

Popular Democratic Republic of Algeria  
Ministry of High Education and Scientific Research  
Abbes Laghrou University- Khenchela-  
Natural and life sciences Faculty  
Molecular and Cellular Biology Department



N° de série : .....

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Domaine : **Sciences de la nature et de la vie**

Filière : **Sciences Biologiques**

Spécialité : **Biochimie appliquée**

*Présenté par :*

***KELLIL Salsabil***

***LAGHA Roukia***

Thème

**Formulation et développement d'un sérum  
cosmétique innovant à base de *Punicagranatum* pour  
le traitement des problèmes cutanés**

*Mémoire soutenu publiquement le ...../...../ 20.....* Devant le jury composé de :

**Mme. DJEMIL Randa**

MCA, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Président

**Mme. MESSAI Alima**

MCA, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Encadreur

**Mme. LEULMI Nassima**

MCA, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Examinatrice

Année Universitaire 2024/2025

# **Remerciement**

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant et miséricordieux qui m'a donné le courage et la force pour mener à bout ce modeste travail.

Je remercie chaleureusement mon encadreur Maître de conférences A, Madame (Alima Messai) , pour ses judicieux conseils, ses directives précieuses, et de son soutien scientifique et moral au cours de la réalisation pratique et théorique de ce travail.

Je remercie aussi présidente Maître de conférences A Madame (Djemil Randa) De nous avoir honorés de sa présence et d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance de ce mémoire.

Je voudrais également remercier vivement examinatrice maître de conférence A Madame (Leulmi Nassima) de pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à toutes les techniciennes des laboratoires pour leur gentillesse et leur disponibilité tout au long de la période du travail.

Mes remerciements vont un grand merci à nos familles, sans qui ce travail n'aurait pas été accompli à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

*MERCI*

# *Dédicace*

C'est avec profonde gratitude et sincères mots,  
Que nous dédions ce modeste travail de fin d'étude a nos chers  
Parents, qui ont sacrifié leur ve  
Pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin par  
Leurs conseils judicieux  
Nous n'espérons qu'un jour,  
Nous pourrons leurs rendre un peu de cé qu'ils ont fait pour nous  
Que dieu leur prête bonheur et longue vie  
Nous dédions aussi ce travail a nos frères et sœurs, nos familles, nos amis  
Tous nos professeurs qui nous ont enseigne  
Et à tous ceux qui nous sont chers.

***Rokia***

# Dédicace

بسم الله المحيى دعوات جابر القلوب، وصلاةً وسلامًا على أشرف المرسلين، محمد صلى الله عليه وسلم، قدوتنا، خير الأنام. الحمد لله حمدًا كثيرًا طيبًا مباركًا فيه، كما يحب ربنا ويرضى.

أهدي هذا العمل المتواضع، الذي لا يُقارن بجميلهم وعطائهم، إلى من كانا سببًا في وجودي، وداعمين لي في كل خطوة:

إلى والديّ الحبيبين، حفظكما الله ورعاكما وأطال في عمركما، يا من غرستم فيّ القيم، وكنتم لي نورًا وهداية،

إلى أمي ملكتي، ومصدر قوتي وتحفيزي، التي تؤمن بي حتى حين أكاد أفقد إيماني بنفسي،

وإلى والدي عباس بطلي، فخري، وأماني، رزقك الله الصحة والعافية، وبارك الله في عمرك.

إلى أخي نصر الدين الكبير، أي الثاني، سندٌ لا يُعوّض، حفظك الله وثبت قلبك على دينه. إلى أخي

هارون، سندي الذي لا يميل، رزقك الله من فضله وأسبغ عليك من خيره.

إلى اخوتي فردوس وحواء قرّة عيني، الحكيمات رغم صغر سنهن، دتم خير عون لي في حياتي.

إلى أختي "إيمان"، التي لم تلدها أمي، بارك الله فيك، ورزقك سعادة الدارين.

إلى الأستاذة المشرفة "م.ع"، جزاك الله عني كل خير، وبارك فيك على جهدك ومساندتك.

إلى معلّمتي "مروة"، جزاك الله كل خير على كل حرف علمتني إياه، وأسأل الله أن يجعل علمك في

ميزان حسناتك.

إلى أستاذة الإنجليزية "ف. بدغيو"، قدوتي في الإتيقان والتميز، لا زالت كلماتك تشعل فيّ جذوة الطموح،

فكنت من أسباب وجودي هنا.

إلى جميع صديقاتي، أحبكن في الله، وأسأل الله أن يرزقن من فضله، وأن يجعل لكنّ من كل ضيق

مخرجًا.

إلى طلاب قسم البيولوجي جميعًا، وإلى أساتذتنا الكرام، شكرًا لكل حرف علمتمونا إياه، ولكل دعم

قدّمتموه.

وإلى كل من أسعدنا بفكرة، بابتسامة، بدعوة... شكرًا لكم من القلب.

## Résumé

---

---

### *Résumé*

#### **Formulation et développement d'un sérum cosmétique innovant à base de *Punicagranatum* pour le traitement des problèmes cutanés**

Ce mémoire porte sur la formulation et le développement d'un sérum cosmétique naturel et innovant à base de pelures de grenade (*Punicagranatum*) macérées dans l'huile d'olive. *Punicagranatum*, communément appelée grenade, est une plante riche en antioxydants, vitamines et acides gras essentiels. En cosmétique, ses extraits sont prisés pour leurs propriétés régénérantes, hydratantes et anti-âge. L'intégration de *Punicagranatum* dans les soins cosmétiques favorise la revitalisation de la peau et la protection contre le stress oxydatif.

L'objectif principal de cette recherche est d'améliorer la santé de la peau et d'offrir un soin avancé grâce à une formule légère, riche en composés actifs d'origine naturelle.

Des tests ont été réalisés afin de caractériser le produit formulé à travers des analyses physico-chimiques (densité, acidité libre, indice d'acide, indice de saponification) et biologiques (activités antioxydantes et anti-inflammatoires).

Les résultats montrent que le macérat possède des propriétés biologiques intéressantes, notamment des activités antioxydantes et anti-inflammatoires, suggérant un potentiel cosmétique important. Ces données confirment l'hypothèse que ce sérum pourrait être utilisé comme soin naturel efficace pour traiter divers problèmes cutanés.

**Les mots clés :** *Punicagranatum*, sérum cosmétique, antioxydant, anti-inflammatoire, huile d'olive, peau.

## Abstract

---

---

### *Abstract*

### **Formulation and Development of an Innovative Cosmetic Serum Based on *Punica granatum* for the Treatment of Skin Problems**

This dissertation focuses on the formulation and development of a natural and innovative cosmetic serum based on pomegranate (*Punica granatum*) peels macerated in olive oil. *Punica granatum*, commonly known as pomegranate, is a plant rich in antioxidants, vitamins, and essential fatty acids. In cosmetics, its extracts are highly valued for their regenerating, moisturizing, and anti-aging properties. The incorporation of *Punica granatum* into skincare products promotes skin revitalization and protection against oxidative stress.

The primary objective of this research is to enhance skin health and provide advanced care through a light formula rich in bioactive compounds of natural origin.

Tests were conducted to characterize the formulated product through physico-chemical analyses (density, free acidity, acid value, and saponification index) and biological evaluations (antioxidant and anti-inflammatory activities).

The results show that the macerate possesses significant biological properties, notably antioxidant and anti-inflammatory activities, indicating strong cosmetic potential. These findings support the hypothesis that this serum could serve as an effective natural skincare product for addressing various skin conditions.

**Keywords:** *Punica granatum*, cosmetic serum, antioxidant, anti-inflammatory, olive oil, skin.

## العنوان: تحضير وتطوير مصل تجميلي مبتكر أساسه قشور الرمان لعلاج مشاكل البشرة

تهدف هذه المذكرة النصياغة وتطوير مصل تجميلي طبيعي ومبتكر يعتمد على قشور الرمان

(*Punicagranatum*) المنقوعة في زيت الزيتون. تُعرف (*Punicagranatum*)

- أو الرمان، بكونها نباتاً غنياً بمضادات الأكسدة والفيتامينات والأحماض الدهنية الأساسية
  - وتُستخدم مستخلصات الرمان في مستحضرات التجميل المصنوعة حديثاً، مرطبة ومضادة للعلامات التقدمية في السن
  - يساهم إدمان جفيم منتجات العناية بالبشرة في تجديد خلايا الجلد وحمايتها من الإجهاد التأكسدي.
- يهدف هذا البحث أساساً إلى تحسين صحة البشرة وتقديم رعاية متقدمة من خلال التركيبة خفيفة وغنية بالمركبات النشطة ذات الأثر الطبيعي.

تتم إجراء اختبارات تمناً لوصف المنتج المصنوع من خلاصة الرمان (فيزيائية-كيميائية) مثل الكثافة، الحموضة الحرة، دليل الحمض، ودليل التصبن (بالإضافة إلى التحاليل البيولوجية) النشاط المضاد للأكسدة والنشاط المضاد للتهاب.

- أظهرت النتائج أن المستخلص يمتلك خصائص بيولوجية واعدة، خصوصاً النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للتهاب
  - ت، مما يشير إلى إمكاناتها الكبيرة في المجال التجميلي
- وتدعم هذه البيانات الفرضية القائلة إن هذا المصل يمكن أن يُستخدم كمنتج طبيعي فعال للعلاج لمشاكل البشرة.

الكلمات المفتاحية: الرمان، مصل تجميلي، مضاد أكسدة، مضاد التهاب، زيت الزيتون، البشرة.

## Liste des figures

---

---

### Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Les feuilles du grenadier .....	5
<b>Figure 2.</b> Les fleurs du grenadier ( <i>Punica granatum L.</i> ) .....	6
<b>Figure 3.</b> Les fruits du grenadier ( <i>Punica granatum L.</i> ).....	7
<b>Figure 4.</b> La grenade et ses différentes parties .....	7
<b>Figure 5.</b> Confère à l'épiderme sa fonction de barrière protectrice efficace contre les agressions extérieures .....	18
<b>Figure 6.</b> La dermatite atopique (DA) .....	20
<b>Figure 7.</b> Écorce de grenade séchée et la poudre d'écorce après broyage (Photo personnelle). .....	23
<b>Figure 8.</b> Les étapes de Préparation de macérat huileux de grenade .....	25
<b>Figure 9.</b> Capsules remplies d'eau et d'huile. ....	26
<b>Figure 10.</b> La réaction chimique de saponification. ....	28
<b>Figure 11.</b> Réduction du DPPH par un antioxydant .....	30
<b>Figure 12.</b> Variation d'acidité libre des deux échantillons .....	36
<b>Figure 13.</b> Variation l'indice de saponification des deux échantillons.....	37
<b>Figure 14.</b> Variation l'indice d'acide des deux échantillons .....	39
<b>Figure 15.</b> Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de macérat huileux et d'huile d'olive.....	40
<b>Figure 16. (a)</b> Inhibition de la dénaturation de la protéine BSA par le macérat huileux <b>(b)</b> Valeurs de IC <sub>50</sub> du macérat huileux. ....	42

## Liste des tableaux

---

---

### Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Classification botanique <i>P.granatum</i> .....	8
<b>Tableau 2.</b> Composition phytochimique de <i>Punica granatum</i> L. ....	9
<b>Tableau 3.</b> Résume les différentes catégories de produits cosmétiques.....	15
<b>Tableau 4.</b> Réactifs chimiques et instrumentations utilisés.....	24
<b>Tableau 5.</b> Activitéantioxydante, EC <sub>50</sub> et efficacité antiradicalaire du macérat huileux et de l'huile d'olive .....	40

## Liste des abréviations

---

---

### Liste des abréviations

- AA% : Pourcentage d'activité antioxydante
- AE : Activité antiradicalaire
- AFNOR : Association Française de Normalisation
- AMM : Autorisation de Mise sur le Marché
- BSA : Bovine SerumAlbumin (Albumine sérique bovine)
- CMR : (optionnel) Cancérogènes, Mutagènes, Reprotoxiques
- DA : Dermatite Atopique
- DPPH :2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle
- EC<sub>50</sub> : Concentration efficace à 50 %
- EGCG :: Épigallocatechine gallate – un type de catéchine
- Et : al. et alii (et autres) – utilisé pour indiquer plusieurs auteurs
- IA : Indice d'acide
- IC<sub>50</sub> :Concentration inhibitrice à 50 %
- IgE : Immunoglobuline de type E (anticorps impliqué dans les allergies)
- INCI :(optionnel) International Nomenclature of Cosmetic Ingredients
- Is :Indice de saponification
- ISO : International Organization for Standardization
- Kosmos Terme grec signifiant « parure » ou « ordre » (origine du mot cosmétologie)
- L. Linnaeus – auteur du nom botanique (*Punicagranatum* L.)
- ORL : Oto-Rhino-Laryngologie (spécialité médicale : oreilles, nez, gorge)
- P. Punica – utilisé dans le nom scientifique abrégé P. granatum
- pH : Potentiel Hydrogène
- T Lymphocytes T (type de globules blancs du système immunitaire)
- UV : Ultraviolet (spectrophotométrie UV)

## Liste des abréviations

---

---

### Abréviations chimiques et unités

- $C_2H_6O$ :Éthanol
- Ca :Calcium
- $CH_3COOH$  : Acide acétique
- $CHCl_3$  : Chloroforme
- Fe :Fer
- g :Gramme
- HCl :Acide chlorhydrique
- K : Potassium
- KOH : Hydroxyde de potassium
- Mg : Magnésium
- mg : Milligramme
- mL / ml : Millilitre
- N : Azote / ou Normalité selon le contexte
- $Na_2S_2O_3$  : Thiosulfate de sodium
- NaOH : Hydroxyde de sodium
- nm : Nanomètre (longueur d'onde)
- Zn : Zinc
- % : Pourcentage
- $\mu g/mL$  : Microgramme par millilitre

