



DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

Mémoire de fin d'études

Présenté par

**MAIZA CHAIMAE**

Pour l'obtention du diplôme de

Master En Sciences Alimentaires

**Spécialité: Agro alimentaire et Contrôle de Qualité**

Thème

Elaboration d'une pommade anti inflammatoire  
naturelle à base de mucilage de *Lepidium*  
*sativum*

Soutenu le 14 septembre 2022

Devant le Jury

Président	Benabdelmoumene Djilali	MCA	Univ. Mostaganem
Encadrante	Yahla Imène	MCA	Univ. Mostaganem
Examinatrice	Ait Chaabane Ouiza	MCA	Univ. Mostaganem

# Dédicace

Grâce à l'aide d'Allah, le tout puissant , j'ai pu réaliser ce travail que je dédie:

## **AMESTRESCHERSPARENTS**

Aucune phrase, aucun mot ne saurait exprimer à sa juste valeur le respect et l'amour que je vous porte.

Vous m'avez entouré d'une grande affection, et vous avez été toujours pour moi un grand support dans mes moments les plus difficiles.

Sans vos précieux conseils, vos prières, votre générosité et votre dévouement, je n'aurai pu sur monter le stress de ces longues années d'étude.

Vous êtes pour moi l'exemple de droiture, de lucidité et de persévérance.

A travers ce modeste travail, je vous remercie et prie dieu le tout puissant qu'il vous garde en bonne santé et vous procure une longue vie que je puisse vous combler à mon tour.

## **AMESDEUXFRERES ET MASŒUR**

Mes frères **Ahmed** et **Abdelmalek** et ma sœur **Soria**, ma fierté, la joie de ma vie pour leur présence, leur soutien, leur amour et tous les instants inoubliables passés à leur cotés.

Mes neveux **ADEM** et **MOHAMED** pour tous les moments de bonheur qu'ils nous apportent. Qu'ils soient assurés de la fierté que j'approuve de les compter dans ma famille.

Mes meilleures copines **CHAHINEZ** et **CHAIMAA** pour les instants de joie partagés en leur compagnie et tous les sentiments qu'elles me témoignent.

Mon encadrant **Mme YAHLA.I** pour sa compréhension, son soutien et sa sagesse.

A mes chères tantes et toute ma famille **MAIZA** et **BOUCHENTOUF**.

A tous mes enseignants du primaire, secondaire et de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

**MAIZACHAIMAE**

## Remerciements

Après avoir rendu grâce au Seigneur Le Tout Puissant, la réalisation de ce mémoire a été possible grâce à plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je tiens à exprimer mon profond respect et mes remerciements les plus sincères à mon encadrant Mme **YAHLA Imène** pour m'avoir encadré et orienté avec une efficacité et une disponibilité permanente et de m'avoir fait bénéficier de ses connaissances. Je la remercie également pour sa Gentillesse, sa patience, sa confiance, ses encouragements et ses précis conseils.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements et l'expression de mon profond respect à Mr **BENABDELMOUMENE Djilali** et Mme **AIT CHAABAN Ouiza** qui m'ont fait l'honneur de présider le jury et d'examiner ce travail ainsi que pour l'aide que j'ai eu de leur part en qualité d'enseignants.

Je tiens à remercier tout le personnel de l'université de Mostaganem pour le grand travail que vous faites, et je suis très reconnaissante pour votre aide tout au long de notre parcours.

Je remercie toute l'équipe de la spécialité Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Enfin, je ne peux passer outre ma reconnaissance en vers les plus chères personnes : mes parents.  
Qu'ils voient en ce travail l'aboutissement de leurs efforts.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MERCI INFINIMENT.

## Résumé

L'objectif principal de notre travail consiste à formuler une pommade naturelle anti-inflammatoire à partir du mucilage de *Lepidium sativum*. Nous avons commencé par l'extraction du mucilage à partir des graines de *L. sativum*, ensuite la pommade naturelle a été composée par l'ajout d'un excipient. Ensuite les caractéristiques physico-chimiques de la pommade ont été déterminées. Cette caractérisation s'est appuyée sur trois paramètres : test de l'acidité pH, test de tolérabilité cutané sur des lapins et le test de la stérilité. Les résultats obtenus montrent que la pommade formulée présente de bonnes propriétés physico-chimiques. Le test de la tolérance cutané sur les lapins n'a manifesté aucun signe d'allergie ou d'irritation, nous avons donc noté une tolérance de 100%.

L'étude bactérienne montre que la pommade est stérile et ne contient aucun germe pathogène.

---

**Mots clés:** graines, *Lepidium sativum*, mucilage, extraction, tolérance cutanée.

## Abstract

The main objective of our work is to formulate a natural anti-inflammatory ointment from the mucilage of *Lepidium sativum*. We started by extracting the mucilage from the seeds of *L. sativum*, then the natural ointment was composed by adding an excipient. Then the physico-chemical characteristics of the ointment were determined. This characterization was based on three parameters: pH acidity test, skin tolerability test on rabbits and the sterility test. The results obtained show that the formulated ointment has good physico-chemical properties. The skin tolerance test on rabbits showed no signs of allergy or irritation, so we note a tolerance of 100%. The bacterial study shows that the ointment is sterile and does not contain any pathogenic germs.

---

**Keywords:** *Lepidium sativum*, seeds, mucilage, extraction, skin tolerance.

## الملخص

بدأنا باستخراج *Lepidium sativum* الهدف الرئيسي لعملنا هو صياغة مرهم طبيعي مضاد للالتهابات من الصمغ في ثم تم تكوين المرهم الطبيعي بإضافة سواغ. ثم تم تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية *L. Sativum* الصمغ من بذور للمرهم. واعتمد هذا التوصيف على ثلاثة معايير: اختبار درجة الحموضة واختبار تحمل الجلد على الأرناب واختبار العقم، وأظهرت النتائج أن المرهم المركب له خصائص فيزيائية - كيميائية جيدة. لم يُظهر اختبار تحمل الجلد على الأرناب أي علامات حساسية أو تهيج، لذلك لاحظنا تسامحًا بنسبة 100%. أظهرت الدراسة البكتيرية أن المرهم معقم ولا يحتوي على أي جراثيم ممرض

---

. الكلمات المفتاحية: بذور، حب الرشاد، الصمغ، الاستخراج، تحمل الجلد.

# Listedesfigures

<b>Figure1.</b> Coupe anatomo-histologique d'une peau saine.....	4
<b>Figure2.</b> Anatomie des trois couches de la peau.....	4
<b>Figure3.</b> Anatomie de l'épiderme.....	6
<b>Figure4.:</b> La réaction d'inflammation aigue .....	9
<b>Figure5.</b> Aspect morphologique de <i>L.Sativum</i> .....	24
<b>Figure6.</b> les graines de cresson alénois ( <i>Lepidium sativum</i> ).....	31
<b>Figure7.</b> Modèle animal étudié.....	32
<b>Figure8.</b> le matériel utilisé.....	33
<b>Figure9.</b> l'étape de pesée des lapins.....	33
<b>Figure10:</b> ébullition des graines de <i>Lepidium sativum</i> .....	34
<b>Figure11.:</b> la solution mucilagineuse avec1000ml d'éthanol.....	35
<b>Figure12.</b> l'obtention d'un homogène crémeux à base des graines de <i>Lepidium</i> (réalisation de pommade2).....	35
<b>Figure13.</b> Test de tolérance cutanée effectué sur les flancs d'un lapin.....	38
<b>Figure14.</b> Boîtes de Pétri montrant le bouillon thioglycolate stérile et la pommade stérile.....	40
<b>Figure15.</b> Pommadeantiinflammatoirenaturelleàbasedemucilage de <i>Lepidium sativum</i> ....	41
<b>Figure 16.</b> Présentation des lapins A et B : aucune réaction cutanée observée sur le flan après72h .....	42
<b>Figure17.</b> Test de sensibilité de la pommade.....	43

## Liste des tableaux

<b>Tableau1.</b> Nom régionale de <i>Lepidium sativum</i> .....	21
<b>Tableau2.</b> classification taxonomique du <i>L.sativum</i> .....	22
<b>Tableau3.</b> Systeme des cores de Draize.....	39
<b>Tableau4.</b> Caractéristiques de la pommade de <i>Lepidium sativum</i> .....	41

## Liste des abréviations

**FAO:** Food and Agriculture Organization

**OMS:** Organisation Mondiale de la Santé

**IIP:** L'indice d'irritation primaire.

**P :** poids des graines utilisées

**T:** température ambiante ou de mesure

# Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Dédicace

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des tableaux et des figures

Introduction..... 1

Synthés bibliographique

## I. Chapitre I :La peau.

I. Généralités sur la peau..... 3

I.1 Structuredelapeauhumaine..... 3

I.1.1L'épiderme..... 5

I.1.2Le derme..... 6

I.1.3L'hypoderme..... 6

I.2La peau du lapin..... 7

I.3L'inflammation..... 7

I.3.1Définitiondel'inflammation..... 8

I.3.2.Les causes de l'inflammation..... 8

I.3.3. Les types de l'inflammation.....	8
a) L'inflammation aiguë.....	9
b) L'inflammation chronique.....	9
I.3.4. Les signes de l'inflammation.....	9
I.3.5 Les anti-inflammatoires.....	10
I.4 La phytothérapie et les anti-inflammatoires naturels.....	11

## **II. Chapitre II: Les plantes médicinales.**

II.1. Généralités sur Les plantes médicinales.....	12
II.1.2. Définition des plantes médicinales.....	12
II.2 Principes actifs des plantes médicinales.....	13
II.3 Parties de plantes médicinales utilisées.....	15
II.4. Utilisation des plantes en médecine traditionnelle.....	16
II.5. La phytothérapie .....	16
II.5.1. Définition de la phytothérapie.....	16
II.5.2. Différents types de la phytothérapie.....	17
II.5.3. Modes d'utilisation des PAMs pour la phytothérapie.....	18
II.6. Les Avantages de la phytothérapie.....	19

### III. Chapitre II: *Lepidiumsativum*

III.1 Généralités sur la famille des Brassicacées.....	20
III.1.2 Germe <i>Lepidium</i> .....	20
III.1.3 L'espèce <i>Lepidium Sativum</i> .....	20
III.1.4. Nom en clatures de <i>Lepidium sativum</i> .....	21
III.1.5 Origine et répartition géographique du <i>L.sativum</i> .....	21
III.1.6 Classification taxonomique du <i>L.sativum</i> .....	21
III.2 Composition chimique.....	22
III.3 Description de la plante ( <i>L.sativum</i> ).....	23
III.4. Utilisations et propriétés.....	24
a) Propriétés chimiques.....	24
b) Propriétés pharmacologiques.....	25
c) Utilisation thérapeutiques.....	25
III.4.1. L'étude phytochimique de <i>Lepidiumsativum</i> .....	26
1. Métabolites secondaires .....	27
III.4.2 Mucilage de <i>Lepidiumsativum</i> .....	28
III.4.2.1. Origine mucilage de <i>Lepidiumsativum</i> .....	28
III.4.2.2.Extraction de mucilage.....	29
III.4.2.3.Utilisation de mucilage.....	30

### Partie expérimentale

#### I. Chapitre IV: Matériels et méthodes

IV.1 Matériels biologiques.....	31
A) Matériel végétal.....	31
B) Matériel l'animal.....	31
C) matériel et appareillage utilisé.....	32
IV.2 Le paramètre mesuré .....	32
IV.2.1 Le poids des lapins .....	33
IV.3 Méthode d'extraction.....	34
IV.3.1 Extraction de mucilage graines <i>Lepidiumsativum</i> .....	34
IV.3.1.1 Protocole de mucilage des graines L.P.....	34
IV.3.1.2 Isolation de mucilage.....	34
IV.3.1.3 précipitation de mucilage .....	34

IV.4 Etude de l'activité anti-inflammatoire .....	35
IV.4.1 Formulation galénique et contrôle de la qualité de la pommade .....	35
IV.4.1.1 Préparation de la pommade .....	35
IV.4.1.2 Caractérisation de la pommade .....	36
A. Caractères macroscopiques .....	36
B. Homogénéité .....	36
C. Mesure du pH .....	36
D. Conditionnement .....	36
IV.5 Test de tolérance cutanée .....	37
IV.5.1 Détermination de l'indice d'irritation primaire .....	38
IV.6 Test de stérilité de l'extrait éthanolique et de la pommade .....	40

#### **IV. Résultats**

<b>V. Résultats et interprétation</b> .....	41
V.1. Extraction .....	41
V.2. Analyse qualitative de l'extrait de la pommade .....	41
V.1.3 Propriétés physico-chimiques .....	42
V.1.3.1 Mesure du pH .....	42
V.1.3.2 Test de tolérabilité de la pommade .....	43
V.1.4. Test de stérilité des substances .....	43
<b>Conclusion</b> .....	44
<b>Références bibliographiques</b> .....	45
<b>Annexe</b> .....	50

# INTRODUCTION

# Introduction

---

## Introduction

Depuis de milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études(OMS, 2019).

Actuellement, les plantes possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs extraits dans les soins de santé ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux vu leurs propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti inflammatoires ,antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, tonifiantes, stimulantes, et calmantes (Sarni &Cheynier,2016).

Le choix de notre plante s'est basé sur leur utilisation fréquente dans nos traditions locales culinaires et médicinales, afin de revaloriser et redécouvrir notre patrimoine national.

*Lepidium sativum* Linn. Appartient à la famille des Brassicacées (famille des choux) et est communément appelé "cresson alénois", "cresson de jardin" .La plante est appelée "*Hab elRashaad*" ou "*hurf*" en Algérie. L'origine du cresson alénois est assez floue dans Afrique du Nord ou de l'Est, Moyen Orient, Asie de l'Ouest. Il était cultivé dans l'Antiquité en Grèce et en Italie et peut-être aussi en Egypte. On le cultive aujourd'hui dans le monde entier, y compris la plupart des pays africains, mais surtout à petite échelle dans les jardins familiaux.(Jansen, 2007).

Cependant Notre travail comporte deux parties. Nous commençons d'abord par la première partie est consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur deux chapitres. Le premier chapitre aborde les études botaniques de l'espèce végétale étudiée tandis que le deuxième chapitre, s'intéresse aux activités biologiques de *Lepidium sativum* et particulièrement anti-inflammatoire.

Nous passons ensuite à la partie expérimentale qui aborde en premier la présentation du matériel et des méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail, à savoir :

- ✚ La méthode utilisée pour l'extraction par mucilage des graines de *L. sativum*.
- ✚ La formulation de la pommade anti-inflammatoire.

