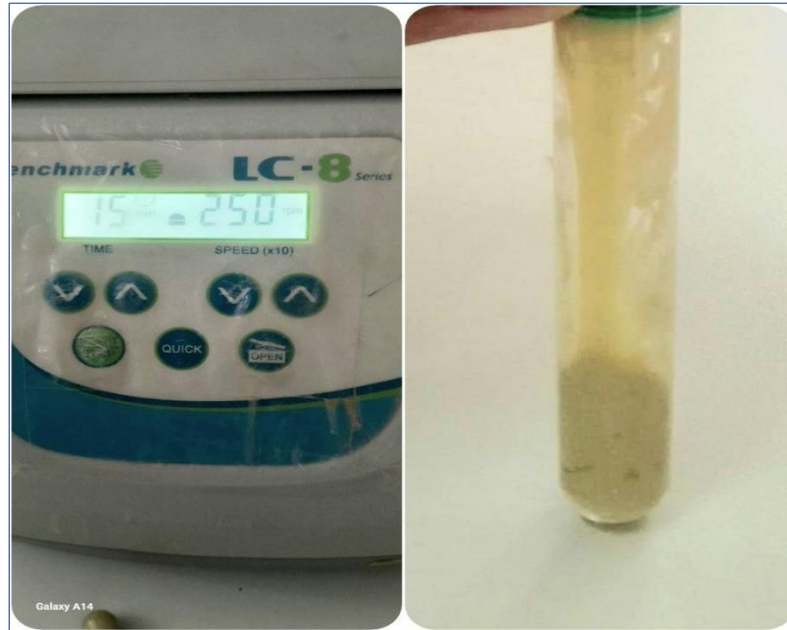


Figure 18: Évaluation de la stabilité physique de la pommade par le centrifugeuse

III. Études biologiques in vivo

Les études biologiques ont été réalisées sur des souris Wistar albinos adultes réparties en quatre groupes expérimentaux : G1 = blessé et traité par la pommade végétale expérimentale; G2 = blessé et traité par la pommade de référence MEBO; G3 = témoin positif (non blessé, non traité); G4 = témoin négatif (blessé, non traité). Après 21 jours de traitement, les animaux ont été euthanasiés afin de réaliser les prélèvements biologiques et les analyses.

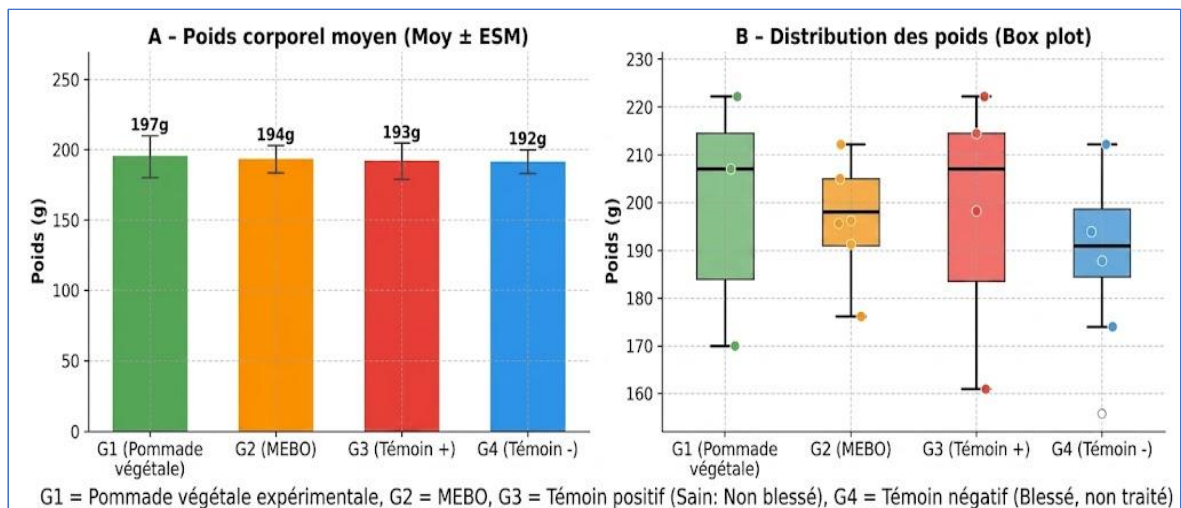


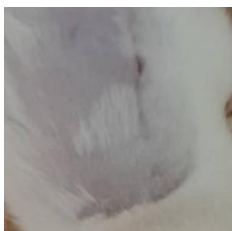
Figure 19: Poids corporel moyen par groupe expérimental (A) et distribution des poids (B). Aucune différence significative observée entre les groupes (ns, test ANOVA, $p > 0,05$).

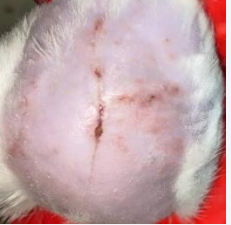
Les poids corporels des animaux au moment du sacrifice sont comparables entre les groupes (Figure 19), ce qui exclut tout effet confondant lié à une différence de conditions nutritionnelles ou à une toxicité systémique sévère imputable aux traitements.

III.1. Évaluation de l'activité cicatrisante

L'activité cicatrisante de la pommade végétale a été suivie macroscopiquement aux jours 1, 7, 14 et 21 post-lésion, par mesure de la surface des plaies et observation visuelle de leur évolution. Les données sont consignées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Suivi comparatif de l'évolution macroscopique de la cicatrisation selon les groupes expérimentaux.

Jour	Pommade végétale (G1)	MEBO – Référence (G2)	Témoin lésé (G3)
J1	 Plaie fraîche. Début d'application de la pommade. Œdème local visible.	 Plaie fraîche. Application de MEBO. Légère couverture de la lésion.	 Plaie fraîche. Absence de traitement. Début d'inflammation.
J7	 Réduction nette de l'œdème. Début de réépithélialisation. Formation d'une croûte fine.	 Réduction de l'œdème. Formation de croûte. Légère cicatrisation.	 Inflammation persistante. Croûte irrégulière. Retard cicatriciel visible.
J14			

	Croûte en voie de chute. Épiderme néoformé. Réduction de 60–70 % de la surface lésée.	Bonne cicatrisation. Repousse épidermique avancée. Surface lésée $\approx$ 65–70 %.	Cicatrisation lente. Croûte persistante. Surface lésée $\approx$ 35 %.
J21	 Cicatrisation quasi complète ($\approx$ 95 %). Tissu cutané régénéré. Légère pigmentation résiduelle.	 Cicatrisation complète ($\approx$ 98 %). Architecture cutanée restaurée. Résultat optimal.	 Cicatrisation partielle ($\approx$ 52 %). Surface encore ouverte. Architecture désorganisée.

G1 : pommade végétale ; G2 : MEBO (référence pharmaceutique) ; G4 : témoin lésé non traité .

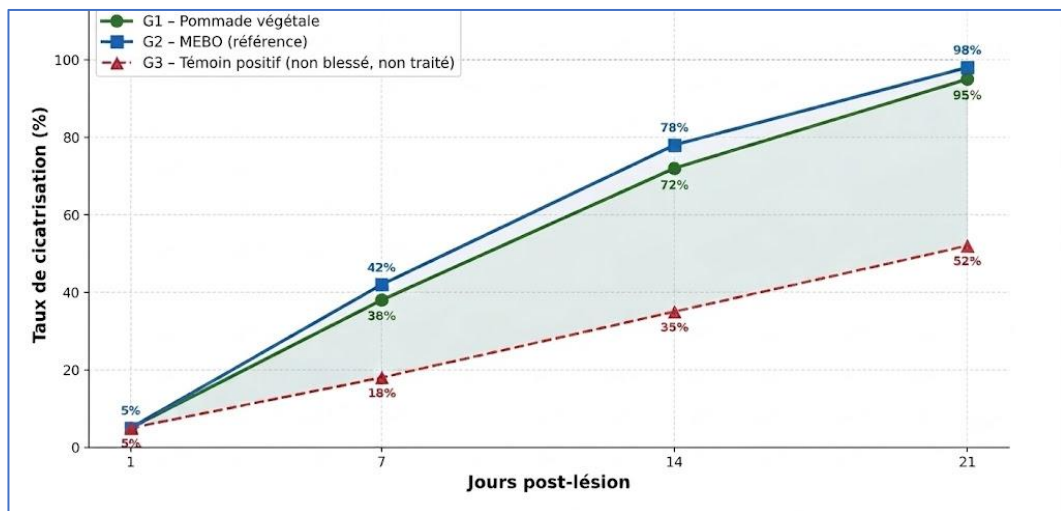


Figure 20 : Évolution cinétique du taux de cicatrisation (%) aux jours 1, 7, 14 et 21 post-lésion. G1 (pommade végétale) et G2 (MEBO) montrent une cicatrisation significativement supérieure à G3 ($p < 0,05$).

