



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Immunologie moléculaire et cellulaire

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de la boisson traditionnelle « Takerouayet »

Présenté par : MENASRI Anfal

Le : 22/06/2025

BAGHALI Khaoula

Jury d'évaluation :

Président: Pr.CHETTOUM Aziz (Professeur – UC1FM).

Encadrant: Dr.MOKHTARI Mohamed Badreddine (MCB - UC1FM).

Examinateur(s): Dr.TARTOUGA Maya Abir (MCB - UC1FM).

Année universitaire

2024 - 2025



Remerciements

Avant tout, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à ALLAH tout puissant pour ses innombrables bienfaits et pour nous avoir permis d'achever ce travail

Nous exprimons tous d'abord notre profonde reconnaissance à notre enseignant et encadrant, Docteur MOKHTARI Mohamed Badreddine, pour son soutien, sa patience et ses conseils judicieux, qui ont enrichi ce travail et orienté notre réflexion

Nous remercions également le Professeur CHETTOUM Aziz pour l'honneur qu'il nous a fait de présider ce jury en acceptant de juger ce travail et d'être le président de ce jury

Nos remerciements les plus cordiaux à Docteur TARTOUGA Maya pour avoir accepté d'examiner notre travail

Nous remercions également tous nos enseignants pour leur dévouement et leur accompagnement pédagogique tout au long de notre parcours universitaire

Nos familles méritent toute notre gratitude pour leur présence constante, leur soutien moral et leurs prières qui nous ont portés dans les moments les plus difficiles

Enfin, nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail



الأهدا

﴿وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِّي الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾

مضى التاريخ مفتخرًا وبات الحلم وردًّا

وعانقت طيوف الحلم أخيرًا، فما استقله بالامس حتى ظننت أنه لا ينقضي انقضى اليوم بفضل من الله ومنته، حققت حلمًا طال انتظاره بتخرجـي ... والـي أهـديـه

إـلـيـهـيـ،ـ مـاـمـنـيـ وـأـمـانـيـ،ـ مـسـكـنـيـ وـسـكـنـيـ،ـ وـطـنـيـ وـمـلـاـنـيـ،ـ وجـهـتـيـ الـوحـيـدةـ وـمـنـطـقـتـيـ الـآـمـنةـ
... إـلـيـ دـوـحـ غـاـيـرـتـيـ قـبـلـ أـيـامـ قـلـيلـةـ

إـلـيـهاـ وـإـلـيـ سـنـوـاتـ الـحـمـرـ التيـ ظـفـرـتـ بـهـاـ وـأـنـاـ أـسـتـمـتـحـ بـرـؤـيـتهاـ حـولـيـ فيـ كـلـ لـحـظـةـ...ـ إـلـيـ مـدـ
تـحـترـقـ الرـوـحـ شـوـفـاـ لـهـاـ...ـ إـلـيـ التـيـ كـانـتـ لـيـ فـيـ الـحـيـاةـ دـكـنـاـ شـدـيـداـ...ـ إـلـيـ مـنـ أـظـلـمـ الـكـوـنـ مـدـ
بـعـدـهـاـ...ـ إـلـيـ الرـوـحـ الطـاهـرـةـ...ـ إـلـيـ السـجـابـةـ التـيـ رـحـلتـ وـمـاتـ زـالـ تـمـطـرـ فـيـ قـلـبيـ...ـ إـلـيـ خـلـيلـةـ
فـؤـادـيـ...ـ إـلـيـكـ ياـ أـمـاهـ...ـ إـلـيـكـ أـهـديـ اـنـتـهـارـيـ

سـلامـ عـلـىـ جـبـاتـ التـرـابـ التـيـ تـحـتـضـنـكـ

وـسـلامـ عـلـيـكـ مـنـ الـأـرـضـ إـلـيـ الـفـرـدـوسـ الـأـعـلـىـ

إـلـيـ مـدـ غـمـرـنـيـ بـدـعـاءـهـ وـمـحبـتـهـ وـدـعـمـهـ...ـ إـلـيـ مـدـ يـفـرـحـ بـإـنجـازـيـ قـبـلـ أـنـ أـبـلـغـهـ...ـ إـلـيـ أـبـيـ

إـلـيـ ضـلـعـيـ الثـابـتـ وـأـمـانـهـ أـيـامـيـ إـلـيـ مـنـ شـكـرـتـ عـنـدـهـ بـهـمـ فـكـانـوـاـ لـيـ يـنـابـيعـ أـرـتـويـ مـنـهـاـ وـهـانـتـ
الـهـمـومـ بـمـحـيـتـهـمـ...ـ إـلـيـ الـذـيـنـ كـانـوـاـ النـورـ حـيـرـ تـعـتـمـ الدـرـوبـ...ـ إـلـيـ خـيـرـةـ أـيـامـيـ وـمـفـوتـهـاـ...ـ
إـلـيـ أـخـيـ الـأـكـبـرـ جـابـرـ أـمـيرـ الـدـيـنـ وـأـخـيـ الـأـصـغـرـ هـاشـمـ إـيـادـ الـدـيـنـ

إـلـيـ الـأـنـسـانـةـ الـعـظـيمـةـ التـيـ لـطـالـمـاـ كـانـتـ عـونـاـ وـسـنـدـاـ...ـ إـلـيـ مـنـ بـذـلـتـ الـخـالـيـ وـالـنـفـيسـ فـيـ سـبـيلـ
هـذـاـ الـأـنـتـهـارـ...ـ إـلـيـ خـالـتـيـ حـسـيـبـةـ

إـلـيـ رـفـيقـةـ الـخـطـوـةـ الـأـوـلـىـ وـالـخـطـوـةـ الـأـخـيـرـةـ،ـ إـلـيـ مـنـ كـانـتـ خـلـالـ السـنـوـاتـ الـعـجـافـ سـحـابـاـ مـمـطـراـ،ـ
إـلـيـ شـقـيقـةـ الرـوـحـ وـأـنـيـسـةـ الدـرـبـ...ـ إـلـيـ مـنـ شـارـكـتـنـيـ الـضـحـكـاتـ حـتـىـ ظـنـنـتـ أـنـ لـاـ وـجـوـدـ لـلـكـدرـ...ـ
إـنـ كـانـ فـيـ مـصـفـ الـأـزـمـاءـ خـيـرـ،ـ فـإـنـكـ يـاـ صـدـيقـتـيـ خـيـرـ مـاجـادـتـ بـهـ الصـفـ...ـ إـلـيـ هـالـةـ

إـلـيـ أـشـقـاءـ الـفـؤـادـ وـبـنـيـ الـوـتـيرـ...ـ إـلـيـ أـصـحـابـ الشـبـائـبـ وـالـرـخـاءـ...ـ إـلـيـ مـنـ أـفـاضـنـيـ بـمـشـاعـرـهـ وـدـعـمـهـ
إـلـيـ عـائـلـةـ أـمـيـ الـحـبـيـبـةـ

فـالـحـمـدـ لـلـهـ مـاـ تـأـخـرـ دـرـبـ،ـ وـلـاـ حـتـمـ جـهـدـ
وـلـاـ تـمـ سـعـيـ إـلـاـ بـفـضـلـهـ،ـ اللـهـمـ لـيـسـ جـهـدـيـ وـإـنـماـ
تـوـفـيقـكـ وـفـضـلـكـ عـلـيـ.

أـنـوارـ التـمـامـ لـنـاـ تـجـلـتـ،ـ وـلـوـلـاـهـ يـاـ اللـهـ مـاـ كـانـ وـهـلـنـاـ

أنـفالـ

الإكاديمية

إلى العزيز الذي حملتُ اسمه فخراً، وإلى من كَلَّ الله بالهيبة والوقار، إلى من حَمَدَ الأشواكه عن ذر بي وذرع لي الراحة بِذِلِّها... إلى أبي، لم ينحو نظير أبى لما كان يحمله، بل ليحملني، ومن أجلِي اندబَ. وكنتُ أحجَبَ عن نفسي مطالبتها، فكان يكشفُ عما أشتَهِي حبه. فشكراً لكونك أبي.

وإلى من علمتني الأخلاق، قبل أن أتعلَّمَها، إلى الجسر الماعِدِ بي إلى الجنة، إلى البَط الخفية التي أزالت عن طريقي العقبات، وإلى من ظلت دعواتها تحمل أسمى ليلًا ونهارًا أمي، محبوبتي وملهمتي.

إلى من وهبني الله نعمة وجودهم، إلى مصدر قوتي، وأرضي الملابة، وجدار قلبي المتين إخوتي وأخواتي، ذكرياء، إيمان، وأيمون، وإلى من ضاقت بي الدنيا فساحت بخطاهم، وإن سقطت، كانوا أول من رفعوني بكلماتهم، إلى من رافقني بقلبه قبل ذرته AM.B أصحابي وأحبابي .
ها أنا اليوم أطوي صفحةً من التعب، وأسجل في تاريخي فخراً لن ينسى. لم أعد أتساءل عن ملامح الوصول، فقد رأيتها في عيوني. تلاشت غيوم التعب، وابتسم الأفق بعده عتمة الانتظار. ها هي الخطى التي كانت تتعرَّج أحياناً قد وجدت مستقرها في قمة الإنجاز. وبين طيات الطريق، تنفست سلاماً وفرحاً وامتناناً.

"من قال: أنا لها، نالها. فانا لها، وإن أبْتَ، رغمَا
عنها أتَيْتَ بها."

وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين

خولة

Table des matières

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Partie I La recherche bibliographique

Chapitre I La boisson TAKEROUAYET

I.1 Historique et généralités sur la boisson TAKEROUAYET.....	3
I.2 Composition de boisson traditionnelle « TAKEROUAYET ».....	3
I.2.1 Le Myrte : <i>Myrtus communis L</i> "القمام"	3
I.2.2 Le souchet articulé : <i>Cyperus articulatus</i> "تارة"	7
I.2.3 La corrigiole: <i>Corriola Telephiifolia</i> "السرغين"	10
I.2.4 Le rosier : <i>Rosa damascena</i> "ورد"	13
I.2.5 Le clou de girofle : <i>Syzygium aromaticum</i> "قرنفل"	15
I.2.6 Le basilic : <i>Ocimum basilicum</i> "الريحان"	19

Chapitre II L'inflammation

II.1 Définition de l'inflammation	23
II.2 Réaction inflammatoire.....	24
II.2.1 Immunité innée	24
II.2.2 Immunité adaptative	24
II.3 Types de l'inflammation	24
II.3.1 Selon l'origine	24
II.3.2 Selon la durée	25
II.3.3 Selon la localisation	26
II.3.4 Inflammation granulomateuse.....	27
II.4 Cellules de l'inflammation.....	27

II.5	Médiateurs de l'inflammation.....	33
II.6	Déroulement physiologique de l'inflammation	35
II.6.1	Phase vasculaire (Phase d'initiation).....	35
II.6.2	Phase cellulaire.....	37
II.6.3	Phase de résolution	39
II.6.4	Phase de réparation (La cicatrisation)	40

Partie II L'étude expérimentale

Chapitre III Matériels et méthodes

III.1	Matériel végétal	43
III.2	Rendement de la déshydratation	43
III.3	Activité anti-inflammatoire.....	43
III.4	Analyses statistiques	46

Chapitre IV Résultats et discussion

IV.1	Rendement de la déshydratation	47
IV.2	Résultats de l'activité anti-inflammatoire.....	47
IV.3	Discussion	52
	Conclusion et perspectives.....	57
	Références bibliographiques	58
	Résumé	78
	Abstract	79
	ملخص.....	80

Liste des figures

Figure 1: La plante myrte : <i>Myrtus communis L</i>	4
Figure 2: <i>Cyperus articulatus L</i>	8
Figure 3: La plantes de <i>Corrigiola telephiifolia</i> collectées au Maroc (fraîches et séchées)	11
Figure 4: Fleurs, bourgeons et feuilles de <i>Rosa damascena</i>	13
Figure 5: Le clou de girofle: <i>Syzygium aromaticum</i>	16
Figure 6: Le basilic (<i>Ocimum basilicum</i>)	20
Figure 7: La réponse inflammatoire après une lésion tissulaire	23
Figure 8: Vasodilatation et Perméabilité Vasculaire dans les Réactions Inflammatoires	36
Figure 9: La diapédèse leucocytaire	37
Figure 10: Activation et fonctions immunitaires des macrophages M1 et M2	38
Figure 11: La réparation des tissus: régénération et formation de cicatrice	41
Figure 12: Le mécanisme inflammatoire.....	42
Figure 13: l'induction de l'inflammation et l'évaluation de l'œdème	45
Figure 14: Injection intraplantaire de formol	46
Figure 15: Gavage de la boisson	46
Figure 16: Mesure du volume de l'œdème.....	46
Figure 17: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 30 min	47
Figure 18: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 60 min	48
Figure 19: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 120 min	49
Figure 20: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 180 min	50
Figure 21: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 240 min	51

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques du Myrte commun	4
Tableau 2: Caractéristiques morphologiques de <i>Corrigiola Telephiifolia</i>	10
Tableau 3: Caractéristiques morphologiques de <i>Syzygium aromaticum</i>	15
Tableau 4: Teneur en éléments nutritifs du basilic frais	21
Tableau 5: Les principaux médiateurs de l'inflammation	33

Liste des abréviations

- **AA** : Acide arachidonique
- **ADN** : Acide désoxyribonucléique
- **AINS** : Anti-inflammatoires non stéroïdiens
- **α -SMA** : Alpha-smooth muscle actin
- **APAE** : Extrait aqueux des parties aériennes
- **ARNdb** : ARN double brin
- **ARNsb** : ARN simple brin
- **Bregs** : Lymphocytes B régulateurs
- **BSA** : Albumine de sérum bovin
- **DCs/CD/cDCs** : Cellules dendritiques (générales et conventionnelles)
- **COX-1/COX-2** : Cyclooxygénases 1 et 2
- **C3a, C5a** : Fragments du complément
- **CTLA-4** : Cytotoxic T-lymphocyte-associated protein 4
- **CXCL1/CXCL2** : Chimiokines (C-X-C motif) ligands 1 et 2
- **DAMPs** : Damage-Associated Molecular Patterns
- **DHA** : Acide docosahexaénoïque
- **DPPH** : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyle (test)
- **EGF** : Epidermal Growth Factor
- **EOCa** : Huile essentielle de clou de girofle
- **EPA** : Acide eicosapentaénoïque
- **ERK/MAPK** : Extracellular signal-regulated kinases/Mitogen-activated protein kinases
- **FDCs** : Cellules dendritiques folliculaires
- **FESA** : Extrait éthanolique des fleurs de *Syzygium aromaticum*
- **FGF** : Fibroblast Growth Factor
- **G-CSF** : Granulocyte Colony-Stimulating Factor
- **GDT** : Cellules T gamma-delta (Gamma Delta T cells)
- **GM-CSF** : Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor
- **GRAS** : Generally Recognized As Safe
- **ICAM-1** : Intercellular Adhesion Molecule 1
- **IFN- γ** : Interféron-gamma

- **IGF-1** : Insulin-like Growth Factor 1
- **IL-1 β** : Interleukine-1 β
- **IL-x** : Interleukines (IL-1, IL-4, IL-5, IL-6, IL-8....)
- **iNOS** : Inducible Nitric Oxide Synthase
- **KGF** : Keratinocyte Growth Factor
- **LPS** : Lipopolysaccharide
- **LTC4** : Leucotriène C4
- **LXA4/LXA4-R** : Lipoxine A4 et son récepteur (Formyl Peptide Receptor 2)
- **MAIT** : Mucosal-associated invariant T cells
- **MCA-1** : Myrtucommuacetalone-1
- **MCEO** : Huile essentielle algérienne de *Myrtus communis*
- **MCP-1/CCL2** : Monocyte Chemoattractant Protein-1
- **MEC** : Matrice extracellulaire
- **MHC II** : Complexe majeur d'histocompatibilité de classe II
- **MK** : Mégacaryocytes
- **M2a, M2b, M2c** : Sous-types de macrophages M2
- **MMEx** : Extrait méthanolique
- **MRSA** : Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline
- **mPGES-1** : Microsomal Prostaglandin E Synthase-1
- **NF- κ B** : Nuclear Factor-kappa B
- **NGF** : Nerve Growth Factor
- **NK** : Natural Killers (cellules)
- **NETS** : Pièges extracellulaires des neutrophiles
- **NO** : Monoxyde d'azote
- **ONAB** : Office National des Aliments de Bétail
- **PAMPs** : Pathogen-Associated Molecular Patterns
- **PCs** : Cellules plasmacytoïdes
- **PDGF** : Platelet-Derived Growth Factor
- **PGE2/PGI2** : Prostaglandines E2 et I2
- **PLA2** : Phospholipase A2
- **PMNs** : Polynucléaires neutrophiles
- **PRRs** : Pattern Recognition Receptors

- **PAF** : Facteur d'activation plaquettaire (Platelet-Activating Factor)
- **ROS** : Espèces réactives de l'oxygène
- **SEM** : Standard Error of the Mean (Erreur standard de la moyenne)
- **SPM** : Spécialisés pro-résolution médiateurs
- **SPSS** : Statistical Package for the Social Sciences
- **TFC** : Flavonoïdes totaux
- **TGF- β** : Transforming Growth Factor-beta
- **Th1/Th2/Th17** : Sous-types de lymphocytes T auxiliaires
- **Tfh** : T folliculaires auxiliaires
- **TNF- α** : Facteur de nécrose tumorale alpha
- **TPC** : Composés phénoliques totaux
- **Treg** : T régulateurs
- **TFR** : Récepteur du facteur de croissance transformant (Transforming Growth Factor Receptor)
- **VEGF** : Vascular Endothelial Growth Factor

Introduction générale

Les boissons traditionnelles occupent une place essentielle dans la médecine alternative, grâce à leur longue histoire dans la promotion de la santé et le traitement des maladies (**Cuamatzin-García et al., 2022**). Parallèlement, l'intérêt pour la médecine traditionnelle et les produits naturels ne cesse de croître, avec une intégration progressive dans les recherches scientifiques modernes. Ces études visent à mieux comprendre leurs mécanismes et à confirmer leur efficacité, notamment dans le traitement des maladies inflammatoires chroniques, tout en réduisant les effets secondaires par rapport aux médicaments conventionnels. Cette approche est de plus en plus valorisée pour ses avantages thérapeutiques et son potentiel à offrir des alternatives plus sûres et naturelles (**W. Liu et al., 2023**).

Dans ce contexte, la boisson « Takerouayet », originaire de Ghardaïa, illustre parfaitement cette transition entre tradition et science. Préparée à partir de plantes médicinales aux propriétés pharmacologiques reconnues, elle contient des composés bioactifs aux effets anti-inflammatoires, contribuant à la modulation de la réponse inflammatoire. Ces plantes sont également employées en médecine traditionnelle pour leurs bienfaits thérapeutiques. Parmi ses ingrédients clés figurent le myrte (*Myrtus communis*), le souchet (*Cyperus articulatus*), la sarghina (*Corrigiola telephiifolia*), le rosier (*Rosa damascena*), le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) et le basilic (*Ocimum basilicum*) (**Algérie Presse Service, 2024; Benkhalifa et al., 2019**).

L'inflammation elle-même est un mécanisme immunitaire fondamental, jouant un rôle clé dans la réparation des tissus lésés et la défense contre les agressions extérieures. Elle peut être aiguë, se manifestant rapidement et de manière bénéfique, ou chronique, persistante et favorisant certaines maladies (**Netea et al., 2017**). Son évolution dépend de l'équilibre entre médiateurs pro et anti-inflammatoires, qui influencent ses effets sur la santé. Ce processus se déroule en plusieurs phases: initiation (déttection du stimulus et activation immunitaire), réaction cellulaire (la production de médiateurs inflammatoires et le recrutement des cellules immunitaires), résolution (régulation et retour à l'homéostasie) et parfois chronicisation lorsque la régulation est inefficace (**Alfaro et al., 2022**).

Notre travail vise à démontrer le pouvoir anti-inflammatoire de la boisson traditionnelle « Takerouayet ».

Partie I

La recherche bibliographique

Chapitre I

La boisson TAKEROUAYET

I.1 Historique et généralités sur la boisson TAKEROUAYET

Le « Takerouayet » est une boisson locale traditionnelle, fraîche et réputée, spécifiquement connue chez les Ghardaouis en Algérie, particulièrement présente durant le mois de Ramadan. Elle est toujours servie lors du « ftour » et du « sahour », et la plupart des familles ghardaouies tiennent à préparer ses ingrédients dès la mi Chaabane (**Benkhalifa et al., 2019**).

Cette boisson est formée à base de diverses plantes médicinales, notamment le Myrte "القمام" (dont les feuilles représentent environ 40% du mélange), le Souchet "تاره" (25% du mélange), la Corrigole "السرغين" وردد et le Rosier "ورد" (les deux constituent des proportions semblables, chacune représentant moins de 10% du mélange), ainsi que le Clou de girofle "قرنفل" (le moins représenté, avec une proportion de 2.5 à 5% du mélange) (**Benkhalifa et al., 2021**). Certaines personnes affirment que le Takerouayet est également composé de basilic "الريحان" ainsi que d'autre plantes connues uniquement par les habitants de Ghardaïa (**Algérie Presse Service, 2024**).

Cette boisson est préparée à la maison et disponible en été chez les épiciers et, même durant les autres saisons, elle est également vendue en bouteilles et placée dans les rayons des supérettes à Ghardaïa, à des prix variant entre 150 et 200 DA pour un litre. Actuellement, on la trouve aussi chez les vendeurs du thé. Son mode de commercialisation a été amélioré, elle est désormais vendue emballé dans des boîtes de 80 à 84 grammes ou dans des sachets à l'état sec, permettant au client de préparer lui-même la boisson comme une tisane (**Benkhalifa et al., 2019**).

Le Takerouayet se distingue par ses bienfaits et ses propriétés. Il aide à lutter contre la soif et à prévenir la déshydratation, ce qui le rend particulièrement adapté aux jeûneurs. Il procure une sensation de fraîcheur, surtout dans un climat chaud et sec comme celui de Ghardaïa. De plus, il peut avoir un effet énergisant, contribuant ainsi au bien-être général. Aucun effet secondaire ou intoxication n'a été signalé au fil des siècles d'usage (**Boukhalfa, 2019**).

I.2 Composition de boisson traditionnelle « TAKEROUAYET »

I.2.1 Le Myrte : *Myrtus communis L* "القمام"

I.2.1.1 Définition

Myrtus communis L., ou Myrte, est une plante médicinale aromatique de la famille des *Myrtaceae*, regroupant environ 3000 espèces. Originaire de l'Asie occidentale, du sud de

l'Europe et de l'Afrique du Nord, elle est largement répandue dans les zones côtières méditerranéennes et s'est étendue à diverses régions du monde, notamment l'Amérique du Sud, l'Australie et plusieurs pays africains comme l'Algérie, l'Éthiopie et l'Érythrée (**Al-Snafi et al., 2024**). Son importance en phytothérapie traditionnelle est reflétée par sa diversité de noms selon les cultures, notamment Habb-ul-Aas en arabe, Myrtle en anglais, Mirtia en grec, Mirto en italien, Mirt en russe et Mersin en turc (**Aleem & Anis, 2021**).

I.2.1.2 Description botanique

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques du Myrte commun (**Dabbagh et al., 2023**)

Caractéristique	Description
Nom commun	Myrte commun
Type de plante	Arbuste à fleurs
Taille	2,4–3 m de haut
Feuilles	Persistantes, de 2 à 5 cm de long
Fleurs	En forme d'étoile, blanches ou rosées, extrêmement parfumées
Fruits	Petits et foncés, baies rondes bleu-noir contenant plusieurs graines



A



B

Figure 1: La plante myrte : *Myrtus communis L*

A : Baies et feuilles de myrte **B** : Fleurs

(**Yangui et al., 2021**) (**Guellier, 2016**)

I.2.1.3 Classification botanique

Myrtus communis L., ou myrte commun, appartient à la classification botanique suivante : (Al-Snafi et al., 2024)

- **Règne :** Plantae
- **Sous-règne :** Viridiplantae
- **Infra-règne :** Streptophyta
- **Superdivision :** Embryophyta
- **Division :** Tracheophyta
- **Sous-division :** Spermaophytina
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Super-ordre :** Rosanae
- **Ordre :** Myrtales
- **Famille :** Myrtaceae
- **Genre :** *Myrtus*
- **Espèce :** *Myrtus communis L.*

I.2.1.4 Composition chimique

Le *Myrtus communis L* se caractérise par une composition chimique riche et variée. Son huile essentielle, dont la composition fluctue selon l'origine géographique, est principalement constituée de 1,8-cinéole et de bornéol, suivis par l' α -pinène et linalol, le camphène et d'autres composés tels que l'acétate de myrtényle, le (Z)-caryophyllène et le trans-pinocarvéol (Chraibi et al., 2021). Par ailleurs, la plante renferme des composés phénoliques, notamment des acylphloroglucinols, parmi lesquels figurent la myrtucommulone, la semi-myrtucommulone et le MCA-1 (Myrtucommuacetalone-1) (Al-Snafi et al., 2024).

En plus de ces composés, *Myrtus communis L* est une source importante de polyphénols (glycosides de flavonols, flavanols), d'acides gras essentiels (linoléique, palmitique, oléique, stéarique), ainsi que de tanins, d'acides organiques (citrique, malique, caféïque, tartrique) et de sucres. Ses fruits sont riches en protéines brutes et en minéraux essentiels, dont le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium. La variabilité chimique de son huile essentielle met en évidence l'existence de chémotypes distincts selon la région de croissance (Rashed, 2021).

I.2.1.6 Propriétés médicinales de *Myrtus communis L*

❖ Utilisation traditionnelle :

Traditionnellement, une infusion des feuilles et de brindilles de myrte est utilisée comme agent stimulant, antiseptique, astringent et hypoglycémiant. Il est également considéré comme un traitement contre l'eczéma, le psoriasis, l'asthme, les troubles gastro-intestinaux, les infections urinaires et la diarrhée (**Ouahiba et al., 2020**).

• Usages régionaux

En Algérie: le myrte est principalement utilisé pour traiter les affections respiratoires et digestives, et ses fruits sont employés pour leurs propriétés antidysentériques, anti-inflammatoires et hypoglycémiantes.

En Tunisie: les décoctions de fleurs et de fruits servent à soulager les troubles digestifs, la gingivite, les rhumatismes, la diarrhée, la toux et la rhinite.

Au Maroc: les décoctions et infusions sont utilisées contre les maladies respiratoires, les plaies, les hémorragies post-partum et les ulcères buccaux (**Bouzabata, 2015**).

❖ Activités biologiques

• Activité anti-inflammatoire

L'activité anti-inflammatoire de *Myrtus communis L.* est bien documentée et attribuée à des composés bioactifs tels que le myrténal, l'oenotheine B, la myrtucommulone, la semi-myrtucommulone et le MCA-1. Ces molécules inhibent plusieurs médiateurs de l'inflammation, notamment le NO, l'IL-6 et le TNF- α , ainsi que des enzymes clés comme la 5-lipoxygénase, la COX-1, la COX-2 et la mPGES-1. Elles impactent également la phosphorylation du facteur de transcription NF- κ B (**Al-Snafi et al., 2024**).

Une étude a montré que l'extrait méthanolique (MMEx), obtenu à partir des feuilles de *Myrtus communis L.*, possède une activité anti-inflammatoire comparable à celle du diclofénac, démontrée *in vitro* et *in vivo* par sa capacité à réduire la dénaturation des protéines et l'œdème inflammatoire. Par ailleurs, des analyses *in silico* indiquent que le pinostrobin chalcone et le cinnamyl cinnamate pourraient cibler sélectivement la COX-2 (**Belahcene et al., 2024**).

De même, l'huile essentielle algérienne (MCEO) a révélé une inhibition de la dénaturation de la BSA, prévenant ainsi la perte de structure d'une protéine, ainsi qu'une réduction de l'œdème inflammatoire chez le rat (œdème induit par la carraghénine). Ses

composés minoritaires (Peu nombreux) présentent une affinité potentielle pour la COX-2, comparable à celle du diclofénac (**Belahcene et al., 2023**).

• Activité antioxydante

Les extraits de *Myrtus communis L.*, issus des baies et des feuilles, présentent une activité antioxydante significative, évaluée par diverses méthodes *in vitro* et *in vivo*. Les feuilles, plus riches en tanins hydrolysables et flavonols, affichent une activité supérieure à celle des baies (**Hennia et al., 2018**). Cette propriété est attribuée à leur composition phénolique distincte, incluant des acides phénoliques, flavonoïdes et tanins, qui piègent efficacement les radicaux libres, inhibent la peroxydation lipidique et renforcent l'homéostasie de la défense oxydative (**Snoussi et al., 2021**).

• Activité antibactérienne

Myrtus communis L. présente une activité antibactérienne contre diverses bactéries Gram-positives et Gram-négatives, y compris les pathogènes buccaux et les souches résistantes comme le MRSA. Ses extraits et son huile essentielle inhibent la formation de biofilms et perturbent ceux existants. Cette action est attribuée à des monoterpènes tels que l' α -pinène, le 1,8-cinéole et le myrtenol, ainsi qu'à des extraits polyphénoliques (**Mir, 2023**).

Une autre étude révèle que Les huiles essentielles de *Myrtus communis L* d'Algérie montrent une activité antibactérienne modérée, variant selon l'origine. Non diluées, elles agissent contre *S. aureus*, *S. enterica*, *P. mirabilis* et *E. coli*, avec une sensibilité accrue de *S. aureus* et une résistance de *K. pneumoniae* et *S. liquefaciens*, liée à la présence d' α -pinène et de 1,8-cinéole (**Mohamadi et al., 2021**).

I.2.2 Le souchet articulé : *Cyperus articulatus* "تار"

I.2.2.1 Définition

Cyperus articulatus est une plante tropicale de la famille des *Cyperaceae*, également connue sous les noms « Priprioca » ou « herbe haute ». Elle pousse principalement le long des rivières et cours d'eau tropicaux, notamment en Amérique du Sud et en Afrique. Elle se caractérise par ses rhizomes aromatiques qui dégagent un parfum frais, boisé et épice, largement utilisé en aromathérapie et en artisanat traditionnel. Connue pour ces nombreuses propriétés médicinales et pharmacologiques, elle est utilisée pour traiter des

affections variées telles que les maux de tête, les troubles gastro-intestinaux, les infections respiratoires et les douleurs articulaires (**Dhar et al., 2024**).

I.2.2.2 Description botanique

La tige possède une structure circulaire avec un épiderme constitué d'une seule couche cellulaire, soutenu par plusieurs couches assimilatrices. Son tissu fondamental, principalement composé de cellules parenchymateuses, contient une grande moelle creuse. Les faisceaux vasculaires sont collatéraux et fermés, comprenant des éléments de métaxylème étroits et de protoxylème plus petits entourés d'une gaine fibreuse. Les faisceaux vasculaires les plus externes, plus petits, sont intégrés dans le chlorenchyme assimilateur, tandis que les autres faisceaux vasculaires, plus grands, sont dispersés dans le tissu fondamental à parois minces (**El-Amier & Abd El-Gawad, 2017**).

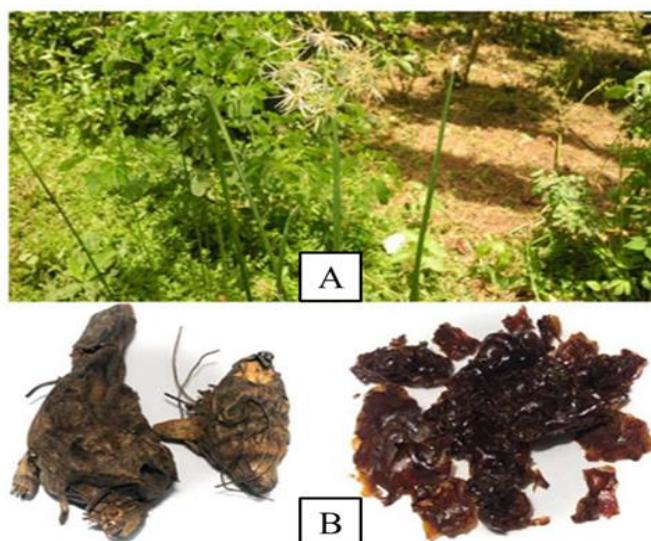


Figure 2: *Cyperus articulatus L* (**Mittas et al., 2022**)

A : la plante fraîche

B : Ses fragments séchés

I.2.2.4 Classification botanique

La classification botanique de souchet articulé est : (**GBIF Secretariat, 2023**)

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Tracheophyta
- **Classe :** Liliopsida
- **Ordre :** Cyperales
- **Famille :** Cyperaceae

- **Genre :** *Cyperus L*
- **Espèce :** *Cyperus articulatus L.*

I.2.2.5 Composition chimique

La plante tara est riche en substances chimiques bénéfiques, on trouve des concentrations élevées d'alcaloïdes, de flavonoïdes, de polyphénols, de saponines, de tanins et de terpènes, et aussi des composés isolés comme la cyperotundone et l'alpha-corymbolol. On trouve également des substances notables incluent: l'alpha-cyperone, l'alpha-pinène, l'oxyde de caryophyllène, le corymbolone et le mustakone (**Dhar et al., 2024**).

I.2.2.6 Propriétés médicinales de *Cyperus articulatus*

- **Activité anti-inflammatoire**

L'effet anti-inflammatoire du Priprioca repose principalement sur la présence de composés bioactifs tels que les stilbènes oligomères (en particulier le piceatannol), les acides phénoliques et les flavonoïdes. Son extrait méthanolique a démontré une capacité à inhiber la production de médiateurs inflammatoires. Parmi les principales molécules actives isolées, figurent le trans-scirpusin B et le cyperusphenol B. Cette propriété lui confère un usage traditionnel dans le traitement des douleurs et inflammations, et renforcent son potentiel thérapeutique (**Mittas et al., 2022**).

- **Activité antimicrobienne**

Cyperus articulatus possède une activité antimicrobienne significative, efficace contre plusieurs bactéries pathogènes, y compris des souches résistantes aux antibiotiques ainsi que certains champignons. Cette activité est attribuée à des composés bioactifs, présents dans ses extraits éthanoliques et chloroformiques ainsi que dans son huile essentiel, en particulier α - et β -pinène. Ces composés lui confèrent une puissante capacité antibactérienne, capable de supprimer complètement la croissance des bactéries tels que *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* (**Dhar et al., 2024**).

- **Activité antioxydante**

L'activité antioxydante de *Cyperus articulatus* repose sur sa richesse en composés bioactifs antioxydants, notamment les phénoliques et les flavonoïdes, qui lui confèrent un fort potentiel pharmaceutique et nutraceutique. Parmi ces principaux composés, figurent la

quercétine, la dihydroquercétine, l'acide mycophénolique, l'embeline, la quercitrine, le meptazinol, et la venpocetine, qui permettent à cette plante de neutraliser les radicaux libres, protéger l'ADN et les protéines, ainsi que préserver les aliments contre l'oxydation. Ces composés jouent un rôle clé dans la lutte contre le stress oxydatif et la prévention de maladies associées (**Swain et al., 2021**).

I.2.3 La corrigiole: *Corriola Telephiifolia* "السرغين"

I.2.3.1 Définition

Corriola telephiifolia, connue au Maroc sous le nom de sarghina, est une hémicryptophyte spontanée appréciée mondialement pour ses propriétés médicinales et ethnopharmacologiques. La racine de cette plante aromatique est traditionnellement préparée en infusion ou en décoction pour ses vertus thérapeutiques (**Benkhnigue et al., 2022**). Sur le plan géographique, *C. telephiifolia* Pourr est une espèce méditerranéenne subatlantique que l'on retrouve en Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Algérie, ainsi qu'en Europe occidentale et centrale (Espagne, France, Italie et Portugal) (**El Yaagoubi et al., 2024**).

I.2.3.2 Description botanique

Tableau 2: Caractéristiques morphologiques de *Corriola Telephiifolia*
(**El Yaagoubi et al., 2024**)

Type de plante	Plante vivace
Hauteur	Environ 60 cm de hauteur
Tige	Épaisse
Feuilles supérieures	Plus hautes, légèrement charnues, rapprochées, subspatulées, obovales ou oblongues
Feuilles inférieures	Plus étroites
Branches fleuries	Entièrement dépourvues de feuilles
Fleurs	Pédicellées avec une partie verte arrondie
Graines	Tubéreuses
Période de floraison	Deux fois par an, à partir de la mi-janvier en hiver et au printemps dans la région méditerranéenne



Figure 3: La plantes de *Corrigiola telephiifolia* collectées au Maroc (fraîches et séchées)

(El Yaagoubi et al., 2025)

I.2.3.3 Classification botanique

La classification botanique de *Corrigiola telephiifolia* (Nom français: Corrigiole Nom arabe: سر غينة Serguinal) est la suivante: (Amine et al., 2017)

- **Royaume:** Plantae
- **Classe:** Magnoliopsida
- **Ordre:** Caryophyllales
- **Famille:** Caryophylaceae
- **Genre:** *Corrigiola L*
- **Espèce:** *Corrigiola telephiifolia Pourr.*

I.2.3.4 Composition chimique

Les racines de *Corrigiola telephiifolia* Pourr sont riches en composés bioactifs, comprenant des polyphénols, flavonoïdes, terpénoïdes et alcaloïdes, qui confèrent à la plante ses propriétés antioxydantes et pharmacologiques. Parmi ces substances, on retrouve une concentration notable de composés phénoliques totaux (TPC) et flavonoïdes totaux (TFC), ainsi que des tannins condensés et hydrolysables. Les acides phénoliques, incluant les acides hydroxycinnamiques et hydroxybenzoïques, jouent également un rôle essentiel dans son activité biologique (El Yaagoubi et al., 2025).

I.2.3.5 Propriétés médicinales de *Corrigiola telephiifolia*

❖ Utilisation traditionnelle

La *Corrigiola telephiifolia* Pourr est une plante médicinale traditionnellement employée dans la région de Souss Massa au Maroc pour diverses affections. Elle est utilisée pour traiter les troubles digestifs et neurologiques chez les enfants, notamment les pleurs incessants, souvent associés à des croyances de sorcellerie (**Khalid & Ahmed, 2023**). Ses applications s'étendent également aux soins généraux, où elle est réputée pour ses propriétés apéritives, aphrodisiaques, antidiabétiques, ainsi que pour le traitement de la grippe, des maladies dermatologiques, de l'inflammation, des ulcères, de la toux et de la jaunisse. Par ailleurs, elle possède des effets anesthésiques et diurétiques, renforçant son intérêt thérapeutique dans la médecine traditionnelle (**El Yaagoubi et al., 2023**).

❖ Activités biologiques

• Activité antioxydante

Une étude menée par (**Hebi & Eddouks, 2019**) a démontré que l'extrait aqueux des parties aériennes (APAE) de *C. telephiifolia* possède une activité antioxydante principalement due à ses polyphénols et flavonoïdes extraits des parties aériennes. Cette activité se manifeste par la neutralisation des radicaux libres de manière dose-dépendante, comme l'a démontré le test DPPH. Les polyphénols protègent contre le stress oxydatif, impliqué dans les complications du diabète, tandis que les flavonoïdes pourraient avoir une action hypolipidémique, suggérant un double effet antioxydant et métabolique.

• Activité anti inflammatoire

Une étude de (**Miguel et al., 2014**) a évalué l'activité anti-inflammatoire des extraits éthanoliques de *Corrigiola telephiifolia* en mesurant l'inhibition *in vitro* de la lipoxygénase, un indicateur de cette activité. L'extrait a démontré une inhibition modérée, corrélée à sa teneur en phénols totaux, suggérant un potentiel anti-inflammatoire bien que moins puissant que d'autres substances testées.

• Activité antibactérienne

L'étude a évalué l'activité antibactérienne des extraits aqueux de *Corrigiola telephiifolia* (infusion, décoction, macération) contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus*. Seul le macérât, riche en polyphénols, a montré une légère activité contre *E. coli*. Aucun des extraits n'a inhibé la croissance de *S. aureus* et *K. pneumoniae* à la concentration testée. Ces résultats pourraient partiellement justifier l'usage traditionnel de la plante contre les infections digestives (**Amine et al., 2017**).

I.2.4 Le rosier : *Rosa damascena* "رُسَّان"

I.2.4.1 Définition

Rosa damascena, ou comme on l'appelle aussi la rose de Damas, considérée comme la reine des fleurs. Cette plante, qui est une plante ornementale, est précieuse pour ses propriétés pharmacologiques modernes et ses utilisations médicinales traditionnelles. Les Iraniens l'appellent la fleur du prophète Mohammad (**Gol-E-Muhammadi**) car son parfum leur rappelle le prophète Muhammad ﷺ (**Akram et al., 2020**).

Elle est utilisée depuis plus de mille ans pour ses bienfaits médicaux, notamment pour traiter les troubles gastro-intestinaux et cardiaques, les douleurs thoraciques et abdominales, la constipation, les affections hépatiques ainsi que la réparation des lésions cutanées et muqueuses. En plus, elle est largement utilisée dans les industries du parfum et de la cosmétique (**Nayebi et al., 2017**).

I.2.4.2 Description botanique

Rosa damascena est une plante caducifoliée et basse, caractérisée par des stolons larges et des rameaux aériens. Ses pousses, mesurant entre 0,5 et 1,5 m, sont couvertes de grandes épines recourbées ou dressées, ainsi que de glandes de tailles variées sur la tige. Ses feuilles, généralement ovales à elliptiques, sont longues, glanduleuses et comptent 5 à 7 folioles. Ses fleurs peuvent parfois être groupées par deux ou trois et sont portées par des pédicelles épais et glandulaires de 2 à 3 cm de long. Les pétales veloutés, aux teintes roses à violettes, mesurent 2 à 3 cm de long et de large. Elle est principalement cultivée en Turquie, Iran, Bulgarie et Maroc, ainsi que dans d'autres régions du monde (**Nasery et al., 2016**).



Figure 4: Fleurs, bourgeons et feuilles de *Rosa damascena*. (**Mahboubi, 2016**)

I.2.4.3 Classification botanique

La classification botanique de la rose de Damas est : (**GBIF Secretariat, 2023**)

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Tracheophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Ordre :** Rosales
- **Famille :** Rosaceae
- **Genre :** *Rosa L.*
- **Espèce :** *Rosa × damascena Mill.*

I.2.4.4 Composition chimique

L'analyse chimique de *Rosa damascena* révèle qu'elle contient divers composants essentiels tels que les terpènes, les glycosides, les flavonoïdes et les anthocyanines. Cette rose renferme également de l'acide carboxylique, du myrcène, de la vitamine C, du kaempférol et de la quercétine, ainsi que des huiles grasses et des acides organiques (**Labban & Thallaj, 2020**).

I.2.4.5 Propriétés médicinales de *Rosa damascena*

• Activité anti-inflammatoire

La rose de Damas se distingue par ses propriétés anti-inflammatoires significatives grâce à ses composés bioactifs notamment les flavonoïdes, les anthocyanines, les terpènes et les glycosides. Elle contribue à la réduction de l'inflammation en agissant sur des marqueurs spécifiques et des voies inflammatoires (**Nagi et al., 2024**).

• Activité antimicrobienne

Rosa damascena possède une activité antimicrobienne significative en raison de ses composants phénoliques tels que : l'alcool phénylethylique, les flavonoïdes et les terpénoïdes. Elle montre un effet antibactérien important contre diverses souches bactériennes, notamment *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Chromobacterium violaceum* et *Pseudomonas aeruginosa* (**Akram et al., 2020**).

• Activité antioxydante

Rosa damascena possède également une puissante activité antioxydante, comparable à celle de la vitamine E, cela signifie que la rose peut potentiellement prévenir et traiter certaines maladies causées par les radicaux libres et liées au stress oxydatif. En plus de cela, elle contient de la vitamine C qui renforce son activité antioxydante (**Labban & Thallaj, 2020**).

I.2.5 Le clou de girofle : *Syzygium aromaticum* "قرنفل"

I.2.5.1 Définition

Le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) provient d'un arbuste de la famille des *Myrtaceae*. Ce bouton floral non ouvert du giroflier est natif d'Indonésie et est largement apprécié comme épice culinaire à travers le monde. De plus, il figure parmi les aliments reconnus comme sûrs (GRAS) pour la consommation humaine (**Otunola, 2022**).

I.2.5.2 Description botanique

Tableau 3: Caractéristiques morphologiques de *Syzygium aromaticum* (**Goetz, 2021**)

Feuilles	Feuilles de 8 à 10 cm de long, coriaces, persistantes, opposées, pétiolées, ovales, lancéolées. La face supérieure est vert rougeâtre et la face inférieure est vert foncé, légèrement pointillée. Parfumé, avec une forte odeur de clou de girofle une fois écrasé
-----------------	---

Inflorescence	Petites cymes compactes et ramifiées (4 à 5 cm) rassemblées en panicules de 3 à 5 petites fleurs odorantes
Fleurs	Calice tubulaire gris-blanc, puis rouge (4 sépales charnus et persistants rouges) et corolle rose-blanc (4 pétales blancs à deux pétales) Caractéristiques des fleurs : Hermaphrodite, avec de nombreuses étamines et un pistil avec un ovaire inférieur à deux loges
Fruit	Drupe ovale brun pourpre, contenant une seule graine, d'environ 1,5 cm de long
Clous de girofle	Bourgeons récoltés avant la floraison

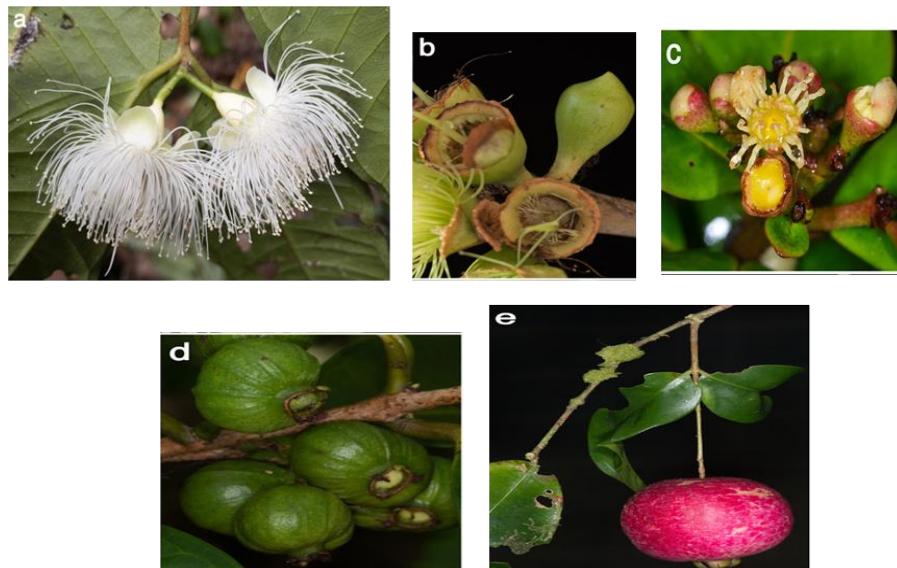


Figure 5: Le clou de girofle: *Syzygium aromaticum* **A :** Pétales libres (*Syzygium pendens*) ; **b :** Calice calyptré (*Syzygium paradoxum*) ; **c :** Corolle pseudocalyptréée (*Syzygium adelphicum*) ; **d :** Fruits mûrissant verts (*Syzygium cf. dyerianum*) ; **e :** Inflorescence ou infructescence pendante (*Syzygium boonjee*) (**Low et al., 2022**).

I.2.5.3 Classification botanique

La classification botanique de *Syzygium aromaticum* est la suivante : (**Low et al., 2022**).

- **Ordre:** Myrales
- **Famille:** Myrtaceae.
- **Genre:** *Syzygium*.

- **Espèce:** *Syzygium aromaticum*.

Avant d'être désigné sous le nom scientifique *Syzygium aromaticum*, le giroflier a été connu sous diverses appellations, notamment :

- *Syzygium aromaticum (L.) Merrill & Perry*
- *Caryophyllus aromaticus L.*
- *Eugenia aromatic (L.) Baill*
- *Eugenia caryophyllata Thunb*

Actuellement, les noms *Syzygium aromaticum* et *Eugenia caryophyllus* sont tous les deux employés (**U. A. Khan et al., 2020**).