# Introduction

---

- ✚ La caractérisation physico-chimique de la pomma de formulée.
- ✚ La dernière partie est réservée à la présentation et à la discussion de l'ensemble des résultats obtenus. Le manuscrit est achevé par une conclusion générale qui résumera l'ensemble des résultats obtenus.

ANALYSEBIB  
LIOGRAPHIQUE

## I. La peau

La peau est le plus grand organe du corps, constitue l'une des premières lignes de défense du corps contre les agents pathogène (*Voss et al ., 2021*). Elle représente un peu moins de 10% de la masse corporelle. Elle est divisée en trois couches qui sont visibles à l'œil nu. Il existe des subdivisions invisibles à l'œil nu, mais aisément distinguées en microscopie optique (*Darbellay,2016*).

Elle est composée de:

- 70% d'eau (sa répartition est variable, l'hypoderme beaucoup plus hydraté),
- 27% de protides (carbone, hydrogène, oxygène et azote, ainsi que des acides aminés, des protéines, des hormones et des enzymes),
- 2% de lipides (carbone, hydrogène, oxygène ainsi que des phospholipides, des acides gras, des triglycérides...),
- 0,5% des sels minéraux (sodium, magnésium, potassium, fer, cuivre, zinc, soufre, phosphore, iode, manganèse) (*Hector et al.2020*).

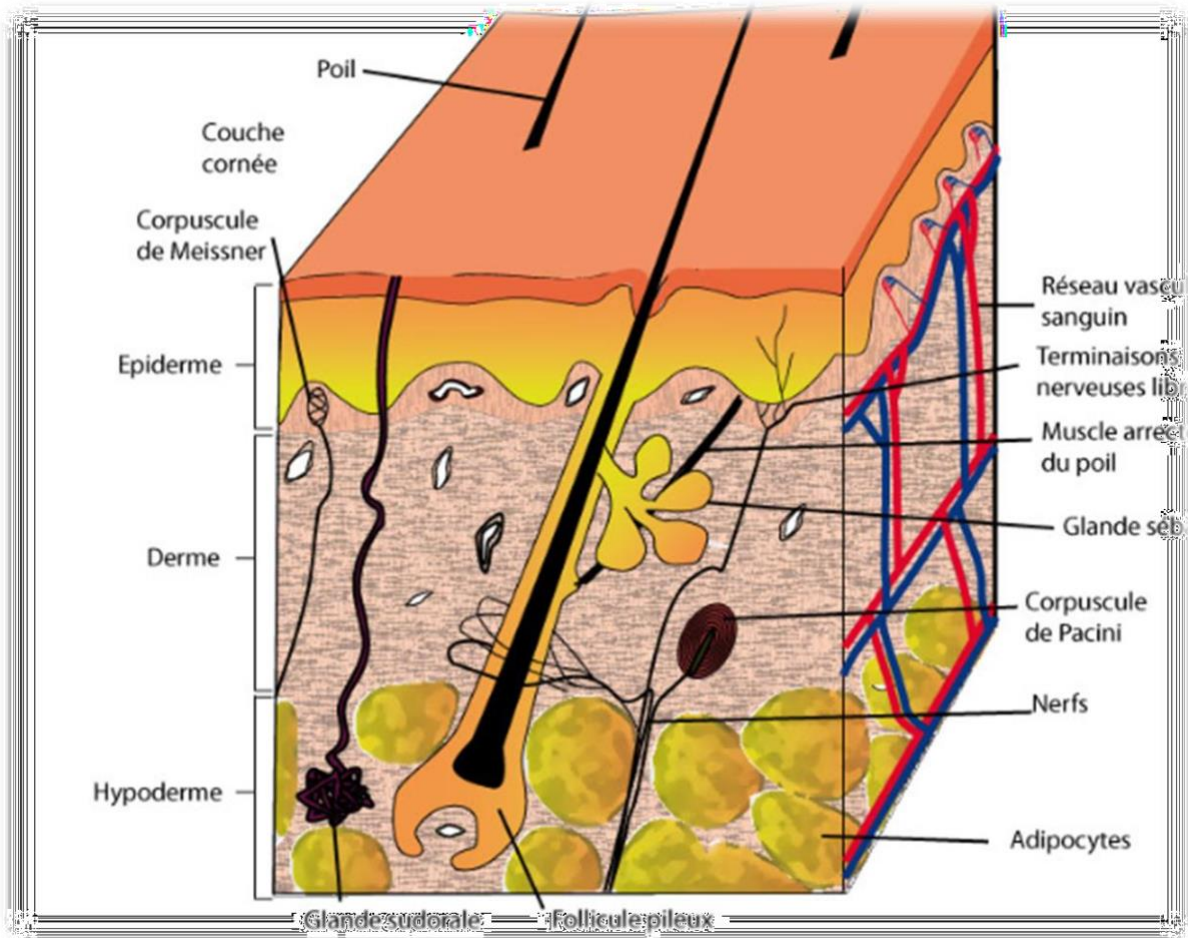
Elle est la première barrière de protection contre les agressions extérieures (chaleur, soleil, eau, infections...), joue un rôle dans la thermorégulation (*Faivre, 2020*). Grâce à la présence de nombreux récepteurs sensitifs, la peau est aussi un site important de perception sensorielle (nerf sensitifs, thermorécepteurs, etc.), un support d'une partie de notre microbiote, synthèse de la vitamine D.

Il existe quatre types de peaux de base : peau normale, sèche, grasse ou mixte. Le type de peau est déterminé par notre patrimoine génétique. L'état de santé de notre peau peut cependant considérablement varier en fonction des divers facteurs internes et externes auxquels elle est exposée (*Gudjonsson,2007*).

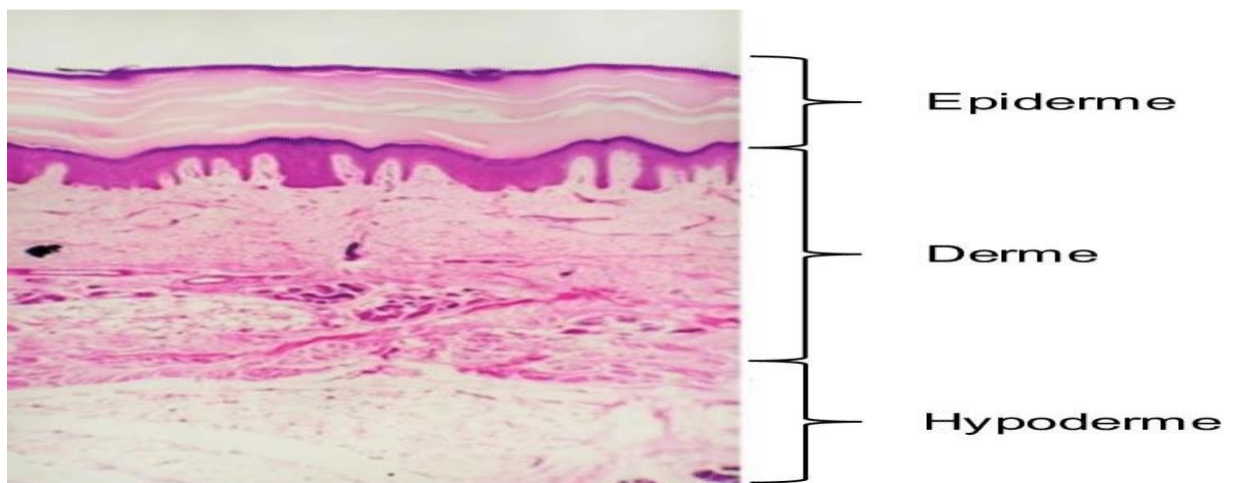
### I.1. Structure de la peau humaine

La peau humaine est constituée de trois couches tissulaires principales superposées et communicantes, de la plus profonde à la plus superficielle

- La couche la plus superficielle est nommée l'épiderme.
- La couche moyenne est le derme.
- La couche la plus profonde nomme l'hypoderme. (*Françoise et al.,2020*).



**Figure01.**Coupe anatomo-histologique d'une peau saine, (Hatano et al., 2011).



**Figure02.**Anatomie des trois couches de la peau (Caroline, 2017).

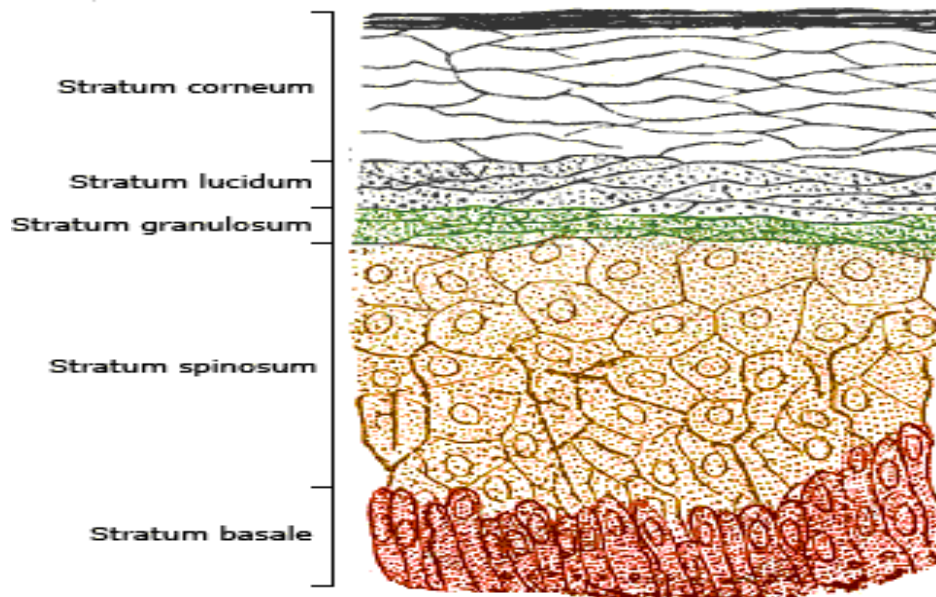
## A. L'épiderme

Fait entre 0.1 (sur les paupières) et 1mm d'épaisseur (sur les paumes et les plantes). C'est une couche relativement imperméable (protection chimique) et ferme (protection contre les agressions mécaniques) qui s'exfolie en permanence éliminant ainsi les pathogènes se fixant à la surface de la peau. Cette exfoliation de la kératine forme une partie de la poussière des maisons. L'épiderme contient trois types de cellules:

1. Les kératinocytes ( principales cellules de l'épiderme qui assurent la fonction de barrière cutanée et qui synthétisent la vitamine D).
2. Les mélanocytes qui nous protègent des UV.
3. Les cellules de Langerhans, qui font parties de notre système de défense, l'immunité (*Alexandre et al., 2012*).

L'épiderme se divise lui-même en cinq couches:

- Couche basale (ou stratum basale) : couche la plus profonde où les kératinocytes sont produits.
- Couche épineuse (ou stratum spinosum) : les kératinocytes produisent de la kératine (fibres de protéine) et deviennent fusi formes.
- Couche granuleuse (ou stratum granulosum) : la kératinisation débute. Les cellules produisent des granules durs et, à mesure que ces derniers sont poussés vers la surface, ils se transforment en kératine et en lipides épidermiques.
- Couche claire (ou stratum lucidum) : les cellules sont très compressées, aplaties et impossibles à distinguer les unes des autres.
- Couche cornée (ou stratum corneum) : la couche la plus externe de l'épiderme, composée en moyenne 20 sous-couches de cellules mortes et aplaties, en fonction de la partie du corps dont il s'agit. La peau perd ces cellules mortes au cours d'un processus appelé desquamation. C'est aussi dans la couche cornée que se trouvent les pores des glandes sudoripares et que débouchent les glandes sébacées. (*Larousse Médical., 2009*).



**Figure03.**Anatomiedel'épiderme.

### **B. Lederme**

Est environ 5x plus épais que l'épiderme . Il contient des vaisseaux sanguins (régulation thermique par vasoconstriction ou vasodilatation), des cellules nerveuses assurant l'innervation (perception par le toucher, sensations thermiques, douleur) et des annexes cutanées (follicules pileux et diverses glandes productrices de sébum pour l'imperméabilité et de sueur pour la régulation thermique par évaporation)(*Darbellay,2016*).

Le derme se divise en deux couches:

- La couche réticulaire (oustratumreticulare):une zone épaisse et profonde qui forme une transition continue avec l'hypoderme.
- La couche papillaire (oustratum papillare): elle forme une bordure ondulée bien définie avec l'épiderme (siteeucerin).

### **C. L'hypoderme**

Est la couche la plus profonde. Il est formé principalement d'adipocytes, des cellules gorgées de lipides qui forment la graisse cutanée. Cette couche molle protège les structures sous-cutanées contre les agressions mécaniques en agissant comme un coussin amortisseur, plus épais dans certaines zones comme les fesses ou les talons. L'hypoderme protège aussi contre les variations de températures en agissant comme un isolant. Sa couche est principalement constituée de (*SandrineEllero-Simatos*):

- Cellules adipeuses (adipocytes): regroupées enamas sous forme de coussins.
- Fibres de collagène spéciales (appelées gaine ou cloisons de tissu): tissu conjonctif spongieux et lâche qui maintient les cellules adipeuse ensembles.
- Vaisseaux sanguins.

Il joue plusieurs rôles:

- Protecteur, il sert d'amortisseur entre le derme et les os.
- Isolant thermique.
- Morphologique, il modèle la silhouette en fonction de l'âge, du sexe, de l'état nutritionnel de l'individu.
- Énergétique, par le stockage des graisses (*Le figaro santé*).

## I.2 La peau du lapin

La peau étant protégée par la fourrure, est très sensible très fine et très délicate. Chez les femelles (et parfois aussi chez les mâles). La fourrure fournie et douce, recouvre tout le corps du lapin (sauf la partie interne du pavillon auriculaire et les parties génitales chez le mâle) elle est dense et double. Cela veut dire qu'elle est composée de deux genres de poils :

- Les poils de couverture, ou poils principaux, longs, gros et raides, qui définissent la couleur du lapin et le protègent. Ces poils sont aussi constitués de poils conducteurs et de poils plus petits qu'on appelle «jarre».
- Les poils de bourre, ou sous-poils, courts et fins, qu'assurent l'isolation thermique.

## I.3 L'inflammation

### I.3.1 Définition de l'inflammation

L'inflammation est une réponse complexe aux signaux nocifs qui, pour la survie de l'hôte, a été impliquée dans la pathogenèse de nombreuses maladies humaines (*Parikhet al.2020*)

Elle est le mécanisme de défense immunologique de l'organisme contre les irritants nocifs, de l'élimination des facteurs de blessure à la régénération des tissus lésés (*Karinet al.,2016*).