Les résultats illustrés en Figure 20 démontrent une cinétique de cicatrisation nettement supérieure dans les groupes traités (G1 et G2) par rapport au groupe témoin non traité (G3). À J21, le taux de cicatrisation atteint 95 % pour G1 (pommade végétale) et 98 % pour G2 (MEBO), contre seulement 52 % pour G3. Ces résultats sont statistiquement significatifs ($p < 0,05$, test de Student). La pommade végétale expérimentale présente donc une efficacité comparable à celle du MEBO, une pommade pharmaceutique largement utilisée dans les brûlures et plaies cutanées.

Dès le 7^{ème} jour, on observe dans le groupe G1 une réduction notable de l'œdème et la formation d'une croûte fine et régulière. Au 14^{ème} jour, la réépithélialisation est bien avancée avec une réduction de 60–70 % de la surface lésée, et au 21^{ème} jour, la cicatrisation est quasi complète avec une légère pigmentation résiduelle. Ces observations cliniques sont confirmées par les analyses histologiques (section III.4). En comparaison, le groupe G3 présente une cicatrisation progressive mais retardée, marquée par la persistance d'une croûte épaisse et irrégulière jusqu'au 14^{ème} jour.

Ces résultats s'expliquent par la synergie entre les principes actifs des deux plantes constitutives de la pommade. Les résines de *Commiphora myrrhe* a favorisent la réépithélialisation et possèdent des propriétés antimicrobiennes qui préviennent la surinfection. Les flavonoïdes de *Teucrium polium* L réduisent le stress oxydatif local, inhibent les enzymes lipolytiques inflammatoires (phospholipase A2, COX-2) et stimulent la prolifération des fibroblastes et la synthèse de collagène. Ces mécanismes complémentaires expliquent l'efficacité cicatrisante observée.

III.2. Paramètres hématologiques

III.2.1. Numération formule sanguine (NFS)

La NFS a été réalisée sur le sang prélevé lors du sacrifice des rats (wistar albinos) à la fin de la période expérimentale.

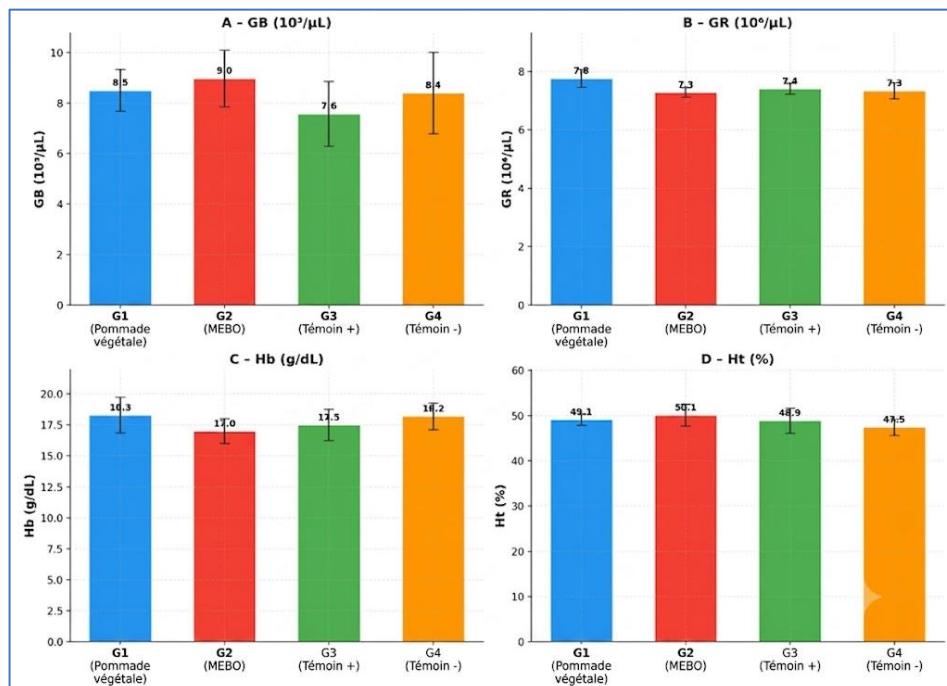


Figure 21 : Paramètres de la NFS (GB, GR, Hb, Ht) par groupe expérimental. Les barres représentent la Moy $\pm$ ESM. Absence de différence significative entre les groupes (ns, $p > 0,05$).

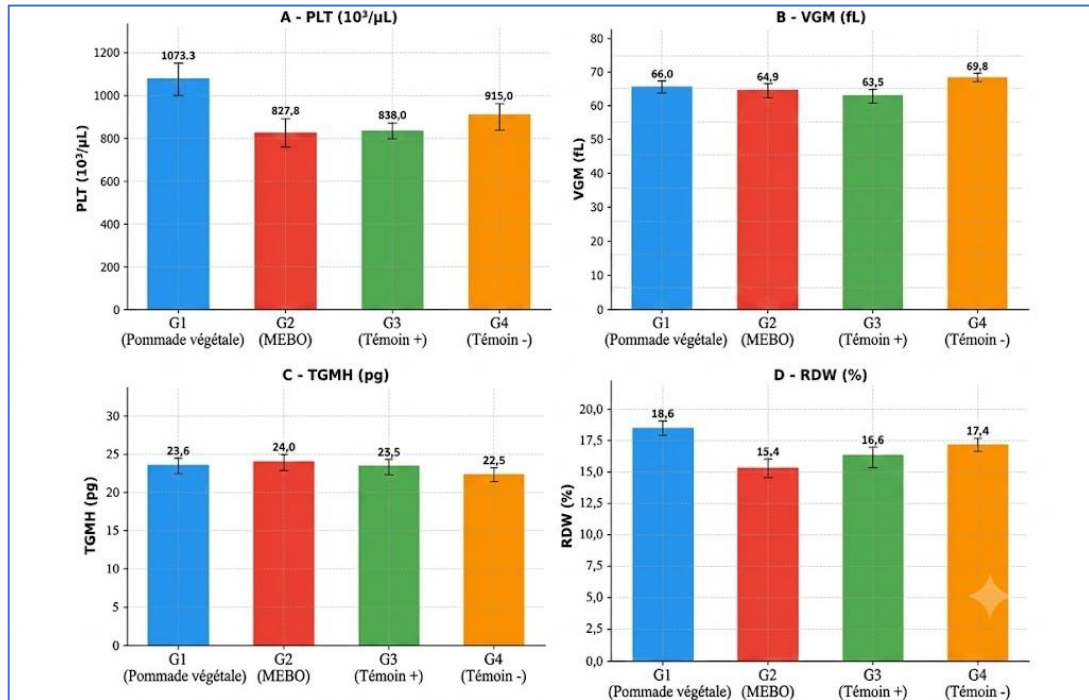


Figure 22: Paramètres hématologiques complémentaires (PLT, VGM, TGMH, RDW) par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM).

L'analyse des paramètres érythrocytaires (GR, Hb, Ht, VGM, TGMH, CCMH) ne révèle aucune différence statistiquement significative entre les quatre groupes expérimentaux (ANOVA, $p > 0,05$). Les valeurs sont toutes dans les intervalles de référence établis pour la souris Wistar (GR : $6,5-9,5 \times 10^6/\mu\text{L}$; Hb : 12–18 g/dL ; Ht : 35–55 %). L'absence d'anémie dans le groupe traité par la pommade végétale confirme que les composés absorbés localement n'interfèrent pas avec l'érythropoïèse.

Les numérations des globules blancs (GB) étaient comparables entre les groupes, sans augmentation ni diminution pathologique significative. Concernant le taux de plaquettes (PLT), une légère élévation a été observée dans le groupe G3 ; toutefois, ce taux n'a pas atteint le seuil définissant une thrombocytose pathologique ($> 1500 \times 10^3/\mu\text{L}$). Ce résultat pourrait refléter une activation physiologique de l'hémostase durant la phase de réparation tissulaire active, en l'absence de traitement. Ces données concordent avec les conclusions de l'étude d'Amin et Soliman (2014), qui a évalué la sécurité hématologique de pommades à base de myrrhe et de germandrée sur un modèle de rat.

III.2.2. Équilibre leucocytaire

La formule leucocytaire différentielle a été déterminée pour chaque animal afin d'évaluer l'impact des traitements sur l'immunité cellulaire. Les résultats sont dans les représentations graphiques en Figures 23 et 24.

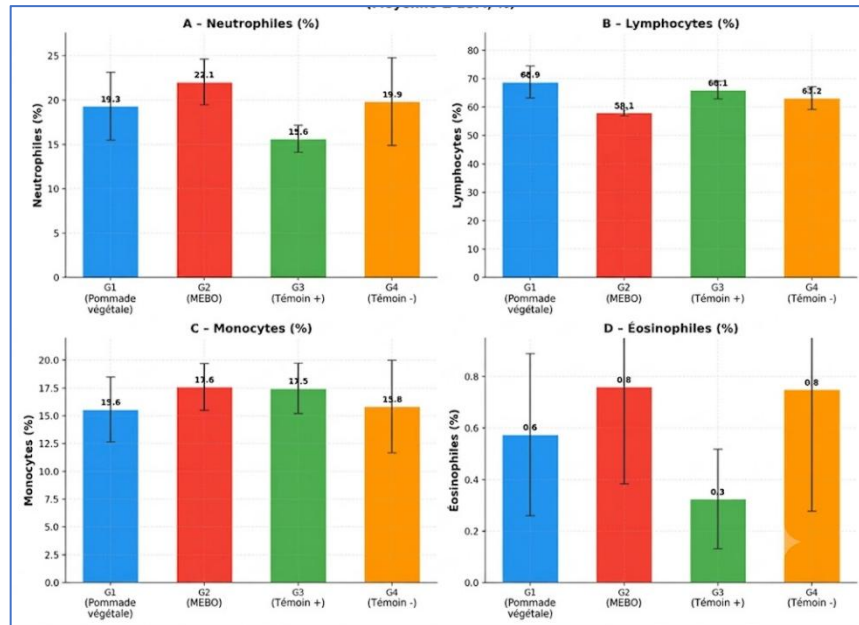


Figure 23: Formule leucocytaire différentielle (Neutrophiles, Lymphocytes, Monocytes, Éosinophiles) par groupe (Moy ± ESM, %).

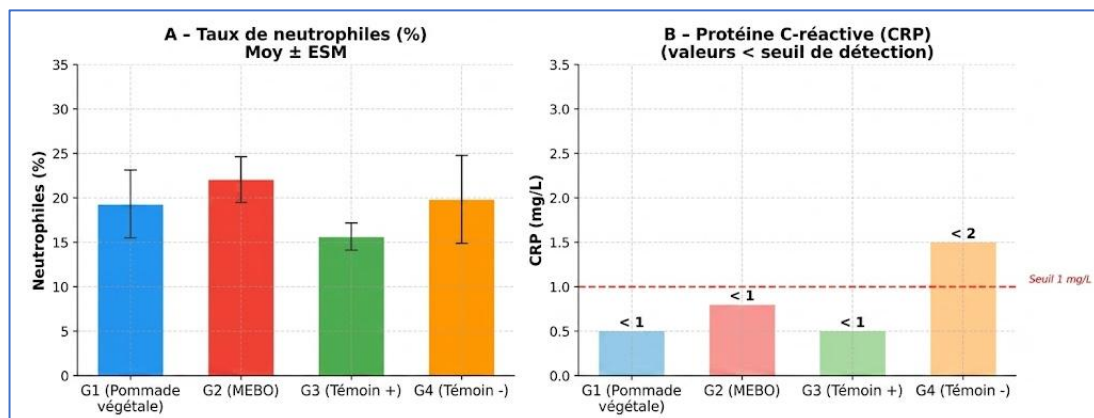


Figure 24: Marqueurs du profil inflammatoire — neutrophiles (A) et CRP (B) — par groupe expérimental.

L'analyse de la formule leucocytaire ne révèle aucun déséquilibre majeur entre les groupes. Les taux de lymphocytes (56–69 %), de neutrophiles (15–22 %) et de monocytes (15–18 %) restent dans les intervalles physiologiques de référence pour l'espèce murine. Aucune hyperéosinophilie ni basophilie significative n'est observée, ce qui exclut tout phénomène d'hypersensibilité ou de réaction allergique systémique en réponse au traitement.

Le groupe G3 (témoin positif non traité) présente une tendance à la lymphopénie relative ($58,1 \pm 1,54$ %) associée à une neutrophilie légère ($22,1 \pm 2,77$ %), traduisant le profil inflammatoire attendu lors d'une plaie chronique non traitée. En revanche, le groupe G1 (pommade végétale) affiche un équilibre lymphocytaire mieux préservé ($66,1 \pm 3,41$ %), comparable au groupe G3, suggérant une atténuation de la réponse inflammatoire systémique par les principes actifs de la pommade végétale.

La CRP (protéine C-réactive) demeure inférieure à 1 mg/L dans tous les groupes, confirmant l'absence d'inflammation systémique intense. Ces données, combinées aux résultats de la NFS, indiquent que la pommade végétale ne génère pas d'immunotoxicité systémique et ne perturbe pas les mécanismes de défense immunitaire de l'hôte.

III.3. Paramètres biochimiques

Des analyses biochimiques sériques ont été effectuées afin d'évaluer l'impact des traitements sur les fonctions hépatique et rénale, deux organes cibles majeurs dans l'évaluation de la toxicologie systémique.

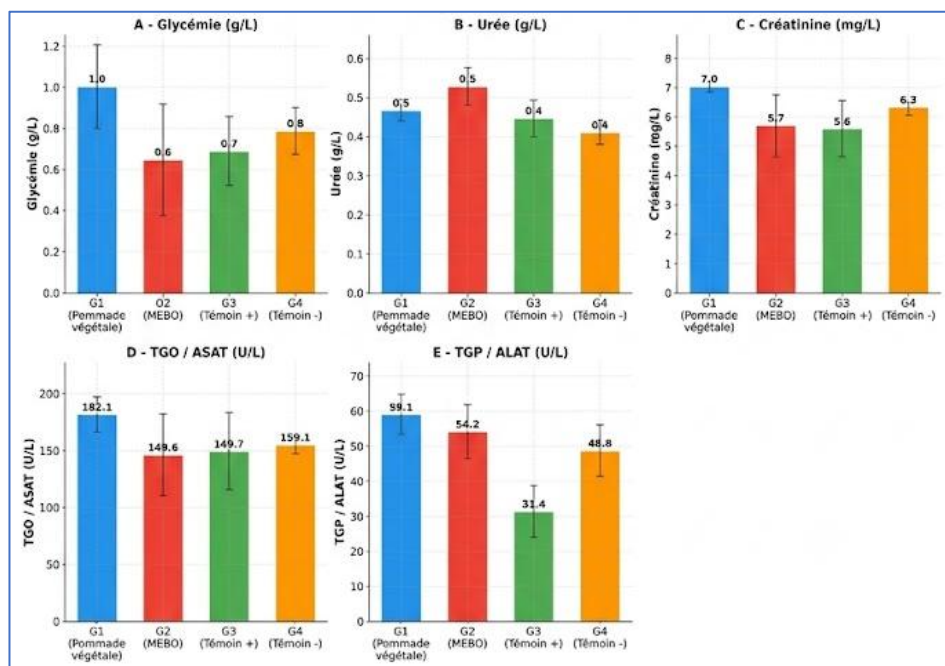


Figure 26: Paramètres biochimiques sériques (Glycémie, Urée, Créatinine, TGO, TGP) par groupe expérimental (Moy ± ESM). Lignes pointillées : limites supérieures des valeurs de référence normales.

Les concentrations sériques de glycémie, d'urée et de créatinine sont comparables entre les quatre groupes et demeurent dans les intervalles de référence établis pour la souris Wistar. L'absence d'hyperglycémie significative exclut une perturbation du métabolisme

glucidique liée aux traitements. Les valeurs d'urée et de créatinine, indicateurs de la fonction rénale, restent normales dans tous les groupes, confirmant l'absence de néphrotoxicité.

Les activités des transaminases TGO (ASAT) et TGP (ALAT), marqueurs sensibles et spécifiques de la cytolyse hépatique, ne montrent aucune élévation significative dans les groupes traités (G1 et G2) par rapport au groupe témoin négatif (G4). Les valeurs de TGP sont même légèrement inférieures dans le groupe G1 par rapport au groupe G2, ce qui pourrait refléter un effet hépatoprotecteur des flavonoïdes et des tanins présents dans la pommade végétale. Ce résultat est en accord avec les propriétés hépatoprotectrices attribuées à *Teucrium polium L* dans la littérature (Ljubuncic et al., 2006).

La CRP et la vitesse de sédimentation (VS) demeurent dans les limites normales dans tous les groupes, confirmant l'absence d'inflammation systémique cliniquement significative. Ces données biochimiques, prises ensemble, démontrent le profil de sécurité systémique favorable de la pommade végétale.

III.4. Étude histologique

III.4.1. Coupe histologique de peau

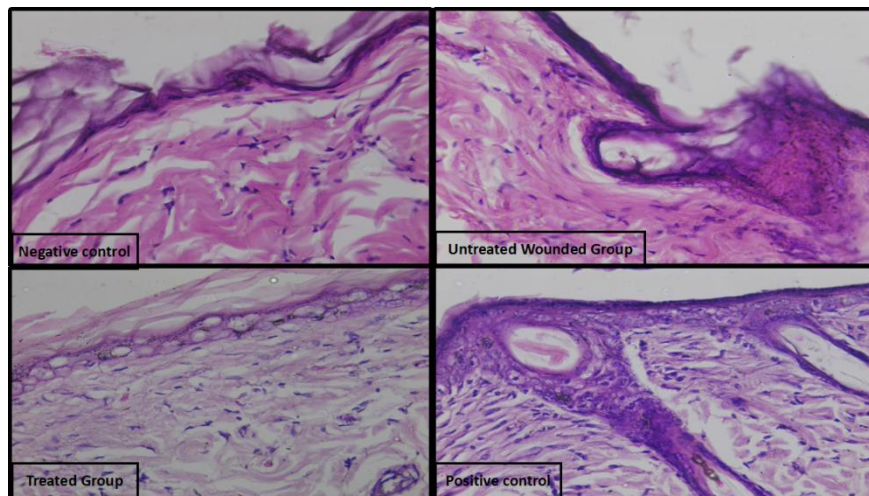


Figure 28: Observation microscopique d'une coupe histologique de peau

Le groupe témoin négatif montre l'architecture histologique normale de la peau. L'épiderme apparaît fin et continu, avec une couche kératinisée intacte. Le derme présente des fibres de collagène organisées et une structure de tissu conjonctif normale, sans signes d'inflammation ou de lésions tissulaires. Aucun œdème, aucune nécrose, ni aucune infiltration de cellules inflammatoires n'est observé.

