

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

**Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique  
Et de l'obtention du diplôme Startup- Brevet dans le cadre de l'arrêté  
ministériel 1275.**

Par : HAMDAOUI menel

BENNACEUR Razika

BOUAFIA Iman

ZINE Nedjlla

**Intitulé**

**Formulation d'une crème cicatrisante naturelle à base  
de Cardoncelle Bleu.**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Dr. Mounira Ariech	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. Yamina Ben Miri	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Pr. Omar Aoun	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

## **Dédicace**

**Nous louons Dieu Tout-Puissant qui nous a guidés dans l'accomplissement de cette recherche scientifique, nous accordant santé, bien-être et détermination. Ainsi, louange à Dieu, louange abondante.**

**À celle qui a sacrifié pour moi sans réserve, ma chère mère, qui n'a jamais ménagé ses efforts pour mon bonheur constant.**

**À celui dont l'absence a laissé un vide dans mon univers, à celui qui est parti laissant une empreinte précieuse, à mon père, que Dieu ait son âme.**

**À mes frères, mes piliers inébranlables, mes soutiens constants, menad chouaib, Bachir, Zakaria.**

**À mes sœurs, mes aspirations, ma tranquillité et ma quiétude, mes compagnes dans le chemin de la vie, Imane, Kenza, Leila.**

**À mes compagnes de route, mes compagnes de vie, qui ont été mes bras et mes soutiens, Amel, Nedjwa.**

**À mes camarades d'étude, mes compagnes de parcours, Razika, Iman, Nedjlla.**

**À celle qui a orienté mon chemin de recherche, ma respectée professeure, Mme Ben Miri Yamina.**

**Je remercie et je suis fière de moi-même, je suis reconnaissant pour mon travail productif au cours de ces dix-huit années.**

*H. MENEL*

## Dédicace

"بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ"

( وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ )

{ وَأَتَاكُمْ مِنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَتَ اللَّهِ لَا تَحْصُوهَا }

Louange à Dieu qui n'a pas épuisé notre effort, ni limité Sa générosité, et nous n'avons atteint le succès que par Sa miséricorde et Sa bienveillance. Louange à Dieu pour avoir atteint la réussite.

Je dédie avec tout mon amour mon mémoire de fin d'études:

À ma refuge après Dieu, à celle qui est toujours présente lorsque tous les autres sont absents autour de moi, à celle dont les prières sont le secret de mon succès, qui a été ma lumière dans les moments sombres (ma chère mère).

À mon soutien, ma force, ma colonne vertébrale droite, à cette montagne sur laquelle je me suis appuyé en période de faiblesse, à mon âme et à mon guide (mon cher père).

À mon ombre et ma quiétude, à ma suffisance en période de besoin, à ma tranquillité en temps de peur, à ceux dont le Seigneur de l'univers a dit: "Nous renforcerons ton bras par ton frère", à ma colonne vertébrale inébranlable qui ne vacille pas (mes frères, Abdelnour, Issa, Abdelhay).

À mon épaule en cas d'effondrement et mon soutien en cas de fatigue, à la plus belle fleur dans le jardin de mon cœur et une partie de mon âme vaste (ma sœur, Duaa, Anfal, Rouya).

Le chemin n'était pas jonché de roses comme il se doit, mais il était rempli de compagnons; le monde peut incliner, mais l'épaule d'une amie ne fléchit pas.

Que vous restiez pour moi quelque chose de beau qui ne se termine jamais.

**Bennaceur Razika**

## Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، نبينا  
محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

À ceux qui ont éclairé mes chemins vers la connaissance et le savoir, et qui ont  
contribué à construire ma personnalité scientifique et morale, je dédie ce mémoire:

À mes chers parents, qui ont implanté en moi l'amour du savoir et l'aspiration à  
l'excellence, ils ont été le meilleur soutien et le pilier qui m'ont accompagné à chaque étape  
vers le succès.

À mes frères et sœurs, qui ont été une source d'inspiration et de force de volonté,  
partageant avec moi les moments de joie et de défi, toujours présents avec leurs sincères  
souhaits et prières.

À mes professeurs distingués, qui n'ont pas ménagé leur savoir et leurs conseils, ils  
ont été un phare éclairant mon chemin dans le monde du savoir, en particulier mon  
superviseur, exemple d'engagement et de dévouement dans le domaine académique.

À tous ceux qui ont cru en moi et en mes capacités, et qui ont joué un rôle dans la  
réalisation de cette mémoire, je vous dédie le fruit de mes années de travail et d'efforts. Je  
prie Allah de la rendre une connaissance bénéfique, utile pour moi et pour vous, dans ce  
monde-ci et dans l'au-delà.

**Zine nedjlla**

## **Dédicace**

**Le voyage touche à sa fin, marquant le début de ma vie professionnelle, et je salue cette étape avec gratitude envers Dieu qui nous a permis de mener à bien ce projet malgré les obstacles rencontrés.**

**Je dédie ma réussite à cette femme extraordinaire qui m'a élevé et s'est battue pour que je sois là où je suis aujourd'hui: ma mère, qui m'a toujours accueilli avec un sourire et m'a accompagné de ses prières.**

**Je dédie également ce moment à cet homme qui a été mon soutien tout au long de mon parcours, mon cher père.**

**À mes sœurs, merci pour votre soutien et votre foi en mes capacités.**

**À mon frère qui a été à la fois un frère et un ami.**

**À mes sœurs qui n'ont pas été engendrées par ma mère, mais qui sont chères à mon cœur.**

**À tous ceux qui m'ont enseigné et éclairé le chemin de la connaissance, à mes enseignantes, mes professeurs et mes docteurs, vous êtes un exemple de dévouement et d'amour pour le travail.**

**Je prie Allah de nous guider, de nous diriger sur le bon chemin, et de faire de ce savoir un bénéfice pour nous dans ce monde et dans l'au-delà.**

**BOUAFIA IMAN**

## Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier "Allah" qui éclaire mes chemins, qui nous a donné la force, la volonté et la patience de réaliser ce modeste travail.

Cette thèse est l'aboutissement d'un long processus ; au terme de celui-ci, nous devons remercier :

**Notre promotrice, Dr. YAMINA BEN MIRI**, Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf, M'sila, pour avoir dirigé cette thèse et pour ses qualités scientifiques et humaines. Nous tenons à ce qu'elle trouve ici l'expression de nos sincères remerciements pour son attention et sa minutie. Pour son attention et sa relecture minutieuse de ce travail, qui nous a sans doute permis de préciser notre objectif. Merci pour votre disponibilité, votre travail et vos conseils avisés. Veuillez accepter ce faible témoignage de notre profond respect.

Le président du jury, **Pr. Omar Aoun**, Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf, M'sila, pour avoir accepté de lire ce manuscrit et de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse. Nous en sommes très touchés et honorés. Veuillez accepter nos très sincères remerciements.

**Dr. MOUNIRA ARIECH**, Professeur à l'Université Boudiaf, M'sila, pour l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail en acceptant de le juger. Veuillez trouver ici le témoignage de notre sincère gratitude et de mon profond respect.

**A tous ceux qui nous ont accompagnés et qui nous ont tendu la main tout au long de ce travail.**

# Sommaire

<b>Résumé .....</b>	<b>i</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>ii</b>
<b>ملخص.....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des abréviations.....</b>	<b>iv</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>v</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>ChapitreI. La peau, les brûlures et la cicatrisation.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1. Peau.....</b>	<b>2</b>
I.1.1. Définition .....	2
I.1.2. Structure de la peau.....	2
<b>I.2. Brûlures .....</b>	<b>3</b>
I.2.1. Définition .....	3
I.2.2. Étiologie.....	4
I.2.3. Physiopathologie des brûlures .....	6
I.2.4. Les degrés des brûlures .....	7
<b>I.3. Cicatrisation .....</b>	<b>8</b>
I.3.1. Définition .....	8
I.3.2. Les différentes étapes de la cicatrisation .....	8
<b>ChapitreII. Les crèmes .....</b>	<b>11</b>
<b>II.1. Définition.....</b>	<b>11</b>
<b>II.2. Types de crème .....</b>	<b>11</b>
II.2.1. Crèmes émulsionnées .....	11
II.2.2. Crèmes non-émulsionnées .....	11
<b>II.3. Applications des crèmes.....</b>	<b>12</b>
II.3.1. Administration Topique de Médicaments .....	12
II.3.2. Soins cosmétiques.....	12

<b>II.4. Composition des crèmes</b> .....	<b>13</b>
<b>Chapitre III. <i>Carthamus caeruleus L.</i></b> .....	<b>14</b>
<b>III.1. La description botanique de <i>Carthamus caeruleus L.</i></b> .....	<b>14</b>
<b>III.2. Distribution géographique</b> .....	<b>16</b>
<b>III.3. Utilisation traditionnelle</b> .....	<b>16</b>
<b>III.4. Composition chimique</b> .....	<b>16</b>
<b>III.5. Propriétés pharmacologique de <i>Carthamus caeruleus L.</i></b> .....	<b>17</b>
III.5.1. Propriété antioxydante.....	17
III.5.2. Activité anti-inflammatoire .....	17
III.5.3. Activité antimicrobienne .....	17
III.5.4. Activité cicatrisante.....	18
<b>Chapitre IV. Matériels et méthodes</b> .....	<b>19</b>
<b>IV.1. Matériels</b> .....	<b>19</b>
IV.1.1. Matériel végétale.....	19
IV.1.2. Appareillages et produits .....	19
<b>IV.2. Methodes</b> .....	<b>20</b>
IV.2.1. Préparation de la poudre .....	20
IV.2.2. Procédure d'extraction.....	21
IV.2.3. Fabrication de crème .....	22
IV.2.4. Analyse de la crème .....	25
<b>Chapitre V. Résultats et Discussion</b> .....	<b>27</b>
<b>V.1. Analyse de la crème</b> .....	<b>27</b>
V.1.1. Analyse physicochimique.....	27
<b>Conclusion</b> .....	<b>29</b>
<b>Références Bibliographiques</b> .....	<b>30</b>
<b>Annexes</b>	

## Résumé

L'innovation dans les soins dermatologiques se manifeste par une crème cicatrisante naturelle à base de Cardoncelle bleue, une plante aux propriétés régénérantes exceptionnelles. Ce produit innovant résulte d'une combinaison minutieuse d'ingrédients naturels, chacun apportant des bienfaits spécifiques pour la peau. La Cardoncelle bleue agit en tant qu'agent régénérant, stimulant activement le processus de guérison des plaies et des lésions cutanées. Associée au beurre, riche en nutriments essentiels, elle assure une hydratation profonde tout en rétablissant la barrière cutanée, favorisant ainsi une cicatrisation rapide et efficace. L'ajout d'huile essentielle et d'huile végétale confère à cette crème des propriétés apaisantes et anti-inflammatoires, réduisant efficacement les irritations et les rougeurs. Le processus de fabrication est méticuleux, garantissant l'intégrité des ingrédients naturels et la qualité du produit final.