# *Table des matières*

# Table des matières

---

---

## Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

1. Introduction Générale ..... 1

### Chapitre 01

#### Le grenadier

1. Historique ..... 4

2. Description ..... 4

3. Caractéristiques morphologique ..... 4

3.1. Les feuilles..... 4

3.2 Les fleurs..... 5

3.3 Les fruits ..... 6

3.3.1. La baie ..... 6

3.3.2. Les graines ..... 7

3.3.3. L'écorce du fruit..... 7

4. Classification botanique ..... 8

5. Origine géographique ..... 8

6. La composition phytochimique de *Punica granatum*..... 9

7. Utilisation de la grenade..... 10

7.1. Usage médicinal du grenadier..... 10

8. Consommation de la grenade..... 10

9. Propriétés biologiques de *Punica granatum*..... 11

9.1. Activité antioxydante ..... 11

9.2. Effet anti-inflammatoire ..... 11

## Table des matières

---

---

9.3. Propriétés antimicrobiennes .....	11
9.4. Effets anticancéreux .....	11

### Chapitre 02

#### Historique du cosmétique

1. Historiquedu cosmétique .....	14
2. Définition produit cosmétique .....	14
3. Les différentes catégories .....	15
4. La différence entre produits cosmétiques naturels et synthétiques.....	16
4.1. Les produits cosmétiques naturels.....	16
4.2. Les Produits cosmétiques synthétiques.....	16
5. Définition de peau .....	16
6. Les couche de peau(structure) .....	17
6.1. Le derme .....	17
6.2. L'épiderme.....	17
6.3. L'hypoderme .....	18
7. Les différents types de peau.....	18
7.1. La peau sèche .....	18
7.2. La Peau grasse.....	19
7.3. La peau normale.....	19
8. Exemple de maladie de la peau .....	19
8.1. La dermatite atopique (DA) .....	19
8.2. L'acne.....	20

### Chapitre 03

#### Matériel et méthodes

1. Matériel.....	23
1.1. Matériel biologique .....	23
1.1.1. Matériel végétal.....	23
1.1.2. Réactifs chimiques et équipements.....	24
2. Méthodes .....	24

## Table des matières

---

---

2.1. Préparation de macérat huileux.....	24
2.2. Analyse des caractéristiques physico-chimiques des macérat huileux.....	25
2.2.1. Paramètres physiques .....	25
2.2.2. Détermination de l'acidité libre .....	27
2.2.3. Indice de saponification (Is) .....	28
2.2.4. L'indice d'acide (IA).....	29
3. Activité antioxydante.....	30
3.1. Évaluation de l'activité antioxydante (Test de piégeage du radical libre DPPH) .	30
3.2. Activité Antiinflammatoire.....	31
3.1. Évaluation de l'activité anti-inflammatoire.....	31
2.3. Préparation du sèrum.....	32

### Chapitre 04

#### Résultats et discussion

1. Analyse des caractéristiques physico-chimiques .....	35
1.1. La densité.....	35
1.2. Le potentiel hydrogène(pH) .....	35
1.3. La teneur en acidité libre (% d'acide oléique).....	36
1.4. Indice de saponification .....	37
1.5. L'indice d'acide (IA).....	38
2. Activité antioxydante.....	39
3. Activité anti-inflammatoire.....	42
4. Préparation du sèrum .....	43
<b>Conclusion générale</b> .....	45
<b>Références bibliographiques</b> .....	47

# ***Introduction***

# Introduction

---

---

## 1. Introduction Générale

Les plantes médicinales ont toujours occupé une place essentielle dans les traditions thérapeutiques humaines. Depuis les civilisations anciennes, elles ont été employées pour soigner, prévenir les maladies, ou encore améliorer l'apparence physique. De nos jours, l'intérêt pour ces ressources naturelles est ravivé par la volonté croissante de développer des alternatives respectueuses de l'environnement, moins toxiques et plus durables que les composés chimiques de synthèse **(Sofowora et al., 2013)**.

*Punicagranatum L.*, communément appelée grenade, est l'une des plantes médicinales les plus prometteuses en cosmétique et en dermatologie naturelle. Originaires d'Iran et largement cultivées dans les régions méditerranéennes, cette plante est reconnue depuis l'Antiquité pour ses vertus médicinales et est toujours utilisée dans diverses pharmacopées traditionnelles **(Ismail et al., 2012)**. La grenade est riche en composés bioactifs tels que les polyphénols, flavonoïdes, acides ellagiques et anthocyanes, qui lui confèrent de puissantes propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et régénératrices **(Fischer et al., 2011)**.

Cet arbre a été introduit en Algérie et est cultivé dans plusieurs régions du pays, allant des zones du littoral et de la Mitidja jusqu'aux zones subarides, voir même aux portes des zones arides se frayant une place parfois au niveau de certains oasis comme retrouvé à Bechar. D'un point de vue économique, une seule variété a été sélectionnée pour son goût sucré et agréable au palais avec la particularité de ne pas présenter de pépins, c'est la variété « sifri » qui a été implantée pour sa commercialisation, laissant donc les autres variétés se développer de manière sauvage chez l'habitant. La variété sélectionnée « sifri », ne présente pas forcément les meilleures propriétés nutritionnelles ou les meilleurs teneurs en antioxydants. **(Hassen et al., 2021)**

Ces composés phytochimiques ont la capacité de neutraliser les radicaux libres, responsables du vieillissement prématuré de la peau. De plus, les extraits de *Punicagranatum* ont montré une efficacité notable dans la stimulation de la régénération cellulaire, l'amélioration de l'élasticité de la peau et la protection contre les agressions environnementales. Ces qualités font de la grenade un ingrédient de choix dans la formulation de produits cosmétiques naturels, notamment sous forme de sérums, qui sont des soins hautement concentrés à action ciblée.

## Introduction

---

---

Dans le contexte actuel, où les consommateurs recherchent des produits cosmétiques à base d'ingrédients naturels, sûrs, efficaces et respectueux de la peau, l'exploitation scientifique des extraits de *Punicagranatum* apparaît comme une voie innovante. Le recours à des procédés d'extraction douce, comme la macération à froid, permet de préserver l'intégrité des molécules actives, tout en assurant une formulation cosmétique stable et performante.

Dans ce travail, nous nous proposons de développer un sérum innovant à base d'extraits de *Punicagranatum* obtenus par une extraction artisanale, et d'en évaluer les propriétés physico-chimiques et biologiques, en particulier l'activité antioxydante à l'aide du test DPPH Et l'activité anti-inflammatoire.

Ce mémoire s'articule autour de deux grandes parties. La première partie comprend deux chapitres : le chapitre 1 est consacré à *Punicagranatum*, abordant ses caractéristiques botaniques, sa composition chimique, son usage traditionnel ainsi que ses propriétés biologiques ; le chapitre 2 traite des notions générales sur les produits cosmétiques, notamment les principes de formulation, les types de soins dermocosmétiques et les exigences de la cosmétique naturelle.

La seconde partie est expérimentale : elle présente l'évaluation de ses propriétés physico-chimiques, anti-inflammatoires et antioxydants. Ce travail vise à valoriser une ressource végétale locale en proposant un soin dermocosmétique innovant, efficace et potentiellement applicable dans l'industrie cosmétique verte.

# *Chapitre 01*

## *Le grenadier*

## ***Chapitre 01 : Le grenadier***

---

### **1. Historique**

Le grenadier, en tant que plante cultivée, s'est répandu dans toutes les zones méridionales et subtropicales du monde. L'ancien nom sémitique de la grenade était "rimmen", d'où les Arabes ont dérivé "rumman". Le nom portugais "romma" ou "romman" provient de la même racine. Les Romains l'ont initialement appelé "malumpunicum" (pomme punique ou pomme de Carthage), mais c'est le nom "granatum" qui a finalement remplacé la première dénomination. À partir de ces deux mots, "punicum" et "granatum", C. VON LINNÉ a créé le nom botanique actuel "*Punicagranatum*". Dans tous les pays où la langue espagnole est répandue, ce fruit est appelé "granada". Dans le Proche-Orient (Perse, Turquie, Syrie, etc.), en Asie centrale (Turkestan, Afghanistan) et en Inde, la dénomination la plus courante du fruit est "anar" **(Evreinoff,1949)**

Le grenade et son utilisation sont profondément ancrées dans l'histoire humaine, et on en trouve dans de nombreuses cultures humaines anciennes comme aliment et comme remède médical. Malgré cela, la culture de la grenade a toujours été restreinte et généralement considérée comme une culture mineure. Le grenadier a besoin d'une saison longue, chaude et sèche pour produire un bon rendement de fruits de haute qualité. **(Holland et al.,2009)**

### **2. Description**

Le grenadier est un arbre ou arbuste buissonnant de 2 à 5 m de hauteur, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon subspontanée ou cultivée. **(Garnier et al., 1961 ; Huanget al., 2005)**

### **3. Caractéristiques morphologique**

#### **3.1.Les feuilles**

Les feuilles du grenadier renferment des tanins spécifiques, similaires à ceux de la peau du fruit. ils y trouvent également des glycosides d'apigénine, une flavone dotée de propriétés progestérone **(Zandet al., 2000)** et anxiolytiques **(Paladiniet al., 1999 ; Bouzid,2019)** . La composition chimique des feuilles varie selon leur âge : l'azote (N) est présent en quantité moyenne à élevée dans les feuilles d'âge moyen, le potassium (K) est abondant dans les jeunes feuilles, tandis que le calcium (Ca) et le fer (Fe) se concentrent dans les feuilles plus âgées. Dans l'hémisphère nord, pendant les mois de juillet et août qui correspondent aux périodes de floraison et de formation des fruits, les niveaux d'azote et de potassium diminuent considérablement. La teneur en azote continue de baisser pendant

## ***Chapitre 01 : Le grenadier***

---

la maturation des fruits, tout comme celle du magnésium (Mg), du fer (Fe) et du zinc (Zn) (Mundeet *al.*, 1980 ; Parsehet *al.*,2012)



**Figure 1.** Les feuilles du grenadier (Gil M, Tomas – Barberanet *al.*, 2000).

### **3.2.Les fleurs**

Les fleurs du grenadier contiennent diverses substances chimiques également présentes dans d'autres parties de la plante, notamment l'acide gallique qu'on retrouve dans les écorces et l'acide ursolique présent dans les graines. Ces fleurs possèdent très certainement aussi des composés spécifiques et caractéristiques qui leur sont propres (Huang *et al.*, 2005 ; Lansky& Newman., 2007). Des recherches supplémentaires sont actuellement menées pour déterminer précisément la composition chimique de ces fleurs, qui ont par ailleurs une utilisation traditionnelle en ethnomédecine.



**Figure 2.** Les fleurs du grenadier (*Punicagranatum* L.) (Ben yahkemet *al.*, 2018).

### 3.3. Les fruits

#### 3.3.1. La baie

Le fruit du grenadier, la grenade, est une baie sphérique à écorce rigide, caractérisée par un épicarpe cutinisé et résistant. Sa taille, comparable à celle d'une pomme ou d'une orange, varie de 2 à 12 cm de diamètre (Cazin, 1868 ; Zandet *al.*, 2000)

Ce fruit aux couleurs vives présente généralement une teinte rouge éclatante, mais selon les variétés, sa peau peut être blanc jaunâtre, jaune foncé avec des marbrures rouges, ou même violet très intense. La grenade est facilement reconnaissable grâce aux restes persistants du calice qui forment une couronne dentée à son sommet (Bruneton, 1999 ; Paladiniet *al.*, 1999) Son péricarpe épais et coriace n'est pas comestible. Il constitue une écorce dure, de couleur jaune vif à l'intérieur du fruit (Bärtels, 1998 ; Mundeet *al.*, 1981)

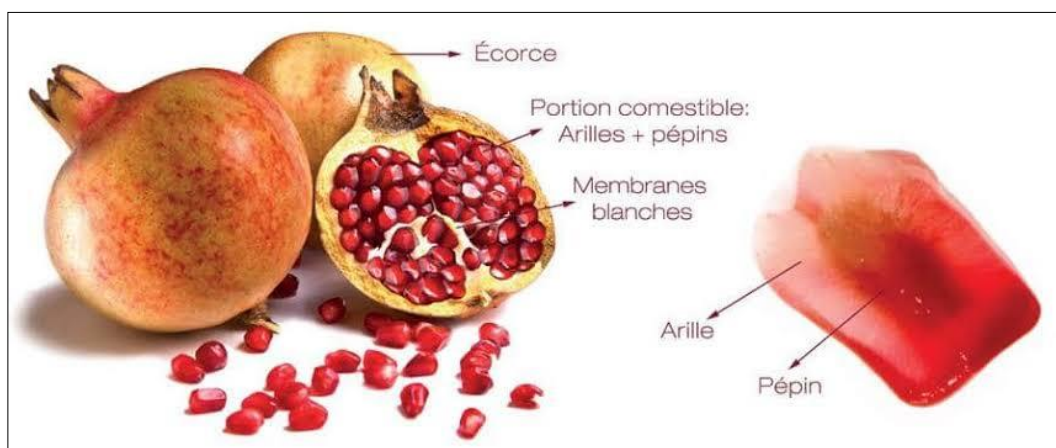
La grenade présente une placentation particulière et hétérogène [BEZANGER]. Après la fécondation, le tube du calice s'allonge, ce qui positionne les carpelles externes au-dessus des autres. Le fruit se compose ainsi de deux rangées de loges superposées : la rangée inférieure avec une placentation axile, et la rangée supérieure avec une placentation pariétale (Garnier *et al.*, 1961 ; Huang *et al.*, 2005)



**Figure 3.** Les fruits du grenadier (*Punicagranatum* L.)

### 3.3.2. Les graines

La baie du grenadier contient de nombreuses graines réparties dans différentes loges séparées par de fines membranes délicates. Chaque graine est entourée d'un mésocarpe charnu et gélatineux, qui présente une saveur à la fois acidulée et sucrée. Cette enveloppe pulpeuse constitue la partie comestible du fruit. (Bartels, 1998 ; Mundeet al., 1981)



**Figure 4.** La grenade et ses différentes parties (Ángel&Carbonell, 2017)

### 3.3.3. L'écorce du fruit

L'écorce du fruit du grenadier, également connue sous le nom de malicorium, constitue la partie rigide du fruit. Elle est principalement utilisée après séchage, se présentant sous forme de fragments brunâtres ou vert-rougeâtres à l'extérieur, légèrement verruqueux et luisants. Sa face intérieure concave est de couleur jaunâtre et porte souvent l'empreinte des graines qui y étaient attachées. Ces morceaux d'écorce ont une consistance

## Chapitre 01 : Le grenadier

---

---

coriace. Leur structure est composée d'un parenchyme de cellules à parois minces, parsemé de groupes de cellules pierreuses et de faisceaux fibro-vasculaires. (Planchon & Collin, 1875 ; Aviramet *al.*, 2001). Au goût, l'écorce de grenade se caractérise par une saveur amère et astringente. (Planchon & Collin, 1875 ; Aviramet *al.*, 2001).

### 4. Classification botanique

La grenade est une plante originaire d'Afrique du Nord et du Caucase. Les montagnes sont largement répandues dans tout le sud des États-Unis. Le nom de grenade vient du latin – Pomum = qui signifie pomme et « granatus = qui signifie plein de graines. Le nom botanique est dérivé du vieux français ; Grenade – Pomme grenade. Elle appartient à la famille des Lythracées. (Kumari *et al.*, 2012 ; Rahimi *et al.*, 2012)

Tableau 1. Classification botanique *P.granatum*

Nom botanique	<i>Punicagranatum</i>
Règne	Plante(Angiospermes)
Ordre	Myrtales
Famille	Lythraceae
Genre	Punica
Espèce	<i>P.granatum</i>

### 5. Origine géographique

Origine géographique et répartition de la grenade La grenade (*Punicagranatum* L.) est l'un des premiers fruits domestiqués, cultivé depuis des temps immémoriaux. Originnaire d'Iran et des pays voisins, elle s'est progressivement développée en Asie centrale, jusqu'à l'Himalaya, l'Eyalet d'Anatolie, le Moyen-Orient et la région méditerranéenne. Elle prospère également en Arizona et en Californie, et a été cultivée dans le bassin méditerranéen, en Asie du Sud et au Moyen-Orient ; Kandahar, en Afghanistan, est réputée pour la qualité de ses grenades. Aujourd'hui, la grenade est cultivée dans la plupart des

## Chapitre 01 : Le grenadier

régions du monde, notamment en Iran, en Espagne, en Italie, en Afghanistan, en Amérique, en Inde, en Chine, en Russie, en Ouzbékistan, au Maroc et en Grèce. L'Iran est l'un des plus grands producteurs de grenade au monde. En Iran, les provinces de Markazi, Yazd, Fars, Khorasan et Kerman affichent les taux de production les plus élevés (**Rahimi et al.,2012**)

### 6. La composition phytochimique de *Punicagranatum*

la grenade le « fruit du paradis ». détient une position traditionnelle et bénéficie d'un intérêt renouvelé sans précédent de la part des chercheurs et des consommateurs. Les écorces de ce fruit possèdent un potentiel curatif non négligeable, grâce à leur contenu riche en composés bioactifs (**Beuzid, 2019**)(Tableau 2)

**Tableau 2.**Composition phytochimique de *Punicagranatum*L.(**Parsehet al., 2012**).

Composant de l'usine	Constituantes
Jus de Grenade	Anthocyanes, glucose, acide ascorbique, acide ellagique, acide gallique; caféique acide; catéchine, EGCG, quercétine, rutine; nombreux minéraux, notamment fer; acides aminés
Huile de graines de grenade	Acide punique à 95%; d'autres constituants, y compris l'acide ellagique; les acides gras; stérols
Péricarpe de grenade (écorce)	Punicalagines; acide gallique et autres acides gras; catéchine, EGCG; quercétine, rutine et autres flavonols; flavones, flavonones; anthocyanidines
Feuilles de grenade	Tanins (punicaline et punicafoline); et des glycosides de flavones, y compris lutéoline et apgénine
Fleurs de grenade	Acide gallique, acide ursolique ; triterpénoïdes, y compris l'acide maslinique et asiatique; autres constituants non identifiés
Racines et écorce de grenade	les ellagitannins, y compris la punicaline et la punicalagine; nombreux pipéridine alcaloïdes

### **7. Utilisation de la grenade**

#### **7.1. Usage médicinal du grenadier**

Le grenadier [*Punicagranatum*] est une plante qui a été utilisée dans la médecine traditionnelle depuis des centaines d'années. Son large éventail de vertus curatives lui a conféré le statut de remède universel dans plusieurs cultures.

Dès le huitième siècle avant Jésus-Christ, les Égyptiens employaient l'écorce de grenade pour ses vertus antiparasitaires. La médecine traditionnelle d'Égypte la reconnaissait comme un vermifuge, tirant parti de l'effet astringent des tanins contenus dans l'écorce, les fleurs et les fruits du grenadier. Par conséquent, les tanins issus des fruits acides étaient recommandés comme antipyrétiques et antiémétiques, tandis que ceux dérivés des fruits sucrés étaient utilisés comme adoucissants pour la toux (**Reddy *et al.*, 2007**)

L'arbuste possède de multiples applications dans le domaine médical et cosmétique :

Les fleurs permettent de teindre les cheveux, les feuilles et les fleurs sont utilisées pour concocter des gargarismes, l'écorce des fruits a un effet astringent et les racines fraîches possèdent des vertus toniques qui assistent dans la gestion des affections gastro-intestinales graves. Le fruit délicieux génère d'importantes quantités de jus de refroidissement (**Clay *et al.*, 1987**).

### **8. Consommation de la grenade**

Le fruit de la grenade est largement apprécié dans divers endroits du globe, y compris le bassin méditerranéen, le Proche-Orient, les États-Unis et certaines zones d'Europe. Les fruits de grenade en entier et le jus obtenu sont consommés comme nourriture. Valorisées pour leur richesse nutritive, que ce soit comme fruits frais ou sous forme de jus, et aussi pour leur application dans l'industrie. Approximativement 80% du jus est issu des arilles, alors que les graines, qui peuvent être quelquefois ligneuses, constituent environ 20% de la composition globale. Il est possible d'incorporer les graines de grenade dans des mélanges de fruits ou les utiliser pour confectionner des sorbets.

En Algérie, ils utilisent aussi les graines pour confectionner une spécialité douce appelée seffa algérienne à la grenade (Mesfouf), un couscous sucré (**Clay *et al.*, 1987**).

### **9. Propriétés biologiques de *Punicagranatum***

#### **9.1. Activité antioxydante**

*Punicagranatum* est largement reconnue pour sa capacité antioxydante grâce à la richesse de ses composés phénoliques, notamment les ellagitanins, l'acide ellagique et les flavonoïdes. Ces substances permettent de neutraliser les radicaux libres, réduisant ainsi le stress oxydatif, facteur clé dans l'apparition de nombreuses maladies chroniques (**Reddy *et al.*, 2007**). Selon **Lansky et Newman (2007)**, les extraits de grenade affichent une activité antioxydante comparable, voire supérieure, à celle de l'acide ascorbique, en particulier ceux provenant de l'écorce.

#### **9.2. Effet anti-inflammatoire**

Des recherches ont démontré que les extraits de grenade peuvent inhiber la production de cytokines pro-inflammatoires telles que TNF- $\alpha$  et IL-6, en modulant des voies de signalisation comme NF-KB (**González-Trujano *et al.*, 2015**). Cette propriété est principalement due à la présence de punicalagines et d'acide ellagique, conférant à *Punicagranatum* un potentiel thérapeutique dans le traitement des maladies inflammatoires chroniques (**Rahimi, Arastoo, & Ostad, 2012**).

#### **9.3. Propriétés antimicrobiennes**

*Punicagranatum* possède également des propriétés antimicrobiennes notables. Les extraits de ses différentes parties (écorce, graines, jus) ont montré une efficacité contre plusieurs bactéries Gram-positives et Gram-négatives, ainsi que des champignons pathogènes (**Reddy *et al.*, 2007**). L'effet antimicrobien est attribué à la capacité des flavonoïdes et des tanins à perturber les membranes cellulaires des micro-organismes, entraînant leur inhibition ou leur mort cellulaire (**Lansky & Newman, 2007**).

#### **9.4. Effets anticancéreux**

Les extraits de grenade ont montré leur capacité à inhiber la croissance des cellules cancéreuses, à induire l'apoptose et à inhiber l'angiogenèse. Ces effets sont particulièrement attribués aux ellagitanins, aux punicalagines et à l'acide ellagique (**Lansky & Newman, 2007**). De plus, ces composés peuvent moduler des voies de

## ***Chapitre 01 : Le grenadier***

---

signalisation cellulaires comme PI3K/Akt et mTOR, impliquées dans le développement tumoral (**Rahimi *et al.*, 2012**).

### **5. Effets cardiovasculaires**

La consommation de jus de grenade est associée à une réduction significative de la pression artérielle systolique, de l'oxydation des lipoprotéines LDL, et de l'athérosclérose. Ces effets sont attribués aux anthocyanines et à l'acide punique présents dans le fruit (**Aviram&Dornfeld, 2001**). Cette activité cardiovasculaire protectrice positionne *Punicagranatum* comme un complément nutritionnel bénéfique dans la prévention des maladies cardiovasculaires (**Rahimi *et al.*, 2012**).

# *Chapitre 02*

## *Historique du cosmétique*

## ***Chapitre 02 : Historique du cosmétique***

---

### **1. Historique du cosmétique**

L'usage de produits cosmétiques, de parfumerie et d'articles de soins corporels a des origines remontant aux périodes égyptiennes, grecque et romaine. Quelques illustrations de l'histoire. L'homme de Neandertal applique sur son visage des couleurs rouges, brunes et jaunes issues de l'argile, de la terre et de l'arsenic. Ils utilisent des os pour faire des boucles dans les cheveux. Le maquillage, les tatouages et les embellissements transmettent l'information sociale indispensable (**Kumar,2005**).

L'usage de la cosmétique remonte à des civilisations anciennes. Des indices de cosmétique remontent à l'époque de la Haute Égypte, notamment dans les flacons retrouvés parmi les objets funéraires. Dans le musée du Caire, un vase attribué au Pharaon Aménophis (environ -1400) renfermait du kohl. Bien que le kohl soit connu depuis l'époque de la Haute Égypte, c'est l'huile d'amande douce qui a été utilisée par les Romains depuis l'Antiquité. (**Chikhouné, 2012**).

### **2. Définition produit cosmétique**

Le terme cosmétologie tire son origine du grec « kosmos », qui se traduit par « parure ». Il s'agit donc de la science et de l'art d'améliorer les apparences. La cosmétologie est l'étude scientifique des produits de soin et d'hygiène. Cela touche à leur composition, leur production et la démonstration de leur efficacité. Elle vise à embellir, préserver et défendre la peau. L'esthétique regroupe toutes les méthodes à disposition pour servir la beauté. (**Rambaud,2023**).

Selon la définition de l'article L.5131-1 du Code de la Santé Publique, un cosmétique est décrit comme « toute substance ou mélange destiné à être appliqué aux différentes parties superficielles du corps humain, y compris l'épiderme, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes, ou sur les dents et les muqueuses buccales, dans le but exclusif ou principal de les nettoyer, de les parfumer, d'altérer leur apparence, de les préserver en bon état ou d'atténuer les odeurs corporelles ». Un cosmétique n'est donc pas un produit conçu pour prévenir ou traiter une maladie humaine, ni destiné à être administré par voie interne (**Mathieu,2007**).

## Chapitre 02 : Historique du cosmétique

---

---

### 3. Les différentes catégories

Dans ce règlement européen, il est possible d'identifier, grâce aux Annexes, une liste des catégories des produits cosmétiques.

**Tableau 3.** Résume les différentes catégories de produits cosmétiques

<b>Catégorie</b>	<b>Produits</b>
<b>Soins de la peau</b>	Crèmes, émulsions, lotions, gels et huiles pour la peau (mains, visage, pieds)
<b>Masques de beauté</b>	Masques de beauté
<b>Maquillage</b>	Fonds de teint (liquides, pâtes, poudres), poudres pour maquillage
<b>Savons et déodorants</b>	Savons de toilette, savons déodorants
<b>Parfums et eaux de toilette</b>	Parfums, eaux de toilette et eaux de Cologne
<b>Préparations pour le bain</b>	Sels, mousses, huiles, gel pour le bain et la douche
<b>Dépilatoires</b>	Produits pour enlever les poils
<b>Déodorants et antiperspirants</b>	Produits pour prévenir la transpiration et les odeurs corporelles
<b>Soins capillaires</b>	Colorants capillaires, produits pour l'ondulation, le défrisage et la fixation
<b>Produits d'entretien capillaire</b>	Lotions, crèmes, huiles pour les
<b>Produits de coiffage</b>	Lotions, laques, brillantines
<b>Produits de rasage</b>	Savons, mousses, lotions et autres produits pour le rasage
<b>Maquillage et démaquillage</b>	Produits pour le maquillage et le démaquillage du visage et des yeux
<b>Produits pour les lèvres</b>	Produits pour les lèvres
<b>Soins intimes externes</b>	Produits pour les soins intimes externes
<b>. Produits solaires</b>	Produits solaires, produits de bronzage sans soleil
<b>Produits pour blanchir la peau</b>	Produits pour blanchir la peau
<b>Produits antirides</b>	Produits pour prévenir les rides

## **Chapitre 02 : Historique du cosmétique**

---

Cette annexe permet d'orienter le classement des produits dans la catégorie des cosmétiques ou non, et délimite un champ d'application de ces derniers. Elle peut servir pour aider à savoir si pour un produit il s'agit d'un médicament ou d'un cosmétique (Montagnat-Rentier, 2014).

### **4. La différence entre produits cosmétiques naturels et synthétiques**

#### **4.1. Les produits cosmétiques naturels**

Cosmétique contenant des ingrédients naturels dans une proportion allant de l'infiniment petit à 100 %. (Carimentrand & Ballet., 2008). Un produit cosmétique naturel minimise l'emploi d'ingrédients chimiquement transformés, privilégiant des méthodes de transformation traditionnelles moins nuisibles pour l'environnement, comme la distillation. Face à cette confusion, divers organismes de certification proposent leur propre attestation naturelle en se basant sur leurs propres critères (Lacharme, 2011).

#### **4.2. Les Produits cosmétiques synthétiques**

Un produit cosmétique a une action physiologique sur l'épiderme ou les muqueuses d'une personne en bonne santé. Contrairement aux médicaments, les produits cosmétiques ne nécessitent pas d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) (Carimentrand & Ballet., 2008). Les producteurs ou représentants ont le devoir de soumettre une documentation pour toute production de nouveaux cosmétiques, qui est nettement moins volumineuse et beaucoup plus brève à élaborer qu'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). De plus, les producteurs s'engagent à ne pas recourir à des substances non désirées telles que les silicones artificielles, les fragrances synthétiques, les colorants et pigments synthétiques, les conservateurs trop puissants, les matières premières non renouvelables comme les huiles minérales, ni aux composants issus de procédés de fabrication peu respectueux de l'environnement et les matières premières supposant la mort d'un animal (Baureset *al.*, 2009)

### **5. Définition de peau**

La peau humaine est un organe pleinement intégré à l'ensemble des grandes fonctions du corps humain. Constituée de plusieurs couches de tissus, elle enveloppe et protège l'ensemble du corps. Cet organe représente environ le tiers du poids corporel et entretient une relation étroite et privilégiée avec le système nerveux, permettant la transmission des stimuli liés au toucher et à la sensibilité. Elle est ainsi considérée à la fois comme un

## **Chapitre 02 : Historique du cosmétique**

---

---

capteur, un couloir de communication et un « cerveau périphérique ». De l'extérieur vers l'intérieur, la peau est composée de l'épiderme, du derme et de l'hypoderme (**Amatet al.,2009**)

### **6. Les couche de peau(structure)**

#### **6.1.Le derme**

Le derme est principalement constitué de la matrice extracellulaire, dont les composants majoritaires sont les collagènes et le réseau de fibres élastiques. Cette matrice assure un rôle de soutien dans le maintien de l'intégrité structurelle du tissu ainsi que dans les interactions intermoléculaires et cellules/matrice. Elle agit également comme médiateur dans les fonctions cellulaires importantes telles que la migration, la prolifération et la différenciation cellulaire. (**Gasser & Bouzoud.,2009**)

Le derme est structuré en deux strates distinctes :

- Le derme papillaire, qui constitue la couche supérieure, est caractérisé par sa richesse en terminaisons nerveuses et son interaction constante avec l'épiderme, dont il est séparé par la jonction dermo-épidermique.
- Le derme réticulaire, représentant les couches moyenne et profonde, est un tissu conjonctif dense formé d'un réseau de fibres élastiques. Il renferme de petits nerfs, les follicules pilo-sébacés, ainsi que les glandes sudorales.

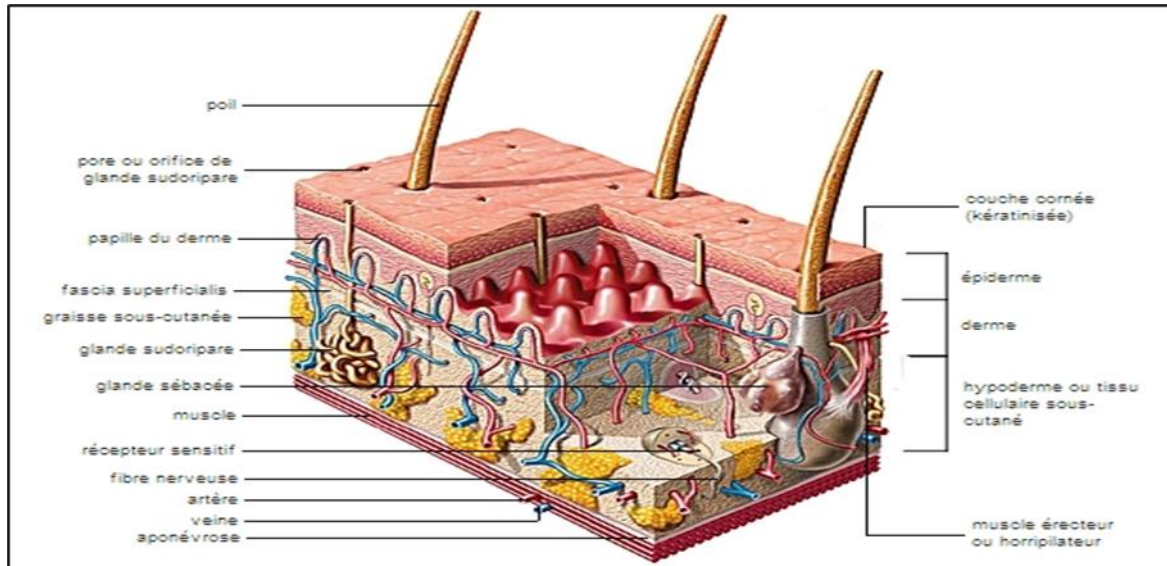
#### **6.2.L'épiderme**

L'épiderme est un épithélium pavimenteux stratifié et kératinisé, constitué de quatre couches distinctes organisées de la profondeur vers la superficie.

- **La couche basale (ou germinative)** : Il s'agit de l'assise la plus profonde, composée d'une unique strate de cellules appelées kératinocytes. Ces cellules sont étroitement unies et jouent un rôle fondamental dans le renouvellement constant de l'épiderme, un processus qui s'effectue en 28 jours environ.
- **La couche muqueuse (ou corps de Malpighi)** : Située au-dessus de la couche basale, elle est formée de plusieurs assises de kératinocytes volumineux.
- **La couche granuleuse** : Cette couche est constituée de deux à trois assises de kératinocytes qui se caractérisent par l'absence de noyau (anucléées).

## Chapitre 02 : Historique du cosmétique

- **La couche cornée** : C'est la couche la plus superficielle et elle est d'une importance capitale. Elle est composée de cellules mortes et aplaties, gorgées de kératine et disposées de manière ordonnée pour former des écailles. Cette structure particulière



**Figure 5.** Confère à l'épiderme sa fonction de barrière protectrice efficace contre les agressions extérieures (Belhoula.,2022)

### 6.3.L'hypoderme

L'hypoderme, également désigné comme la couche sous-cutanée, est un tissu adipeux qui se situe directement sous le derme. Sa structure est caractérisée par des lobes, eux-mêmes divisés en plus petites unités appelées lobules graisseux. L'hypoderme sert de passage aux vaisseaux sanguins et aux nerfs qui se dirigent vers le derme. L'épaisseur et l'abondance de ce tissu adipeux varient considérablement en fonction des habitudes alimentaires d'un individu, de la région spécifique du corps, ainsi que du sexe (Mansour& Djaalab.,2022)

## 7. Les différents types de peau

### 7.1.La peau sèche

La peau sèche est caractérisée par un manque de lipides, c'est-à-dire de sébum, ce qui favorise l'évaporation de l'eau. Elle nécessite donc d'être nourrie avant d'être hydratée, et il ne faut pas la confondre avec une peau déshydratée. La sécheresse cutanée apparaît fréquemment sur le visage, les jambes et les mains, et se manifeste par :

## **Chapitre 02 : Historique du cosmétique**

---

- Une texture rêche au toucher.
- Une tendance à desquamer, c'est-à-dire à peler facilement.
- Une sensibilité accrue aux variations climatiques (chaleur, froid, vent, etc.).
- Avec l'âge, la peau sèche tend à développer de nombreuses rides fines  
(Meynadier.,2019)

### **7.2.La Peau grasse**

La peau grasse est liée à une production excessive de sébum, appelée hypersécrétion sébacée ou séborrhée, ce qui augmente la proportion de lipides dans le film hydrolipidique de surface. Ce déséquilibre est principalement causé par des facteurs hormonaux. La peau grasse se localise surtout sur la zone médio-faciale (front, nez, menton), où les glandes sébacées sont les plus nombreuses et les plus développées.

Il existe deux formes de peau grasse :

- **Peau grasse à séborrhée fluente** : elle présente un aspect luisant, mais peu d'imperfections, car le sébum, fluide, s'écoule facilement à la surface de la peau.
- **Peau grasse à séborrhée rétentionnelle** : elle n'est pas brillante, mais le sébum, épais et cireux, reste bloqué dans le canal pileux obstrué par une hyperkératinisation, ce qui provoque des imperfections (Canalblog.s.d)

### **7.3.La peau normale**

Se caractérise par un équilibre entre hydratation et production de sébum : elle n'est ni grasse, ni sèche. Cette condition cutanée se traduit par une sensation de confort, une absence de brillance et de tiraillements, ainsi qu'une bonne tolérance aux variations thermiques. Fréquemment, cet état de peau est le résultat d'un mode de vie sain et équilibré. En ce qui concerne le visage, la peau normale nécessite une quantité limitée de produits cosmétiques (Boucherkit,s.d)

## **8. Exemple de maladie de la peau**

### **8.1.La dermatite atopique (DA)**

Est une dermatose inflammatoire chronique de la peau, résultant de l'activation de lymphocytes T spécifiques d'antigènes protéiques, qu'ils soient environnementaux (dans

## **Chapitre 02 : Historique du cosmétique**

---

les DA extrinsèques, souvent associées à une hyper-IgE) ou issus du soi (dans les DA intrinsèques) (Heninno, Bérard, & Nicolas, 2005). Sa physiopathologie, proche de celle de la dermatite allergique de contact, implique les cellules dendritiques, les lymphocytes T, les cytokines de type 1 et 2, ainsi que des chimiokines inflammatoires. Classiquement considérée comme une manifestation cutanée de l'atopie – un état génétiquement déterminé se traduisant par des atteintes respiratoires, ORL, digestives et cutanées, la DA se caractérise par une réponse immunitaire humorale (IgE) et cellulaire (lymphocytes T) dirigée contre des allergènes appelés atopènes. L'eczéma est sa forme la plus représentative, reposant sur un mécanisme d'hypersensibilité retardée (**Heninnoet al., 2005**). La DA est également la pathologie inflammatoire cutanée chronique la plus fréquente chez l'enfant. Si une majorité présente une forme légère avec rémission progressive, un sous-groupe d'enfants montre une forme sévère, précoce, persistante et souvent associée à l'asthme et à des sensibilisations allergéniques, représentant potentiellement le premier stade de la marche atopique(**Amat et al., 2018**).



**Figure 6.**La dermatite atopique (DA)

### **8.2.L'acne**

L'acné, pathologie inflammatoire chronique aux causes multiples et intriquées, se présente comme un désordre du follicule pilo-sébacé. Sa physiopathologie, dont la compréhension s'affine continuellement grâce aux outils modernes de la recherche (modèles expérimentaux, biologie moléculaire, cultures cellulaires et génétique) (Auffret, 2010), est notamment marquée par une production excessive de sébum, jouant un rôle central dans son apparition. Interviennent également une kératinisation excessive au niveau

## ***Chapitre 02 : Historique du cosmétique***

---

---

de l'infundibulum du pore sébacé, bloquant le drainage normal du sébum, la multiplication de bactéries anaérobies comme *Propionibacterium* acnes, et une réponse inflammatoire localisée (Vexiau&Chivot, 2025) (Amat., 2002)

# *Chapitre 03*

## *Matériel et méthodes*

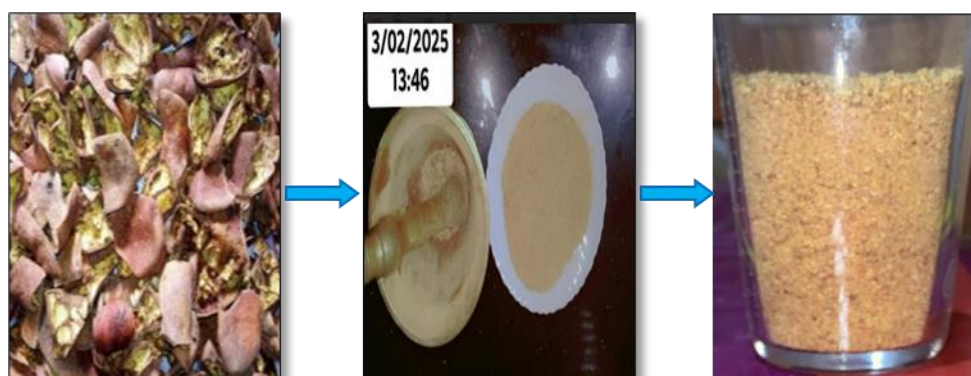
L'étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de Biologie de l'université Abbés Laghrour – Khenchela.

## 1. Matériel

### 1.1. Matériel biologique

#### 1.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte l'écorce de fruit de *Punicagranatum*L. Les fruits ont été récoltés au mois de novembre au niveau de la commune d'Ensigna, Wilayade Khenchela, en Algérie. 2 kg de fruits frais ont été pelés, nous a permis de l'obtention de 250g d'écorce. Nous les avons séchées à l'air libre (à l'ombre et à l'abri du soleil à une température ambiante), pour préserver le maximum de l'intégrité des molécules, pendant environ deux mois. L'écorce séchée est broyée jusqu'à l'obtention d'une poudre. La poudre est stockée dans des récipients en verre, jusqu'à son utilisation dans le présent travail.



**Figure 7.**Écorce de grenade séchée et la poudre d'écorce après broyage (Photo personnelle).

### 1.1.2. Réactifs chimiques et équipements

Le tableau (4) représente les réactifs chimiques et les instrumentations utilisés :

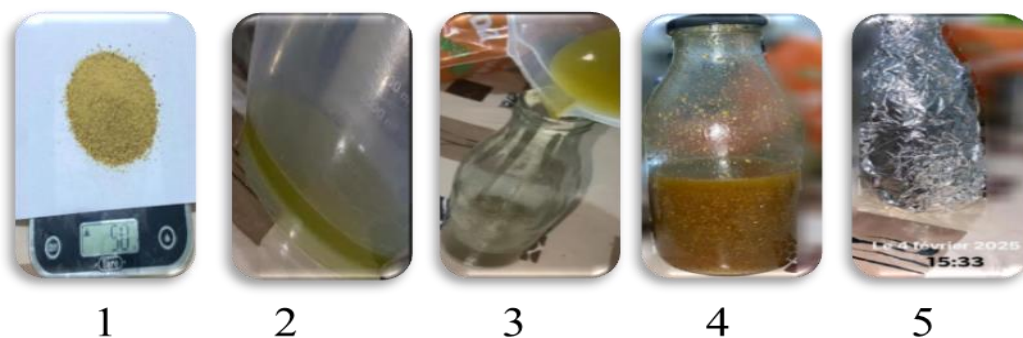
**Tableau 4.** Réactifs chimiques et instrumentations utilisés.

Réactifs chimiques et solvants	Matériel	Appareillage utilisé
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éthanol C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O</li> <li>• Eau distillée</li> <li>• Acide chlorhydrique HCL</li> <li>• L'hydroxide de potassium</li> <li>• Hydroxyde de sodium NaOH</li> <li>• Phénolphaléine C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub></li> <li>• Acide chlorhydrique HCl</li> <li>• Acide acétique CH<sub>3</sub>COOH</li> <li>• Chloroforme CHCl<sub>3</sub></li> <li>• Amidon</li> <li>• Thiosulfate de sodium Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> <li>• 2'-diphényle-1-picrylhydrazyl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bécher</li> <li>• Spatule</li> <li>• Fiole jaugée</li> <li>• Tubes à essaiSupport</li> <li>• Barreau Magnétique</li> <li>• Entonnoir</li> <li>• Ballon à fond rond</li> <li>• Cristallisoir</li> <li>• Flacons</li> <li>• Montier et pilon</li> <li>• Micropipette</li> <li>• Pipette graduée</li> <li>• Les embout en Plastique ,jaune,bleu</li> <li>• Tube Eppendorf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance (KERN PCB)</li> <li>• Agitateur magnétique (SCIOLOGEX)</li> <li>• Balance analytique (OHAUS)</li> <li>• Plaque chauffante (LabTech)</li> <li>• Vortex (VELP)</li> <li>• Spectrophotomètre (spectrum SP-UV 2005)</li> </ul>

## 2. Méthodes

### 2.1.Préparation de macérat huileux

La préparation de macérat huileux, on avait commencé par peser 50 grammes de poudre de grenade. Ensuite, on avait mesuré 500 ml d'huile d'olive de qualité. Il avait été essentiel de nettoyer minutieusement un flacon en verre afin de garantir une stérilisation adéquate. Une fois le flacon prêt, on y avait ajouté l'huile et la poudre de grenade, en veillant à bien mélanger le tout. Pour assurer une conservation optimale de l'extrait, on avait fermé hermétiquement le flacon en l'enveloppant dans du papier d'aluminium, puis on avait placé au réfrigérateur pendant 21 jours. Enfin, pour obtenir l'huile filtrée, on avait utilisé un morceau de tissu afin d'éliminer les résidus de grenade.



✓ *Après 21 jours :*



**Figure 8.** Les étapes de Préparation de macérât huileux de grenade (Photo personnelle).

## 2.2. Analyse des caractéristiques physico-chimiques des macérât huileux

### 2.2.1. Paramètres physiques

#### A. Profil d'huile

Le liquide de couleur légèrement jaune elle se présente sous une texture un peu épaisse.

#### B. Le potentiel hydrogène (pH)

La mesure du pH a été réalisée afin d'évaluer la compatibilité cutanée du macérât à base d'huile de grenade et de l'huile d'olive pure. Pour chaque échantillon, un volume de 10 mL a été prélevé, puis mélangé à 90 mL d'eau distillée afin de former une émulsion aqueuse, indispensable à la mesure du pH des substances huileuses. Les mélanges ont été agités manuellement pour obtenir une dispersion homogène. Le pH a ensuite été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique préalablement calibré avec des solutions tampons de pH 4,00 et 7,00. L'électrode, rincée à l'eau distillée entre chaque mesure, a été immergée dans chaque échantillon, et la valeur du pH a été relevée après stabilisation. Chaque mesure a été effectuée en triple, et la moyenne a été calculée afin de garantir la fiabilité des résultats.

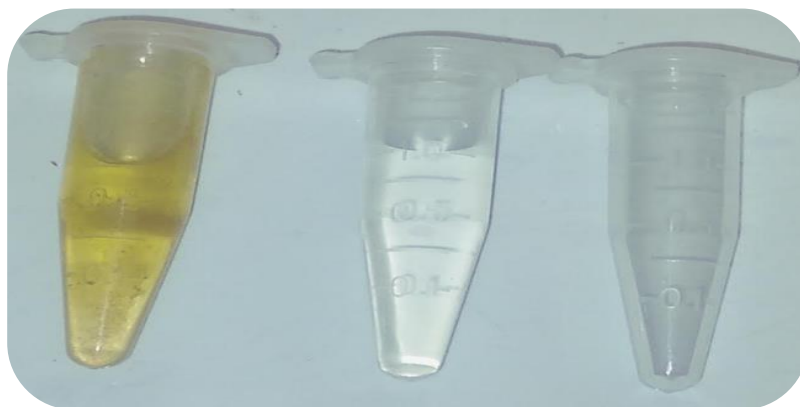
Le macérât a ainsi présenté un pH de 4,91, tandis que l'huile d'olive pure a affiché un pH de 4,86, des valeurs compatibles avec le pH physiologique de la peau humaine.

### **C. La densité**

On appelle densité le rapport entre la masse d'un certain volume de corps gras et la masse d'un même volume d'eau. La masse volumique permet de renseigner sur le groupe auquel appartient une huile. Il est à noter que la densité doit toujours être inférieure à 1. Elle dépend non seulement du taux d'insaturation, mais aussi du degré d'oxydation ou de polymérisation, car la densité augmente avec l'accroissement de ces phénomènes (Louni, 2009).

#### **a. Principe**

Le principe repose sur la mesure de la masse, à température ambiante d'un volume de corps gras, présente dans le pycnomètre préalablement calibré à la même température. On peut la mesurer en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre.



**Figure 9.** Capsules remplies d'eau et d'huile.

#### **b. Mode opératoire**

Dans le cadre de cette étude, trois capsules en plastique identiques en termes de taille, de poids et de forme ont été utilisées afin de garantir l'uniformité des conditions expérimentales. La première capsule a été remplie avec de l'eau distillée, la deuxième avec de l'huile de grenade, tandis que la troisième a été laissée vide pour servir de témoin. Chaque capsule a ensuite été pesée séparément à l'aide d'une balance de précision, dans le but de comparer les masses et d'analyser l'influence du contenu sur le poids total des capsules.

### c. Expression des résultats

La densité est calculée par la formule suivante (Wolf, 1968)

$$D = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1}$$

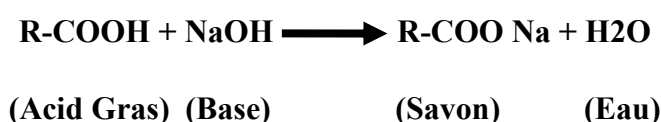
- P1: poids en gramme de la capsule vide.
- P2: poids en gramme de la capsule remplie d'eau distillée.
- P3: poids en gramme de la capsule remplie d'huile.

#### 2.2.2. Détermination de l'acidité libre

La concentration en acides gras libres dans une huile de grenade est appelée acidité libre, ces AG découlent de la décomposition des triglycérides. Traditionnellement, elle est quantifiée en pourcentage d'acide oléique. C'est un critère essentiel dans l'appréciation de sa qualité (Bouhadjra, 2011).

Par définition l'indice d'acide correspond au nombre de milligrammes de potasse (KOH) ou (NaOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans un gramme de corpsgras.

Le principe de la détermination de l'acidité d'une huile consiste à un dosage acido-basique correspondant à la neutralisation selon la réaction ci-contre :



#### Mode opératoire

L'acidité libre de chaque huile a été déterminée selon la norme officielle de l'Organisation

Internationale de Normalisation (ISO 660, 1996) :

Environ 10 g d'huile avaient été introduits dans un erlenmeyer. On ajouta un volume de 50 mL d'un mélange d'alcool et d'éther, dans des proportions égales. Le mélange fut ensuite chauffé sur une plaque chauffante agitante afin d'obtenir une solution homogène. Par la suite, 1 mL d'indicateur de phénolphaléine fut ajouté. La solution fut titrée avec une

solution aqueuse de soude (NaOH) à 0,1 N, et le titrage se poursuit jusqu'à l'obtention d'un point final rose pâle.

L'acidité libre a ensuite été exprimée en pourcentage d'acide oléique libre selon la formule :

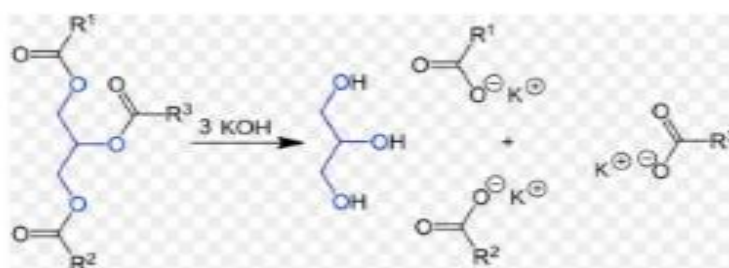
$$\text{Acidité}\% = (V \times C \times M) / (10 \times m) \times 100$$

- V : est le volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé,
- C : est la concentration exacte, en moles /litre, de la solution titrée de KOH utilisé,
- M : est le poids molaire, en g/mole, de l'acide oléique adopté pour l'expression du résultat (= 282),
- m : est la prise d'essai en grammes.

### 2.2.3. Indice de saponification (Is)

#### a. principe

L'indice de saponification de l'huile (Is) se définit comme le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour saponifier un gramme de matière grasse. Ce paramètre a été déterminé suivant le protocole décrit par la norme NF T 60-206 (AFNOR ; 1984).



**Figure 10.** La réaction chimique de saponification.

#### b. Mode opératoire

De notre étude, nous avons pesé 4 g d'huile et les avons placés dans un ballon avant d'y ajouter 50 ml de potasse alcoolique à 0,5 N. L'ensemble a ensuite été transféré dans un chauffe-ballon équipé d'un réfrigérant. Nous avons maintenu le mélange à ébullition dans la plage de 60 à 70 °C pendant une heure. Après le refroidissement, nous avons ajouté 2 à 3

gouttes de phénolphtaléine au mélange. Nous avons ensuite procédé à une titration avec une solution d'acide chlorhydrique à 0,5 N, en ajoutant l'acide jusqu'à ce que la couleur rose disparaisse, indiquant la fin de la réaction, et que la couleur initiale du mélange réapparaisse. Nous avons également réalisé un essai à blanc dans les mêmes conditions expérimentales, sans l'huile, afin de comparer les résultats obtenus.

### c. Expression des résultats

L'indice de saponification est donné par la formule suivante :

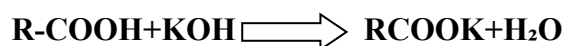
$$I_s = (V_0 - V) \times N \times 56,1 / P \times 100$$

- P : la masse en gramme de la prise d'essai.
- N : Normalité de l'acide chlorhydrique.
- V<sub>0</sub> : le nombre de millilitres d'acide chlorhydrique utilisé dans l'essai à blanc.
- V : le nombre de millilitres d'acide chlorhydrique utilisé dans l'essai avec l'huile.

#### 2.2.4. L'indice d'acide (IA)

##### a. principe

L'indice d'acide exprime le nombre de mg d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres présents dans un 1gd'huile (**Mahboub ; 2019**).



Correspond au nombre de mg d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1g de corps gras.

##### b. Mode opératoire

La méthode ISO 660 :1996 (Organisation internationale de normalisation, 1996) a été utilisée pour déterminer l'indice d'acide. Près de 2 g d'huile ont été combinés à 10 ml d'éthanol, puis deux gouttes de phénolphtaléine ont été ajoutées. Le mélange a été chauffé jusqu'à ébullition pendant environ cinq minutes, puis il a été titré avec du KOH à 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une teinte rose pâle.

Le calcul de l'indice d'acide s'est effectué en utilisant l'équation ci-dessous :

$$\text{Indice d'acide} = (V \times N \times 56.1) / m$$

### 3. Activité antioxydante

#### 3.1. Évaluation de l'activité antioxydante (Test de piégeage du radical libre DPPH)

L'activité antioxydante des huiles a été évaluée à l'aide de la méthode du radical libre stable DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), largement utilisée pour estimer le pouvoir antioxydant des composés naturels. Ce test repose sur la capacité des antioxydants à réduire le radical DPPH• par transfert d'électron ou d'atome d'hydrogène, ce qui entraîne une diminution de l'intensité de la coloration violette de la solution, mesurée par spectrophotométrie à 517 nm (Rahman *et al.*, 2015)

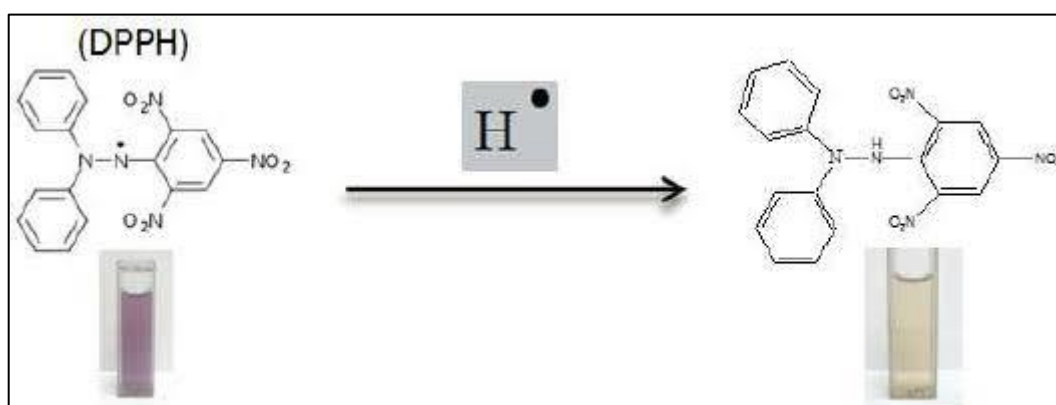


Figure 5. Réduction du DPPH par un antioxydant

#### ❖ Méthode

Pour l'expérimentation, une solution de DPPH• a été préparée à une concentration de  $10^{-4}$  mol/L dans l'acétate d'éthyle, fraîchement avant chaque test. Les huiles testées, à savoir le macérât huileux et l'huile d'olive. Ont été préparées en diluant 1 g de chaque huile dans 10 ml d'acétate d'éthyle.

Le protocole expérimental a consisté à prélever 1 ml de la solution diluée d'huile, laquelle a été ajoutée à 4 ml de la solution de DPPH• dans un tube à essai. Le mélange a été homogénéisé à l'aide d'un vortex pendant 10 secondes, puis incubé à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante afin de permettre la réaction complète. L'absorbance de chaque mélange a ensuite été mesurée à 517 nm à l'aide d'un

spectrophotomètre. L'acétate d'éthyle seul a été utilisé comme blanc, tandis que la solution de DPPH• sans huile a servi de témoin. La diminution d'absorbance observée permet de déterminer le pourcentage d'activité antioxydante de chaque échantillon testé.

### **Calcul de l'activité antioxydante (AA%)**

$$AA\% = \frac{A_{\text{témoin}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{témoin}}} \times 100$$

### **Détermination de l'EC<sub>50</sub>**

Des dilutions de macérât huileux ont été préparées à différentes concentrations : 10, 25, 50, 75 et 100 mg/ml. Pour chaque dilution, le test DPPH• a été réalisé comme décrit précédemment.

Les %AA ont été tracés en fonction des concentrations, et la **concentration efficace EC<sub>50</sub>** a été déterminée graphiquement comme la concentration nécessaire pour atteindre 50 % d'inhibition.

### **Calcul de l'efficacité antiradicalaire (AE)**

$$AE = 1 / EC_{50}$$

## **3.2. Activité Anti-inflammatoire**

### **3.2.1. Évaluation de l'activité anti-inflammatoire**

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de macérât huileux et d'huile d'olive a été réalisée à l'aide d'un test in vitro basé sur la capacité des composés à inhiber la dénaturation thermique des protéines. Ce phénomène de dénaturation, induit par la chaleur, est considéré comme un mécanisme pathologique clé dans les processus inflammatoires. Ainsi, cette méthode utilise l'**albumine sérique bovine (BSA)** comme modèle de protéine sensible à la dénaturation. La présence d'un agent anti-inflammatoire est supposée limiter cette dénaturation, ce qui se traduit par une réduction mesurable de l'absorbance à 255 nm. Le degré d'inhibition est alors comparé à celui d'un anti-inflammatoire de référence : le diclofénac sodique.

Pour l'expérimentation, différentes concentrations de l'huile ont été préparées (50, 100 et 250 µg/ml), diluées dans un solvant compatible (éthanol ou eau distillée, selon la miscibilité). De même, le diclofénac sodique a été utilisé aux mêmes concentrations pour servir de contrôle positif (Da Silva & Aranha, 2016)

### Méthode

Les mélanges réactionnels ont été préparés selon les proportions suivantes : pour chaque solution d'essai, 0,45 ml de solution de BSA à 0,5 % (p/v) a été mélangée à 0,05 ml de l'échantillon de macérât huileux et d'huile d'olive. Le témoin d'essai (ou blanc BSA) a été constitué de 0,45 ml de BSA et de 0,05 ml d'eau distillée. Un produit témoin a également été préparé en combinant 0,45 ml d'eau distillée à 0,05 ml de macérât huileux et d'huile d'olive, afin d'exclure toute interférence de l'huile en l'absence de BSA. Enfin, les solutions étalons ont été préparées avec le diclofénac sodique aux mêmes concentrations.

Les différents tubes ont été incubés dans un bain-marie à 37 °C pendant 20 minutes, simulant les conditions physiologiques, puis à 57 °C pendant 3 minutes afin de provoquer la dénaturation des protéines. Après refroidissement à température ambiante, 2,5 ml de tampon phosphate (pH ~6.4–7.0) ont été ajoutés à chaque échantillon pour stabiliser le milieu réactionnel. L'absorbance de chaque solution a ensuite été mesurée à 255 nm, permettant d'évaluer le degré de dénaturation protéique.

L'inhibition de la dénaturation a été exprimée en pourcentage, selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = 100 - \frac{[\text{Abs échantillon} - \text{Aproduit témoin} \times 100]}{\text{Atémoin d'essai}}$$

### 3.3. Préparation du sérum

Dans le domaine de la cosmétologie, un sérum représente un produit de soin intensif, habituellement sous forme aqueuse ou huileuse, riche en ingrédients actifs (Draeloset *al.*, 2021). Sa composition lui donne une texture fluide qui favorise une absorption rapide et une action ciblée sur des problèmes de peau particuliers comme le vieillissement, la déshydratation ou les irrégularités. (Hodonou, 2017)

**A. Principe de préparation de sérum**

Ce sérum cosmétique est élaboré à froid, sans utilisation de chaleur, pour conserver toutes les propriétés actives des composants naturels. C'est parfait pour les peaux mixtes à grasses, sujettes à l'acné ou aux imperfections.

**B. Mode de réalisation de l'invention**

- Macérat de grenade : 58% (17,4 ml)
- Huile d'argan : 28% (8,4 ml)
- Glycérine végétale : 5% (1,5 ml)
- Lécithine de soja ou Olivem 1000 : 2% (0,6 ml)
- Vitamine E : 1% (0,3 ml soit 5 gouttes)
- Huile essentielle de Tea Tree : 0,5% (0,15 ml soit 3 gouttes)

**C. Mode d'emploi**

Mélangez bien tous les ingrédients et secouez avant chaque utilisation si besoin. Conservez dans un flacon en verre ambré à l'abri de la lumière. Cette recette est particulièrement adaptée aux peaux mixtes à grasses, à tendance acnéique ou sujettes aux imperfections.

# *Chapitre 04*

## *Résultats et discussion*

## 1. Analyse des caractéristiques physico-chimiques

### 1.1. La densité

La densité relative constitue un paramètre important pour évaluer la pureté et la composition d'une huile. Elle dépend principalement de la température de mesure et de la composition chimique des constituants de l'huile (**Karleskind, 1992**). À une température de 20 °C, la densité de l'huile d'olive mesurée est de 0,882, tandis que celle du macérât de grenade atteint 0,8995. Cette augmentation notable peut s'expliquer par l'extraction de composés présents dans les écorces de grenade pendant la macération. En effet, les écorces de grenade sont riches en composés phénoliques, flavonoïdes et autres métabolites secondaires hydrosolubles ou liposolubles qui peuvent migrer dans la phase huileuse au cours du temps (**Zhou et al., 2021**).

Le léger accroissement de la densité observé après macération est donc le résultat d'un enrichissement en substances plus denses que macérât huileux d'origine. Ces valeurs restent conformes aux spécifications de la norme UICPA 2.101, qui définit les plages acceptables de densité pour les huiles végétales.

Selon **Karleskind (1992)**, les huiles enrichies par macération ou infusion peuvent naturellement voir leur densité augmenter si des extraits végétaux riches en composés polaires ou phénoliques sont utilisés. Cette augmentation peut aussi refléter une amélioration du profil fonctionnel de l'huile, en ajoutant des propriétés antioxydantes ou anti-inflammatoires issues du fruit macéré.

Ainsi, la densité de 0,8995 obtenue pour le macérât de grenade démontre l'efficacité du procédé de macération et confirme le transfert des constituants bioactifs vers la phase huileuse, ce qui peut également contribuer à améliorer la stabilité oxydative de l'huile.

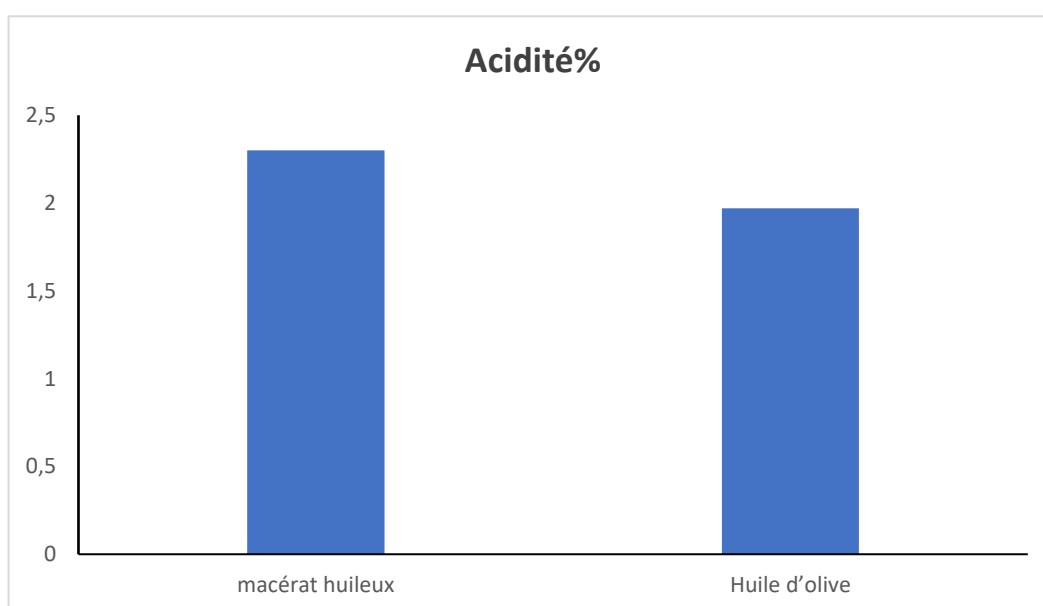
### 1.2. Le potentiel hydrogène (pH)

La mesure du pH a été réalisée sur deux échantillons : un macérât à base de macérât huileux et de l'huile d'olive pure. Les résultats obtenus indiquent un pH de 4,91 pour le macérât et de 4,86 pour l'huile d'olive. Ces valeurs s'inscrivent dans la plage acide compatible avec le pH physiologique de la peau humaine, qui varie généralement entre 4,5 et 5,5 (**Lambert et al., 2006**). Un pH légèrement acide est essentiel au maintien de la barrière cutanée, à la régulation du microbiome cutané, ainsi qu'à la prévention des infections et de l'irritation. Selon **Zidi et Ehdri (2023)**, l'adéquation du pH des préparations

dermocosmétiques avec celui de la peau est un critère fondamental pour garantir leur innocuité et leur efficacité. Ainsi, le macérât étudié présente un pH favorable à une application topique, notamment sur le visage, sans risque de déséquilibrer l'homéostasie cutanée. Ces données confirment l' pertinence de son utilisation dans des formulations cosmétiques douces et respectueuses de la peau

### 1.3. La teneur en acidité libre (% d'acide oléique)

Les résultats de la teneur en acidité libre contenus dans nos deux échantillons (macérât huileux et huile d'olive) respectives sont résumés dans la figure 13



**Figure 6.** Variation d'acidité libre des deux échantillons

Les résultats de la teneur en acidité libre montrent une différence notable entre les deux échantillons analysés. Le macérât de grenade présente un taux d'acidité libre de 2,30 %, tandis que l'huile d'olive pure affiche un taux légèrement inférieur de 1,97 %. Cette variation peut être interprétée en fonction des interactions physico-chimiques entre l'huile d'olive et les composés bioactifs du fruit de grenade utilisés pour le macérât.

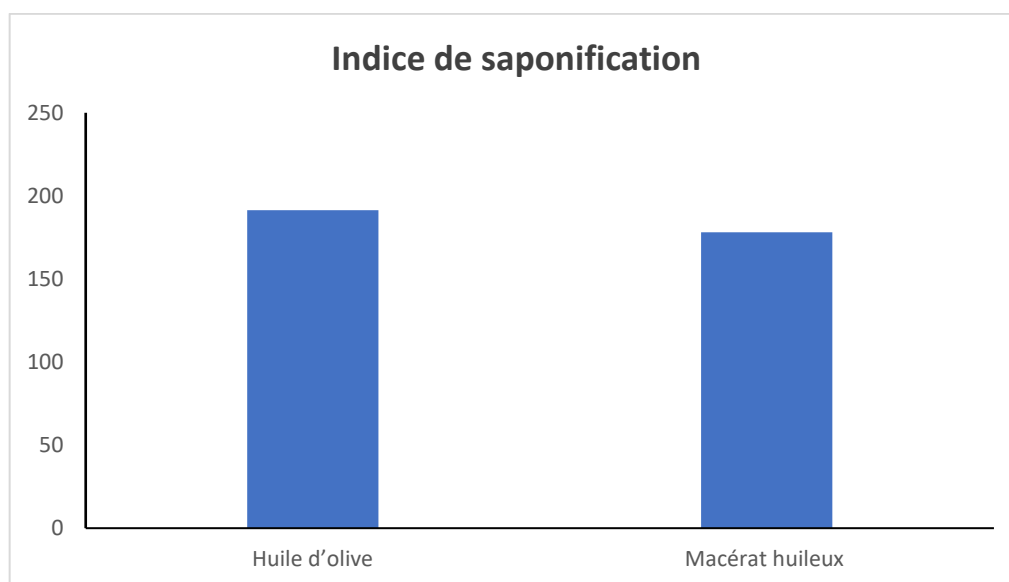
L'acidité libre constitue un indicateur clé de la qualité de l'huile, reflétant la dégradation des triglycérides en acides gras libres sous l'action d'enzymes (lipases) ou par oxydation (**Bastias et al., 2016**). Un taux élevé peut être attribué à des conditions de transformation ou de stockage inappropriées, mais dans le cas du macérât, cette augmentation peut également résulter de la libération d'acides organiques et de composés phénoliques du fruit de grenade au cours du processus de macération (**Zhou et al., 2021**).

Bien que l'acidité libre du macérât dépasse celle de l'huile d'olive vierge standard (généralement inférieure à 2 % selon le Codex Alimentarius), elle reste dans une plage acceptable pour des produits enrichis ou fonctionnels. Ces produits peuvent contenir naturellement des niveaux d'acidité plus élevés, en raison de la complexité de leurs macérât huileux et des effets synergiques de leurs composants bioactifs (Kalaycioğlu *et al.*, 2017).

D'un point de vue nutritionnel, l'augmentation modérée de l'acidité ne remet pas en cause l'intérêt du macérât, tant que celui-ci est destiné à une consommation rapide ou à un usage cosmétique ou médicinal, où les normes de qualité diffèrent de celles des huiles alimentaires standards

#### 1.4. Indice de saponification

L'indice de saponification fournit des informations sur la longueur de la chaîne carbonée des acides présents dans l'huile. Lorsque la chaîne carbonée des acides gras est courte, l'indice de saponification d'une matière grasse est supérieur. La valeur déterminée pour l'indice de saponification. L'huile analysée présente un taux de 196 mg KOH/g huile. Cette valeur est en accord avec les valeurs fixées par la norme NF ISO 3657, qui fluctuent entre 189 et 196 mg KOH/g d'huile.



**Figure 7.** Variation l'indice de saponification des deux échantillons

L'indice de saponification renseigne sur la longueur de la chaîne carbonée des acides gras présents dans une huile. Plus cette chaîne est courte, plus l'indice de

saponification est élevé, car un plus grand nombre de groupes fonctionnels (groupes carboxyliques) est présent par gramme d'huile (**Gunstone et al., 2007**). L'indice de saponification est ainsi un indicateur indirect du poids moléculaire moyen des acides gras constituant l'huile.

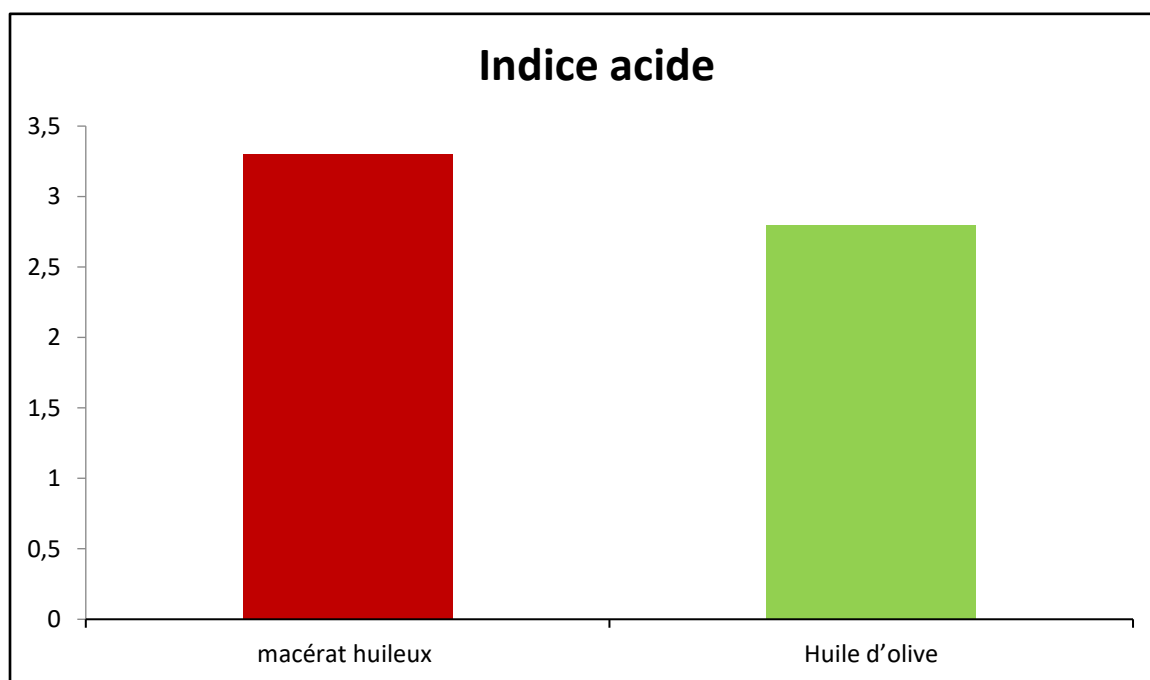
Dans cette étude, l'indice de saponification du macérat est de 178,11 mg KOH/g, tandis que celui de l'huile d'olive est de 191,4 mg KOH/g. La valeur obtenue pour l'huile d'olive est conforme aux valeurs standards fixées par la norme NF ISO 3657, qui varie entre 189 et 196 mg KOH/g (AFNOR, 2002). En revanche, le macérat présente une valeur légèrement inférieure à cette plage.

Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs. D'une part, le macérat est obtenu par macération dans une huile support, ce qui peut altérer légèrement la composition lipidique initiale selon la nature de la plante utilisée et la durée du macérat (**Azzi et al., 2013**). D'autre part, une faible valeur d'indice de saponification suggère que les acides gras présents dans le macérat sont à chaînes plus longues ou que l'huile a subi une légère oxydation ou polymérisation au cours du stockage ou du processus de macération. Selon Codex Alimentarius (**FAO/WHO, 2019**), un indice de saponification plus faible est souvent observé dans les huiles riches en acides gras insaturés à longue chaîne. Ainsi, la composition spécifique du macérat pourrait avoir contribué à cette valeur réduite.

L'analyse de l'indice de saponification montre que l'huile d'olive respecte les normes établies, tandis que le macérat présente une valeur légèrement inférieure, suggérant une différence de composition en acides gras. Ce paramètre est essentiel pour l'évaluation de la qualité et de la nature des huiles végétales, notamment dans le domaine cosmétique et pharmaceutique.

### **1.5.L'indice d'acide (IA)**

L'indice d'acide d'un corps gras est un bon indicateur pour déterminer la teneur en acide gras libres, la stabilité et la pureté de l'huile. L'indice d'acide de notre échantillon d'huiles (2.8 mg KOH/g d'huile) reste dans les limites établies par la norme du Codexstandard. Il est possible de conclure que l'huile



**Figure 8.** Variation l'indice d'acide des deux échantillons

Ces résultats montrent que le macérat présente un indice d'acide plus élevé que l'huile d'olive pure. Selon la norme du Codex Alimentarius, l'indice d'acide acceptable pour une huile comestible ne doit pas dépasser 4.0 mg KOH/g d'huile pour les huiles vierges (**Codex Alimentarius, 2013**). Les deux échantillons sont donc dans les normes, mais le macérat présente une acidité légèrement plus importante, ce qui peut s'expliquer par l'extraction à froid ou par une éventuelle oxydation partielle durant la macération. Ce résultat suggère que le procédé de macération peut introduire une légère élévation de l'acidité, probablement due à la dégradation partielle des acides gras ou à la présence d'humidité dans la matière végétale. Cependant, cette valeur reste acceptable et n'affecte pas significativement la qualité du produit final.

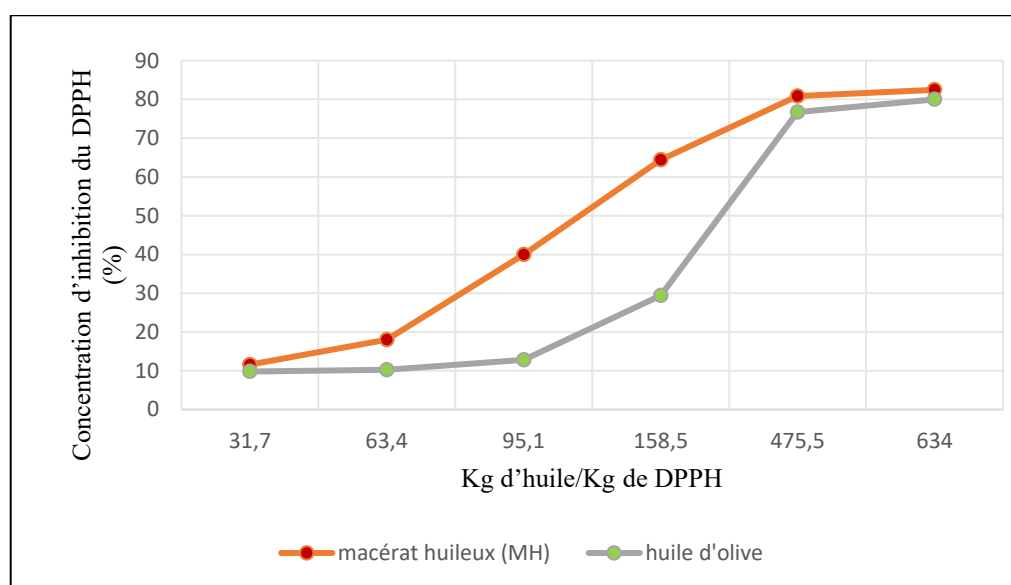
## 2. Activité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée sur deux types d'échantillons : un macérat huileux et une huile d'olive. Le test utilisé est celui du radical libre DPPH. Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

**Tableau 5.** Activité antioxydante, EC<sub>50</sub> et efficacité antiradicalaire du macérat huileux et de l'huile d'olive

Échantillon	Activité antioxydante (%)	EC <sub>50</sub> (kg/kg)	Efficacité antiradicalaire (AE)
<b>Macérat huileux</b>	82,47	3,53	28,33×10 <sup>-2</sup>
<b>Huile d'olive</b>	80	4,33	23,09×10 <sup>-2</sup>

L'EC<sub>50</sub> est définie comme la concentration suffisante pour obtenir **50 % de l'effet maximal estimé à 100 %** (exprimée en kilogrammes d'huile par kilogramme de DPPH•)

**Figure 9.** Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de macérat huileux et d'huile d'olive

L'analyse de l'activité antioxydante à l'aide du test DPPH a permis de comparer un macérat huileux de grenade (*Punicagranatum*) à une huile d'olive commerciale. Les résultats montrent que l'huile d'olive présente une activité antioxydante, mais inférieure (80 %) à celle du macérat huileux de grenade (82,47 %). Cette différence est également mise en évidence par la valeur EC<sub>50</sub>, définie comme la concentration nécessaire pour atteindre 50 % de l'effet maximal. Le macérat huileux affiche une EC<sub>50</sub> plus faible (3,53 kg/kg) que celle de l'huile d'olive (4,33 kg/kg), ce qui indique une meilleure efficacité antioxydante à plus faible dose. Ces observations sont en accord avec la littérature scientifique. Selon l'étude menée par **Jorge *et al.* (2016)**, cette supériorité peut s'expliquer par la présence de composés phénoliques dans la grenade, tels que les ellagitannins, l'acide ellagique, la

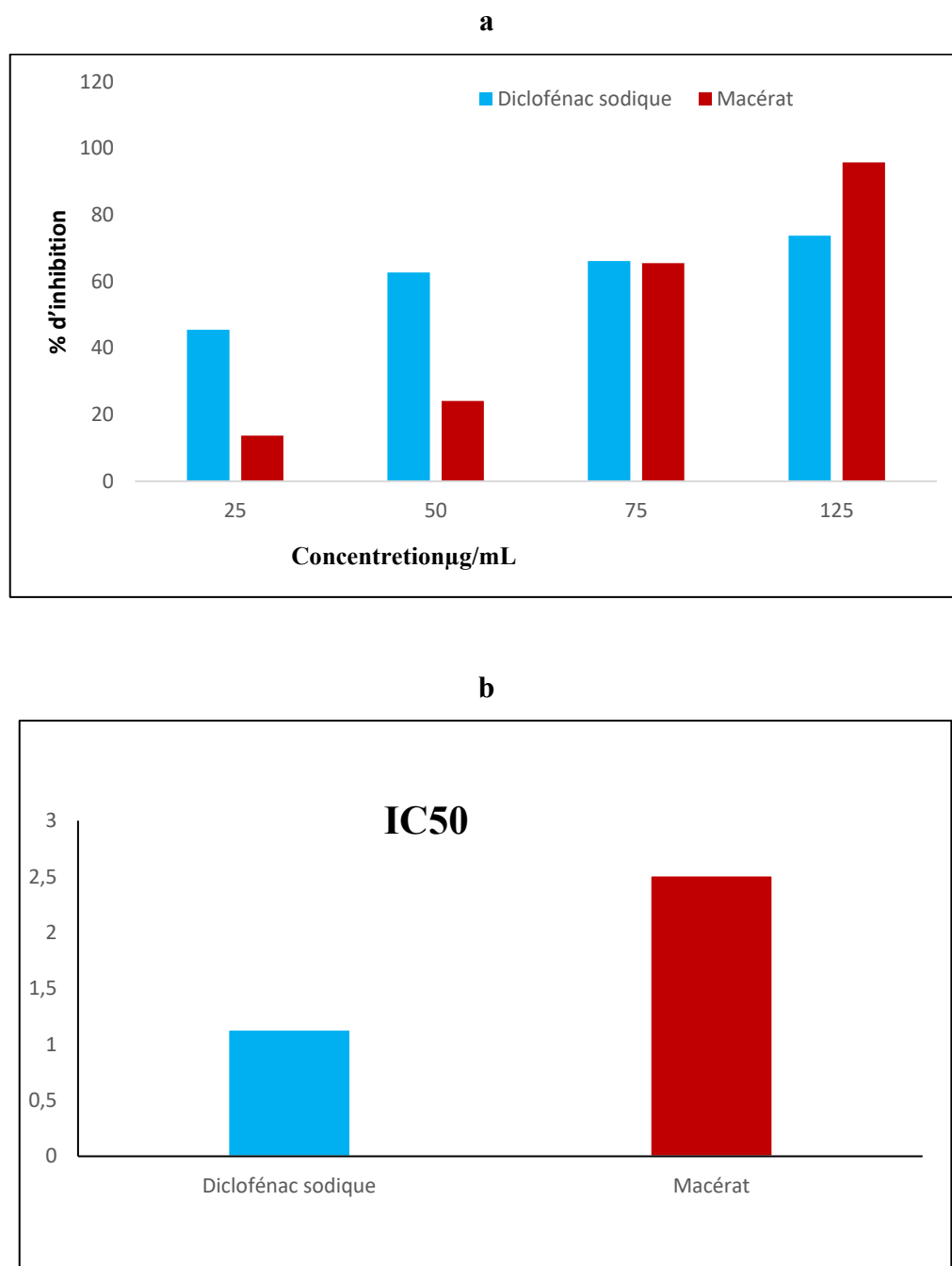
punicalagine et les flavonoïdes, connus pour leur forte capacité à neutraliser les radicaux libres. Ces composés, extraits lors de la macération dans l'huile, enrichissent la matrice lipidique et augmentent son pouvoir antioxydant.

La courbe d'inhibition du DPPH montre également une progression plus rapide et plus marquée de l'activité antioxydante avec le macérat huileux par rapport à l'huile d'olive, ce qui renforce l'idée que la grenade apporte un effet synergique significatif.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de **Malacrida et al. (2012)**, qui ont démontré que les huiles enrichies en composés phénoliques naturels possèdent une meilleure stabilité oxydative et une capacité antioxydante renforcée.

Grâce à ces propriétés antioxydantes l'extrait de grenade est utilisé en cosmétique essentiellement. L'extrait de grenade utilisé dans la fabrication de shampooing klorane à partir d'écorces de punicagranatum qui protège la couleur du dégorgeant et du ternissement progressif, aussi Les tanins contenus dans l'écorce du fruit permettent la fixation de la couleur sur la kératine et préviennent le ternissement du cheveu. La richesse en polyphénols antioxydants participe à la protection de l'éclat du cheveu, ainsi nous utilisons l'écorce de fruit de grenade dans la création de formulation des crèmes pour améliorer la peau (**Fawoleet al., 2012**).

## 3. Activité anti-inflammatoire



**Figure 10. (a)** Inhibition de la dénaturation de la protéine BSA par le macérat huileux **(b)** Valeurs de IC<sub>50</sub> du macérat huileux.

L'analyse de l'effet inhibiteur du macérat huileux sur la dénaturation de la protéine BSA a montré une activité anti-inflammatoire croissante en fonction de la concentration. À 125 µg/mL, le macérat a atteint 95,8 % d'inhibition, contre 73,79 % pour le diclofénac

sodique. Cependant, son  $IC_{50}$  (2,51  $\mu\text{g/mL}$ ) reste supérieur à celui du diclofénac (1,132  $\mu\text{g/mL}$ ), traduisant une efficacité plus modérée mais néanmoins significative.

Ces résultats suggèrent que le macérat étudié est capable de prévenir la dénaturation des protéines, un mécanisme central dans le développement de l'inflammation. Cette activité est probablement liée à la présence de composés bioactifs. Des résultats similaires ont été rapportés par Rahman et al. (2015), qui ont observé une forte inhibition de la dénaturation de la BSA avec un  $IC_{50}$  de l'ordre de 2,5  $\mu\text{g/mL}$  pour des extraits végétaux riches en polyphénols. Cela corrobore l'efficacité observée dans notre étude et soutient l'idée que les polyphénols jouent un rôle central dans cette activité.

De façon plus spécifique, plusieurs études ont mis en évidence le potentiel anti-inflammatoire de l'extrait de grenade (*Punicagranatum*), notamment en raison de sa richesse en acide ellagique, punicalagines et autres tanins hydrolysables. Par exemple, Jurenka (2008) rapporte que l'extrait de grenade inhibe fortement la dénaturation des protéines et les enzymes pro-inflammatoires, ce qui confirme l'efficacité des composés présents dans ce type de matrice. Cela suggère que la forte activité observée pourrait être directement liée à ces composés polyphénoliques spécifiques.