I.2.5.4 Composition chimique

L'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* L. (clou de girofle) est principalement composée d'eugénol (au moins 50%), d'acétate d'eugényle, de β-caryophyllène et d'α-humulène, avec des variations possibles selon divers facteurs. De nombreux composés mineurs sont également présents, contribuant à la complexité de sa composition (**Haro-González et al., 2021**).

I.2.5.5 Propriétés médicinales de *Syzygium aromaticum*

❖ Utilisation traditionnelle

Le giroflier (*Syzygium aromaticum*) est employé traditionnellement pour traiter différents troubles : son huile essentielle est appliquée contre les douleurs dentaires, une décoction de ses feuilles est utilisée en inhalation pour les maux de tête, une infusion de ses fleurs est bue pour les maux d'estomac, une décoction de ses clous dans du lait est consommée pour la toux, et ses fleurs crues sont ingérées pour les douleurs dentaires et abdominales, l'impuissance et les infections vaginales à levures (**Suroowan et al., 2019**).

❖ Activités biologiques

Le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) offre une vaste diversité d'activités biologiques grâce à ses riches composés actifs.

• Activité antimicrobienne

Antibactérien, antifongique et antiviral

L'extrait de dichlorométhane du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) a démontré la plus forte activité antibactérienne contre *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* et le *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM), surpassant ainsi l'efficacité des extraits acétonique, éthanolique et à l'éther de pétrole. L'eugénol est identifié comme le principal composant actif à l'origine de cette activité, suivi par l'acétate d'eugényle (Taha Yassin et al., 2020). Une autre étude sur l'huile essentielle de clou de girofle confirme cette activité, soulignant que sa forte concentration en eugénol provoque la rupture de la membrane bactérienne, entraînant la mort cellulaire (Radünz et al., 2019).

Syzygium aromaticum présente un fort potentiel antifongique et antiviral. Son extrait d'acétate d'éthyle et son huile essentielle inhibent efficacement *Candida spp* et *Fusarium oxysporum*, grâce à des composés bioactifs comme l'eugénol et l'acétate d'eugényle. Par ailleurs, ses extraits aqueux exercent une activité antivirale contre le *Calicivirus félin*, modèle du Norovirus humain, tandis que l'eugénol et l'eugénine montrent une inhibition significative du virus Herpès simplex et du virus de la grippe A, renforcée en présence d'acyclovir (Otunola, 2022).

• Activité antioxydante

L'huile essentielle de clou de girofle (EOCa) est un puissant antioxydant grâce à ses composés phénoliques, en particulier l'eugénol, qui neutralisent les radicaux libres (Kiki, 2023). L'efficacité de cette action pourrait être renforcée par la présence de composés tels que le β -caryophyllène, ainsi que par une éventuelle synergie entre les différents constituants de l'huile. Cette combinaison confère à l'EOCa un puissant effet antioxydant naturel (Haiouani et al., 2024).

• Activité antidiabétique

L'extrait éthanolique des fleurs de *Syzygium aromaticum* (FESA) démontre une puissante activité antidiabétique *in vitro*, notamment par l'inhibition de l' α -glucosidase, une enzyme essentielle à la régulation glycémique chez les diabétiques de type 2. Cette inhibition, surpassant celle d'un médicament couramment utilisé, s'explique par la richesse du FESA en composés bioactifs tels que l'eugénol, l'acétugénol et le trans-caryophyllène (Buddhakala et al., 2022).

L'effet antidiabétique de *Syzygium aromaticum* s'observe également dans ses émulsions et huiles essentielles, principalement grâce à ses composés phénoliques, notamment l'eugénol et l'acétate d'eugényle. En inhibant l' α -glucosidase et l' α -amylase,

deux enzymes clés impliquées dans la digestion des glucides, ces molécules ralentissent l'absorption du glucose et contribuent ainsi à la maîtrise de l'hyperglycémie (**S. Khan & Khan, 2022**).

- **Activités immunomodulatrices, anti-inflammatoires et analgésiques :**

Syzygium aromaticum présente des propriétés pharmacologiques remarquables, modulant les réponses immunitaires, inflammatoires et neurophysiologiques. Grâce à ses composés bioactifs, notamment l'eugénol, les flavonoïdes et la paeoniflorine, son huile essentielle optimise l'équilibre immunitaire en influençant les mécanismes humoraux et cellulaires tout en atténuant la production de médiateurs pro-inflammatoires. Son action anti-inflammatoire repose sur la régulation des voies de signalisation NF-κB et ERK/MAPK, réduisant les marqueurs inflammatoires et prévenant le remodelage tissulaire. Par ailleurs, son activité analgésique, largement exploitée en médecine traditionnelle, cible les médiateurs de la douleur et de l'inflammation, renforçant ainsi son potentiel thérapeutique (**Xue et al., 2022**).

I.2.6 Le basilic : *Ocimum basilicum* "الريحان"

I.2.6.1 Définition

Le basilic, scientifiquement connue sous le nom *Ocimum basilicum*, est une plante aromatique précieuse pour ses propriétés médicinales et pharmacologiques notamment les propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes. Généralement appelée le basilic doux. Cette plante est originaire de régions tropicales et subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud, appartenant à la famille des *Lamiacées*. Elle est riche en produits naturels et grâce à sa composition chimique, elle est caractérisée également par ces applications en cuisine, parfumerie, cosmétique et industrie pharmaceutique (**Kamelnia et al., 2023**).

I.2.6.2 Description botanique

C'est une plante herbacée aromatique annuelle qui peut atteindre une hauteur maximale de 60 cm (30 à 60 cm). Elle germe 14 à 21 jours après la plantation. Ses feuilles sont ovales, pointues et réciproques. Les fleurs du basilic sont petites, aromatiques, et peuvent être blanches, rouges ou violettes. Ses graines sont minuscules et noires. Selon les

conditions climatiques, la période de croissance du basilic varie entre 170 et 180 jours (**Shahrajabian et al., 2020**).



Figure 6: Le basilic (*Ocimum basilicum*) (Nardo, 2018)

I.2.6.3 Classification botanique

La classification botanique de basilic est : (**Purushothaman et al., 2018**)

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille :** Lamiacées
- **Genre :** *Ocimum*
- **Espèce :** *Ocimum basilicum*.

I.2.6.4 Variétés

Parmi les différentes espèces du genre *Ocimum* : (**Sonmezdag et al., 2018**)

- *Ocimum americanum L*
- *Ocimum basilicum L*
- *Ocimum tenuiflorum L*
- *Ocimum ratissimum L*
- *Ocimum sanctum L*

I.2.6.4 Composition chimique

Ocimum basilicum est une plante riche en composés phytochimiques appartenant aux familles des phénylpropanoïdes, comme l'eugénol, le méthyl eugénol, le chavicol, l'estragole, le méthyl cinnamate, et ainsi qu'aux terpénoïdes. Elle contient également

d'autre constituants, notamment les monoterpènes oxygénés (linalool, cinéole (eucalyptol), acétate de bornyle, néral), les hydrocarbures monoterpéniques (Pinène, camphène, géraniol, carvone, myrténol), les hydrocarbures sesquiterpéniques, les composés polyphénoliques (acide caféique, acide rosmarinique, acide férulique, rutine). Tous ces composés sont reconnus pour leurs propriétés bénéfiques et leurs applications (**Azizah et al., 2023**).

I.2.1.5 Valeurs nutritionnelles du basilic

Le basilic est l'une des plantes les plus importantes riches en nutriments. Voici un aperçu des valeurs nutritionnelles et caloriques pour environ 100 g de basilic frais:

Tableau 4 : Teneur en éléments nutritifs du basilic frais (**Filip, 2017**)

Nutriments	Montant
Eau	92,06 g
lipides	0,64 g
Protéines	3,15 g
Vitamine A	264 µg
Vitamine B1, B2, B3, B5	34 µg, 76 µg, 902 µg, 209 µg
Vitamine B6, B9	155 µg, 68 µg
Vitamine E, K, C	0,80 mg, 414,8 µg, 18 mg
Choline	11,4 mg
Potassium	295 mg
Nitrogène	4 mg
Cuivre, fer, zinc	0,385 mg, 3,17 mg, 0,81 mg
Phosphore, sélénium	56 mg, 0,3 µg
Magnésium, manganèse	64 mg, 1,148 mg
Bêta-carotène	3142 µg
Californie	177 mg

I.2.6.5 Propriétés médicinales d'*Ocimum basilicum*

Traditionnellement, le basilic a été employé pour traiter divers problèmes de santé, tels que les affections rénales, les saignements post-partum, les maux d'oreilles, les

irrégularités menstruelles, l'arthrite, l'anorexie, ainsi que le rhume et le paludisme (**Shahrajabian et al., 2020**).

Parmi les principales utilisations pharmacologiques du basilic, on trouve:

- **Activité anti-inflammatoire**

Le basilic est caractérisé par ses propriétés anti-inflammatoires attribuées à des composés bioactifs comme l'estragole, le cinnamate de méthyle, l'eugénol de méthyle, l' α -bergamotène, l' α -cadinol et l'acide linoléique. Cette activité repose sur l'inhibition et la suppression de la production des médiateurs pro-inflammatoire (comme le TNF- α , l'IL-6 et l'IL- β) et la stimulation des médiateurs anti-inflammatoires (comme l'IL-10) (**Dhama et al., 2023**).

- **Activité antimicrobienne**

Le basilic possède une activité antimicrobienne significative grâce à sa richesse en composés phytochimiques bioactifs, tels que les phénoliques, les terpénoïdes et les acides gras. Il se distingue par son effet antibactérien, inhibant la croissance de diverses bactéries pathogènes, notamment *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*, et présentant ainsi une capacité antibactérienne supérieure à certains antibiotiques commerciaux. Par ailleurs, son effet antifongique repose sur la présence de tanins, qui empêchent la croissance fongique en perturbant les membranes cellulaires des micro-organismes (**Zhakipbekov et al., 2024**).

- **Activité antioxydante**

L'activité antioxydante du basilic est principalement attribuée à la présence de ses composés actifs notamment les polyphénols et les flavonoïdes comme l'acide rosmarinique et l'acide caféïque, qui sont des antioxydants puissants, ainsi qu'à leur effet synergique. Cet effet du basilic a également été confirmé par sa capacité à neutraliser les radicaux superoxydes et à réduire l'oxydation des lipides, protégeant ainsi les cellules contre le stress oxydatif (**Marwat et al., 2011**).

Chapitre II

L'inflammation

II.1 Définition de l'inflammation

L'inflammation peut être définie comme une réponse biologique du système immunitaire à des stimuli nocifs ; elle est un mécanisme de défense crucial pour la santé qui agit en les éliminant et en initiant le processus de guérison. Elle vise à protéger l'organisme en réparant les tissus affectés ; mais lorsqu'elle est mal contrôlée, elle peut devenir chronique, entraînant des maladies variées (Chen et al., 2018).

Ce processus entraîne d'importants évènements notamment l'élimination de la cause initiale de la blessure, la phagocytose des cellules endommagées (y compris les cellules nécrotiques) et la réparation des tissus affectés (Netea et al., 2017).

L'inflammation se manifeste souvent par des signes cliniques tels que : la rougeur, la chaleur, le gonflement de la région affectée (œdème), la douleur, et une perte de fonction tissulaire (Calvino, 2021).

Il existe plusieurs facteurs qui peuvent provoquer une inflammation ; parmi lesquels : les caillots sanguins, les troubles du système immunitaire, les cancers, les expositions à des substances chimiques; ainsi que de nombreuses infections causées par des agents pathogènes, notamment viraux, bactériens, fongiques ou protozoaires (Roe, 2021).

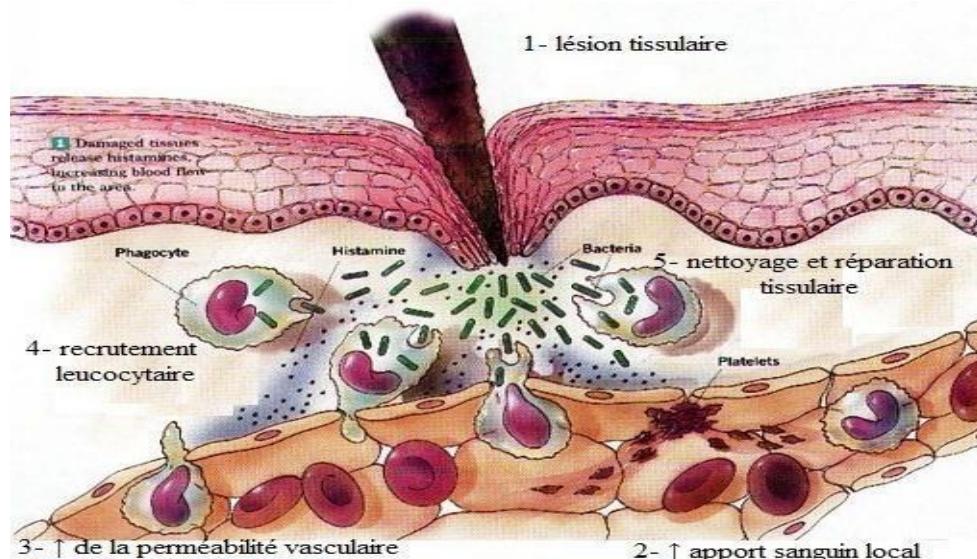


Figure 7: La réponse inflammatoire après une lésion tissulaire (BENROUIBAH & KADJA, 2020)

II.2 Réaction inflammatoire

La réaction inflammatoire est un processus initié par l'organisme lorsqu'il identifie une agression ou un dommage, que ce soit par la reconnaissance de pathogènes ou de blessures via le système immunitaire inné. Son but principal est de défendre l'organisme contre les agents pathogènes et de signaler la présence d'un dommage (**Totsch & Sorge, 2017**).

II.2.1 Immunité innée

La première ligne de défense rapide, mobilise des cellules clés telles que les macrophages, neutrophiles, cellules NK et mastocytes, ainsi que les fractions du complément sur le plan humorale. Ces éléments libèrent des médiateurs inflammatoires pouvant activer les nocicepteurs, induisant une douleur aiguë (**Bertin & Vergne-Salle, 2019**).

II.2.2 Immunité adaptative

L'immunité adaptative ou acquise, est une défense spécifique du système immunitaire, remarquable par sa capacité mémorisable. Cette mémoire assure une réponse rapide et efficace face à des antigènes précédemment rencontrés. Ce mécanisme repose sur les lymphocytes T, qui orchestrent l'immunité cellulaire, et sur les lymphocytes B, responsables de la production d'anticorps spécifiques dans le cadre de l'immunité humorale (**L. Sun et al., 2020**).

II.3 Types de l'inflammation

II.3.1 Selon l'origine

- **Inflammation stérile :**

L'inflammation stérile survient en l'absence des agents pathogènes et de leurs produits. Elle est déclenchée par des molécules stériles (non microbiens) qui sont des motifs moléculaires associés aux dommages (DAMPs), libérés lors des lésions tissulaires et initient une réponse inflammatoire (**Zindel & Kubes, 2020**). Elle implique le recrutement des leucocytes notamment les neutrophiles et les macrophages, la production de cytokines et de chimiokines inflammatoires (**Van Linthout & Tschöpe, 2017**).

L'inflammation stérile est essentielle pour de nombreux processus tels que le développement des organes, la réparation des tissus endommagés et la défense de l'hôte. Cependant, si elle est dérégulée, excessive (comme dans les traumatismes graves ou les troubles auto-inflammatoires) ou altérée, elle devient pathologique et entraîne différents

maladies inflammatoires aiguës et chroniques, notamment hépatiques et gastro-intestinales (**McDonald & Kubes, 2016**).

- **Inflammation infectieuse**

L'inflammation infectieuse est une réponse provoquée par des microorganismes (agents exogènes) appelés motifs moléculaires associés aux agents pathogènes (PAMPs), qui sont reconnus par des récepteurs spécifiques du système immunitaire inné appelés récepteurs de reconnaissance des motifs (PRR) (**Claverie et al., 2016**). Après cette reconnaissance du signal de danger, les PRR déclenchent une ou plusieurs voies de signalisation stimulant ainsi une série des réponses pro-inflammatoire afin de lutter contre ces agents infectieux (**Choi & Klessig, 2016**).

Parmi ces motifs, il y a le LPS (lipopolysaccharide -un composant élémentaire de la membrane cellulaire des bactéries Gram-négatives-), et la flagelline (un acide nucléique viral tel que l'ARN double brin (ARNdb), l'ARN simple brin (ARNsb) et l'ADN) (**H. Sun et al., 2021**).

II.3.2 Selon la durée

- **Inflammation aiguë**

C'est une réponse bénéfique adaptative immédiate, qui se manifeste immédiatement après la blessure et dure généralement quelques jours, elle protège l'organisme contre les agents infectieux en particulier *Mycobacterium tuberculosis*, les protozoaires, les champignons et autres parasites, entraînant ainsi: la libération des médiateurs solubles comme: les cytokines, les protéines de phase aigüe et les chimiokines, qui constituent un élément essentiel lors d'une inflammation aiguë, et la migration des leucocytes vers le site de l'inflammation (**Hannoodee & Nasuruddin, 2024**).

- **Inflammation chronique**

L'inflammation chronique, peut être définie comme une inflammation lente et prolongée, dure de plusieurs mois à plusieurs années. Généralement sa durée et son intensité dépendent largement des causes et de la nature de la lésion ainsi que de la capacité du corps à réparer les tissus endommagés et à neutraliser les facteurs déclencheurs. Elle peut être causée par un échec dans l'élimination de l'agent provoquant une inflammation aiguë, ainsi qu'un défaut dans les cellules responsables de la médiation de l'inflammation, et etc...(**Pahwa et al., 2023**).

Tandis que l'inflammation aiguë, qui se manifeste rapidement et de manière visible déclenchée par des agents infectieux (PAMPs) ou des dommages physiques (DAMPs), l'inflammation chronique généralement évolue de façon silencieuse sans signes cliniques évidents et peut passer inaperçue pendant longtemps. Avec le temps, elle peut provoquer des dommages irréversibles aux tissus et participer à l'émergence ou à l'aggravation de nombreuses maladies chroniques tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives, ou métaboliques (**Maddipati, 2024**).

II.3.3 Selon la localisation

- **Inflammation systémique**

L'inflammation systémique est une réponse inflammatoire généralisée qui affecte l'ensemble de l'organisme impliquant la libération de médiateurs inflammatoires dans la circulation sanguine. Elle peut être aiguë ou chronique (**Gusev & Sarapultsev, 2023**).

L'inflammation systémique aiguë est caractérisée par une dysfonction organique due à une réponse immunitaire excessive, entraînant des complications graves telles que des troubles de la perfusion tissulaire, une hypotension et un œdème. Elle est souvent associée à des pathologies critiques comme la septicémie et des perturbations immunitaires dynamiques (**Hellenthal et al., 2022**).

En revanche, l'inflammation systémique chronique reflète souvent des maladies graves et se distingue par une hypercytokinémie persistante. Les deux formes sont marquées par des niveaux élevés de cytokines pro-inflammatoires, comme IL-6, IL-18 et TNF- α (**Gusev & Sarapultsev, 2023; Y. Sun et al., 2022**).

- **Inflammation locale**

L'inflammation locale constitue une réponse immunitaire circonscrite à une région spécifique de l'organisme, induite par des stimuli tels que des lésions, des infections ou des agressions pathogènes (**Rossi et al., 2021**). Ce mécanisme repose sur l'activation des cellules immunitaires résidentes et le recrutement de cellules circulantes vers le site atteint.

Une caractéristique essentielle de ce processus est la libération de médiateurs inflammatoires, incluant des cytokines et des chemokines, qui renforcent la réponse locale. Son objectif primordial est d'éradiquer l'agent causal tout en favorisant la réparation des tissus endommagés (**Bentley & Little, 2021**).

Contrairement à l'inflammation systémique, elle reste confinée à la région affectée, limitant ainsi ses effets sur l'organisme global. Notamment, une inflammation locale peut

se produire sans engendrer de syndrome inflammatoire systémique décelable (**Laroche et al., 2022**). Elle peut être aiguë, traduisant une réponse rapide et de courte durée, ou chronique, se manifestant par une persistance prolongée (**Sato et al., 2023**).

II.3.4 Inflammation granulomateuse

L'inflammation granulomateuse est une forme d'inflammation chronique caractérisée par des infiltrats inflammatoires impliquant des macrophages et des lymphocytes T (CD4+ et CD8+). Elle résulte de l'interaction entre des cellules présentatrices d'antigènes, principalement des monocytes et des macrophages, et des lymphocytes T. Les granulomes adoptent une structure tridimensionnelle sphérique, composée d'un noyau central de macrophages pouvant fusionner en cellules géantes multinucléées, entouré d'une couronne de lymphocytes T à la périphérie. Contrairement aux ganglions lymphatiques, leur formation ne requiert pas de structure anatomique préexistante. Ces granulomes se développent en réponse à des antigènes infectieux ou non infectieux, et peuvent présenter une nécrose centrale (granulomes caséux) ou en être dépourvus (granulomes non caséux) (**Sacco et al., 2023**).

II.4 Cellules de l'inflammation

II.4.1 Cellules sentinelles

• Cellules dendritiques

Les cellules dendritiques (DCs) sont des cellules présentatrices d'antigènes professionnelles situées dans les tissus périphériques et lymphoïdes. Agissant comme sentinelles, elles maintiennent l'homéostasie en favorisant la tolérance immunitaire et réagissent aux perturbations en activant les lymphocytes T naïfs dans les ganglions lymphatiques, reliant ainsi l'immunité innée à l'adaptative (**Yin et al., 2021**). Elles capturent, traitent et présentent les antigènes aux lymphocytes T CD4+ ou CD8+ via les molécules MHCII ou MHCI, tout en surveillant activement leur environnement dans divers types de tissus (**Hilligan & Ronchese, 2020**).

Les cellules dendritiques (CD) sont hétérogènes et se divisent en plusieurs types principaux, chacun ayant des caractéristiques et fonctions spécifiques. Les principaux types de cellules dendritiques sont : Les cellules dendritiques (DCs) regroupent principalement les cellules dendritiques conventionnelles (cDCs), divisées en cDC1 et cDC2, ainsi que les cellules plasmacytoides (PCs) (**Murphy & Murphy, 2022**).

D'autres types, comme les cellules de Langerhans, celles dérivées des monocytes et les cellules dendritiques folliculaires (FDCs), sont désormais différenciés selon leur ontogénie et leurs fonctions spécifiques, grâce aux avancées en classification basée sur l'expression génique (**Cabeza-Cabrerizo et al., 2021; Facchetti et al., 2021**).

• Macrophages (M1)

Les macrophages de type 1 (M1), constituant des cellules myéloïdes cruciales du système immunitaire inné, sont caractérisés par leur polarisation pro-inflammatoire (**Li et al., 2022**). Ils s'activent classiquement en réponse à des signaux tels que l'interféron-gamma (IFN- γ), l'interleukine-1 β (IL-1 β) et le lipopolysaccharide (LPS) (**Boutilier & Elsawa, 2021; He et al., 2021**). En tant que cellules sentinelles, ils jouent un rôle fondamental dans la détection rapide des agents pathogènes et des lésions tissulaires, étant parmi les premières cellules immunitaires à interagir avec les antigènes sur le site d'une infection ou d'une blessure.

Ces macrophages se distinguent par leur capacité à présenter des antigènes via le complexe majeur d'histocompatibilité de classe II (MHC II), un processus essentiel à l'activation des lymphocytes T auxiliaires et à l'initiation de l'immunité adaptative (**Boutilier & Elsawa, 2021**). En réaction à une menace, ils libèrent des cytokines pro-inflammatoires, telles que l'IL-6, l'IL-12, l'IL-1 α et le TNF- α , ainsi que du monoxyde d'azote (NO), qui instaurent un état inflammatoire destiné à éliminer les agents pathogènes et à attirer d'autres cellules immunitaires sur le site affecté (**Ross et al., 2021**).

Par leur réponse coordonnée, les macrophages M1 jouent un rôle clé dans l'élimination des agents pathogènes et l'activation de la réponse inflammatoire, tandis que les macrophages M2 prennent le relais en facilitant la réparation des tissus et en apaisant l'inflammation (**N. Wang et al., 2014**).

• Mastocytes

Les mastocytes, dérivés de la lignée myéloïde, sont des cellules immunitaires résidentes du tissu conjonctif. Riches en médiateurs inflammatoires tels que l'histamine (**Lichterman & Reddy, 2021**).

Ces cellules sentinelles sont stratégiquement positionnées à proximité des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques et des surfaces muqueuses. Cette localisation leur permet d'interagir efficacement avec l'environnement externe, de déclencher des réponses immunitaires systémiques face à des stimuli locaux, et de coordonner les réponses

immunitaires innée et adaptative. En outre, les mastocytes jouent un rôle essentiel dans le remodelage des tissus (**Lichterman & Reddy, 2021**) et participent au recrutement d'autres cellules immunitaires via la sécrétion de chimiokines et interleukines, renforçant ainsi la dynamique des réponses immunitaires et inflammatoires (**Solimando et al., 2022**).

II.4.2 Cellules effectrices de l'inflammation

- **Neutrophiles**

Les neutrophiles sont considérés comme des cellules complexes possèdent des fonctions variées, ils jouent un rôle dans la réparation des lésions aiguës, la lutte contre le cancer, les maladies auto-immunes et les inflammations chroniques. Ils sont produits dans la moelle osseuse pendant la période de l'infection et représentent 50 à 70 % de tous les leucocytes circulants chez l'homme (**Liew & Kubes, 2019**).

Les neutrophiles sont les leucocytes effecteurs directs de la réponse inflammatoire. Une fois sur le site de l'inflammation, ils déplient trois mécanismes clés : la phagocytose (où ils absorbent et isolent les agents infectieux dans des vésicules intracellulaires appelées **phagosomes**), la dégranulation (où les neutrophiles libèrent une gamme des médiateurs pro-inflammatoires dans l'espace extracellulaire qui amplifient la réponse inflammatoire), ainsi que la formation de pièges extracellulaires à neutrophiles (**Burn et al., 2021**).

- **Basophiles**

Les polynucléaires basophiles sont les leucocytes circulants les plus rares, qui ne représentent que 0,01 à 0,3 % des cellules sanguines chez un adulte sain. Ils possèdent une grande quantité de granulation cytoplasmique. D'un côté, ils jouent un rôle crucial dans l'immunité protectrice, en particulier contre certains parasites. De l'autre, ils peuvent être impliqués dans diverses pathologies, allant des réactions allergiques jusqu'aux maladies auto-immunes et inflammatoires (**Arock, 2022**).

Les basophiles sont également des acteurs clés dans la réponse inflammatoire. Une fois activés, ils libèrent un grand nombre de médiateurs pro-inflammatoire notamment: l'histamine (constituant principal des granules. Après libération, elle induit une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité vasculaire), les leucotriènes, des prostaglandines et le TNF- α (cytokine pro-inflammatoire impliquée dans le remodelage tissulaire, active les neutrophiles et les monocytes, renforçant ainsi la réponse inflammatoire) (**Rostan et al., 2014**).

- **Eosinophiles**

Les polynucléaires éosinophiles sont des leucocytes issus de progéniteurs myéloïdes communs multipotents, localisés dans la moelle osseuse et exprimant le CD34. Ils représentent moins de 5% des leucocytes circulants, soit 0,1 à 0,5 G/L chez un adulte sain. Ils participent à la défense contre les parasites ainsi que contre les bactéries et les virus (**Abecassis et al., 2022**).

Les éosinophiles, bien que souvent associés aux réactions allergiques, jouent un rôle effecteur dans les réponses inflammatoires. Lors d'une lésion tissulaire, ils sont rapidement recrutés sur les sites inflammatoires et libèrent une large gamme de médiateurs tels que les cytokines de type 2 (IL-4, IL-5, IL-9, IL-13 et IL-25), les cytokines de type 1 (IL-12, IFN- γ), les cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-1b, IL-6 et IL-8), les chimiokines et les médiateurs lipidiques (PAF et LTC4) (**Lombardi et al., 2022**).

Ils participent également à la régulation immunitaire, agissant comme cellules présentatrices d'antigènes, stimulant les lymphocytes B et favorisant la survie des plasmocytes dans la moelle osseuse (**Weller & Spencer, 2017**).

II.4.3 Lymphocytes

Les lymphocytes sont des cellules immunitaires présentes dans différents organes du corps humain et circulant à travers les organes lymphoïdes et non lymphoïdes. Ils constituent une petite fraction des lymphocytes totaux dans le sang, comprenant principalement les lymphocytes T, B et les cellules NK (**Fischer et al., 2021**).

- **Lymphocytes B**

Les lymphocytes B interviennent de manière significative dans l'inflammation par divers mécanismes. Ils produisent des anticorps, qui, dans certains cas comme les maladies auto-immunes telles que la maladie de Parkinson, peuvent se transformer en auto-anticorps aux effets pro-inflammatoires. En tant que cellules présentatrices d'antigènes, ils stimulent l'activation des lymphocytes T, ce qui renforce les réponses inflammatoires. De plus, ils libèrent des cytokines, notamment pro-inflammatoires (TNF- α , IL-6, GM-CSF) et régulatrices (IL-10, TGF- β) (**Ma et al., 2025**), jouant ainsi un rôle déterminant dans les processus auto-immuns et dans le microenvironnement tumoral, en partie grâce à l'action des lymphocytes B régulateurs (Bregs) (**D. Liu et al., 2022**).

- **Lymphocytes T**

Les lymphocytes T sont des cellules clés de l'immunité adaptative, comprenant plusieurs sous-types tels que les lymphocytes T CD4+ (helpers, comprenant notamment les T régulateurs ou Treg), les lymphocytes T CD8+ (cytotoxiques), les lymphocytes T naïfs, les lymphocytes T effecteurs, et les lymphocytes T auxiliaires (Th1, Th2, Th17). On retrouve aussi des sous-groupes spécifiques comme les Treg folliculaires (Tfr) et les lymphocytes T dits non conventionnels (NKT, gdT, MAIT) (**Masuda et al., 2022**).

Ces cellules jouent un rôle majeur dans la régulation de l'inflammation, en particulier les Treg, qui modulent les réponses immunitaires et empêchent les réactions auto-immunes. Elles interviennent par des mécanismes variés, incluant la production de cytokines anti-inflammatoires (IL-10, TGF-β), la capture d'IL-2 pour limiter l'expansion des lymphocytes T effecteurs, l'interaction avec les cellules dendritiques via CTLA-4, et la régulation ciblée de l'inflammation dans les tissus affectés. Leur fonction est essentielle pour maintenir l'équilibre immunitaire et prévenir les désordres inflammatoires (**Dikiy & Rudensky, 2023**).

II.4.4 Cellules impliquées dans la résolution et favorisant la réparation

- **Macrophages (M2)**

Également appelés les macrophages "activés alternativement". Ils sont des cellules immunitaires présentes dans la membrane synoviale, participent à des réponses anti-inflammatoires et sont principalement impliqués dans la cicatrisation des plaies. Ils se divisent en trois sous-types spécifiques : M2a, M2b et M2c (**Fernandes et al., 2020**).

Les macrophages M2 jouent un rôle clé dans la résolution de l'inflammation en assurant la phagocytose des débris cellulaires, des cellules endommagées ou mortes, ainsi que des neutrophiles apoptotiques, empêchant ainsi une prolongation inutile de l'inflammation et permettant de rétablir l'homéostasie tissulaire. Ils libèrent des médiateurs lipidiques et pro-résolutifs et des cytokines anti-inflammatoires, tels que IL-10 et TGF-β, qui sont importants dans la réparation des tissus endommagés (**Shapouri-Moghaddam et al., 2018**).

- **Cellules endothéliales**

Les cellules endothéliales sont des éléments qui jouent un rôle clé dans deux systèmes principaux : le système immunitaire et le système vasculaire, leur structure varie selon leur

tissu d'origine. Elles forment une monocouche qui tapisse les vaisseaux sanguins (**Neubauer & Zieger, 2022**).

Les cellules endothéliales jouent un rôle crucial dans la réparation tissulaire en assurant la stabilité circulatoire, en régulant le tonus vasculaire et en contribuant à l'anticoagulation ainsi qu'à la prévention de la thrombose. Elles possèdent la capacité de proliférer et de réparer les dommages cellulaires, et sont constamment impliquées dans un processus dynamique de régénération. Leur rôle est donc essentiel pour promouvoir la cicatrisation et restaurer la fonction vasculaire (**Huang et al., 2022**).

• Plaquettes sanguines

Les plaquettes constituent la deuxième population cellulaire la plus abondante dans le système circulatoire ($150 \text{ à } 400 \times 10^9 / \text{L}$) et sont parfaitement positionnées pour réagir rapidement aux lésions vasculaires et attirer les leucocytes vers les zones de blessure (**Maouia et al., 2020**).

Elles sont des fragments cellulaires sans noyau issus des mégacaryocytes (MK) dans la moelle osseuse, et aussi des éléments essentiels de l'hémostase (**Brass et al., 2016**).

Les plaquettes sanguines peuvent également être considérées comme des régulateurs essentiels des processus inflammatoires. Elles exercent un effet anti-inflammatoire sur différentes cellules immunitaires, en favorisant la production des médiateurs anti-inflammatoires et pro-résolutifs, notamment la lipoxine A4 (LXA4) ; le formyl peptide receptor 2 (LXA4-R) ; la prostaglandine E2 (PGE2) et le facteur de croissance transformant bêta 1 (TGFB1), contribuant ainsi à la réduction de l'inflammation et sa résolution (**Yousef et al., 2025**).

• Fibroblastes

Les fibroblastes sont des cellules mésenchymateuses dynamiques qui jouent un rôle clé dans le maintien des tissus et leur réparation. Présents dans des organes tels que la peau, les poumons, le muscle squelettique et le cœur (**Plikus et al., 2021**).

Ils sont impliqués dans le processus résolutif de l'inflammation en interagissant avec les macrophages M2 afin de réguler la fin de l'inflammation et de réduire les réponses immunitaires excessives, évitant ainsi tout dommage chronique (**Mescher, 2017**).

Ensuite, les fibroblastes migrent vers le site de la plaie, grâce à divers facteurs de croissance (PDGF, FGF, TGF- β), et contribuent à l'angiogenèse en produisant des

molécules pro-angiogéniques comme le VEGF et l'angiopoïétine 1, facilitant ainsi la régénération vasculaire et la réparation tissulaire (**Cialdai et al., 2022**).

II.4.5 Cellules auxiliaires et modulatrices

- **Cellules NK (Natural killers)**

Les cellules NK sont des éléments qui se trouvent dans la plupart des organes tels que : la moelle osseuse, les poumons, les ganglions lymphatiques, le sang périphérique, le thymus, le rein, le pancréas, la rate et le foie (**Crinier et al., 2020**).

Leur rôle dépend principalement de leurs propriétés cytotoxiques. Une fois activées, elles libèrent de nombreux médiateurs, y compris des cytokines et des chimiokines, afin de réguler l'inflammation, de stimuler l'hématopoïèse, d'induire l'activation et la prolifération des granulocytes, déclenchant ainsi les réponses inflammatoires (**Moretta et al., 2016**).

- **Myofibroblastes**

Les myofibroblastes sont des cellules de grande taille similaires avec les cellules musculaires lisses, et grâce à cette similarité, ils les ont nommées « myofibroblastes » (des cellules intermédiaires entre muscle et fibroblaste) (**Tai et al., 2021**).

Les myofibroblastes jouent un rôle important dans la cicatrisation, sa fonction principale est de réparer la matrice extracellulaire (MEC) endommagée ou perdue après une lésion tissulaire. Ils agissent en augmentant la sécrétion de collagène et en contractant la plaie, processus essentiels pour restaurer l'intégrité tissulaire (**Hinz, 2016**).

II.5 Médiateurs de l'inflammation

Tableau 5: Les principaux médiateurs de l'inflammation (**Kherbache, 2023; Meziti, 2018**)

	Médiateur	Origine	Action
Amines vasoactives			
Médiateurs cellulaire	Histamine	Mastocytes Basophiles Eosinophiles Plaquettes	Induit la vasodilatation, augmente la perméabilité vasculaire, active l'endothélium

	Sérotonine	Mastocytes Basophiles Eosinophiles Plaquettes	Accroît la perméabilité vasculaire, dilate les capillaires et stimule la contraction des muscles lisses
Cytokines pro-inflammatoire			
	IL-1, IL-6	Macrophages Mastocytes Cellules endothéliales	Augmente l'adhérence des cellules endothéliale, active les lymphocytes
	IL-8	Monocytes, Macrophages lymphocytes Plaquettes	Induit le chimiotactisme des neutrophiles, des monocytes et des macrophages. Stimule la production de radicaux libres. Intervient dans la réparation tissulaire
	Facteur de nécrose tumoral (TNF α)	Macrophages Mastocytes	Augmente la perméabilité vasculaire, favorise l'adhésion des cellules endothéliales, active les phagocytes
Médiateurs lipidiques			
	Leucotriènes	Macrophages Mastocytes	Favorisent la contraction des muscles lisses et augmente la perméabilité vasculaire
	Prostaglandine E2(PGE2)	Macrophages Mastocytes	Induit la vasodilatation, renforce l'action de l'histamine, de la bradykinine et des leucotriènes, amplifie la sensibilité neuronales et est responsable de la douleur.
Médiateurs plasmatiques	Bradykinine	Présente dans le plasma (sous forme de kininogènes)	Induit la vasodilatation, augmente la perméabilité vasculaire et stimule la contraction des muscles lisses
	Fibrine	Présente dans le plasma (formé à partir du fibrinogène)	Joue un rôle clé dans la formation du caillot sanguin

	Kinines	Plasma (produit dans le foie)	Augmentent la perméabilité vasculaire, provoquent la contraction des muscles lisses, entraînent la vasodilatation et la douleur.
	C3a, C5a	Complément (fractions C3a et C5a inactifs)	Chimiotactisme et activation leucocytaire, complexe d'attaque membranaire, vasodilatation (activation mastocytaire)

II.6 Déroulement physiologique de l'inflammation

II.6.1 Phase vasculaire (Phase d'initiation)

L'inflammation est une réponse immunitaire déclenchée par la détection de signaux de danger d'origine exogène (pathogènes) ou endogène (lésions cellulaires). Ces signaux sont identifiés par les Pattern Recognition Receptors (PRRs), qui reconnaissent deux catégories de motifs moléculaires : les PAMPs (Pathogen-Associated Molecular Patterns), structures conservées indispensables à la survie des microbes, et les DAMPs (Damage-Associated Molecular Patterns), ou alarmins, libérés par des cellules en état de stress ou de nécrose. La reconnaissance des PAMPs et DAMPs par les PRRs active une cascade de signalisation inflammatoire, favorisant la production de cytokines pro-inflammatoires et l'activation des inflammasomes (**Jiang et al., 2020**).

La vasodilatation est un processus essentiel de la microcirculation, déclenché en réponse à une blessure ou une infection (**Megha et al., 2021**). Elle marque le début de la phase inflammatoire de la cicatrisation des plaies et succède à une brève phase de vasoconstriction, d'agrégation plaquettaire et de formation de caillots. Ce processus, actif sur 2 à 5 jours, facilite le recrutement des cellules immunitaires (neutrophiles, macrophages, lymphocytes et monocytes) vers le site de la lésion, favorisant ainsi la libération de médiateurs inflammatoires essentiels à la réponse immunitaire (**Kandhwal et al., 2022**).

Simultanément, l'augmentation de la perméabilité vasculaire permet aux médiateurs inflammatoires de diffuser dans l'espace interstitiel, contribuant ainsi à la formation d'un œdème et à l'amplification de la réponse inflammatoire locale. L'afflux sanguin accru vers la zone lésée, ou hyperémie, engendre deux signes cliniques cardinaux de l'inflammation : la rougeur (rubor), conséquence de l'augmentation du volume sanguin, et la chaleur

(calor), résultant de l'intensification du métabolisme cellulaire et de l'action des médiateurs chimiques (**Megha et al., 2021**).

Ce mécanisme repose sur une orchestration complexe impliquant divers acteurs cellulaires et moléculaires. Les mastocytes libèrent de l'histamine, une amine vasoactive responsable de l'expansion des vaisseaux sanguins et de l'accroissement de leur perméabilité (**Kologrivova et al., 2021; Megha et al., 2021**). D'autres cellules immunitaires renforcent cette dynamique en sécrétant des médiateurs inflammatoires comme les prostaglandines (PGI2, PGE2), dont la synthèse est stimulée par la bradykinine (**Megha et al., 2021**). Le monoxyde d'azote (NO) joue un rôle central dans la modulation du tonus vasculaire (**Chu et al., 2024**), tandis que les cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IFN- γ , IL-6, IL-4) (**Kologrivova et al., 2021**) et Les amines vasoactives, comme la sérotonine, jouent un rôle dual dans l'inflammation en amplifiant la réponse immunitaire via l'activation cellulaire et la libération de cytokines pro-inflammatoires, tout en la modulant par des effets inhibiteurs dépendant des récepteurs impliqués (**Haq et al., 2021**).

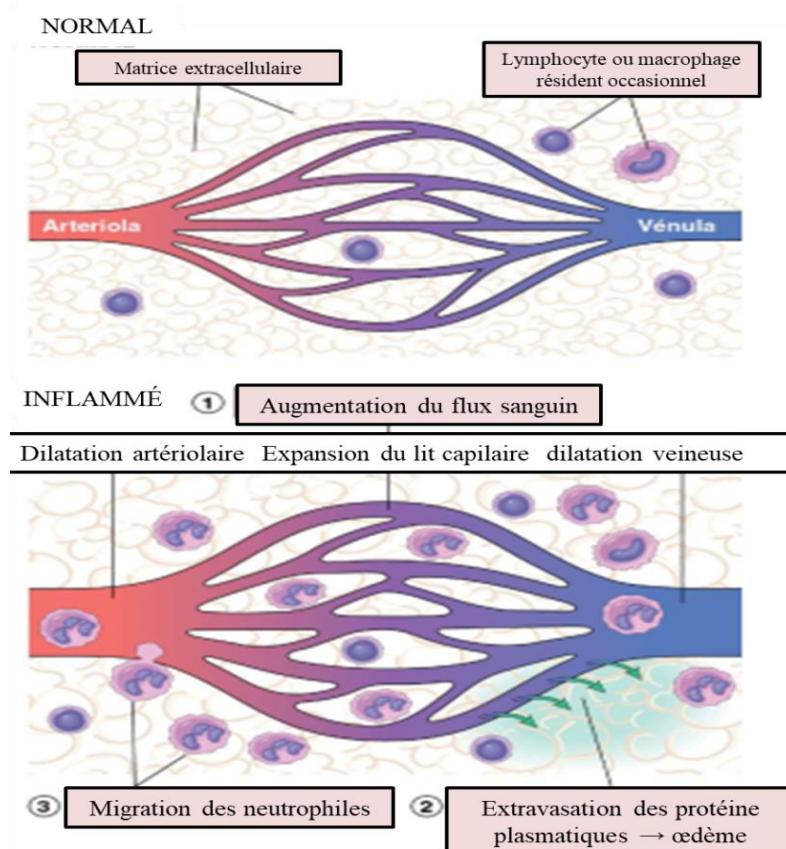


Figure 8: Vasodilatation et Perméabilité Vasculaire dans les Réactions Inflammatoires (**Kumar et al., 2013**)

II.6.2 Phase cellulaire

La margination et l'adhésion leucocytaire, initialement observées chez les leucocytes, sont des étapes clés du recrutement cellulaire inflammatoire (S. Wang et al., 2021). Sous l'effet des cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-1 β), les cellules endothéliales activées augmentent l'expression de molécules d'adhésion telles qu'ICAM-1 et les sélectines, facilitant l'interaction avec les intégrines leucocytaires pour stabiliser leur fixation. Ce processus permet ensuite la diapédèse essentielle au passage des leucocytes vers le tissu affecté (Haydinger et al., 2023).

Une fois extravasés, les leucocytes sont guidés vers les foyers inflammatoires par les chimiokines interleukine-8 (IL-8/CXCL8) et monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1/CCL2), qui orientent leur migration (Gerlza et al., 2021). À ce stade, le système du complément intervient, notamment via le fragment C5a, un puissant facteur chimiotactique qui recrute et active les neutrophiles, monocytes et macrophages. Ces leucocytes activés exercent des fonctions essentielles, telles que la phagocytose, la dégranulation et la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS), renforçant l'élimination des agents pathogènes et la modulation de l'inflammation. (Figure 9)

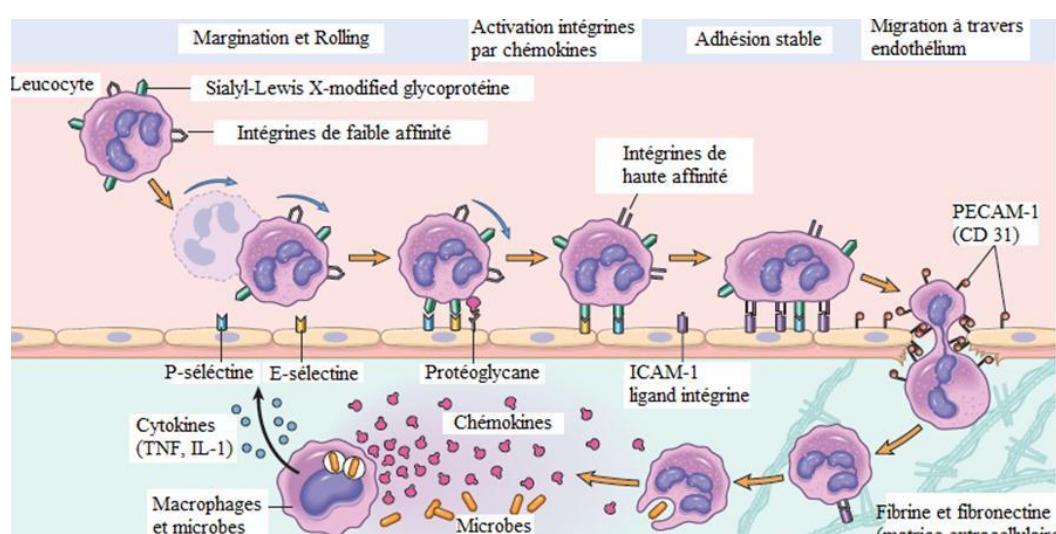


Figure 9: La diapédèse leucocytaire (Meziti, 2018)

Par ailleurs, C5a prolonge la survie des neutrophiles en retardant leur apoptose et stimulate la libération de properdine, amplifiant ainsi la voie alterne du complément. Cette boucle d'amplification intensifie la réponse inflammatoire (Kimoto & Horiuchi, 2022).

Les polynucléaires neutrophiles (PMNs) sont les premières cellules immunitaires, rapides et nombreuses, à quitter le sang en masse pour atteindre le site de l'agression. Prêts à l'action dès leur sortie de la moelle osseuse, ils déploient rapidement des mécanismes

antimicrobiens et biotoxiques puissants pour éliminer les menaces. Leurs principales stratégies incluent la phagocytose, où ils ingèrent physiquement les agents pathogènes dans un phagosome, et la dégranulation, qui consiste à libérer le contenu de leurs granules riches en enzymes et médiateurs toxiques pour cibler et tuer les microbes ou exercer d'autres fonctions effectrices (Burn et al., 2021).

Les macrophages tissulaires recrutent les neutrophiles via CXCL1 et CXCL2, assurant leur survie grâce au GM-CSF et G-CSF. En retour, les neutrophiles favorisent l'infiltration des monocytes par la libération de médiateurs comme LL-37 et azurocidine. Cette interaction influence la polarisation macrophagique: les NETs et protéines granulaires induisent une activation M1 pro-inflammatoire, tandis que LL-37 et Annexine A1 facilitent la transition vers M2, essentielle à la résolution de l'inflammation (Herrero-Cervera et al., 2022). L'intervention des lymphocytes T et B est alors déterminante : les CD8+ exercent une cytotoxicité directe, les CD4+ (Th1, Th17, Tfh) orchestrent la réponse inflammatoire, tandis que les Tregs modèrent cette activation excessive pour maintenir l'homéostasie immunitaire. De leur côté, les lymphocytes B participent à la régulation de l'inflammation via la production d'anticorps et de cytokines, influençant les réponses immunitaires en contexte tumoral et auto-immun (Gray & Gibbs, 2022; N et al., 2021).

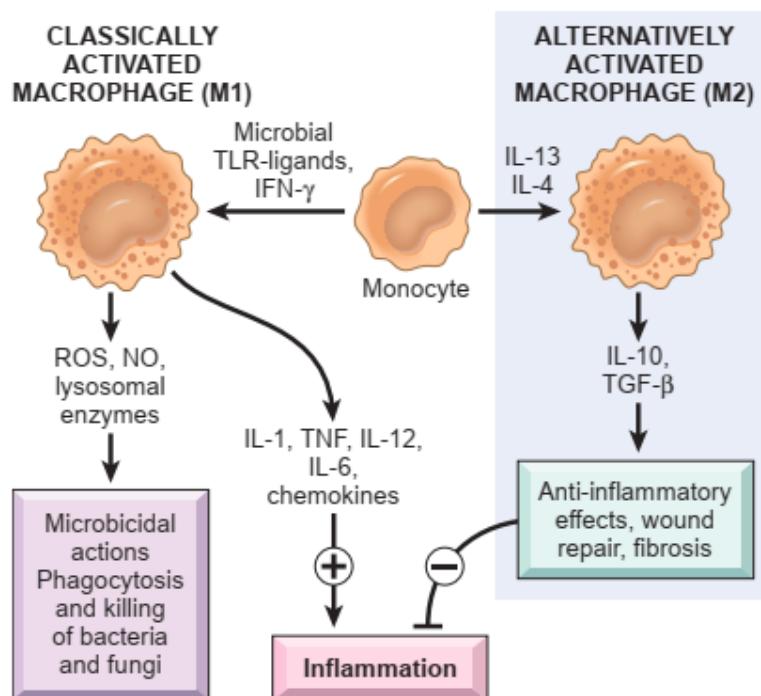


Figure 10: Activation et fonctions immunitaires des macrophages M1 et M2 : équilibre entre inflammation et réparation tissulaire (Kumar et al., 2018)

II.6.3 Phase de résolution

Ensuite, pour éviter que la réponse inflammatoire ne devienne excessive ou persistante, conduisant à une inflammation chronique, le système immunitaire doit mettre fin à cette inflammation. Ce processus, appelé résolution de l'inflammation, est naturel et essentiel pour protéger les tissus de l'hôte contre les effets délétères d'une inflammation prolongée. Cependant, son échec est à l'origine de nombreuses maladies inflammatoires (**Panigrahy et al., 2021**).

Elle est caractérisée par une série d'évènements orchestrés par un réseau complexe de médiateurs, régulant les mécanismes essentiel à l'évacuation des cellules inflammatoires des sites d'infection ou de lésion, visant ainsi à rétablir la fonction tissulaire (**Feehan & Gilroy, 2019**).

Le premier évènement clé est la détection et la reconnaissance des cellules mourantes via des signaux spécifiques, désignés « trouve-moi », qui orientent les macrophages vers les sites inflammatoires. Ces signaux permettent l'élimination des cellules pro-inflammatoires et des débris tissulaires présents sur le site de l'inflammation (**Kourtzelis et al., 2020**). Cela entraîne une réduction progressive de la production de cytokines pro-inflammatoires, mettant fin à l'inflammation active (**Calvino, 2021**).

Un élément central de ce processus est la phagocytose des neutrophiles apoptotiques, des débris cellulaires et des pathogènes résiduels, appelé l'efférocytose, réalisé par les macrophages et marque le passage vers la phase de résolution (**Kourtzelis et al., 2020**).

Une fois l'efférocytose réalisée, les macrophages passent d'un phénotype M1 pro-inflammatoire à un phénotype M2 pro-résolutif. Ce qui renforce leur capacité à sécréter des médiateurs anti-inflammatoires et pro-résolutifs comme l'IL-10 et le TGF- β (**Panigrahy et al., 2021**). En parallèle, ils synthétisent des « médiateurs pro-résolution spécialisés SPM », qui sont des médiateurs endogènes et biosynthétisés à partir d'acides gras essentiels, tels que l'acide arachidonique (AA), l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA) (**Calvino, 2021**).

Les SPM comprennent 4 familles principales: les lipoxines, les résolvines, les protectines et les marésines et déclenchent des cascades de signalisation intracellulaire favorisant la résolution, et leur synthèse peut être stimulée par l'aspirine (**Serhan, 2017**). Ces médiateurs agissent en arrêtant l'infiltration des neutrophiles dans les zones inflammatoires et en renforçant aussi à leur tour l'efférocytose réalisée par les macrophages, établissant une interaction réciproque qui amplifie la résolution. Par ailleurs,

ils contribuent au rétablissement de l'homéostasie tissulaire, tout en freinant les signaux pro-inflammatoires et en permettant de restaurer un état normal dans les tissus après la réponse inflammatoire (**Camba-Gómez et al., 2021**).

II.6.4 Phase de réparation (La cicatrisation)

Le passage de la phase inflammatoire à la phase prolifératrice constitue une étape clé dans le processus de cicatrisation des tissus (**Landén et al., 2016**). Ce passage survient après la résolution de la réponse inflammatoire, caractérisée par le nettoyage des cellules mortes et des débris cellulaires. À ce stade, un programme réparateur est activé (**Frangogiannis, 2017**).

La réparation tissulaire repose sur la collaboration entre divers types cellulaires, permettant une cicatrisation rapide et efficace (**Reinke & Sorg, 2012**). Ce processus comprend deux phases principales : la prolifération et le remodelage. La phase de prolifération débute entre 2 et 3 jours après la blessure (**Landén et al., 2016**). Elle commence par la réépithérialisation qui vise à recouvrir la surface de la plaie. Les fibroblastes migrent vers le site lésé pour produire du collagène et renforcer la matrice extracellulaire. En parallèle, les kératinocytes et les cellules souches épithéliales contribuent activement au processus (**Reinke & Sorg, 2012**). Ce mécanisme est stimulé en particulier par les cytokines, et les facteurs de croissance comme l'EGF, le KGF, l'IGF-1 et le NGF, sécrétés par différentes cellules (**Landén et al., 2016**).

Après la réépithérialisation, la restauration du réseau vasculaire devient une étape essentielle, connue sous le nom d'angiogenèse ou néovascularisation. Elle est initiée par différents facteurs de croissance tels que le VEGF, PDGF, bFGF et la thrombine. Ces facteurs se lient à leurs récepteurs sur les cellules endothéliales des vaisseaux existants, stimulant ainsi des cascades de signalisation intracellulaire qui permettent le développement de nouveaux vaisseaux sanguins (**Sorg et al., 2007**).

Le dernier processus de la prolifération est la formation du tissu de granulation, qui marque le début de la construction de la cicatrice. Ce tissu se caractérise par une forte densité de fibroblastes, granulocytes, macrophages, capillaires et faisceaux de collagène, qui collaborent pour structurer et renforcer la plaie (**Reinke & Sorg, 2012**).

Une fois la formation du tissu de granulation achevée, commence la dernière phase de la cicatrisation, appelée le remodelage. À ce stade, les fibroblastes se différencient en myofibroblastes, qui contractent la plaie grâce à l'actine musculaire lisse (α -SMA) (**Landén et al., 2016**). Les fibroblastes activés, qui jouent un rôle clé dans la synthèse et le

dépôt de la matrice extracellulaire, produisent du collagène, de la fibronectine et d'autres protéines, qui remplissent la plaie et créent une structure de soutien. Le collagène III, initialement produit au cours de la phase proliférative, est progressivement remplacé par du collagène I plus résistant mais plus long à s'installer. Dans les tissus non régénératifs (comme le cœur ou le système nerveux), cette matrice devient réticulée, formant une cicatrice permanente.

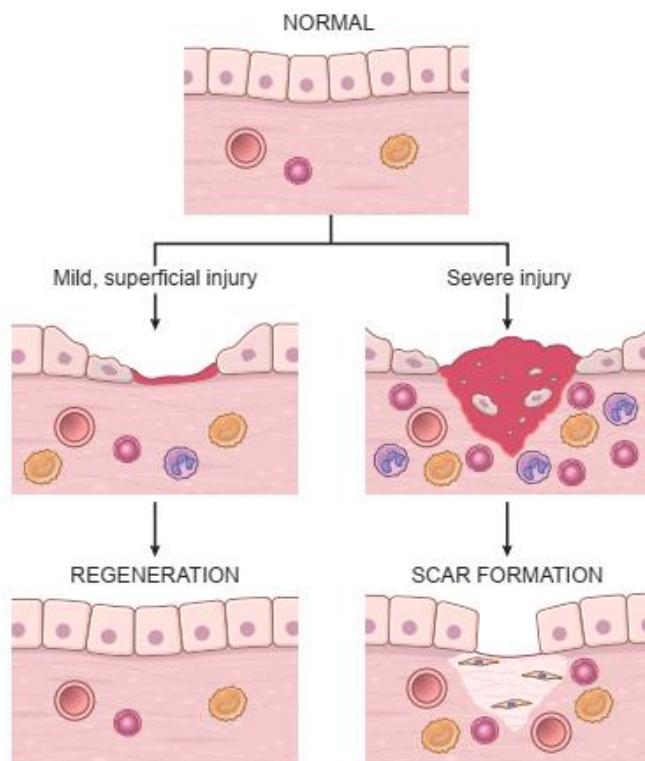


Figure 11: La réparation des tissus: régénération et formation de cicatrice
(Kumar et al., 2018)

Ensuite, les fibroblastes et les myofibroblastes entrent en apoptose une fois le tissu stabilisé. Plus tard, les processus angiogéniques diminuent, le flux sanguin de la plaie diminue et l'activité métabolique se réduit jusqu'à s'arrêter complètement (Frangogiannis, 2017; Landén et al., 2016).

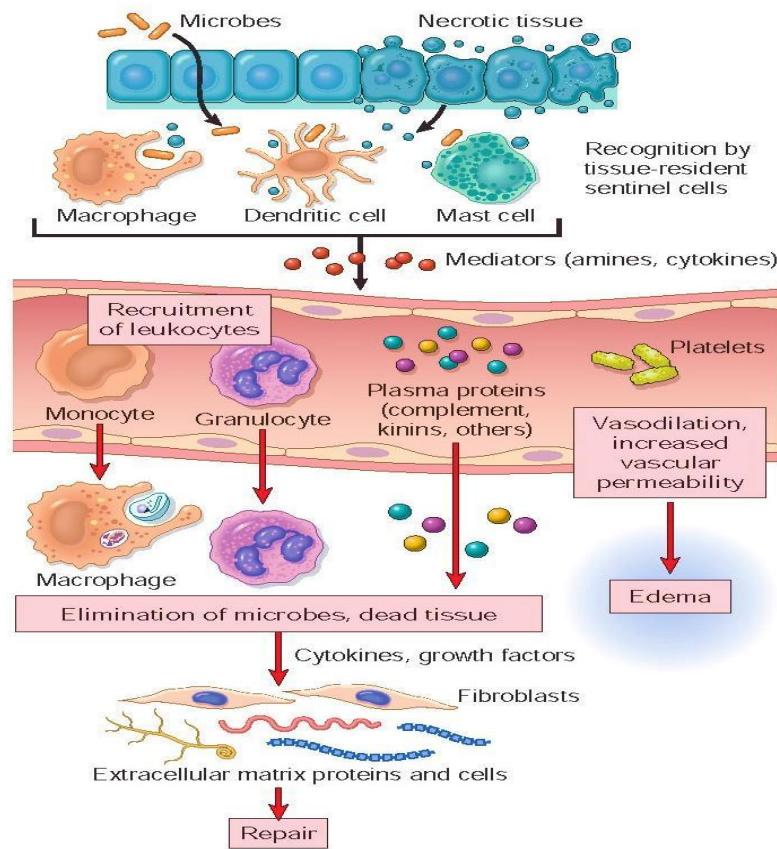


Figure 12: Le mécanisme inflammatoire (Kherbache, 2023)

Partie II

L'étude expérimentale

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1 Matériel végétal

La boisson traditionnelle « Takerouayet » a été achetée en février 2025, puis soumise à un processus de déshydratation dans une étuve à 37°C pendant 24 heures (overnight). Cette méthode a permis de transformer le liquide en poudre tout en préservant ses propriétés bioactives.

III.2 Rendement de la déshydratation

Le rendement de la déshydratation représente le pourcentage de composés d'intérêt récupéré à partir du matériau source après le processus d'extraction.

$$R(\%) = \frac{m_p}{m_l} \times 100$$

Où :

- **R** : représente le rendement de l'extraction (%).
- **m p** : est la masse de la poudre obtenue après séchage et broyage (g).
- **m l** : est la masse initiale de la boisson utilisée avant la conversion en poudre (g).

Cette équation permet d'estimer l'efficacité du procédé de déshydratation et de conversion en poudre, un paramètre essentiel pour optimiser la conservation et l'utilisation des extraits bioactifs.

Dans cette étude, nous allons tester l'activité anti inflammatoire de notre extrait « Takerouayet » chez les rats selon les protocoles suivants :

III.3 Activité anti-inflammatoire

➤ Matériel animale

Dans le cadre de l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire *in vivo*, 15 rats mâles de souche Wistar Albinos, pesant entre 230 et 380 g, ont été sélectionnés. Ces animaux proviennent de l'Animalerie du Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Constantine 1- Frères Mentouri.

Les rats ont été placés dans des cages en plastique dotées de couvercles en acier inoxydable (dimensions : 36 cm × 25 cm), avec une répartition aléatoire de 5 rats par cage.

Ils ont bénéficié d'un accès libre à l'eau et à la nourriture "type standard", fournie par l'Office National des Aliments de Bétail (ONAB) d'Ain M'Lila.

Avant le début des expérimentations, une période d'adaptation de deux semaines a été observée dans l'animalerie, avec une température ambiante maintenue entre 20 et 24 °C et un cycle lumineux de 12 heures de lumière suivies de 12 heures d'obscurité. La sciure de bois utilisée comme litière est remplacée tous les deux jours afin de garantir un environnement hygiénique optimal.

L'identification individuelle des animaux a été effectuée par marquage numérique sur la queue à l'aide d'un marqueur permanent. Leur manipulation a été réalisée dans le strict respect des règles et des principes établis dans le manuel « Care and Use of Experimental Animals ».

➤ Méthodologie expérimentale

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité anti-inflammatoire de la poudre de « Takerouayet », après leur dissolution dans l'eau. Cet extrait, issu de différentes familles de plantes, sera appliqué sur un modèle animal d'oedème inflammatoire aigu induit par le formol.

Quinze rats sont répartis aléatoirement en trois groupes, après une période de jeûne de 16 heures précédant l'expérimentation. L'inflammation est provoquée par une injection intraplantaire de 0,1 ml de formol à 1% dans la patte droite (**Figure 14**) (**Sen & Nag Chaudhuri, 1991**). L'intensité de la réponse inflammatoire est évaluée par le suivi de l'évolution de l'oedème aux temps : 0, 30, 60, 120, 180 et 240 minutes après l'injection (**Figure 13**).

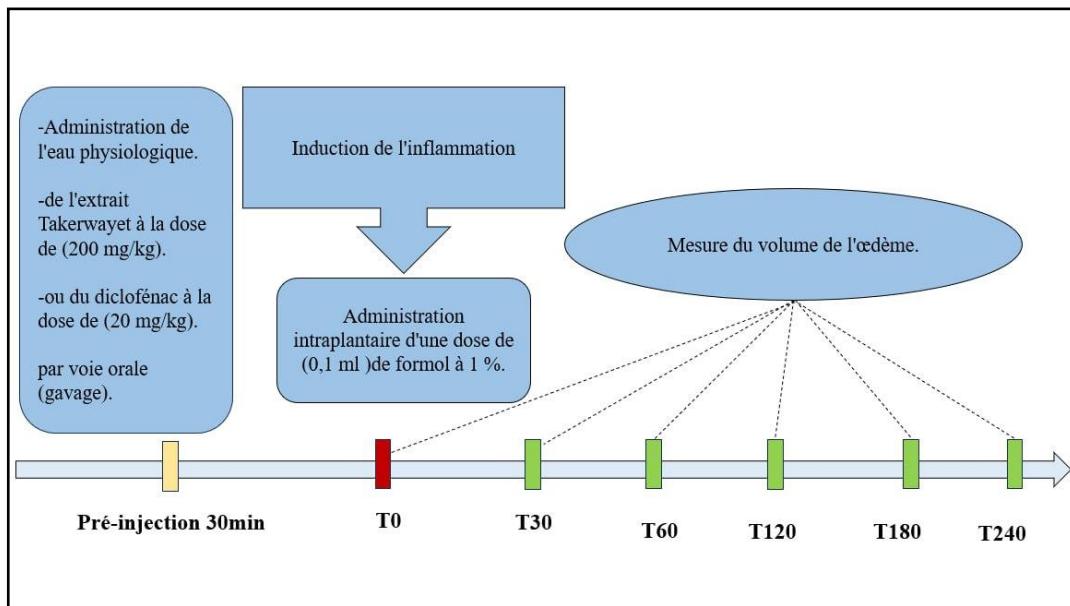


Figure 13 : l'induction de l'inflammation et l'évaluation de l'œdème

Le protocole expérimental suit les recommandations établies et comprend trois lots de traitement (**RAHMANI et al., 2016**) :

- **Lot témoin (contrôle):** Reçoit une solution véhicule (eau physiologique) par voie orale (gavage), 30 minutes avant l'injection du formol à 1%. Ce groupe permet de suivre l'évolution naturelle de la réponse inflammatoire en l'absence de traitement.
- **Lot de référence (Diclofénac):** Reçoit l'anti-inflammatoire de référence, le diclofénac (20 mg/kg) par voie orale (gavage), 30 minutes avant l'injection du formol à 1%. Ce groupe sert de comparatif pour mesurer l'efficacité du traitement testé.
- **Lot traité (Takerouayet):** Reçoit la boisson étudiée à raison de 200 mg/kg par voie orale (gavage), 30 minutes avant l'injection du formol à 1%, afin d'évaluer son effet potentiel sur la réduction de l'œdème inflammatoire.

Pour valider les résultats de notre expérience et garantir une répétition statistique fiable, chaque lot est constitué de cinq rats.

L'activité anti-inflammatoire de Takerouayet a été estimée par la détermination des pourcentages moyens du développement de l'œdème et calculé selon la formule suivante :

$$Développement de l'œdème (\%) = \left\{ \frac{V_t \times 100}{V_0} \right\} - 100$$

- V_0 : représente le volume de la patte à $t=0$ (avant injection du formol)
- V_t : représente le volume de la patte à un temps t quelconque

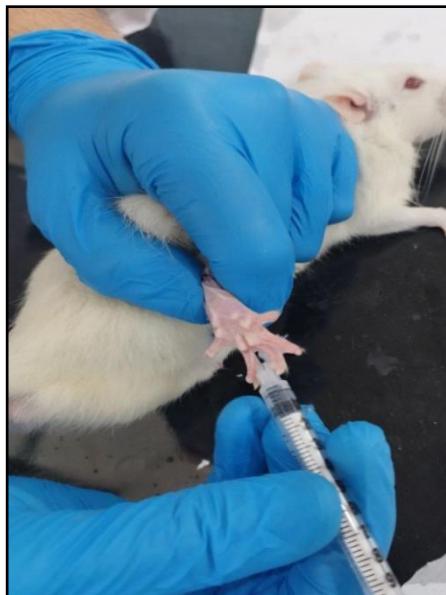


Figure 14 : Injection intraplantaire de formol



Figure 15: Gavage de l'extrait



Figure 16 : Mesure du volume de l'œdème

III.4 Analyses statistiques

Les résultats *in vivo* sont exprimés en moyenne \pm écart type. L'analyse statistique est réalisée par ANOVA. A un facteur (one-way) suivie par le test Tukey, ainsi le niveau de signification est fixé à $p < 0,05$. Toutes les analyses ont été réalisées en utilisant le logiciel IBM SPSS Statistics (version 23).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1 Rendement de la déshydratation

Le rendement de la déshydratation de la boisson Takerouayet est de 24 %.

IV.2 Résultats de l'activité anti-inflammatoire

Les résultats de l'activité anti-inflammatoire sont présentés dans les figures (17 – 21):

Après 30 min de l'induction de l'inflammation, les données montrent une différence significative entre les groupes expérimentaux. Ainsi, les groupes traités avec le Takerouayet ($19,12 \pm 1,21\%$) et le diclofénac ($8,74 \pm 1,17\%$) affichent une diminution significative du volume de l'œdème par rapport au groupe contrôle ($26,60 \pm 2,90\%$). Cependant, le pourcentage de l'œdème dans le groupe traité avec le Takerouayet est significativement supérieur à celui du groupe diclofénac.

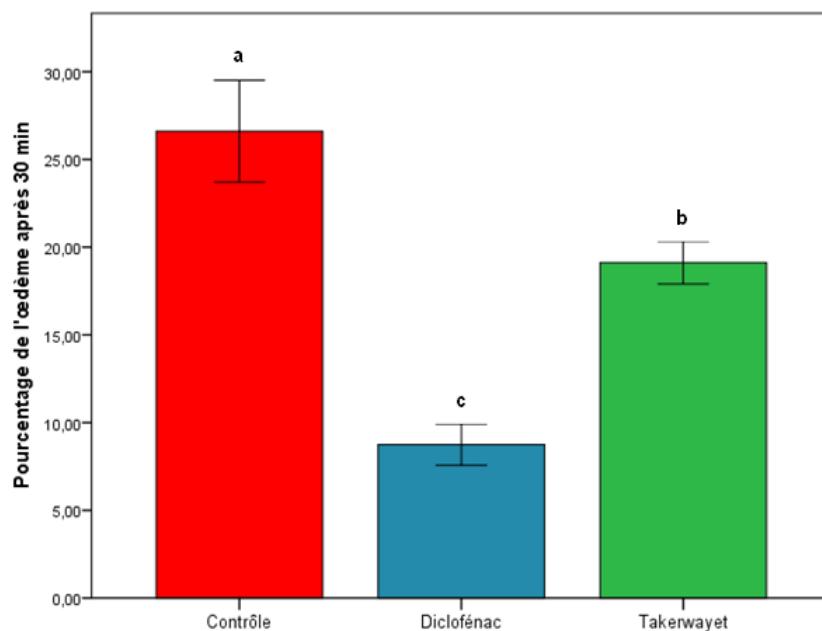


Figure 17 : Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 30 min

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type pour un nombre de cinq (5) rats par groupe ($n=5$). Les lettres a, b et c indiquent des différences significatives ($p < 0,05$), déterminées par le test ANOVA suivie du test Tukey.

Une augmentation progressive du volume de l'œdème a été observée après 60 minutes de l'induction de l'inflammation dans le groupe contrôle ($37,99 \pm 2,36\%$), avec une différence significative entre les trois groupes expérimentaux. La réduction de l'œdème dans les groupes traités avec le Takerouayet ($31,17 \pm 1,04\%$) et le Diclofénac ($12,53 \pm 2,98\%$) est significative par rapport au groupe contrôle. Cependant, le diclofénac entraîne une diminution significative plus importante de l'œdème que Takerouayet.

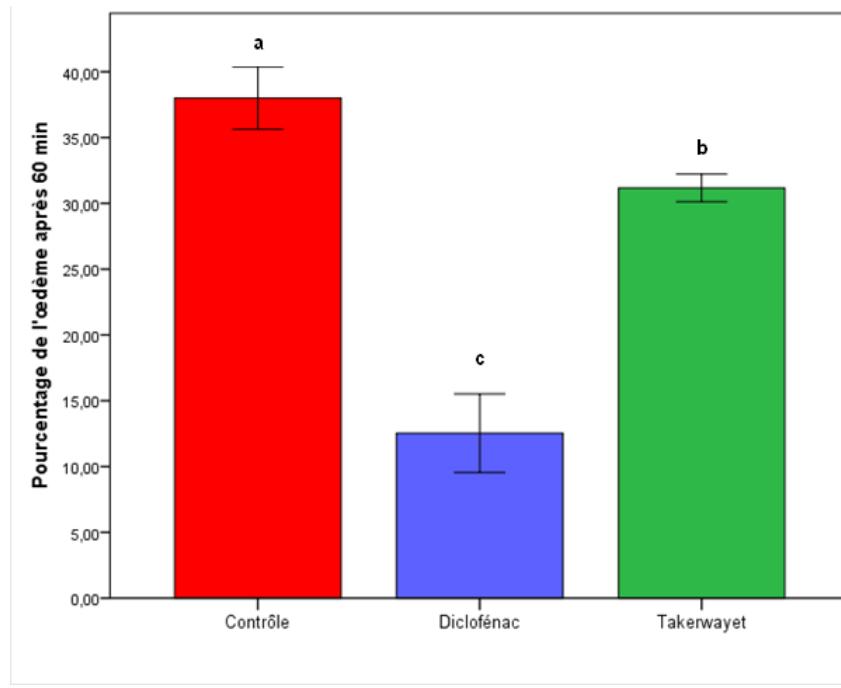


Figure 18: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 60 min

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type pour un nombre de cinq (5) rats par groupe ($n=5$). De plus, a, b et c sont significativement différents ($p < 0,05$), selon le test ANOVA suivie du test Tukey.

Après 120 minutes, le groupe contrôle ($57,81 \pm 2,57\%$) présente un pourcentage d'œdème significativement plus élevé que les groupes traités par le Diclofénac ($11,53 \pm 2,63\%$) ou le Takerouayet ($30,97 \pm 1,17\%$). Le Diclofénac induit une réduction marquée de l'œdème par rapport au contrôle, tandis que Takerouayet montre une diminution intermédiaire mais statistiquement significative par rapport au contrôle, cette réduction reste inférieure à celle observée avec le Diclofénac.

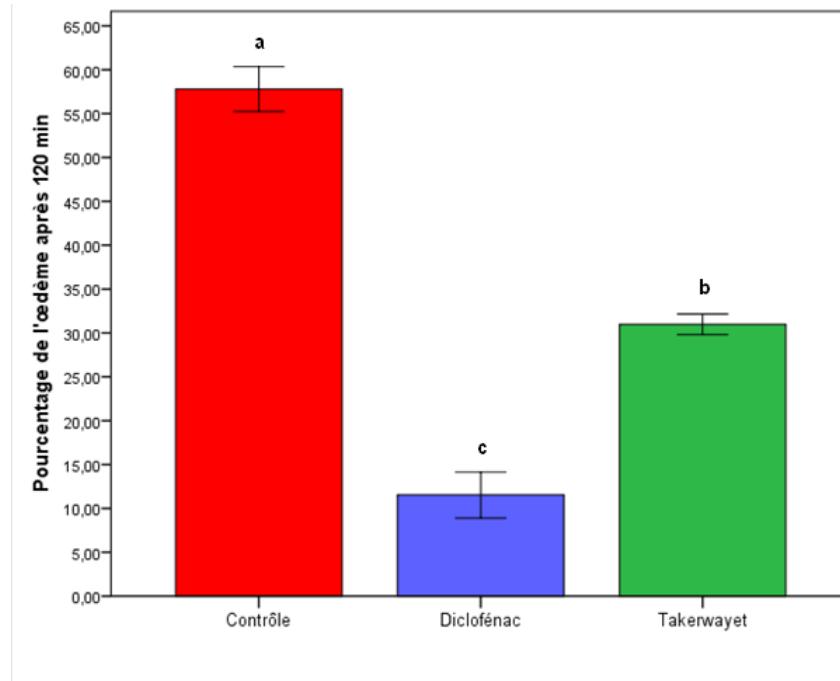


Figure 19: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 120 min

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type pour un nombre de cinq (5) rats par groupe ($n=5$). Les lettres a, b et c indiquent des différences significatives ($p < 0,05$), déterminées par le test ANOVA suivie du test Tukey.

Cette courbe met en évidence une réduction significative de l'œdème après 180 minutes suivant les traitements. Le groupe contrôle ($59,74 \pm 1,17\%$) présente le pourcentage le plus élevé d'œdème. Le groupe Diclofénac ($16,50 \pm 2,73\%$) montre une diminution significative et marquée, suivie du groupe Takerouayet ($29,60 \pm 0,89\%$), qui affiche une réduction intermédiaire mais significative.

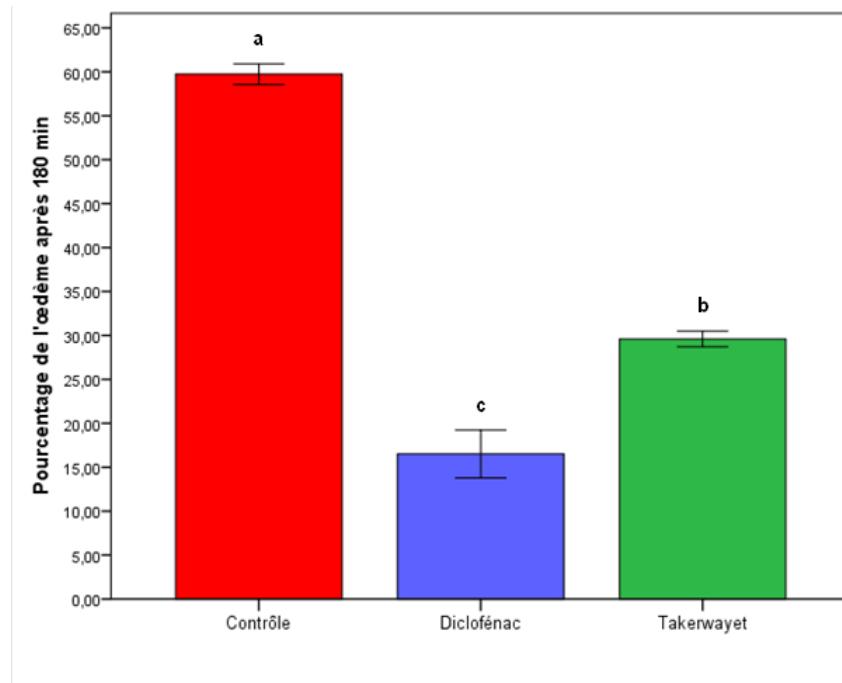


Figure 20: Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 180 min

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type pour un nombre de cinq (5) rats par groupe ($n=5$). De plus, a, b et c sont significativement différents ($p < 0,05$), selon le test ANOVA suivie du test Tukey.

Après 240 minutes, une forte augmentation du pourcentage de l'œdème est observée dans le groupe contrôle ($63,99 \pm 2,98\%$). À l'inverse, les groupes recevant le Takerouayet ($20,96 \pm 1,73\%$) et le Diclofénac ($22,49 \pm 1,94\%$) affichent une réduction significative du volume de l'œdème par rapport au groupe contrôle. Toutefois, l'analyse comparative entre ces deux traitements ne révèle aucune différence significative dans leur effet sur la réduction de l'œdème, indiquant une efficacité comparable entre le Takerouayet et le Diclofénac.

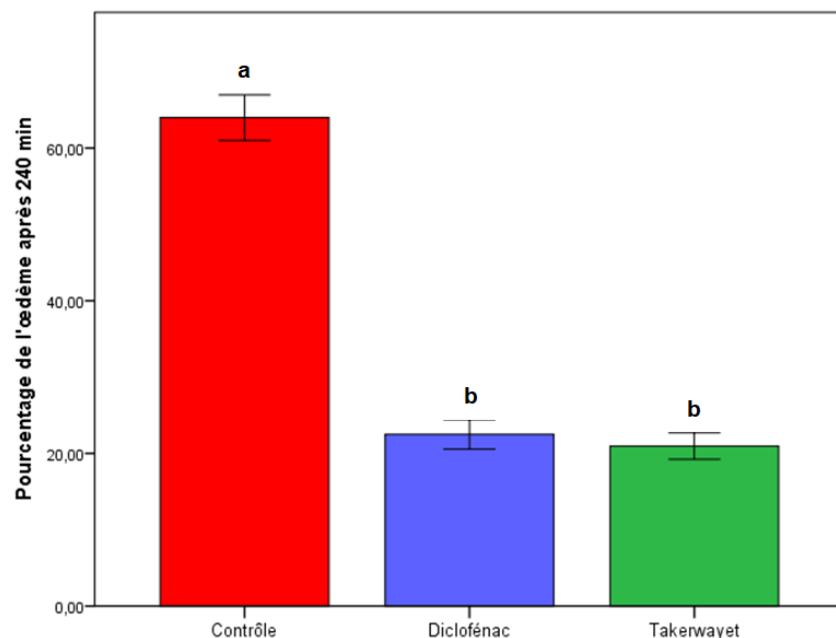


Figure 21 : Effets du Takerouayet et du diclofénac sur l'œdème inflammatoire à 240 min

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type pour un nombre de cinq (5) rats par groupe ($n=5$). De plus, les lettres a et b indiquent une différence significatives ($p < 0,05$), selon le test ANOVA suivie du test Tukey.

IV.3 Discussion

Les résultats obtenus au cours de cette étude expérimentale ont permis d'évaluer l'effet anti-inflammatoire de la boisson « Takerouayet ». Cette section vise à approfondir l'interprétation de ces résultats en les confrontant aux données issues de la littérature scientifique, ainsi qu'en explorant et en discutant les mécanismes biologiques susceptibles d'être impliqués.

L'étude expérimentale a confirmé l'effet anti-inflammatoire significatif du diclofénac sodique, un anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS), dans un modèle d'œdème induit par une injection de formol à 1 % chez les rats. Son administration a entraîné une réduction marquée du gonflement des pattes, prouvant son efficacité à moduler la réponse inflammatoire au fil du temps. Son mécanisme repose sur l'inhibition des cyclooxygénases (COX-1 et COX-2), ce qui limite la production des prostaglandines pro-inflammatoires (**Boarescu et al., 2022**).

Ces observations sont en accord avec des études antérieures, notamment celles de **John et al., (2021)**, qui ont démontré que le diclofénac sodique réduisait efficacement l'œdème induit par la carragénine, atteignant une inhibition maximale de 52,88 % à la troisième heure. La réduction significative des marqueurs inflammatoires confirme également son puissant effet anti-inflammatoire.

Dans le cadre de notre étude, la boisson « Takerouayet » a également montré une activité anti-inflammatoire notable, bien que moins marquée que celle du diclofénac sur l'ensemble de l'expérience. L'effet du Takerouayet s'est manifesté par une diminution progressive du volume de l'œdème aux différentes périodes d'observation (30, 60, 120, 180, 240 min). À 240 min, la différence entre les groupes traités au diclofénac (20 mg/kg) et au Takerouayet (200 mg/kg) n'était plus significative, suggérant un effet retardé mais potentiellement fort du mélange. Cette cinétique pourrait s'expliquer par une absorption plus lente des composés actifs présents dans le Takerouayet, nécessitant un délai prolongé pour exercer pleinement son effet pharmacologique. Son activité anti-inflammatoire pourrait être attribuée à la richesse en molécules bioactives issues des plantes médicinales qui le composent, renforçant ainsi son intérêt en tant qu'alternative thérapeutique prometteuse.

Parmi celles-ci, *Myrtus communis L.* Il est possible que myrte commun contribue à la réduction de l'œdème inflammatoire, comme l'ont mis en évidence nos expériences. En tant que composant du Takerouayet, le myrte renferme des composés actifs aux propriétés anti-inflammatoires, notamment le 1,8-cinéole, l' α -pinène et le linalool, ainsi que d'autres molécules reconnues pour leur capacité à moduler la réponse inflammatoire et à inhiber les enzymes impliquées dans ce processus, confirmant ainsi son efficacité en tant qu'agent anti-inflammatoire naturel (**Chraibi et al., 2021**). Nos observations concordent avec celles d'une étude antérieure réalisée par **Belahcene et al., (2024)**, qui a également mis en évidence l'inhibition significative de l'œdème de la patte induit par la carragénine chez le rat par les composés bioactifs du *Myrtus communis L.* Cette inhibition présente une efficacité dose-dépendante comparable à celle du diclofénac. L'activité anti-inflammatoire du myrte repose principalement sur l'inhibition des enzymes pro-inflammatoires COX-2 et PLA2, suggérant ainsi une alternative naturelle aux AINS classiques.

Il est également plausible que *Cyperus articulatus* contribue à l'effet anti-inflammatoire observé dans notre étude, en raison de sa richesse en composés bioactifs. Parmi eux, le trans-scirpusin B et le Cyperusphenol B, deux stilbènes oligomériques, inhibent la production de NO (oxyde nitrique), un médiateur clé de l'inflammation. Les acides phénoliques, quant à eux, modulent les voies inflammatoires, renforçant leur rôle dans la régulation des réponses inflammatoires (**Mittas et al., 2022**). De plus, le mustakone et l' α -cyperone, des sesquiterpènes reconnus pour leurs propriétés anti-inflammatoires, participent à cette activité (**Dhar et al., 2024**). Par ailleurs, une étude récente menée par (**Al-Snafi, 2016**) a obtenu des résultats similaires lors de l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de *Cyperus rotundus*, confirmant ses propriétés thérapeutiques significatives, validées par de nombreuses recherches. Ses extraits et huiles essentielles réduisent efficacement l'œdème dans des modèles animaux, avec une action dose-dépendante. Au niveau cellulaire, cette plante inhibe plusieurs médiateurs clés de l'inflammation, notamment le NO, la PGE2 et l'expression d'iNOS/COX-2, grâce à des composés tels que l' α -cyperone et divers sesquiterpènes. Nos résultats sont donc en accord avec ceux obtenus sur *Cyperus rotundus*, ce qui suggère que *Cyperus articulatus* pourrait jouer un rôle actif dans la réduction de l'inflammation observée dans notre étude, grâce à ses composés actifs.

Une autre plante d'intérêt est *Corrigiola telephiifolia*, dont les composés bioactifs, notamment les polyphénols et les flavonoïdes, modulent les réponses inflammatoires grâce à leurs propriétés antioxydantes. Ils neutralisent les radicaux libres et inhibent les médiateurs inflammatoires, limitant ainsi la production de molécules pro-inflammatoires (**El Yaagoubi et al., 2025**). Cette action contribue efficacement à la réduction de l'œdème et de la douleur associée aux processus inflammatoires. Selon **Gasmi, (2024)**, les propriétés anti-inflammatoires de *Paronychia argentea* sont comparables à celles de *Corrigiola telephiifolia*. Cette activité est principalement attribuée à sa forte concentration en polyphénols et flavonoïdes, qui jouent un rôle essentiel dans la modulation des processus inflammatoires. En réduisant les cytokines pro-inflammatoires et en neutralisant les radicaux libres, ces composés offrent une protection efficace contre les inflammations chroniques et les affections cutanées. Ces deux plantes partagent un mode d'action commun, fondé sur la neutralisation du stress oxydatif et l'inhibition des médiateurs inflammatoires.

De même, l'effet anti-inflammatoire observé pourrait également être attribué à la présence de *Rosa damascena*. Cette plante médicinale, comme mentionné précédemment, est riche en composés bioactifs, notamment les glucosides, les flavonoïdes (en particulier les anthocyanines, le kaempférol et la quercétine) ainsi que la vitamine C (**Labban & Thallaj, 2020**). Des résultats similaires ont été obtenus par **Montalvo-González et al., (2022)** sur l'*Hibiscus sabdariffa*, plante partageant une composition équivalente en glucosides, en flavonoïdes et en vitamine C. Leur étude a révélé un effet anti-inflammatoire significatif chez les modèles animaux, où l'extrait d'*Hibiscus* a permis de réduire l'œdème de la patte chez les rats. Les composés actifs de l'extrait aqueux de la plante agissent en diminuant la production de la protéine chimioattractante des monocytes-1 (MCP-1), réduisant ainsi l'expression de l'interleukine-6 (IL-6) et de l'interleukine-8 (IL-8) trois heures après l'administration. Cet effet a été attribué aux composés bioactifs présents dans l'extrait, principalement les anthocyanidines-3-glycosides, appartenant à la famille des flavonoïdes glycosylés. Ainsi, nos résultats sont donc en accord avec ceux obtenus sur l'*Hibiscus sabdariffa*, ce qui renforce l'hypothèse selon laquelle *Rosa damascena* pourrait contribuer de manière non négligeable dans l'activité anti-inflammatoire global de notre extrait, grâce à ses composés actifs.

Par ailleurs, l'eugénol et l'acétate d'eugényle, présents dans le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*), sont les principaux composés responsables de son activité anti-inflammatoire. Leur action repose sur l'inhibition des enzymes COX-2 et 5-LOX, entraînant une réduction de la production de prostaglandines et une modulation des voies inflammatoires (Cebollada et al., 2024; Haro-González et al., 2021). Une étude menée par Hannan et al., (2011) corrobore ces résultats, démontrant que l'extrait éthanolique des feuilles d'*Ocimum sanctum* possède une activité anti-inflammatoire significative chez les rats, avec une diminution dose-dépendante de l'œdème induit par la carragénine. Ce mécanisme serait attribué à la présence d'eugénol, son principal composé, qui inhibe les médiateurs inflammatoires tels que les prostaglandines, les leucotriènes et la cyclooxygénase. Bien que son effet soit légèrement inférieur à celui du diclofénac sodique, sa durée d'action reste comparable. Ces observations soulignent la convergence des mécanismes anti-inflammatoires de ces deux plantes et leur potentiel en tant qu'alternatives naturelles aux anti-inflammatoires synthétiques.

Enfin, le basilic (*Ocimum basilicum*), une plante incluse dans la composition de Takerouayet, pourrait être également l'un des contributeurs à l'activité anti-inflammatoire observée dans nos résultats. Cette plante est reconnue pour ses propriétés médicinales et sa richesse en composés bioactifs notamment : l'estragole, l'eugénol, les terpénoïdes, le linalool (Azizah et al., 2023). Des résultats similaires ont été obtenus lors d'une étude menée par Rodrigues et al., (2016), qui met en évidence les propriétés anti-inflammatoires de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (aux doses de 100 et 50 mg/kg) dans un modèle d'œdème de la patte induit par la carraghénine chez des souris *Mus musculus* albinos, souche Swiss. Les résultats ont montré une réduction significative de l'œdème sur presque tous les temps d'évaluation. L'estragole, l'un des principaux composés actifs du basilic, a également joué un rôle clé dans la diminution significative de l'œdème, suggérant que ce constituant est un élément essentiel de l'activité anti-inflammatoire de l'huile. Ces résultats sont en accord avec notre protocole et renforcent l'hypothèse selon laquelle le basilic pourrait jouer un rôle actif dans l'effet anti-inflammatoire observé dans notre extrait expérimental.

En conclusion, l'effet observé dans notre étude ne peut être attribué à une seule plante, mais résulte plutôt à l'interaction synergique entre les différentes composantes du « Takerouayet ». En phytothérapie, il est bien établi que l'association de plusieurs extraits

végétaux peut renforcer l'efficacité thérapeutique globale grâce à des mécanismes complémentaires (**D'Ascola et al., 2019**). Ainsi, certains composés peuvent agir sur l'inhibition enzymatique, d'autres sur la régulation des cytokines et des médiateurs inflammatoires, ou encore sur le stress oxydatif lié à l'inflammation (**Zhang et al., 2019**). Cette synergie pourrait expliquer pourquoi la boisson « Takerouayet » a induit une inhibition de l'inflammation comparable à celle observée avec le diclofénac.

Conclusion et perspectives

Conclusion générale

À travers cette étude expérimentale, nous avons cherché à établir un lien entre une pratique traditionnelle et une validation scientifique moderne. L'analyse du « Takerouayet », en tant que préparation naturelle traditionnelle issue d'un assemblage de plusieurs plantes médicinales, menée selon un protocole rigoureux sur un modèle animal « Rats Wistar Albinos », a permis de mettre en évidence ses effets potentiels sur la réduction de l'inflammation.

Au-delà de son usage ancestral, le « Takerouayet » révèle à la lumière des analyses scientifiques, une richesse en composés bioactifs d'intérêt pharmacologique. Ces résultats soulignent l'importance d'explorer plus en profondeur cette préparation traditionnelle, ainsi que d'autres formulations, en tant que sources possibles de nouveaux agents anti-inflammatoires naturels.

Les résultats obtenus, bien que préliminaires, ouvrent des perspectives intéressantes nécessitant des futures investigations plus approfondies en biomédecine, notamment l'isolement et la caractérisation des principes actifs responsables de l'effet observé, l'évaluation toxicologique et pharmacodynamique du mélange, l'exploration du potentiel synergique des plantes qui le composent, et la possibilité de développer des applications cliniques ou parapharmaceutiques à partir de cette formulation traditionnelle.

En définitive, grâce à sa richesse en composés naturels bioactifs, le « Takerouayet » constitue une base prometteuse pour le développement de stratégies thérapeutiques alternatives, sûres et accessibles.

Ainsi, cette étude représente une étape clé vers une reconnaissance scientifique des préparations médicinales traditionnelles, et met en valeur l'importance de conjuguer patrimoine culturel et rigueur scientifique pour une médecine plus intégrée, naturelle et durable.

Références bibliographiques

A

- Abecassis, A., Vitte, J., Sahli, W., & Michel, M. (2022). Cellules de l'allergie : Mise au point sur les mastocytes et les éosinophiles. *Revue Française d'Allergologie*, 62(7), 598-603. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2022.03.007>
- Akram, M., Riaz, M., Munir, N., Akhter, N., Zafar, S., Jabeen, F., Ali Shariati, M., Akhtar, N., Riaz, Z., Altaf, S. H., Daniyal, M., Zahid, R., & Said Khan, F. (2020). Chemical constituents, experimental and clinical pharmacology of Rosa damascena: A literature review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 72(2), 161-174. <https://doi.org/10.1111/jphp.13185>
- Aleem, M., & Anis, M. (2021). Therapeutic potential of Habb-ul-Aas (*Myrtus communis Linn.*) with Unani Perspective and Modern Pharmacology : A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 910-923.
<https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i1m.13452>
- Alfaro, S., Acuña, V., Ceriani, R., Cavieres, M. F., Weinstein-Oppenheimer, C. R., & Campos-Estrada, C. (2022). Involvement of Inflammation and Its Resolution in Disease and Therapeutics. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10719. <https://doi.org/10.3390/ijms231810719>
- Algérie Presse Service. (2024, mars 23). *Ghardaïa – Takerwayet, une boisson traditionnelle indétrônable de la table de Ramadhan*.
- Al-Snafi, A. E. (2016). A review on Cyperus rotundus A potential medicinal plant. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*, 06(07), 32-48. <https://doi.org/10.9790/3013-06723248>
- Al-Snafi, A. E., Teibo, J. O., Shaheen, H. M., Akinfe, O. A., Teibo, T. K. A., Emieseimokumo, N., Elfiky, M. M., Al-kuraishy, H. M., Al-Garbee, A. I., Alexiou, A., Papadakis, M., Mahana, H. A. M., Younes, A. M., Elbanna, O. A., Qasem, A. A. R., Shahin, I. Y. I., & Batiha, G. E.-S. (2024). The therapeutic value of *Myrtus communis* L. : An updated review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 397(7), 4579-4600. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-02958-3>
- Amine, D., Mohamed, B., Jamal, I., & Laila, N. (2017). Antibacterial Activity of Aqueous Extracts of *Anacyclus Pyrethrum* (L) Link and *Corrigiola Telephiifolia* Pourr. From the Middle Atlas Region-Morocco. 13(33), 116-128.
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p116>

- Arock, M. (2022). Le polynucléaire basophile : Du contrôle de l'immunité à celui des leucémies. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 80(1), 9-25.
<https://doi.org/10.1016/j.pharma.2021.05.005>
- Azizah, N. S., Irawan, B., Kusmoro, J., Safriansyah, W., Farabi, K., Oktavia, D., Doni, F., & Miranti, M. (2023). Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.)—A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacological Activities, and Biotechnological Development. *Plants*, 12(24), 4148. <https://doi.org/10.3390/plants12244148>

B

- Belahcene, S., Kebsa, W., Akingbade, T. V., Umar, H. I., Omoboyowa, D. A., Alshihri, A. A., Abo Mansour, A., Alhasaniah, A. H., Oraig, M. A., Bakkour, Y., & Leghouchi, E. (2024). Chemical Composition Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of *Myrtus communis* L. Leaf Extract: Forecasting ADMET Profiling and Anti-Inflammatory Targets Using Molecular Docking Tools. *Molecules*, 29(4), 849. <https://doi.org/10.3390/molecules29040849>
- Belahcene, S., Kebsa, W., Omoboyowa, D. A., Alshihri, A. A., Alelyani, M., Bakkour, Y., & Leghouchi, E. (2023). Unveiling the Chemical Profiling Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Algerian *Myrtus communis* L. Essential Oils, and Exploring Molecular Docking to Predict the Inhibitory Compounds against Cyclooxygenase-2. *Pharmaceuticals*, 16(10), 1343. <https://doi.org/10.3390/ph16101343>
- Benkhalifa, A., Kariche, S., Benzid, A., Toumi, M., & Berberi, M. (2021). *Takerwayet* : Une boisson réputée dans le M'zab en Algérie. 30.
- Benkhalifa, A., Toumi, M., Kariche, S., Berberi, M., & Benzid, A. (2019). Contenu et considérations de la boisson « “Takerwayet” » réputée dans la région du M'zab en Algérie [Article de conférence]. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/338117571>
- Benkhnigue, O., Chaachouay, N., Khamar, H., El Azzouzi, F., Douira, A., & Zidane, L. (2022). Ethnobotanical and ethnopharmacological study of medicinal plants used in the treatment of anemia in the region of Haouz-Rehamna (Morocco). *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 10(2), 279-302. https://doi.org/10.56499/jppres21.1196_10.2.279

- BENROUIBAH, N., & KADJA, N. (2020). L'inflammation et les maladies inflammatoires [Mémoire de fin d'études]. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.
- Bentley, E. R., & Little, S. R. (2021). Local delivery strategies to restore immune homeostasis in the context of inflammation. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 178, 113971. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.113971>
- Bertin, P., & Vergne-Salle, P. (2019). Douleur et inflammation. *Revue du Rhumatisme*, 86, A25-A29. [https://doi.org/10.1016/S1169-8330\(19\)30354-0](https://doi.org/10.1016/S1169-8330(19)30354-0)
- Boarescu, I., Pop, R., Boarescu, P.-M., Bocşan, I., Gheban, D., Râjnoveanu, R.-M., Râjnoveanu, A., Bulboacă, A., Buzoianu, A., & Bolboacă, S. (2022). Anti-Inflammatory and Analgesic Effects of Curcumin Nanoparticles Associated with Diclofenac Sodium in Experimental Acute Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19), 11737. <https://doi.org/10.3390/ijms231911737>
- Boukhalfa, A. (2019). Qualité physico-chimique et microbiologique d'une boisson traditionnelle «Takerwait» [Mémoire de fin d'études]. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Boutilier, A. J., & Elsawa, S. F. (2021). Macrophage Polarization States in the Tumor Microenvironment. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 6995. <https://doi.org/10.3390/ijms22136995>
- Bouzabata, A. (2015). *CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UNE PLANTE MÉDICINALE ET AROMATIQUE MYRTUS COMMUNIS L.* [Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie]. <<https://theses.hal.science/tel-01493134v1>>
- Brass, L. F., Diamond, S. L., & Stalker, T. J. (2016). Platelets and hemostasis : A new perspective on an old subject. *Blood Advances*, 1(1), 5-9. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2016000059>
- Buddhakala, N., Yongkhamcha, B., Rattanaloeadnusorn, S., & Talubmook, C. (2022). Phytochemicals and Antidiabetic, Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Ethanol Flower Extract of Syzygium aromaticum (L.) Merr. & Perry (Myrtaceae). *Trends in Sciences*, 20(1), 3583. <https://doi.org/10.48048/tis.2023.3583>
- Burn, G. L., Foti, A., Marsman, G., Patel, D. F., & Zychlinsky, A. (2021). The Neutrophil. *Immunity*, 54(7), 1377-1391. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2021.06.006>

C

- Cabeza-Cabrerozo, M., Cardoso, A., Minutti, C. M., Pereira Da Costa, M., & Reis E Sousa, C. (2021). Dendritic Cells Revisited. *Annual Review of Immunology*, 39(1), 131-166. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-061020-053707>
- Calvino, B. (2021). La phase de résolution de l'inflammation, une phase active orchestrée par le rôle des médiateurs « pro-resolving »: Résolvines , protectorines , et marésines. *Douleurs : Évaluation - Diagnostic - Traitement*, 22(5), 219-231. <https://doi.org/10.1016/j.douler.2021.09.005>
- Camba-Gómez, M., Gualillo, O., & Conde-Aranda, J. (2021). New Perspectives in the Study of Intestinal Inflammation: Focus on the Resolution of Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2605. <https://doi.org/10.3390/ijms22052605>
- Cebollada, P., Gomes, N. G. M., Andrade, P. B., & López, V. (2024). An integrated in vitro approach on the enzymatic and antioxidant mechanisms of four commercially available essential oils (*Copaifera officinalis*, *Gaultheria fragrantissima*, *Helichrysum italicum*, and *Syzygium aromaticum*) traditionally used topically for their anti-inflammatory effects. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1310439. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1310439>
- Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2018). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204-7218. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.23208>
- Choi, H. W., & Klessig, D. F. (2016). DAMPs, MAMPs, and NAMPs in plant innate immunity. *BMC Plant Biology*, 16(1), 232. <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0921-2>
- Chraibi, M., Fikri-Benbrahim, K., Edryouch, A., Fadil, M., & Farah, A. (2021). Caractérisation chimique et activités antibactériennes des huiles essentielles de *Pelargonium graveolens* et *Myrtus communis* et leur effet antibactérien synergique. *Phytothérapie*, 19(3), 171-177. <https://doi.org/10.3166/phyto-2019-0208>
- Chu, L., Wang, C., & Zhou, H. (2024). Inflammation mechanism and anti-inflammatory therapy of dry eye. *Frontiers in Medicine*, 11, 1307682. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1307682>

- Cialdai, F., Risaliti, C., & Monici, M. (2022). Role of fibroblasts in wound healing and tissue remodeling on Earth and in space. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.958381>
- Claverie, J., Teyssier, L., Brulé, D., Héloir, M.-C., Connat, J.-L., Lamotte, O., & Poinssot, B. (2016). Lutter contre les infections bactériennes : Le système immunitaire des plantes est aussi très efficace ! *médecine/sciences*, 32(4), Article 4. <https://doi.org/10.1051/medsci/20163204008>
- Crinier, A., Narni-Mancinelli, E., Ugolini, S., & Vivier, E. (2020). SnapShot : Natural Killer Cells. *Cell*, 180(6), 1280-1280.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.029>
- Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., Galicia, G., Meza-Jiménez, M. D. L., Baños-Lara, Ma. D. R., Zaragoza-Maldonado, D. S., & Pérez-Armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. *Microorganisms*, 10(6), 1151. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061151>

D

- Dabbaghi, M. M., Fadaei, M. S., Soleimani Roudi, H., Baradaran Rahimi, V., & Askari, V. R. (2023). A review of the biological effects of *Myrtus communis*. *Physiological Reports*, 11(14), e15770. <https://doi.org/10.14814/phy2.15770>
- D'Ascola, A., Irrera, N., Ettari, R., Bitto, A., Pallio, G., Mannino, F., Atteritano, M., Campo, G. M., Minutoli, L., Arcoraci, V., Squadrato, V., Picciolo, G., Squadrato, F., & Altavilla, D. (2019). Exploiting Curcumin Synergy With Natural Products Using Quantitative Analysis of Dose–Effect Relationships in an Experimental In Vitro Model of Osteoarthritis. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 1347. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01347>
- Dhama, K., Sharun ,Khan, Gugjoo ,Mudasir B., Tiwari ,Ruchi, Alagawany ,Mahmoud, Iqbal Yatoo ,Mohd., Thakur ,Pallavi, Iqbal ,Hafiz M.N., Chaicumpa ,Wanpen, Michalak ,Izabela, Elnesr ,Shaaban S., & and Farag, M. R. (2023). A Comprehensive Review on Chemical Profile and Pharmacological Activities of *Ocimum basilicum*. *Food Reviews International*, 39(1), 119-147. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1900230>
- Dhar, S., Datta, S., & Yadav, A. (2024). *Cyperus articulatus* L.: A Review on Phytochemical & Pharmacological Exploration, and Effects on Human Health.

- INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICAL QUALITY ASSURANCE*,
15(01), 466-474. <https://doi.org/10.25258/ijpqa.15.1.72>
- Dikiy, S., & Rudensky, A. Y. (2023). Principles of regulatory T cell function. *Immunity*,
56(2), 240-255. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2023.01.004>

E

- El Yaagoubi, W., Aazza, S., Soussi, M., Belmalha, S., Alotaibi, A., Laasli, S.-E., Lahlali,
R., & El Ghadraoui, L. (2025). Optimization and assessment of the metabolites
from the *Corrigiola telephiifolia* Pourr. Roots, using response surface methodology.
Kuwait Journal of Science, 52(2), 100383.
<https://doi.org/10.1016/j.kjs.2025.100383>
- El Yaagoubi, W., El Ghadraoui, L., Soussi, M., Ezrari, S., & Belmalha, S. (2023). Large-
scale ethnomedicinal inventory and therapeutic applications of medicinal and
aromatic plants used extensively in folk medicine by the local population in the
middle atlas and the plain of Saiss, Morocco. *Ethnobotany Research and
Applications*, 25. <https://doi.org/10.32859/era.25.1.1-29>
- El Yaagoubi, W., Soussi, M., Saadia, B., Mansouri, I., Squalli, W., & El Ghadraoui, L.
(2024). *Corrigiola Litoralis Subsp. Telephiifolia* (Pourr.) Briq.: An Extensive
Review of Geographical Distribution, Phytochemical Content, Functionality, and
Guidelines for Prospect Investigations. *Ecological Engineering & Environmental
Technology*, 25(6), 255-272. <https://doi.org/10.12912/27197050/186225>

- El-Amier, Y. A., & Abd El-Gawad, A. M. (2017). Anatomical investigation of three
emergent Cyperus species growing naturally on the canal banks of the Nile delta,
Egypt. *Journal of Scientific Agriculture*, 1, 294.
<https://doi.org/10.25081/jsa.2017.v1.842>

F

- Facchetti, F., Simbeni, M., & Lorenzi, L. (2021). Follicular dendritic cell sarcoma.
Pathologica, 113(5), 316-329. <https://doi.org/10.32074/1591-951X-331>
- Feehan, K. T., & Gilroy, D. W. (2019). Is Resolution the End of Inflammation? *Trends in
Molecular Medicine*, 25(3), 198-214.
<https://doi.org/10.1016/j.molmed.2019.01.006>

- Fernandes, T. L., Gomoll, A. H., Lattermann, C., Hernandez, A. J., Bueno, D. F., & Amano, M. T. (2020). Macrophage : A Potential Target on Cartilage Regeneration. *Frontiers in Immunology*, 11, 111. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00111>
- Filip, S. (2017). Basil (Ocimum basilicum L.) a Source of Valuable Phytonutrients. *International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics*, 2017. <https://doi.org/10.15344/2456-8171/2017/118>
- Fischer, S., Proschmann, U., Akgün, K., & Ziemssen, T. (2021). Lymphocyte Counts and Multiple Sclerosis Therapeutics : Between Mechanisms of Action and Treatment-Limiting Side Effects. *Cells*, 10(11), 3177. <https://doi.org/10.3390/cells10113177>
- Frangogiannis, N. G. (2017). The Inflammatory Response in Tissue Repair. In J.-M. Cavaillon & M. Singer, *Inflammation—From Molecular and Cellular Mechanisms to the Clinic* (p. 1517-1538). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. <https://doi.org/10.1002/9783527692156.ch60>

G

- Gasmi, M. (2024). Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Paronychia Argentea (Algerian Tea). *International Journal of Human and Health Sciences (IJHHS)*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.31344/ijhhs.v8i1.613>
- GBIF Secretariat. (2023). *Cyperus articulatus L.* [Plateforme internationale de données sur la biodiversité]. GBIF (Global Biodiversity Information Facility). <https://www.gbif.org/es/species/2713638>
- Gerlza, T., Nagele, M., Mihalic, Z., Trojacher, C., & Kungl, A. (2021). Glycosaminoglycans located on neutrophils and monocytes impact on CXCL8- and CCL2-induced cell migration. *Cytokine*, 142, 155503. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2021.155503>
- Goetz, P. (2021). Syzygium aromaticum (L.) : Giroflier. *Phytothérapie*, 19(1), 55-59. <https://doi.org/10.3166/phyto-2021-0248>
- Gray, K. J., & Gibbs, J. E. (2022). Adaptive immunity, chronic inflammation and the clock. *Seminars in Immunopathology*, 44(2), 209-224. <https://doi.org/10.1007/s00281-022-00919-7>
- Guellier, N. (2016, juin 14). *Myrte (Myrtus communis) : Arbuste, plantation, culture, entretien.* Binette & Jardin. <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-843-myrtle-commun-myrtus-communis-symbole.html>

Gusev, E., & Sarapultsev, A. (2023). Atherosclerosis and Inflammation : Insights from the Theory of General Pathological Processes. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 7910. <https://doi.org/10.3390/ijms24097910>

H

Haiouani, K., Hegazy, S., Alsaedi, H., Bechelany, M., & Barhoum, A. (2024). Green Synthesis of Hexagonal-like ZnO Nanoparticles Modified with Phytochemicals of Clove (*Syzygium aromaticum*) and *Thymus capitatus* Extracts : Enhanced Antibacterial, Antifungal, and Antioxidant Activities. *Materials*, 17(17), 4340. <https://doi.org/10.3390/ma17174340>

Hannan, J. M. A., Das, B. K., Uddin, A., Bhattacharjee, R., Das, B., Chowdury, H. S., & Mosaddek, A. S. M. (2011). ANALGESIC AND ANTI-INFLAMMATORY EFFECTS OF OCIMUM SANCTUM (LINN) IN LABORATORY ANIMALS. 2(8), 2121-2125.

Hannoodee, S., & Nasuruddin, D. N. (2024). Acute Inflammatory Response. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK556083/>

Haq, S., Grondin, J. A., & Khan, W. I. (2021). Tryptophan-derived serotonin-kynurenone balance in immune activation and intestinal inflammation. *The FASEB Journal*, 35(10). <https://doi.org/10.1096/fj.202100702R>

Haro-González, J. N., Castillo-Herrera, G. A., Martínez-Velázquez, M., & Espinosa-Andrews, H. (2021). Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae) : Extraction, Chemical Composition, Food Applications, and Essential Bioactivity for Human Health. *Molecules*, 26(21), 6387.
<https://doi.org/10.3390/molecules26216387>

Haydinger, C. D., Ashander, L. M., Tan, A. C. R., & Smith, J. R. (2023). Intercellular Adhesion Molecule 1 : More than a Leukocyte Adhesion Molecule. *Biology*, 12(5), 743. <https://doi.org/10.3390/biology12050743>

He, L., Jhong, J.-H., Chen, Q., Huang, K.-Y., Strittmatter, K., Kreuzer, J., DeRan, M., Wu, X., Lee, T.-Y., Slavov, N., Haas, W., & Marneros, A. G. (2021). Global characterization of macrophage polarization mechanisms and identification of M2-type polarization inhibitors. *Cell Reports*, 37(5), 109955.
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.109955>

- Hebi, M., & Eddouks, M. (2019). Hypolipidemic and Antioxidant Activities of Corrigiola telephiifolia in Diabetic Rats. *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry*, 17(1), 47-51.
<https://doi.org/10.2174/1871525717666190227231834>
- Hellenthal, K. E. M., Brabenec, L., & Wagner, N.-M. (2022). Regulation and Dysregulation of Endothelial Permeability during Systemic Inflammation. *Cells*, 11(12), 1935. <https://doi.org/10.3390/cells11121935>
- Hennia, A., Miguel, M. G., & Nemmiche, S. (2018). Antioxidant Activity of Myrtus communis L. and Myrtus nivellei Batt. & Trab. Extracts: A Brief Review. *Medicines*, 5(3), 89. <https://doi.org/10.3390/medicines5030089>
- Herrero-Cervera, A., Soehnlein, O., & Kenne, E. (2022). Neutrophils in chronic inflammatory diseases. *Cellular & Molecular Immunology*, 19(2), 177-191. <https://doi.org/10.1038/s41423-021-00832-3>
- Hilligan, K. L., & Ronchese, F. (2020). Antigen presentation by dendritic cells and their instruction of CD4+ T helper cell responses. *Cellular & Molecular Immunology*, 17(6), 587-599. <https://doi.org/10.1038/s41423-020-0465-0>
- Hinz, B. (2016). Myofibroblasts. *Experimental Eye Research*, 142, 56-70. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2015.07.009>
- Huang, Y., Song, C., He, J., & Li, M. (2022). Research progress in endothelial cell injury and repair. *Frontiers in Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.997272>

J

- Jiang, L., Shao, Y., Tian, Y., Ouyang, C., & Wang, X. (2020). Nuclear Alarmin Cytokines in Inflammation. *Journal of Immunology Research*, 2020, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2020/7206451>
- John, K. K., Shcherazade, O.-S. F., Georges, A., Ernest, Z. N., Roger, K. K., Emile, B. K., Kangah Mireille, K. T., Jean-Jacques, K. K., & Severin, K. (2021). Activité Anti-Inflammatoire Et Études Phytochimiques De L'extrait Aqueux Des Écorces Distemonanthus Benthamianus Baill. (Caesalpiniaceae : Leguminosae - Caesalpinoideae). *European Scientific Journal, ESJ*, 17(7), 74. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n7p74>

K

- Kamelnia, E., Mohebbati, R., Kamelnia, R., El-Seedi, H. R., & Boskabady, M. H. (2023). Anti-inflammatory, immunomodulatory and anti-oxidant effects of Ocimum basilicum L. and its main constituents : A review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 26(6), 617-627. <https://doi.org/10.22038/IJBM.2023.67466.14783>
- Kandhwal, M., Behl, T., Singh, S., Sharma, N., Arora, S., Bhatia, S., Al-Harrasi, A., Sachdeva, M., & Bungau, S. (2022). *Role of matrix metalloproteinase in wound healing*. 14(7), 4391-4405.
- Khalid, T. A., & Ahmed, A. (2023). Medicinal Plants Adopted to Treat Children's Diseases by Traditional Pediatrics « "Women Healers" » In The Souss Massa Region (Agadir Idaoutanan, Inzegane Ait Meloul and Chtouka Ait Baha) Morocco. *Pharmacognosy Journal*, 14(6s), 880-886. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.183>
- Khan, S., & Khan, S. (2022). *Anti-diabetic activity of Syzygium aromaticum*. Preprints. <https://doi.org/10.22541/au.166603248.84722575/v1>
- Khan, U. A., Danish, S. M., & Parveen, U. (2020). *A review on biological and therapeutic uses of Syzygium aromaticum Linn. (Clove) : Based on phyto-chemistry and pharmacological evidences*. 5, 33-39.
- Kherbache, A. (2023). *Activités anti-inflammatoires et antioxydantes d'extraits de Helichrysum stoechas (L.) Moench*. [Thèse de Doctorat]. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- Kiki, M. J. (2023). In Vitro Antiviral Potential, Antioxidant, and Chemical Composition of Clove (Syzygium aromaticum) Essential Oil. *Molecules*, 28(6), 2421. <https://doi.org/10.3390/molecules28062421>
- Kimoto, Y., & Horiuchi, T. (2022). The Complement System and ANCA Associated Vasculitis in the Era of Anti-Complement Drugs. *Frontiers in Immunology*, 13, 926044. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.926044>
- Kologrivova, I., Shtatolkina, M., Suslova, T., & Ryabov, V. (2021). Cells of the Immune System in Cardiac Remodeling : Main Players in Resolution of Inflammation and Repair After Myocardial Infarction. *Frontiers in Immunology*, 12, 664457. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.664457>
- Kourtzelis, I., Hajishengallis, G., & Chavakis, T. (2020). Phagocytosis of Apoptotic Cells in Resolution of Inflammation. *Frontiers in Immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00553>

- Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2013). *Robbins. Patología humana* (9^e édition). Elsevier España, S.L. <http://www.librosmedicospdf.net/>
- Kumar, V., Abbas, A. K., Aster, J. C., Robbins, S. L., & Perkins, J. A. (2018). *Robbins basic pathology* (Tenth edition). Elsevier.

L

- Labban, L., & Thallaj, N. (2020). The medicinal and pharmacological properties of Damascene Rose (*Rosa damascena*) : A review. *International Journal of Herbal Medicine*, 8(2), 33-37.
- Landén, N. X., Li, D., & Ståhle, M. (2016). Transition from inflammation to proliferation : A critical step during wound healing. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 73(20), 3861-3885. <https://doi.org/10.1007/s00018-016-2268-0>
- Laroche, J., De Pinieux, G., Laure, B., & Joly, A. (2022). Late reactivation of cherubism in an adult further to local inflammation. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 123(1), 85-87. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.12.005>
- Li, C., Gao, Q., Jiang, H., Liu, C., Du, Y., & Li, L. (2022). Changes of macrophage and CD4+ T cell in inflammatory response in type 1 diabetic mice. *Scientific Reports*, 12(1), 14929. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19031-9>
- Lichterman, J. N., & Reddy, S. M. (2021). Mast Cells : A New Frontier for Cancer Immunotherapy. *Cells*, 10(6), 1270. <https://doi.org/10.3390/cells10061270>
- Liew, P. X., & Kubes, P. (2019). The Neutrophil's Role During Health and Disease. *Physiological Reviews*, 99(2), 1223-1248. <https://doi.org/10.1152/physrev.00012.2018>
- Liu, D., Heij, L. R., Czigany, Z., Dahl, E., Lang, S. A., Ulmer, T. F., Luedde, T., Neumann, U. P., & Bednarsch, J. (2022). The role of tumor-infiltrating lymphocytes in cholangiocarcinoma. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 41(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s13046-022-02340-2>
- Liu, W., Liu, Y.-C., & Xiang, Z. (2023). Editorial : Traditional medicine and chronic inflammatory diseases. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1202976. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1202976>
- Lombardi, C., Berti, A., & Cottini, M. (2022). The emerging roles of eosinophils : Implications for the targeted treatment of eosinophilic-associated inflammatory conditions. *Current Research in Immunology*, 3, 42-53.