Le but de l'inflammation est d'éliminer l'agent pathogène et de réparer les lésions tissulaires. Parfois l'inflammation peut être néfaste du fait de la persistance de l'agent pathogène dans le siège de l'inflammation, par anomalies des régulations du processus inflammatoire (*Ashley et al. ,2012*).

### I.3.2 Les causes del'inflammation

La réaction inflammatoire peut être déclenchée par

- Des micro-organismes comme des bactéries, des virus, des champignons ou des parasites.
- des corps étrangers (des protéines étrangères, par ex : les pollens ; des cristaux de silice ou d'amiante)
- des lésions tissulaires avec formation dedébris de tissus comme après une atteinte mécanique (coupure, piqure, frottement, ou corps étranger), chimique (acides et bases) ou physique (chaleur, froid ou rayonnement [uv, x, radioactifs]), ou encore sous l'influence d'inducteurs endogènes comme les cellules tumorales tuées, hémorragies, réactions auto-immunes, ou cristaux formés dans l'organisme (urée, oxalate ou phosphate de calcium, cholestérol)(*Charlesetal.,2003*).

### I.3.3 Les types de l'inflammation

L'inflammation est un mécanisme complexe qui vise entièrement l'élimination d'un stimulus agresseur et le retour à l'homéostasie tissulaire. Le processus inflammatoire est presque toujours organisé en deux phases : inflammation aiguë et résolution (*Freire et al.,2013*).

En général, la réponse inflammatoire aiguë commence parla reconnaissance d'un agent nocif parles cellules sentinelles qui possèdent des récepteurs de reconnaissance de formes (*Feehanetal.,2019*).

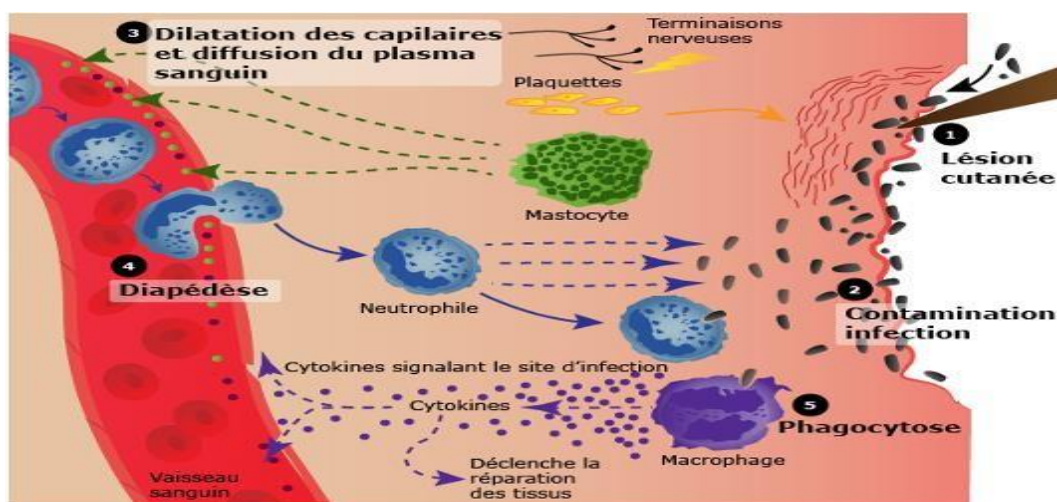
#### a) L'inflammation aiguë

Se déroule en trois phases : la phase vasculaire, la phase cellulaire et la phase de résolution. Des modifications vasculaires caractérisée par la tétrade classique ; douleur, rougeur, chaleur et tuméfaction, telles que l'augmentation de la perméabilité de la paroi vasculaire apparaissent au niveau du tissu enflammé. Ces modifications vasculaires permettent la migration des leucocytes hors de la microcirculation et leur accumulation dans le foyer lésionnel et déclenche alors la phase cellulaire (Les polynucléaires sont les premières cellules qui migrent vers le site enflammé, pendant les 6 à 24 premières heures, puis un peu plus tard au-delà de 24 à 48 heures les monocytes et les lymphocytes sont recrutés. (*Buyken et al .,2014*) Elles se déplacent alors directement vers l'agent causal de l'inflammation, guidés par un gradient de concentrations desubstancesditeschimio-attractantes(*WagneretRoth,2000*). Arrivésauniveaodusiteinflammatoire, la phagocytose et la libération de différentes enzymes hydrolytiques (protéase,élastaseetdecollagénase....etc)despolynucléairespermettentladestructiondel'agent

pathogène, Cependant, les macrophages permettent le nettoyage du foyer inflammatoire et l'élimination des débris cellulaires tissulaires (*Evens,2010*).

La phase de réparation sera plus ou moins importante et son intensité est liée au degré de destruction cellulaire. Les macrophages ne complètent pas seulement l'action des polynucléaires neutrophiles, mais également jouent un rôle de présentateurs de l'antigène et de réparateurs. Au début, ce sont les cellules endothéliales qui vont réparer l'endothélium. Ceci est dû à diverses molécules telles que la collagénase I ou III. Si la destruction est plus importante, non seulement les macrophages vont participer, les fibroblastes en produisant la fibronectine, la laminine et du collagène est l'élément clef de reconstruction (*Gilroy etLawrence,2008*).

Cependant, si le stimulus n'est pas éliminé ou si des échecs surviennent dans la résolution de la réponse inflammatoire, le processus inflammatoire peut devenir chronique, entraînant des lésions tissulaires dues à la permanence, à l'exacerbation de l'activité des cellules polymorphonucléaires (PMN) et à la fibrose au niveau de la site affecté(*Feehanetal.,2019*).



**Figure04.**La réaction d'inflammation aiguë.

#### b) L'inflammation chronique

Elle survient lorsque l'inflammation aiguë ne disparaît pas d'elle-même. Elle perdure dans le temps, soit parce que le pathogène ne peut pas être éliminé, comme dans le cas des infections latentes, soit à cause de la persistance du corps étranger, soit parce qu'un problème d'auto-immunité est apparu (*Fares,2012*).

#### I.3.4 Les signes de l'inflammation

L'inflammation se caractérise généralement par un gonflement et une rougeur, une douleur, une température corporelle élevée (ouchaleur) et une perte de la fonction tissulaire

déclenché par des agents pathogènes, des composés toxiques et des cellules endommagées ,ce par quoi notre système immunitaire réagit généralement pour lancer le processus de guérison (*Chen et al.,2021*).

Ces signes ne sont visibles que si l'inflammation est proche de la surface de la peau; en effet, certains d'entre eux peuvent passer inaperçus en cas d'inflammation profonde. Par ailleurs, il arrive que l'inflammation ne se manifeste par au consigne.

### **I.3.5 Les anti-inflammatoires**

La thérapeutique anti-inflammatoire est généralement menée par des molécules des synthèses du type anti-inflammatoire non stéroïdien ou stéroïdien (corticoïdes),ce sont des médicaments largement utilisés mais dont l'effets secondaires sont parfois graves, en particulier la toxicité sur les système rénale digestif(*Das,2011*).

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens(AINS)sont des médicaments à propriétés anti-inflammatoires, antipyrétiques et analgésiques. Ils présentent une grande hétérogénéité chimique mais ils ont en commun l'inhibition non sélective de l'enzyme cyclooxygénase (COX)(*Ortegaet al., 2014*). Les AINS traditionnels inhibent les deux enzymes capables de synthétiser des prostaglandines : la COX-1 et la COX-2. Les prostaglandines produites par la COX-1 jouent surtout un rôle physiologique (en particulier la protection gastrique), alors que celles produites par la COX-2sontsurtoutproduitesdansdesconditions inflammatoires(*Vonkemanetal.2008*).

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) ou les glucocorticoïdes se sont des dérivés du cortisol. Ils représentent le traitement le plus efficace utilisé pour les maladies inflammatoires chroniques tel que l'arthrite rhumatoïde et les maladies auto-immune (*Kessel et al.2014*).

L'usage des glucocorticoïdes est associé à de nombreux effets indésirables, le risque d'apparition de ces effets s'accroît avec le prolongement de la durée du traitement. Conduisant à des troubles aigus tels quel 'hypertension artérielle et l'ulcèresgastro-duodénaux (*Chung,2014*).

### **I.4 La phytothérapie et les anti-inflammatoires naturels**

Malgré le développement spectaculaire de l'industrie pharmaceutique, la phytothérapie garde toute son importance, surtout dans les pays du tiers monde où plus de 70 % de la population s'ya donnent presque exclusivement.

«La médecine traditionnelle qui est la somme totale des connaissances, compétences et pratiques reposant rationnellement ou non, sur les théories, croyances et expériences propres à une culture,

Est utilisée pour maintenir les êtres humains en santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales»(OMS,2003).

La pratique au long des siècles de la Médecine Traditionnelle et l'expérience transmise de génération en génération semblent être preuve de l'innocuité et de l'efficacité de cette médecine, En Algérie la phytothérapie est utilisée depuis toujours dans les lecteurs de la médecine traditionnelle. Aujourd'hui les plantes jouent encore un rôle très important dans les traditions thérapeutiques et la vie des habitants, mais les règles de leur utilisation manquent parfois de rigueur et ne tiennent pas compte des nouvelles exigences de la thérapeutique moderne. Ces dernières années, beaucoup de recherches se sont orientés vers la valorisation de la médecine traditionnelle en vue de vérifier la sûreté et l'efficacité des plantes utilisées et d'établir des règles scientifiques pour l'usage de ces plantes (*Poucheretetal,2006*).

Dans tous les cas, il est nécessaire d'être très prudent dans l'utilisation des plantes. En effet, ce n'est pas parce qu'une chose est naturelle, qu'elle est forcément bonne. Ainsi, certains principes sont très puissantes peuvent donc être toxiques, voire mortels(*Goetz,2020*).

## II. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales ont joué un rôle distinctif depuis la période primitive jusqu'à aujourd'hui dans les systèmes de soins de santé (*Abbasi et al., 2013*).

Environ 80% de la population mondiale utilise actuellement des plantes médicinales traditionnelles, Les ressources végétales font partie intégrante des sociétés humaines et sont utilisées par différents groupes culturels depuis des milliers d'années pour favoriser le bien-être. De nombreux groupes culturels à travers le monde continuent de compter sur les plantes comme principal moyen de guérison et ont développé leurs propres systèmes médicaux basés sur des théories, des croyances et des expériences uniques (*Xiong et al., 2020*),

Les Plantes Médicinales-Aromatiques (MAP) constituent les premiers médicaments de l'homme et elles fournissent encore des traitements à plus de 80% de la population mondiale (*Silveira et al., 2018*). Au cours des dernières décennies, les plantes médicinales sont devenues une nouvelle tendance, de nombreuses personnes ayant recours à ces produits pour le traitement de divers problèmes de santé. Actuellement, plus de 100 millions d'Européens utilisent des produits de médecine traditionnelle ou complémentaire (*Who, 2014*).

### II.1. Définition des plantes médicinales

Selon la définition de la Pharmacopée Française (*11ème édition en vigueur*) : « Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée Européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes médicinales peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques ».

Selon l'OMS, "une plante médicinale est une plante qui contient, dans un ou plusieurs de ses organes, des substances qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs de la chimio-pharmaceutique héli-synthèse". Cette définition permet de distinguer entre les plantes médicinales déjà connues dont les propriétés thérapeutiques ou comme un précurseur de certaines molécules ont été scientifiquement établis, et d'autres plantes utilisées en médecine traditionnelle (*OMS, 2019*).

L'appellation de plante médicinale a donc toute sa place dans le monde du médicament sachant qu'une grande partie des médicaments utilisés actuellement sont issus des plantes soit par copie de la molécule active « naturelle » par héli synthèse, soit par extraction de celle-ci (*Derthond et al., 2016*).

Cependant, il existe cinq points essentiels à connaître pour être en mesure d'utiliser une plante médicinale (*OMS,2000*):

1. L'identification de la plante (basée sur l'observation des fleurs, feuilles, fruits, etc. mais aussi sur l'odeur, le goût...).
2. Le mode de préparation (partie de la plante à utiliser, type de préparation, dosage de la préparation).
3. La posologie c'est-à-dire la quantité de préparation à absorber par jour.
4. La durée du traitement.
5. Les restrictions, contre-indications

## II.2. Principes actifs des plantes médicinales

Les effets curatifs bénéfiques des MAP sont principalement dus au mélange de substances appelées métabolites secondaires comprenant des isoprénoïdes (terpénoïdes), des alcaloïdes, des phénylpropanoïdes et des flavonoïdes (polyphénols). Les MAP synthétisent ces métabolites par divers processus physiologiques et biochimiques en réponse aux stress biotiques et abiotiques (*Mahajanetal.,2020*).

Le principe actif est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal. Il est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale. En fait, dans le langage courant, le terme se substitue à celui de constituant à effet thérapeutique. Les constituants à effet thérapeutique sont des substances ou groupes de substances, chimiquement définis, dont la contribution à l'effet thérapeutique d'une drogue végétale ou d'une préparation à base de drogue(s) végétale(s) est connue (*Mahajanetal.,2020*).

Lorsque l'on parle de médicaments « **classiques** », il est plus facile de distinguer le principe actif qui est la molécule présente dans le médicament et qui permettra l'effet thérapeutique désiré. Cependant, en phytothérapie, la notion de principe actif est plus complexe en raison du principe de « **Totum** » de la plante médicinale. (*Laurantetal., 2016*) Le Totum désigne le profil chimique et pharmacologique de la plante qui se compose d'un mélange complexe de substances présentes en quantités variables et qui produisent entre elles un effet de synergie responsable de l'activité de la plante. Cette synergie signifie que si l'on prend les molécules isolément, l'effet n'est pas le même que lorsqu'elles sont conjuguées : c'est le principe du « tout » supérieur à la somme des parties.

JM Morel médecin phytothérapeute écrit: « en dehors des effets de chacun des grands groupes de principes actifs, on peut constater une supériorité du totum végétal dans une action modulée, sans doute plus physiologique, des associations moléculaires sur un organisme vivant malade »Aujourd'hui, la phytothérapie moderne s'appuie sur des connaissances biochimiques et cherche à soulager des symptômes grâce à des principes actifs identifiés, testés cliniquement et contenus dans les plantes médicinales. Elle a surtout recours à des produits d'origine végétale obtenus par extraction et présentés comme n'importe quelle spécialité pharmaceutique (*Herbinet, 2004*).

### II.3. Parties de plantes médicinales utilisées

Les différentes parties de la même plante médicinale peuvent présenter des constituants chimiques très différents et qui n'ont pas la même action thérapeutique. Généralement, en médecine traditionnelle, la partie qui contient le plus de principes actifs est la plus employée.