L'analyse physicochimique de la crème révèle un pH de 6,8, permettant de minimiser les irritations cutanées, et une teneur en eau de 20%, indiquant une bonne hydratation et stabilité. La crème se montre stable après centrifugation, sans séparation de phase, et présente des caractéristiques organoleptiques agréables avec une couleur beige pâle et une texture lisse. Les tests microbiologiques confirment l'absence totale de contaminants, garantissant la sécurité microbiologique du produit. En conclusion, cette crème cicatrisante combine efficacité, sécurité et agrément d'utilisation, offrant une solution idéale pour les soins cutanés.

**Mots-clés :** Crème cicatrisante, Cardoncelle bleue, hydratation, propriétés apaisantes, sécurité microbiologique.

## **Abstract**

Innovation in dermatological care is demonstrated through a natural healing cream made from Blue Thistle, a plant with exceptional regenerative properties. This innovative product results from a meticulous combination of natural ingredients, each providing specific benefits for the skin. Blue Thistle acts as a regenerating agent, actively stimulating the healing process of wounds and skin lesions. Combined with butter, rich in essential nutrients, it offers deep hydration while restoring the skin barrier, promoting rapid and complete recovery. The addition of essential oil and vegetable grants this cream soothing and anti-inflammatory properties, effectively reducing irritation and redness. The manufacturing process is meticulous, ensuring the integrity of the natural ingredients and the quality of the final product.

Physicochemical analysis of the cream reveals a pH of 6.8, ideal for minimizing skin irritation, and a water content of 20%, indicating good hydration and stability. The cream remains stable after centrifugation, with no phase separation, and features pleasant organoleptic characteristics with a pale beige color and smooth texture. Microbiological tests confirm the complete absence of contaminants, ensuring the microbiological safety of the product. In conclusion, this healing cream combines effectiveness, safety, and ease of use, offering a comprehensive solution for skin care.

**Key-words:** Healing cream, Blue Thistle, hydration, soothing properties, microbiological safety.

## ملخص

تتجلى الابتكارات في العناية الجلدية من خلال كريم طبيعي لالتئام الجروح مصنوع من نبات الشوك الأزرق، وهو نبات ذو خصائص تجديدية استثنائية. ينتج هذا المنتج المبتكر من مزيج دقيق من المكونات الطبيعية، حيث يقدم كل مكون فوائد محددة للبشرة. يعمل الشوك الأزرق كعامل مجدد، محفزاً بشكل نشط عملية التئام الجروح والآفات الجلدية. عند دمجها مع زبدة، الغنية بالعناصر الغذائية الأساسية، يوفر ترطيباً عميقاً مع استعادة حاجز الجلد، مما يعزز الانتعاش السريع والكمال. يمنح إضافة زيوت العطرية والزيت النباتي لهذا الكريم خصائص مهدئة ومضادة للالتهابات، مما يقلل بشكل فعال من التهيجات والاحمرار. عملية التصنيع دقيقة، مما يضمن سلامة المكونات الطبيعية وجودة المنتج النهائي.

يكشف التحليل الفيزيائي الكيميائي للكريم عن درجة حموضة تبلغ 6.8، وهي مثالية لتقليل تهيج البشرة، ومحتوى مائي بنسبة 20%، مما يشير إلى ترطيب جيد وثبات. يبقى الكريم مستقرًا بعد الطرد المركزي، دون انفصال للطور، ويتميز بخصائص حسية مريحة بلون بيج باهت وملمس ناعم. تؤكد الاختبارات الميكروبيولوجية على عدم وجود أي ملوثات، مما يضمن السلامة الميكروبيولوجية للمنتج. في الختام، يجمع هذا الكريم الملتئم بين الفعالية والسلامة وسهولة الاستخدام، مما يقدم حلاً شاملاً للعناية بالبشرة.

**الكلمات المفتاحية:** كريم التئام الجروح، الشوك الأزرق، الترطيب، الخصائص المهدئة، السلامة الميكروبيولوجية.

## Liste des abréviations

**ASC:** cellules stromales adipeuses

**CRSP:** Centre de Recherche en Sciences Pharmaceutiques

**ENS:** École Normale Supérieure

**LPBVB:** laboratoire des Molécules au Bioactives et Valorisation de la Biomasse

**MEC:** la matrice extracellulaire

**pH:** ivlassesiviv hydrogène

**ROS:** des espèces réactives de l'oxygène

**SIRS:** Syndrome de réponse inflammatoire systémique

**TNF- $\alpha$ :** le facteur de nécrose tumorale- $\alpha$

**VEGF:** le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Structure de l'épiderme .....	2
<b>Figure 2:</b> Profondeur de la brûlure .....	7
<b>Figure 3:</b> L'hémostase et de la coagulation.....	8
<b>Figure 4:</b> La phase inflammatoire ..	9
<b>Figure 5:</b> La phase proliférative .....	10
<b>Figure 6:</b> La phase de remodelage ..	10
<b>Figure 7:</b> Préparation de la poudre .....	20
<b>Figure 8:</b> Procédure d'extraction.....	21
<b>Figure 9:</b> Préparation de la phase huileuse.....	22
<b>Figure 10:</b> Fabrication de crème .....	23
<b>Figure 11:</b> la crème.....	24

# **Introduction**

### Introduction

Les brûlures sont des lésions cutanées fréquentes causées par une exposition à une chaleur extrême, des produits chimiques ou des radiations. Elles provoquent des dommages tissulaires et des douleurs, nécessitant un traitement adéquat pour réduire les complications et favoriser la cicatrisation. Dans l'Antiquité, les plantes et les huiles essentielles étaient couramment utilisées pour apaiser les brûlures et accélérer la guérison grâce à leurs propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et régénératrices (**Han *et al.*, 2022**).

Nous cherchons à identifier des solutions naturelles et sûres pour traiter les brûlures, en vue de développer des crèmes à base de plantes et d'huiles essentielles. Ce mémoire a pour objectif d'évaluer l'efficacité des composés naturels issus des plantes et des huiles essentielles, afin de proposer une alternative efficace et sécurisée pour le traitement des brûlures, adaptée à tous les groupes d'âge (**Hoogewerf *et al.*, 2020**).

Cette recherche se concentrera sur les avantages des plantes et des huiles essentielles reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques, ayant démontré leur efficacité tant en médecine traditionnelle que moderne.

Par cette étude, nous visons à offrir un produit naturel caractérisé par son efficacité et sa sécurité, contribuant ainsi à améliorer la qualité des soins pour les patients brûlés et à réduire l'utilisation de produits chimiques potentiellement nocifs. Nous espérons que cette recherche ouvrira de nouvelles perspectives dans le domaine de la physiothérapie et encouragera une utilisation plus sécurisée des ressources naturelles (**Skowronska *et al.*, 2023**).

# **Partie bibliographique**

## **Chapitre I. La peau, les brûlures et la cicatrisation**

## I.1. Peau

### I.1.1. Définition

La peau est le plus grand organe du corps humain, représentant 16 % du poids corporel total. Elle se compose de deux couches principales: l'épiderme et le derme, reliées entre elles par une membrane basale. Sous ces deux couches se trouve le tissu sous-cutané, également appelé hypoderme, qui contient le tissu adipeux (Stan *et al.*, 2021).

### I.1.2. Structure de la peau

#### I.1.2.1 Epiderme

L'épiderme est la couche superficielle de la peau, composée d'un épithélium pavimenteux stratifié et kératinisé, dont l'épaisseur varie selon les différentes parties du corps (Figure 1). Il est notamment plus épais sur la paume des mains et la plante des pieds. Dépourvu de vaisseaux sanguins et de terminaisons nerveuses, l'épiderme reçoit l'oxygène et les nutriments nécessaires à partir du tissu sous-jacent du derme sous-jacent (Chauhan *et Gupta*, 2020).

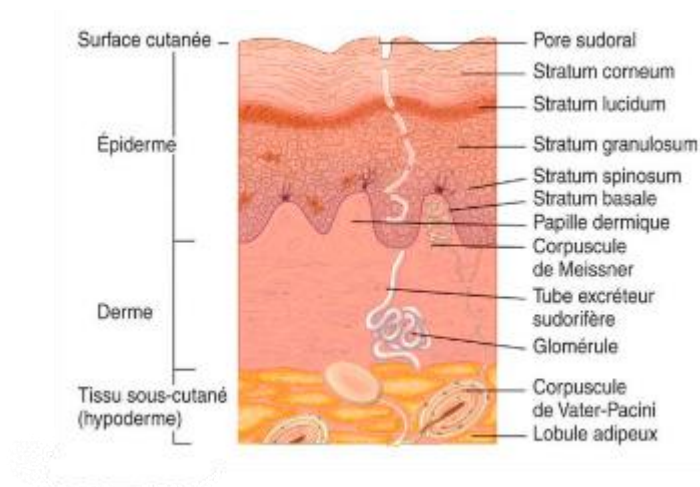


Figure 1: Structure de l'épiderme (Brigas-Dos Santos *et al.*, 2023).

### **I.1.2.2 Derme**

Le tissu conjonctif situé entre l'épiderme et le tissu sous-cutané est appelé le derme. Il s'agit d'une structure fibreuse composée de collagène, de tissu élastique et d'autres composants extracellulaires tels que les vaisseaux sanguins, les terminaisons nerveuses, les follicules pileux et les glandes. Le derme joue un rôle clé dans le soutien et la protection de la peau ainsi que des couches plus profondes, la circulation et la sensation. Les fibroblastes sont les cellules principales du derme, tandis que les histiocytes, les mastocytes et les adipocytes contribuent au maintien de la structure et de la fonction de cette couche (**Brown et Krishnamurthy *et al.*, 2018**).

### **I.1.2.3 Hypoderme**

La troisième couche de la peau, située directement sous le derme, est appelée l'hypoderme. Elle sert à relier la peau au fascia sous-jacent et contient des adipocytes, des vaisseaux, des nerfs et des cellules stromales adipeuses (ASC). Cette couche joue un rôle dans le maintien des propriétés mécaniques et thermorégulatrices de la peau, ainsi que dans la formation des couches supérieures et épidermiques. L'hypoderme favorise notamment la circulation des cellules et des fibroblastes, la cicatrisation des plaies et la régulation du cycle du follicule pileux (**Zimoch *et al.*, 2021**).

## **I.2. Brûlures**

### **I.2.1. Définition**

Une brûlure est une lésion nocive de la peau et des tissus sous-jacents causée par la chaleur ou la vapeur d'eau (brûlures thermiques) (**Kamdem *et al.*, 2021**). Les brûlures peuvent également être causées par la friction, le froid, les radiations, les produits chimiques ou les sources électriques. La majorité des brûlures sont dues à la chaleur provenant de liquides chauds, de solides ou d'incendies (**Jeschke *et al.*, 2020**). L'étendue de la surface corporelle touchée par une brûlure influence les taux de morbidité et de mortalité (**Żwierello *et al.*, 2023**).

## **I.2.2. Étiologie**

### **I.2.2.1 Les brûlures thermiques**

Les brûlures thermiques représentent environ 90 % de toutes les brûlures. La gravité de la lésion dépend de la température et de la durée du contact. Ces lésions se divisent en plusieurs catégories:

- **Brûlures par liquide chaud:** C'est le type de brûlure le plus courant, représentant environ 70 % des cas. Elles provoquent généralement des brûlures épaisses et partielles qui guérissent après un traitement standard.
- **Brûlures thermiques sèches:** Résultent d'un contact direct avec une flamme ou une chaleur rayonnante. Souvent associées à des complications dues à l'inhalation de fumée, ces blessures sont généralement profondes et nécessitent souvent une intervention chirurgicale.
- **Brûlures de contact:** Causées par un contact direct avec un objet chaud. Un contact prolongé avec un objet modérément chaud peut provoquer une lésion thermique, souvent associée à une perte de conscience. Ces brûlures sont généralement profondes et nécessitent une intervention chirurgicale.

### **I.2.2.2 Les brûlures électriques**

Les brûlures électriques représentent moins de 5 % de l'ensemble des brûlures. Elles sont plus fréquentes chez les enfants et les travailleurs manuels. La gravité de la blessure est déterminée par la tension et le courant, le type de courant, la durée du contact et le trajet du courant dans le corps. La plupart des tissus sont de bons conducteurs, particulièrement les nerfs et les vaisseaux sanguins, tandis que la peau et les os sont de mauvais conducteurs. La chaleur générée par l'électricité endommage les tissus environnants. Le courant alternatif peut également perturber le fonctionnement du cœur et entraîner des arythmies. Les brûlures électriques provoquent souvent des pertes de membres, des contractions cardiaques, des arythmies, une rhabdomyolyse (dégradation des muscles) et une insuffisance rénale. La réanimation liquidienne est compliquée par la nature invisible des blessures. Ce type de brûlure est associé à un taux de mortalité élevé, et environ 15 % des victimes subissent d'autres blessures dues à la chute. Les brûlures peuvent également être causées par un éclair d'arc électrique résultant de décharges entre des sources de haute tension.

### **I.2.2.3 Les brûlures chimiques**

Les lésions chimiques représentent environ 3 % des brûlures, survenant principalement dans les environnements domestiques et industriels. Ces blessures impliquent la dénaturation des protéines et dépendent de la concentration, de la quantité, de la durée du contact et du mécanisme d'action du produit chimique, tels que la réduction, l'oxydation, la corrosion, l'empoisonnement du protoplasme, la vaporisation et la déshydratation. Bien que le tableau clinique soit similaire pour tous les groupes de produits chimiques, les mécanismes exacts des lésions tissulaires peuvent différer, les produits chimiques étant traditionnellement classés en acides ou en bases.

### **I.2.2.4 Les brûlures par rayonnement**

Les rayonnements nocifs peuvent être causés par les rayons alpha, bêta et gamma (**Zwierello et al., 2023**)

- **Particules alpha:** Ions d'hélium chargés positivement, lourds, qui ne peuvent parcourir que quelques centimètres dans l'air et ne pénètrent pas la couche de kératine de la peau. Cependant, inhalées ou avalées, elles peuvent causer des dommages significatifs.
- **Particules bêta:** Faisceaux d'électrons chargés négativement, voyageant sur plusieurs mètres dans l'air et causant des lésions superficielles similaires à des coups de soleil.
- **Rayons gamma:** Provenant des rayons X et de la désintégration naturelle des isotopes radioactifs tels que le  $^{60}\text{Co}$  (cobalt) et le  $^{192}\text{Ir}$  (iridium), ces rayons peuvent parcourir plusieurs mètres dans l'air et pénétrer profondément dans les tissus, causant des dommages profonds aux structures vitales comme la moelle osseuse et les poumons. Outre les brûlures cutanées profondes, les patients peuvent présenter des symptômes systémiques décrits comme le syndrome d'irradiation aiguë.

### **I.2.3. Physiopathologie des brûlures**

#### **I.2.3.1 Blessure thermique primaire**

- **Domage cellulaire:** La brûlure thermique primaire est causée par l'exposition directe à une chaleur intense, entraînant des dommages et la mort des cellules. Les températures élevées dénaturent les protéines, perturbent les membranes cellulaires et causent une nécrose de coagulation, notamment dans l'épiderme et le derme.
- **Vasodilatation et œdème:** Les brûlures induisent une réponse inflammatoire locale caractérisée par une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité vasculaire. Cela entraîne une fuite de plasma et de médiateurs inflammatoires dans les tissus environnants, provoquant un œdème et un gonflement.

#### **I.2.3.2 Réponse inflammatoire**

- **Sécrétion de médiateurs inflammatoires:** Les tissus brûlés libèrent des cytokines pro-inflammatoires, telles que les interleukines et le facteur de nécrose tumorale- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), qui activent les cellules immunitaires et amplifient la réponse inflammatoire.
- **Infiltration leucocytaire:** Les neutrophiles et autres leucocytes migrent vers le site de la lésion, phagocytent les débris et libèrent des espèces réactives de l'oxygène (ROS) et des enzymes protéolytiques, contribuant à la dégradation tissulaire.
- **Activation du complément:** La cascade du complément est activée, entraînant le recrutement d'autres cellules immunitaires et l'amplification de la réponse inflammatoire.

#### **I.2.3.3 Effets systémiques**

- **Hypovolémie et choc:** Les brûlures graves peuvent provoquer une perte de liquide à travers la peau endommagée, entraînant une hypovolémie et une hypotension. Un choc hypovolémique peut survenir, compromettant la perfusion tissulaire et l'apport en oxygène.
- **Syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS):** Les brûlures sévères peuvent déclencher une réponse inflammatoire systémique, caractérisée par la libération de médiateurs inflammatoires dans la circulation sanguine. Cela peut entraîner des lésions tissulaires étendues, un dysfonctionnement multiorganique et une vulnérabilité accrue aux infections.

## I.2.4. Les degrés des brûlures

### I.2.4.1 Brûlures superficielles (premier degré)

Ces brûlures n'affectent que l'épiderme. Elles se manifestent par une rougeur, une douleur et un léger gonflement. Le coup de soleil est un exemple courant. La guérison se fait généralement en quelques jours sans cicatrice.

### I.2.4.2 Brûlures d'épaisseur partielle (deuxième degré)

Ces brûlures s'étendent au-delà de l'épiderme dans le derme. Elles se caractérisent par des cloques, une douleur intense, des rougeurs et un aspect humide. La guérison peut prendre plusieurs semaines et laisse souvent des cicatrices.

### I.2.4.3 Brûlures de pleine épaisseur (troisième degré)

Ces brûlures traversent toute l'épaisseur de la peau et peuvent atteindre les tissus sous-jacents comme la graisse, les muscles ou les os. Elles apparaissent blanches, carbonisées ou coriaces et sont souvent indolores en raison des lésions nerveuses. Une intervention chirurgicale est nécessaire et des cicatrices importantes sont fréquentes.

### I.2.4.4 Brûlures au quatrième degré

Ce type de brûlure, le plus grave, s'étend au-delà de la peau jusqu'aux muscles, tendons ou os. Ces brûlures nécessitent des interventions chirurgicales majeures et présentent un taux élevé de complications et d'invalidité à long terme.

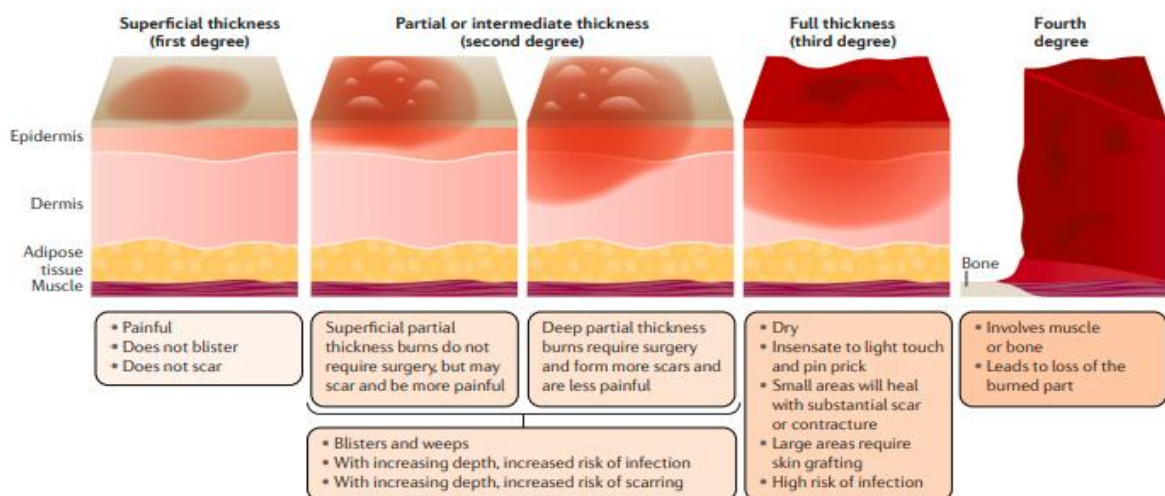


Figure 2: Profondeur de la brûlure (Jeschke *et al.*, 2020).

### I.3. Cicatrisation

#### I.3.1. Définition

La cicatrisation des brûlures est décrite comme un processus biologique irréversible débutant par une altération de l'intégrité des tissus (Thapa *et al.*, 2020). C'est la réaction naturelle de l'organisme à ses propres brûlures, un mécanisme complexe et dynamique visant à rétablir rapidement les tissus endommagés et leur fonction normale. Ce processus est constitué de quatre phases étroitement liées et interdépendantes: l'hémostase, l'inflammation, la prolifération et le remodelage (Abazari *et al.*, 2022).

#### I.3.2. Les différentes étapes de la cicatrisation

##### I.3.2.1 L'hémostase et la coagulation

Au début de l'hémostase et de la coagulation, les plaquettes, de petites cellules sanguines sans noyau résultant de la fragmentation des cellules myéloïdes, jouent de multiples rôles vitaux (Figure 3). Elles assurent des fonctions hémostatiques telles que l'adhésion, l'activation et le recrutement d'autres plaquettes et leucocytes. Ces actions sont orchestrées par divers récepteurs spécifiques qui interagissent avec les plaquettes présentes dans le sous-endothélium après une lésion vasculaire, ainsi qu'avec d'autres plaquettes et leucocytes. Pendant la cicatrisation, une coordination entre les cellules épithéliales, les plaquettes, les cellules endothéliales, les fibroblastes et les leucocytes (macrophages) se met en place (Miricescu *et al.*, 2021).

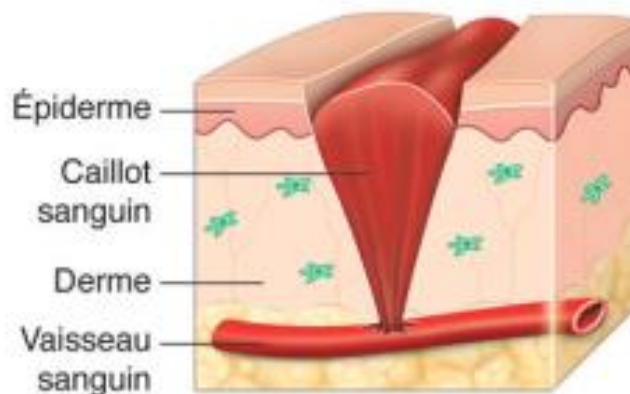
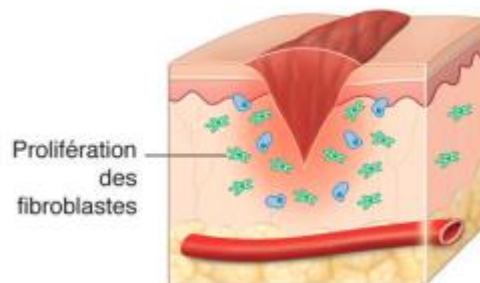


Figure 3: L'hémostase et de la coagulation (Brigas-Dos Santos *et al.*, 2023).

### I.3.2.2 La phase inflammatoire

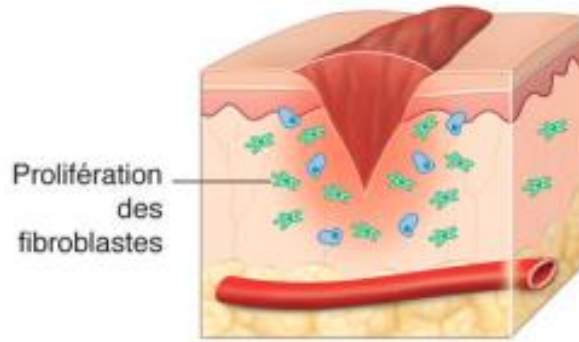
Lorsqu'une plaie se forme, la phase inflammatoire intervient pour éliminer les agents pathogènes, les corps étrangers et les cellules mortes, tout en activant les processus nécessaires à la prolifération ultérieure des tissus, réparant ainsi ou remplaçant le tissu lésé (**Figure 4**). Cette phase engendre une vasodilatation, une augmentation de la perméabilité vasculaire, une infiltration de plasma et la migration de macrophages et de cellules mononucléaires phagocytaires, en collaboration avec les neutrophiles, pour nettoyer et purifier la plaie. L'inflammation débute immédiatement après la blessure et persiste pendant quelques jours. Pendant cette période, la plaie devient enflée et rouge (**Bacci, 2022**).



**Figure 4:** La phase inflammatoire (**Brigas-Dos Santos et al., 2023**).

### I.3.2.3 La phase proliférative

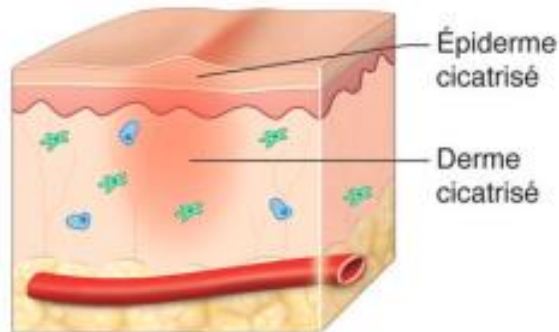
Après l'étape inflammatoire, la cicatrisation progresse vers la phase proliférative, caractérisée par la restauration du réseau vasculaire, la formation de tissu de granulation et la régénération de l'épithélium. Les macrophages jouent un rôle crucial en tant que sources de facteurs de croissance, notamment le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (VEGF), qui stimule le remodelage vasculaire par les cellules endothéliales (**Figure 5**). Les fibroblastes migrent vers la plaie et synthétisent des composants tels que le collagène et la fibronectine, favorisant ainsi la synthèse de la matrice extracellulaire (MEC) et la formation de tissu de granulation, accompagnée de néovascularisation. La prolifération et la migration des kératinocytes de la périphérie vers le centre de la plaie sont cruciales pour la fermeture de celle-ci, un processus appelé ré-épithélialisation (**Ren et al., 2022**).



**Figure 5:** La phase proliférative (Brigas-Dos Santos *et al.*, 2023)

#### I.3.2.4 La phase de remodelage

Dans la dernière étape du processus de cicatrisation, les fibroblastes subissent une différenciation en myofibroblastes sous l'influence de facteurs de croissance tels que le TGF- $\beta$ 1, favorisant ainsi la contraction de la plaie et réduisant sa taille (**Figure 6**). Pendant cette phase, le tissu de granulation se résorbe progressivement, laissant place à un tissu cicatriciel mature caractérisé par son absence de vaisseaux sanguins et de cellules, phénomène connu sous le nom de cicatrisation (Yang *et al.*, 2019).



**Figure 6:** La phase de remodelage (Brigas-Dos Santos *et al.*, 2023)

# **Chapitre II. Les crèmes**

## II.1. Définition

Les crèmes sont des préparations topiques qui peuvent être appliquées sur la peau. Les crèmes sont définies comme des formes de dosage « liquides visqueux ou semi-solides de type émulsion huile dans eau ou eau dans huile » dont la consistance varie en fonction de l'huile et de l'eau. Ces formulations topiques sont utilisées pour une action localisée afin de délivrer le médicament dans le substrat de la peau ou de la membrane muqueuse (**Chauhan et al., 2020**).

## II.2. Types de crème

Les différents types de crème sont (**Chauhan et al., 2020**):

### II.2.1. Crèmes émulsionnées

- *Crèmes hydrophiles*: Ces crèmes sont principalement composées d'eau et d'agents hydratants. Elles sont idéales pour les peaux sèches et pour délivrer des médicaments hydrophiles qui nécessitent une hydratation supplémentaire.

- *Crèmes lipophiles*: Elles contiennent des huiles et des corps gras comme phase principale. Elles sont souvent utilisées pour leur pouvoir émollient, offrant une barrière protectrice à la peau et favorisant l'absorption des médicaments lipophiles.

### II.2.2. Crèmes non-émulsionnées

- *Crèmes à base de cire*: Ces crèmes contiennent des cires naturelles ou synthétiques qui les rendent plus épaisses et plus protectrices. Elles sont fréquemment utilisées dans les produits pour les peaux très sèches ou comme barrières contre les irritants externes.

- *Crèmes à base de gelée*: Elles sont souvent utilisées pour protéger la peau des agressions extérieures tout en lui fournissant de l'hydratation. Leur texture légère les rend agréables à appliquer.

- *Crèmes à base de silicone*: Ces crèmes sont non-comédogènes et non irritantes, et sont donc souvent utilisées dans les produits pour peaux sensibles. Elles ont une texture légère et offrent une barrière protectrice sans obstruer les pores.

### II.3. Applications des crèmes

#### II.3.1. Administration Topique de Médicaments

- *Traitement des affections cutanées*: Les crèmes sont utilisées pour des affections comme l'eczéma, le psoriasis, ou les infections cutanées, car elles permettent une application directe du médicament sur la zone affectée (**Chauhan et Gupta, 2020**).

- *Délivrance de médicaments*: Les médicaments actifs sont souvent incorporés dans les crèmes pour une administration locale, ce qui permet une absorption lente et contrôlée à travers la peau (**Chauhan et Gupta, 2020**).

#### II.3.2. Soins cosmétiques

- *Hydratation de la peau*: Les crèmes hydratantes sont conçues pour restaurer l'hydratation de la peau, ce qui peut aider à améliorer sa souplesse et son apparence générale.

- *Prévention des rides et du vieillissement cutané*: Certains ingrédients, comme les antioxydants et les peptides, peuvent être ajoutés aux crèmes pour aider à prévenir les dommages causés par les radicaux libres et à stimuler la production de collagène, réduisant ainsi l'apparition des rides et ridules.

- *Traitement de l'acné et des imperfections cutanées*: Les crèmes peuvent contenir des ingrédients actifs tels que l'acide salicylique ou le peroxyde de benzoyle pour traiter l'acné et réduire l'inflammation (**Chauhan et Gupta, 2020**).

#### II.4. Composition des crèmes

La composition complexe des crèmes pharmaceutiques comprend plusieurs éléments essentiels répartis en différentes phases. Dans la phase externe, l'eau purifiée ou distillée constitue la base aqueuse, souvent enrichie en extraits de plantes ou en agents hydratants, tandis que les huiles végétales ou minérales servent de phase lipidique, offrant des lipides essentiels à la peau, et sont accompagnées de substances émoullientes telles que les cires d'abeille ou la lanoline, pour adoucir et lisser la peau. La phase interne comprend des agents émulsifiants pour stabiliser l'émulsion, des agents gélifiants ou épaississants pour ajuster la texture, et des agents conservateurs pour assurer la stabilité microbiologique. Les additifs actifs comprennent les principes actifs pharmaceutiques pour traiter les affections cutanées, ainsi que des agents cosmétiques pour améliorer l'apparence de la peau. Enfin, les excipients, tels que les agents stabilisants, les colorants, les parfums et les correcteurs de pH, sont ajoutés pour assurer la stabilité du produit et améliorer son attrait esthétique tout en préservant la compatibilité cutané (**Akhlaghi *et al.*, 2020**).

**Chapitre III. *Carthamus***  
***caeruleus L.***

### III.1. La description botanique de *Carthamus caeruleus* L.

Le genre botanique *Carthamus* comprend des plantes dicotylédones angiospermes appartenant à l'ordre des Astérales et à la famille des Composacées ou Asteraceae. Ces plantes, principalement méditerranéennes, présentent une ressemblance avec les chardons. Les carthames sont des plantes vivaces, bisannuelles ou annuelles, souvent épineuses, qui produisent des fleurs tubulées regroupées en capitules solitaires. Ces capitules sont entourés d'un ensemble de bractées épineuses, comprenant de nombreuses bractées externes foliacées. Environ 26 espèces sont répertoriées dans ce genre, parmi lesquelles on trouve *Carthamus caeruleus* L (Mami *et al.*, 2020).

L'espèce *Carthamus caeruleus* L., également connue sous le nom de cardoncelle bleue ou carduncellus bleu, est utilisée pour le traitement des brûlures. Elle appartient à la famille des Astéracées et est relativement rare, se rencontrant dans les clairières humides des forêts méditerranéennes, les plaines et les bordures de ruisseaux, surtout sur des sols argileux et argilo-siliceux. On la trouve principalement au Portugal, en Espagne, en Italie, en Grèce et en Afrique du Nord, et elle fleurit généralement en mai-juin (Spinozzi *et al.*, 2023).

Elle atteint une hauteur de 2 à 6 décimètres, est simple ou légèrement ramifiée, dressée et anguleuse. Ses feuilles sont brièvement pubescentes, avec des feuilles inférieures pétiolées, lyrées-pennatifides ou oblongues-lancéolées et dentées, tandis que les feuilles suivantes sont sessiles, semi-embrassantes, subauriculées, lobées ou dentées. Ses capitules présentent un gros involucre sub-globuleux à folioles épineuses, et ses fruits sont des akènes blanchâtres, rugueux et écailleux à leur sommet, lisses par ailleurs, et couronnés de soies bien plus longues que l'akène lui-même (Belabbes, 2018; Djidda *et al.*, 2020; Meddour *et al.*, 2022).

Cette espèce à plusieurs nom commun selon la langue (**Ouhaddad, 2019**):

<b>La langue</b>	<b>Nom</b>
Français	Cardoncelle bleu
Anglais	Blue thistle
Espagnol	Cardosanto azul
Italienne	Cardoncello azzurro
Arabe	Kendjar, Gergaa, Qartum, Merghes Ghers
berbère	Taga lekhla, Amersgus

La classification systématique selon APGIII (**GROUP, 2009**) de *Carthamus caeruleus* est la suivante:

**Règne:** Plantae

**Embranchement:** Spermaphytes

**Classe:** Magnoliopsida

**Ordre:** Asterales

**Famille:** Asteraceae

**Sous-famille:** Carduoideae

**Groupe:** Cardueae

**Sous-groupe:** Centaureinae

**Genre:** *Carthamus*

**Espèce:** *Carthamus caeruleus* L.

### III.2. Distribution géographique

*Carthamus caeruleus* L., originaire du sud-ouest de l'Asie et largement dispersée dans tout le bassin méditerranéen, présente une répartition étendue également en Afrique du Nord, comprenant l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Libye, selon une étude menée par **Yilmaz et ses collègues en 2021**. De plus, des recherches de **Amina et al. (2013)** ont également signalé sa présence en Amérique et en Europe, notamment en Grèce, en Italie, en France, au Portugal et en Espagne.

En Algérie, cette plante est observée principalement dans le nord du pays, notamment dans des régions telles que Tizi Ouzou, Mostaganem, Skikda, Sidi Babas, Tipaza, Bouira, comme indiqué par. De plus, elle est également présente dans les hauts plateaux algériens, notamment dans des régions comme Sétif et Bordj Bouriridj (**Amari et al., 2021**).

Cette répartition géographique diversifiée souligne l'adaptabilité de l'espèce *Carthamus caeruleus* à différents climats et habitats, allant des climats méditerranéens aux régions plus continentales des hauts plateaux. Sa présence dans des régions aussi variées témoigne de sa capacité à s'installer dans des environnements différents et souligne son importance écologique et biologique dans ces écosystèmes.

### III.3. Utilisation traditionnelle

La racine de carthame bleu est fréquemment employée dans la médecine traditionnelle pour soigner diverses affections, dont les brûlures (**Benhamou, et Fazouane, 2013**). Préalablement nettoyées et épluchées, les racines sont bouillies dans de l'eau, puis écrasées pour obtenir une crème semi-solide destinée à être appliquée directement sur les brûlures cutanées (**Ouda et al., 2021**).

### III.4. Composition chimique

Après le criblage photochimique des racines de *Carthamus caeruleus*, les chercheurs ont trouvé une richesse en flavonoïdes, caroténoïdes, terpènes, stéroïdes, tanins, amidon, saponines, anthraquinones combinées, coumarines, quinones, mucilage, protéines, et glycosides, avec une absence notable d'alcaloïdes (**Amari et al., 2021**). Cette composition chimique possède un pouvoir apaisant sur les tissus endommagés.

### **III.5. Propriétés pharmacologique de *Carthamus caeruleus* L.**

#### **III.5.1. Propriété antioxydante**

La richesse du rhizome de *Carthamus caeruleus* L. en composés polyphénoliques lui confère une activité antioxydante significative. L'analyse de cette activité antioxydante réalisée sur l'extrait polyphénolique du rhizome a révélé un pouvoir réducteur élevé, surpassant celui de l'antioxydant de référence, l'acide ascorbique. De plus, l'activité anti-radicalaire de cet extrait, représentée par une IC<sub>50</sub>, est comparable à celle de l'acide ascorbique (**Dahmani et al., 2018**).

#### **III.5.2. Activité anti-inflammatoire**

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de *Carthamus caeruleus* L. a révélé un effet remarquable comparé à un groupe témoin. L'extrait des racines de *Carthamus caeruleus* L. entraîne une inhibition notable de l'oedème résultant de l'infiltration des cellules inflammatoires et de la sécrétion abondante de médiateurs inflammatoires. Cette propriété est principalement attribuée à sa forte teneur en flavonoïdes (**Dahmani et al., 2018**). Les flavonoïdes sont des composés naturels reconnus pour leurs propriétés anti-inflammatoires. Ils ont la capacité de moduler le fonctionnement du système immunitaire en réduisant la libération d'histamine par les basophiles et les mastocytes, ce qui atténue l'intensité de la réaction inflammatoire. En d'autres termes, les flavonoïdes présents dans l'extrait de *Carthamus caeruleus* L. jouent un rôle clé dans la réduction de l'inflammation en empêchant les cellules immunitaires de libérer des substances chimiques qui provoquent l'inflammation et en limitant l'infiltration des cellules inflammatoires dans les tissus affectés. Cette modulation de la réponse inflammatoire permet de diminuer les symptômes associés à l'inflammation, tels que le gonflement et la douleur.

#### **III.5.3. Activité antimicrobienne**

L'étude de l'activité antimicrobienne de la plante *Carthamus caeruleus* L. a révélé un pouvoir inhibiteur significatif sur les germes multirésistants responsables de maladies infectieuses. Les racines de *Carthamus caeruleus* L. sont riches en substances flavonoïdes, qui sont particulièrement intéressantes pour leurs propriétés biologiques. Parmi ces propriétés, on note une forte potentialité d'activité antimicrobienne contre de nombreuses souches bactériennes (**Dahmani et al., 2018**).

Les flavonoïdes présents dans cette plante jouent un rôle crucial en inhibant la croissance et la prolifération des bactéries multirésistantes, ce qui est particulièrement important dans le contexte actuel de résistance croissante aux antibiotiques. En ciblant et en neutralisant divers mécanismes bactériens, ces composés aident à lutter contre les infections causées par des germes difficiles à traiter. Cette découverte ouvre des perspectives prometteuses pour le développement

de nouveaux traitements antimicrobiens basés sur des extraits de *Carthamus caeruleus L.*, offrant ainsi une alternative naturelle et efficace face à la résistance aux antibiotiques (**Dahmani et al., 2018**).

#### **III.5.4. Activité cicatrisante**

Le pouvoir cicatrisant des plantes médicinales est attribué à leur composition en substances phénoliques, qui possèdent des capacités antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes, ainsi qu'à leur teneur élevée en stérols végétaux. Le genre *Carthamus* est particulièrement reconnu pour sa richesse en stérols végétaux et en composants phénoliques.

Dans ce contexte, un test d'évaluation de l'activité cicatrisante a été réalisé, mettant en évidence le potentiel de la crème à base d'extrait de racines de *Carthamus caeruleus L.* sur un modèle animal. Les résultats de ce test ont démontré que cette crème favorise la cicatrisation des plaies de manière efficace.

Les substances phénoliques présentes dans les racines de *Carthamus caeruleus L.* jouent un rôle crucial dans le processus de cicatrisation en réduisant l'inflammation, en combattant les infections bactériennes et en neutralisant les radicaux libres grâce à leurs propriétés antioxydantes. De plus, les stérols végétaux contribuent à la réparation des tissus endommagés et à la régénération cellulaire, accélérant ainsi la guérison des plaies. En somme, la combinaison de ces composés bioactifs confère à la *Carthamus caeruleus L.* un puissant effet cicatrisant, soulignant son potentiel thérapeutique dans le domaine de la médecine naturelle (**Dahmani et al., 2018**).

# **Partie pratique**

## **Chapitre IV. Matériels et méthodes**

## **Lieu de travail**

Les manipulations expérimentales ont été menées à bien à l'incubateur et au laboratoire de biochimie de la Faculté des Sciences de l'Université de M'sila et laboratoire des Molécules au Bioactives et Valorisation de la Biomasse (LPBVB) de l'École Normale Supérieure (ENS) de Kouba, Alger. Ces installations ont été essentielles pour fournir l'espace et les équipements nécessaires à nos expérimentations. En ce qui concerne les analyses physicochimiques, microbiologiques et les tests de cytotoxicité de notre produit, une crème cicatrisante, elles ont été effectuées au sein du Centre de Recherche (Centre de Recherche en Sciences Pharmaceutiques (CRSP)). Ce choix a été facilité par le passage par la plateforme IBTIKAR du Ministère de l'Enseignement, qui nous a permis d'accéder aux ressources et aux infrastructures nécessaires pour mener à bien ces analyses spécialisées. Cette collaboration a été précieuse pour garantir la qualité et la précision de notre produit, en nous offrant un environnement adapté et des équipements de pointe pour réaliser ces analyses critiques.

### **IV.1. Matériels**

#### **IV.1.1. Matériel végétale**

La plante médicinale *Carthamus caeruleus* L. a été récoltée le 30 mars 2024 dans la région de kolo skikda. Ce site de collecte, situé dans une région connue pour sa biodiversité et son climat propice à la croissance de cette plante, a été choisi pour garantir la qualité et la pureté des échantillons. La date de récolte a été soigneusement sélectionnée pour assurer que les parties de la plante nécessaires à notre recherche soient dans leur état optimal, offrant ainsi des résultats fiables et représentatifs de ses propriétés médicinales.

#### **IV.1.2. Appareillages et produits**

Le matériel et les produits utilisés pour réaliser les manipulations sont présentés en détail dans l'Annexe. Cette section exhaustive fournit une liste complète de tous les éléments employés tout au long de notre étude.

## IV.2. Methodes

### IV.2.1. Préparation de la poudre

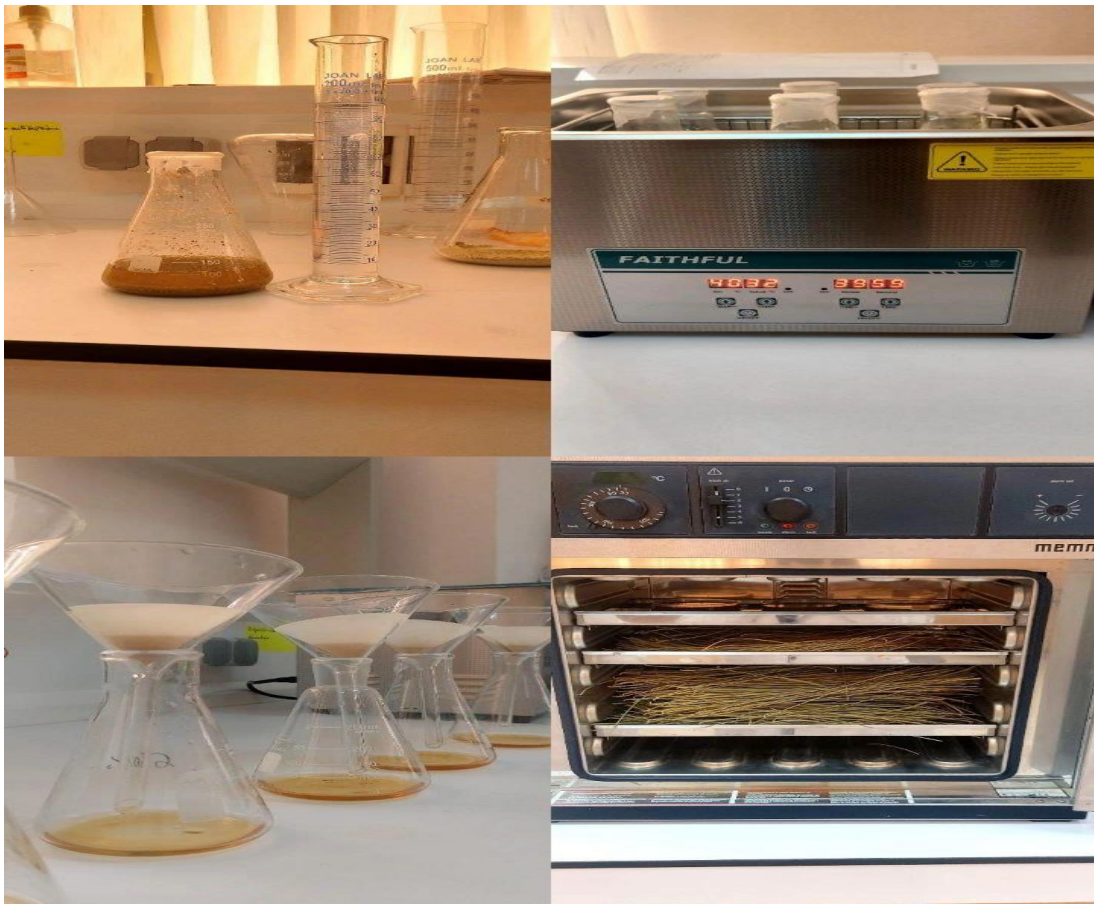
Les racines de *C. caeruleus* L., ont été soigneusement nettoyées pour éliminer toute trace de poussière à l'aide d'eau. Ensuite, la plante a été découpée en tranches d'une épaisseur de 1/2 mm afin d'augmenter la surface des racines en contact avec l'air, favorisant ainsi un séchage uniforme. Ces tranches ont été disposées à l'ombre, à température ambiante, et ont été aérées pendant une période de sept jours. Ce processus permet à l'eau de s'évaporer progressivement, rendant les racines aptes au broyage. Une fois séchées, les racines sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, facilitant ainsi l'extraction des composés souhaités. Enfin, la poudre obtenue est stockée dans des flacons en verre hermétiquement fermés pour la protéger de l'humidité et de la lumière, garantissant ainsi la préservation de sa qualité (**Figure 7**).



**Figure 7:** Préparation de la poudre

### IV.2.2. Procédure d'extraction

Pour cette étape, 30 g de poudre végétale ont été mélangés avec 300 mL d'un mélange hydroalcoolique (eau/éthanol, 30/70). Le mélange a été agité et soumis à des ultrasons pendant 40 minutes à une température de 40°C. Ensuite, la solution a été filtrée à travers un papier filtre. Le filtrat obtenu a été placé dans un rotavapor sous vide à une température de 45°C, puis transféré dans une étuve à une température de 40°C pour sécher (**Figure 8**).

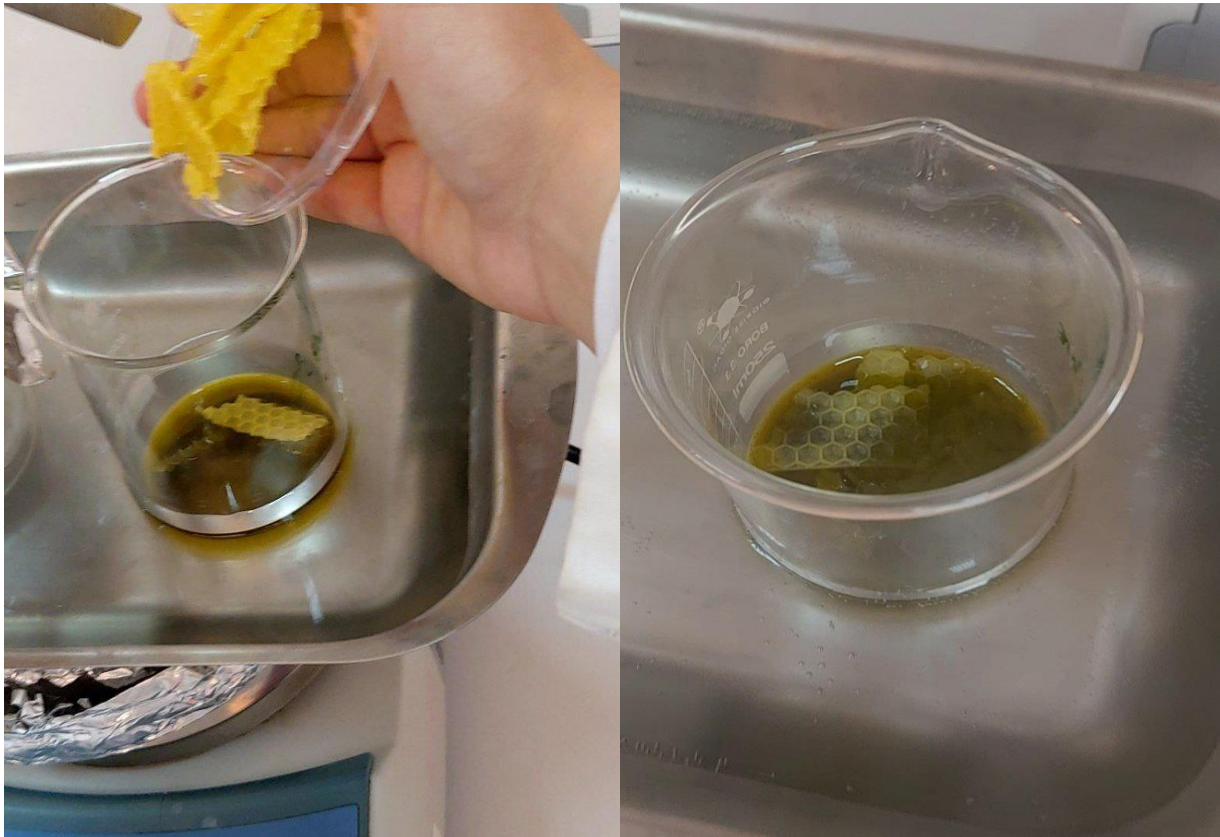


**Figure 8:** Procédure d'extraction

### IV.2.3. Fabrication de crème

#### IV.2.3.1 Préparation de la phase huileuse

Dans un Becher, l'huile, le beurre et la cire ont été placés, puis chauffés au bain-marie à 70°C pendant 30 minutes. Cette étape délicate requiert une attention minutieuse, car elle vise à fusionner les ingrédients de la phase huileuse dans une harmonieuse combinaison, favorisant ainsi la cohérence finale de la crème (**Figure 9**).



**Figure 9: Préparation de la phase huileuse.**

#### IV.2.3.2 Préparation de la phase aqueuse

Dans le même Becher, de l'eau distillée a été soigneusement ajoutée et chauffée dans le bain-marie à la même température de 70°C, également pendant 30 minutes. Cette étape essentielle garantit la préparation adéquate de la phase aqueuse, contribuant ainsi à l'homogénéité et à la stabilité globale de la crème. Les deux phases ont été chauffées simultanément, une opération requérant une synchronisation précise pour assurer une cohérence dans le processus de fabrication.

Une fois les deux phases prêtes, dans le bain-marie, la solution huileuse a été ajoutée progressivement à la solution aqueuse, goutte à goutte, et soigneusement mélangée à l'aide d'un agitateur. Cette action méticuleuse vise à favoriser une émulsion homogène, fondamentale pour assurer une texture uniforme à la crème.

Après avoir retiré le mélange du bain-marie, il est important de le surveiller attentivement à l'aide d'un thermomètre jusqu'à ce que sa température descende en dessous de 40°C. À ce stade critique, l'extrait végétal et les huiles essentielles sont ajoutés et méticuleusement mélangés jusqu'à l'obtention d'une crème parfaitement intégrée (**Figure 10**).



**Figure 10:** Fabrication de crème

Enfin, la crème est délicatement transférée dans un pot en verre stérilisé et conservée au réfrigérateur à une température constante de 4°C. Cette dernière étape garantit la préservation de la fraîcheur et de l'intégrité des ingrédients, assurant ainsi une longue durée de vie à la crème (**Figure 11**).



**Figure 11:** la crème

#### **IV.2.4. Analyse de la crème**

##### **IV.2.4.1 Caractérisation physicochimique**

###### **IV.2.4.1.1 Mesure de pH**

Pour déterminer le pH de la crème, ce qui indique son acidité ou alcalinité, un pH-mètre calibré a été utilisé. Une petite quantité de crème a été diluée dans de l'eau distillée pour obtenir une solution homogène, puis le pH de cette solution a été mesuré (**Kumadoh *et al.*, 2024**).

###### **IV.2.4.1.2 Analyse de la teneur en eau**

Une quantité précise de crème, généralement entre 1 et 5 grammes, a été prélevée et pesée avec précision sur une balance analytique. Cet échantillon a ensuite été placé dans un récipient résistant à la chaleur, de préférence en aluminium, qui a été mis dans une étuve réglée à une température spécifiée, typiquement entre 105°C et 110°C. L'échantillon a été chauffé pendant une période déterminée, habituellement 1 à 2 heures, jusqu'à ce que sa masse devienne constante, indiquant que toute l'eau s'est évaporée. Après la période de chauffage, le récipient contenant l'échantillon a été retiré de l'étuve et laissé à refroidir dans un dessiccateur pour éviter l'absorption d'humidité de l'air ambiant. Une fois refroidi, l'échantillon a été de nouveau pesé avec précision. La perte de poids, due à l'évaporation de l'eau, a alors été calculée.

###### **IV.2.4.1.3 Stabilité et séparation de phase**

Pour vérifier la stabilité et la séparation de phase, la crème a été soumise à des tests de centrifugation. Par la suite, des observations visuelles des signes de séparation au fil du temps ont été effectuées pour évaluer la qualité et la cohérence du produit (**Olejnik *et al.*, 2015**).

###### **IV.2.4.1.4 Caractérisation organoleptique**

L'analyse organoleptique comprend une observation visuelle pour décrire la couleur, la clarté et la présence de particules sous une lumière naturelle. De plus, une analyse olfactive a été réalisée pour identifier et noter toute odeur inhabituelle en comparant avec des échantillons de référence. La texture de la crème, décrite comme lisse ou granuleuse, a été évaluée par une analyse tactile en appliquant une petite quantité sur la peau (**Nešić *et al.*, 2019**).

#### IV.2.4.1.5 Test microbiologique

Pour garantir la sécurité microbiologique de la crème cicatrisante, des tests microbiologiques sont indispensables afin de détecter la présence de contaminants tels que les bactéries, les champignons et les levures. Des échantillons représentatifs de la crème ont été prélevés dans des contenants propres et étiquetés. Ensuite, ces échantillons ont été dilués dans un milieu de culture stérile approprié pour obtenir différentes concentrations, facilitant ainsi la détection des micro-organismes. Les échantillons dilués ont ensuite été inoculés sur des milieux de culture appropriés dans des boîtes de Pétri stériles à l'aide de pipettes stériles, en veillant à une répartition uniforme sur la surface des milieux de culture. Les boîtes de Pétri ont ensuite été placées dans un incubateur réglé à une température propice à la croissance des micro-organismes, par exemple 37°C pour les bactéries et 25-30°C pour les champignons et les levures. Les boîtes de Pétri ont été incubées pendant une période déterminée, généralement de 24 à 72 heures. Après l'incubation, les boîtes de Pétri ont été examinées pour détecter la présence de colonies microbiennes. Le nombre de colonies sur chaque boîte de Pétri a été compté et les résultats ont été notés afin d'évaluer la contamination microbiologique de la crème cicatrisante (**Sutton et Geis, 2020**).

# **Chapitre V. Résultats et Discussion**

## **V.1. Analyse de la crème**

### **V.1.1. Analyse physicochimique**

#### **V.1.1.1 Mesure de pH**

Le pH de la crème mesurée à 6,8 indique une légère acidité. Cette valeur est appropriée pour une crème topique car elle est proche du pH naturel de la peau humaine, ce qui minimise le risque d'irritation cutanée. Une crème légèrement acide peut également favoriser l'efficacité des ingrédients actifs tout en maintenant l'intégrité de la barrière cutanée.

#### **V.1.1.2 Teneur en eau**

L'échantillon initial pesait 3,5 grammes et après chauffage et évaporation de l'eau, il pesait 2,8 grammes. La différence de poids de 0,7 gramme correspond à la quantité d'eau évaporée. En calculant le pourcentage de perte de poids par rapport au poids initial, nous obtenons une teneur en eau de 20%. Cette mesure est cruciale car elle indique le degré d'hydratation de la crème et sa stabilité lors du stockage.

#### **V.1.1.3 Stabilité et séparation de phase**

Après avoir soumis la crème à une centrifugation à 3000 rpm pendant 30 minutes, aucune séparation de phase n'a été observée. Cette observation démontre que la crème est stable physiquement et que ses composants restent uniformément dispersés. La stabilité de la crème est essentielle pour assurer une application homogène et une efficacité constante du produit sur la peau.

Ces résultats fournissent une évaluation complète de la caractérisation physicochimique de la crème, assurant à la fois sa sécurité et son efficacité dans des conditions d'utilisation normales.

#### **V.1.1.4 Caractérisation organoleptique**

La caractérisation organoleptique de la crème révèle plusieurs aspects notables. La crème présente une couleur beige pâle, résultant de la combinaison de l'extrait végétal et des autres ingrédients naturels. Elle est opaque en raison de la présence de beurre de karité et de cire d'abeille, qui contribuent à sa texture et consistance. Aucune particule visible n'est détectée, ce qui indique une bonne homogénéité du mélange. En termes d'odeur, la crème dégage une fragrance douce et agréable, dominée par les huiles essentielles d'armoise et de lavande, avec une légère note herbacée de l'armoise complétée par le parfum floral de la lavande.

La texture de la crème est lisse et uniforme visuellement. Au toucher, elle est douce et onctueuse, s'étalant facilement sur la peau sans laisser de résidu gras, grâce à l'équilibre entre l'huile de lentisque et le beurre de karité. De plus, elle est rapidement absorbée par la peau, laissant une sensation de douceur et d'hydratation, probablement due à la cire d'abeille et aux huiles essentielles. En conclusion, la crème présente des propriétés organoleptiques très agréables, avec une bonne apparence visuelle, une odeur plaisante et une texture confortable à l'application. Ces caractéristiques rendent la crème non seulement efficace, mais aussi agréable à utiliser.

#### **V.1.1.5 Analyse microbiologique**

Les résultats des tests microbiologiques de la crème montrent que aucune colonie de bactéries, de champignons, ou de levures n'a été détectée, avec un compte de 0 cfu/g pour chaque type de micro-organisme. Ces résultats indiquent que la crème est microbiologiquement sûre pour l'utilisation, sans contamination détectable.

# **Conclusion**

Cette étude met en lumière l'innovation significative dans le domaine des soins dermatologiques, matérialisée par le développement d'une crème cicatrisante naturelle à base de Cardoncelle bleue. Ce produit novateur découle d'une formulation minutieusement élaborée, intégrant des ingrédients naturels chacun choisi pour ses bienfaits spécifiques sur la peau. La Cardoncelle bleue, au cœur de cette innovation, est reconnue pour ses propriétés régénérantes exceptionnelles, jouant un rôle essentiel dans l'accélération du processus de guérison des brûlures et des lésions cutanées. Son association avec le beurre de karité, riche en nutriments essentiels, assure une hydratation profonde tout en restaurant efficacement la barrière cutanée, facilitant ainsi une récupération rapide et complète de la peau endommagée.

Cette crème cicatrisante naturelle à base de Cardoncelle bleue se distingue par son efficacité, sa sécurité et son agrément d'utilisation, représentant une avancée notable dans le domaine des soins cutanés. Elle offre une solution complète pour le traitement des affections cutanées, combinant des bienfaits multiples dans un produit innovant et naturel. Les résultats de cette étude ne se contentent pas de prouver l'efficacité du produit, mais ouvrent également la voie à de nouvelles recherches et applications dans le domaine des produits dermatologiques naturels. Cela pourrait potentiellement révolutionner les pratiques actuelles en fournissant des solutions de soins de la peau plus sûres, plus efficaces et plus respectueuses de l'environnement, répondant ainsi aux attentes croissantes des consommateurs pour des produits de santé plus naturels et plus durables.

L'impact de cette crème va au-delà de la simple cicatrisation des brûlures, elle incarne une approche holistique des soins de la peau, intégrant des principes de durabilité et de respect de l'environnement tout en répondant aux besoins spécifiques des utilisateurs. Cette innovation pourrait inspirer d'autres développements similaires dans le secteur des soins de la peau, encourageant l'industrie à se tourner davantage vers des formulations naturelles et écologiques, ce qui serait bénéfique non seulement pour les consommateurs, mais aussi pour la planète.

**Références**

**Bibliographiques**

- Abazari, M., Ghaffari, A., Rashidzadeh, H., Badeleh, S. M., & Maleki, Y. (2022). A systematic review on classification, identification, and healing process of burn wound healing. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 21(1), 18-30.
- Akhlaghi, S. P., da Silveira Balestrin, L. B., Brinatti, C., Pirolto, F., Loh, W., & Glatter, O. (2020). Preparation and characterization of stabilizer-free phytantriol-based water-in-oil internally liquid crystalline emulsions. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 109(6), 2024-2032.
- Amina, B., & Fethia, F. (2013). Ethnobotanical study, phytochemical characterization and healing effect of *Carthamus coeruleus* L. rhizomes.
- Bacci, S. (2022). Fine regulation during wound healing by mast cells, a physiological role not yet clarified. *International journal of molecular sciences*, 23(3), 1820.
- Belabbes, R. (2018). *Recherche de nouveaux principes actifs présents dans cinq plantes de la famille des Astéracées* (Doctoral dissertation, Corte).
- Brigas-Dos Santos, L., Cittée, T., Le Trocquer, R., & Pain, D. (2023). *Bien débuter-Plaies, cicatrisation et pansements*. Elsevier Health Sciences.
- Brown, T. M., & Krishnamurthy, K. (2018). Histology, dermis.
- Chauhan, L., & Gupta, S. (2020). Creams: a review on classification, preparation methods, evaluation and its applications. *Journal of drug delivery and therapeutics*, 10(5-s), 281-289.
- Chauhan, L., & Gupta, S. (2020). Creams: a review on classification, preparation methods, evaluation and its applications. *Journal of drug delivery and therapeutics*, 10(5-s), 281-289
- Dahmani, M. M., Laoufi, R., Selama, O., & Arab, K. (2018). Gas chromatography coupled to mass spectrometry characterization, anti-inflammatory effect, wound-healing potential, and hair growth-promoting activity of Algerian *Carthamus caeruleus* L (Asteraceae). *Indian Journal of Pharmacology*, 50(3), 123-129.
- Djidda, A., & Nait Chalal, L. (2020). *Extraction de biomolécules actives à partir d'une plante médicinale: Carthamuscaeruleus L* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Euro+Med. (2013). The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. . from Euro+Med PlantBase <https://www.euoplusmed.org/>.
- Han, D., Wei, Y., Li, Y., Zha, X., Li, R., Xia, C., ... & Tian, S. (2022). Epidemiological and clinical characteristics of 5,569 pediatric burns in central China from 2013 to 2019. *Frontiers in public health*, 10, 751615.
- Hoogewerf, C. J., Hop, M. J., Nieuwenhuis, M. K., Oen, I. M., Middelkoop, E., & Van Baar, M. E. (2020). Topical treatment for facial burns. *Cochrane database of systematic reviews*, (7).
- Jeschke, M. G., van Baar, M. E., Choudhry, M. A., Chung, K. K., Gibran, N. S., & Logsetty, S. (2020). Burn injury. *Nature reviews Disease primers*, 6(1), 11.

Kamdem, A. F., Parmentier, A. L., Mauny, F., & Soriano, E. (2021). Assessment of care protocol using hyaluronic acid dressing in second-degree skin burns in children. *Burns Open*, 5(3), 118-124.

Kumadoh, D., Amekyeh, H., Archer, M. A., Kyene, M. O., Yeboah, G. N., Brew-Daniels, H., ... & Appiah, A. A. (2024). Determination of consistency in pH of some commercial herbal formulations in Ghana. *Journal of Herbal Medicine*, 45, 100876

Malik ouhaddad, taga lexala =cardoncelle bleue -13 avril 2019 consulte 15 mars 2020

Mami, I. R., Belabbes, R., Amine Dib, M. E., Tabti, B., Costa, J., & Muselli, A. (2020). Biological activities of Carlina oxide isolated from the roots of Carthamus caeruleus. *The Natural Products Journal*, 10(2), 145-152.

Miricescu, D., Badoiu, S. C., Stanescu-Spinu, I. I., Totan, A. R., Stefani, C., & Greabu, M. (2021). Growth factors, reactive oxygen species, and metformin—promoters of the wound healing process in burns *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9512.

Nešić, I., Stojiljković, D., Savić, S., Tasić-Kostov, M., & Tadić, V. (2019). Stability, antioxidant activity, in vivo safety and efficacy of creams with standardized wild apple fruit extract: A comparison of conventional and biodegradable emulsifiers. *International journal of cosmetic science*, 41(3), 300-310.

Olejniak, A., Goscianska, J., Zielinska, A., & Nowak, I. (2015). Stability determination of the formulations containing hyaluronic acid. *International journal of cosmetic science*, 37(4), 401-407.

Ouda, A. N., Fatiha, M., Sadia, M., Zohra, S. F., & Nouredine, D. (2021). In vivo Anti-inflammatory Activity of Aqueous Extract of Carthamus caeruleus L Rhizome Against Carrageenan-Induced Inflammation in Mice. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 14(3).

Ren, H., Zhao, F., Zhang, Q., Huang, X., & Wang, Z. (2022). Autophagy and skin wound healing. *Burns & trauma*, 10, tkac003

Skowrońska, W., & Bazyłko, A. (2023). The potential of medicinal plants and natural products in the treatment of burns and sunburn—a review. *Pharmaceutics*, 15(2), 633.

Spinozzi, E., Ferrati, M., Cappellacci, L., Caselli, A., Perinelli, D. R., Bonacucina, G., ... & Benelli, G. (2023). Carlina acaulis L(Asteraceae): Biology, phytochemistry, and application as a promising source of effective green insecticides and acaricides. *Industrial Crops and Products*, 192, 116076.

Stan, D., Tanase, C., Avram, M., Apetrei, R., Mincu, N. B., Mateescu, A. L., & Stan, D. (2021). Wound healing applications of creams and “smart” hydrogels. *Experimental dermatology*, 30(9), 1218-1232.

- Sutton, S. V., & Geis, P. A. (2020). Antimicrobial preservative efficacy and microbial content testing. In *Cosmetic microbiology* (pp. 67-93). CRC Press.
- Thapa, R. K., Margolis, D. J., Kiick, K. L., & Sullivan, M. O. (2020). Enhanced wound healing via collagen-turnover-driven transfer of PDGF-BB gene in a murine wound model. *ACS applied bio materials*, 3(6), 3500-3517.
- Thomas, B. (2014). Les formes pharmaceutiques et les voies d'administrations. *Pharmacie galénique IFSI*.
- Yang, R., Liu, F., Wang, J., Chen, X., Xie, J., & Xiong, K. (2019). Epidermal stem cells in wound healing and their clinical applications. *Stem cell research & therapy*, 10, 1-14
- Yılmaz, A., Yeken, M. Z., Ali, F., Barut, M., Nadeem, M. A., Yılmaz, H., ... & Baloch, F. S. (2021). Genomics, phenomics, and next breeding tools for genetic improvement of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Oil Crop Genomics*, 217-269.
- Zimoch, J., Zielinska, D., Michalak-Micka, K., Rüttsche, D., Böni, R., Biedermann, T., & Klar, A. S. (2021). Bio-engineering a prevascularized human tri-layered skin substitute containing a hypodermis. *Acta biomaterialia*, 134, 215-227.
- Živković, S., Milutinović, M., & Skorić, M. (2022). Phytochemicals and Biological Activities of *Asplenium ceterach*. In *Bioactive Compounds in Bryophytes and Pteridophytes* (pp. 1-29). Cham: Springer International Publishing.
- Żwierzeło, W., Piorun, K., Skórka-Majewicz, M., Maruszewska, A., Antoniewski, J., & Gutowska, I. (2023). Burns: Classification, pathophysiology, and treatment: A review. *International journal of molecular sciences*, 24(4), 3749.

# **Annexes**



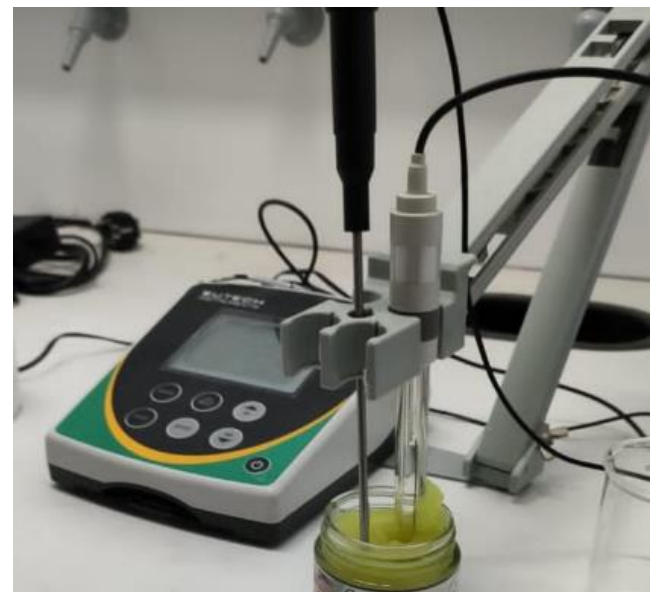
**Figure 1:** l'appareil d'ultrason a bain marie



**Figure 2:** l'appareil de rotavapeur



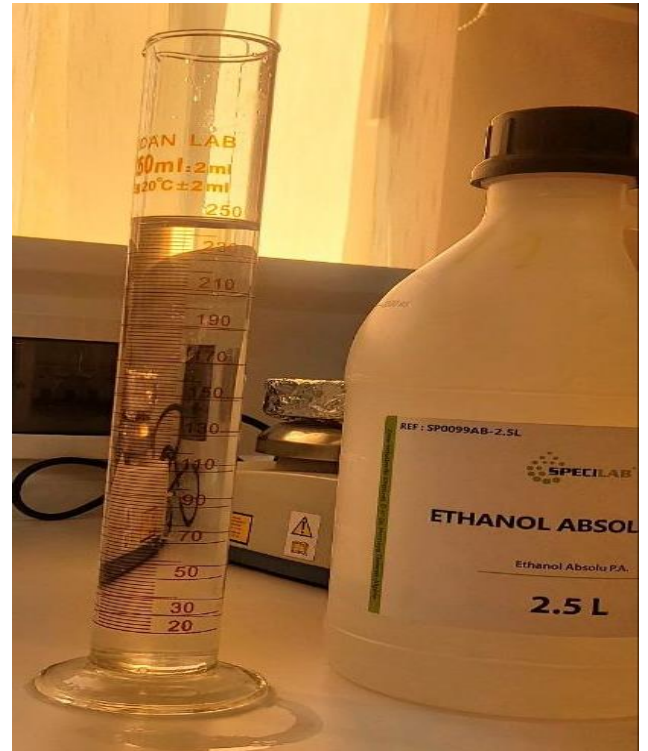
**Figure 3:** l'appareil d'étuve



**Figure 4:** Papier indicateur de pH



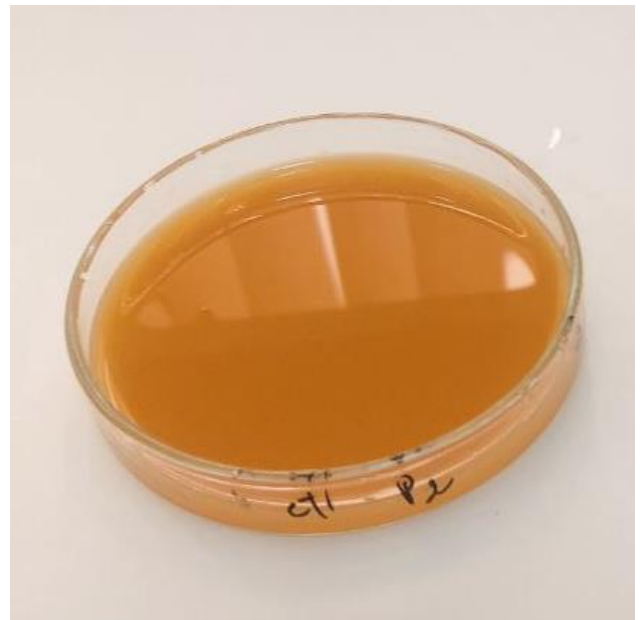
**Figure 5:** poudre de plante



**Figure 6:** mélange hydroalcoolique



**Figure 7:** phase de filtration



**Figure 8:** l'extrait après le rotavapeur



**Figure 9:** préparation de phase huileuse



**Figure 10:** préparation de la crème