<https://doi.org/10.1016/j.crimmu.2022.03.002>
Low, Y. W., Rajaraman, S., Tomlin, C. M., Ahmad, J. A., Ardi, W. H., Armstrong, K., Athen, P., Berhaman, A., Bone, R. E., Cheek, M., Cho, N. R. W., Choo, L. M., Cowie, I. D., Crayn, D., Fleck, S. J., Ford, A. J., Forster, P. I., Girmansyah, D., Goyder, D. J., ... Albert, V. A. (2022). Genomic insights into rapid speciation within the world's largest tree genus *Syzygium*. *Nature Communications*, 13(1), 5031. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32637-x>

M

- Ma, H., Wang, Z., Yu, M., Zhai, Y., & Yan, J. (2025). Aberrations in peripheral B lymphocytes and B lymphocyte subsets levels in Parkinson disease : A systematic review. *Frontiers in Immunology*, 16, 1526095.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1526095>
- Maddipati, K. R. (2024). Distinct etiology of chronic inflammation – implications on degenerative diseases and cancer therapy. *Frontiers in Immunology*, 15, 1460302.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1460302>
- Mahboubi, M. (2016). *Rosa damascena* , une plante sacrée ancienne aux applications nouvelles. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 6(1), 10-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.09.005>
- Maouia, A., Rebetz, J., Kapur, R., & Semple, J. W. (2020). The Immune Nature of Platelets Revisited. *Transfusion Medicine Reviews*, 34(4), 209-220.
<https://doi.org/10.1016/j.tmrv.2020.09.005>
- Marwat, S. K., Khan, M. S., Ghulam, S., Anwar, N., Mustafa, G., & Usman, K. (2011). *Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of Sweet Basil- Ocimum basilicum L. (Lamiaceae)*. 23(9), 3773-3782.
- Masuda, K., Kornberg, A., Miller, J., Lin, S., Suek, N., Botella, T., Secener, K. A., Bacarella, A. M., Cheng, L., Ingham, M., Rosario, V., Al-Mazrou, A. M., Lee-Kong, S. A., Kiran, R. P., Stoeckius, M., Smibert, P., Del Portillo, A., Oberstein, P. E., Sims, P. A., ... Han, A. (2022). Multiplexed single-cell analysis reveals prognostic and nonprognostic T cell types in human colorectal cancer. *JCI Insight*, 7(7), e154646. <https://doi.org/10.1172/jci.insight.154646>

- McDonald, B., & Kubes, P. (2016). Innate Immune Cell Trafficking and Function During Sterile Inflammation of the Liver. *Gastroenterology*, 151(6), 1087-1095. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.09.048>
- Megha, Kb., Joseph, X., Akhil, V., & Mohanan, Pv. (2021). Cascade of immune mechanism and consequences of inflammatory disorders. *Phytomedicine*, 91, 153712. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153712>
- Mescher, A. L. (2017). Macrophages and fibroblasts during inflammation and tissue repair in models of organ regeneration. *Regeneration (Oxford, England)*, 4(2), 39-53. <https://doi.org/10.1002/reg2.77>
- Meziti, A. (2018). *Régulation de l'inflammation par les extraits de Rubus fruticosus et Zizyphus vulgaris* [Thèse de Doctorat]. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- Miguel, M. D. G., Doughmi, O., Aazza, S., Antunes, D., & Lyoussi, B. (2014). Antioxidant, anti-inflammatory and acetylcholinesterase inhibitory activities of propolis from different regions of Morocco. *Food Science and Biotechnology*, 23(1), 313-322. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0044-1>
- Mir, M. (2023). *Myrtus communis Leaves : Source of Bioactives, Traditional Use and their Biological Properties*. MEDICINE & PHARMACOLOGY. <https://doi.org/10.20944/preprints202301.0532.v2>
- Mittas, D., Mawunu, M., Magliocca, G., Lautenschläger, T., Schwaiger, S., Stuppner, H., & Marzocco, S. (2022). Bioassay-Guided Isolation of Anti-Inflammatory Constituents of the Subaerial Parts of Cyperus articulatus (Cyperaceae). *Molecules*, 27(18), 5937. <https://doi.org/10.3390/molecules27185937>
- Mohamadi, Y., Lograda, T., Ramdani, M., Figueredo, G., & Chalard, P. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of Myrtus communis essential oils from Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220249>
- Montalvo-González, E., Villagrán, Z., González-Torres, S., Iñiguez-Muñoz, L., Isiordia-Espinoza, M., Ruvalcaba-Gómez, J., Arteaga-Garibay, R., Acosta, J., González-Silva, N., & Anaya-Esparza, L. (2022). Physiological Effects and Human Health Benefits of Hibiscus sabdariffa : A Review of Clinical Trials. *Pharmaceuticals*, 15(4), 464. <https://doi.org/10.3390/ph15040464>
- Moretta, L., Pietra, G., Vacca, P., Pende, D., Moretta, F., Bertaina, A., Mingari, M. C., Locatelli, F., & Moretta, A. (2016). Human NK cells : From surface receptors to clinical applications. *Immunology Letters*, 178, 15-19.

- <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2016.05.007>
- Murphy, T. L., & Murphy, K. M. (2022). Dendritic cells in cancer immunology. *Cellular & Molecular Immunology*, 19(1), 3-13. <https://doi.org/10.1038/s41423-021-00741-5>
- N**
- N, J., J, T., Sl, N., & Gt, B. (2021). Tertiary lymphoid structures and B lymphocytes in cancer prognosis and response to immunotherapies. *OncoImmunology*, 10(1), 1900508. <https://doi.org/10.1080/2162402X.2021.1900508>
- Nagi, S., Vishnoi, N., Jha, M., & Singh, S. (2024). *PHYTOCHEMICAL AND IN-VITRO ANTI-INFLAMMATORY ASSESSMENT OF ROSA DAMASCENA EXTRACT*. 6(13), 4679-4688. <https://doi.org/10.33472/AFJBS.6.13.2024.4679-4688>
- Nardo, P. (2018, août 23). *Le basilic (Ocimum basilicum L.)—Bienfaits, culture, herboristerie- Plantes et Santé*. <https://www.plantes-et-sante.fr/articles/jardin-medicinal/1805-le-basilic-un-vrai-baroudeur>
- Nasery, M., Hassanzadeh, M. K., Najaran, Z. T., & Emami, S. A. (2016). Rose (Rosa×damascena Mill.) Essential Oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (p. 659-665). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00075-4>
- Nayebi, N., Khalili, N., Kamalinejad, M., & Emtiazy, M. (2017). Une revue systématique de l'efficacité et de la sécurité de *Rosa damascena* Mill. Avec un aperçu de ses propriétés phytopharmacologiques. *Complementary Therapies in Medicine*, 34, 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.08.014>
- Netea, M. G., Balkwill, F., Chonchol, M., Cominelli, F., Donath, M. Y., Gimarellos-Bourboulis, E. J., Golenbock, D., Gresnigt, M. S., Heneka, M. T., Hoffman, H. M., Hotchkiss, R., Joosten, L. A. B., Kastner, D. L., Korte, M., Latz, E., Libby, P., Mandrup-Poulsen, T., Mantovani, A., Mills, K. H. G., ... Dinarello, C. A. (2017). A guiding map for inflammation. *Nature Immunology*, 18(8), 826-831. <https://doi.org/10.1038/ni.3790>
- Neubauer, K., & Zieger, B. (2022). Endothelial cells and coagulation. *Cell and Tissue Research*, 387(3), 391-398. <https://doi.org/10.1007/s00441-021-03471-2>

O

- Otunola, G. A. (2022). Culinary Spices in Food and Medicine : An Overview of Syzygium aromaticum (L.) Merr. and L. M. Perry [Myrtaceae]. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 793200. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.793200>
- Ouahiba, B., Karima, Y., Narimen, B., Razika, L., Djillali, E. H., Sounia, O., & Djanette, B. (2020). *CRIBLAGE PHYTOCHIMIQUE ET ÉVALUATION DU POUVOIR ANTIOXYDANT DES FEUILLES DE MYRTUS COMMUNIS L. ET RHAMNUS ALATERNUS L.* 10(1).

P

- Pahwa, R., Goyal, A., & Jialal, I. (2023). Chronic Inflammation. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493173/>
- Panigrahy, D., Gilligan, M. M., Serhan, C. N., & Kashfi, K. (2021). Resolution of inflammation : An organizing principle in biology and medicine. *Pharmacology & Therapeutics*, 227, 107879. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2021.107879>
- Plikus, M. V., Wang, X., Sinha, S., Forte, E., Thompson, S. M., Herzog, E. L., Driskell, R. R., Rosenthal, N., Biernaskie, J., & Horsley, V. (2021). Fibroblasts : Origins, definitions, and functions in health and disease. *Cell*, 184(15), 3852-3872. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.06.024>
- Purushothaman, B., Department of Biotechnology, Periyar Maniammai Institute of Science & Technology, Thanjavur – 613403, Tamilnadu, India, TANBIO R&D Solution, Periyar Technology Business Incubator, Thanjavur – 613403, Tamilnadu, India, Srinivasan, R. P., TANBIO R&D Solution, Periyar Technology Business Incubator, Thanjavur – 613403, Tamilnadu, India, Suganthi, P., TANBIO R&D Solution, Periyar Technology Business Incubator, Thanjavur – 613403, Tamilnadu, India, Ranganathan, B., Palms Connect Sdn Bhd, Shah Alam 40460, Selangor Darul Ehsan, Malaysia, Palms Connect LLC, Showcase Lane, Sandy, UT 84094, USA, Gimbu, J., Centre of Excellence for Advanced Research in Fluid Flow (CARIFF), Universiti Malaysia Pahang, Gambang 26300, Pahang Malaysia, Shanmugam1, K., & Department of Biotechnology, Periyar Maniammai Institute of Science & Technology, Thanjavur – 613403, Tamilnadu, India. (2018). A Comprehensive Review on *Ocimum basilicum*. *Journal of Natural Remedies*, 18(3), 71-85. <https://doi.org/10.18311/jnr/2018/21324>

R

- Radünz, M., Da Trindade, M. L. M., Camargo, T. M., Radünz, A. L., Borges, C. D., Gandra, E. A., & Helbig, E. (2019). Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. *Food Chemistry*, 276, 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.173>
- RAHMANI, S., BELBOUKHARI, N., SEKKOUM, K., & CHERITI, A. (2016). *EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTI-INFLAMMATOIRE D'EXTRAITS AQUEUX DE FEUILLES Limoniastrum feei (PLUMBAGINACEA)*. 6(1), 80-86.
- Rashed, K. (2021). Phytochemical and Bioactivities of *Myrtus communis*: A Review. *Plantae Scientia*, 4(2), 133-136. <https://doi.org/10.32439/ps.v4i2.133-136>
- Reinke, J. M., & Sorg, H. (2012). Wound Repair and Regeneration. *European Surgical Research*, 49(1), 35-43. <https://doi.org/10.1159/000339613>
- Rodrigues, L. B., Oliveira Brito Pereira Bezerra Martins, A., Cesário, F. R. A. S., Ferreira E Castro, F., De Albuquerque, T. R., Martins Fernandes, M. N., Fernandes Da Silva, B. A., Quintans Júnior, L. J., Da Costa, J. G. M., Melo Coutinho, H. D., Barbosa, R., & Alencar De Menezes, I. R. (2016). Anti-inflammatory and antiedematogenic activity of the *Ocimum basilicum* essential oil and its main compound estragole : In vivo mouse models. *Chemico-Biological Interactions*, 257, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2016.07.026>
- Roe, K. (2021). An inflammation classification system using cytokine parameters. *Scandinavian Journal of Immunology*, 93(2), e12970. <https://doi.org/10.1111/sji.12970>
- Ross, E. A., Devitt, A., & Johnson, J. R. (2021). Macrophages : The Good, the Bad, and the Gluttony. *Frontiers in Immunology*, 12, 708186. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.708186>
- Rossi, J.-F., Lu, Z. Y., Massart, C., & Levon, K. (2021). Dynamic Immune/Inflammation Precision Medicine : The Good and the Bad Inflammation in Infection and Cancer. *Frontiers in Immunology*, 12, 595722. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.595722>
- Rostan, O., Tarte, K., & Amé-Thomas, P. (2014). Le polynucléaire basophile : Nouveautés en physiopathologie et implications diagnostiques. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2014(462), 95-105. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(14\)72483-9](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(14)72483-9)

S

- Sacco, K. A., Gazzin, A., Notarangelo, L. D., & Delmonte, O. M. (2023). Granulomatous inflammation in inborn errors of immunity. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 1110115. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1110115>
- Sato, Y., Tamura, M., & Yanagita, M. (2023). Tertiary lymphoid tissues : A regional hub for kidney inflammation. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 38(1), 26-33. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfab212>
- Sen, T., & Nag Chaudhuri, A. K. (1991). Antiinflammatory evaluation of a *Pluchea indica* root extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 33(1-2), 135-141. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(91\)90172-A](https://doi.org/10.1016/0378-8741(91)90172-A)
- Serhan, C. N. (2017). Discovery of specialized pro-resolving mediators marks the dawn of resolution physiology and pharmacology. *Molecular Aspects of Medicine*, 58, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.03.001>
- Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of Basil (*Ocimum basilicum*) : A review. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1961-1970. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1828456>
- Shapouri-Moghaddam, A., Mohammadian, S., Vazini, H., Taghadosi, M., Esmaeili, S.-A., Mardani, F., Seifi, B., Mohammadi, A., Afshari, J. T., & Sahebkar, A. (2018). Macrophage plasticity, polarization, and function in health and disease. *Journal of Cellular Physiology*, 233(9), 6425-6440. <https://doi.org/10.1002/jcp.26429>
- Snoussi, A., Essaidi, I., Ben Haj Koubaier, H., Zrelli, H., Alsafari, I., Živoslav, T., Mihailovic, J., Khan, M., El Omri, A., Ćirković Veličković, T., & Bouzouita, N. (2021). Drying methodology effect on the phenolic content, antioxidant activity of *Myrtus communis* L. leaves ethanol extracts and soybean oil oxidative stability. *BMC Chemistry*, 15(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13065-021-00753-2>
- Solimando, A. G., Desantis, V., & Ribatti, D. (2022). Mast Cells and Interleukins. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14004. <https://doi.org/10.3390/ijms232214004>
- Sonmezdag, A. S., Amanpour, A., Kelebek, H., & Sellı, S. (2018). The most aroma-active compounds in shade-dried aerial parts of basil obtained from Iran and Turkey. *Industrial Crops and Products*, 124, 692-698. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.053>

- Sorg, H., Krueger, C., & Vollmar, B. (2007). Intravital insights in skin wound healing using the mouse dorsal skin fold chamber. *Journal of Anatomy*, 211(6), 810-818.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00822.x>
- Sun, H., Hu ,Wenwen, Yan ,Yinan, Zhang ,Zichun, Chen ,Yuxin, Yao ,Xuefan, Teng ,Ling, Wang ,Xinyuan, Chai ,Dafei, Zheng ,Junnian, & and Wang, G. (2021). Using PAMPs and DAMPs as adjuvants in cancer vaccines. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 17(12), 5546-5557.
<https://doi.org/10.1080/21645515.2021.1964316>
- Sun, L., Wang, X., Saredy, J., Yuan, Z., Yang, X., & Wang, H. (2020). Innate-adaptive immunity interplay and redox regulation in immune response. *Redox Biology*, 37, 101759. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101759>
- Sun, Y., Koyama, Y., & Shimada, S. (2022). Inflammation From Peripheral Organs to the Brain : How Does Systemic Inflammation Cause Neuroinflammation? *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 903455. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.903455>
- Suroowan, S., Pynee, K. B., & Mahomoodally, M. F. (2019). A comprehensive review of ethnopharmacologically important medicinal plant species from Mauritius. *South African Journal of Botany*, 122, 189-213.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.03.024>
- Swain, A., Santhoshkannada, A. N., Prabakaran, D., Choudhir, G., & Puttaswamy, H. (2021). Phytochemical and Pharmacological Exploration of Cyperus articulatus as a Potential Source of Nutraceuticals and Drug Ingredients. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 55(4), 1084-1095.
<https://doi.org/10.5530/ijper.55.4.209>

T

- Taha Yassin, M., Abdulrahman Al-Askar, A., Abdel-Fattah Mostafa, A., & El-Sheikh, M. A. (2020). Bioactivity of Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L.M.Perry extracts as potential antimicrobial and anticancer agents. *Journal of King Saud University - Science*, 32(8), 3273-3278. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.09.009>
- Tai, Y., Woods, E. L., Dally, J., Kong, D., Steadman, R., Moseley, R., & Midgley, A. C. (2021). Myofibroblasts : Function, Formation, and Scope of Molecular Therapies for Skin Fibrosis. *Biomolecules*, 11(8), Article 8.
<https://doi.org/10.3390/biom11081095>

Totsch, S. K., & Sorge, R. E. (2017). Immune system involvement in specific pain conditions. *Molecular Pain*, 13, 1744806917724559.
<https://doi.org/10.1177/1744806917724559>

V

Van Linthout, S., & Tschöpe, C. (2017). Inflammation – Cause or Consequence of Heart Failure or Both? *Current Heart Failure Reports*, 14(4), 251-265.
<https://doi.org/10.1007/s11897-017-0337-9>

W

Wang, N., Liang, H., & Zen, K. (2014). *Molecular mechanisms that influence the macrophage M1–M2 polarization balance*. 5.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2014.00614>

Wang, S., Ye, T., Li, G., Zhang, X., & Shi, H. (2021). Margination and adhesion dynamics of tumor cells in a real microvascular network. *PLOS Computational Biology*, 17(2), e1008746. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008746>

Weller, P. F., & Spencer, L. A. (2017). Functions of tissue-resident eosinophils. *Nature Reviews Immunology*, 17(12), 746-760. <https://doi.org/10.1038/nri.2017.95>

X

Xue, Q., Xiang, Z., Wang, S., Cong, Z., Gao, P., & Liu, X. (2022). Recent advances in nutritional composition, phytochemistry, bioactive, and potential applications of *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae). *Frontiers in Nutrition*, 9, 1002147.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1002147>

Y

Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2021). Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 137, 35-45.

- <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.040>
- Yin, X., Chen, S., & Eisenbarth, S. C. (2021). Dendritic Cell Regulation of T Helper Cells. *Annual Review of Immunology*, 39(1), 759-790. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-101819-025146>
- Yousef, M. S., Akthar, I., Ma, D., Haneda, S., Kusama, K., Shimada, M., Imakawa, K., & Miyamoto, A. (2025). Platelet secretions exert anti-inflammatory effects in vitro on neutrophils and uterine epithelia in cattle : A possible role in amplifying the uterine immune network toward pregnancy. *Frontiers in Immunology*, 16, 1560996. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1560996>

Z

- Zhakipbekov, K., Turgumbayeva, A., Akhelova, S., Bekmuratova, K., Blinova, O., Utegenova, G., Shertaeva, K., Sadykov, N., Tastambek, K., Saginbazarova, A., Urazgaliyev, K., Tulegenova, G., Zhalimova, Z., & Karasova, Z. (2024). Antimicrobial and Other Pharmacological Properties of Ocimum basilicum, Lamiaceae. *Molecules*, 29(2), 388. <https://doi.org/10.3390/molecules29020388>
- Zhang, L., Virgous, C., & Si, H. (2019). Synergistic anti-inflammatory effects and mechanisms of combined phytochemicals. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 69, 19-30. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.03.009>
- Zindel, J., & Kubes, P. (2020). DAMPs, PAMPs, and LAMPs in Immunity and Sterile Inflammation. *Annual Review of Pathology*, 15, 493-518. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathmechdis-012419-032847>

Résumé

L'inflammation joue un rôle clé dans la défense immunitaire et la réparation tissulaire, mais lorsqu'elle devient chronique, elle peut être à l'origine de diverses pathologies. Cette étude s'inscrit dans une approche visant à identifier des alternatives naturelles aux anti-inflammatoires classiques afin de réduire leurs effets secondaires.

Ce travail expérimental vise à évaluer l'activité anti-inflammatoire de la boisson traditionnelle « Takerouayet », réputée en Algérie pour ses bienfaits. Son effet a été comparé à celui du Diclofénac sodique, un anti-inflammatoire non stéroïdien de référence, *in vivo* sur un modèle animal d'inflammation induite par le formol. Quinze rats ont été répartis en trois groupes : contrôle, Diclofénac et Takerouayet. L'évaluation de l'inflammation s'est faite par la mesure de l'évolution de l'oedème sur plusieurs intervalles de temps.

Les résultats obtenus montrent que le Takerouayet induit une diminution significative de l'inflammation, bien que son effet soit moins rapide que celui du Diclofénac. Cette activité pourrait être attribuée à la présence de molécules bioactives issues des plantes médicinales qui composent cette boisson, notamment le myrte, le souchet, la corrigiole, la rose de Damas, le clou de girofle et le basilic.

En conclusion, le Takerouayet pourrait représenter une alternative naturelle prometteuse aux traitements conventionnels. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires pour élucider ses mécanismes d'action, affiner son dosage et évaluer son potentiel clinique.

Mots-clés

Takerouayet, inflammation & anti-inflammatoire, biosson

Abstract

Inflammation plays a key role in immune defense and tissue repair, but when it becomes chronic, it can lead to various diseases. This study follows an approach aimed at identifying natural alternatives to conventional anti-inflammatory drugs to minimize their side effects.

This experimental work aims to evaluate the anti-inflammatory activity of the traditional Algerian beverage “Takerouayet”, renowned for its beneficial properties. Its effect was compared with that of Diclofenac sodium, a reference non-steroidal anti-inflammatory drug, *in vivo* in an animal model of formalin-induced inflammation. Fifteen rats were divided into three groups: control, Diclofenac, and Takerouayet. Inflammation was assessed by measuring edema progression over several time intervals.

The results show that Takerouayet induces a significant reduction in inflammation, although its effect is slower than that of Diclofenac. This activity may be attributed to bioactive compounds found in the medicinal plants composing this beverage, including myrtle, nutsedge, corrigiola, damask rose, clove, and basil. Scientific literature supports their anti-inflammatory properties, reinforcing the hypothesis of a synergy between these constituents.

In conclusion, Takerouayet could represent a promising natural alternative to conventional treatments. However, further studies are needed to better understand its mechanisms of action, refine its optimal dosage, and evaluate its clinical potential.

Keywords

Takerouayet, inflammation & anti-inflammatory, beverage

ملخص

تلعب الالتهابات دوراً رئيسياً في الدفاع المناعي وإصلاح الأنسجة، ولكن عندما تصبح مزمنة، يمكن أن تؤدي إلى أمراض متعددة. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد بدائل طبيعية لمضادات الالتهاب التقليدية للحد من آثارها الجانبية.

يسعى هذا البحث التجريبي إلى تقييم النشاط المضاد للالتهابات للمشروب التقليدي الجزائري تاكرويت، المعروف بفوائده الصحية، ومقارنته بديكلوفيناك الصوديوم، وذلك من خلال نموذج حيواني داخل الجسم الحي يعتمد على إحداث التهاب بواسطة مادة الفورمول. تم تقسيم خمسة عشر فأراً إلى ثلاثة مجموعات: مجموعة تحكم، مجموعة معالجة بالديكلوفيناك، ومجموعة تلقت مستخلص تاكرويت. تم تقييم التهاب من خلال قياس تطور الوزمة على فترات زمنية مختلفة.

تشير النتائج إلى أن مشروب تاكرويت يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في التهاب، على الرغم من أن تأثيره أبطأ من تأثير ديكلوفيناك. قد يرجع هذا النشاط إلى وجود مركبات نشطة بيولوجياً مستخلصة من النباتات الطبية المكونة لهذا المشروب، بما في ذلك القمام، التارا، السرغينة، الورد، القرنفل والريحان. وقد أكدت المقارنات مع الأبحاث العلمية أن هذه النباتات تمتلك خصائص مضادة للالتهاب مثبتة علمياً، مما يعزز فرضية وجود تأثير تآزر بين مكوناتها.

في الختام، تشير هذه الدراسة إلى أن تاكرويت يمكن أن يكون بديلاً طبيعياً واعداً لمضادات الالتهاب الصناعية. ومع ذلك، هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لفهم آلياته البيولوجية، تحسين جرعته المثالية، واستكشاف إمكاناته العلاجية.

الكلمات المفتاحية:

تاكرويت، التهاب و مضاد الالتهاب، مشروب

Intitulé : Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de la boisson traditionnelle « Takerouayet »

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Immunologie moléculaire et cellulaire

L'inflammation joue un rôle clé dans la défense immunitaire et la réparation tissulaire, mais lorsqu'elle devient chronique, elle peut être à l'origine de diverses pathologies. Cette étude s'inscrit dans une approche visant à identifier des alternatives naturelles aux anti-inflammatoires classiques afin de réduire leurs effets secondaires.

Ce travail expérimental vise à évaluer l'activité anti-inflammatoire de la boisson traditionnelle « Takerouayet », réputée en Algérie pour ses bienfaits. Son effet a été comparé à celui du Diclofénac sodique, un anti-inflammatoire non stéroïdien de référence, *in vivo* sur un modèle animal d'inflammation induite par le formol. Quinze rats ont été répartis en trois groupes : contrôle, Diclofénac et Takerouayet. L'évaluation de l'inflammation s'est faite par la mesure de l'évolution de l'oedème sur plusieurs intervalles de temps.

Les résultats obtenus montrent que le Takerouayet induit une diminution significative de l'inflammation, bien que son effet soit moins rapide que celui du Diclofénac. Cette activité pourrait être attribuée à la présence de molécules bioactives issues des plantes médicinales qui composent cette boisson, notamment le myrte, le souchet, la corrigiole, la rose de Damas, le clou de girofle et le basilic.

En conclusion, le Takerouayet pourrait représenter une alternative naturelle prometteuse aux traitements conventionnels. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires pour élucider ses mécanismes d'action, affiner son dosage et évaluer son potentiel clinique.

Mots-clés : Takerouayet, inflammation & anti-inflammatoire, biosson

Laboratoires de recherche : l'Animalerie du Département de Biologie Animale (U Constantine 1 Frères Mentouri).

Président du jury : Pr CHETTOUM Aziz (Professeur-UC1FM).

Encadrant : Dr MOKHTARI Mohamed Badreddine (MCB-UC1FM).

Examinateur(s) : Dr TARTOUGA Maya Abir (MCB-UC1FM).