Parmi les plantes médicinales nous pouvons distinguer deux moyens d'utilisation distincts:

- A. La plante entière ou une partie de la plante est utilisée en l'état sans savoir subi d'extraction physico-chimique préalable. Le terme de totum est alors employé pour désigner l'ensemble ou la partie du végétal utilisé. Le totum contient de nombreuses familles d'actifs agissant en synergie. Le patient peut l'ingérer sous forme de gélules contenant la poudre de plante, de comprimés ou de tisane (extraction des composés hydrosolubles). Exemple: la racine d'harpagophytum (*Harpagophytum procumbens L.*) Cette utilisation de la plante médicinale se rapproche des utilisations originelles car on utilise la partie de la plante dans sa globalité et c'est la synergie des actifs contenues dans sa drogue végétale qui permet son effet thérapeutique (*Jorite, 2015*).
- B. La plante entière ou une partie de la plante subit une extraction physico-chimique. On obtient alors un extrait aqueux, hydro-alcoolique... selon le solvant d'extraction utilisé. Cet extrait liquide subit généralement une étape de dessiccation. On obtient alors un extrait sec. L'extrait sec est concentré en principes actifs de la même famille chimique. On utilise donc la plante pour en extraire son principe actif principal en vue d'un effet thérapeutique précis. C'est une thérapeutique beaucoup plus évoluée car on cible une molécule précise provenant de la plante médicinale et on l'extrait pour obtenir un concentré de ce principe actif. Exemple : l'extrait sec hydro alcoolique de millepertuis (*Hypericum perforatum L.*) (*Kerry, 2010*).

Selon le mode d'extraction utilisé nous pouvons retrouver plusieurs indications pour la même plante car des principes actifs différents seront extraits. Le millepertuis est ainsi retrouvé sous plusieurs formes(*EMEA 2009*):

- L'extrait sec ainsi que la drogue végétale pulvérisée qui sont utilisés pour les états dépressifs mineurs à modérés
- L'extrait liquide par extraction dans une huile végétale qui est utilisée pour ses propriétés anti-inflammatoires sur la peau(coups de soleil notamment).

C. Les différentes parties de plantes qui peuvent être employées chez la plupart des populations sont celles qui ont été décrites par(*Gurib-Fakim,2006*):

- **Racine:** Les racines peuvent être fibreuses, solide ou charnues.
- **Rhizome:** Le rhizome est une tige ligneuse ou allongée charnue qui pousse généralement horizontalement en dessous du sol, formant des feuilles au-dessus du sol et des racines dans le sol.
- **Bulbe :** Un bulbe est une pousse souterraine verticale disposant de feuilles modifiées utilisées comme organe de stockage de nourriture par une plante à dormance. Les bulbes les plus populaires en médecine traditionnelle sont l'oignon et l'ail.
- **Tubercule:** Un tubercule est une structure charnue gonflée, généralement souterraine, qui assure la survie des plantes pendant la saison d'hiver ou en période de sécheresse. Ces organes peuvent être formés sur les racines ou se développent sur les parties aériennes de la plante. La pomme de terre africaine ( *Hypoxis* sp. De la famille Hypoxidaceae) est un exemple bien connu.
- **Écorce:** L'écorce est la couche protectrice externe d'un tronc d'arbre, elle est souvent riche en toxines (phénols) et principes amers (tanins) ce qui la rend plus protectrice. Exemple :(*Cinchona* sp.,*Rubiaceae*)et (*Cinnamomum camphora* et *C. camphora* , les deux de la famille *Lauraceae*).
- **Bois:** Le bois est la tige épaisse ou le bois lui-même. Exemple : *Santalum album* de la famille *Santalaceae*.
- **Feuilles:** Les feuilles peuvent être utilisées seules ou mélangées avec leur pétiole .Exemple :(*Ginkgo biloba* de la famille *Ginkgoaceae*).
- **Gommes:** les gommes sont des composés solides constituent d'un mélange de polysaccharides. Ils sont solubles dans l'eau et partiellement digérés par les êtres humains. Exemple (*Acacia Senegal*; *Terminalia bentzoe*).

- **Huiles essentielles:** Exemple (Menthaxpiperita;Canangaodorata).
- **Les parties aériennes:** Toutes les parties de la plante qui se trouvent au-dessus du sol. Elles sont récoltées, très souvent, lors de la floraison. Exemple : Hypericumperforatum de la famille Hypericaceae.
- **Fleurs:** Les fleurs sont très utilisées dans la médecine traditionnelle.
- **Fruits:** Exemple (Punicagranatum;Citrussp).
- **Graines:** Exemple (Ricinuscommunis;Foeniculumvulgare).

#### II.4. Utilisation des plantes en médecine traditionnelle

L'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde, notamment celle des pays en voie de développement où plus de 80 % de la population ont recourt presque exclusivement à la médecine traditionnelle pour ses besoins de santé primaire, du fait de son incapacité à accéder, voire bénéficier des vertus de la médecine moderne (*Belkhir,2013*).

De plus,les plantes médicinales restent la plus importante et parfois la seule source de thérapeutique. Outre leur utilisation dans la prévention et la guérison de divers maux, certaines plantes médicinales servent de produits d'exportation et de source de revenus considérables pour les agriculteurs (*Assefaetal.,2014*).

#### II.5. Laphytothérapie

##### II.5.1.Définition de laphytothérapie

Etymologiquement, le terme « phytothérapie » se décompose en deux termes distincts qui sont « phuton » et « therapeia » et qui signifient respectivement « plante » et « traitement » de par leur racine grecque.

La phytothérapie est donc une thérapeutique destinée à traiter certains troubles fonctionnels et certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes et de préparations à base de plantes. C'est une thérapeutique inspirée de la médecine traditionnelle basée sur un savoir empirique enrichi au fil des générations. C'est ce qu'on appelle la « phytothérapie traditionnelle », qui est toujours grandement utilisée dans certains pays qui perpétuent les usages de leur ancêtres (*Gruffat,2017*).

Au départ les plantes étaient transformées grâce à des techniques plutôt rudimentaires (broyées, macérées ou infusées en entier), mais qui permettaient déjà d'extraire une bonne partie

des substances actives , aujourd'hui la phytothérapie se décline sous plusieurs formes en fonction de la méthode d'extraction de la drogue végétale (*Istudoretal.,2013*):

- Les tisanes
- Les formes sèches: gélules et comprimés à avaler
- Les formes liquides: sirops, macérats, teintures et extraits fluides
- Les pommades, crèmes et onguents

La phytothérapie est une branche de la médecine qui utilise des préparations pharmaceutiques obtenues à partir de produits à base de plantes en prophylaxie et en traitement. Ces préparations peuvent être des macérats, des infusions, des décoctions, des teintures, des extraits, des jus frais fermenté, des poudres. L'origine des produits végétaux est la flore spontanée, la flore végétale, les cultures cellulaires et tissulaires industrielles et le milieu marin.

L'effet thérapeutique des plantes est dû à leurs principes actifs représentés par certains constituants chimiques à activité pharmacodynamique, responsables de l'action pharmacologique de la plante. Ce qui est extrêmement intéressant et différent des drogues de synthèse, c'est que les plantes contiennent plusieurs principes actifs avec des structures chimiques et des actions différentes (*Istudor etal.,2013*).

### II.5.2. Différents types de la phytothérapie

- **Gemmothérapie** :Une branche importante de la phytothérapie, en développement continu, est représentée par la gemmothérapie, qui utilise les tissus végétaux les plus jeunes – méristèmes, bourgeons, rameaux ou racines. La plante se renouvelle à partir de ces tissus embryonnaires, tous ces tissus ayant un effet anabolisant, une capacité de reproduction et de multiplication cellulaire. Les macérats glycélinés sont fabriqués à partir de ces composants de la plante (*Donnoetal.,2013*).
- **Aromathérapie** : L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie qui traite les maladies en utilisant des huiles volatiles appelées aetherolea (improprement appelées "huiles essentielles") extraites des plantes. Les huiles volatiles (aetherolea) sont des produits du métabolisme végétal secondaire sécrétés par des cellules spécialisées. Les huiles volatiles sont stockées à l'extérieur de la plante (dans des brosses glandulaires ou des papilles) ou à l'intérieur de la plante (dans des canaux ou des sacs de sécrétion) sous forme de liquides huileux, volatils et à odeur aromatique (*Istudor ,2013*).

- **Herboristerie** : correspond à la méthode de phytothérapies la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée ; elle utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruit, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale (*Zeghad,2009*).
- **Phytothérapie pharmaceutique** : utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats (*Zeghad,2009*).

#### IV.5.3. Modes d'utilisation des PAMs pour la phytothérapie

Une plante médicinale peut être utilisée en différentes formes pour se soigner, dont les modes les plus utilisés sont:

- **Décoction** : se pratique en faisant bouillir la plante de 3 à 20 minutes. Elle est utilisée pour les parties les plus dures des plantes : racines, écorces, feuilles dures, graines, fruits secs.
- **Infusion**: mise en contact de la plante avec de l'eau bouillante pendant plusieurs minutes. Elle se pratique pour les feuilles, les fleurs, les petites graines
- **Macération**: action de faire tremper la plante dans de l'eau, de l'alcool, du ou de l'huile pendant plus ou moins longtemps.
- **Cataplasmes** : préparation de plante en pâte pouvant être appliquée sur la peau dans un but thérapeutique. On peut également utiliser des bandes ou des compresses imbibées de préparation à base de plante sur la peau.
- **Huile essentielle**: liquide concentrée hydrophobe des composés aromatiques (odoriférants) volatils d'une plante. Il est obtenu par distillation ou extraction chimique par solvants (eau, alcool...)(*Chariéetal.,2017*).

#### II.6. Les Avantages de la phytothérapie

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps à l'exception de ces cent dernières années, l'homme n'a pas eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou

toux ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. Aujourd'hui, les traitements à base des plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus (*Bottineau,2011*).

Aujourd'hui, la phytothérapie moderne s'appuie sur des connaissances biochimiques et cherche à soulager des symptômes grâce à des principes actifs identifiés, testés cliniquement et contenus dans les plantes médicinales. Elle a surtout recours à des produits d'origine végétale obtenus par extraction et présentés comme n'importe quelle spécialité pharmaceutique (*Larousse médical,2018*).

### *III. Lepidium sativum*

#### **III.1. Généralité sur la famille des Brassicacées**

Les brassicacées comprennent 3400 espèces, réparties sur toute l'étendue du globe, mais plus abondantes dans l'hémisphère Nord. C'est une famille facile à définir très reconnaissable par ces fleurs à pétales disposés en croix, d'où le nom ancien de Crucifères du latin «cruceferre», porter une croix (*Dupont et al., 2012*).

La famille Brassicacée composée d'environ 300-420 genres dans l'ordre des Brassicales (*Al-Shehbez et al., 2006*)

#### *III.1.2. Genre Lepidium*

Le genre *Lepidium* est constitué d'environ 175 espèces, largement distribuées à travers le monde, sur tous les continents. C'est l'un des genres les plus représentés de la famille des Brassicacées. Peu d'informations sont connues sur la période d'apparition de ce genre. Il semble que celui-ci soit originaire du bassin méditerranéen, où la plupart des espèces diploïdes ont été trouvées (*Dupont, 2004*).

*Lepidium* est la transcription du grec *lepidion* qui signifie petite coquille. Ce sont des plantes annuelles, vivaces ou sous-ligneuse, à fleurs petites, blanches, rose ou violacées, caractérisées par la silicule déhiscente, à loge renfermant une ou rarement deux graines (*Pierrick, 2013*).

#### *III.1.3. L'espèce Lepidium Sativum*

*Lepidium sativum* Linn. (*L. sativum*) est une précieuse plante à des feuilles comestibles, un proche parent des plantes du genre Brassica (moutarde, colza et chou), représentants de la famille Brassicaceae (anciennement Cruciferae). Il a un goût caractéristique, chaud (piquant), et un arôme proche du poivre noir. Ses précieuses propriétés nutritionnelles ne sont conservées que pendant une courte période dans la phase des jeunes pousses (*Michalczyk et al., 2011*).

Dans certaines régions, *L. sativum* est connu sous le nom, de cresson de jardin (Garden Cress), cresson de poivre de jardin, herbe poivrée, poivre de mouton ou poivre de l'homme pauvre (*Prajapati et al., 2014*).

Il est également connu dans les pays arabes sous le nom ELRshad ou Hab-Rchad et comme Asaliyo ou Chandrasoor dans les langues locales en Inde (*Chatoui et al., 2016*).

**III.1.4. Nomenclatures de *Lepidium sativum***

- Nom scientifique : *Lepidium sativum* Lin
- Noms commun: passerage, cressonnette, nasitort, cresson des prés, cardamine, cresson de fontaine, cresson d'eau, cresson officinal.
- Noms régional:

**Tableau 01:** nom régional de *Lepidium sativum* Lin.

Langue	Nom
Arabe	حب الرشاد
Français	Cresson alénois
Français	Passerage cultivée
Italie	Crescion inglese
Anglais	Garden pepperwort
Anglais	Gardencress
Anglais	Upland cress
Allemand	Garten kresse
Latin	<i>Lepidium sativum</i>

**III.1.5. Origine et répartition géographique du *L. sativum***

L'origine exacte de *L. sativum* est inconnue, mais on pense qu'il provient principalement de la région montagneuse de l'Éthiopie et de l'Érythrée, tandis que le sud-ouest de l'Asie et l'Europe occidentale sont considérées comme des centres secondaires d'origine. La culture de cresson était déjà connue de l'antiquité en Grèce et en Italie et peut-être aussi en Égypte. Il a été consommé en Perse avant même que le pain ait été connu (*Prasad et al. 2012*).

Actuellement, *L. sativum* ou le cresson est cultivé dans le monde entier, y compris la plupart des pays africains, l'Amérique du Nord et certaines parties de l'Europe.

En Inde, il est cultivé presque tout au long couvrant différentes zones agro-climatiques (*Wadhwa et al. 2012*).

*L. sativum* peut être cultivé à toutes les altitudes, tout au long de l'année, mais la meilleure récolte est obtenue en hiver. Il a besoin de ressources agricoles minimales, il pousse bien dans les régions semi-arides et ne nécessite pas beaucoup d'engrais, ses graines peuvent être récoltées en 70-90 jours pour donner 800-1000 kg/ha (*Diwakar et al., 2008*).

III.1.6. Classification taxonomique du *L. sativum*Tableau02: classification taxonomique du *L.S(Raval,2016)*

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>	<b>Plantes</b>
<b>Sousrègne</b>	Tracheobionta	Plantes Vasculaires
<b>Superdivision</b>	Spermatophyta	Spermatophytes
<b>Division</b>	Magnoliophyta	Angiospermes
<b>Classe</b>	Magnoliopsida	Dicotyledones
<b>Sousclasse</b>	Dilleniidae	
<b>Ordre</b>	Capparales	
<b>Famille</b>	Brassicaceae	Famille demoutarde
<b>Genre</b>	<i>Lepidium</i>	Herbespoivrées
<b>Espèce</b>	<i>Lepidium Sativum</i> Lin	Cresson de jardin

## III.2. Composition chimique

Les graines de la plante contiennent principalement des alcaloïdes tels que la lépidine, la glucotropéoline, la N, N'-dibenzylurée, la N, N'-dibenzylthiourée, l'acide sinapique et son ester de choline (sinapine) ; Contient également du carotène, de la cellulose, du calcium, du phosphore, du fer, de la thiamine, de la riboflavine, de la niacine, de l'acide urique. Huile de graines connue pour contenir des acides palmitique, stéarique, oléique, linoléique, arachidique, bénéfique, lignocérique, de l'isothiocyanate de benzyle, du cyanure de benzyle, du stéroïde et du stérol (*Divanji et al., 2012*).

La feuille contient des protéines, des lipides, des glucides, des minéraux - calcium et phosphore, des oligo-éléments tels que le fer, le nickel, le cobalt et l'iode, contient également diverses vitamines telles que la vitamine A, la thiamine, la riboflavine, la niacine et l'acide ascorbique.

Les parties aériennes de la plante contiennent du stigmast-5-en-3 $\beta$ ,27-diol 27-benzoate comme l'un des constituants chimiques clés.

La plante contient également de la glucotropéoline, de la 4-méthoxyglucobrassicine, de la sinapine, de l'acide sinapique, de la calmoduline, des minéraux sinapoyglucose, des esters d'acides caféique, p-coumarique, férulique, quinique, des protéines, des vitamines, du 5-4'-

dihydroxy-7,8,3',5-tétraméthoxyflavone, dihydroxy-7,8,4'-triméthoxyflavone, 5-3'-dihydroxy-6,7,4'-triméthoxyflavone (Divanji et al., 2012).

Ont identifié des composés phénoliques dans les graines de *L. sativum* sur la base de leurs masses spectrales caractéristiques. La plupart de ces composés ont été des acides phénoliques à savoir, l'acide gallique, l'acide protocatechuique, l'acide coumarique, l'acide caféique, l'acide coumarique hexoside, l'acide caféique hexoside, l'acide ferulique hexoside, l'acide vanillique hexoside, l'acide caffeoylquinique et enfin l'acide coumaroylquinique. Les autres composés ont été, la quercétine, quercétine hexoside, kaempferol et kaempferol-glucuronide (Zia et al., 2012)

### III.3. Description de la plante (*L. sativum*)

*L. sativum* est une plante herbacée, dressée, de couleur plus ou moins glauque. Sa tige est glabre, finement striée, profusément ramifiée et pousse jusqu'à 50-80 cm d'hauteur (Wadhwa et al., 2012)

- **Les feuilles** de *L. sativum* sont alternes, irrégulièrement pinnées, d'environ 12 cm de long et 9 cm de large, avec des pétioles jusqu'à 4 cm de long; des folioles (5 - 11), en forme ovale ou obovale, pinnatisect, les lobes ultimes généralement irrégulièrement dentés, faiblement poilus au-dessus, glabres en dessous, feuillettes de feuilles supérieures devenant peu à peu linéaires. Les feuilles supérieures sont généralement simples et linéaires, parfois lobées ou avec dents. Les feuilles basales ont de longs pétioles et unelyrate pinnatifid; Les feuilles culinaires sont lancéolées (Prajapati et al., 2014).
- **Les fleurs** sont bisexuelles, régulières et tétramères: Pédicelle 1.5 - 4.5 mm de long, ascendant; 4 sépales ovales, 1 - 2 mm de long; 4 pétales spatulés à griffe courte, jusqu'à 3 mm de long, blanc ou rose pâle; 6 étamines, anthères habituellement violacées; Ovaire supérieur, aplatis, aigu emarginé, style jusqu'à 0,5 mm de long, stigma capité.
- **Le fruit** est une silique aplatie, ronde ou ovale, de 4-6 mm × 3-5,5 mm, de couleur vert pâle à jaunâtre, de marges en forme d'ailes, déhiscent par 2 valves, habituellement avec 2 semences sous les graines (Prajapati et al., 2014).
- **Les graines** de *L. sativum* sont petites, ovales, pointues et triangulaires à une extrémité lisse, d'environ 3-4 mm de long, 1-2 mm de large, de couleur brun rougeâtre. La graine *L. sativum* a été signalée comme une riche source de minéraux tels

que le potassium, le zinc, le phosphore et le calcium, elle a donc été considérée comme une graine nutraceutique importante pour l'enrichissement en nutriment (Sharmas.setal.,2011).

- Un sillon présent sur les deux surfaces s'étendant jusqu'à deux tiers vers le bas et un léger aile comme extension présentes sur les deux bords de la graine. En trempant dans l'eau la graine se gonfle et se recouvre d'un manteau transparent, incolore, mucilage avec goût mucilagineux (Prajapati et al., 2014).



**Figure 05:** Aspect morphologique de *L. Sativum*. A. feuilles ; B. fleurs; C. Les graines.

### III.4. Utilisation et propriétés

#### a) Propriétés chimiques

La graine de *Lepidium sativum* donne près de 25% d'une huile brune jaunâtre semi siccative à odeur particulière et déplaisante. L'huile est riche en acide soléique, linoléique et urique, et contient également des alcaloïdes imidazoles. Le tégument de la graine germée contient beaucoup de mucilage, le quel présente une substance allél opathique, le lépidimide (Jansen, 2007).

L'espèce comprend également des tanins, saponines, flavonoïdes (lutéoline, apigénine et leurs glycosides, quercitine, naringénine, eriodictyol, cirsilinéol, salvigénine, cirsimaritrine,

thymonine, thymusine, taxifoline, genkwanine, sakuranétine et vicénine-2), des acides phénoliques (acide caféique, rosmarinique, labiatiq ue et chlorogénique) (*Berehe et al., 2014*).

### b) Propriétés pharmacologiques

*Lepidium sativum* est une plante médicinale bien connue. Cette plante révèle efficace contre de nombreux troubles digestifs en raison de son action stimulante, laxative et diurétique. De plus, il lutte contre la constipation et les hémorroïdes et il apaise les maux de ventre. Par ailleurs, le *Lepidium sativum* stutile en cas d'asthme ou de toux (*Hordé, 2015*).

Le Cresson alénois est un puissant antiscorbutique. Il se montre aussi "apéritif, diurétique et dépuratif". Il se consomme frais, en salade. Sa croissance est extrêmement rapide. La graine est vue également préconisée comme "stomachique, expectorante et emménagogue" (*Drouet, 2002*).

Il est fortement déconseillé de manger du *Lepidium* sauvage, celui-ci pouvant abriter la douve, dangereux parasite à l'origine d'une grave maladie du foie : la distomatose. Par contre, *Lepidium* cultivé dans les cressonnières que vous trouvez sur les marchés ou dans les rayons des magasins de légumes est sans aucun danger (*Bermejo et al., 2010*).

### c) Utilisation thérapeutique

Au 8<sup>ème</sup> siècle un docteur célèbre Hebn AL-Bautas a étudié les usages médicaux de *L. sativum* en détail et il a trouvé que cette plante augmente la faim et se débarrasser des vers de l'estomac (*Wadhwa et al., 2012*).

Récemment, on ont trouvé que chaque partie de *L. sativum* utilisée pour divers traitements des maladies: Les graines sont appliquées dans une large gamme de fonctions biologiques et de maladies telles que la lèpre, les maladies de la peau et comme diurétique. Les racines sont utilisées dans le traitement de la syphilis secondaire et du ténésme. Les feuilles constituent un remède antibactérien et un traitement du scorbut et de l'hépatopathie (*Karazhiyan et al., 2011*).

Les extraits de feuilles et de graines ont un effet anti-inflammatoire. La présence de flavonoïdes, alcaloïdes, glycosides cyanogéniques (traces), tanins, glucosinolates, stérols et triterpènes contribuent à cet effet. Des graines meurtries mélangées à du jus de citron vert peuvent être utilisées localement pour réduire l'inflammation et les douleurs rhumatismales.

En Asie du Sud, les graines de *L. sativum* sont utilisées comme médicament traditionnel pour traiter la bronchite, l'asthme et la toux. Elles sont considérées comme un remède abortif,

diurétique, expectorant, antibactérien, stimulant gastro-intestinal, gastro-protecteur, laxatif et stomadique.

Elles sont appliquées aussi pour soulager la douleur l'enflure des articulations rhumatismales, dans le hoquet, la dysenterie, la diarrhée et les maladies cutanées causées par les impuretés du sang. Les bonbons traditionnels pour les mères allaitantes sont préparés à partir des graines de *L. sativum* (Doke *et al.*, 2014).

#### **III.4.1. L'étude phytochimique de *Lepidium sativum***

L'étude phytochimique de l'extrait de plante révèle la présence de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les tanins, les glycosides, les poly phénols, la lectine et le mucilage (kaiyrkulova *et al.*, 2019).

##### **1. Métabolites secondaires**

Le métabolisme secondaire implie que les voies métaboliques primaires spécifiques à certains organismes végétaux. Donc les métabolites secondaires sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt intervenaient dans les relations avec les stress biotiques et abiotiques ou améliorent l'efficacité de la reproduction (Laurent, 2012).

Les composés de métabolisme secondaire ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultant de réactions chimiques ultérieures. On les appelle donc des métabolites secondaires. Ces composés ne se trouvent pas dans toutes les plantes (Laurent, 2012).

- **Les flavonoïdes** : sont le groupe le plus commun des polyphénols végétaux, Plus de 8000 flavonoïdes différents ont été décrits et ils sont prérogative du royaume des plantes. Les flavonoïdes sont structurés comme un squelette carboné commun de diphenyle propane, deux anneaux de benzène reliés par une chaîne linéaire à troiscarbones (C6-C3-C6) formant habituellement un noyau hétérocycle oxygéné, le noyau flavan (anneau C) (Grassi *et al.*, 2010).

Les principales propriétés des composés phénoliques sont surtout antiseptiques (parex. sur le système urinaire), antibactériennes et anti-inflammatoires. Les flavonoïdes sont des pigments donnant la coloration aux fleurs, aux fruits et dans certains cas aux feuilles.

- **Les tanins:** Les tanins sont des composés complexes pouvant être solubles dans l'eau ou l'alcool. Ils sont présents en quantité importante dans de nombreuses plantes médicinales et sont souvent très amers. Ils s'appartiennent à la famille des flavonoïdes. On peut trouver des tanins principalement dans les cortex, racines, fruits ou feuilles. Ils ont des propriétés sur toute astringentes. Les tanins sont principalement utilisés en usage externe en particulier contre des blessures, plaies ou hémorroïdes. En usage interne on les utilise aussi contre la diarrhée et la gastro-entérite. Il faut savoir qu'en usage interne les tanins ne sont pas absorbés par l'organisme. Ils peuvent toutefois se fixer à des substances toxiques et les "neutraliser" au niveau du tractus gastro-intestinal puis sont éliminés ensemble (tanins-agents toxiques) par les selles. Les tanins présentent aussi des propriétés antioxydantes, antibactériennes et parfois calmantes (*Gruffat, 2020*).
- **Les glucosides:** portent aussi le nom de glucosides cardiotoniques, glycosides cardiotoniques ou glucosides de digitale. D'un point de vue chimique, les glucosides sont des principes actifs comprenant deux fractions, soit une molécule glucidique (sucre ou *gluco*, d'où le nom glucosides) et une autre molécule dotée d'une fonction alcoolique (-OH). Ils ont une structure de stéroïde (*Gruffat, 2020*).
- **Les polyphénols :** est un groupe de molécules de structures variées, d'une grande utilisation en phytothérapie et ils sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide (*Hennebelle et al., 2004*). Ces molécules sont présentes dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont généralement impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines ou la maturation des fruits (*Boizot et al., 2006*). Ils existent dans les plantes, considérés comme des antioxydants et connus par leur capacité de piégeage des radicaux libres par un mécanisme d'inhibition des enzymes responsables de la production des ROS et interviennent dans la prévention de plusieurs maladies (*Lietal., 2014*).
- **Mucilage :** Les mucilages sont des molécules hétérogènes à base de polysaccharides. En contact avec l'eau, les mucilages deviennent visqueux et gonflent. Les mucilages

Contiennent toujours une molécule de glucose.

Les mucilage ont une capacité d'absorber une quantité élevée d'eau (*Gruffat, 2020*).

#### **III.4.2. Mucilage de *Lepidium sativum***

Le mucilage est un composant soluble dans l'eau constituant différents composants chimiques fonctionnels avec des avantages potentiels pour la santé humaine (*Soukoulis et al., 2018*).

Le mucilage et la gomme ont un sous-groupe d'hydrocolloïdes contenant des monosaccharides liés à des acides organiques et sont proches les uns des autres en raison des composants hydrophiles et hydrocolloïdes qui créent une solution ou un gel collant en présence d'eau (*Singh et al., 2020*).

Structurellement, le mucilage (un complexe de polysaccharide polymère) est principalement composé d'hydrates de carbone avec des structures hautement ramifiées constituées d'unités monomères de L-arabinose, D-xylose, D-galactose, L-rhamnose et acide galacturonique. Ils contiennent également des glycoprotéines et différents composants bioactifs tels que des tanins, des alcaloïdes et des stéroïdes (*Fernande et al., 2017*).

##### **III.4.2.1. Origine mucilage de *Lepidium sativum***

Le mucilage est un matériau adhésif comestible soluble dans l'eau qui constitue des unités d'hydrates de carbone et d'acides organiques présents dans différentes parties des plantes, y compris l'épiderme muqueux de la couche externe des graines, de l'écorce, des feuilles et des bourgeons (*Mukherjee et al., 2019*).

La majorité des plantes produisent du mucilage à partir du tégument et ce processus de production de mucilage est appelé myxospermie et certaines espèces végétales le produisent à partir de l'épicarpe du fruit, connu sous le nom de myxocarpie. Les plantes produisant du mucilage à partir du tégument appartiennent à la famille des Plantaginaceae, des Acanthaceae, des Linaceae et des Brassicaceae, tandis que la myxocarpie (mucilage des fruits) se trouve couramment dans des familles comme les Poaceae, les Asteraceae et les Lamiaceae (*Viudes et al., 2020*).

Le mucilage développe une structure gélatineuse autour des fruits et maintient l'humidité et empêche les graines de se dessécher complètement et agit donc comme un agent hydratant et agit également comme un réservoir d'énergie (*Zhanget al., 2020*).

**III.4.2.2. Extraction de mucilage**

Le mucilage peut être extrait de n'importe quelle partie de la plante et est considéré comme une source précieuse de polysaccharides naturels avec un excellent potentiel dans les applications pharmaceutiques et alimentaires. Plusieurs études ont indiqué que le rendement, les propriétés fonctionnelles et rhéologiques du mucilage dépendent fortement de la méthode d'extraction et des conditions d'extraction (Nayak *et al.*, 2013).

Généralement, toute la méthode d'extraction du mucilage comprend deux procédés successifs qui sont la macération et la précipitation. Habituellement, la méthode d'extraction par macération du mucilage est simple et précieuse, bien que l'inconvénient de la macération soit une faible efficacité et une longue durée d'extraction (Souza *et al.*, 2020).

Cette méthode consiste à tremper la matière première dans le solvant choisi à température ambiante ou sa gitation régulière. La macération pour l'extraction du mucilage est généralement effectuée en utilisant le faible rapport de traitement solide-liquide et à l'eau chaude. Des solutions acides, de l'oxalate d'ammonium et de l'EDTA sont également utilisés pour améliorer l'extraction du mucilage (Rashid *et al.*, 2019).

Le traitement par solvant est une technique classique d'extraction des mucilages. Généralement, la procédure aqueuse comprend le mucilage extrait des parties sèches de la plante (graines, feuilles, racines, tiges) en utilisant de l'eau distillée chaude. La procédure se produit sous agitation et agitation continues de la solution. La solution est ensuite filtrée, ces étapes peuvent être répétées souvent. Par conséquent, le mucilage est précipité par l'addition d'alcool au filtrat. Ensuite, le mucilage précipité est séché par lyophilisation ou dans un four pour obtenir la poudre de mucilage finale (Nayak *et al.*, 2010).

De plus, l'extraction à froid peut être appliquée afin de produire un mucilage plus visqueux, plus naturel mais avec un rendement inférieur par rapport à la méthode d'extraction à chaud (Luo *et al.*, 2019).

Afin d'obtenir des polysaccharides de qualité (mucilage) et un meilleur rendement, il est nécessaire d'améliorer la procédure d'extraction. L'eau déionisée peut également être utilisée pour l'extraction du mucilage (Bahbahani *et al.*, 2020).

**III.4.2.3. Utilisation de mucilage**

De plus, le mucilage dérivé de plantes en raison de sa propriété d'élasticité peut former un grand nombre de molécules de réseaux, par conséquent, peut être largement utilisé comme film comestible ou revêtement comestible dans les applications d'emballage alimentaire dans les industries alimentaires, les désintégrant dans les comprimés, l'application de liants pour comprimés. , et plusieurs autres applications dans l'industrie pharmaceutique (*Ghribi et al.,2018*).

Les marchés américains et asiatiques ont une utilisation excessive de mucilage dans les industries de l'encre, de la colle et des adhésifs. Le marché mondial des cosmétiques est en pleine croissance, tout comme l'utilisation de produits naturels. Par conséquent, la demande de mucilage pour les cosmétiques augmentera également dans les années à venir. Le mucilage est utile comme agent liant en médecine et, en raison de ses propriétés cicatrisantes, est utilisé dans les pommades ,et sa propriété cryoprotectrice est de plus en plus demandée dans l'industrie pharmaceutique(*Orregoetal.,2018*).

# **MATERIEL ET METHODES**

## CHAPITRE IV :MATERIELS ET METHODES

Notre travail a été réalisé au sein des laboratoires pédagogiques (biochimie et microbiologie) de la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, la partie in vivo a été réalisée au sein du laboratoire des Micro-organismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de la santé(LMBAFS).

L'objectif de cette étude consiste à élaborer une pommade anti inflammatoire naturelle à base de mucilage de *Lepidium sativum* et à évaluer son effet sûr deslapins.

### IV.1. Matériels biologiques

#### a. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans nos expériences correspond aux graines de cresson alénois (*Lepidium sativum* L. ; HabbErrached) (**Figure 6**) qui ont été achetées chez une boutique d'herboriste à la wilaya de Mostaganem en mars2022.Les graines ont été bien nettoyées puis conservée jusqu'à leurs utilisations



**Figure06** :les graines du cresson alénois(*Lepidium sativum*).

#### b. Matériel animal

Des lapins mâles européens (*Oryctolagus cuniculus*) adultes fournis par l'Institut Pasteur d'Alger ont été utilisées dans cette expérimentation. Les animaux utilisés sont tous de population locale blanche dont on trouve quelques sujet sont des oreilles et nez gris.

Leurs poids corporel varient entre 440à600g, l'élevage des lapins a été réalisé dans des cages en plastiques au niveau de l'animalerie de l'université de Mostaganem dans une température ambiante et un régime alimentaire standard et une température constante à 25C°.L'éthique générale d'utilisation des animaux de laboratoire a été respectée (ECRA/AIBUM).



**Figure7:**Modèle animal étudié

### c. Matériel et appareillage utilisé

Le matériel utilisé pour l'élaboration de la pommade(**Figure8**):

- Une balance électronique précision 0.1 a été utilisée pour les pesées des lapins.
- Bêchers de 50ml ont été utilisés lors de pesée de certains constituants (habbelrechad).
- Une balance électronique à haute précision 0.001 a été utilisée pour les différentes pesées des paramètres.
- Plaque en verre.
- Une fiole.
- Des boîtes Pétrie.





**Figure08:**Matériel utilisé.

## IV.2 Les paramètres mesurés

### IV.2.1Le poids des lapins

Le poids des lapins a été obtenu par des pesées au début de l'expérience pour déterminer l'évolution du poids à l'aide d'une balance électronique.



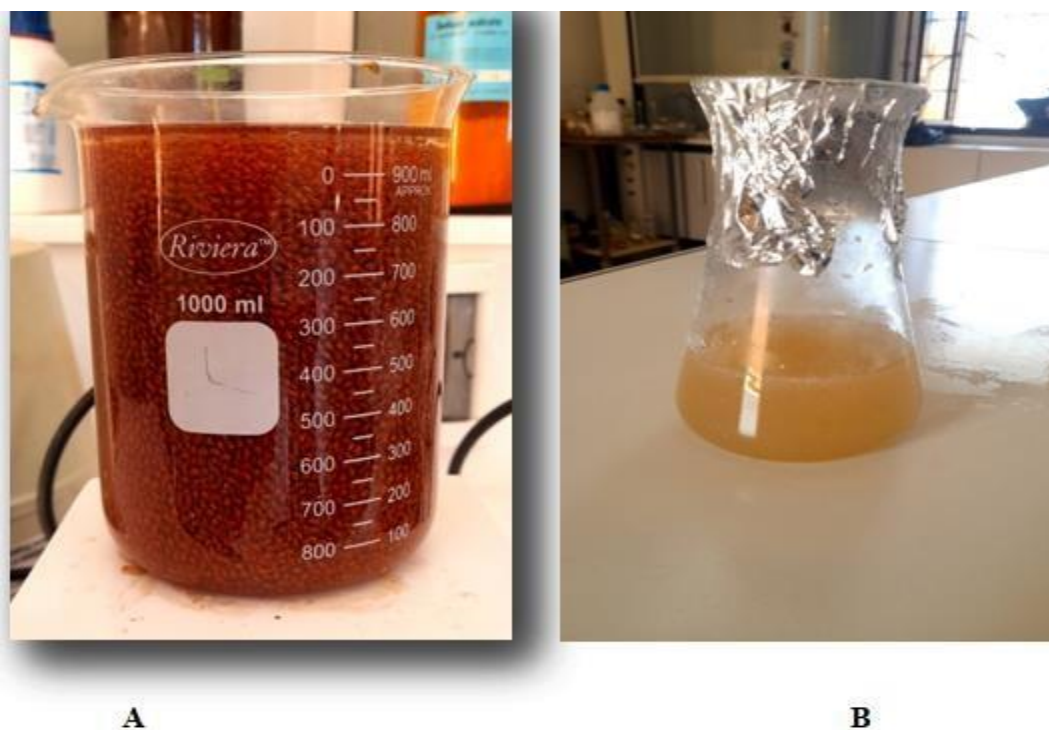
**Figure9:** l'étape de la pesée des lapins.

### IV.3 Méthode d'extraction

#### IV.3.1. Extraction du mucilage graines de *Lepidium sativum*

##### IV.3.1.1 Protocole d'extraction du mucilage des graines:

L'extraction des graines de *L. sativum*, a été réalisée suivant la méthode de **Kilor et al. (2014)**. Environ 100 g de graines ont été trempées dans 1000 ml d'eau distillés additionnée de 5 mL de chloroforme et macérées pendant 24h (**Figure 10**). La solution visqueuse obtenue a été filtrée à travers un tissu de mousseline c'est-à-dire une filtration manuelle (les particules mise en ébullition sont séparées par filtration en utilisant de mousseline, le filtrat est retiré en suite).



**Figure 10:** ébullition des graines de *Lepidium sativum*.

**A:** Graine de L.S dans la solution (Eau distillée).

**B:** Solution mucilagineuse.

##### IV.3.1.1 Obtention du mucilage:

Le mucilage précipité est filtré sur un tissu mousseline et les graines sont bien pressées pour en extraire tout le gel. Le filtrat obtenu a été séparé avec de l'éthanol (**Bene ketal., 2014; Nagla et al., 2021**).



**Figure 11:** la solution mucilagineuse avec 1000 ml d'éthanol.

#### IV.4 Etude de l'activité anti-inflammatoire

##### IV.4.1 Formulation galénique et contrôle de la qualité de la pommade

###### IV.4.1.1 Préparation de la pommade

À l'aide d'un mortier en porcelaine, la quantité de 5 g du mucilage a été ajoutée à 95 g de l'excipient. L'excipient a été ajouté en petite quantité jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène (une répartition régulière du principe actif). Puis 2 mL d'acide benzoïque et 0.2 mL de l'huile de menthe poivrée ont été ajoutés. Pour une meilleure homogénéité, la pommade est fondue à faible température (40°C) et après solidification, elle est retriturée dans un mortier avant la mise en pots (**Figure 12**).

Toute la technique de préparation se fait manuellement.



**Figure 12 :** l'obtention d'un homogène crémeux à base des graines de *Lepidium sativum* (réalisation de pommade 2).

#### IV.4.1.2 Caractérisation de la pommade

Les paramètres examinés à l'œil nu étaient notamment les caractères macroscopiques de la préparation, l'homogénéité, le pH et enfin le conditionnement.

##### A. Caractères macroscopiques

Les caractères tels que:

- La couleur (la pommade est de couleur kaki et d'odeur menthe poivrée).
- La consistance (la pommade a une consistance semi solide. Elle paraît moyennement dur à toucher, mais après l'avoir prise, elle se ramollit aussitôt au contact de la peau ( $t^{\circ} > 30^{\circ}C$ )).
- La stabilité et l'odeur (stabilité : Conservée à la température du laboratoire en température  $T^{\circ}$  ambiante,  $28^{\circ}C$ ), la pommade est stable. Mais à une température supérieure à  $30^{\circ}C$ , elle commence à fondre.

L'ajout de quelques gouttes d'huile de menthe poivrée peut aider à améliorer l'odeur. Les études de stabilité ont d'abord consisté à étudier le point de fusion de la pommade puis à suivre l'évolution dans le temps.

##### B. Homogénéité

La vérification de l'uniformité de la pommade a été effectuée en appliquant la pommade en couche mince sur une surface plane avec une spatule.

##### C. Mesure de pH

Pour mesurer le pH de la pommade à base de *Lepidium sativum*

1. Faire fondre 10 g à  $40^{\circ}C$  puis mesurer le pH à froid. Le pH de l'excipient a été mesuré dans les mêmes conditions.
2. Le pH de l'extrait actif a été déterminé en mesurant le pH d'une suspension obtenue en mélangeant environ 0,1g de l'extrait avec 10ml d'éthanol à 70%.  
Le pH doit être proche de celui de la peau (4,2-5,8) (EyangEsseng, 2007).

##### D. Conditionnement

- Utilisez un pot de 25ml. Le repotage est fait manuellement.
- Pesez le pot lorsqu'il est plein pour vérifier le poids.
- L'étiquette utilisée porte le nom de la forme médicamenteuse, les ingrédients qualitatifs et quantitatifs, l'indication thérapeutique.

### E. Test de tolérance cutanée

Les premiers extraits testés sur les flancs de deux lapins Albinos et le système de scores de Draize (est un protocole d'expérimentation animal et oxicologique).

Pour la tolérance cutanée de la pommade à base de *Lepidium sativum*, le test de l'irritabilité primaire aiguë de Draize a été effectué selon le protocole suivant:

- I. Les flancs droit et gauche de chaque lapin ont été rasés (environ quatre centimètres carrés) 24 heures avant l'expérience.
- II. L'application de la pommade a été faite sur un centimètre carré environ sur le flanc droit. De la même façon, l'excipient a été appliqué sur le flanc gauche pour servir de témoin. L'ensemble est ensuite recouvert à l'aide de compresses stériles (Compresses de protection en gaze hydrophile Codex de dimensions appropriées).
- III. La lecture s'est faite après 24 et 72 heures de l'application. L'évaluation de la réaction cutanée est obtenue par la détermination de scores selon l'échelle de Draize. Le résultat est donné par la valeur de l'indice de l'irritabilité primaire (IIP) selon le système de score de Draize en appliquant la formule suivante (L'irritation primaire cutanée doit être évaluée trente minutes environ après enlèvement du pansement et de nouveau quarante-huit heures plus tard, c'est-à-dire environ soixante-douze heures après l'application du produit. Les observations sont faites sur les deux zones):

La présente méthode est utilisée pour la détermination de l'indice d'irritation primaire cutanée d'un produit cosmétique ou d'hygiène corporelle.

$$\text{IIP} = \text{valeur moyenne}(\text{Œdèmes} + \text{Erythèmes})$$

### IV. Détermination de l'indice d'irritation primaire

L'indice d'irritation primaire (IIP) est donné par la somme de la valeur moyenne d'érythème et celle d'œdème avec IIP maximal égal à 8 (Feryel, 2005):

- ✚ Non irritant: IP supérieur ou égal à 0,5.
- ✚ Légèrement irritant: IP supérieur à 0,5 et inférieur ou égal à 2. Irritant: IP supérieur à 2 et inférieur ou égal à 5.
- ✚ Très irritant: IP supérieur à 5 et inférieur ou égal à 8.



**Figure13.** Test de tolérance cutanée effectué sur les flancs d'un lapin:

1. Pesée d'un lapin (1800 g) / 2. Rasage des flancs d'un lapin (4 cm<sup>2</sup>) / 3. Application de la pommade et de l'excipient de part et d'autre sur les flancs/4. Pose de compresses stériles.

Tableau 3. Système de scores de Draize

Symptômes	Réaction d'irritation
<b>Érythème et formation d'escarre</b>	
Pas d'érythème	0
Érythème très léger	1
Érythème bien défini	2
Érythème modéré à sévère	3
Érythème sévère à formation d'escarre	4
<b>Formation d'œdème</b>	
Pas d'œdème	0
Œdème très léger	1
Œdème léger	2
Œdème modéré	3
Œdème sévère	4

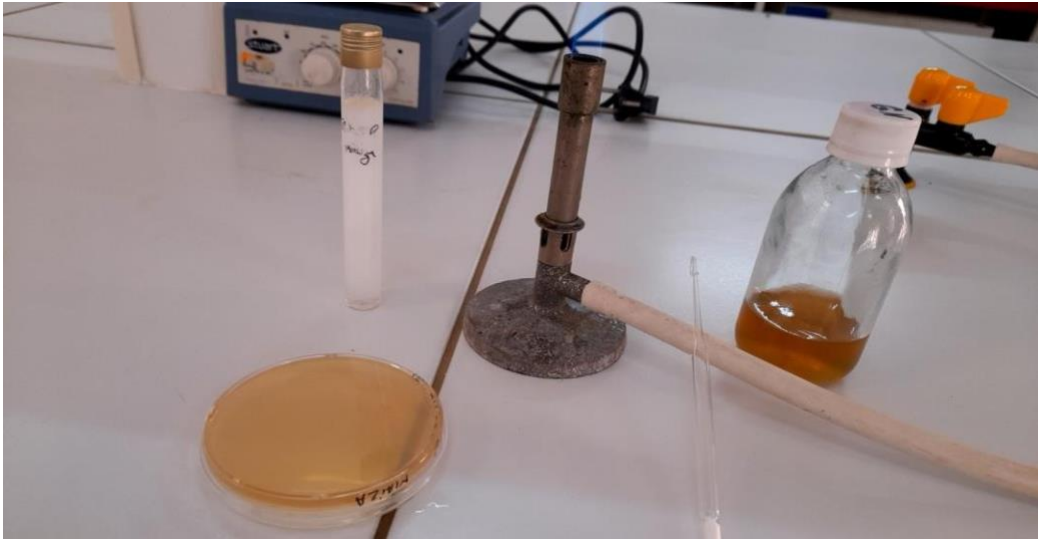
### V. Test de stérilité du mucilage et de la pommade

Le test de stérilité de la pommade a permis de vérifier stérilité comme l'indique la figure 14. En effet, la pommade *L.sativumne* présente aucune contamination après 24 heures d'incubation à 37°C.

Ce test vérifie que la pommade ne contient aucune bactérie. Pour ce faire, enrichir 0,1 g de matière en ajoutant à 10 ml de bouillon thioglycolate et incubé 24 heures à 37°C (la pommade fond et du Tween 80 est ajouté pour faciliter le mélange). Après ce délai, le bouillon a étéensemencé sur des boîtes de Pétri contenant de la gélose nature puis incubé dans les mêmes conditions. Si aucune colonie n'est visible sur la plaque de gélose, la substance est déclarée stérile (Guessenn, 2005, Konan, 2015).

**Le bouillon au thioglycolate** : est utilisé pour la culture de micro-organismes aérobies et anaérobies lors de tests de stérilité et pour déterminer les besoins en oxygène des microorganismes.

**Tween 80** : Le polysorbate 80 est un tensioactif non ionique et un émulsifiant souvent utilisé dans les produits pharmaceutiques,



**Figure14.**Boîtes de Pétri montrant le bouillon thioglycolate stérile et la pommade stérile.

- ✚ Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par(*Guessennd, 2005*).
- ✚ La lecture a été réalisée par l'œil après 72h.

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## V.1. Résultats et interprétation

Dans ce chapitre on va représenter et discuter les résultats obtenus de l'extraction du mucilage de la caractérisation de la pommade extraite.

### V.1.1. Extraction

La préparation du mucilage à partir des graines de cresson alénois (*Lepidium sativum*) broyées a été effectuée par l'éthanol. Cette extraction a permis d'obtenir un gel. Les caractéristiques de ce gel sont représentées dans le tableau 04. Le rendement de l'extraction est de 35,18%.

**Tableau 04:** Caractéristiques de la pommade de *Lepidium sativum*

Extrait	Mucilage
Aspect	Gel
Couleur	Transparent
Rendement	35,18%

### Calcul de rendement:

$$\text{Rendement(\%)} = \frac{\text{Extrait de mucilage}}{\text{Poids des grains}} \times 100$$

Le Maroc, l'Arabie saoudite, la Turquie et l'Inde travaillent beaucoup sur le cresson alénois. Les résultats montrent que les rendements sont très variables, ils sont de 34,2%, 18%, 5%, 0,78% (Chatoui et al., 2016; Özlem et al., 2010; Wafeka, 2010 et Chundawat et al., 2017).

### V.1.2. Analyse qualitative de l'extrait de la pommade formulée

Les paramètres suivants ont été déterminés:

- **Couleur et odeur :** La pommade est de couleur kaki et a une saveur de huile de menthe poivrée.
- **Consistance :** La pommade a une consistance semi-solide. elle a l'air un peu dur au toucher, (Figure 15) mais après l'avoir pris elle se ramollit immédiatement au contact de la peau ( $T^{\circ} > 30^{\circ}\text{C}$ ).
- **Stabilité :** Conservée à température du laboratoire (température ambiante,  $28^{\circ}\text{C}$ ), La pommade est stable. Mais à des températures supérieures à  $30^{\circ}\text{C}$ , elle commence à fondre.
- **homogénéité :** Le mode de préparation a permis d'obtenir une très bonne homogénéité (distribution périodique de l'extrait).



**Figure15.** Une pommade antiinflammatoire naturelle à base de mucilage de *Lepidium sativum*.

### V.1.3 Propriétés physico-chimiques

#### V.1.3.1 Mesure du pH

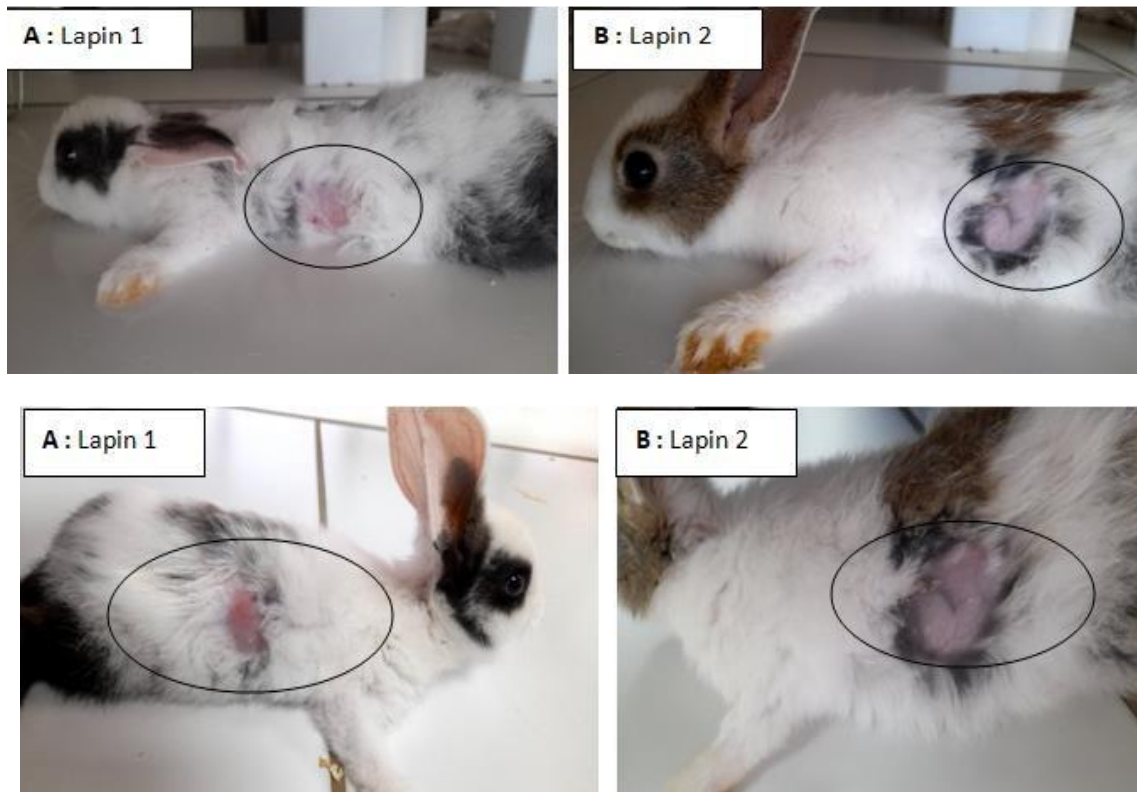
Le pH du mucilage extrait de *Lepidium sativum* est de 4,06. L'huile de menthe poivrée a un pH compris entre 5 et 6. La pommade préparée est égale à 4,58 (pH = 5).

Notre pommade a un pH acide de l'ordre de 4,5, cette valeur est acceptable dont la majorité des crèmes qui présentent un caractère acide. Il convient de souligner que le pH joue un rôle déterminant au cours des réactions chimiques et biochimiques et peut influencer les propriétés stabilisatrices d'une pommade (effets anti-inflammatoires et antimicrobiens).

(Biances, 2021). Les valeurs proches du pH de l'extrait éthanolique 70%, de l'excipient et de la Bersamine de celles de la peau (4,2-5,8) (Eyang Esseng, 2007), seraient en faveur d'une compatibilité chimique entre les différents constituants de la pommade et la peau des utilisateurs, ce qui est à leur avantage.

#### V.1.3.2 Test de tolérabilité de la pommade

La figure 16 montre le flanc d'un lapin albin sans réaction cutanée, L'indice d'irritation primaire (IIP) est nul après 24h et 72 heures de l'application de la pommade et de l'excipient sur les flancs du lapin.



**Figure 16.** Présentation des lapins A et B: aucune réaction cutanée n'est observée sur le flanc après 72h(partie circonscrite en noir).

Les résultats des tests de tolérance cutanée indiquent la présence d'une tolérance cutanée chez les lapins étudiés. Historiquement, les chercheurs se sont intéressés à l'expérimentation sur les lapins. En effet, cet animal convient mieux parce que c'est phylogénétiquement plus proche de l'homme, son traitement est facile (*Houdebine, 1998*).

Le test de la tolérance cutanée consiste à la recherche d'une éventuelle réaction d'irritation cutanée due à la pommade par la détermination de l'indice d'irritation primaire selon le système de scores de Draize. Aucune réaction d'irritation cutanée n'a été observée. Ainsi donc, selon l'échelle de Draize, la pommade est considérée comme un produit à action non irritante pour la peau. Cela s'expliquerait par le fait que l'huile de menthe et l'excipient ne sont pas agressifs pour la peau d'une part étant donné qu'il s'applique depuis des lustres. D'autre part, les travaux de (*Camara et al., 2016*) réalisés sur la toxicité des cellules HFF ont montré que le mucilage de *Lepidium sativum* n'était pas toxique pour les cellules humaines, mais favorise plutôt une multiplication cellulaire. Les deux composés agissent ainsi en parfaite synergie. Sur les lapins traités, aucun n'a manifesté des signes d'allergie ou de récurrence, donc 100% de bonne tolérance.

### V.1.4. Test de stérilité des substances

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de la pommade formulée à partir du mucilage de *Lepidum sativum* par la méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé, nous a permis d'obtenir les résultats représentés sur la figure 17 qui affiche la stérilité de la pommade. En effet, la pommade ne présente aucune contamination après 24 heures d'incubation à 37°C.



**Figure 17.** Test de sensibilité de l'extrait de la pommade.

Nos résultats montrent que la pommade est stérile ne contient aucun germe pathogène, les mêmes résultats retrouvée en Inde suite à l'étude de *Yadav et al. (2011)*.

# CONCLUSION

## Conclusion

---

### Conclusion

La flore algérienne jouie d'une biodiversité considérable, elle possède de nombreuses plantes aromatiques et médicinales riches en métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques. Dans le cadre d'une valorisation de ces ressources, une plante, *Lepidium sativum* a fait l'objet d'une étude qui consiste à formuler une pommade naturelle anti-inflammatoire à partir du mucilage, déterminer ses caractéristiques physico-chimiques et son effet sur des lapins.

La lecture dans les résultats obtenus montre que le processus d'extraction a été réalisé avec succès dans tous les essais choisis dans notre étude.

Nos résultats ont montré que la pommade formulée à partir du mucilage des graines de la plante *Lepidium sativum* présente de bons paramètres biochimiques et thérapeutique étant donné que la plante présente un effet anti inflammatoire.

Enfin, il sera intéressant à l'avenir d'envisager des études plus approfondies pour mettre en évidence plus de détails sur cet effet.

RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## Références bibliographiques

---

- **Abbasi AM, Khan MA, Shah MH, Shah MM, Pervez A, Ahmad M.** Ethnobotanical appraisal and cultural values of medicinally important wild edible vegetables of Lesser Himalayas-Pakistan. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2013;9(1):66. doi: 10.1186/1746-4269-9-66.
- **Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé.** Liste A des plantes médicinales [Internet]. Pharmacopée Française 11ème édition. 2017.
- **Alexandre Méliopoulos et Christine Levacher.** Lapeau, Lavoisier, 2012, page 3.
- **Ashley T.N., Weil Z.M. and Nelson R.J. (2012).** Inflammation: mechanisms, costs and natural variation. *Annual Review*, 43; 385-406.
- **Behbahani B.A., Noshad M., Jooyandeh H.** Improving oxidative and microbial stability of beef using Shahri Balangu seed mucilage loaded with Cumin essential oil as a bioactive edible coating. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2020.
- **Belkhir, S., A. Koubaa, et al. (2013).** "Seasonal effect on the chemical composition of the bleeding. *Clinical and Molecular Hepatology*, 20; 1-5.
- **Botineau M, (2011).** Guide des plantes médicinales. Paris: belin, 2011. page 239
- **Charbier J.-y.** Phytothérapie [Internet]. 2010 juin. Disponibles sur: [http://www.entretiensinternationaux.mc/EIM\\_flashbooks/phytotherapie/files/publication.pdf](http://www.entretiensinternationaux.mc/EIM_flashbooks/phytotherapie/files/publication.pdf)
- **Charles D., Pierre F., Jean J.H. 2003.** Pathologie Tumorale. *Anatomie Pathologique*, 202: 99-104.
- **Charbier J.-y.** Phytothérapie [Internet]. 2010 juin. Disponibles sur: [http://www.entretiensinternationaux.mc/EIM\\_flashbooks/phytotherapie/files/publication.pdf](http://www.entretiensinternationaux.mc/EIM_flashbooks/phytotherapie/files/publication.pdf)
- **Charrié J-C, Hedayat K, Chastel B, Cieur-Tranquard C, Combe P, Damak M, et al.** La plante médicinale en phytothérapie clinique intégrative. In: Lapraz J-C, éditeur. *Plantes médicinales: phytothérapie clinique intégrative et médecine endobiogénique.* Paris, France: Lavoisier Tec & Doc; 2017. p. 22-6.
- **Chatoui K., Talbaoui A., Aneb M., Bakri B., Harhar H., Tabyaoui M. (2016)** Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activity of *Lepidium sativum* seeds from Morocco. *J Mater Environ Sci*, 7: 2938-2946.
- **Chen L., Deng H., Cui H., Fang J., Zuo Z., Deng J., Li Y., Wang X., Zhao L et al.** Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget.* 2017.

## Références bibliographiques

- **Chen X., Kang R., Kroemer G., Tang D.** Ferroptosis in infection, inflammation, and immunity. *J. Exp. Med.* 2021;218:e20210518. doi:10.1084/jem.20210518.
- **Chung W.J. (2014).** Management of portal hypertensive gastropathy and otherCommunity\_herbal\_monograph/2010/01/WC500059149.pdf1593-1601.1-7. 1924..
- **Das K., Tiwari R.K.S. and Shrivastava D.K. (2010).** Techniques for evaluation of medicinal
- Plant products as antimicrobial agent: current methods and future trends. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(2); 104-111.
- **Diwakar B. T., Dutta P. K., Lokesh B. R., Naidu K. A. (2008).** Bioavailability and metabolism of n-3 fatty acid rich garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil in albino rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 78(2):123-130.
- **Doke S. Guha M. (2014).** Garden cress (*Lepidium sativum* L.) Seed - An Important Medicinal Source: A Review. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 4(1):69-80.
- **Donno D, Beccaro GL, Mellano MG, Cerutti AK, et al.** Botanicals in *Ribes nigrum* bud preparations: an analytical fingerprinting to evaluate the bioactive contribution to total phytochemical. *Pharm Biol.* 2013 Oct; 51(10):1282-92.
- **Drouet Ludovic.** Le 24 janvier 2002. contribution a l'étude du *Lepidium meyenii* (LAMACA), page 4 et 5.
- **Dupont, J. (2004).** "On the solid, liquid and solution structural organization of imidazolium ionic liquids." *Journal of the Brazilian Chemical Society* 15(3): 341-350.
- **Ellen Faivre.** «Lapeau en détail», sur *Futura* (consulté le 15 avril 2020). **European Medicines Agency.** Community herbal monograph on *Hypericum perforatum* L., Herba (traditional use). 2009 [cité 23 avr 2018]. Disponible sur: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-hypericum-perforatum-l-herba-traditional-use\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-hypericum-perforatum-l-herba-traditional-use_en.pdf)
- **Fares-Frederickson,** 2019 Introducción a la inmunidad y a la inflamación.
- **Feehan K T, Gilroy D W.** Is Resolution the End of Inflammation? *Trends Mol Med.* 2019;25:198-214.

## Références bibliographiques

- **Fernandes S.S., de las Mercedes Salas-Mellado M.** Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chem.* 2017;227:237–244. doi:10.1016/j.foodchem.2017.01.075.
- **Fernando I.P.S., Nah J.-W., Jeon Y.J.** Potential anti-inflammatory natural products from marine algae. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2016;48:22–30.
- **France: Lavoisier Tec & Doc; 2017.** p. 22-6. Disponible sur :<https://www.lavoisier.fr/livre/agriculture/plantes-medicinales/lapraz/descriptif-9782743022730>
- **Françoise Boismal, Kevin Serron, Gabor Dobos, Elina Zuelgaray, Armand Bensussan, Laurence Michel.** « Vieillissement cutané. Physiopathologie et thérapies innovantes », *Medecine sciences*, vol. 36, n°12, 2020, p. 1163.
- **Freire MO, Van Dyke TE.** Natural resolution of inflammation. *Periodontol* 2000. 2013;63:149–164.
- **Gheribi R., Puchot L., Verge P., Jaoued-Grayaa N., Mezni M., Habibi Y., Khwaldia K.** Development of plasticized edible films from *Opuntia ficus-indica* mucilage: A comparative study of various polyol plasticizers. *Carbohydr. Polym.* 2018;190:204–211. doi:10.1016/j.carbpol.2018.02.085.
- **Gruffat X.** Définition de la phytothérapie [Internet]. 2017. Disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01840619/document>
- **Gruffat X.** plante médicinale creapharmach par pharmaproet med pro 2020.
- **Guy Ducourthial,** *Flore médicale des signatures : XVI<sup>e</sup> – XVII<sup>e</sup> siècles*, L'Harmattan, 2016, 670p.
- **Gudjonsson, J. E. and Elder, J. T. (2007).** Psoriasis: epidemiology. *Clin Dermatol* 25, 535-46.
- **Gurib-Fakim, (2006)** : Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine.* 27: 1-93
- **Hector F. DeLuca,** « Overview of general physiologic features and functions of vitamin D », *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 80, n° 6, 1<sup>er</sup> décembre 2004, p. 1689S–1696S (ISSN 0002-9165, DOI 10.1093/ajcn/80.6.1689S, lire en ligne consulté le 15 avril 2020).
- **Hennebelle T, Sahpaz S, Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothér.* Vol. 1 ; pp 3– 6.

## Références bibliographiques

---

- **Herbinet C.** Les compléments alimentaires en phytothérapie [Internet] [Thèse d'exercice]. [Nancy]: Henri Poincaré; 2004. Disponible sur: [http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA\\_T\\_2004\\_HERBINET\\_CAROLINE.pdf](http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_T_2004_HERBINET_CAROLINE.pdf)
- **Hjortdal J. (2014).** Post-cataract prevention of inflammation and macular edema by steroid and nonsteroidal anti-inflammatory eyedrops.
- **Istudor V.** București: 2013. Orientări moderne în fitoterapie și aromaterapie, noțiuni generale. Ed. Tehnoplast.
- **Kaiyrkulova A., Li J., Aisa H. A.** Chemical Constituents of *Lepidium sativum* Seeds. *Chem. Nat. Compd.* 2019, 55, 736–737. 10.1007/s10600-019-02795-4.
- **Karazhian H, Razavi S.M.A, Philips G.O, Fang Y. AL –Assaf S et Nishinari K., 2011.** physicochemical aspect hydrocolloid extract from the seed of *Lepidium sativum* journal international of food science and technology. 46 :1066-1072.
- **Kessel L., Tendal B., Jorgensen K.J., Erngaard D., Flesner P., Andresen J.L. and Hjortdal J. (2014).** Post-cataract prevention of inflammation and macular edema by steroid and nonsteroidal anti-inflammatory eyedrops. *Ophthalmology*, 121(10); 1915-1924.
- **Laurant-Berthoud C, Mollet C, Quémoun A-C, Carillon A.** La notion de totum de la plante. In: *Du bon usage des plantes médicinales: 57 plantes et leur meilleure forme galénique.* Saint-Julien-en-Genevois, Suisse: Editions Jouvence, DL2016; 2016.
- **Li H., Liu S.-S., Yi C.-Y., Wang F., Zhou J., Xia X.-J., et al. (2014).** Hydrogen peroxide mediates abscisic acid-induced HSP70 accumulation and heat tolerance in grafted cucumber plants. *Plant Cell Environ.* 37, 2768–2780. doi: 10.1111/pce.12360.
- **Luo M., Cao Y., Wang W., Chen X., Cai J., Wang L., Xiao J.** Sustained-release antimicrobial gelatin film: Effect of chia mucilage on physicochemical and antimicrobial properties. *Food Hydrocoll.* 2019; 87: 783–791. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.09.010.
- **Mahajan M., Kuiry R., Pal P.K.** Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Pl.* 2020; 18: 100255. doi: 10.1016/j.jarmap.2020.100255.
- **Male D. (2005)** Immunologie: aide-mémoire illustré. 4<sup>ème</sup> éd., De Boeck, Bruxelles, pp; 79-83.

## Références bibliographiques

---

- **Michael Wink**, « Modes of Action of Herbal Medicines and Plant Secondary Metabolites », *Medicines*, vol. 2, n°3, 2015, p.251-286.
- **Mukherjee T., Lerma-Reyes R., Thompson K.A., Schrick K.** Making glue from seeds and gums: Working with plant-based polymer to introduce student to plant biochemistry. *Biochem. Mol. Biol. Educ.* 2019;47:468–475. doi: 10.1002/bmb.21252.
- **M Divanji, GL Viswanatha, S Nagesh, V Jain, HN Shivaprasad.** Int. J. Phytother. Res., 2012, 2(1), 1-7.
- **Nayak A.K., Pal D., Pany D.R., Mohanty B.** Evaluation of *Spinacia oleracea* L. leaves mucilage as an innovative suspending agent. *J. Adv. Pharm. Technol. Res.* 2010;1:338–341. doi: 10.4103/0110-5558.72430.
- **Nayak A.K., Pal D., Pradhan J., Hasnain M.S.** Fenugreek seed mucilage-alginate mucoadhesive beads of metformin HCl: Design, optimization and evaluation. *Int. J. Biol. Macromol.* 2013;54:144–154.
- **Orrego D., Zapata-Zapata A.D., Kim D.** Optimization and scale-up of coffee mucilage fermentation for ethanol production. *Energies.* 2018;11:786. doi: 10.3390/en11040786.
- **Parikh NS, Merkler AE, Iadecola C.** Inflammation, autoimmunity, infection, and stroke: epidemiology and lessons from therapeutic intervention. *Stroke* 2020; 51:711–8.
- **Pierre Feillet**, *La nourriture des Français. De la maîtrise du feu aux années 2030*, éditions Quae, 2007.
- **Prajapati V.D., Maheriya P.M., Jani G.K., Patil P.D., Patel B.N.** *Lepidium sativum* Linn.: a current addition to the family of mucilage and its applications. International Journal of Biological Macromolecules. 2014; 65:72–80. doi:10.1016/j.ijbiomac.2014.01.008.
- **Prasad V.K., Kavita N.Y., Rakesh S.S., Nupura S.N., Ashish S.P., Manohar J.P.** (2012). *Lepidium sativum*: an ethnobotany and phytopharmacological. International Journal of Drug Formulation and Research, 3: 3.
- **Rashid F., Ahmed Z., Hussain S., Huang J.Y., Ahmad A.** *Linum usitatissimum* L. seeds: Flax gum extraction, physicochemical and functional characterization. *Carbohydr. Polym.* 2019;215:29–38. doi:10.1016/j.carbpol.2019.03.054.

## Références bibliographiques

---

- **Raval, N. (2016).** A comprehensive review of *Lepidium sativum* Linn, a Traditional medicinal plant. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5 (5):1593-1601.
- **Samir Boumediene,** *Lacolonisation du savoir. Une histoire des plantes médicinales du «Nouveau Monde» (1492-1750)*, Éditions des Mondes, 2016.
- **Sharma S., Agarwal N.**  
Nourishing and Healing Prowess of Garden Cress (*Lepidium sativum* Linn.) - A Review. *J. Nat. Prod. Resour.* 2011, 2, 292–297.
- **Silveira D., Prieto J.M., Freitas M.M., Mazzari A.L.** *Natural Products as Source of Molecules with Therapeutic Potential.* Springer; Cham, Switzerland: 2018. Herbal medicine and pu2.
- **Silveira D., Prieto J.M., Freitas M.M., Mazzari A.L.** *Natural Products as Source of Molecules with Therapeutic Potential.* Springer; Cham, Switzerland: 2018. Herbal medicine and public health care: Current and future challenges.
- **Singh R., Barreca D.N.** Analysis of gums and mucilages. In: Silva A.S., Nabavi S.F., Saedi M., Nabavi S.M., editors. *Recent Advances in Natural Products Analysis.* Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 2020. pp. 663–676.
- **Soukoulis C., Gaiani C., Hoffmann L.** Plant seed mucilage as emerging biopolymer in food industry applications. *Curr. Opin. Food Sci.* 2018;22:28–42. doi:10.1016/j.cofs.2018.01.004
- **Souza G., Siqueira dos Santos S., Bergamasco R., Antigo J., Madrona G.S.** Antioxidant activity, extraction and application of psyllium mucilage in chocolate drink. *Nutr. Food Sci.* 2020;50:1175–1185. doi:10.1108/NFS-07-2019-0211.
- **Viudes S., Burlat V., Dunand C.** Seed mucilage evolution: Diverse molecular mechanisms generate versatile ecological functions for particular environments. *Plant Cell Environ.* 2020;43:2857–2870. doi:10.1111/pce.13827.
- **Vonkeman H.E., Braakman-Jansen L.M., Klok R.M., Postma M.J., Brouwers J.R. and Van de Laar M.A. (2008).** Incremental cost effectiveness of proton pump inhibitors for the prevention of non-steroidal anti-inflammatory drug ulcers: a pharmacoeconomic analysis linked to a case control study. *Arthritis Research Therapy*, 10(6):1-7.

## Références bibliographiques

---

- **Voss M.; Kotrba J.; Gaffal E.; Katsoulis-Dimitriou K.; Dudeck A.** Mast Cells in the Skin: Defenders of Integrity or Offenders in Inflammation?. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 4589. doi:10.3390/ijms22094589.
- **Wagner J.G. and Roth R.A. (2000).** Neutrophil migration mechanisms, with an emphasis on the pulmonary vasculature. *Pharmacological Reviews*, 52; 349-374
- **WHO Traditional Medicine Strategy 2014–2023.** World Health Organization; Hong Kong, China: 2014. [(accessed on 11 November 2021)].
- **Xiong Y, Sui XY, Ahmed S, Wang Z, Long CL.** Ethnobotany and diversity of medicinal plants used by the Buyi in eastern Yunnan, China. *Plant Divers.* 2020; **42**(6):401–414. doi:10.1016/j.pld.2020.09.004.
- **Zeghad, (2009).** Etude du contenu polyphénolique de 2 plantes médicinales d'intérêt économique et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de magister université Mentouri Constantine.
- **Zhang K., Zhang Y., Ji Y., Walck J.L., Tao J.** Seed Biology of *Lepidium apetalum* (Brassicaceae), with particular reference to dormancy and mucilage development. *Plants*. 2020; **9**: 333. doi: 10.3390/plants9030333.
- **Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani, L., Mazzeo, T., