

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

Département Génie des procédés



Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie des Procèdes

Spécialité : Génie Pharmaceutique

Thème :

Préparation d'une crème pharmaceutique

Présenté et soutenu par :

BAHLOUL Hicham & YAHIAOUI Sofia

Jeudi 04 juillet 2024

Devant le jury:

Dr. AOUDJIT Farid

Dr. ARBIA Leila

Dr. BOUCELKHA Ali

Président

Examinatrice

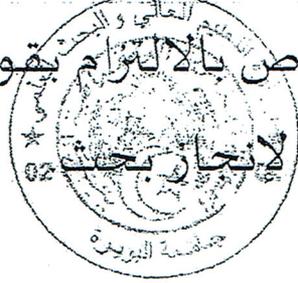
Promoteur

UAMO Bouira

UAMO Bouira

UAMO Bouira

Année universitaire 2023/2024



التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية

انا الممضي اسفله،

السيد(ة)..... **دهلول هشام**..... الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 407182509..... والصادرة بتاريخ 08/08/2023

المسجل(ة) بكلية / معهد..... **العلوم والعلوم التطبيقية**..... قسم..... **هندسة البرائق**

تخصص:..... **هندسة سيالات**

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها:..... **Elaboration d'une nouvelle crème**

Pharmaceutique

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

توقيع المعني (ة)

التاريخ: 01/07/2024

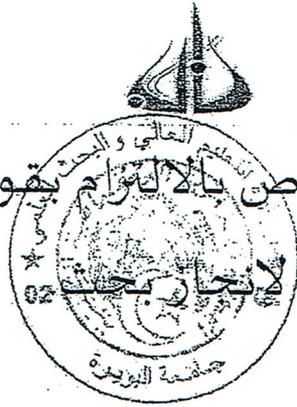
البويرة في: 01/07/2024
رئيس قسم هندسة البرائق
الأعضاء: كلية العلوم والعلوم التطبيقية

هيئة مراقبة السرقة العلمية:

%

23

النسبة:



التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية

انا الممضي اسفله،

السيد(ة).....**ديكتاتورية سوفيا**.....الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:.....**128826000**.....والصادرة بتاريخ.....**2018 / 03 / 12**

المسجل(ة) بكلية / معهد.....**العلوم والتكنولوجيا التطبيقية**.....قسم.....**هندسة الطرائق**

تخصص:.....**هندسة التسيير**

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها.....**Elaboration d'une Crème Pharmaceutique**

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

توقيع المعني (ة)

التاريخ.....**01/07/2018**

هيئة مراقبة السرقة العلمية:



النسبة: % **23**

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le Dieu tout-puissant qui nous a donné le courage, la patience et la force d'accomplir ce travail.

*Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à Monsieur **Boucelkha Ali** pour son aide précieuse, ses conseils avisés, ses encouragements constants, sa patience et sa confiance.*

Nous tenons également à remercier tous les membres de jury d'avoir acceptés d'évaluer notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de la Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées de l'Université Akli Mohand Oulhadj-Bouira.

Enfin, nous souhaitons exprimer notre gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui sont chers à mon égard :

Je dédie tout particulièrement cet humble travail à mes chers parents qui ont consacré leur vie à construire la mienne, pour leur soutien, leur patience, leur tendresse et leur gentillesse à mon égard, pour tout ce qu'ils ont fait pour m'amener jusqu'ici.

A ma chère sœur Yasmine, pour ton soutien et ta présence à chaque étape de mon parcours. Tes encouragements constants et ta confiance en moi ont été une source de motivation inestimable.

A mon binôme YAHIAOUI Sofia, à qui je souhaite le meilleur dans sa vie.

À mes amis Mellyssa, Sarah, celylia, Youva, Ghilass, Mahdi Pour votre amitié précieuse, vos mots d'encouragement.

Bahloul Hicham.....

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui sont chers à mon égard:

A mes chers parents, pour votre amour indéfectible, votre soutien inébranlable et vos encouragements continus tout au long de mon parcours. Sans vous, ce chemin aurait été beaucoup plus difficile. Merci d'avoir cru en moi.

A mon seul frère Nazim, pour ta complicité, ton soutien et ta présence bienveillante. Tu as toujours été là pour m'encourager et me motiver.

A mes oncles AZEDINNE, HAKIM, MALEK, pour vos précieux conseils, vos encouragements et votre soutien moral. Vous avez joué un rôle important dans ma vie.

A mon binôme Bahloul Hicham, à qui je souhaite le meilleur dans sa vie.

À mes amis Melly, Sarah, celylia, Bisa, Moumen, Hicham, Dihia, Zahia, Pour votre amitié précieuse, vos mots d'encouragement.

Yahiaoui Sofia.....

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Caractéristiques des différentes catégories d'émulsion.....	page 14
Tableau N°02 : Plantes médicinales et leurs utilisations thérapeutique.....	page 21
Tableau N°03 : plantes médicinales et leurs utilisations en cosmétique.....	page 22
Tableau N°04 : Classification taxonomique d'Ecballium elaterium.	page 26
Tableau N°05 : Classification taxonomique d'Ecballium elaterium.....	page 31
Tableau N°06 : Structure chimique des principaux composés de Glycyrrhiza glabra...	page 32
Tableau N°07 : les propriétés physico-chimiques de l'huile de grain de blé.....	page 43
Tableau N°08 : les propriétés physico-chimiques de l'huile de camomille.....	page 43
Tableau N°09 : Propriétés physiques du beurre de Karité.....	page 44
Tableau N°10 : Propriétés physiques de la cire d'abeille.....	page 44
Tableau N°11 : Propriétés physiques du glycérol	page 45
Tableau N°12 : Caractéristiques de Lanette o.....	page 46
Tableau N°13 : Pourcentage et grammage de la Formulation de la crème.....	page 48
Tableau N°14 : caractéristiques de l'extrait de la plante de réglisse.....	page 55
Tableau N°15 : caractéristiques de l'extrait des grains d'ecbalium elaterium.....	page 56
Tableau N°16 : caractéristiques de l'extrait de l'enveloppe de la plante d'ecbalium elaterium.....	page 56
Tableau N°17 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes Concentrations de l'extrait éthanolique de la Réglisse.....	page 57
Tableau N°18 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'extrait éthanolique des grains.....	page 58
Tableau N°19 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'extrait éthanolique de l'enveloppe.....	page 59
Tableau N°20 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'acide ascorbique.....	page 60

Tableau N°21 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de la réglisse.....	page 61
Tableau N°22 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations des grains.....	page 62
Tableau N°23 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de l'enveloppe.....	page 63
Tableau N°24 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de Diclofinac.....	page 64
Tableau N°25 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait de réglisse et l'extrait d'Eelaterium pure en (mm).....	page 66
Tableau N°26 : Résultats de l'activité antibactérienne des extraits avec les dilutions...	page 67
Tableau N°27 : caractères organoleptiques de la crème.....	page 67
Tableau N°28 : Résultats de la centrifugation de la crème.....	page 70

Liste des figures

Figure N°01 : Composition de la peau.....	page 02
Figure N°02 : Peau à tendance grasse.....	page 03
Figure N°03 : Peau sèche.....	page 03
Figure N°04 : Coupe transversale de l'épiderme.....	page 05
Figure N°05 : Représentation schématique de la jonction dermo-épidermique.....	page 06
Figure N°06 : Schéma du site inflammation.....	page 07
Figure N°07 : Plantes médicinales (épices, Grain).....	page 21
Figure N°08 : Les principales familles de principes actifs utilisées en phytothérapie.....	page 23
Figure N°09 : <i>Ecballium elaterium</i>	page 26
Figure N°10 : Fleur mâle d' <i>Ecballium elaterum</i> visitée par une abeille.....	page 27
Figure N°11 : Fleur femelle d' <i>Ecballium elaterum</i>	page 27
Figure N°12 : Présentation de la plante <i>Glycyrrhiza glabra</i>	page 29
Figure N°13 : Poudre obtenue à partir des racines de <i>Glycyrrhiza glabra</i>	page 35
Figure N°14 : Processus d'extraction des extraits par macération.....	page 36
Figure N°15 : Mécanisme réactionnel du test DPPH.....	page 38
Figure N°16 : Préparation de la solution de DPPH.....	page 38
Figure N°17 : évaluation de l'activité antioxydante.....	page 39
Figure N°18 : Beurre de Karité.....	page 44
Figure N°19 : cire d'abeille.....	page 45
Figure N°20 : La glycérine.....	page 46
Figure N°21 : Lanette o.....	page 47
Figure N°22 : Acide stéarique.....	page 47

Figure N°23 : (A) : extrait de la réglisse, (B) : extrait de L'enveloppe d' <i>Ecbalium Elaterium</i> , (C) : extrait des grains d' <i>Ecbalium Elaterium</i>	page 48
Figure N°24 : Schéma de procédés de fabrication de la crème.....	page 51
Figure N°25 : Examen microscopique au microscope optique.....	page 52
Figure N°26 : Contrôle de stabilité à la centrifugation.....	page 53
Figure N°27 : Doigt d'un volontaire souffrant d'eczéma.....	page 54
Figure N°28: Peau d'un volontaire présentant des champignons.....	page 55
Figure N°29 : volontaire souffrant d'eczéma.....	page 55
Figure N°30 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de la réglisse.....	page 58
Figure N°31 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait des grains.....	page 59
Figure N°32 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de l'enveloppe.....	page 60
Figure N°33 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'acide ascorbique.....	page 60
Figure N°34 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de la réglisse.....	page 62
Figure N°35 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de la réglisse.....	page 63
Figure N°36 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de l'enveloppe.....	page 63
Figure N°37 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de <i>diclofinac</i>	page 64
Figure N°38 : Mesure du pH.....	page 68
Figure N°39 : Examen macroscopique de la crème.....	page 69
Figure N°40 : Examen microscopique de la crème.....	page 69

Figure N°41 : Résultats après la centrifugation.....	page 70
Figure N°42 : Examen du type d'émulsion.....	page 71
Figure N°43 : Résultats du test cutané après 3h et 48h.....	page 72
Figure N°44 : résultats du test sur l'eczéma après 4 jours.....	page 72
Figure N°45 : résultats du test sur les champignons après 24h et 48h.....	page 73
Figure N°46 : Résultats du test sur des rougeurs et des démangeaisons après 5 jours...	page 73

Liste des abréviations

BSA: Albumine Sérique Bovine.

IC50: Concentration inhibitrice 50% du radical libre.

pH: Potentiel d'hydrogène.

DPPH: 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle.

H: Heure.

Min: Minute.

R(%): Rendement.

μL: Microlitre.

I(%): Pourcentage d'inhibition.

°C: Degré Celsius.

Mm: millimètre.

ml: millilitre.

Mg: méli gramme.

OMS: Organisation Mondiale de la santé.

UV: ultraviolet.

KOH: Hydroxyde de potassium.

NaCl: Chlorure de sodium.

Table des matières

Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Chapitre 1 : généralités sur la peau et formes pharmaceutiques cutanées.....	2
1.1.1. Différents types de peau.....	2
1.1.2. Structure de la peau.....	4
1.1.3. La Réaction Inflammatoire.....	6
1.1.4. Les maladies de la peau.....	8
1.2. Les formes pharmaceutiques	10
1.2.1. Préparations semi-solides pour application cutanée	11
Chapitre 2 : La phytothérapie et les plantes médicinales	15
2.1. La phytothérapie	15
2.1.2. Avantage de la phytothérapie	15
2.1.3. Inconvénients de la phytothérapie.....	16
2.1.4. Les différents types de la phytothérapie	17
2.2. Les plantes médicinales	18
2.2.2. Domaines d'utilisation	18
2.2.3. Pouvoir des plantes médicinales	20
2.2.4. Les éléments actifs des plantes	20
2.2.5. Principe actif.....	21
2.2.6. Types des plantes médicinales	22
2.2.7. Les types d'extractions des substances actifs	22
2.3. Présentation des plantes étudiées	23
2.3.1. Ecballium elaterium	23
2.3.2. Glycyrrhiza glabra L	27
2.3.2.1. Nomenclature	27
3. Matériels et méthodes	32
3.1. Matériels	32
Rdt (%) =	34
×100	34
4. Résultats et discussion	51
Conclusion	68
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
Abstract	

Introduction

La nature reste une précieuse source de nombreux composés thérapeutiques, offrant une abondance de plantes médicinales et de micro-organismes générant des substances chimiques bénéfiques pour traiter et soigner des maladies [1].

Les plantes représentent une source de principes actifs inépuisable et renouvelable, dont l'usage traditionnel et médical est connu depuis bien longtemps. Il existe donc un besoin de production de substances bioactives isolées, concentrées et purifiées, pour une utilisation dans un large champ d'application (cosmétiques, pharmaceutiques, additifs nutritionnels...) [2,3].

Le médicament à base de plantes est un "complexe" de molécules, issu d'une ou, plusieurs espèces végétales. De nombreuses formes galéniques sont aujourd'hui proposées, certaines plus innovantes que d'autres, laissant l'infusion originelle plus ou moins désuète [3,4].

La phytothérapie représente une alternative ou un complément de traitement pour diverses pathologies, notamment les affections dermatologiques comme l'eczéma et le psoriasis, parmi les problèmes de santé les plus répandus [6, 7].

La santé de la peau joue un rôle crucial dans notre perception de nous-mêmes et dans notre interaction sociale, soulignant ainsi l'importance de préserver son intégrité pour maintenir à la fois notre bien-être physique et psychologique [6].

Pour répondre à ces défis, nous avons choisi de développer une nouvelle crème pharmaceutique à partir de deux plantes médicinales : *Glycyrrhiza glabra* et *Ecballium elaterium*. Notre objectif est d'étudier les propriétés pharmacologiques de ces plantes, notamment leurs effets anti-inflammatoires, antioxydants et antibactériens, tout en assurant le contrôle qualité de la crème obtenue.

Notre mémoire est organisé en quatre chapitres distincts : Les deux premiers sont dédiés à une synthèse bibliographique détaillée. Le troisième chapitre du mémoire présente la partie pratique, décrivant les matériaux et méthodes utilisés. Le quatrième chapitre discute des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion synthétise les principaux résultats et ouvre des perspectives pour de futures recherches.

Chapitre 1 : généralités sur la peau et formes pharmaceutiques cutanées

1.1. La peau

La peau est un tissu très vascularisé qui recouvre le corps humain, dont la surface avoisine les 2 mètres carrés (m²) et dont le poids total correspond à 4 kilogrammes (kg) en moyenne, soit presque 16% de la masse totale de l'individu [8]. Elle est constituée de trois couches superposées distinctes, issues de différentes origines embryologiques : l'épiderme (d'origine ectodermique, qui est recouvert par le film hydrolipidique de surface), le derme et l'hypoderme (d'origine mésodermique) (Figure N°01) [9].

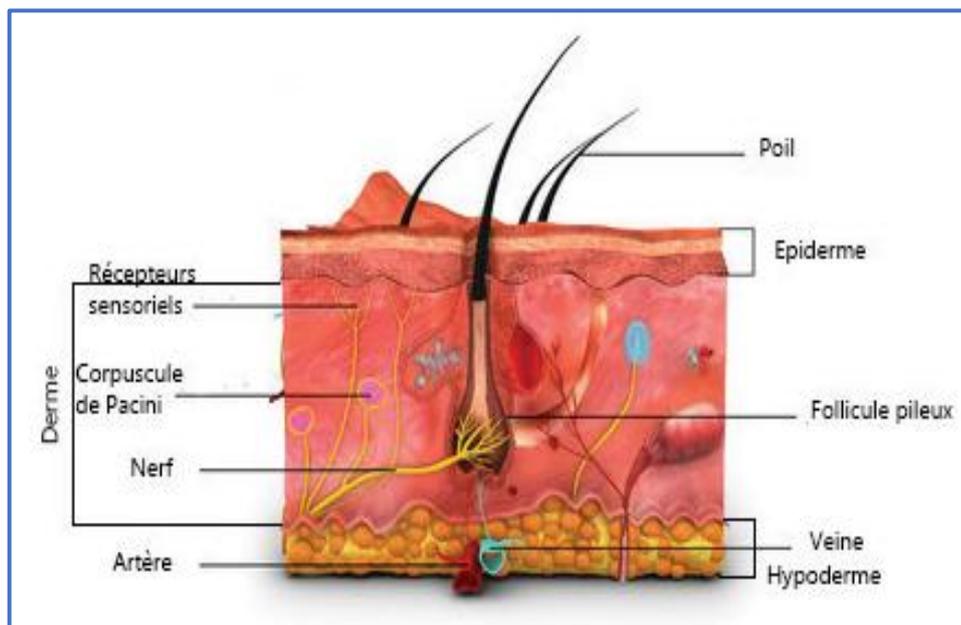


Figure N°01 : Composition de la peau [10].

1.1.1. Différents types de peau

La peau peut être classée en plusieurs types selon divers critères tels que l'hydratation, la production de sébum, la sensibilité, et la pigmentation. Les principaux types de peau sont les suivants :

1.1.1.1. Peau grasse

La peau sécrète naturellement une substance grasse appelée sébum, qui permet de la protéger des agressions extérieures et de lutter contre le dessèchement. La peau grasse se caractérise par une production excessive de sébum, Les pores se dilatent, la peau brille et des imperfections peuvent apparaître, notamment au niveau de la zone T du visage [11].



Figure N°02 : Peau à tendance grasse [12].

1.1.1.2. Peau sèche

La peau sèche, également appelée xérose cutanée (xérodermie), est une condition cutanée caractérisée par un manque d'hydratation et une diminution des lipides nécessaires pour maintenir son hydratation et la protéger des influences extérieures. Il s'agit d'une peau sensible, aux pores resserrés, sujette à l'irritation et aux rougeurs (figure 03). Il existe plusieurs types de peau sèche (peau sèche, très sèche et extra sèche), chacune présentant des caractéristiques et niveaux variés de sécheresse [11].



Figure N°03 : Peau sèche [13].

1.1.1.3. Peau normale

La peau normale représente généralement le standard de santé cutanée idéal. Elle se caractérise par un équilibre parfait, sans excès de sébum ni manque d'hydratation. Les signes

distinctifs de la peau normale incluent une texture lisse, des pores peu visibles, un teint uniforme et une hydratation naturelle optimale. Contrairement aux autres types de peau, elle ne présente généralement pas de problèmes cutanés significatifs tels que l'acné, la sécheresse extrême ou la sensibilité accrue. En somme, la peau normale est synonyme de santé cutanée bien équilibrée, nécessitant souvent peu d'efforts pour maintenir sa qualité [11].

1.1.1.4. Peau mixte

Une **peau mixte** présente une zone grasse au niveau du front, du nez et du menton (appelée la zone T), tandis que les joues sont normales ou sèches. Elle combine les caractéristiques de différents types de peau, ce qui la rend plus complexe à traiter. Cependant, avec une routine de soins adaptée, vous pouvez maintenir sa santé et sa beauté [11].

1.1.2. Structure de la peau

1.1.2.1. L'épiderme

L'épiderme est la couche la plus superficielle de la peau, est en constante régénération. Il s'agit d'un épithélium stratifié, squameux et kératinisé. Bien qu'il ne contienne pas de vaisseaux sanguins ni de vaisseaux lymphatiques, il reçoit des nutriments du derme sous-jacent et abrite de nombreuses terminaisons nerveuses libres. De plus, l'épiderme est protégé par un film hydrolipidique, le sébum, produit par les glandes sébacées du derme, qui le préserve des agressions extérieures [14].

Ce feuillet épidermique est composé de quatre variétés cellulaires distinctes (**Figure N°04**) :

- **Les kératinocytes** : ils constituent 90 à 95% des cellules épidermiques. Ils prolifèrent dans l'assise basale, puis se différencient progressivement pour former les différentes couches de l'épiderme en migrant depuis la profondeur vers la surface.
- **Les mélanocytes** : ils synthétisent la mélanine, un pigment qui est responsable de la coloration de la peau, son rôle majeur est d'empêcher le développement des cancers cutanés en protégeant la peau contre les effets néfastes des rayons UV.
- **Les cellules de Langerhans** : ce sont des cellules présentatrices d'antigènes qui ont un rôle essentiel au cours des réactions immunologiques de la peau.
- **Les cellules de Merkel** : ce sont des mécanorécepteurs qui participent à la sensation tactile.

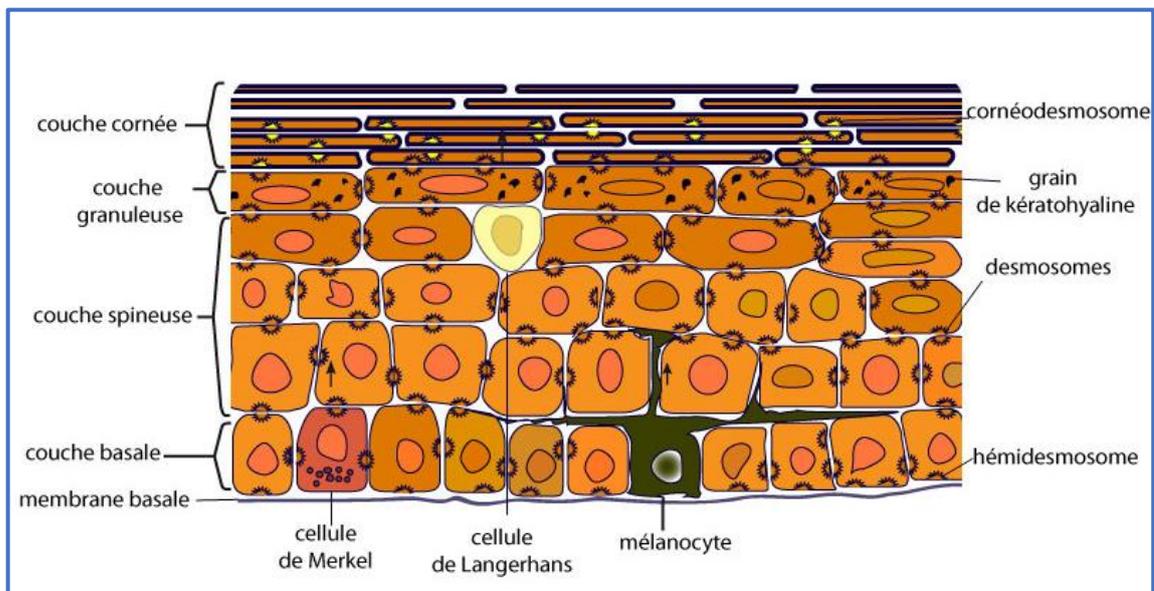


Figure N°04 : Coupe transversale de l'épiderme [15].

1.1.2.2. Le derme

Le **derme** est considérablement plus épais que l'épiderme, avec une épaisseur de 10 à 40 fois supérieure. Il s'agit d'un tissu conjonctif fibreux et élastique, hautement vascularisé, qui joue un rôle essentiel dans le développement et la croissance de l'épiderme. De plus, il participe activement à la réparation des tissus endommagés. Dans le derme, on trouve également des cellules migratrices telles que les macrophages, les lymphocytes et les granulocytes éosinophiles, qui interviennent dans les processus cicatriciels et inflammatoires [14].

1.1.2.3. Les formations annexielles

Les formations annexielles de la peau comprennent les glandes sudorales exocrines, les glandes sébacées, ainsi que les phanères (cheveux et ongles) [16].

- **Glandes sudorales exocrines :** Elles sont réparties sur toute la surface de la peau, sauf sur les paumes des mains et la plante des pieds. Leur rôle est de produire la sueur, qui aide à réguler la température corporelle, protéger la peau et maintenir l'hydratation.

La sueur est une solution aqueuse hypotonique dérivée du plasma sanguin [16].

- **Glandes sébacées :** Elles sont situées dans le derme, juste sous la peau, et sont reliées aux follicules pileux. Leur fonction est de produire le sébum, une substance huileuse qui protège la peau contre les agressions extérieures et la déshydratation. Le sébum contribue également à la souplesse et à la douceur de la peau et des cheveux [16].

- **Phanères (cheveux et ongles) :** Les cheveux, les ongles et les poils sont des phanères. La kératine, une protéine fibreuse, est le principal constituant de la couche superficielle de l'épiderme. Les phanères protègent la peau et ont des rôles spécifiques, tels que la pigmentation des cheveux et des ongles [16].

1.1.2.4. L'hypoderme

L'**hypoderme** est un tissu conjonctif lâche, largement vascularisé et traversé par des fibres nerveuses. Il est principalement composé de **cellules adipeuses**, appelées **adipocytes** blancs, qui sont regroupées en lobules et en lobes. Ces lobules sont séparés par des cloisons conjonctives constituées de fibres de collagène et de réticuline. L'hypoderme joue un rôle essentiel en formant un **coussin de protection** qui sépare la peau des membranes fibreuses entourant les organes plus profonds, tels que les muscles et les os. De plus, il protège l'organisme contre les chocs et contribue à modeler le corps en lui donnant sa forme [17].

1.1.2.5. La jonction dermo-épidermique

La jonction dermo-épidermique, également appelée membrane basale épidermique, est la région acellulaire qui sépare le derme de l'épiderme (**Figure N°05**). Elle joue un rôle crucial dans la structure et la fonction de la peau humaine [18].

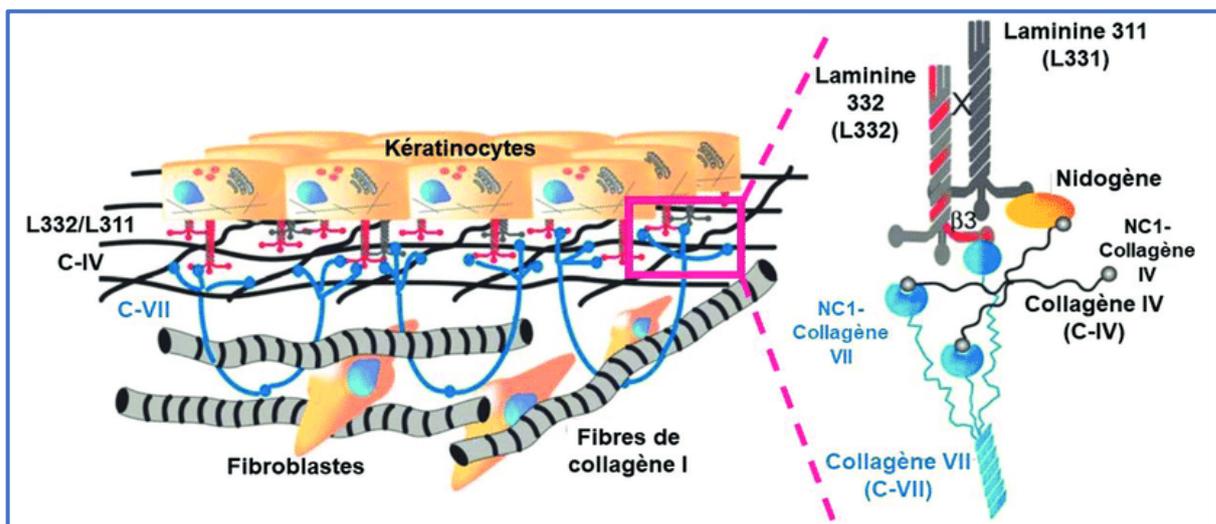


Figure N°05 : Représentation schématique de la jonction dermo-épidermique [19].

1.1.3. La Réaction Inflammatoire

L'inflammation est un processus complexe déclenché par plusieurs facteurs allant de l'infection bactérienne à la pollution environnementale en passant par les lésions chimiques, qui entraînent des lésions ou la mort des cellules (**Figure N°06**). La principale fonction de

l'inflammation est de résoudre l'infection ou de réparer les dommages et de revenir à un état d'homéostasie [20,21].

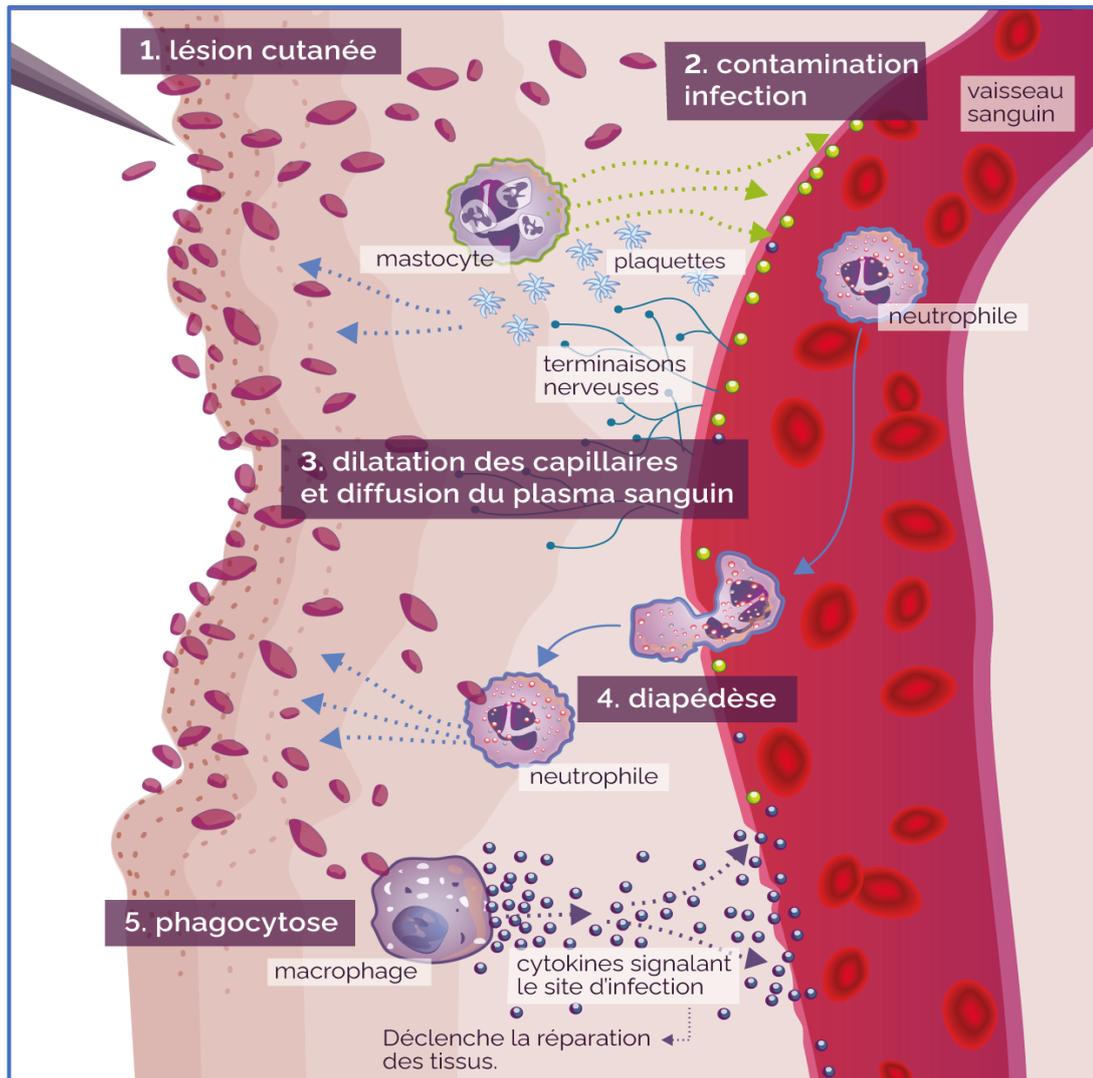


Figure N°06 : Schéma du site inflammation [22].

1.1.3.1. Les différents types d'inflammations

On distingue deux états d'inflammation : l'inflammation aiguë et chronique [23].

- **L'inflammation aiguë** : est une réponse physiologique immédiate permettant la défense de l'organisme et le maintien de l'homéostasie. La réaction de phase aiguë déclenche par la libération des médiateurs de l'inflammation appelés cytokines [24]. L'inflammation subaiguë est la période entre l'inflammation aiguë et l'inflammation chronique et peut durer de 2 à 6 semaines. [25]
- **L'inflammation chronique** : est le processus inflammatoire aigu qui se produit de manière répétée ou continue, et qu'il dure plusieurs semaines, plusieurs mois, voire plusieurs années [26]. En général, l'ampleur et les effets de l'inflammation chronique

varient en fonction de la cause de la blessure et de la capacité de l'organisme à réparer et à surmonter les dommages [25].

1.1.3.2. Les signes d'inflammation

Il existe cinq manifestations typiques d'une inflammation, d'abord, la réaction inflammatoire est caractérisée par 4 signes : rougeur et gonflement avec chaleur et douleur [27]. Quelques siècles plus tard, Galien y ajouta un 5ème signe qui est la perte de fonction [28].

- **Douleur de la région atteinte** : Elle se traduit par une sensation d'inconfort ou de douleur dans la zone touchée [27].
- **Rougeurs des tissus** : Elle se manifeste par une coloration rougeâtre due à l'afflux de sang vers la région enflammée [28].
- **Chaleur locale** : Dans ce cas, la zone touchée peut être plus chaude au toucher en raison d'une vasodilatation [27].
- **Gonflement (présence d'un œdème)** : Le gonflement est causé par l'accumulation de liquide dans les tissus [27].
- **Perte de fonction de la zone touchée** : C'est une inflammation qui peut altérer la fonction normale de la région affectée [28].

1.1.4. Les maladies de la peau

Certaines des affections cutanées les plus courantes comprennent l'eczéma, le psoriasis, l'acné ...

1.1.4.1. L'eczéma

C'est une maladie de la peau qui entraîne sécheresse, rougeurs, démangeaisons et inflammations, la peau peut alors s'infecter plus facilement. Tout le monde est concerné, il peut en effet apparaître sur tous les types de peau (sensible ou non) et à n'importe quel âge [9]. Il existe plusieurs types d'eczéma dont les principaux sont :

- **La dermatite atopique ou eczéma constitutionnel**
La dermatite atopique est dite constitutionnelle, parce qu'elle fait partie de l'individu. C'est une maladie qui survient à la naissance en raison d'une prédisposition génétique. [16].
- **L'eczéma de contact**
L'eczéma de contact survient sur les peaux qui ont été en contact répété avec un agent allergisant. Au total, pas moins de 4000 molécules allergisantes ont été recensées [16]. Elles peuvent se trouve dans :

- Des vêtements (matières spécifiques, caoutchouc, des élastiques...).
- Des produits cosmétiques ou parfums,
- Des produits pharmaceutiques (certains anesthésiques locaux, pommades antibiotiques, antihistaminiques...).
- Certains composés métalliques (bijoux en métal).

1.1.4.2. L'acné

L'acné est une maladie de peau qui touche de nombreux adolescents et certains adultes. Elle a un fort retentissement sur la qualité de vie en raison de la présence de lésions d'acné telles que comédons, papules, pustules, voire nodules et kystes [17].

• Causes et mécanisme

L'acné est une maladie inflammatoire du follicule pilosébacé. Chaque follicule pilosébacé est constitué d'un poil associé à une glande sébacée. Normalement, la glande sébacée sécrète un sébum fluide qui protège la peau. Dans l'acné, le sébum est sécrété en excès et devient épais. Les pores de la peau se bouchent avec des cellules mortes. Une bactérie courante sur la peau, le *Propionibacterium acnés*, se multiplie anormalement dans cet environnement gras, entraînant l'apparition de lésions d'acné [17].

• Localisation

Chez 95 % des personnes acnéiques, le visage est la zone la plus souvent touchée. D'autres régions du corps peuvent également être atteintes, telles que le dos, le cou et la partie antérieure du thorax [17].

• Groups touchés

L'acné se développe principalement pendant l'adolescence et concerne 80 % des adolescents et jeunes adultes entre 12 et 20 ans. Dans environ 15 à 20 % des cas, l'acné est sévère. L'acné de l'adulte, en particulier chez les femmes, devient de plus en plus fréquente (environ 25 % des femmes). Elle peut être liée à des manifestations hormonales ou à des conditions telles que le syndrome des ovaires poly kystiques [17].

• Acné du nourrisson

Elle survient dans le premier mois de vie chez environ 20 % des nouveau-nés. Plus fréquente chez les garçons, elle affecte le visage et rarement le thorax, les épaules et

la partie haute du dos. Son évolution est généralement favorable en deux à trois mois [17].

1.1.4.3. Le psoriasis

Le psoriasis est une inflammation chronique de la peau. Il se manifeste chez des personnes prédisposées, sous l'influence de plusieurs facteurs et peut prendre différentes formes. Le plus souvent, il s'agit de plaques rouges rugueuses aux contours bien délimités. Ces plaques de forme ronde ou ovale sont recouvertes de morceaux de peau blanchâtre : des squames. La taille des lésions est variable ainsi que leur nombre [18].

Cette affection très fréquente apparaît à tous les âges de la vie. Le psoriasis se localise surtout au niveau des zones de frottement. Il peut également toucher le cuir chevelu, les mains et les pieds, les ongles et les muqueuses. Cette pathologie consiste en un renouvellement des cellules de la peau accélérée mais l'origine précise du psoriasis est encore méconnue [18]. On sait cependant qu'il se déclenche chez des personnes prédisposées génétiquement sous l'influence de plusieurs facteurs :

- Le stress.
- Le surmenage.
- Un choc psychologique.
- Le frottement des habits sur la peau.
- Certains médicaments.
- Des infections (rhinopharyngite, angine...).

Les crèmes, pommades et lotions prescrites par le dermatologue permettent de lutter contre l'inflammation. Elles aident en outre à éliminer l'excès de squames et à lisser la peau rugueuse. Par ailleurs, les crèmes hydratantes sont aussi efficaces pour soulager les démangeaisons. Des médicaments sous forme de comprimés sont réservés aux formes sévères de psoriasis comme le Novatrex, l'Imeth, la Meladinine... [18].

1.2. Les formes pharmaceutiques

Les formes pharmaceutiques, également appelées formes galéniques, sont les différentes présentations sous lesquelles les médicaments sont fabriqués et administrés. Elles sont conçues pour faciliter l'administration, l'absorption et l'efficacité des médicaments. Les formes pharmaceutiques peuvent varier en fonction de la voie d'administration (orale, injectable, topique, etc.) et des caractéristiques spécifiques du médicament. Les formes pharmaceutiques les plus courantes incluent les formes solides, liquides et semi-solides

1.2.1. Préparations semi-solides pour application cutanée

Les préparations semi-solides à usage dermatologique sont des produits destinés à être appliqués sur la peau ou sur certaines muqueuses. Leur but est d'exercer une action locale ou transdermique de substances actives. Ces préparations sont également utilisées pour leur action émolliente ou protectrice. Elles ont un aspect homogène.

Ces produits sont constitués d'un ou plusieurs excipients (simples ou composés), dans lesquels sont habituellement dissous ou dispersés un ou plusieurs principes actifs. Il est important de noter que les préparations semi-solides destinées à être utilisées sur de grandes plaies ouvertes ou sur une peau gravement endommagée doivent être stériles [29].

1.2.2. Les principaux types de préparation semi-solide pour application cutanée

Plusieurs catégories de préparations semi-solides pour application cutanée peuvent être distinguées [29] :

1.2.2.1. Les pommades

Ce sont des préparations constituées d'un excipient monophasé pouvant contenir des substances liquides ou solides dissoutes ou dispersées [30].

- **Pommade hydrophobe**

Les pommades hydrophobes ne peuvent absorber que de petites quantités d'eau. Les excipients les plus communément employés pour la formulation de telles pommades sont la paraffine solide ou liquide, les huiles végétales, les graisses animales, les glycérides, les cires et les polyalkylsiloxanes liquides [30].

- **Pommade absorbant l'eau**

Ces pommades peuvent absorber des quantités plus importantes d'eau et conduire à l'obtention d'émulsions eau-dans-huile ou huile-dans-eau selon les agents émulsifiants employés. Des agents émulsifiants eau-dans-huile tels que des alcools de graisse de laine, des esters de sorbitan, des mono glycérides, des alcools gras, ou des agents émulsifiants huile-dans-eau tels que des alcools gras sulfatés, des polysorbates, l'éther cétostéarylique de macrogol ou des esters d'acides gras et de macrogols peuvent être utilisés dans ce but. Les excipients utilisés sont ceux d'une pommade hydrophile [30].

- **Pommade hydrophile**

Les pommades hydrophiles sont des préparations dont l'excipient est miscible à l'eau. Cet excipient est habituellement constitué de mélanges de macrogols (polyéthylène glycols) liquides et solides. Il peut contenir des quantités appropriées d'eau [30].

1.2.2.2. Les crèmes

Il existe des :

- **Crème hydrophobe**

La phase externe est la phase lipophile. Elles contiennent des émulsifiants de type « eau dans huile » tel que la lanoline, des esters de sorbitane, des monoglycérides [31].

- **Crème hydrophile**

La phase externe est la phase aqueuse. Elles sont constituées de tensioactifs de type « huile dans eau » comme des savons de sodium, des alcools gras sulfatés [31].

1.2.2.3. Les émulsions

« Les émulsions sont des systèmes dispersés de stabilité limitée ou thermodynamiquement instables formés de deux liquides non miscibles, l'un étant dispersé sous forme de globules de l'ordre du micron dans l'autre grâce à la présence de tensioactifs. Les émulsions sont des préparations généralement liquides, destinées à être administrées telles quelles ou à être utilisées comme excipient. » **Pharmacopée Française 1987 [32]**.

Le **Tableau N°01** illustre les caractéristiques des différentes catégories d'émulsion

Tableau N°01 : Caractéristiques des différentes catégories d'émulsion [32].

Les caractéristiques	Macro-émulsion	Nano-émulsion	Microémulsion
Apparence	Opaque	Transparent ou légèrement turbide	Transparent ou légèrement turbide
Stabilité	Thermodynamiquement instable	Thermodynamiquement instable mais cinétiquement stable	Thermodynamiquement stable
Durée de vie	Courte	Courte	Longue

Taille des gouttelettes	Supérieur à 1 nm	Entre 20 et 500 nm	Entre 10 et 100 nm
Energie nécessaire à la formation	Méthode à forte ou faible énergie	Méthode à forte ou faible énergie	Méthode à faible énergie (formation spontanée)
Coût pour la formation	Peu important	Important	Peu important
Pourcentage de tensioactif	Entre 5 et 10%	Entre 5 et 10%	Supérieur à 10%

1.2.2.4. Les gels

Ce sont des liquides gélifiés à l'aide d'agent gélifiant appropriés. On distingue :

- **Les gels hydrophobes (oléo-gels)** : dont l'excipient est habituellement constitué soit, la paraffine liquide additionnée de polyéthylène ou de savon d'Al ou d'Zn ou d'huiles grasses gélifiées par de la silice colloïdale.
- **Les gels hydrophiles (hydrogels)** : constitué essentiellement d'eau, de glycérol ou de Polyéthylène glycol gélifiés par la gomme adragante, amidon, dérivés de cellulose, silicates de Mg-Al.

1.2.2.5. Les pates

Ce sont des préparations semi-solides contenant de fortes proportions de poudres finement dispersées dans l'excipient [33].

1.2.3. Facteurs influençant la pénétration à travers la peau

La pénétration d'une substance à travers la peau est dépendante de multiples paramètres [34] :

- **Etat de la peau** : une altération de l'intégrité de la peau aura pour conséquence une augmentation de la pénétration.
- **Région d'application** : la pénétration cutanée s'effectue selon un ordre décroissant dans les zones suivantes : plantes, paumes, front, dos de la main, scrotum et région rétro-auriculaires, creux axillaires et cuir chevelu, tronc, bras et jambes. Cette classification s'explique par l'épaisseur croissante de la couche cornée.
- **Epaisseur de la couche appliquée** : le fait d'appliquer la crème, pommade ou gel en couche épaisse crée un effet occlusif qui accroît la vitesse d'absorption.
- **Surface d'application** : l'application d'une substance sur une plus grande surface cutanée contribue à en augmenter l'absorption.

- **L'hydratation de la peau** : l'augmentation de l'hydratation de la couche cornée multiplie l'absorption cutanée par 10. On peut augmenter l'hydratation de l'épiderme par un apport externe ou en réalisant une occlusion.
- **Nature physico-chimique de la substance active** : le passage des substances à travers la barrière cutanée se fait selon un mécanisme de diffusion passive (molécules peu encombrantes, non ionisées, lipophiles ayant à la fois une certaine hydrophilie).
- **Véhicules** : il permet l'optimisation et le contrôle de la libération à une vitesse suffisante pour fournir une dose thérapeutique suffisante de médicament. La nature physicochimique du véhicule influencera l'étendue de la migration de médicament sur la peau et peut exacerber cela en exerçant des changements sur la physiologie cutanée en générale et la fonction barrière cutanée. Le véhicule doit présenter le médicament d'une manière qui facilitera sa sortie rapide et contrôlé vers la peau [35].
- **La forme galénique** : la forme galénique est presque aussi importante que la nature du ou des véhicules. En effet, le choix d'une formulation n'a pas pour unique but d'augmenter la pénétration des substances actives jusqu'à leurs cibles mais d'optimiser l'efficacité de la thérapeutique en tenant compte de la pathologie ainsi que du mécanisme d'action de la substance active.

Chapitre 2 : La phytothérapie et les plantes médicinales

La **phytothérapie** est une science ancienne, enracinée dans le temps et la tradition. Elle se concentre sur l'utilisation des **plantes médicinales** qui représentent un pont entre l'homme et la nature, un lien qui nous rappelle notre dépendance à l'égard du monde naturel. Chaque plante a ses propres propriétés uniques, sa propre essence qui peut être utilisée pour rééquilibrer et revitaliser notre corps.

Dans ce chapitre, nous explorerons les propriétés curatives des plantes médicinales, et la manière dont elles peuvent être utilisées en phytothérapie. Nous découvrirons comment ces plantes, en harmonie avec notre corps, peuvent nous aider à maintenir et à améliorer notre santé.

2.1. La phytothérapie

2.1.1. Définition de la phytothérapie

La preuve la plus ancienne de la pratique de la phytothérapie a été découverte sur une tablette sumérienne en argile, originaire de Nagpur, datant d'environ 5000 ans. Cette tablette renfermait 12 formules pharmaceutiques faisant appel à plus de 250 variétés de plantes, dont certaines sont des alcaloïdes tels que le pavot, la jusquiame et la mandragore. [36].

Le terme “ phytothérapie ” est dérivé de deux mots grecs : « phuton », signifiant « plante », et « therapeia », qui se traduit par « traitement ». Cette discipline, qui est à la fois traditionnelle et contemporaine, s'appuie sur des connaissances qui ont été transmises oralement de génération en génération à des individus spécifiquement formés [37].

La phytothérapie constitue une méthode de soin exploitant les vertus curatives des plantes. Cette discipline se fonde sur l'emploi d'extraits végétaux, notamment les principes actifs tels que les composés chimiques naturels, les huiles essentielles, les tanins, les flavonoïdes, etc...., reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé. Elle vise à soigner et à prévenir une multitude de troubles grâce à ces substances naturellement présentes dans le règne végétal [38].

2.1.2. Avantage de la phytothérapie

Les médicaments synthétiques, malgré leur efficacité, peuvent entraîner des effets secondaires de gravité variable. Au fil des ans, une connaissance plus approfondie sur la

composition des plantes a été acquise. Débarrassée de ses ambiguïtés et légendes, La phytothérapie, regagne la confiance des médecins. Leurs analyses diverses attestent que les Anciens, malgré l'absence d'équipements sophistiqués, avaient souvent raison. « *La nature reste encore et toujours le laboratoire le plus parfait. L'utilisation intelligente des plantes est plus efficace qu'une autre thérapie* » [39].

Les avantages majeurs de la phytothérapie sont multiples :

- **Méthode organique** : L'attrait de la phytothérapie réside dans son utilisation d'extraits de plantes médicinales, qui sont des produits naturels, ce qui peut séduire ceux qui sont enclins vers des stratégies de santé naturelles [40].
- **Effets secondaires réduits** : Souvent, L'utilisation des produits naturels peuvent présenter moins d'effet indésirables en comparaison avec les médicaments de synthèse, à condition qu'ils soient utilisés de manière adéquate et sous une supervision appropriée [41].
- **Prévention bénéfique** : elle contribue à renforcer le système immunitaire et à préserver un équilibre général dans l'organisme [42].
- **Absence de dépendance** : Un atout majeur de la phytothérapie est qu'elle n'induit pas de dépendance. À l'inverse de certains médicaments de synthèse, l'emploi régulier de plantes médicinales ne génère pas de besoin croissant de dosage, permettant ainsi une utilisation durable sans risque d'accoutumance [42].
- **Intervention rapide** : La phytothérapie peut offrir un soulagement immédiat pour certaines maladies. Diverses plantes médicinales possèdent des attributs anti-inflammatoires, analgésiques ou relaxants qui peuvent atténuer promptement des symptômes tels que la douleur, l'inflammation ou l'anxiété. Cela offre aux patients un apaisement rapide sans nécessité d'attendre de longues périodes pour constater des résultats [42].

2.1.3. Inconvénients de la phytothérapie

Malgré ses nombreux avantages, la phytothérapie fait face à des critiques. Certains la jugent imprécise et remettent en question la qualité des plantes utilisées, en comparaison avec les produits synthétiques qui sont chimiquement purs [39].

Les principaux inconvénients de la phytothérapie sont les suivants :

- **Efficacité fluctuante** : l'efficacité de la phytothérapie peut différer d'un individu à l'autre. Cette variabilité est due à des facteurs personnels tels que le métabolisme, la sensibilité individuelle et la réaction aux composants actifs des plantes [43].
- **Qualité et sécurité incertaines** : la qualité, la pureté et la sécurité des produits à base de plantes peuvent présenter des variations. Cela suscite des inquiétudes quant à la contamination, la présence de substances indésirables ou le non-respect des normes de fabrication [44].
- **Interactions médicamenteuses** : il est possible que certaines plantes médicinales interagissent avec des médicaments conventionnels, ce qui peut provoquer des effets indésirables ou diminuer l'efficacité des traitements [45].
- **Réglementation insuffisante** : Dans certains pays, la phytothérapie n'est pas soumise à une réglementation aussi rigoureuse que celle des médicaments conventionnels, ce qui peut conduire à des variations de qualité, d'efficacité et de sécurité des produits disponibles sur le marché [46].

2.1.4. Les différents types de la phytothérapie

Il existe plusieurs types de phytothérapie : L'aromathérapie, La gemmothérapie ...

- **L'aromathérapie** : Elle fait appel aux extraits de plantes ainsi qu'aux huiles essentielles, qui sont des substances parfumées produites par diverses espèces de plantes. L'application la plus fréquente se fait par voie cutanée [47].
- **La gemmothérapie** : En résumé, cette méthode repose sur l'utilisation d'extraits alcooliques et glycinés provenant de tissus végétaux jeunes, tels que les bourgeons et les radicules [47].
- **L'herboristerie** : c'est la forme la plus traditionnelle et la plus ancienne de phytothérapie. Elle utilise des plantes, fraîches ou séchées, dans leur intégralité ou en partie (écorce, fleur, fruit, racine). La préparation se fait généralement par des méthodes simples à base d'eau, comme la décoction, l'infusion ou la macération. De plus, une forme plus moderne existe sous la forme de gélules contenant de la poudre de plantes sèches, que l'individu ingère [47].
- **L'homéopathie** : Cette méthode utilise principalement, mais pas exclusivement, des plantes. Elle comprend également des souches d'origine animale ou minérale. Les plantes fraîches sont généralement utilisées en macération alcoolique [47].
- **La phytothérapie pharmaceutique** : Les substances employées proviennent de sources végétales et sont acquises suite à un processus d'extraction, puis diluées dans

de l'alcool éthylique ou un autre type de solvant. Ces extraits sont administrés en doses adéquates pour garantir une action efficace et rapide. Enfin, ces produits sont présentés sous différentes formes pour faciliter leur consommation, comme le sirop pour une prise orale facile, les gouttes pour une dose précise, les gélules pour une absorption rapide, et les lyophilisats pour une conservation longue durée [47].

2.2. Les plantes médicinales

2.2.1. Définition

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine [48]. En effet, selon la définition de la pharmacopée française : « Les plantes médicinales sont des drogues végétales, dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes médicales peuvent aussi avoir des usages alimentaires condimentaires ou hygiéniques » [49]. Donc une plante médicinale se distingue d'une plante "classique" par la présence de principes actifs qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques.

À travers le monde, près de 35 000 types de plantes sont utilisés pour leurs propriétés médicinales, représentant ainsi la plus grande diversité de biodiversité exploitée par l'homme. Même face à l'évolution constante du système de santé moderne, l'importance des plantes médicinales demeure incontestable [50].

Toutefois L'utilisation des plantes médicinales nécessite une grande prudence, car même si elles ont des propriétés bénéfiques, une utilisation excessive ou inappropriée peut entraîner des intoxications graves, voire mortelles [51]. Comme l'a souligné *Paracelse* dans sa citation célèbre : « *Tout est poison et rien n'est sans poison, c'est la dose qui fait le poison* ».

2.2.2. Domaines d'utilisation

À cause de l'intérêt multiple de ces substances naturelles et en raison de leur polyvalence et de leur capacité à améliorer la santé et le bien-être de diverses manières, Les plantes médicinales s'étendent sur un large éventail de domaines [52].

- **Utilisation en médecine**

Il est reconnu que les plantes médicinales peuvent traiter des affections courantes telles que le rhume, et prévenir des maladies plus graves comme l'ulcère, la migraine, l'infarctus, ainsi que certaines allergies et infections. De plus, grâce à leurs propriétés

réparatrices, tonifiantes, sédatives et immunologiques, elles offrent une aide précieuse au quotidien [53]. Le **Tableau N°02** présente une illustration des plantes médicinales ainsi que de leurs utilisations thérapeutiques.

Tableau N°02 : Plantes médicinales et leurs utilisations thérapeutiques.

Plante médicinale	Leurs utilisations en médecine
Camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Utilisée traditionnellement pour ses propriétés calmantes, anti-inflammatoires et digestives [54].
Millepertuis (<i>Hypericum perforatum</i>)	Utilisé comme remède naturel contre la dépression légère à modérée [55].
Le Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>)	Utilisé pour améliorer la mémoire et la circulation sanguine cérébrale [56].

- **Utilisation en alimentation**

Les plantes médicinales sont utilisées en générale comme des compléments alimentaires, des colorants, arômes, épices ... etc. (**Figure N°7**) [57].



Figure N°7 : Plantes médicinales (épices, Grain) [39].

- **Utilisation en cosmétique**

Les produits cosmétiques dérivés des plantes sont les plus recommandés de nos jours. Cela inclut notamment les parfums, les crèmes, les huiles pour soins dermatologiques et les savons. Ces produits sont appréciés pour leurs bienfaits naturels et leur douceur sur la peau (**Tableau N°03**) [58].

Tableau N°03 : plantes médicinales et leurs utilisations en cosmétique.

Plante médicinale	Leurs utilisations en cosmétique
Aloe vera	Utilisé pour ses propriétés hydratantes, apaisantes et cicatrisantes dans les produits de soins de la peau [59].
Calendula (<i>Calendula officinalis</i>)	Utilisé pour ses propriétés anti-inflammatoires, cicatrisantes et adoucissantes dans les crèmes et les lotions pour la peau [60].
Lavande (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Utilisée pour ses propriétés relaxantes, antiseptiques et olfactives dans les produits de soins de la peau et les parfums [61].

2.2.3. Pouvoir des plantes médicinales

L'impact des plantes médicinales sur le corps est déterminé par leur composition. Depuis le 18ème siècle, l'activité des plantes est évaluée en fonction de leurs composés actifs, une pratique qui a commencé lorsque les scientifiques ont commencé à extraire et isoler les produits chimiques des plantes.

La recherche de composants actifs dans les plantes est essentielle pour le développement de médicaments significatifs. Par exemple, le relaxant musculaire le plus efficace, la tubocurarine, provient de la plante curare *chondroendrontomentosum*, et l'analgésique le plus puissant, la morphine, est extrait du pavot à opium, d'autres substances psycho-actives proviennent également des plantes, comme la cocaïne, qui est extraite de la plante de coca (*Erythroxylum coca*). Récemment, l'utilisation des plantes a augmenté [62].

2.2.4. Les éléments actifs des plantes

On distingue deux types des éléments actifs :

2.2.4.1. Métabolites primaires

Les métabolites primaires, qui sont des molécules organiques présentes dans toutes les cellules végétales, jouent un rôle direct dans les processus vitaux de la plante, assurant ainsi sa survie, sa croissance, son développement et sa reproduction.

Ces métabolites sont regroupés en quatre grandes catégories : les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques [63].

2.2.4.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des substances chimiques que l'on retrouve dans toutes les plantes supérieures [64]. Ces composés, qui sont dérivés de métabolites primaires, jouent un rôle dans des fonctions périphériques qui sont indirectement vitales pour les plantes, comme la communication intracellulaire et la défense contre les ravageurs et radiations ultraviolets solaires [65].

Ces molécules sont également très bénéfiques pour l'homme, servant de colorants, d'arômes, d'antibiotiques, d'herbicides et de médicaments [66].

Les métabolites secondaires sont répartis en trois grandes familles (**Figure N°8**) [67] :

- ✓ Les composés phénoliques : tanins, quinones, coumarines, flavonoïdes.
- ✓ Les composés azotés : alcaloïdes.
- ✓ Les terpénoïdes

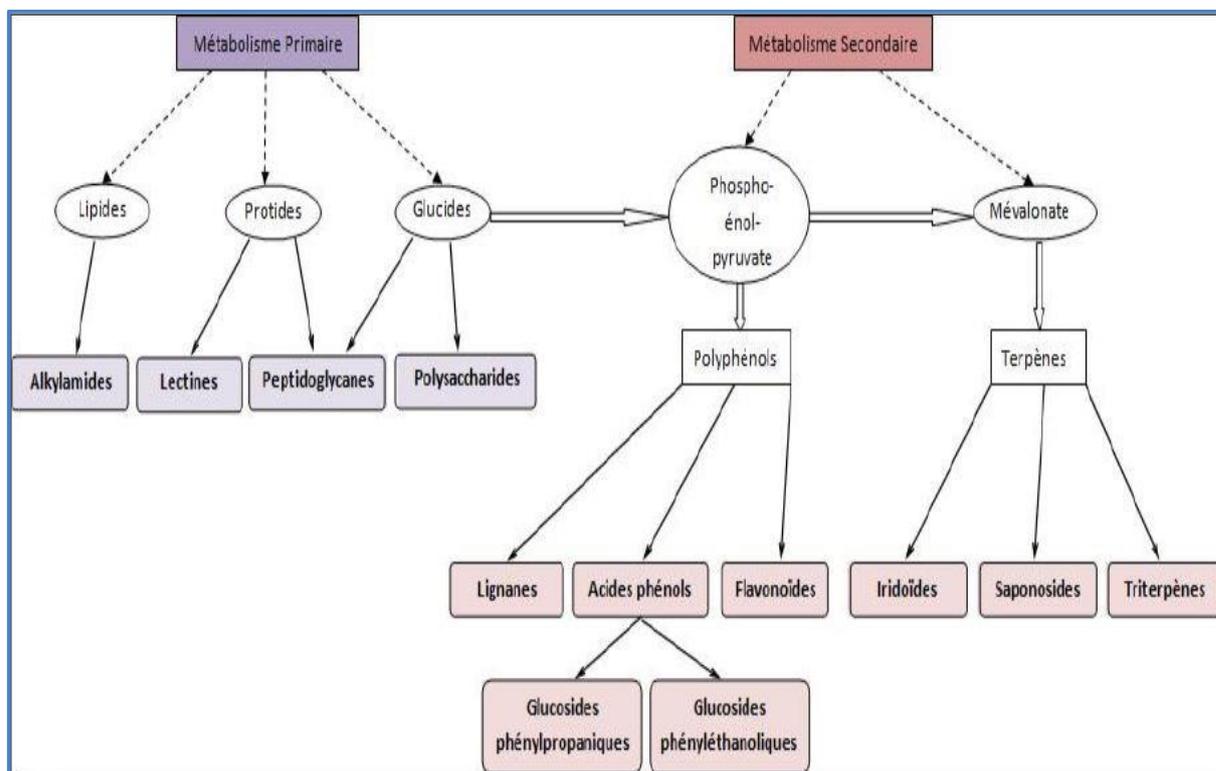


Figure N°8 : Les principales familles de principes actifs utilisées en phytothérapie [68]

2.2.5. Principe actif

Les principes actifs, qui font partie des métabolites secondaires, sont des composés chimiques présents dans les plantes médicinales. Ils agissent directement sur l'organisme, soit de manière isolée ou en association, dans un but thérapeutique curatif ou préventif [69]. Ces derniers, représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire [70].

Les principes actifs se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale et ils n'ont pas les mêmes propriétés. Exemple type, l'oranger ; ses fleurs sont sédatives, mais son écorce est apéritive [71].

2.2.6. Types des plantes médicinales

Ils existent deux types de plantes médicinales. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées [72].

2.2.6.1. Les plantes spontanées

Ces plantes poussent à l'état sauvage, sans intervention humaine directe. Elles sont adaptées à leur environnement naturel et ont souvent des propriétés spécifiques liées à leur habitat [73].

Les principaux facteurs qui influencent le développement des plantes spontanées sont : Le sol, le climat, l'altitude et les vents, adaptation aux conditions [74].

2.2.6.2. Les plantes cultivées :

Ces plantes sont intentionnellement cultivées par l'homme. Cette culture permet de produire des quantités importantes lorsque les ressources sauvages ne suffisent pas à répondre à la demande. Certaines espèces cultivées ne sont pas présentes spontanément dans une région donnée, mais peuvent être adaptées aux conditions locales [73].

La culture des plantes médicinales présente de nombreux avantages par rapport à la cueillette sauvage, on distingue [74] :

- Quantité et homogénéité
- Élimination des confusions
- Récolte opportune
- Adaptation aux besoins médicaux
- Pratique répandue

2.2.7. Les types d'extractions des substances actifs

2.2.7.1. Infusion

L'infusion consiste à verser de l'eau bouillante sur les fleurs et les feuilles des plantes, puis à laisser infuser pendant 10 à 20 minutes. Cela permet d'extraire les principes actifs [75].

2.2.7.2. Décoction

La décoction est une méthode qui s'applique principalement aux parties souterraines des plantes et aux écorces. Ces parties libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion. Elle consiste à extraire les propriétés des plantes en les laissant infuser dans l'eau qu'on porte à ébullition.

La décoction est une méthode efficace pour préparer des remèdes à base de plantes. Elle permet d'obtenir une concentration plus élevée de composés bénéfiques que l'infusion classique [75].

2.2.7.3. Macération

Ces préparations s'obtiennent en mettant à tremper une certaine quantité d'herbes sèches ou fraîches dans un liquide (comme de l'eau, du vin ou de l'alcool). On laisse le mélange en contact pendant un temps plus ou moins long. Une fois ce délai passé, on chauffe doucement, et on filtre.

Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles, permettant ainsi de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent [76].

2.2.7.4. Cataplasme

Cette méthode est souvent utilisée pour préparer des cataplasmes ou des compresses à base de plantes. Elle permet de profiter des propriétés bénéfiques des plantes directement sur la peau.

Les plantes sont hachées grossièrement, puis mises à chauffer dans une casserole recouverte d'un peu d'eau. Le mélange est laissé chauffer deux à trois minutes (jusqu'à ce qu'il frémit). Presser les herbes, puis les placer sur l'endroit à soigner [75].

2.3. Présentation des plantes étudiées

2.3.1. *Ecballium elaterium*

Ecballium elaterium, communément appelé concombre d'âne ou concombre sauvage, est une espèce végétale de la famille des cucurbitacées.

Son nom "*Ecballium*" provient du grec *ekballein* = projeter en dehors (*ek* = hors de, *ballo* = jeter).

Elaterium est la transcription latine du nom grec de la plante, de *elater* : qui pousse, qui chasse, qui disperse [83].

2.3.1.1. Nomenclature

La classification taxonomique d'*Ecballium elaterium* est présentée dans le **Tableau N°04**

Tableau N°04 : Classification taxonomique d'*Ecballium elaterium*. [82]

Rang taxonomique	Nomenclature
Règne	Plantae
Embranchement	Tracheophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Cucurbitales
Famille	Cucurbitaceae
Genre	<i>Ecballium</i>
Espèce	<i>elaterium</i>

2.3.1.2. Description botanique d'*Ecballium elaterium*

Ecballium elaterium (**Figure N°9**) est une plante médicinale sauvage limitée au bassin méditerranéen et cultivée en Europe centrale et en Angleterre [79].



Figure N°9 : *Ecballium elaterium*

C'est une plante vivace, hérissée de poils raides, à tiges épaisses, couchées, sans vrilles, de 30 à 100 cm de longueur, portant des feuilles épaisses, triangulaires en cœur, sinues-dentées, épineuses et blanchâtres en dessous. Les fleurs jaunâtres, sont veinées de vert, et ont une longueur de 16 à 20 mm, la période de leur floraison s'étale d'avril à décembre avec un pic entre mai et août. Le fruit est ovoïde, charnu, hérissé, verdâtre, approximativement de 4 cm de longueur [46].

- **La Racine** : L'*Ecballium* possède une racine principale de type pivot, munie de racines secondaires assez grosses et nombreuses [84].

- **La tige :** La tige, qui mesure entre 20 et 60 cm, est robuste et peut adopter une forme plus ou moins rampante. Elle présente une forme cylindrique avec des côtes qui peuvent être plus ou moins proéminentes et très apparentes, formant des sillons poilus entre elles. À la différence des autres membres de la famille des Cucurbitacées, elle ne possède pas de vrilles [84].
- **Les feuilles :** Elles se présentent seules et de manière simple, avec des pétioles, sans stipules, de nature épaisse et de forme triangulaire avec un contour ondulé et dentelé, et sont de couleur blanchâtre sur la face inférieure. Les veines sont couvertes de poils [84].
- **Les fleurs :** Elles sont de nature unisexuée (**Figure N°10 et N°11**), avec une structure pentamère, et présentent une coloration jaune striée de vert [84].



Figure N°10 : Fleur mâle d'*Ecballium elaterum* visitée par une abeille.

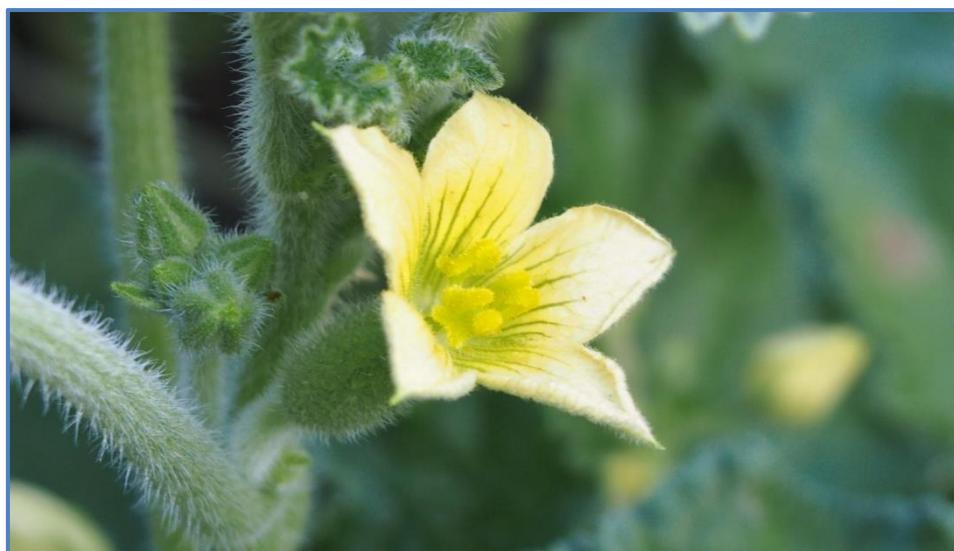


Figure N°11 : Fleur femelle d'*Ecballium elaterum*.

- **Le fruit :** Le fruit, connu sous le nom de “péponide”, est une baie charnue mesurant environ 3 cm de long. Il a une forme ovoïde, est assez allongé, de couleur verdâtre, et est recouvert de nombreux petits mamelons charnus hérissés de poils blancs et rudes. Le fruit est divisé en trois compartiments remplis de graines oblongues, brunes, sans albumen, d'environ 1/2 cm de long, qui sont incrustées dans une pulpe très amère. Lorsqu'elle arrive à maturité, cette pulpe se désagrège et devient aqueuse. Le fruit se détache alors spontanément du pédoncule, et par l'ouverture ainsi créée à l'arrière, les graines enveloppées de mucilage sont éjectées sous l'effet de la pression interne [85].

2.3.1.3. Usage traditionnelle d'*Ecballium elaterium*

Cette plante est reconnue comme une herbe médicinale de longue date avec une multitude d'applications dans la région méditerranéenne. Elle est fréquemment utilisée pour traiter l'hydropisie (œdème), en particulier l'œdème pulmonaire, et sert également de révulsif pour les troubles cérébraux, ainsi que dans toutes les situations où un effet hydragogue est nécessaire [86].

En médecine populaire géorgienne, *Ecballium* est utilisée comme remède de la fièvre paludéenne. En homéopathie, elle est utilisée contre la diarrhée ou le cholera infantiles [87].

Les effets bénéfiques du jus frais ont été rapportés comme analgésique, antipyrétique et anti-inflammatoire. Le jus brut frais est employé fréquemment dans le traitement de la sinusite et de l'ictère par des aspirations nasales [88].

2.3.1.4. Composition phytochimique d'*Ecballium elaterium*

Les plantes de la famille des cucurbitacées, sont connues par leurs productions des triterpénoides de type cucurbitane. Le concombre d'âne a été la première famille dans laquelle une cucurbitacine fut isolée, un composé appelé (α -elaterine), identifié plus tard comme étant la cucurbitacine E. Les cucurbitacines sont des triterpénoides principalement tétracyclique, très oxygénés au goût amer, ces substances dérivent du squelette cucurbitane [86].

Les cucurbitacine E, B, D et I peuvent être retrouvés dans tous les organes végétaux de la plante tels que : racines, tiges, feuilles, fruits et fleurs. Deux cucurbitacine glycosidiques ont été isolée et caractérisée à partir du jus de fruit de la plante, il s'agit des cucurbitacines B et D avec le glucose comme partie glycosidique [89].

En plus des triterpénoides, *Ecballium elaterium* produit un certain nombre de métabolites secondaires, représentés par les caroténoïdes (carotène) et des composées phénoliques à des concentrations moindres [90].

2.3.2. *Glycyrrhiza glabra* L

Glycyrrhiza glabra (**Figure N°12**), de la famille des légumineuses, est une plante qui pousse en Égypte et dans d'autres pays du monde. Le Glabra, également connu sous le nom de réglisse et de bois d'odeur, est originaire de la région méditerranéenne et de certaines parties de l'Asie. Une plante largement utilisée dans l'histoire médicale ancienne de l'Ayurveda, à la fois comme médicament et comme traitement. *Glycyrrhiza glabra* est un arbuste vivace, atteignant une hauteur de 2.5m. Les feuilles sont composées, imparipennées, les fleurs sont étroites, portées en épis axillaires, de couleur lavande à violette. Le fruit est une capsule, contenant généralement 3 à 5 graines brunes et réticulées. La racine principale mesure environ 1,5 cm de long et se divise en 3 à 5 sous-racines d'environ 1,25 cm de long, à partir desquelles poussent des stolons ligneux horizontaux. Ces racines peuvent atteindre 8 mètres de long et, lorsqu'elles sont séchées et coupées avec la racine, elles forment la réglisse commerciale. Les morceaux de la racine se brisent avec une fracture fibreuse, révélant un intérieur jaune à l'odeur caractéristique et au goût sucré [91].

Le nom *Glycyrrhiza* est dérivé des mots grecs "Glycos" qui signifie "doux" et "Riza" qui signifie "racine" [92].

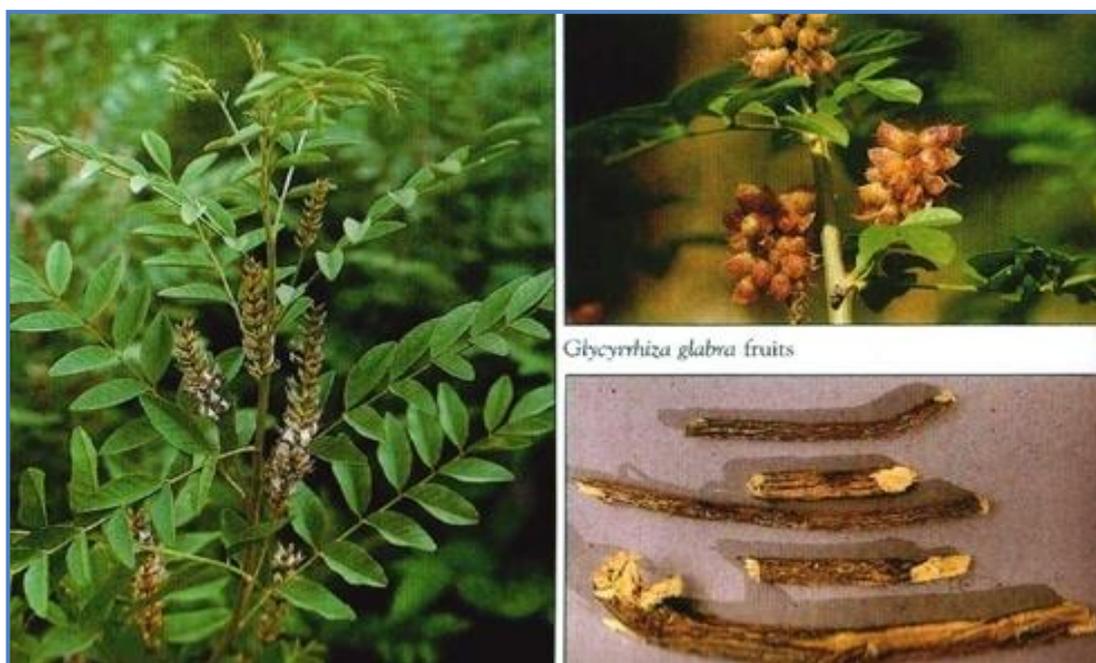


Figure N°12 : Présentation de la plante *Glycyrrhiza glabra* [93].

2.3.2.1. Nomenclature

La classification taxonomique de *Glycyrrhiza glabra* est décrite par le **Tableau N°05** [94].

Tableau N°05 : Classification taxonomique d'*Ecballium elaterium*

Rang taxonomique	Nomenclature
Règne	Plantae
Embranchement	Tracheophyta
Division	magnoliophyta
Classe	magnoliopsida
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Glycyrrhiza</i>
Espèce	<i>glabra</i>

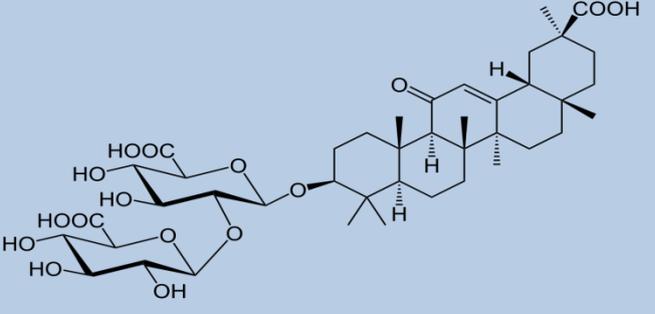
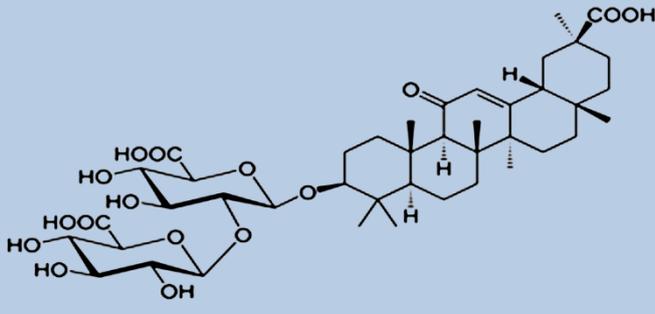
2.3.2.2. Description botanique de la réglisse

- **Le fruit :** Le fruit est une gousse ou « légume » très aplatie, de couleur brun-rougeâtre, linéaire, mesurant 1,5 à 3 cm de long, bosselée par les graines arrondies. Celles-ci sont au nombre de 2 à 5 et sont réniformes [95].
- **Les fleurs :** normalement de coloris bleu, peuvent être plus ou moins violacées. Celles-ci sont relativement petites (10 à 13 mm de longueur) et groupées en grand nombre (20 à 30 fleurs), en grappes allongées. Les rameaux florifères sont plus courts que les feuilles [96].
- **Les feuilles :** sont relativement grandes (de 2 à 5 cm de long sur 1 à 2,5 cm de large), ovales, obtuses et alternes. Elles sont composées de 7 à 17 folioles : une foliole terminale et 3 à 8 paires latérales donc, toujours imparipennées. Les feuilles sont d'un vert foncé, vif et lisses sur l'avant mais le revers des feuilles est couvert de poils sécréteurs collants, ce qui donne un aspect visqueux aux feuilles. Le pétiole est légèrement renflé à la base [96].
- **Les racines :** Les racines et les stolons de réglisse ont une odeur faible mais caractéristique (légèrement terreuse) et une saveur typique, très sucrée, un peu âcre et légèrement aromatique. Les odeurs et saveur varient selon la variété de *G. glabra* L. L'épaisseur des racines et stolons varie de 5 à 15 mm [96].

2.3.2.3. Composition chimique de la plante *Glycyrrhiza glabra*

Le **Tableau N°06** présente les principaux composés chimiques identifiés dans *Glycyrrhiza glabra*:

Tableau N°06 : Structure chimique des principaux composés de *Glycyrrhiza glabra*.

Composés	Structures chimiques
Glycyrrhizine ou acide glycyrrhizique: La glycyrrhizine est le saponoside majoritaire de la réglisse. Elle est présente sous la forme de sels de potassium, de calcium et de magnésium. [62]	
Acide 18β-Glycyrrhétinique ou Acide glycyrrhétique: C'est un triterpène pentacyclique à squelette oléanane comportant un hydroxyle en 3, un carbonyle en 11 et une insaturation en 12-13. [62]	

2.3.2.4. Activités pharmacologiques

- **Activité antimicrobienne** : une activité antimicrobienne est observée de l'extrait éthanolique de *G. glabra* vis-à-vis *Bacillus subtilis* MTCC (121), *Staphylococcus aureus* MTCC (96), *Pseudomonas aeruginosa* MTCC (429), *Escherichia coli* MTCC (443) et *Candida albicans* [99].
- **Activité antivirale** : La réglisse, particulièrement le *glycyrrhizate* est utilisé depuis longtemps comme agent thérapeutique potentiel contre plusieurs maladies virales, notamment l'hépatite chronique B et C, ainsi que le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) [99].
- **Activité anti-inflammatoire** : Le genre *Glycyrrhiza* a également été utilisé pour traiter les allergies et d'autres maladies inflammatoires [99].
- **Activité antioxydante** : Plusieurs constituants phytochimiques dérivés des racines sont considérés comme une source potentielle d'antioxydants. L'extrait éthanolique de *G. glabra* possède un effet cérébroprotecteur chez les rats hypoxiques, probablement grâce à ses propriétés antioxydantes [99].

2.3.2.5. Utilisations traditionnelles de la réglisse

L'une des plantes médicinales les plus anciennes et les plus populaires au monde [100].

La réglisse est utilisée en phytothérapie et en médecine traditionnelle dans les cultures orientales et occidentales depuis 4000 ans [101].

Les propriétés pharmacologiques de la réglisse comprennent des effets anti-inflammatoires, antioxydants, antiviraux, Immunomodulateurs, hépatoprotecteurs, neuroprotecteurs et anti-androgènes. La réglisse a été utilisée pour traiter les maladies du foie, les troubles gastro-intestinaux, les maladies bucco-dentaires et divers troubles cutanés, et a été utilisée dans les chewing-gums, les bonbons, les herbes, les boissons alcoolisées et les compléments alimentaires. La réglisse et ses extraits, en particulier la glycyrrhizine, peuvent être pris par voie orale, cutanée (sous forme de gels et d'huiles) et intraveineuse. [102, 103, 104]

Elle figure sur la liste des plantes médicinales traditionnellement utilisées dans les mélanges de tisanes pour les préparations pharmaceutiques prescrites dans la pharmacopée pour traiter les symptômes gastro-intestinaux tels que la sensation de brûlure et la toux.

En cosmétique, la réglisse est utilisée dans les dentifrices et comme agent décolorant [105].

La réglisse est utilisée dans l'industrie alimentaire comme confiserie en raison de sa saveur très sucrée, semblable à celle de l'anis [106].

L'extrait de réglisse était également utilisé pour traiter l'eczéma [107].

2.3.2.6. Son utilisation dans effets dermique :

- **Eczéma et psoriasis** : L'acide glycyrrhétinique démontre son efficacité dans le traitement de l'eczéma, de la dermatite de contact et allergique et du psoriasis, comme l'hydrocortisone topique. De nombreuses études ont indiqué que l'acide glycyrrhétinique est particulièrement puissant, surtout dans les cas chroniques, surpassant l'efficacité de la cortisone topique. Il peut également renforcer les effets de l'hydrocortisone topique en inhibant la 11- β -hydroxystéroïde déshydrogénase, l'enzyme responsable de la conversion de l'hydrocortisone en sa forme inactive. [108]
- **Herpès simplex** : La recherche clinique a montré que l'acide glycyrrhétinique topique et ses dérivés sont significativement bénéfiques pour réduire le temps de guérison et soulager la douleur associée aux boutons de fièvre et à l'herpès génital. La glycyrrhizine rend le HSV-1 (Herpès Simplex Virus 1) irréversiblement inefficace et stimule la synthèse et la libération d'interférons. [109]

- **Mélasma:** Le glabrène et l'isoliquiritigénine ont la capacité d'inhiber la tyrosinase, une enzyme vitale impliquée dans la synthèse de la mélanine. Des affections telles que le mélasma, les taches de vieillesse et les zones affectées par des lésions actiniques sont le résultat d'une accumulation de mélanine. Le glabrène et l'isoliquiritigénine sont des candidats potentiels pour une utilisation dans les agents d'éclaircissement de la peau. [108]

2.3.2.7. Les bienfaits de réglisse :

- Traditionnellement, la réglisse est utilisée pour traiter de nombreuses maladies, telles que l'asthme, l'amygdalite, l'hyperdipsie, les flatulences, l'épilepsie, la fièvre, la débilité sexuelle, la paralysie, les ulcères d'estomac, les brûlures d'estomac, les coliques, les enflures, les rhumatismes, l'acidité, la leucorrhée, les saignements, les maladies hémorragiques et l'ictère. [109]
- La réglisse est parfois utilisée dans des produits topiques pour la peau en raison de ses propriétés apaisantes. Elle peut aider à réduire l'irritation cutanée, soulager les échauffements et les démangeaisons. [109]
- La réglisse est utilisée depuis longtemps pour soulager les problèmes respiratoires, notamment les maux de gorge, la toux et les infections des voies respiratoires. Ses propriétés anti-inflammatoires et antivirales en font un remède traditionnel pour ces affections. [109]
- La *Glycyrrhiza glabra* Linn est une plante médicinale importante et ses racines sont couramment utilisées dans divers systèmes de médecine indigène pour soigner de nombreuses maladies aiguës et chroniques. [110]
- PLINIUS ajoute d'autres indications : "Dioscoride mentionne au même siècle, selon IBN AL BAITHAR, son utilisation pour traiter les granulomes à la base des ongles (des doigts ou des orteils) et les ulcères dans cette région. IBN SINA dans son *Canone* le considère comme un remède pour les plaies et les ulcères. [111]

3. Matériels et méthodes

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire pédagogique N°01 de (génie des procédés), faculté des sciences et des sciences appliquées à l'université Akli Mohand Oulhadj.

L'objectif de cette étude consiste à élaborer une nouvelle crème pharmaceutique à base des extraits végétaux de *Glycyrrhiza glabra* et des grains de *Ecbalium Elaterium*, et évaluer leur activité biologique, notamment leur efficacité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne.

3.1. Matériels

3.1.1. Matériel végétal

Les espèces végétales utilisées dans notre expérience sont *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium Elaterium*.

- *Glycyrrhiza glabra*

Dans le cadre de cette étude on a utilisé la poudre des racines de *Glycyrrhiza glabra* (Figure N°13), qui a été achetées chez une boutique d'herboriste à Chorfa wilaya de Bouira en Février 2024. La poudre été bien conservée dans des sacs en plastique jusqu'à son utilisation.



Figure N°13 : Poudre obtenue à partir des racines de *Glycyrrhiza glabra*.

- *Ecbalium Elaterium*

Le 2ème matériel végétal utilisé correspond aux grains et enveloppe d'*ecbalium elaterium* qui a été achetée chez une boutique d'herboriste à Tazmalt wilaya de Béjaia en Février 2024. Les poudres ont été bien conservées jusqu'à leurs utilisations.

Nos plantes ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique et ensuite tamisées jusqu'à obtenir une poudre fine.

3.1.2. Produits et appareillage utilisé

Le matériels et produits utilisé pour l'extraction de nos plantes et la réalisation des différentes activités biologiques sont présentés dans l'**annexe 01**.

3.2. Méthode d'extraction

3.2.1. Extraction d'extrait des racines de *Glycyrrhiza glabra*

L'extraction des racines de *Glycyrrhiza glabra*, a été effectuée suivant la méthode de **Romani et al. (2006)** en y apportant quelques modifications.

30 g de poudre ont été introduit dans 300 ml d'éthanol et macérées pendant 24h à température ambiante et à l'abri de la lumière sous agitation (**Figure N°14**). La solution obtenue a été filtrée à l'aide d'un papier filtre, puis il est centrifugé pendant 30 min à 3000 t/min. le filtra est placé directement au rota-vapeur pour récupérer l'extrait pur. L'extrait obtenu est conservé dans des flacons en verre à 4°C [112].



Figure N°14 : Processus d'extraction des extraits par macération.

3.2.2. Extraction d'extrait des grains et enveloppe d'*Ecballium elaterium*

L'extraction est effectuée suivant le même protocole que celui appliqué à la plante précédente.

3.2.3. Calcul du rendement

La quantité de composés extraits d'une plante ou d'une substance par rapport à la quantité initiale utilisée est appelée rendement d'extraction. Il est déterminé à l'aide de la formule suivante [113] :

$$Rdt (\%) = \frac{m}{M} \times 100$$

Rdt (%) = Rendement (%).

m = masse de l'extrait préparé (g).

M = masse de la poudre utilisée (g).

3.3. Evaluation des activités biologiques

3.3.1. L'activité antioxydante

3.3.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH

- **Principe**

L'activité antioxydante d'une substance peut être évaluée par plusieurs tests, parmi lesquels le test de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est fréquemment utilisé. Ce test permet de déterminer l'efficacité d'une substance à neutraliser les radicaux libres en les convertissant en une forme stable. [114]

Le radical DPPH est un radical libre stable de couleur violette, avec une absorption à une longueur d'onde de 517 nm. En présence de composés antioxydants, il est réduit, ce qui entraîne un changement de couleur de violet à jaune (**Figure N°3**). Les absorbances mesurées permettent de calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, directement lié au pouvoir antioxydant de l'échantillon. Cette méthode évalue la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH [115].

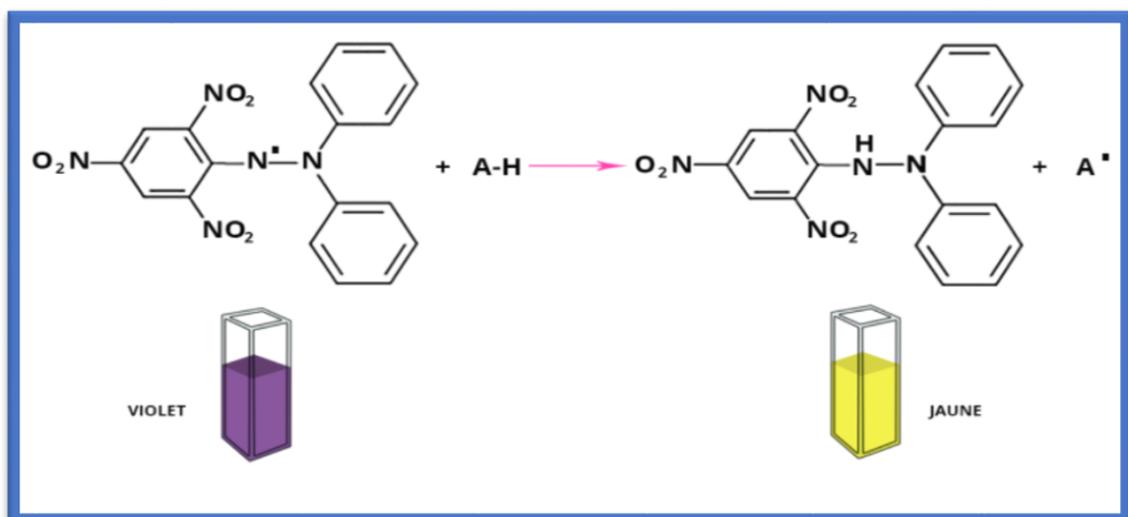


Figure N°15 : Mécanisme réactionnel du test DPPH [115].

3.3.1.2. Mode opératoire

Afin d'évaluer l'activité antioxydant, nous avons employé la technique du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine), selon le protocole de **Brand williams (1995)**.

3.3.1.3. Préparation de solutions de DPPH

Une solution de DPPH a été préparée en dissolvant 4 mg de poudre de DPPH pesé à l'aide d'une balance électronique dans 100 ml d'éthanol. Sous agitation, afin d'assurer une dissolution efficace (**Figure N°16**).



Figure N°16 : Préparation de la solution de DPPH.

3.3.1.4. Préparation des solutions mère

Nous avons préparé trois solutions mères à partir des trois extraits avec des concentrations :

- 83mg/ml pour la réglisse
- 15mg/ml pour le grain d'*ecbalium elaterium*
- 15mg/ml pour l'enveloppe d'*ecbalium elaterium*

À partir de ces solutions, nous avons réalisé une série de dilutions pour obtenir des concentrations de 1 mg/ml, 0,5 mg/ml, 0,25 mg/ml, 0,125 mg/ml, 0,0625 mg/ml (**annexe 02**)

3.3.1.5. Préparation des échantillons

- À l'aide d'une micro pipette on a prélevé 50 μ L de chaque extrait dans des tubes à essai.
- On a ajouté 950 μ L de la solution éthanolique de DPPH à chaque tube contenant les extraits.
- Puis on a mélangé délicatement les tubes pour éviter la formation de trop de bulles.
- Les échantillons ont été placés dans l'obscurité (pour éviter la dégradation du DPPH par la lumière) pendant 30 minutes. Cette étape permet aux radicaux DPPH de réagir avec les antioxydants contenus dans les extraits.

- Après incubation, l'absorbance de chaque échantillon a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. L'éthanol a été utilisé comme blanc.
- L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif à différentes concentrations.

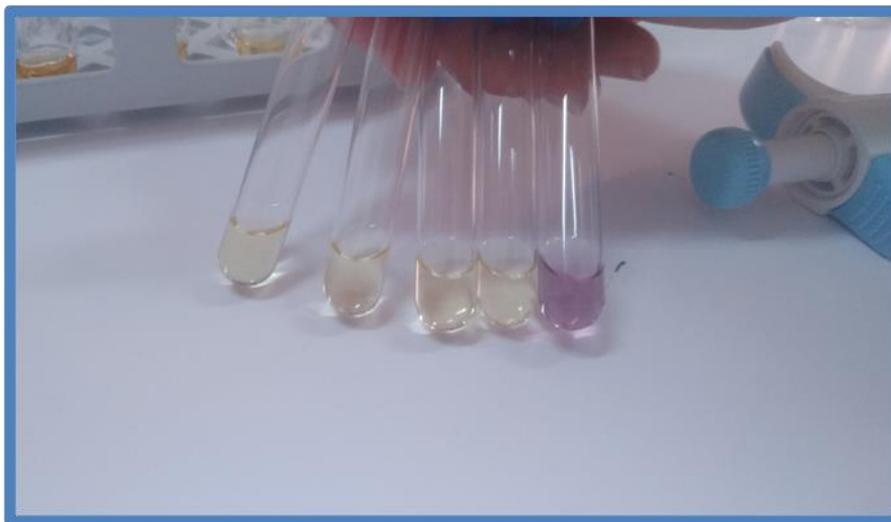


Figure N°17 : évaluation de l'activité antioxydante.

Le pourcentage de piégeage des radicaux est déterminé en utilisant l'équation suivante :

$$I\% = \frac{Ab - Ae}{Ab} \times 100$$

I% : le pourcentage d'inhibition de DPPH.

Ab : absorbance du contrôle négative (solution du DPPH sans extrait).

Ae : absorbance en présence d'extrait.

Pour déterminer l'IC50, nous avons tracé une courbe représentant le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'échantillon. Sachant que l'IC50 correspond à la concentration d'échantillon requise pour inhiber 50% du radical DPPH. Et cette valeur déterminée graphiquement par la régression linéaire [117].

3.3.2. L'activité anti-inflammatoire par dénaturation des protéines

3.3.2.1. Principe

Elle repose sur le fait que certains agents anti-inflammatoires peuvent interférer avec le processus de dénaturation des protéines. L'inflammation implique souvent des changements dans la structure des protéines, ce qui peut conduire à une activation de certaines voies inflammatoires. Les substances ayant une activité anti-inflammatoire peuvent stabiliser ou protéger les protéines contre cette dénaturation, réduisant ainsi l'inflammation. Cela peut se traduire par une diminution des symptômes inflammatoires tels que la douleur, le gonflement ou la rougeur dans les tissus affectés [118].

3.3.2.2. Mode opératoire

La méthode consiste à préparer quatre solutions :

- Solution d'essai (0.5 ml) composé de 0.45 ml de la solution aqueuse de sérum bovine albumine (BSA) 0.5% w/v et 0.05 ml de différents extraits de la plante avec des concentrations varier (**annexe 03**).
- Solution contrôle (0.5 ml) composé de 0.45 ml de la solution aqueuse de BSA 0.5% w/v et 0.05 ml d'eau distillé.
- Solution contrôle produit (0.05 ml) composé de 0.45 ml d'eau distillé et 0.05 ml de différents extraits de la plante avec des concentrations variées.
- Solution standard (0.5 ml) composé de 0.45 ml de la solution aqueuse de BSA 0.5% w/v et 0.05 ml de la solution standard Diclofénac sodium avec des concentrations variées [118].

Les échantillons ont été incubés à 37°C pendant 20 minutes, puis la température a été augmentée à 57°C pendant 3 minutes. Après refroidissement des tubes, 2.5 ml de solution saline tamponnée au phosphate (pH 6,3) par une solution d'HCl (0.1M) (voir **annexe 3**) ont été ajoutés.

Le pourcentage de d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé comme suit :

Pourcentage d'inhibition = [100-(OD of test solution-OD of Product control/ OD of test control)] × 100

3.3.3. L'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des trois extraits de deux plantes *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium Elaterium* ont été testés sur une souche bactérienne *Staphylococcus aureus* et une levure *Condidas*.

Les souches utilisées proviennent de la collection de laboratoire de l'hôpital de (Bouira).

3.3.3.1. Principe

L'activité antibactérienne des extraits de *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium Elaterium* ont été évaluées en suivant la méthode de l'aromatogramme par diffusion sur gélose Mueller Hinton. Ce test utilise une méthode de diffusion en milieu gélosé, où des disques imbibés de solutions concentrées d'extraits végétaux sont placés sur une gélose spécifique (Mueller-Hinton).

Les composés actifs se diffusent à partir des disques dans le milieu de culture, créant une zone d'inhibition de la croissance bactérienne autour des disques si l'agent est efficace contre les bactéries testées. La taille de la zone d'inhibition est mesurée et interprétée pour déterminer la

sensibilité des micro-organismes aux extraits, fournissant ainsi des informations sur leur activité antibactérienne potentielle [119].

3.3.3.2. Mode opératoire

La gélose Mueller Hinton (MH), a été versée dans des boîtes de Pétri. Après cela, les boîtes ont été séchées à 37°C pendant 20 minutes pour éliminer tout excès d'humidité. Il est important de noter que l'efficacité de tout agent antimicrobien est étroitement liée à la densité de la suspension cellulaire de la souche bactérienne utilisée comme cible. Ainsi, la taille de l'inoculum bactérien joue un rôle crucial dans la qualité des résultats de l'antibiogramme, ce qui souligne l'importance de standardiser cette étape. Ce dernier est préparé, dans l'eau physiologique, à partir d'une culture pure.

Après ensemencement de la souche à tester, des disques de papier Whatman de 9 mm ont été disposés (3 disques par boîte) sur la gélose M H. Par la suite, 30 µl de chaque extrait ainsi que les dilutions préparées dans du Dimethyl sulfoxide (DMSO) ont été déposés sur chaque disque. Les boîtes ont été laissées à 4°C pendant 15 min, puis incubées à 37°C pendant 24h.

Les diamètres des zones d'inhibition autour des disques ont été mesurés.

3.3.3.3. Lecture des résultats

Une échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne a été établie par **Moreira et al, 2005**, qui ont classé le diamètre des zones d'inhibition de la croissance microbienne (D) comme suit :

- Non sensible (-) : $D \leq 8$ mm
- Sensible (+) : $9\text{mm} \leq D \leq 14$ mm
- Très sensible (++) : $15\text{mm} \leq D \leq 19$ mm
- Extrêmement sensible (+++) : $D \geq 20$ mm

3.4. Formulation galénique et contrôle de la qualité de la crème

Les crèmes sont des mélanges émulsionnés composés de deux phases distinctes : une phase aqueuse et une phase huileuse.

Après de nombreuses recherches, nous pouvons identifier les éléments qui composeront le produit final.

3.4.1. Les ingrédients constitutifs de l'excipient

a) L'huile de grain de blé

Souvent extraite du germe de blé, est réputée pour sa richesse en nutriments et en composés bioactifs. Un aperçu détaillé de ses propriétés est présenté dans le **Tableau N°02**.

Tableau N°07 : les propriétés physico-chimiques de l'huile de grain de blé [120].

Propriétés	Description
Aspect	Jaune doré à ambre
Odeur	Légèrement noisettée
Gout	Doux, légèrement noisetté
Composition en acides gras	Riche en acide linoléique (oméga-6), en acide linoléique (oméga-3) et en acide oléique.
Teneur en vitamines	Riche en vitamine E (tocophérols), en vitamine A (caroténoïdes) et en vitamine D

b) L'huile de camomille

L'huile de camomille, extraite des fleurs de camomille, est largement utilisée en aromathérapie et dans les produits de soins de la peau en raison de ses propriétés apaisantes et anti-inflammatoires (**Tableau N°03**).

Tableau N°08 : les propriétés physico-chimiques de l'huile de camomille. [121]

Propriétés	Description
Aspect	jaune pâle
Odeur	Odeur douce, herbacée
Gout	Léger, doux
Densité	0,890 à 0,920
Solubilité	Insoluble dans l'eau, soluble dans les huiles et l'éthanol

c) Beurre de karité

Le karité se distingue par la présence de latex dans ses organes. Ses fruits, regroupés en grappes, sont verts et arrondis. Chaque fruit contient une ou deux amandes, qui sont composées à 50 % de matières grasses. Le beurre de karité, produit principal extrait de ces amandes, joue un rôle économique crucial dans plusieurs régions du monde. Il est couramment utilisé comme excipient dans les pommades et les produits cosmétiques (**Tableau N°04, figure N° 09**).

Tableau N°09 : Propriétés physiques du beurre de Karité [122].

Propriétés	Description
État physique	Dur à température ambiante, Il est de couleur blanc cassé ou ivoire et a une légère odeur d'amande.
Densité	à 20 °C: 0,91 à 40 °C 0,89
Point de fusion	37°C
Indice de saponification	160-200

**Figure N°18 : Beurre de Karité.****d) Cire d'abeille**

Elle est réputée depuis l'Antiquité pour ses propriétés hydratantes, émulsifiantes et antiseptiques. Elle est largement utilisée dans la formulation de divers produits cosmétiques (Tableau N°10, figure N° 19).

Tableau N°10 : Propriétés physiques de la cire d'abeille [123].

Propriétés	Description
État physique	Solide, De couleur jaune ou blanche, pénètre rapidement sans laisser de film gras
Point de fusion	61-66°C
Densité	0.95-0.965



Figure N°19 : cire d'abeille.

e) Glycérine

Également connu sous le nom de glycérol. Il peut être d'origine synthétique, végétale ou animale, c'est un solvant très polaire, il ne se dissout pas dans les corps gras. Avec une Formule brute : $C_3H_8O_3$ (Tableau N°11, figure N° 20).

Tableau N°11 : Propriétés physiques du glycérol [124].

Propriétés	Description
État physique	Liquide visqueux, Inodore
Solubilité	Miscible à l'eau.

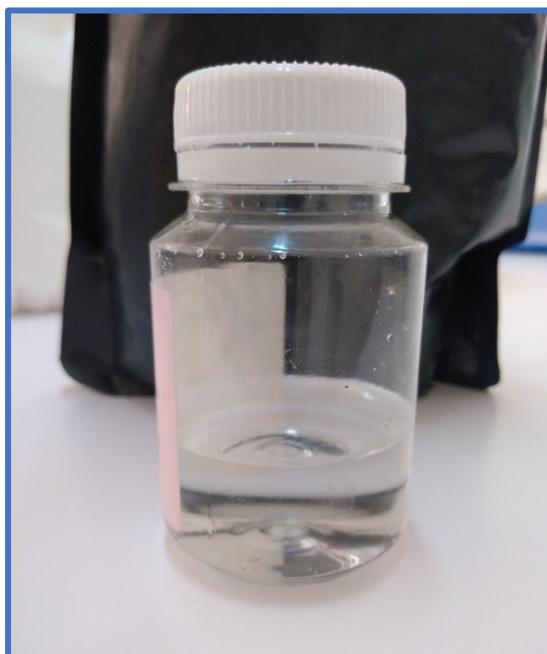


Figure N°20 : La glycérine.

f) Vitamine E

La vitamine E englobe une série de composés phénoliques comprenant les tocophérols (α , β , γ , δ) ou les tocotriénols. Ces composés sont présents dans tous nos tissus corporels.

La Vitamine E est couramment employée en dermocosmétique en raison de ses nombreuses propriétés : elle agit comme un antioxydant et un conservateur naturel, tout en offrant des bienfaits anti-inflammatoires et antihistaminiques. De plus, elle favorise la microcirculation cutanée [125].

g) Lanette o

Elle est connue aussi sous le nom d'alcool myristique ou d'alcool tetradecylique, Utilisé comme Co-émulsifiant. Ces caractéristiques sont résumées dans le **tableau N°12** et la **figure N°21** :

Tableau N°12 : Caractéristiques de Lanette o.

Propriétés	Description
Apparence	Solide sous forme, blanc
Etat physique	Solide
Solubilité dans l'eau	Insoluble
Point de fusion	39.5°C



Figure N°21 : Lanette o.

h) Acide stéarique

L'acide stéarique est un ingrédient couramment utilisé dans les préparations à application cutanée, telles que les crèmes pharmaceutiques, en raison de ses diverses propriétés bénéfiques (**Figure N°22**). Voici les principaux rôles de l'acide stéarique dans ces formulations : Agent épaississant, Émulsifiant, Agent émollient, Agent de texture, Stabilisateur et Agent Co-émulsifiant.



Figure N°22 : Acide stéarique.

i) Conservateur

Un conservateur d'origine naturelle a été employé pour étendre la durée de conservation des produits. Il possède des propriétés antibactériennes et antifongiques, empêchant ainsi la croissance de bactéries dans les produits cosmétiques contenant de l'eau il s'agit de *sgard*

j) Huile essentielle de lavande

La lavande, une plante originaire de France, se développe principalement dans les zones chaudes du bassin méditerranéen. Elle compte plus de 300 variétés. L'huile essentielle de lavande est extraite par distillation des parties fleuries de la plante [126].

k) L'eau distillée

L'eau distillée est essentielle dans l'industrie pharmaceutique pour assurer la pureté, la sécurité et l'efficacité des médicaments.

3.4.2. Les principes actifs

Les substances actives extraites des plantes *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium Elaterium* (**figure N°23**), dont nous avons discuté en détail dans la partie bibliographique, sont ajoutées à notre formulation.

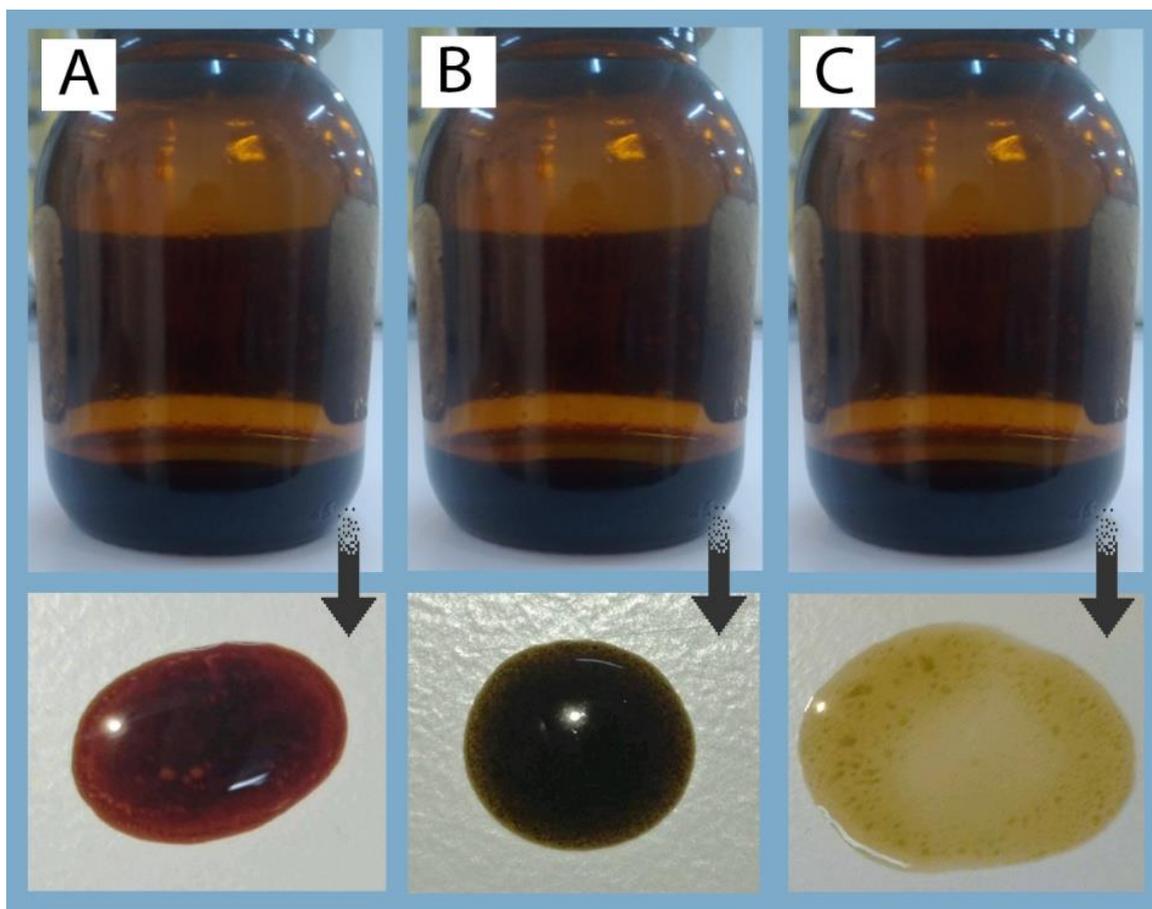


Figure N°23 : (A) : extrait de la réglisse, (B) : extrait de L'enveloppe d'*Ecbalium Elaterium*, (C) : extrait des grain d'*Ecbalium Elaterium*.

3.4.3. Formulation

Notre formulation est résumée dans le **Tableau N°13** ci-dessous :

Tableau N°13 : Pourcentage et grammage de la Formulation de la crème.

Produit	Pourcentage %	Quantité pour 500g	Rôle
Composition de la phase huileuse			
L'huile de grain de blé	5%	25g	Hydratant.
L'huile de camomille	5%	25g	Hydratant, anti-rougeur, anti-démangeaison.
Beurre de karité	10%	50g	Nourrir la peau.
Cire d'abeille	8.6%	43g	Emulsifiant.
Lanette o	2%	10g	Co-émulsifiant.
Acide stéarique	2%	10g	Régulateur.

Composition de la phase aqueuse			
L'eau distillée	60%	300g	Véhicule.
Glycérine végétale	4%	20g	Hydratant.
Additif+Régulateur			
Vitamine E	0.5%	2.5g	antioxydant. Conservateur.
Huile essentielle de la lavande	1%	5g	Parfum.
Cosgard	0.5%	2.5g	Conservateur.
Extrait de <i>Glycyrrhiza glabra</i>	0.7%	3.5g	Elément de la formule initiale. Actif : anti-inflammatoire, analgésique, antibactérien, antioxydant et cicatrisant.
Extrait de <i>Ecbalium Elaterium</i> (grains + enveloppe)	0.7%	3.5g	Elément de la formule initiale. Actif : anti-inflammatoire, analgésique, antibactérien, antioxydant.

3.4.4. Procédés de fabrication :

Avant de commencer la fabrication de la crème, nous avons stérilisé toute la verrerie afin d'éliminer tout risque de contamination. Dans un bécher de 800 ml, nous avons préparé la phase huileuse contenant tous les constituants solubles dans cette phase : les deux huiles végétales (grains de blé et camomille), le beurre de karité, la cire d'abeille, l'acide stéarique et la lanette O, pesés à l'aide d'une balance électrique.

Dans un autre bécher, nous avons préparé la deuxième phase, qui est la phase aqueuse, contenant l'eau distillée et la glycérine végétale.

Les phases préparées sont placées dans un bain-marie à une température de 60°C, choisie pour dissoudre tous les ingrédients sans altérer leur puissance ou leurs propriétés, et les phases sont maintenues sous agitation jusqu'à ce que la température atteigne 60°C.

Lorsque les deux phases ont atteint la même température, nous avons directement versé la phase aqueuse dans la phase huileuse et agité l'émulsion à l'aide d'un bras mixeur.

Nous avons utilisé de l'eau froide pour accélérer le refroidissement afin de figer la structure de la crème et obtenir la texture souhaitée.

Puis, nous avons incorporé le conservateur, la vitamine E et l'huile essentielle de lavande afin de masquer l'odeur du beurre de karité, puis nous avons soigneusement agité manuellement jusqu'à ce que tous ces constituants soient bien incorporés. Et nous avons obtenu une crème de base blanche et brillante avec une texture agréable (**Figure N°24**).

Enfin, nous avons ajouté nos principes actifs à la crème de base

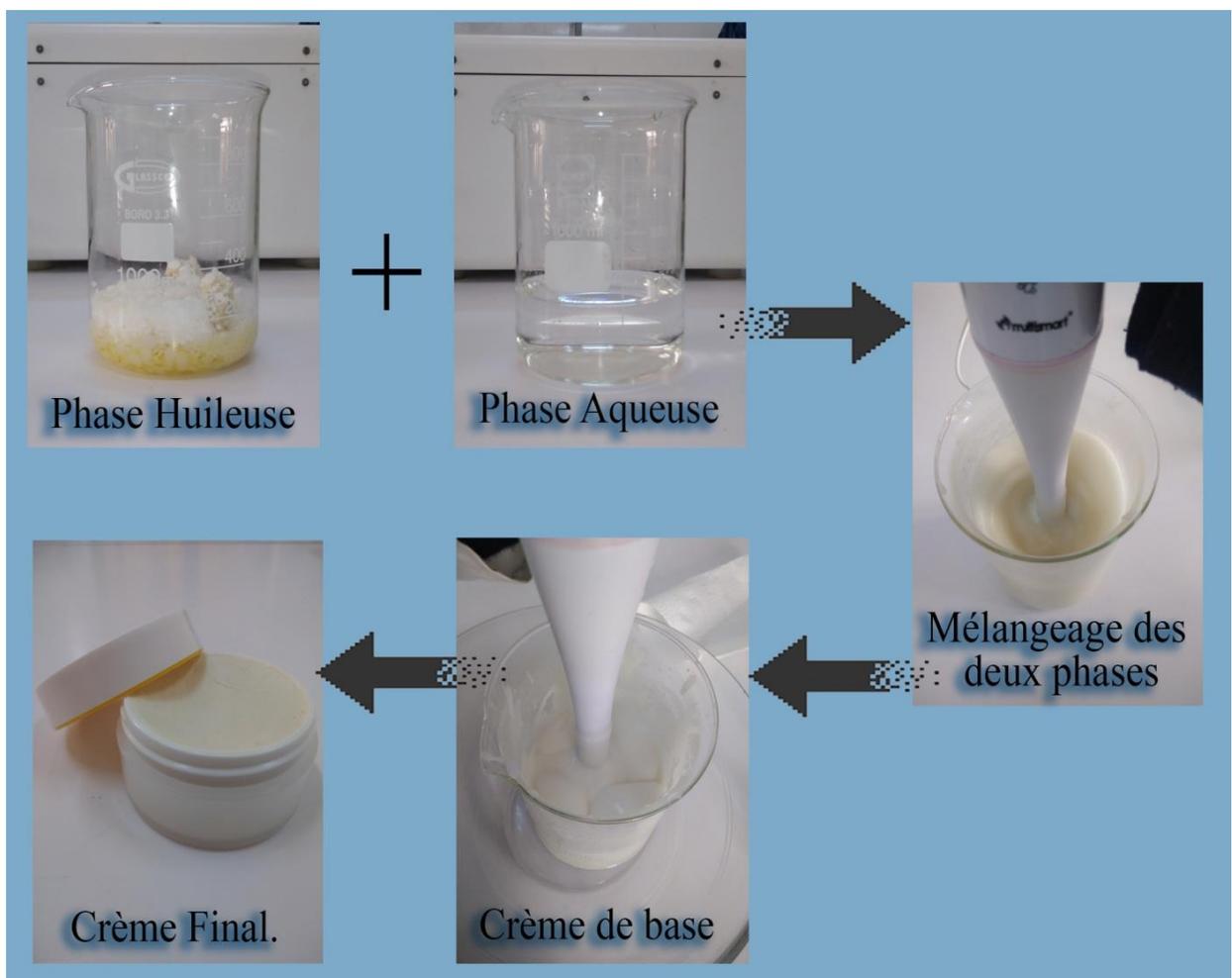


Figure N°24 : Schéma de procédés de fabrication de la crème.

3.4.5. Contrôles réalisés sur la crème

Le développement, la sécurité et la stabilité des produits cosmétiques et pharmaceutiques nécessitent de nombreux tests préliminaires. Il est essentiel de garantir la sécurité des consommateurs et des patients. Pour ce faire, il est nécessaire d'évaluer la sécurité des produits

sur la santé humaine, la toxicité des produits et, si nécessaire, des tests supplémentaires pour prouver leur efficacité.

3.4.5.1. Les analyses organoleptiques

Les tests sensoriels consistent en une analyse visuelle de la crème.

- **Aspect visuel** : Pour noter la couleur, et l'homogénéité de la crème.
- **Texture** : Évaluation de la consistance et de la sensation au toucher de la crème.
- **Odeur** : Identification de l'odeur de la crème.
- **Couleur** : Examen de la teinte et de l'homogénéité de la couleur de la crème.
- **Étalement** : Test de la facilité avec laquelle la crème s'étale sur la peau.

3.4.5.2. Les analyses physico-chimiques

- **Potentiel hydrogène**

Le potentiel hydrogène, ou pH, mesure la concentration des ions hydrogène dans une solution.

Pour ce faire, nous avons utilisé un appareil appelé pH-mètre. Après Homogénéisation de l'échantillon, une quantité suffisante est placée dans le récipient de mesure et les électrodes sont immergées. Le pH de la crème doit être proche de celui de la peau (5.6-6.8).

- **Test d'homogénéité**

✚ **Examen macroscopique** : L'homogénéité est vérifiée en étalant la crème en une fine couche. Un contrôle visuel est effectué pour s'assurer qu'il n'y a pas de grumeaux et que la poudre est uniformément répartie.

✚ **Examen microscopique** : La crème est déposée en fine couche entre lame et lamelle, puis observée au microscope optique. Une observation minutieuse est faite pour mettre en évidence la répartition homogène des particules (**Figure N°25**).



Figure N°25 : Examen microscopique au microscope optique.

- **Contrôle de stabilité a la centrifugation**

Le test de centrifugation est utilisé pour évaluer la stabilité physique d'une crème. En exposant la crème à des forces de séparation simulées, ce test permet de détecter toute instabilité ou séparation de phases indésirable (**Figure N°26**). Il évalue la stabilité de l'émulsion et permet d'observer visuellement les changements d'aspect.

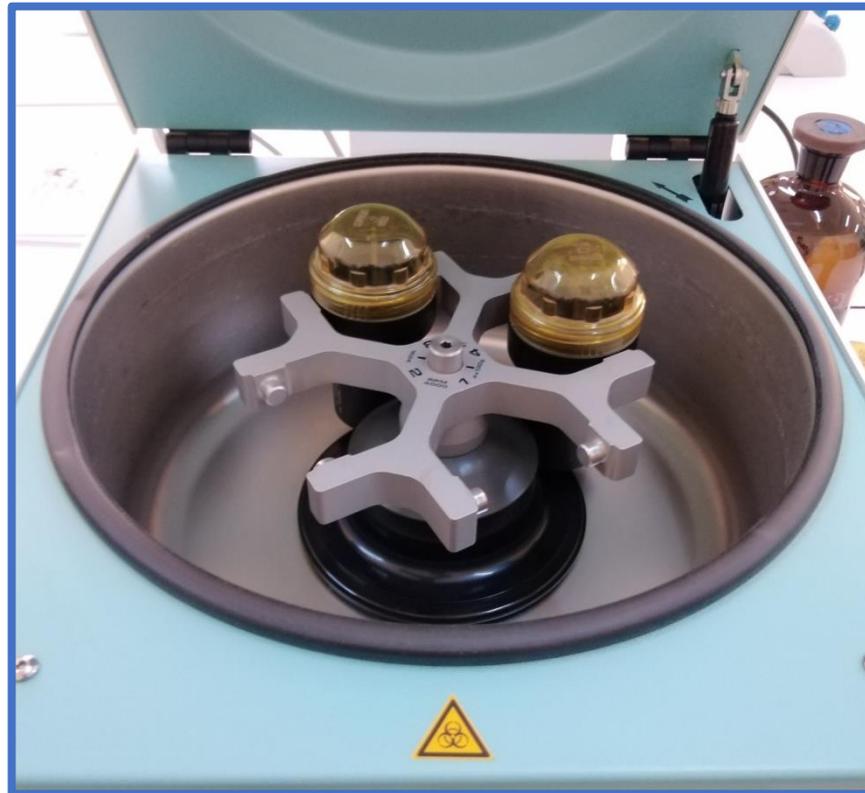


Figure N°26 : Contrôle de stabilité à la centrifugation.

- **Type de l'émulsion**

Une petite quantité de crème est appliquée sur une plaque ou une lame de verre. Quelques gouttes de solution de bleu de méthylène sont ensuite ajoutées à la crème. Si la crème est une émulsion eau-dans-huile, le bleu de méthylène, étant hydrophile, ne se mélangera pas bien avec la crème car il ne se dissout pas dans la phase huileuse continue. Le colorant formera alors de petites zones distinctes ou ne se mélangera pas du tout, indiquant que l'huile est la phase continue et que l'eau est dispersée en gouttelettes. Et vice versa.

- **Essai de stabilité**

Les études de stabilité ont consisté à surveiller l'évolution de plusieurs paramètres spécifiques à certaines préparations au fil du temps. Ces préparations ont été laissées au repos à la température ambiante du laboratoire et examinées après 1 jour, 1 semaine, 2 semaines, 1 mois de conservation.

Un deuxième essai de stabilité a été mené en plaçant les échantillons de crème pharmaceutique dans nos cartables, reproduisant ainsi des conditions de transport quotidiennes. Les échantillons ont été conservés dans les cartables pendant la durée de l'étude, sujette aux fluctuations de température et aux mouvements habituels associés au transport. À intervalles réguliers, les échantillons ont été examinés pour évaluer leur stabilité, enregistrant tout changement dans leur aspect, leur texture.

3.4.5.3. Les tests cutanés

Nous avons appliqué le produit fini sur cinq volontaires au niveau des bras et derrière les oreilles pendant 24h. Il convient de noter que parmi ces volontaires, Certains ont une peau sensible et d'autres une peau non sensible.

L'objectif est de déterminer si des réactions cutanées sont présentes ou non.

3.4.5.4. Essais sur des patients volontaires

Les critères examinés pour la crème, ainsi que les essais cliniques menés sur des patients volontaires souffrant de diverses affections cutanées, ont donné des résultats satisfaisants, démontrant l'efficacité prouvée de la crème.

- **1^{er} cas (maladie d'eczéma) :** Les premiers essais ont été menés sur une volontaire de 23 ans souffrant d'eczéma au doigt avec de petites cloques (**Figure N°27**).



Figure N°27 : Doigt d'un volontaire souffrant d'eczéma.

- **2^{ème} cas (champignons) :** Ce test a été réalisé sur une volontaire de 24 ans présentant des champignons sous forme de plaques à la surface de la peau (**Figure N°28**).



Figure N°28 : Peau d'un volontaire présentant des champignons.

- **3^{ème} cas (Maladie d'eczéma)** : Ce test a été réalisé sur la surface extérieure des doigts d'une volontaire de 24 ans, qui souffrait d'eczéma lorsqu'elle touchait des détergents (**Figure N°29**).



Figure N°29 : volontaire souffrant d'eczéma.

4. Résultats et discussion

Ce chapitre est dédié à la présentation et à l'analyse des résultats issus de l'extraction de nos extraits et de la caractérisation de la crème.

4.1. Extractions

4.1.1. La Réglisse

L'extrait de racine de réglisse a été préparé à partir de racines broyées en utilisant de l'éthanol comme solvant. Cette extraction a permis d'obtenir un extrait visqueux. Les caractéristiques de cet extrait ont été présentées dans le **Tableau N°01**. Le rendement de l'extraction a été de 25.62 %.

Tableau N°14 : caractéristiques de l'extrait de la plante de réglisse.

Extrait	Description
Aspect	Liquide visqueux
Couleur	Marron
Rendement	25.62 %

4.1.2. *Ecbalium elaterium*

L'extrait des graines et enveloppe d'*Ecbalium elaterium* a été préparé en utilisant la même méthode d'extraction que celle appliquée à la réglisse.

- **Les grains**

Cette extraction a produit un extrait visqueux dont les caractéristiques sont présentées dans le **Tableau N°02**. Le rendement obtenu de l'extraction a été de 22.5%.

Tableau N°15 : caractéristiques de l'extrait des grains d'*ecbalium elaterium*.

Extrait	Description
Aspect	Liquide visqueux
Couleur	Jaune
Rendement	22.5%

- **L'enveloppe**

Cette extraction a produit un extrait visqueux dont les caractéristiques sont présentées dans le **Tableau N°03**. Le rendement obtenu de l'extraction a été de 21.85%.

Tableau N°16 : caractéristiques de l'extrait de l'enveloppe de la plante d'*ecbalium elaterium*.

Extrait	Description
Aspect	Liquide visqueux
Couleur	Verre
Rendement	21.85%

Le rendement est exprimé en pourcentage de masse d'extrait des plantes par rapport à la masse des plantes sèche.

Les rendements des extraits éthanoliques obtenus dans notre étude montrent des variations significatives lorsqu'ils sont comparés entre eux. Le rendement d'extrait de réglisse est 25.62%, tandis que ceux des extraits de l'enveloppe et des grains d'*ecbalium elaterium* sont de 21.85% et 22.5% respectivement.

Il est intéressant de noter que, malgré l'utilisation de la même méthode d'extraction, les rendements varient en fonction de la partie de la plante et de sa composition chimique. Les racines de réglisse, sont riches en *glycyrrhizine* et autres composés phénoliques, montrent une meilleure affinité pour l'extraction éthanolique par rapport aux enveloppes et aux graines d'*Ecballium elaterium*, qui contiennent différents types de composés bioactifs.

Nos résultats sont en accord avec la littérature, où un rendement de 22,99% a été trouvé dans le fruit d'*E.elaterium*. Les résultats de notre étude sont en accord avec certaines recherches antérieures tout en présentant des variations légères par rapport à d'autres études mentionnées dans la littérature. Ces différences pourraient être attribuables aux conditions de récolte, au climat ou même la méthode d'extraction [127].

4.2. Les activités biologiques

4.2.1. Etude de l'activité Anti-oxydante

4.2.1.1. La réglisse

Sur la base des mesures effectuées sur l'extrait de réglisse, le pourcentage d'inhibition de DPPH a été calculé à l'aide de l'équation mentionnée précédemment. Les pourcentages d'inhibitions obtenus sont indiqués dans le **Tableau N°17** et la **Figure N°30**.

Tableau N°17 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'extrait éthanolique de la Réglisse.

C (mg/ml)	ABS (R)	PI%	IC 50
1	0,073	83,4841629	0,069 mg/ml
0,5	0,087	80,3167421	
0,25	0,121	72,6244344	
0,125	0,212	52,0361991	
0,0625	0,298	32,5791855	

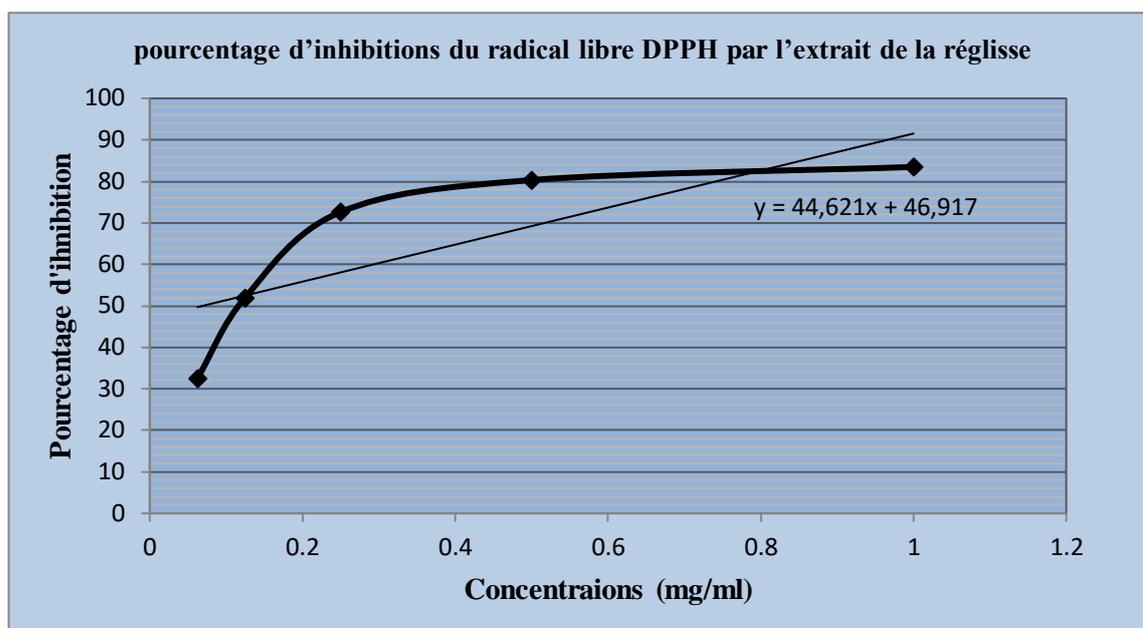


Figure N°30 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de la réglisse.

4.2.1.2. *Ecballium elaterium*

- **Les grains**

Sur la base des mesures effectuées sur l'extrait des grains, le pourcentage d'inhibition de DPPH a été calculé à l'aide de l'équation mentionnée précédemment. Les pourcentages d'inhibitions obtenus sont indiqués dans le **Tableau N°18** et la **Figure N°31**.

Tableau N°18 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'extrait éthanolique des grains.

C (mg/ml)	ABS (G)	PI%	IC 50
1	0,079	82,1266968	0,065 mg/ml
0,5	0,083	81,2217195	
0,25	0,139	68,5520362	
0,125	0,215	51,3574661	
0,0625	0,284	35,7466063	

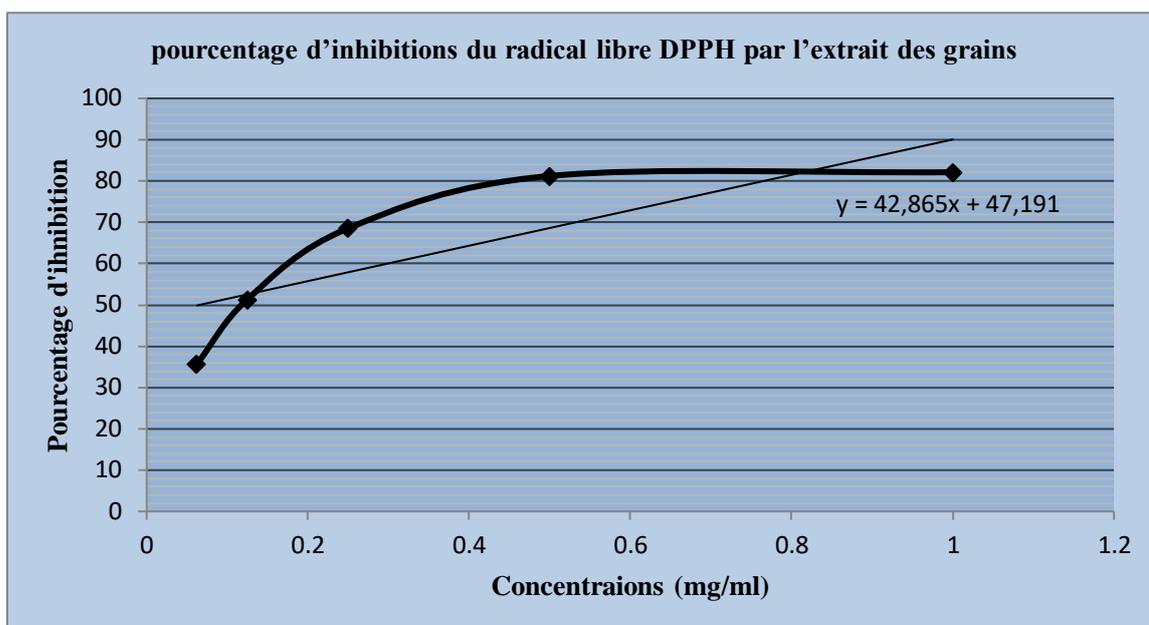


Figure N°31 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait des grains.

- **L'enveloppe**

Sur la base des mesures effectuées sur l'extrait de l'enveloppe, le pourcentage d'inhibition de DPPH a été calculé à l'aide de l'équation mentionnée précédemment. Les pourcentages d'inhibitions obtenus sont indiqués dans le **Tableau N°19** et la **Figure N°32**.

Tableau N°19 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'extrait éthanolique de l'enveloppe.

C (mg/ml)	ABS (E)	PI%	IC 50
1	0,069	84,3891403	0,061 mg/ml
0,5	0,079	82,1266968	
0,25	0,101	77,1493213	
0,125	0,216	51,1312217	
0,0625	0,306	30,7692308	

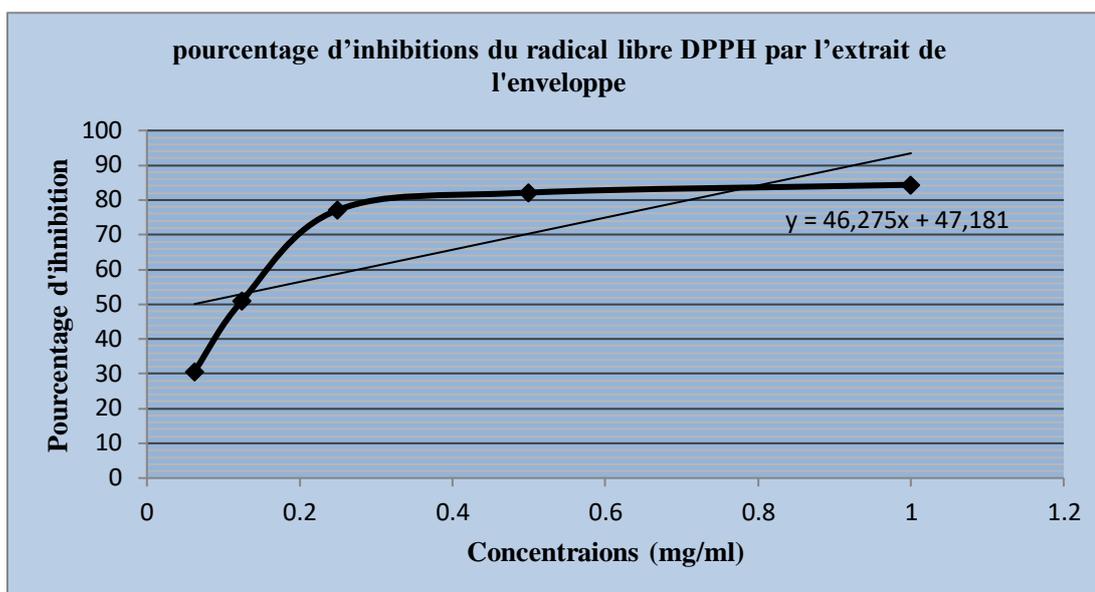


Figure N°32 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de l'enveloppe.

4.2.1.3. L'acide ascorbique :

Les résultats de l'activité antioxydant du contrôle positif (acide ascorbique) sont présentés dans le **Tableau N°20** et la **Figure N°33**.

Tableau N°20 : Les pourcentages d'inhibitions du Radical Libre DPPH pour les différentes concentrations de l'acide ascorbique.

C (mg/ml)	PI%	IC 50
1	90,435	0,054 mg/ml
0,5	80,617	
0,25	61,874	
0,125	50,98	
0,0625	45,651	

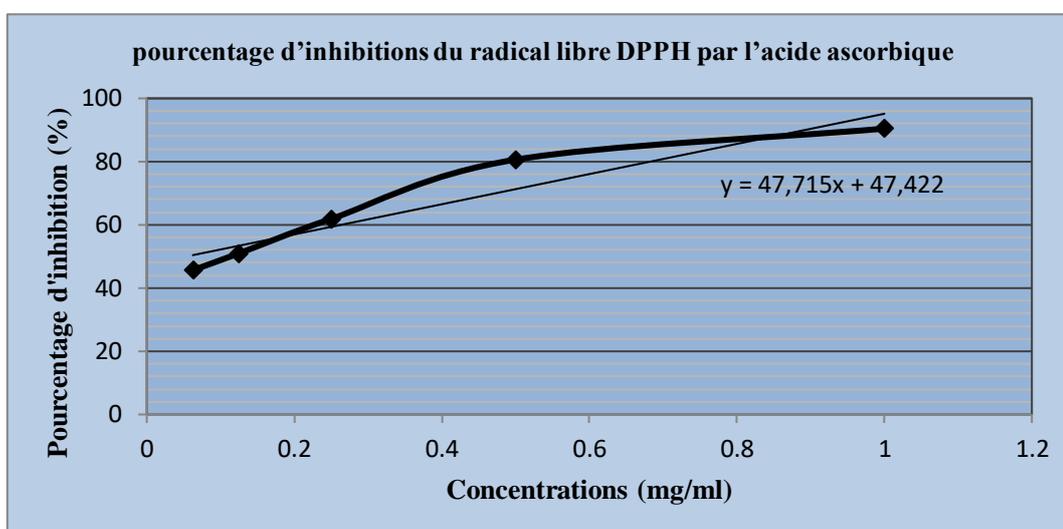


Figure N°33 : Variation du pourcentage d'inhibitions du radical libre DPPH en fonctions des différentes concentrations de l'acide ascorbique.

Au cours de notre étude, nous avons déterminé les valeurs IC50 pour trois extraits éthanoliques provenant de deux plantes, *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium elaterium*, ainsi que de l'acide ascorbique, qui a servi de contrôle positif.

Pour l'extrait de *Glycyrrhiza glabra*, la valeur IC50 a été de 0.069 mg/ml, tandis que pour l'acide ascorbique a été de 0.054 mg/ml.

Pour l'extrait de graines et enveloppe d'*ecbalium elaterium*, les valeurs IC50 ont été respectivement de 0,065 mg/ml, et de 0,061 mg/ml, tandis que pour l'acide ascorbique a été de 0.054 mg/ml.

Il est clair que l'acide ascorbique, en tant qu'antioxydant de référence, montre une activité antioxydante nettement supérieure à celle des extraits de nos plantes. Il inhibe le radical DPPH à des concentrations beaucoup plus faibles. Cependant, les extraits des deux plantes ont également montré une activité antioxydante importante, avec des valeurs IC50 relativement proches de celles de l'acide ascorbique. Cela peut indiquer la présence de composés antioxydants dans les extraits de plantes, bien que leur puissance soit légèrement inférieure à celle de l'acide ascorbique dans les conditions expérimentales.

Les extraits des plantes *Glycyrrhiza glabra* et *Ecbalium elaterium* montrent une activité antioxydante forte, cependant, l'acide ascorbique demeure un antioxydant très efficace. Les différences de valeurs IC50 entre les trois extraits de *Glycyrrhiza glabra* et d'*E.elaterium* peuvent être dues à la diversité des composés phytochimiques et des conditions de culture, qui peuvent affecter leur efficacité à neutraliser les radicaux libres.

4.2.2. Etude de l'activité Anti-inflammatoire

4.2.2.1. La réglisse

Les résultats obtenus pour l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique de la réglisse mesurée par la méthode d'inhibition de la dénaturation thermique des protéines (BSA), sont présentés dans le **Tableau N°21** et la **Figure N°34**.

Tableau N°21 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de la réglisse.

C (mg/ml)	R	RE	PI	IC50
1,5	0,713	0,723	80,7692308	0,74 mg/ml
1	0,628	0,645	67,3076923	
0,5	0,551	0,58	44,2307692	
0,25	0,469	0,507	26,9230769	
0,125	0,365	0,409	15,3846154	

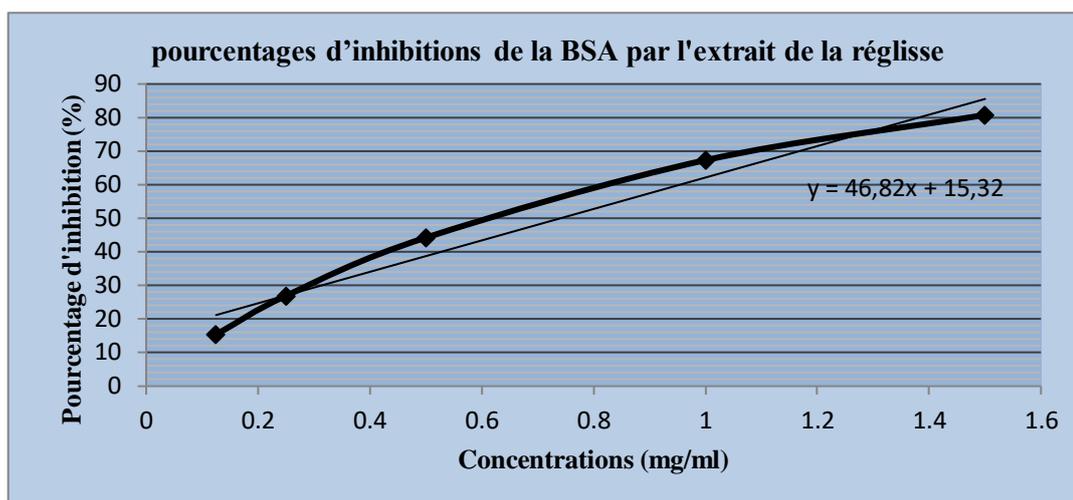


Figure N°34 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de la réglisse.

4.2.2.2. *Ecballium elaterium*

- Les grains

Les résultats obtenus pour l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique des grains mesurée par la méthode d'inhibition de la dénaturation thermique des protéines (BSA), sont présentés dans le **Tableau N°22** et la **Figure N°35**.

Tableau N°22 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations des grains.

C (mg/ml)	G	GE	PI	IC50
1,5	0,342	0,343	98,0769231	0,44 mg/ml
1	0,295	0,303	84,6153846	
0,5	0,282	0,303	59,6153846	
0,25	0,251	0,282	40,3846154	
0,125	0,223	0,261	26,9230769	

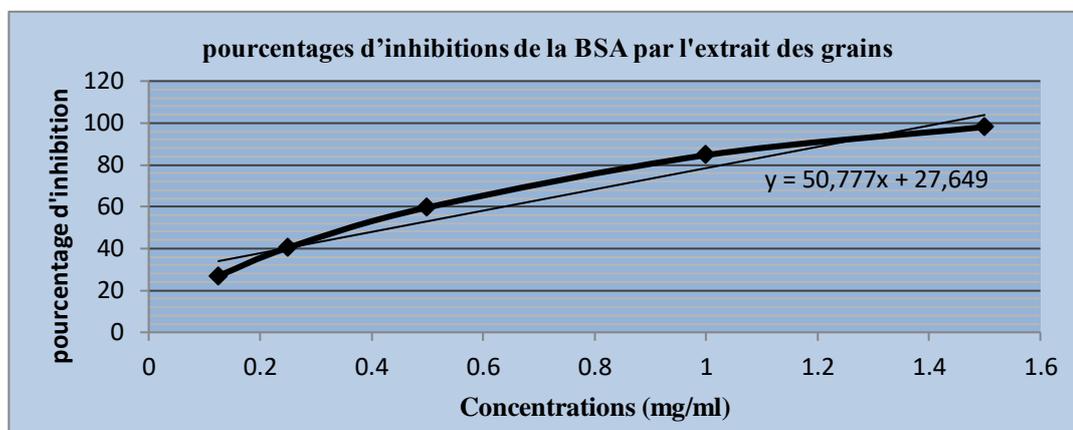


Figure N°35 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait des grains.

- **L'enveloppe**

Les résultats obtenus pour l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique de l'enveloppe mesurée par la méthode d'inhibition de la dénaturation thermique des protéines (BSA), sont présentés dans le **Tableau N°23** et la **Figure N°36**.

Tableau N°23 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de l'enveloppe.

C (mg/ml)	E	EE	PI	IC50
1,5	0,342	0,35	84,6153846	0,68 mg/ml
1	0,315	0,331	69,2307692	
0,5	0,282	0,31	46,1538462	
0,25	0,224	0,261	28,8461538	
0,125	0,152	0,195	17,3076923	

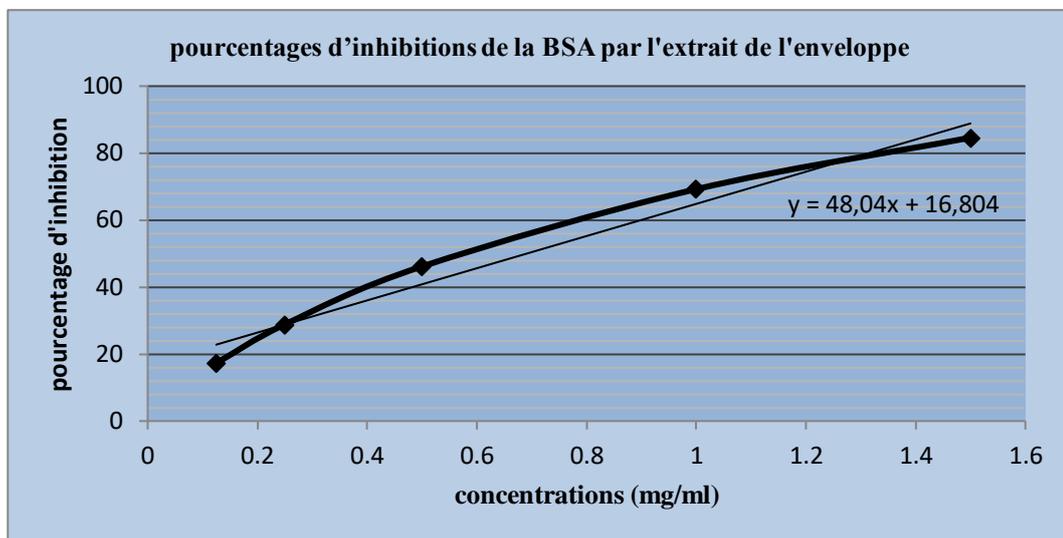


Figure N°36 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de l'extrait de l'enveloppe.

4.2.2.3. *Diclofinac*

Les résultats de l'activité d'un anti-inflammatoire d'un médicament de référence (*Diclofinac*) sont présentés dans le **Tableau N°24** et la **Figure N°37**.

Tableau N°24 : Les pourcentages d'inhibitions de la BSA pour les différentes concentrations de *Diclofinac*.

C (mg/ml)	PI%	IC 50
1,5	100	0,054 mg/ml
1	89,87	
0,5	71,65	
0,25	55,45	
0,125	43,92	

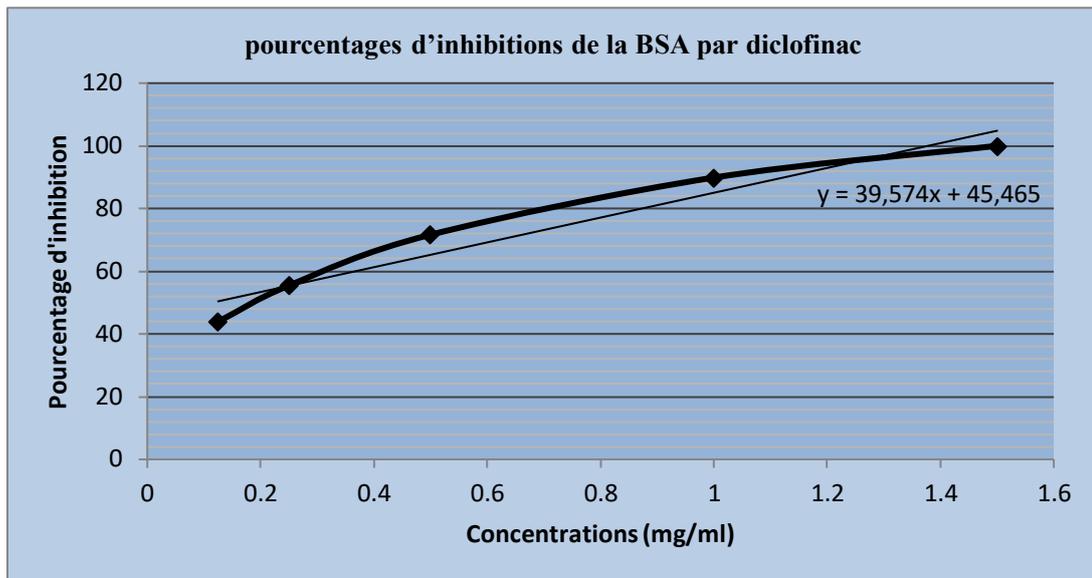


Figure N°37 : Variation du pourcentage d'inhibitions de la BSA en fonctions des différentes concentrations de *diclofinac*.

Ces tableaux et figures montrent les résultats de l'activité anti-inflammatoire des extraits éthanoliques de réglisse et d'*ecbaliium elaterium* par la méthode de la dénaturation des protéines in vitro.

- **Pour la réglisse**

Les résultats du **Tableau N°21** montrent que le maximum d'inhibition (80.76 %) est enregistré à 1,5 mg/ml e, tandis que le *diclofénac* un pourcentage d'inhibition totale (100%) est observé avec la même concentration.

- **Pour l'*E.elaterium***

Les grains et l'enveloppe présentent des taux d'inhibition optimums (98.07 et 84.61%) respectivement à 1,5 mg/ml, le diclofénac présente un taux d'inhibition total (100%) à la même concentration.

Le *diclofénac*, en tant qu'anti-inflammatoire de référence, a clairement une activité anti-inflammatoire plus importante que nos extraits de plantes. Il inhibe la BSA à des concentrations plus faibles. Cependant, les extraits des deux plantes ont également montré une activité anti-inflammatoire importante, avec des valeurs IC50 relativement proches de celles du *diclofénac*. Cela peut indiquer la présence de composés anti-inflammatoires dans les extraits de plantes.

L'activité anti-inflammatoire vise à réduire l'inflammation dans le corps, un processus souvent impliqué dans de nombreuses maladies chroniques et aiguës. En effet, la capacité à

prévenir la dénaturation des protéines repose principalement sur les propriétés anti-inflammatoires des substances naturelles

Nous pouvons conclure que la réglisse et *Ecbalium elaterium* ont un effet anti-inflammatoire contre la dénaturation des protéines.

4.2.3. Etude de l'activité antimicrobienne

Nous avons examiné l'activité antimicrobienne in vitro des extraits éthanoliques des plantes de réglisse et d'*Ecbalium elaterium* en utilisant la méthode de diffusion des disques sur un milieu Mueller-Hinton.

4.2.3.1. L'activité antimicrobienne des extraits pure

Le **Tableau N°25** montre les variations des diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes exposées à l'extrait de réglisse et d'*E. elaterium*.

Tableau N°25 : Diamètres des zones d'inhibition d'extrait de réglisse et l'extrait d'*E elaterium* pure en (mm).

Souches bactériennes	Zone d'inhibition d'extrait de réglisse en (mm)	Zone d'inhibition d'extrait d' <i>E.elaterium</i> en (mm)	
		Grains	Enveloppe
<i>Staphylococcus aureus</i>	28	10	10
<i>Candidas albican</i>	22	15	17

L'extrait de réglisse a montré une activité antimicrobienne contre les *staphylococcus aureus*, avec une zone d'inhibition de 28 mm, tandis que la zone d'inhibition pour les souches de *Candidas albicans* était légèrement inférieure, avec 22 mm. Ces résultats suggèrent que les souches de *Staphylococcus aureus* et de *Candida albicans* sont extrêmement sensibles à l'extrait de réglisse et que ce dernier pourrait être utilisé comme agent antimicrobien potentiel pour traiter les infections causées par ces micro-organismes.

L'extrait des grains d'*E. elaterium* montre une activité contre la souche de *Staphylococcus* avec une zone d'inhibition de 10 mm, et une activité très prononcée contre la souche de *Candida* avec une zone d'inhibition de 15 mm. Ces résultats suggèrent que la souche de *Staphylococcus aureus* est sensible tandis que *Candida albicans* est très sensible à l'extrait des grains d'*E elaterium*, et que ce dernier a des propriétés antimicrobiennes, bien que son efficacité varie selon les micro-organismes testés.

L'extrait de l'enveloppe d'*E. elaterium* présente une activité contre la souche de *Staphylococcus* avec une zone d'inhibition de 10 mm, et une activité particulièrement

marquée contre la souche de *Candida* avec une zone d'inhibition de 17 mm. Ces résultats suggèrent que la souche de *Staphylococcus aureus* est sensible tandis que *Candida albicans* est très sensible à l'extrait d'enveloppe d'*E elaterium*. et que ce dernier possède des propriétés antimicrobiennes, mais son efficacité varie en fonction des souches bactériennes examinées.

4.2.3.2. L'activité antibactérienne des extraits avec les dilutions

En fonction de ces résultats, (**Tableau N°26**) nous avons constaté que l'extrait de réglisse a une forte activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* et une activité modérée contre *Candida albican*.

E.elaterium se caractérise par une activité antibactérienne modérée contre les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Candida albican*.

Ces observations suggèrent que l'extrait de réglisse et *l'ecbaliium elaterium* pourraient servir d'agents antimicrobiens prometteurs pour le traitement des infections causées par ces micro-organismes.

Tableau N°26 : Résultats de l'activité antibactérienne des extraits avec les dilutions.

Souche	Dilutions	DMSO	Réglisse (mg/ml)			<i>E.elaterium</i> (mg/ml)					
						Grains			Enveloppe		
			250	200	150	250	200	150	250	200	150
<i>Staphylococcus aureus</i>	-		25	20	18	11	10	9	9	9	9
			+++	+++	++	+	+	+	+	+	+
<i>Condidas albican</i>	-		16	11	9	9	9	9	12	10	9
			++	+	+	+	+	+	+	+	+

4.3. Les caractéristiques physico-chimiques de la crème

4.3.1. Les caractères organoleptiques

Ce test a été réalisé en raison de l'importance de ces caractéristiques, qui influencent la perception qu'ont les consommateurs de la qualité, et de l'acceptation du produit. Les résultats ont été présentés dans le **Tableau N°27**.

Tableau N°27 : caractères organoleptiques de la crème.

Aspect	Description
Couleur	Blanc cassé
Odeur	Elle offre une senteur puissante et marquante
Texture	Lisse et crémeuse
Absorption	Facilement absorbée par la peau
Sensation au toucher	Douce et soyeuse

Les résultats des évaluations sensorielles indiquent que cette crème possède des caractéristiques favorables sur le plan sensoriel. La teinte blanc cassé, son parfum prononcé, son aspect uniforme, sa texture lisse et onctueuse, ainsi que sa capacité d'absorption rapide, contribuent à offrir une expérience utilisateur plaisante.

Une texture lisse et onctueuse est souvent privilégiée dans les crèmes hydratantes apaisantes. Cette consistance facilite l'application et l'étalement du produit sur la peau, procurant une sensation plaisante et confortable.

La capacité d'absorption rapide est un élément crucial, car elle favorise une pénétration rapide dans la peau sans laisser de sensation grasse ou collante. Cela joue un rôle important dans l'efficacité du produit et dans la satisfaction de l'utilisateur.

Nos résultats correspondent aux normes attendues d'une crème hydratante apaisante, conçue pour fournir une hydratation efficace tout en apaisant les irritations.

4.3.2. Les analyses physico-chimiques

4.3.2.1. Potentiel hydrogène

La mesure du pH est effectuée sur une crème stable à une température de 20.4°C, Les résultats ont montré que le pH de la crème se situe dans la fourchette recommandée de 5,6 à 6,8 [1] (**Figure N°38**). Cela favorise le maintien de l'équilibre naturel de la peau et contribue à sa santé optimale.

Il est important de noter que le pH de la peau est d'environ 5,5, ce qui souligne l'importance d'utiliser des produits ayant un pH neutre ou légèrement acide [128].



Figure N°38 : Mesure du pH.

4.3.2.2. Test d'homogénéité

- **Examen macroscopique**

Après avoir appliqué une fine couche de notre crème sur une surface plane, nous examinons visuellement et constatons l'absence totale de gouttes d'huile ou d'eau, ce qui confirme l'homogénéité parfaite de notre crème. (**Figure N°39**)



Figure N°39 : Examen macroscopique de la crème.

- **Examen microscopique**

Après l'observation au microscope, il est évident que la structure présente deux phases distinctes (**Figure N°40**) : une phase hydrophile, ou aqueuse, et une autre phase lipophile, ou huileuse, l'une sous forme de gouttelettes aqueuses dispersées dans une phase huileuse.

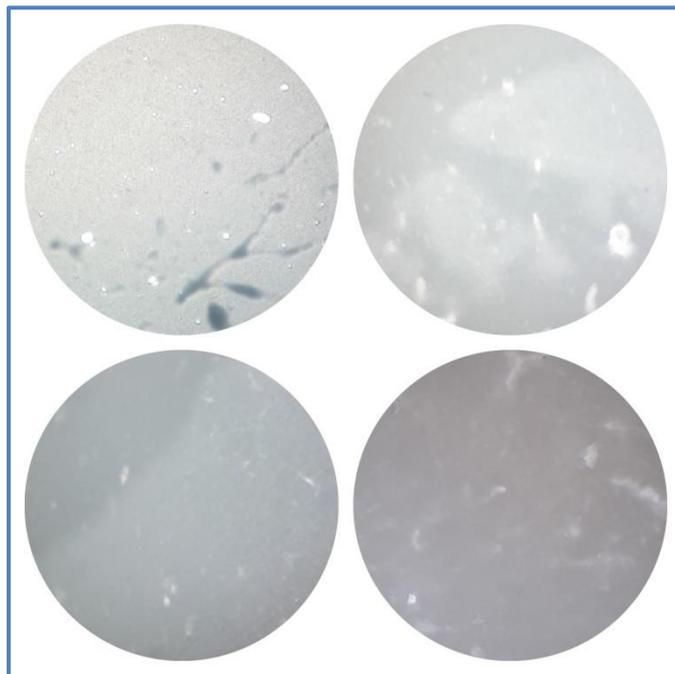


Figure N°40 : Examen microscopique de la crème.

4.3.2.3. Contrôle de stabilité à la centrifugation

Ce test est d'une importance majeure pour évaluer la stabilité de la crème et sa capacité à conserver ses propriétés physiques à long terme. Les résultats sont présentés dans le **Tableau N°28** et **Figure N°41** :

Tableau N°28 : Résultats de la centrifugation de la crème.

Vitesse de centrifugation (tr/min)	1000	2000	3000	4000
Temps (min)	20	20	20	20
Stabilité	Stable	Stable	Stable	Stable

D'après les résultats obtenus, la crème reste homogène et ne présente aucune séparation de phases lorsqu'elle est centrifugée à des forces de 1000, 2000, 3000 et 4000 tr/min. Ces résultats indiquent que la formulation contient des émulsifiants et des agents stabilisants efficaces, ce qui aide à prévenir la séparation des phases et les problèmes de texture.

La capacité de résister à des forces de séparation élevées suggère que la formulation de la crème est robuste et capable de préserver son intégrité structurelle.



Figure N°41 : Résultats après la centrifugation.

4.3.2.4. Type d'émulsion

L'examen du type d'émulsion a montré que la crème préparée était hydrophobe (eau/huile), car le bleu de méthylène ne s'est pas diffusé dans l'émulsion. (**Figure N°42**)

Cela nous permet de dire que la phase aqueuse est dispersée dans la phase huileuse. Ainsi, nous avons confirmé que l'émulsion que nous avons préparée en laboratoire en versant la phase aqueuse sur la phase huileuse était la même.



Figure N°42 : Examen du type d'émulsion.

4.3.2.5. Essai de stabilité

Les résultats obtenus ont montré que la crème est restée inchangée après avoir été conservée pendant un mois à température ambiante, aussi bien dans le laboratoire que pendant le transport (sachant que nous l'avons placée à l'intérieur de nos cartables pour tester son efficacité lorsqu'il est exposé à différentes conditions climatiques et vibrations). Les paramètres évalués comprenaient les propriétés organoleptiques (texture, couleur, odeur, aspect et homogénéité) de la préparation, qui n'ont subi aucune modification au cours de la période d'un mois.

4.3.3. Les tests cutanée (in vivo)

Après avoir appliqué la crème sur nos mains ainsi que sur celles des cinq volontaires, nous n'avons constaté aucune réaction cutanée sur les zones traitées, tant après trois heures qu'après 48 heures (**Figure N°43**). Ces résultats suggèrent que la crème est non irritante pour la peau.



Figure N°43 : Résultats du test cutané après 3h et 48h.

4.3.4. Essais sur des patients volontaires

- **Test entre les doigts de main (Pour la maladie d'eczéma)**

Cet eczéma se manifeste entre les doigts par une zone rouge avec de petites cloques remplies de liquide. Ces dernières provoquent généralement une sécheresse extrême et des démangeaisons.

Après avoir appliqué la crème sur l'eczéma des doigts, une amélioration a été observée après 4 jours de traitement. Les rougeurs, les petites cloques et les démangeaisons ont disparu. **(Figure N°44)**



Figure N°44 : résultats du test sur l'eczéma après 4 jours.

- **Test dans le cou (Pour la maladie de champignons)**

Après l'application de la crème sur les champignons, une amélioration est observée après 24h, ce qui signifie que la crème a un effet positif sur cette maladie **(Figure N°45)**



Figure N°45 : résultats du test sur les champignons après 24h et 48h.

- **Test dans les doigts de main :**

Dans ce cas, la volontaire ressent des rougeurs et des démangeaisons, Après l'application de la crème sur la zone affectée, une amélioration a été obtenue après 4 à 5 jours de traitement. (**Figure N°46**)

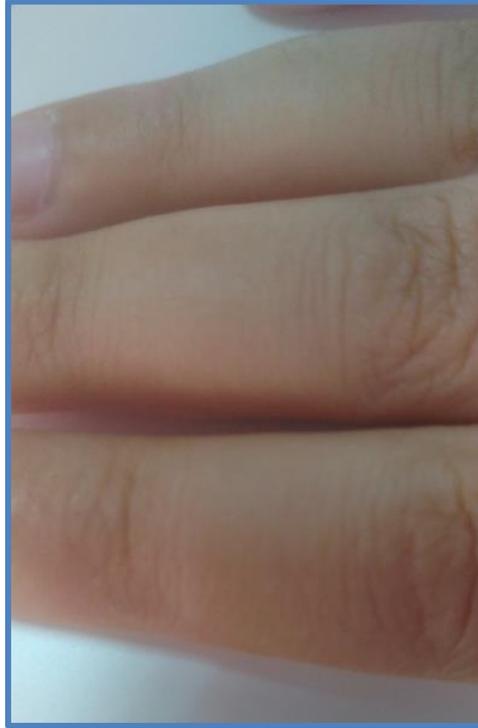


Figure N°46 : Résultats du test sur des rougeurs et des démangeaisons après 5 jours.

Conclusion

Les plantes ont toujours constitué une source majeure de traitements grâce à leurs propriétés thérapeutiques et continuent de l'être aujourd'hui. Les extraits dérivés de ces plantes jouent un rôle crucial dans la recherche scientifique en raison de leurs diverses activités biologiques. Pour exploiter au mieux ces ressources, nous avons étudié deux plantes : *Glycyrrhiza glabra* et *Ecballium elaterium*. Dans un premier temps, le but de notre recherche était d'étudier les effets thérapeutiques (antioxydant, anti-inflammatoire, antibactérienne) de leurs extraits. Nous avons ensuite formulé une crème à usage externe pour soulager l'eczéma, et analysé ses propriétés physiques et chimiques et son effet sur les volontaires.

L'analyse des résultats obtenus révèle que l'extraction des extraits des racines de *Glycyrrhiza glabra* a produit un rendement de 25,62 %, tandis que pour *Ecballium elaterium*, le rendement a été de 21.85 % pour l'enveloppe et de 22.5 % pour les graines. Ces résultats sont satisfaisants et proche avec ceux rapportés dans la littérature.

Le test d'activité antioxydante utilisant la méthode de piégeage des radicaux libres DPPH dont l'IC50 de la réglisse est de 0.069mg/ml, et celle des grains et de l'enveloppe d'*ecballium elaterium* sont respectivement 0,065 mg/ml, et 0,061 mg/ml Le test d'activité anti-inflammatoire utilisant la méthode de dénaturation des protéines qui présente des pourcentage d'inhibition de 80.76 % pour la réglisse et 98.07 et 84.61% pour les grain et l'enveloppe d' *ecballium elaterium* respectivement et le test d'activité antibactérienne utilisant la méthode de diffusion en milieu solide contre deux souches bactériennes, *Staphylococcus aureus* et *Candida albican*, ont montré une activité efficace et intéressante des extraits de *Glycyrrhiza glabra* et *ecballium elaterium*.

Nos résultats ont démontré que la crème formulée à partir des extraits de nos plantes possède de bons paramètres physico-chimiques et thérapeutiques. Ces plantes ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants et antibactériens.

Nous concluons, et nous affirmons que notre crème, fabriquée à base de *Glycyrrhiza glabra* et d'*Ecballium elaterium*, est de bonne qualité selon les analyses menées in vivo (l'activité thérapeutique de la crème sur des volontaires malades ont des résultats satisfaisants) et in vitro.

Des tests supplémentaires sont nécessaires pour caractériser la meilleure qualité de cette crème. Dans cette optique, nous recommandons ce qui suit :

- Des tests in vivo dans des laboratoires qualifiés.
- Tester d'autres activités biologiques (antiseptique, antibiotique, parasiticide, astringentes).
- L'étude de la toxicité et de la cytotoxicité des extraits afin de déterminer les doses thérapeutiques, les thérapies conventionnelles souffrant beaucoup du problème de dosage.

Annexe 01

Matériels et produits utilisé.

Tableau N°01: matériels et produits utilisé.

Matériels	Produits
<ul style="list-style-type: none"> • Rota-vapeur. • Agitateurs magnétiques. • Barreaux magnétiques. • Balance électronique. • Verre de montre • broyeur • Spatule • Béchers • Entonnoir • Papier filtres • Fioles • Bouteilles en verre • pH mètre • Centrifugeuse • Microscope • Lame et lamelle • Bain marie • Thermomètre • Boites pétrie • Spectromètre • Tubes • Porte tube 	<ul style="list-style-type: none"> • Ethanol • L'eau distillée • DPPH • BSA • Nacl • Na₂HPO₄ • KH₂PO₄ • Kcl • HCl • Gélose meuler Hinton

Annexe 02

Figure N°5 : Les série des délutions des extraits.

Annexe 03

Préparation de la solution tampon

400 mL d'eau distillée, 4 g de NaCl, 0,72 g de Na₂HPO₄, 0,1 g de KCl et 0,12 g de KH₂PO₄ ont été ajoutés à un ballon de 800 mL. Le pH a été ajusté à 6,3 en utilisant 0,1M d'acide chlorhydrique. Le tout a été mis sous agitation afin d'homogénéiser tous les constituants. (**Figure N°6**)

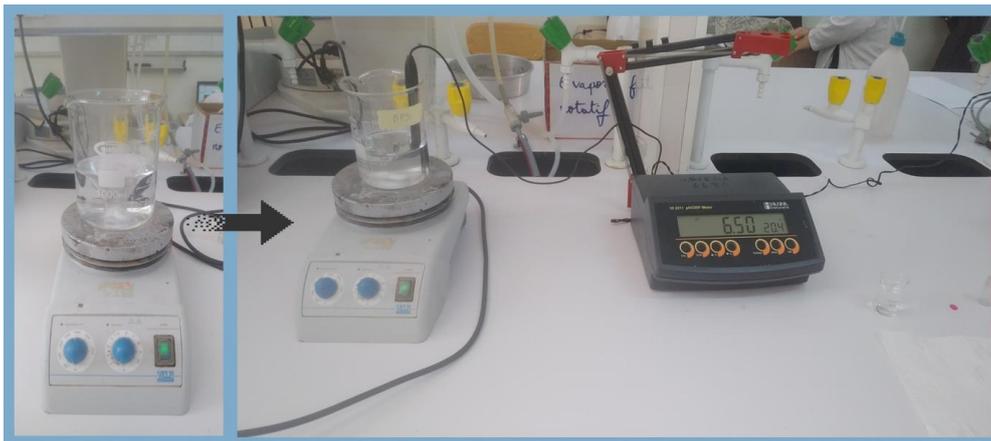


Figure N°6 : étapes de préparation de la solution tampon.

Préparation de BSA (0.5%)

Dans un bécher propre, 0,5 g de BSA pesé sur une balance électrique a été ajouté à 100 ml d'eau distillée. Le mélange a été agité pour assurer une bonne dissolution.

Préparation des solutions mère

Nous avons préparé trois solutions mères à partir des trois extraits de deux plantes avec :

- 35mg/ml pour la réglisse
- 35mg/ml pour les grains
- 35mg/ml pour l'enveloppe

A partir de ces solutions, une série des dilutions de 1.5, 1, 0.5, 0,25, 0.125 mg/ml ont été réalisées.

Sachant que Les études statistiques sont effectuées par l'Excel 2007, Les valeurs d'IC₅₀ (concentration Inhibitrice à 50%) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la Courbe [% inhibition = f (concentrations)].

- [1]: Kamrul H.Md., Iffat A., Muhammad Shafiul AM., Yearul K. 2021. Phytochemistry, pharmacological activity, and potential health benefits of *Glycyrrhiza glabra*. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Bangladesh. 10p.
- [2]: Penchev, P. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse, Université de Toulouse.
- [3]: Hamdi Ilham, Belkacem Fatiha, 2016. Evaluation de l'activité antifongique des extraits aqueux et méthanoulique d'une plante endémique de la wilaya d'Adrar contre la maladie de Bayoud : Fusariose. Université d'adrar.
- [4]: Sanago, R. (2006). Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Thèse de magister, Université Bamako(Mali).
- [5]: Felidj, M. et Bouazza, M. et Ferouani,T. (2010). Short paper about the floristic community and the interest of *Ammoides pussila* (verticillata), a medicinal plant from Mounts of Tlemcen National Park (Western Algeria). *Geo-Eco-Trop*, 34, 147 – 154.
- [6]: LOUBNA AGJIT. Plantes médicinales en dermatologie et en cosmétologie: Enquête auprès des herboristes de la région d'AGADIR. Thèse. Faculté de médecine et de pharmacie-Marrakech.2023.
- [7]: Saint-Ghislain E. Dermatite atopique : comment bien vivre avec au quotidien ? [Thèse de doctorat, Pharmacie]. Lille: Université de Lille 2 – Droit et santé; 2017.
- [8]: Marina SIMON. Analyse par microfaisceau d'ions. Application à l'étude de la fonction barrière cutanée et à la nano-toxicologie in vitro [thèse]. Université BORDEAUX I; 2009.
- [9]: ANNE-FLEUR THOMYRIS. Dermatologie et cosmétologie de peaux noires et métissées [Thèse]. University de Poitiers, 2018.
- [10] : <https://admin.fortrainjobs.com/uploads/CAP%20PE/peau.jpg>

- [11] : **Mélessopoulos, A. & Levacher, C.** (1998). La peau. Structure et physiologie. Editions Médicales Internationales, Allée de la Croix Bossée, F-94234 Cachan cedex, Tec et doc, Paris, 11.
- [12] : <https://fr.filorga.com/wp-content/uploads/sites/3/2023/09/La-peau-grasse-se-caracte%CC%81rise-par-une-apparence-luisante-et-des-pores-dilate%CC%81s-1080x1080.jpg>
- [13] : <https://www.shutterstock.com/fr/image-photo/woman-dry-skin-on-face-closeup-2415989335>
- [14] : Pascal FRAPERIE, Marielle MAY-LASSERRE. Peau anatomie. Disponible sur <http://www.microbiologiemédicale.fr/peau-anatomie/>.
- [15] : <https://biologiedelapeau.fr/IMG/jpg/EPIDERMIS-DESMOS-francais-2.jpg>
- [16] : Jeffrey P. Callen, amy S. paller, J.swinyer.atlas : diagnostique de dermatologie. éditions Med'com.2009.France
- [17] : Gravlo, L. (2017). Reformulation d'un produit historique: la Pommade MERCIER®. (thèse) Aix Marseille université. (il faut reformulation)
- [18] : Michel Démarchez. La jonction dermo-épidermique. Date de publication (11/11/2015). Plateforme de publication (Semantic Scholar). Disponible sur : <https://biologiedelapeau.fr>
- [19] : <https://www.researchgate.net/profile/Clarisse-Ganier/publication/340253388/figure/fig4/AS:874067225747457@1585405274908/Representation-schematique-de-la-jonction-dermo-epidermique-decrivant-les-interactions.png>
- [20] : Iwalewa E.O, McGaw LJ, Naidoo Vand Eloff JN. (2007).Inflammation: the foundation of diseases and disorders. A review of phytomedicines of South African origin used to treat pain and inflammatory conditions. African Journal of Biotechnology, 6(25).
- [21]: Barton GM. (2008). A calculated response: control of inflammation by the innate immune system. The Journal of clinical investigation, 118(2), 413-420.
- [22]: <https://www.maxicours.com/se/media/img/5/9/5/6/595671.png>

- [23]: Lapierre, M. (2009). L'endomètre, un milieu potentiellement favorable au développement tumoral: action des facteurs solubles de macrophages polarisés sur l'activation des cellules du cancer endométrial (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières)
- [24]: Fourrier C. 2016. Bases neurobiologiques des troubles de l'humeur et de la cognition associés à l'obésité: rôle de l'inflammation .Médecine Humaine et Pathologie. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, Français, 289p. (il faut reformuler)
- [25]: Pahwa, R., Goyal, A., & Jialal, I. (2022). Chronic inflammation. Stat Pearls. (il faut reformuler)
- [26]: Khemasilli, K., Widodo, M. A., Santoso, S., & Karyono, S. (2018). In vitro and in vivo anti-inflammatory activities of *Coptosapelta flavescens* Korth Root's methanol extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(9), 042-048. (il faut reformulation)
- [27]: Charles, N., Serhan., Peter, A., Ward & Derek, W. G. (2010). *Fundamentals of Inflammation*. Cambridge University Paris, 2-3.
- [28]: Drapeaux rouge: 5 signes cardineau courants d'inflammation
<https://www.healthtrip.com/fr/blog/red-flags-5-cardinal-signs-inflammation>
- [29]: Le Hir Alain Abrégé de Pharmacie Galénique (bonnes pratiques de fabrication des médicaments) 8ème édition – édition Masson 2001 pages 375-393
- [30]: Pommade – Définition. Mars 2024 consulté (30/03/2024).Disponible sur :
<https://www.techno-science.net/>
- [31]: Durand, A., &Canselier, J. P. Méthodes d'encapsulation basée sur une réaction de Trans acylation Aude MUNIN, Maïté CALLEWAERT, Florence EDWARDS-LEVY. In *Procédés et formulations au service de la santé* (pp. 94-103). EDP Sciences, 2020
- [32]: PIERAT Nadine. Préparation d'émulsion par inversion de phase induite par agitation [thèse]. Nancy, France : Université HENRI Poincare, faculté de pharmacie ; 2010.
- [33]: FTM-pharmacien-edition2010

[34]: Amandine GEORGEL. Pénétration transcutanée des substances actives. Application dérmocosmétologique [thèse]. Université HENRI POINCARÉ - NANCY 1; 2008.

[35]: CINGH, R. F. Novel delivery systems for transdermal and intradermal drug delivery. School of pharmacy, Queen's university BELFAST, UK; 2015. P 14-15.

[36]: **Gayet Caroline. (2013).** Guide de poche de phytothérapie. *Quotidien Malin*. Paris. Une marque des éditions Leduc.s. P (182).

[37]: **Sanogo, R. (2006)** Le Rôle des Plantes Médicinales en Médecine Traditionnelle. Développement, Environnement et Santé. 10ème école d'été de l'IEPF et SIFEE du 06 au 10 juin 2006, 53 p.

[38]: **European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP) (2003).** ESCOP Monographs: The Scientific Foundation for Herbal Medicinal Products (2nd ed.). Exeter, UK: European Scientific Cooperative on Phytotherapy.

[39]: **Dr Jean Valnet.** La phytothérapie : se soigner par les plantes [file \(wikidoc.fm\)](http://file.wikidoc.fm)

[40]: **Ernst, E. (2000).** Herbal medicinal products: Are they safe during pregnancy? *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 107(3), 227-235.

[41]: **Ernst, E. (2007).** Herbal remedies for anxiety - a systematic review of controlled clinical trials. *Phytotherapy*, 14(3), 205-211.

[42]: **Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (Eds.). (2018).** PDR for Herbal Medicines. Physicians' Desk Reference.

[43]: **Williamson, E. M. (2001).** Synergy and other interactions in phytotherapies. *Phytotherapy*, 8(5), 401-409.

[44]: **Fong, H. H., & Yates, K. M. (2009).** Ethical issues and safety concerns in herbal medicine: Herbal hepatotoxicity. *Medical Principles and Practice*, 18(5), 427-429.

[45]: **Izzo, A. A., & Ernst, E. (2001).** Interactions between herbal medicines and prescribed drugs: An updated systematic review. *Drugs*, 61(15), 2163-2175.

[46]: **Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., & Williamson, E. M. (2012).** Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy (2nd ed.). Elsevier.

[47]: **Mokkadem A. (1999)**. Cause de dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. Revue Vie et Nature. Volume (7). P (24-26).

[48]: **DUTERTRE J.M., 2011** - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p.

[49]: **Limonier A.S. 2018**. La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au coeur de la pharmacie, mémoire de master.université de Marseille.

[50]: **ELQAJ M., AHAMI A. et BELGHYTI D., 2007** - La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

[51]: **Fouché, J. G., Marquet, A., Hambuckers, A. (2000)**. Les plantes médicinales de la plante au médicament. Sart-tilman, 247.

[52]: **Berroua Y, Berroua Z, 2015**. Détermination des propriétés antioxydantes de *Putoriacalabrica* de la commune de Barbacha « Bejaia ». Mémoire de master, Université de Bejaia.

[53]: **Berreghioua A ,2016**. Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux brassicaceamedicinales du sud algerien : *moricandiaarvensis* et *zillamacroptera*. Thèse de doctorat, université de Tlemcen.

[54]: **Srivastava, J. K., Shankar, E., & Gupta, S. (2010)**. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports*, 3(6), 895-901.

[55]: **Linde, K., Berner, M. M., & Kriston, L. (2008)**. St John's wort for major depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).

[56]: **Kaschel, R. (2009)**. Ginkgo biloba: specificity of neuropsychological improvement—a selective review in search of differential effects. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 24(5), 345-370.

[57]: **Herbinet C, 2004**. Les compléments alimentaires en phytothérapie [Internet] [Thèse d'exercice]. [Nancy]: Henri Poincaré. Disponible sur: <http://docnum.univlorraine>.

[58]: **Aribi A, Hasasni L, 2018**. Contribution à l'étude des extraits aqueux et méthanolique d'une plante médicinale :*Sonchusoleraceus* L.mémoire de master, Université de Guelma.

- [59]: **Surjushe, A., Vasani, R., & Saple, D. G. (2008).** Aloe Vera: A short review. *Indian Journal of Dermatology*, 53(4), 163-166.
- [60]: **Preethi, K. C., & Kuttan, R. (2009).** Wound healing activity of flower extract of *Calendula officinalis*. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 20(1), 73-79.
- [61]: **Pereira, R. P., Fachinetto, R., de Souza Prestes, A., Puntel, R. L., & Santos da Silva, G. N. (2018).** Lavender essential oil and its main constituents inhibit the expression of cytokines and adherence molecules on cells of the immune system. *Inflammation Research*, 67(2), 147-159.
- [62]: ISERIN p. Larousse encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparations, soins. 2eme édition. Hong Kong. Édition Larousse (2001) VUEF
- [63]: **Aribi A, Hasasni L, 2018.** Contribution à l'étude des extraits aqueux et méthanolique d'une plante médicinale :*Sonchusoleraceus L.*mémoire de master, Université de Guelma.
- [64]: **Hartmann T, 2007.** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Jounal Phytochemistry*, pp 2831-2846.
- [65]: **Levasseur G, Malaurie H, Mailhac N, 2016.** An infrared diagnostic system to detect causal agents of grapevine trunk diseases. *Journal of Microbiological Methods*, Elsevier, 131 (131), pp.1-6.
- [66]: **Bedhouche N, Bouhoui C, 2017.** Evaluation de l'activité antioxydante et de l'activité Antibactérienne des extraits de : *Moringaoleifera*. Université Abderrahmane MIRA, Bejaia.
- [67]: **Krief S, 2003.** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: Surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Muséum national d'histoire naturelle, paris.
- [68]: **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. *Ed. Tec et Doc*. P (1120).
- [69]: **ISERIN, P., MASSON, M., RESTELLINI, J. P., YBERT, E., DE LAAGE DE MEUX, A., MOULARD, F., ... & BOTREL, A. (2001).** Larousse des plantes médicinales identification, préparation, soins. *Editions Larousse, Paris*, 15.
- [70]: **MACHEIX J.J., FLEURIET A. et JAY-ALLEMAND C., 2005** - Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses poly technologiques et universitaires romandes, France, 192 p.

[71]: **SEBAI M. et BOUDALI M., 2012** - La Phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel d'infirmier de la sante publique. Institut de formation paramédical, Alger, p 9.

[72]: Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. *Les plantes dans la thérapeutique moderne*, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur, 1986.

[73]: Perrot E., Paris R. *Les plantes médicinales*, Nouvelle édition, tomes 1 et 2, Ed. Presses universitaires de France, 1974.

[74]: Jean-Yves Chabrier. *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie*. Sciences pharmaceutiques. 2010. hal-01739123

[75]: **NOGARET A.S., 2003** - La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Ed.Groupe Eyrolles, Paris, 191 p.

[76]: **DELILLE L., 2007** - Les plantes médicinales d'Algérie. Éd.BERTI, Alger,122 P.

[77]: **Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A.,Stevens., P. (2002)**. Botanique systématique: Une perspective phylogénétique: deboeck.Université, Bruxelles, 466.

[78]: **Quézel, p.,santa, s. (1963)**. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales: centre nationale de la recherche scientifique ,950-954.

[79]: **Ben-yakir, D., Gal, D., Chen, M., Rosen, D. (1996)**.Potential of *Aspongopus viduatus* F. Heteroptera Pentatomidae as a Biocontrol Agent for Squirting Cucumber, *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. *Cucurbitaceae. Contrôle biologique*, 7: 48–52.

[80]: **Attard, E. G., Scicluna-Spiteri, A. (2001)**.*Ecballium elaterium*: an in vitro source of Cucurbitacins .*Phytothérapie*, 72 : 46-53.

[81]: **Adwan,G., Salameh, Y., Adwan, K. (2011)**. Effect of ethanolic extract of *Ecballium elaterium* against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*.*Jornal of Asia and the Pacific of tropical biomedecine*, 6:456-460.

[82]: **Lindley, J. (1836)**.A natural system of botany. London: W-Nicol.

[83]: **GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE L., DEBRAUX G.** *Ecballium elaterium* A. Richard. 1961. Ressources Médicinales de la Flore française. Vigot frères, Paris. 1270-1272.

[84] : Sandrine Colin. *Ecballium elaterium* A. Rich (Cucurbitacées). Sciences pharmaceutiques. 1991. dumas-03936685

[85]: **GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE L., DEBRAUX G.** *Ecballium elaterium* A. Richard. 1961. Ressources Médicinales de la Flore française. Vigot frères, Paris. 1270-1272.

- [86]: Agil, A., Miró, M., Jimenez, J., Aneiros, J., Caracuel, M.D., García-Granados, A., Navarro, M.C. (1999). Isolation of an anti-hepatotoxic principle from the juice of *Ecballium elaterium*. *Planta medica*, 65: 673-675.
- [87]: Fahn, A., Shimony, C. (2001). Nectary structure and ultrastructure of unisexual flowers of *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. (Cucurbitaceae) and their presumptive pollinators. *Annals of Botany*, 87:27-33.
- [88]: Kloutsos, G., Balatsouras, D.G., Kaberos, A.C., Kandiloros, D., Ferekidis, E., Economou, C. (2001). Upper airway edema resulting from use of *Ecballium elaterium*. *The Laryngoscope*, 111:1652-1655.
- [89]: Krätzner, R., Debreczeni, J.É., Pape, T., Schneider, T.R., Wentzel, A., Kolmar, H., Labie, D., and Elion, J. (2005). Bases moléculaires et physiopathologiques des maladies de l'hémoglobine. *EMC-Hématologie*, 2 :220-239.
- [90]: Attard, E. G., Scicluna-Spiteri, A. (2001). *Ecballium elaterium*: an in vitro source of Cucurbitacins. *Phytothérapie*, 72 : 46-53.
- [91] : Zadeh J.B., Kor Z.M., Goftar M.K. (2013). Licorice (*Glycyrrhiza glabra* Linn) As a Valuable Medicinal Plant. Volume 1, Issue 10, 2013: 1281-1288.
- [92]: Olukoga A, Donaldson D (1998) , Historical perspectives on health. The history of liquorice: the plant, its extract, cultivation, and commercialisation and etymology. *J R Soc Health* 118: 300-304.
- [93] : LE COURRIER DU VIETNAM. <https://lecourrier.vn/la-reglisse-une-des-plantes-les-plus-precieuses/109982.html>. Consulté le 26/03/2024.
- [94]: Al-Snafi A. E. (2018). *Glycyrrhiza glabra*: A phytochemical and pharmacological review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 8(6), 1-17
- [95] : Petit A-C. (2011). Toxicité et utilisation de quelques Fabaceae alimentaires et médicinales. Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré - Nancy1, France. P (205).
- [96] : Delphine CAËL. (2009). « Contribution à l'étude de la réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L.) : ses utilisations thérapeutiques et alimentaires ». Thèse de doctorat en pharmacie. Université Henri Poincaré - Nancy 1.

- [97] : **M.BOURIQUAT**. LA REGLISSE : PRINCIPALES PROPRIÉTÉS ET UTILISATIONS. THÈSE D'EXERCICE pour le DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE. UNNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE UFR DE PHARMACIE.2020.
- [98]: **Pastorino G, Cornara L, Soares S, Rodrigues F, Oliveira MBPP**. Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*): A phytochemical and pharmacological review. *Phytother Res* [Internet] *Phytother Res*; 2018 [cited 2024 mars28];32:2323–39. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30117204/>.
- [99]: **Mamedov N.A., Egamberdieva D**. *Plant and Human Health*. Volume 3. Springer International Publishing; Cham, Switzerland: 2019. *Phytochemical Constituents and Pharmacological Effects of Licorice*.
- [100] : **M. Cheng, J. Zhang, L. Yang, S. Shen, P. Li, S. Yao, et al**. Recent advances in chemical analysis of licorice (*Gan-Cao*). *Fitoterapia*, 149 (2020), p. 104803.
- [101]: **M.R. Deutch, D. Grimm, M. Wehland, M. Infanger, M. Krüger**. Bioactive candy: effects of licorice on the cardiovascular system. *Foods*, 8 (2019), p. 495.
- [102]: **Y.-J. Kwon, D.-H. Son, T.-H. Chung, Y.-J. Lee**. A review of the pharmacological efficacy and safety of licorice root from corroborative clinical trial findings. *J Med Food*, 23 (2020), pp. 12-20.
- [103]: **C. Sabbadin, L. Bordin, G. Donà, J. Manso, G. Avruscio, D. Armanini**. **Licorice**: from pseudohyperaldosteronism to therapeutic uses. *Front Endocrinol*, 10 (2019), p. 484.
- [104]:**R.F. Bell, V.M. Moreira, E.A. Kalso, J. Yli-Kauhaluoma**. Liquorice for pain ? *Ther Adv Psychopharmacol*, 11 (2021).
- [105] : **S. Wahab, S. Annadurai, S.S. Abullais, G. Das, W. Ahmad, M.F. Ahmad, et al**. *Glycyrrhiza glabra* (Licorice): a comprehensive review on its phytochemistry, biological activities, clinical evidence and toxicology. *Plants*, 10 (2021), p. 2751.
- [106]: **D.J. Charles**. *Antioxidant Properties of Spices. Herbs and Other Sources*, Springer, New York (2013).
- [107]: **Sheehan MP, Atherton DJ**. A controlled trial of traditional Chinese medicinal plants in widespread non-exudative atopic eczema. *Br J Dermatol*. 1992.
- [108]: **Hülya DOĞAN, Hatice BAŞ**. MEDICINAL AND ECONOMIC IMPORTANCE OF PLANTS. Novembre/2023. TÜRKİYE.
- [109]: **Batiha GES, Beshbishy AM, El-Mleeh A, Abdel-Daim MM, Devkota HP**. Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, and Pharmacological and Toxicological

Activities of *Glycyrrhiza glabra* L. (Fabaceae). *Biomolecules* [Internet] *Biomolecules*; 2020 [cited 2024 mars 29];10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32106571/>.

[110]: Husain A., Ahmad A., Mujeeb M., Khan S.A., Alghamdi A.G., Anwar F. Quantitative analysis of total phenolic, flavonoid contents and HPTLC fingerprinting for standardization of *Glycyrrhiza glabra* Linn. roots. *Herb. Med.* 2015;1:1–9. doi: 10.21767/2472-0151.10001.

[111]: Fiore C., Eisenhut M., Ragazzi E., Zanchin G., Armanini D. A history of the therapeutic use of liquorice in Europe. *J. Ethnopharmacol.* 2005;99:317–324. doi: 10.1016/j.jep.2005.04.015.

[112]: Romani, A., Pineli, C., Cantini, A., Cimato, D. et Heimler. (2006).

Characterization of violetto di Toscana. Typical italian variety of artichoke (*Cynarascolymus* L.). *J. Food Chem. Vol. 95.* pp 221-225.

[113]: Koffi Akessé G., Ahoua Angora R. 2018. Activité antioxydante de quelques plantes utilisées dans la région de Tiassalé (Côte d’Ivoire) dans le maintien de la santé de la peau. *Européen Scientific Journal* 14 : 338-352.

[114]: W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxydant activity.

[115]: Sanchez-Moreno C. (2002). Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Sci Technol Int* 8:121-137.

[116]: <https://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/principe?theme=alt>

[117]: Samarth R.M., Panawar M., Soni A., Kumar M (2008). Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radio protective plant extract, *Food Chemistry*, 106,868-873.

[118]: Activité anti-inflammatoire

[119]: Denis, F., Cattoir, V., Martin, C., Ploy, M.-C., et Poyart, C. (2016). *Bactériologie médicale: techniques usuelles*: Elsevier Masson.

[120]: Botanical Online. (n.d.). Properties of wheat germ oil. Retrieved from <https://www.botanical-online.com/en/food/wheat-germ-oil>

- [121]: WebMD. (n.d.). Chamomile. Retrieved from <https://www.webmd.com/vitamins/ai/ingredientmono-752/chamomile>
- [122]: Kapseu, C. (2009). Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 16(4-5-6), 215-229.
- [123]: Aroma-Zone, A. Z. Cire d'abeille. [En Ligne] [Consulté le 25/05/2024].
URL : <http://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/cire-abeille-blanche-aroma-zone>.
- [124]: Martini, M. C. (2006). «Excipients» en cosmétologie.
- [125]: Chavaux, A. (2006). Les molécules antiradicalaires: mécanisme d'action, évaluation et applications cosmétiques (Doctoral dissertation).
- [126]: Belmont, M. (2013). *Lavandula angustifolia M., Lavandula latifolia M., Lavandula x intermedia E. : études botaniques, chimiques et thérapeutiques.*
- [127] : Bouzid, H., Berrehrah, S. (2018). Etude phytochimique et activité antioxydant d'une plante local *Ecballium elaterium*. Mémoire pour obtenir le diplôme de Master Option : Biochimie appliquée, Université A. MIRA – Béjaia, 19-30.
- [128] : Lambers H, Piessens S, Bloem A, Pronk H, Finkel P. Natural skin surface PH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *Int j cosmet Sci*. oct 2006;25(5):359-70

Résumé

Cette étude a pour objectif d'examiner les activités biologiques (antioxydante, anti-inflammatoire, antibactérienne) de trois extraits provenant de deux plantes naturelles, *Glycyrrhiza glabra* et *Ecballium elaterium*, ainsi que de développer une crème à base de ces plantes à des fins thérapeutiques.

Dans un premier temps, nous avons procédé à l'extraction éthanolique des extraits de nos plantes. Les résultats ont démontré que ces extraits possédaient toutes les propriétés biologiques recherchées. Ensuite, nous avons directement préparé notre crème en utilisant trois extraits de deux plantes différentes : les racines de *Glycyrrhiza glabra* et les grains ainsi que l'enveloppe d'*ecballium elaterium*. Ces extraits ont été mélangés avec des ingrédients entièrement naturels. Ensuite, nous avons procédé à la détermination des caractéristiques physico-chimiques de la crème, basée sur sept paramètres. Les résultats obtenus indiquent que la crème formulée présente des propriétés physico-chimiques satisfaisantes. Le test de tolérance cutanée effectué sur les participants n'a révélé aucun signe de sensibilisation ni d'irritation cutanée. Notre crème a pour objectif d'apaiser l'eczéma.

Mot clé: *Glycyrrhiza glabra*, *Ecballium elaterium*, extraction, activités biologiques, formulation.

Abstract

The aim of this study was to examine the biological activities (antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial) of three extracts from two natural plants, *Glycyrrhiza glabra* and *Ecballium elaterium*, and to develop a cream based on these plants for therapeutic purposes.

Initially, we carried out an ethanolic extraction of our plant extracts. The results showed that these extracts had all the biological properties we were looking for. Next, we directly prepared our cream using three extracts from two different plants: the roots of *Glycyrrhiza glabra* and the seeds and husk of *Ecballium elaterium*. These extracts were mixed with all-natural ingredients. We then proceeded to determine the physico-chemical characteristics of the cream, based on seven parameters. The results obtained indicate that the formulated cream has satisfactory physico-chemical properties. The skin tolerance test carried out on the participants revealed no signs of sensitisation or skin irritation. The aim of our cream is to soothe eczema.

Key words: *Glycyrrhiza glabra*, *Ecballium elaterium*, extraction, biological activities, formulation.