La peau blessée non traitée montre des altérations histopathologiques claires causées par la lésion. L'épiderme est rompu et irrégulier, indiquant une cicatrisation incomplète. On

observe une désorganisation tissulaire marquée avec une infiltration de cellules inflammatoires et un épaissement de la couche épidermique. Le tissu dermique apparaît endommagé avec une disposition altérée du collagène, ce qui suggère une inflammation continue et un retard dans la réparation de la plaie.

La peau blessée traitée avec la pommade démontre une amélioration significative par rapport au groupe non traité. L'épiderme apparaît plus continu et régénéré, indiquant une réépithélialisation. Le derme montre une meilleure organisation du collagène et une infiltration inflammatoire réduite. L'architecture tissulaire se rapproche de celle d'une peau normale, suggérant que la pommade a favorisé la cicatrisation de la plaie et la régénération tissulaire.

Le groupe traité au MEBO présente une cicatrisation avancée de la plaie, caractérisée par la restauration de la couche épidermique et une amélioration de l'organisation dermique. Les structures des follicules pileux sont visibles, indiquant une régénération tissulaire et une récupération cutanée. Les fibres de collagène apparaissent plus organisées et les signes inflammatoires sont considérablement réduits. Ces observations confirment l'efficacité du MEBO pour accélérer la cicatrisation des plaies et favoriser la réparation du tissu cutané.

III.4.2. Coupe histologique de foie

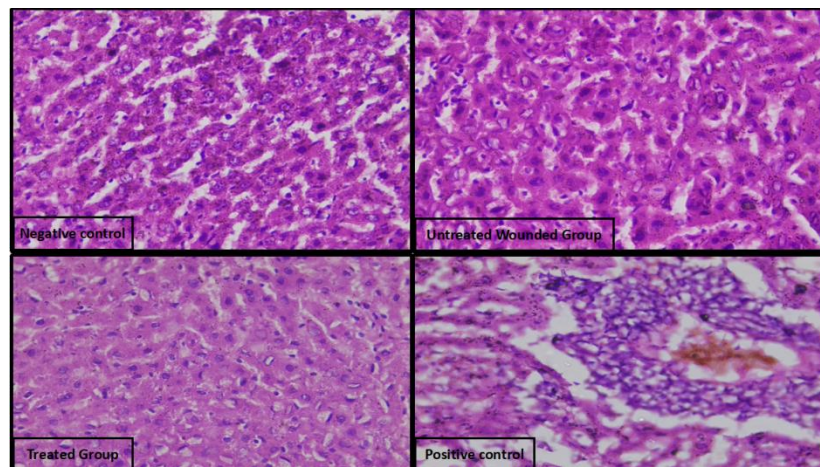


Figure 29: Observation microscopique d'une coupe histologique de foie

Le tissu hépatique du groupe témoin négatif a montré une architecture hépatique normale avec des hépatocytes bien organisés, des sinusoides normaux et l'absence d'inflammation ou de nécrose, indiquant une morphologie hépatique saine.

Le groupe blessé non traité a montré de légères altérations histologiques, comprenant une légère désorganisation hépatocellulaire et une infiltration inflammatoire. Ces changements

peuvent être liés au stress systémique et aux réponses inflammatoires induites par la lésion cutanée plutôt qu'à des lésions hépatiques directes.

Le groupe traité a présenté une architecture hépatique presque normale avec des hépatocytes bien préservés et des changements inflammatoires réduits par rapport au groupe blessé non traité. Aucun signe significatif d'hépatotoxicité ou de dégénérescence tissulaire n'a été observé, ce qui suggère que le traitement par la pommade est sûr pour le tissu hépatique.

Le groupe traité au MEBO a également montré une architecture hépatique généralement préservée avec des altérations mineures. Le tissu hépatique est apparu relativement normal sans dégénérescence sévère ni nécrose, indiquant l'absence d'effets toxiques majeurs.

III.4.3. Coupe histologique de reins

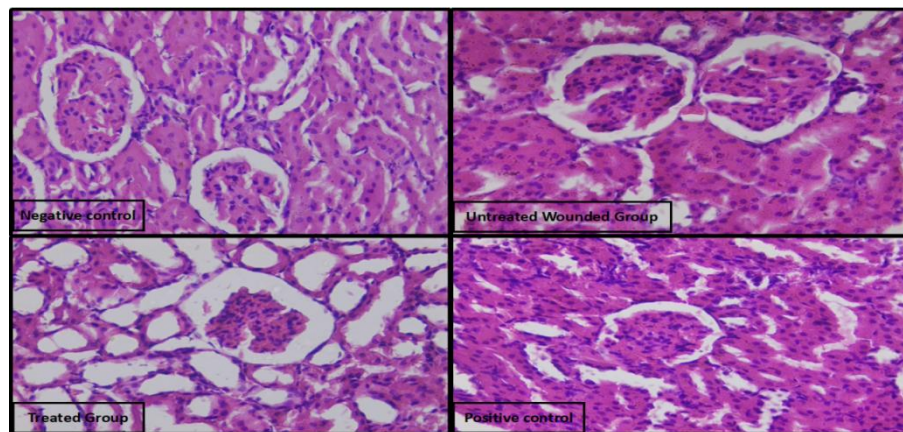


Figure 30 : Observation microscopique d'une coupe histologique de reins

Témoin négatif : Montre une architecture rénale normale et hautement préservée. Les glomérules apparaissent structurellement intacts avec un espace de Bowman bien défini. Les cellules épithéliales tubulaires rénales sont uniformes avec des membranes basales intactes et des lumières claires.

Groupe blessé non traité : Présente des altérations histopathologiques notables. Il y a une congestion légère à modérée dans les capillaires glomérulaires. Certaines zones montrent un rétrécissement ou une distorsion de l'espace de Bowman, ainsi qu'une vacuolisation cytoplasmique et un gonflement de l'épithélium des tubules contournés proximaux et distaux. Cela indique un léger stress systémique ou des changements inflammatoires secondaires liés à la plaie cutanée ouverte.

Groupe traité (Pommade expérimentale) : Présente une tendance claire vers la restauration tissulaire. La structure glomérulaire semble bien stabilisée. Le gonflement cellulaire dans les tubules rénaux est notablement réduit par rapport au groupe non traité, ce

qui indique que la pommade expérimentale limite la toxicité systémique ou le stress secondaire des organes.

Témoin positif (Traité au MEBO) : Affiche un profil histologique très organisé, proche de la normale. Les structures glomérulaires et tubulaires sont remarquablement bien préservées. Cela confirme que le MEBO minimise efficacement le stress inflammatoire systémique sur les organes de clairance distants comme les reins pendant la cicatrisation des plaies.

III.4.4. Coupe histologique de rate

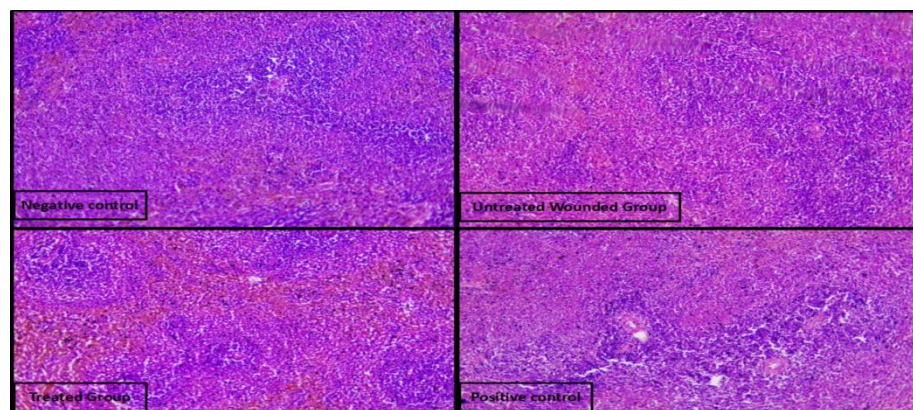


Figure 31: Observation microscopique d'une coupe histologique de rate

Témoin négatif : Montre une histologie splénique normale. Il y a une démarcation distincte et saine entre les agrégats lymphoïdes de la pulpe blanche et les réseaux vasculaires de la pulpe rouge.

Groupe blessé non traité : Montre une réponse immunitaire marquée à la lésion cutanée. On note une hyperplasie (expansion) visible des centres germinatifs de la pulpe blanche, ainsi qu'une congestion et une cellularité accrue dans la pulpe rouge. Cela reflète une activation immunitaire systémique active et non inhibée, ainsi qu'une réponse inflammatoire déclenchée par la plaie non traitée.

Groupe traité (Pommade expérimentale) : Démontre une architecture splénique modulée. Les limites entre la pulpe blanche et la pulpe rouge sont plus définies que dans le groupe non traité. La réduction de la congestion de la pulpe rouge suggère que le traitement localisé par la pommade atténue avec succès le stress inflammatoire systémique.

Témoin positif (Traité au MEBO) : Révèle une structure splénique hautement équilibrée et organisée. Les nodules de la pulpe blanche montrent une activité lymphoïde contrôlée sans

hyperplasie excessive. Cela confirme l'efficacité établie du MEBO pour réprimer les cascades inflammatoires systémiques prolongées.

III.4.5. Coupe histologique de thymus

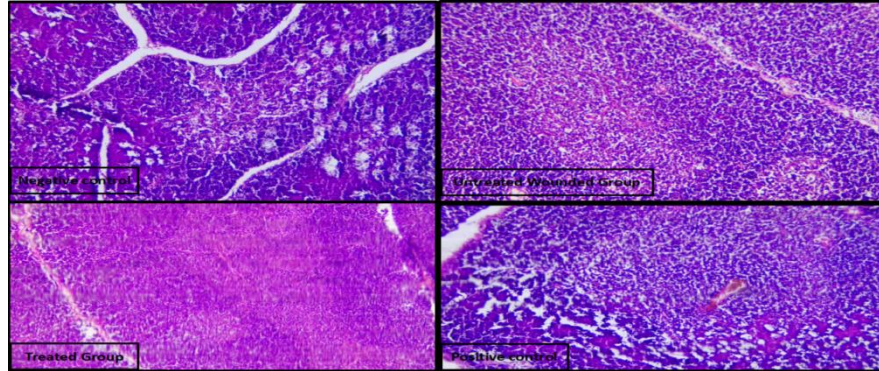


Figure 32: Observation microscopique d'une coupe histologique de thymus

Témoin négatif : Montre une architecture thymique normale. Les lobules présentent une distinction claire et nettement définie entre le cortex dense et la médulla plus claire.

Groupe blessé non traité : Révèle des signes de modifications thymiques induites par le stress. La limite claire entre le cortex et la médulla est quelque peu floue ou altérée, souvent associée à une déplétion des lymphocytes corticaux due à des niveaux élevés de corticostéroïdes systémiques et de stress résultant d'une blessure non traitée.

Groupe traité (Pommade expérimentale) : Montre une structure lobulaire restaurée. La densité des lymphocytes à l'intérieur du cortex est bien maintenue et la jonction corticomédullaire est clairement visible. Cela indique que la pommade protège les organes lymphoïdes primaires d'une involution sévère induite par le stress.

Témoin positif (Traité au MEBO) : Montre une excellente préservation de l'architecture thymique. Les zones corticales et médullaires sont nettement délimitées avec une densité lymphocytaire élevée. Cela démontre une récupération optimale et un stress systémique minimal.

Tableau 8: Résumé des observations histologiques par organe et par groupe expérimental.

Organe	G1 (Pommade végétale)	G2 (MEBO)	G3 (Témoin +)	G4 (Témoin -)
Peau	Architecture normale. Épiderme continu. Collagène organisé.	Épiderme rompu. Infiltration inflammatoire. Collagène désorganisé.	Épiderme régénéré. Réépithélialisation active. Inflammation réduite.	Cicatrisation complète. Follicules pileux visibles. Collagène organisé.
Foie	Architecture hépatique normale. Hépatocytes bien organisés. Absence de nécrose.	Légère désorganisation hépatocellulaire. Infiltration inflammatoire discrète.	Architecture quasi normale. Hépatocytes préservés. Pas d'hépatotoxicité.	Architecture préservée. Altérations mineures. Absence de dégénérescence.
Reins	Glomérules intacts. Espace de Bowman défini. Tubules normaux.	Congestion glomérulaire légère. Vacuolisation épithéliale tubulaire.	Stabilisation glomérulaire. Réduction du gonflement tubulaire.	Structures glomérulaires et tubulaires très bien préservées.
Rate	Pulpe blanche et rouge bien délimitées.	Hyperplasie des centres germinatifs. Congestion de la pulpe rouge.	Architecture modulée. Réduction de la congestion.	Structure équilibrée. Activité lymphoïde contrôlée.
Thymus	Cortex dense/médulla claire bien distincts.	Jonction corticomédullaire floue. Déplétion lymphocytaire corticale.	Structure lobulaire restaurée. Jonction bien visible.	Excellente préservation. Zones corticales/médullaires nettes.

IV. Discussion

Le présent travail avait pour objectif l'évaluation de l'activité cicatrisante d'une pommade végétale formulée à partir de deux espèces médicinales *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium* L à travers une approche intégrée combinant l'enquête ethnobotanique, l'analyse phytochimique et les études biologiques in vivo chez la rats wistar albinos.

Les résultats de l'enquête terrain ont confirmé le rôle prépondérant des plantes médicinales dans la prise en charge traditionnelle des plaies dans la région étudiée. La prédominance des formes en poudre (50 %) s'explique par la facilité de préparation et la longue durée de conservation de cette formulation. La dominance des plantes sauvages (52 sur 60) parmi les espèces utilisées reflète la disponibilité et l'accessibilité de la flore locale, qui constitue une ressource thérapeutique accessible à toutes les catégories sociales.

La première place occupée par *Commiphora myrrhe* et *P. granatum* (11 % chacun) confirme l'importance ethnomédical de la *myrrhe*, utilisée dans le traitement des plaies depuis l'Antiquité égyptienne et rapportée dans de nombreuses traditions médicales (grecque, arabe, perse). *Teucrium polium* L, avec 9 % d'utilisation, est également bien représenté, en accord avec les données ethnobotaniques publiées par Benmehdi et al. (2012) et Rashed et al. (2003) qui ont documenté son usage dans les soins cutanés en Afrique du Nord.

Les rendements d'extraction éthanolique supérieurs (13,5 % pour *Commiphora myrrhe* et 7,44 % pour *Teucrium polium* L) par rapport aux rendements aqueux confirment la prédominance de composés phénoliques et terpéniques dans ces plantes. Ces différences sont en accord avec les travaux de Kaur et al. (2010) et de Shan et al. (2007) qui ont montré que l'éthanol est le solvant optimal pour l'extraction des polyphénols à partir de ces familles botaniques.

La détection de tanins et de flavonoïdes dans les quatre extraits constitue le fondement pharmacologique de l'activité cicatrisante observée. Les tanins hydrolysables et condensés exercent une action astringente, anti-inflammatoire et antimicrobienne qui favorise la formation d'une barrière protectrice sur la plaie et réduit le risque de surinfection. Les flavonoïdes (quercétine, apigénine, lutéoline) exercent des effets antioxydants (piégeage des ROS), anti-inflammatoires (inhibition de NF- κ B, COX-2) et pro-cicatrisants (activation de la prolifération des fibroblastes, stimulation de la synthèse de collagène de type I) (Garcia-Lafuente et al., 2009).

Les triterpènes, détectés dans les extraits éthanoliques, contribuent également à l'activité cicatrisante. L'acide boswellique, un triterpène majeur de *Commiphora myrrhe*, inhibe la 5-lipoxygénase et réduit ainsi la production de leucotriènes pro-inflammatoires,

accélérant la résolution de la phase inflammatoire de la cicatrisation. La guggulstérone, autre triterpène de la *myrrhe*, inhibe NF- κ B et supprime l'expression de cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-1 β , IL-6) (Shen et al., 2012). La présence d'alcaloïdes dans les quatre extraits constitue un élément en faveur de leur activité biologique. Reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires, ces composés pourraient contribuer à l'effet cicatrisant observé, sans induire de toxicité systémique aux doses utilisées.

L'efficacité cicatrisante de la pommade végétale (taux de cicatrisation de 95 % à J21) est comparable à celle du MEBO (98 %), avec une différence non statistiquement significative ($p > 0,05$). Cette comparabilité est remarquable compte tenu de la simplicité de la formulation végétale et de son origine naturelle. Elle confirme le potentiel thérapeutique réel des deux espèces utilisées et justifie leur utilisation ancestrale dans la médecine traditionnelle.

Le processus de cicatrisation se déroule en quatre phases classiques : hémostase (J0–J2), inflammation (J2–J5), prolifération (J5–J14) et remodelage (J14–J21+). La pommade végétale semble agir sur les phases d'inflammation et de prolifération : les tanins et résines accélèrent la résolution de la phase inflammatoire, tandis que les flavonoïdes stimulent la prolifération des fibroblastes et la synthèse de matrice extracellulaire (collagène, fibronectine) en phase proliférative. L'analyse histologique (section III.4.) confirme cette interprétation moléculaire.

Ces résultats sont en accord avec ceux de plusieurs études récentes évaluant des pommades à base de plantes sur des modèles murins de plaies excisionnelles : Amin et Suleman (2014) ont rapporté des taux de cicatrisation de 90–96 % avec une pommade à base de plantes à J21, et Ghannadi et al. (2003) ont montré l'efficacité de *Teucrium polium* L sur la prolifération des fibroblastes cutanés in vitro. Nos résultats in vivo confirment et étendent ces données.

L'ensemble des paramètres biologiques évalués hématologiques, biochimiques et histologiques convergent vers un profil de sécurité favorable pour la pommade végétale. L'absence d'anomalie de la NFS (pas d'anémie, pas de leucocytose pathologique, pas de thrombocytopénie) exclut une toxicité hématologique. La normalité des transaminases (TGO, TGP) et des marqueurs de la fonction rénale (urée, créatinine) confirme l'innocuité hépatique et rénale du traitement.

La légère thrombocytose observée dans le groupe témoin blessé non traité (G3) reflète probablement le maintien d'un état inflammatoire et d'un processus de réparation tissulaire encore actif en raison de l'absence de traitement. Les plaquettes jouent un rôle essentiel dans

la cicatrisation en libérant divers facteurs de croissance favorisant la réparation des tissus. En revanche, le groupe traité (G1) a présenté une numération plaquettaire plus proche des valeurs physiologiques, ce qui suggère une meilleure résolution de la réponse inflammatoire et une évolution plus favorable du processus de cicatrisation. De plus, le profil leucocytaire mieux préservé dans le groupe G1, comparativement au groupe G3 présentant une lymphopénie relative, indique un effet immunomodulateur bénéfique de la pommade à base de plantes, probablement lié à ses propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes.

Sur le plan histologique, l'absence de lésion hépatique (pas de nécrose, pas de fibrose) ou rénale (glomérules et tubules normaux) dans le groupe G1 est cohérente avec la sécurité observée biochimiquement. Les données histologiques spléniques et thymiques indiquent de plus que la pommade végétale protège les organes lymphoïdes primaires et secondaires contre l'involution induite par le stress de la plaie chronique, suggérant un effet immunomodulateur systémique favorable.

Sur la base de l'ensemble de ces résultats, la pommade végétale à base de *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium* I peut être considérée comme efficace et sûre dans le modèle murin utilisé. Ces données précliniques constituent une base solide pour envisager des études toxicologiques plus approfondies (dose-dépendance, étude de toxicité chronique) ainsi que des essais cliniques de phase I chez l'Homme, dans le cadre du développement d'une formulation phytothérapeutique standardisée à usage dermatologique.

Conclusion

Conclusion

Ce travail de recherche a eu pour objectif principal d'évaluer scientifiquement l'activité cicatrisante d'une pommade naturelle formulée à partir des extraits de deux plantes médicinales, *Commiphora myrrhe* (la myrrhe) et *Teucrium polium L* (la germandrée tomenteuse ou Jaâda). Cette évaluation s'est appuyée sur une approche intégrée combinant une enquête ethnobotanique, des analyses phytochimiques et une étude biologique in vivo sur des rats wistar albinos.

Dans un premier temps, l'enquête ethnobotanique menée dans la région d'El Oued a confirmé la place prépondérante de ces deux plantes dans la médecine traditionnelle locale pour le traitement des plaies cutanées, justifiant ainsi le choix de ces espèces pour notre formulation.

Sur le plan phytochimique, le criblage a révélé que les extraits de ces plantes sont riches en métabolites secondaires d'un grand intérêt pharmacologique, tels que les **flavonoïdes**, les **tanins** et les **triterpènes**, tout en contenant des alcaloïdes. La présence synergique de ces composés confère à la pommade de puissantes propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et astringentes, qui sont fondamentales pour stimuler la prolifération cellulaire et la réparation tissulaire.

L'étude biologique in vivo a démontré une efficacité cicatrisante remarquable de la pommade végétale. Après 21 jours de traitement topique, **le taux de cicatrisation a atteint 95 %**, un résultat extrêmement proche de celui obtenu avec la pommade pharmaceutique de référence, le MEBO (98 %), et significativement supérieur à la guérison spontanée du groupe non traité (52 %). Les analyses histologiques cutanées ont confirmé cette efficacité clinique par l'observation d'une réépithélialisation complète, d'une organisation optimale des fibres de collagène et d'une nette diminution de l'infiltration inflammatoire.

En outre, **le profil de sécurité systémique de cette préparation s'est avéré très rassurant**. Les examens hématologiques (NFS) et biochimiques n'ont montré aucune altération de l'érythropoïèse, ni aucune toxicité rénale (taux normaux d'urée et de créatinine) ou hépatique (taux normaux de TGO et TGP). L'innocuité de la pommade a été davantage confirmée par l'histopathologie des organes vitaux (foie, reins, rate et thymus), qui ont conservé une architecture saine sans signes de dégénérescence, démontrant une protection efficace contre le stress oxydatif et inflammatoire systémique.

En conclusion, cette étude valide scientifiquement l'usage traditionnel et empirique de *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium L* dans le traitement des plaies. La pommade végétale développée offre une excellente synergie entre une haute efficacité cicatrisante et une

Conclusion

parfaite innocuité tissulaire et systémique. Ces résultats précliniques très prometteurs constituent une base solide pour envisager des études toxicologiques chroniques et, à terme, des essais cliniques chez l'Homme, dans la perspective de développer un nouveau médicament phytothérapeutique standardisé à usage dermatologique.

Références

- Abalaka, M. E., Mann, A., & Adeyemo, S. O. (2011). Studies on in vitro antioxidant and free radical scavenging potential and phytochemical screening of leaves of *Ziziphus mauritiana* L. and *Ziziphus spina-Christi* L. compared with ascorbic acid. *Journal of Medical Genetics and Genomics*, 3, 28-34.
- Ait Chaouche, F. S., Mouhouche, F., & Hazzit, M. (2018). Antioxidant capacity and total phenol and flavonoid contents of *Teucrium polium* L. grown in Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 11, 135-144.
- Aïssaoui, H. (2024). *Effet de certains extraits végétaux sur la cicatrisation des plaies expérimentales chez le rat* (en arabe) [Mémoire de master]. Université Frères Mentouri Constantine 1, Algérie.
- Aïssaoui, H. (2024). *Effet de certains extraits végétaux sur la cicatrisation des plaies expérimentales chez le rat* (en arabe) [Mémoire de master]. Université Frères Mentouri Constantine 1, Algérie.
- Al-Awad, T. (2024). *Les utilisations thérapeutiques et cosmétiques de la myrrhe* (en arabe) [Mémoire de licence en pharmacie].
- Al-Otaibi, A. (2021). Éducation et sensibilisation à la médecine alternative dans le domaine de la cicatrisation des plaies (en arabe). *Revue de médecine alternative et complémentaire*, 10(3), 145-158.
- Alyafei, N. (2020). Can *Myrrhe* combat COVID-19?. *Iberoamerican Journal of Medicine*, 0–0.
- Andary, C., Rascol, P., Roussel, L., & Privat, G. (1988). Les esters de l'acide caféique dans la chimiotaxinomie des *Teucrium* de la section polium (Lamiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 66, 1007-1012.
- Anderson, D. M. W., Cree, G. M., Marshall, J. J., et al. (1965). Studies on uronic acid materials: Part XI. The carbohydrate component of the oleoresin from *Boswellia papyrifera* (del.) Hochst. *Carbohydrate Research*, 1, 320–323.
- Aworet, S. R. R. (2003). *Contribution à l'étude phytochimique d'une plante traditionnellement utilisée comme poison d'épreuve au Gabon : Le Strychnos Icaja Baillon (Mbundu). Loganiacée* [Thèse de doctorat en pharmacie]. Université de Bamako.
- Ayada, A. (2025). Les méthodes de soins traditionnels dans la société algérienne (en arabe). *Article scientifique*, Université Mohamed Khider de Biskra.
- Azzi, R. (2013). *Contribution a l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'ouest algérien, enquête ethno pharmacologique, analyse pharmaco-toxicologique de figuier (Ficus carica) et de coloquinte (Citrullus*

- colocynthis*) chez le rat Wistar [Thèse de doctorat]. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- Bachtarzi, K. (2018). *Evaluation du potentiel pharmacologique et hépatotoxique du Teucrium polium L.* [Thèse de doctorat]. Université des Frères Mentouri Constantine.
- Bahramikia, S., & Yazdanparast, R. (2012). Phytochemistry and medicinal properties of *Teucrium polium* L. (Lamiaceae). *Phytotherapy Research*.
- Bahramikia, S., & Yazdanparast, R. (2022). *Teucrium polium* L.: An updated review of phytochemicals and biological activities. *Avicenna Journal of Phytomedicine (AJP)*, 12(3).
- Beggar, H., Miloud, B., & Zitouni, A. (2019). *Évaluation de l'activité cicatrisante de Quercus ilex et Pistacia lentiscus* [Mémoire de Master académique]. Université de Blida 1.
- Bendif, H., Lazali, M., Souilah, N., Miara, M. D., & Kazernavièiute, R. (2018). Supercritical CO₂ extracts and essential oils from chemical *Teucrium polium* L. growing in Algeria: Chemical composition and antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Research*.
- Bouhakkak, J., & Berhail, S. (2022–2023). *Étude théorique sur certaines plantes médicinales utilisées dans le traitement des troubles digestifs (Rosmarinus officinalis, Artemisia herba-alba, Thymus vulgaris, Mentha spicata)* [Mémoire de Master]. Université Frères Mentouri Constantine 1.
- Boullard, B. (2003). *Plantes médicinales du monde : réalités et croyances*. Paris, pp. 1092-1107.
- Chabane, S., Boudjelal, Napoli, E., Benkhaled, A., & Ruberto, G. (2020). Phytochemical composition, antioxidant and wound healing activities of *Teucrium polium* subsp. *capitatum* (L.) Briq. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*.
- Chergui, Y. (2021). *Évaluation de la contamination fongique des chaussures* [Mémoire de Master]. Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Davis, P. (1999). *Aromatherapy an A-Z*. CW Daniel, Saffron Walden.
- Djabou, N., Muselli, A., Allali, H., Dib, M. El-A., Tabti, A., Varesi, L., & Costa, J. (2012). Chemical and genetic diversity of two Mediterranean subspecies of *Teucrium polium* L. *Phytochemistry*, 83, 51–62.
- Dridi, A. (2017–2018). *Etude phytochimique et activité biologique des deux espèces: Teucrium polium L. et Pituranthos chloranthus Coss et Dur.* [Thèse de doctorat]. Université Badji Mokhtar Annaba.

- Esmail, D., Hossein, M., Seyyed, M., & Sayed, N. (2010). Antimicrobial properties of *Teucrium polium* against some clinical pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 124-127.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.02.008>
- Gadir, S. A., & Ahmed, I. M. (2014). *Commiphora myrrhe* and *Commiphora africana* essential oils. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6, 151–156.
- Galvis Escobar, S. M., Molina Sierra, J. D., Ruiz Soto, J. P., Rego Londoño, M. A., & Pineda Molina, C. (2023). Skin wound classification and therapeutic techniques for skin repair. *CES Enfermería*, 4(2), 26–41. <https://doi.org/10.21615/cesenferm.7262>
- Germano, A., Occhipinti, A., Barbero, F., et al. (2017). A pilot study on bioactive constituents and analgesic effects of MyrLiq®, a *Commiphora myrrhe* extract with a high furanodiene content. *BioMed Research International*.
- Grieve, M. (1995). *Myrrhe*. In *A modern herbal*. Dover Publications, Inc. New York, USA.
- Hanus, L. O., Rezanka, T., Dembitsky, V. M., & Moussaieff, A. (2005). *Myrrhe - Commiphora* chemistry. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, 149, 3–27.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide To Modern Techniques of Plant Analysis* (3rd ed.). Springer Netherlands.
- Jahichi, S. (2004–2005). *Étude biologique et chimique d'une plante médicinale algérienne de type Teucrium polium appartenant à la famille des Lamiaceae (Labiatae)* [Mémoire de magister]. Centre universitaire Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi.
- Labarrade, F. (2023). *Etudes biologiques de la peau : Perspectives cosmétiques, rajeunissement, bien-être et protection* [Thèse de doctorat]. Université Côte d'Azur. HAL.
- Lachaud, L. (2024). *Prise en charge officinale des brûlures : généralités sur la peau, physiopathologie des brûlures et stratégies thérapeutiques* [Thèse de doctorat en pharmacie]. Université de Franche-Comté.
- La Cerda-Lemus, M. (2011). La familia Burseraceae en el estado de. *Acta Botanica Mexicana*, (94), 1-25.
- Le Floch, E. (1983). *Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne* (Vol. 2). Publications Scientifiques Tunisiennes.

- Lotfollahi, Z. (2024). The anatomy, physiology and function of all skin layers and the impact of ageing on the skin. *Wound Practice and Research*, 32(1), 6–10. <https://doi.org/10.33235/wpr.32.1.6-10>
- Maizi, Y., Meddah, B., Meddah, A. T. T., & Hernandez, J. A. G. (2019). Seasonal variation in essential oil content, chemical composition and antioxidant activity of *Teucrium polium* L. growing in Mascara (North West of Algeria). *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 6(4), 151-157.
- Medjdoub, W. (2022). *Traitement de quelques articles scientifiques sur l'activité antioxydante et antidiabétique de Teucrium polium L.* [Mémoire de Master]. Université Aboubekr Belkaid – Tlemcen.
- Medjdoub, W. (2022). *Traitement de quelques articles scientifiques sur l'activité antioxydante et antidiabétique de Teucrium polium L.* [Mémoire de Master]. Université Aboubekr Belkaid – Tlemcen.
- Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi, M. S., & Ghorbani, A. (2005). Labiatae family in folk medicine in Iran: From ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2, 63-79.
- Nascimento, A. B. (2020). *Wound healing strategies: Hyaluronic acid (HA) and chitosan (CS) as wound dressing materials* [Master's thesis]. University of Lisbon.
- Ongoiba, S. O. (2008). *Étude de la cicatrisation des plaies opératoires dans le service d'urologie du CHU du Point G* [Thèse de doctorat en médecine]. Université de Bamako.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Simons, A. (2009). *Commiphora myrrhe*. In Agroforestry database: A tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre.
- Paris, R., & Dillemann, G. (1960). *Les plantes médicinales des régions arides. Considérées surtout du point de vue pharmacologique*. UNESCO.
- Rameau, J. C., Mansion, D., & Dumé, G. (2008). *Flore forestière française: guide écologique illustré. Région méditerranéenne* (Vol. 3). Forêt privée française.
- Romain, B. (n.d.). *Plaies et cicatrisation : le contexte* [Communication/rapport de service]. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.
- Sandrine, F. M. (2005). *Etude phytochimique et des activités biologiques de Maerua angolensis Dc. (Capparidaceae)* [Thèse de doctorat en pharmacie]. Université de Bamako.

Reference

- Saouchi, I., & Zella, H. (2025). *Étude phytochimique et évaluation des activités biologiques in vitro et in vivo des deux espèces : Pinus halepensis Mill. et Commiphora myrrhe L.* [Mémoire de master]. Université Constantine 1 Frères Mentouri.
- Schofield, J., et al. (2019). Skin 1: The structure and functions of the skin. *Nursing Times*, 115(12), 30. <https://www.nursingtimes.net>
- Shameem, I. (2018). Phytochemical & therapeutic potentials of Murr Makki (*Commiphora myrrhe*): A review. *Indian Journal of Applied Research*, 8, 102–104.
- Singh, R. (2015). Medicinal plants: A review. *Journal of Plant Sciences*, 3, 50–55.
- Trease, G. E., & Evans, W. C. (1989). *Pharmacognosy* (11th ed.). Bailliere Tindall.
- Violet, J. (2022, July 15). Processus de cicatrisation. *Fiches IDE*. <https://www.fiches-ide.fr/processus-de-cicatrisation/>
- Zouaber, L., & Kelouche, M. E. (2023). *Mécanisme physiopathologique de la cicatrisation des plaies cutanées chez les équidés* [Mémoire de fin d'études pour le diplôme de docteur vétérinaire]. Université des Sciences et de la Tephysiopathologique.

Annexes

Annexe 01 : la pommade à base de plante (MYRA)



Annexe 02 : Caractérisation de la pommade MYRA

Paramètre	Résultat
Aspect	Pommade homogène
Couleur	Vert jaunâtre
Odeur	Caractéristique des extraits végétaux
pH	5 – 6
Masse finale	50 g
Conservation	Présence de phénoxyéthanol
Antioxydant	Vitamine E

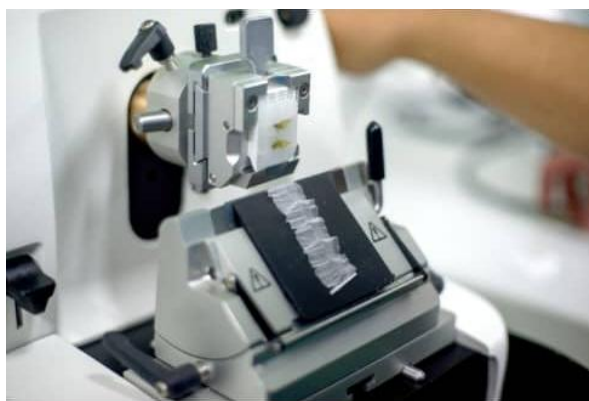
Annex 03 : Macérat *Commiphora myrrhe* et *Teucrium polium L*



Annex 04 : Présente les ingrédients de la pommade à base de plantes



Annex 05 : Microtome



Annex 06 :Plante *Commiphora myrrhe* (gomme et poudre)



Annex 07 : Poudre *Teucrium polium* L



Annex 08: Microscope optique



Annex 09: Appareil de Clevenger



Annex 10 : Analyses médicales

Patient (e) : SOURIS G1S1 Age :200 ans
Prélèvement du :07/04/2026 15:16:21
Edité le : 10/04/2026



202647-001004

Compte Rendu d'Analyses Médicales

Bilan inflammatoire

	Résultats	Unité	Normes	Antériorité
VITESSE DE SEDIMENTATION (V.S) <i>(Westergren)</i>				
Première heure	<4	mm	<10	
C- REACTIVE PROTEINE (CRP) <i>(Immunoturbidimétrie)</i>				
	<1	mg/L		

Biochimie sanguine

	Résultats	Unité	Normes	Antériorité
GLYCEMIE A JEUN <i>(Enzymatique/PAP)</i>				
	0.89	g/L		
UREE SANGUINE <i>(Uréase/GIDH)</i>				
	0.46	g/L		
CREATININE SANGUINE <i>(Méthode Jaffé compensée)</i>				
	7.1	mg/L		
TRANSAMINASES SERIQUES ASAT/ALAT <i>(Méthode IFCC)</i>				
ASAT(GOT)	175.1	U/L		
ALAT (GPT)	51.5	U/L		



	Edité le : 10/04/2026 Prélèvement externe.	NID : 202647-001004 Patient (e) : SOURIS GIS1 Age : 200 ans Prélèvement du : 07/04/2026 15:16:21 
---	---	---

Compte Rendu d'Analyses Médicales

Prélèvement externe

Hématologie

	Résultats	Unité	Normes	Antériorité
NUMERATION-FORMULE SANGUINE (NFS)				
<i>(Cytométrie de flux)</i>				
Globules blancs.	8.77	10 ⁹ /uL		
Globules rouges.	8.38	10 ⁶ /uL		
Hémoglobine.	20.7	g/dL		
Hématocrite.	52.5	%		
V.G.M.	62.7	fL		
T.G.M.H.	24.7	Pg		
C.C.M.H.	36.0	g/dL		
Plaquettes.	1 170	10 ³ /uL		
(RDW) Indice de distribution des GR.	16.50	fL		
(MPV) Volume plaquettaire moyen.	7.60	fL		
(PDW) Indice de distribution plaquettaire.	15.80	fL		
EQUILIBRE LEUCOCYTAIRE				
P. Neutrophiles %.	21.5	%		
P. Neutrophiles :.	1.89	10 ³ /mm3		
Lymphocytes%.	68.0	%		
Lymphocytes :.	5.96	10 ³ /mm3		
Monocytes %.	9.70	%		
Monocytes :.	0.85	10 ³ /mm3		
P. Eosinophiles %.	0.30	%		
P. Eosinophiles :.	0.03	10 ³ /mm3		
P. Basophiles%.	0.5	%		
P. Basophiles :.	0.04	10 ³ /mm3		



Annexe 11: Tableau : Paramètres de la numération formule sanguine par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM, n = 3–5 souris/groupe).

Paramètre	G1 (Pommade végétale)	G2 (MEBO)	G3 (Témoin +)	G4 (Témoin -)
GB (10³/μL)	8,50 $\pm$ 0,89	8,98 $\pm$ 1,02	7,58 $\pm$ 1,16	8,40 $\pm$ 1,45
GR (10⁶/μL)	7,76 $\pm$ 0,28	7,28 $\pm$ 0,18	7,41 $\pm$ 0,21	7,34 $\pm$ 0,25
Hb (g/dL)	18,3 $\pm$ 1,56	17,0 $\pm$ 1,03	17,5 $\pm$ 1,32	18,2 $\pm$ 1,13
Ht (%)	49,1 $\pm$ 1,26	50,1 $\pm$ 2,48	48,9 $\pm$ 2,77	47,5 $\pm$ 1,97
VGM (fL)	63,8 $\pm$ 0,82	68,8 $\pm$ 3,26	65,3 $\pm$ 2,95	64,9 $\pm$ 1,62
TGMH (pg)	23,5 $\pm$ 1,46	23,3 $\pm$ 1,27	23,6 $\pm$ 1,67	24,0 $\pm$ 1,07
CCMH (g/dL)	35,0 $\pm$ 1,91	32,5 $\pm$ 2,28	33,4 $\pm$ 1,82	34,5 $\pm$ 1,08
PLT (10³/μL)	838 $\pm$ 113	915 $\pm$ 101	1093 $\pm$ 50	777 $\pm$ 106
RDW (%)	16,6 $\pm$ 0,77	17,4 $\pm$ 1,68	18,4 $\pm$ 1,36	15,5 $\pm$ 0,44
MPV (fL)	7,7 $\pm$ 0,27	8,5 $\pm$ 0,37	7,7 $\pm$ 0,40	7,7 $\pm$ 0,12

GB : globules blancs ; GR : globules rouges ; Hb : hémoglobine ; Ht : hématocrite ; VGM : volume globulaire moyen ; TGMH : teneur globulaire moyenne en hémoglobine ; CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; PLT : plaquettes ; RDW : indice de distribution des GR ; MPV : volume plaquettaire moyen. Analyse statistique : ANOVA à un facteur, $p > 0,05$ (différences non significatives).

Annexe 12: Tableau Équilibre leucocytaire différentiel (% et valeurs absolues en $10^3/\text{mm}^3$) par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM)

Paramètre	G1 (Pommade végétale)	G2 (MEBO)	G3 (Témoin+)	G4 (Témoin -)
Neutrophiles (%)	19,4 $\pm$ 4,19	22,1 $\pm$ 2,77	15,7 $\pm$ 1,49	19,9 $\pm$ 5,50
Lymphocytes (%)	68,9 $\pm$ 5,96	58,1 $\pm$ 1,54	66,1 $\pm$ 3,41	63,2 $\pm$ 3,96
Monocytes (%)	15,6 $\pm$ 3,21	17,6 $\pm$ 2,42	17,5 $\pm$ 2,46	15,9 $\pm$ 3,76
Éosinophiles (%)	0,58 $\pm$ 0,29	0,76 $\pm$ 0,41	0,33 $\pm$ 0,18	0,75 $\pm$ 0,47
Basophiles (%)	0,53 $\pm$ 0,17	0,42 $\pm$ 0,14	0,48 $\pm$ 0,18	0,35 $\pm$ 0,09
Neut. ($10^3/\text{mm}^3$)	1,60 $\pm$ 0,29	1,90 $\pm$ 0,25	1,16 $\pm$ 0,27	1,53 $\pm$ 0,22
Lympho. ($10^3/\text{mm}^3$)	5,52 $\pm$ 0,87	5,24 $\pm$ 0,80	4,77 $\pm$ 0,74	5,96 $\pm$ 1,32
Mono. ($10^3/\text{mm}^3$)	1,28 $\pm$ 0,37	1,59 $\pm$ 0,36	1,25 $\pm$ 0,22	1,45 $\pm$ 0,34

Valeurs de référence pour la souris (Charles River) : Neutrophiles 10–40 % ; Lymphocytes 55–85 % ; Monocytes 2–15 % ; Éosinophiles 0–5 % ; Basophiles 0–1 %.

Annexe 13: Tableau Paramètres biochimiques sériques par groupe expérimental (Moy $\pm$ ESM).

Paramètre	G1 (Pommade végétale)	G2 (MEBO)	G3 (Témoin +)	G4 (Témoin -)
Glycémie (g/L)	1,00 $\pm$ 0,19	0,65 $\pm$ 0,28	0,69 $\pm$ 0,19	0,79 $\pm$ 0,22
Urée (g/L)	0,47 $\pm$ 0,03	0,53 $\pm$ 0,05	0,45 $\pm$ 0,05	0,41 $\pm$ 0,06
Créatinine (mg/L)	7,04 $\pm$ 0,18	5,70 $\pm$ 0,94	5,60 $\pm$ 1,14	6,33 $\pm$ 0,27
TGO/ASAT (U/L)	182 $\pm$ 16	147 $\pm$ 36	150 $\pm$ 44	155 $\pm$ 8
TGP/ALAT (U/L)	59,1 $\pm$ 6,4	54,2 $\pm$ 7,2	31,4 $\pm$ 8,3	48,8 $\pm$ 7,3
CRP (mg/L)	< 1	< 1	< 1	< 2
VS (mm/h)	< 4	< 4	< 4	< 4

Valeurs de référence normales pour la souris : Glycémie : 0,6–1,5 g/L ; Urée : 0,35–0,65 g/L ; Créatinine : 4–12 mg/L ; TGO : 30–300 U/L ; TGP : 15–100 U/L. CRP < 1 mg/L ; VS < 10 mm/h.