Grâce à leurs propriétés anti-inflammatoires, les grenades pourraient offrir une nouvelle piste pour atténuer l'inflammation et la douleur associées à diverses maladies de peau, comme les boutons de fièvre et l'akérite stromale herpétique (Houston *et al.*, 2017)

#### **4. Préparation du sérum**

La préparation de ce sérum cosmétique repose sur une méthode d'élaboration à froid, idéale pour préserver l'intégrité des actifs naturels. Sa formulation, riche en macérat de grenade, huile d'argan et glycérine végétale, est spécialement conçue pour répondre aux besoins des peaux mixtes à grasses, souvent sujettes à l'acné et aux imperfections. L'ajout d'ingrédients comme la vitamine E et l'huile essentielle de Tea Tree confère au produit des propriétés antioxydantes et purifiantes, tout en favorisant la régénération cutanée. Facile à réaliser, ce sérum nécessite simplement un bon mélange des composants, sans chauffage, et une conservation dans un flacon en verre ambré pour garantir sa stabilité. Ainsi, il incarne une solution naturelle, efficace et respectueuse de la peau pour un soin quotidien ciblé.

# *Conclusion*

## Conclusion

---

---

### Conclusion générale

L'objectif principal de ce mémoire était de valoriser *Punicagranatum* (la grenade) à travers le développement d'un sérum cosmétique naturel, en mettant en évidence ses propriétés antioxydantes et son potentiel en tant qu'ingrédient actif dans une formulation dermocosmétique innovante.

Dans un premier temps, une étude bibliographique approfondie a permis de mettre en lumière la richesse phytochimique de *Punicagranatum*, notamment sa teneur élevée en polyphénols, flavonoïdes et acides ellagiques, connus pour leurs effets antioxydants puissants et leurs bienfaits sur la santé cutanée. Son utilisation historique en médecine traditionnelle et en cosmétique a été largement documentée, renforçant ainsi la pertinence du choix de cette plante.

Ensuite, un extrait de grenade a été obtenu par macération à froid, une méthode douce permettant de préserver l'intégrité des composés bioactifs. Cet extrait a été intégré dans une formulation cosmétique sous forme de sérum, en respectant les critères de stabilité, de pH, de texture et d'acceptabilité sensorielle.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH a confirmé l'efficacité de l'extrait de *Punicagranatum*, avec une capacité significative à neutraliser les radicaux libres. Ces résultats corroborent ceux de la littérature scientifique et justifient son utilisation dans les soins anti-âge et régénérants.

La formulation développée a montré une bonne stabilité physico-chimique, ainsi qu'un aspect sensoriel favorable, ce qui ouvre des perspectives intéressantes pour une future commercialisation dans le cadre de la cosmétique naturelle et biologique.

En conclusion, ce travail met en avant le potentiel de *Punicagranatum* comme ingrédient naturel efficace dans la formulation de produits cosmétiques, notamment sous forme de sérum antioxydant. Il démontre la faisabilité de valoriser une ressource végétale locale via une extraction artisanale, tout en répondant aux exigences modernes de la cosmétique verte.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

---

### Références bibliographiques

- AFNOR. (1984). \*NF T 60-206: Corps gras — Détermination de l'indice d'acide\*. Association Française de Normalisation.
- AFNOR. (2002). \*NF ISO 3657: Corps gras d'origine animale et végétale — Détermination de l'indice de saponification\*. Association Française de Normalisation.
- Al-Said, F. A., Opara, L. U., & Al-Yahyai, R. A. (2009). Physical, chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) in Eastern Mediterranean region of Turkey. \*African Journal of Biotechnology, 7\*, 1294–1301.
- Amat, F., Paulet-Marmont, C., Lambert, N., Bourgoin-Heck, M., & Just, J. (2018). La dermatite atopique au sein des autres maladies atopiques : première étape du syndrome de multi-morbidité atopique ? \*Revue française d'allergologie, 58\*(4), 232–240.
- Ángel, C. S., & Ángel, A. C. (2017). \*Jus de grenade cultivée en Espagne Punicalagine anti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade, dans l'alimentation fonctionnelle du futur\* (p. 69). Université Miguel Hernández.
- Auffret, N. (2010). Avancées physiopathologiques dans l'acné. \*Annales de Dermatologie et de Vénérologie, 137\*(Suppl. 2), S52–S56.
- Vexiau, P., & Chivot, M. (2002). Acné féminine : maladie dermatologique ou maladie endocrinienne ? \*Gynécologie Obstétrique & Fertilité\*.
- Aviram, M., & Dornfeld, L. (2001). La consommation de jus de grenade réduit le stress oxydatif, l'athérosclérose et la pression artérielle systolique chez les patients atteints de maladies cardiovasculaires. \*Nutrition, métabolisme et maladies cardiovasculaires, 11\*(6), 282–287.
- Azzi, R., Djaziri, R., Lahfa, F., Sekkal, F., & Benmehdi, H. (2013). Étude phytochimique et activité antioxydante de quelques extraits de *Rutachalepensis*. \*Phytothérapie, 11\*(4), 215–222.
- Bärtels, A. (1998). \*Guide des plantes du bassin méditerranéen\* (p. 352). Éditions Ulmer.
- Bastías, J. M., Ballesteros, L. F., & Teixeira, J. A. (2016). Free fatty acid content in vegetable oils: Influence on oxidative stability. \*Journal of Food Science and Technology, 53\*(4), 1555–1560.
- Baures, C., Bedda, S., Garderes, E., Moreau, L., Raulot, M., & Delamare-Le Deist, P. F. (2009). [Titre non précisé].
- Belhoula, H. (2021–2022). \*Peau et phanères\*. Département de Médecine, Faculté de Médecine, Université de Constantine 3.
- BenYahkem, M. L., & Hadjadj, S. (2018). \*Contribution à l'étude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques des trois espèces : *Punicagranatum* L. (Grenadier) ; *Zeamays* L. (Maïs) et *Lawsoniainermis* L. (Henné)\* [Thèse de doctorat].

## Références bibliographiques

---

---

- Boucherkit, M. (s. d.). \*TP 2 : Méthodes d'extraction\*. Centre universitaire Abdelhafid Boussouf, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Master 1 Biotechnologie Végétale.
- Bouhadjra, K. (2011). \*Étude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge\* [Doctoral dissertation, UMMTO].
- Bouzid, A. (2019). \*Screening phytochimique et activités biologiques des extraits d'écorces et de membranes de la grenade (Punicagranatum L.)\*.
- Bruneton, J. (1999). \*Pharmacognosie - Phytochimie - Plantes médicinales\* (p. 860). Éditions Tec & Doc.
- Canalblog. (s. d.). \*Types de peau\*. <https://storage.canalblog.com> (Consulté le 5 mai 2025).
- Ooreka. (s. d.). \*La peau du visage\*. <https://soin-de-la-peau.ooreka.fr/astuce/voir/756591/peau-du-visage>
- Carimentrand, A., & Ballet, J. (2008). L'acquisition des compétences par le recours au marché de contrôle d'entreprises : le cas du marché des cosmétiques responsables. \*La Revue des Sciences de Gestion, (3)\*, 123–126.
- Cazin, F. J. (1868). \*Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes et acclimatées\* (pp. 497–501). Éditions de l'Envol.
- Chikhoun, A. (2011–2012). \*Cours d'Huiles et Industrie Cosmétique\*. Université de Bejaia, Département des Sciences Alimentaires, Master 2 Industrie des Corps Gras.
- Codex Alimentarius. (1992). \*Fats, oils and related products\* (Vol. 8). FAO/WHO.
- Codex Alimentarius. (2019). \*Normes pour les huiles végétales\*. FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Courchet, L. D. J. (1897). \*Traité de botanique\* (pp. 1019–1023). Éditions Baillière.
- Da Silva, N. J. A., & Aranha, C. P. (2016). Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. \*Brazilian Archives of Biology and Technology, 59\*.
- Evreinoff, V. A. (1949). Le grenadier (*Punica granatum L.*). \*Fruits, 4\*(5), Article 5.
- Fawole, O. A., Makunga, N. P., & Opara, U. L. (2012). Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. \*BMC Complementary and Alternative Medicine, 12\*(1), 200.
- Garnier, G., Bezanger-Beauquesne, L., et al. (1961). \*Ressources médicinales de la flore française\* (Tome II, pp. 838–842). Éditions Vigot Frères.
- Gasser, P., & Bouzoud, D. (2009). La peau : support des cosmétiques aussi d'évaluation. \*Actualités Pharmaceutiques, (489)\*, 28–31.
- Gil, M. I., Tomas-Berberan, A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. \*Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48\*, 4581–4589.

## Références bibliographiques

---

---

- González-Trujano, M. E., Pellicer, F., Mena, P., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2015). Activités antinociceptives et anti-inflammatoires d'un extrait de grenade (*Punicagranatum* L.) riche en ellagitannins. *\*Revue internationale des sciences de l'alimentation et de la nutrition*, 66\*(4), 395–399.
- Gunstone, F. D., Harwood, J. L., & Dijkstra, A. J. (2007). *\*The Lipid Handbook\** (3rd ed.). CRC Press.
- Heninno, A., Bérard, F., & Nicolas, J.-F. (2005). La dermatite atopique n'est pas une maladie allergique. *\*La Presse Médicale*, 34\*(2), 78–80.
- Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *\*Horticultural Reviews*, 35\*, 127–191.
- Houston, D. M. J., Bugert, J., Denyer, S. P., & Heard, C. M. (2017). Anti-inflammatory activity of *Punica granatum* L. (Pomegranate) rind extracts applied topically to ex vivo skin. *\*European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 112\*, 30–37.
- Huang, T. H., Yang, Q., Harada, M., Li, G. Q., Yamahara, J., Roufogalis, B. D., & Li, Y. (2005). Pomegranate flower extract diminishes cardiac fibrosis in Zucker diabetic fatty rats. *\*Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 46\*, 856–862.
- Jorge, N., da Silva, A. C., & Aranha, C. P. M. (2016). Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. *\*Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88\*(2), 951–958.
- Jurenka, J. S. (2008). Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): A review. *\*Alternative Medicine Review*, 13\*(2), 128–144.
- Kalaycıoğlu, Z., Torlak, E., Akın-Evingür, G., Özen, İ., & Erim, F. B. (2017). Pomegranate peel extract incorporated antimicrobial edible zein films for food packaging. *\*Food Hydrocolloids*, 74\*, 31–39.
- Kumar, S. (2005). Exploratory analysis of global cosmetic industry: major players, technology and market trends. *\*Technovation*, 25\*(11), 1263–1272.
- Kumari, A., Dora, J., Kumar, A., & Kumar, A. (2012). Pomegranate (*Punica granatum*) – Overview. *\*International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 1\*(4), 1218–1221.
- Lacharme, F. (2011). *\*Les produits cosmétiques biologiques : labels, composition et analyse critique de quelques formules\**. Les cosmétiques biologiques à la loupe.
- Lansky, E. P., & Newman, R. A. (2007). *Punicagranatum* (grenade) et son potentiel pour la prévention et le traitement de l'inflammation et du cancer. *\*Journal of Ethnopharmacology*, 109\*(2), 177–206.
- Louni, S. (2009). *\*Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de graines de Moringa oleifera\** [Doctoral dissertation].
- Malacrida, C. R., Kimura, M., & Jorge, N. (2012). Phytochemicals and Antioxidant Activity of Citrus Seed Oils. *\*Food Science and Technology Research\**.
- Mansour, H., & Djaalab, H. (2025). *\*La peau et ses annexes cutanées\** [Cours en ligne]. Faculté de Médecine, Université Mentouri Constantine. <http://fac.umc.edu.dz>

## Références bibliographiques

---

---

- Mathieu, M. (2007). \*Influence des cosmétiques sur la qualité de vie : pertinence de l'association CEW\* [Thèse de doctorat].
- Meynadier, M. (2019). \*Peau et soins dermatologiques : conseils et prise en charge à l'officine\* [Thèse de doctorat]. Université d'Aix-Marseille. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02321249>
- Montagnat-Rentier, C. (2014). \*Vieillesse de la peau et les produits cosmétiques anti-âge actuels en pharmacie\*. Sciences pharmaceutiques.
- Munde, S. S., Patil, V. K., & Chavan, S. D. (1980). Standardization of leaf sampling procedure in pomegranate (*Punica granatum* Linn.). \*Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 5\*, 90–91.
- Munde, S. S., Patil, V. K., & Chavan, S. D. (1981). Chemical composition of pomegranate (*Punica granatum* Linn.) leaves sampled during different stages of crop. \*Food Farming and Agriculture, 13\*, 177–181.
- Paladini, A. C., Marder, M., Viola, H., Wolfman, C., Wasowski, C., & Medina, J. H. (1999). Flavonoids and the central nervous system. \*The Journal of Pharmacy and Pharmacology, 51\*, 519–526.
- Parseh, H., Hassanpour, S., Emam-djome, Z., & Lavasani, A. S. (2012). Antimicrobial properties of pomegranate (*Punicagranatum* L.).
- Rahimi, H. R., Arastoo, M., & Ostad, S. N. (2012). Revue complète des propriétés de *Punicagranatum* (grenade). \*Revue iranienne de recherche pharmaceutique, 11\*(2), 385–400.
- Rahman, H., Kswarajah, M. C., & Dutta, A. M. (2015). In-vitro anti-inflammatory and anti-arthritis activity of *Oryza sativa* Var. Joha Rice. \*American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 15\*(1), 115–121.
- Rahman, M. A., Islam, M. S., & Rahman, M. M. (2015). In vitro anti-inflammatory and cytotoxic activities of *Mikania scandens* leaf extracts. \*Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5\*(6), 488–491.
- Rambaud, L. (2023). \*Cosmétiques fait maison : conseils et analyses du pharmacien\*
- Reddy, M. K., Gupta, S. K., Jacob, M. R., Khan, S. I., & Ferreira, D. (2007). Activités antioxydantes, antipaludiques et antimicrobiennes de *Punicagranatum* L. \*Planta Medica, 73\*(5), 461–467.
- Shahr Babaki, B. (1997). \*Genetic Diversity of Pomegranate Genotypes in Iran\*. Agriculture Education Publication.
- Sitzia, G. (2009). \*La Grenade, une bombe de jeunesse\* (131 p.).
- Wolff, J. P. (1968). \*Manuel d'analyse des corps gras\* (p. 517). Paris : Azoulay.
- Zand, R. S., Jenkins, D. J., & Diamandis, E. P. (2000). Steroid hormone activity of flavonoids and related compounds. \*Breast Cancer Research and Treatment, 62\*, 35–49.
- Zhou, Y., Zheng, J., Li, S., Zhou, T., Zhang, P., & Li, H. (2021). Effects of pomegranate components on food quality and human health. \*Nutrients, 13\*(2), 455.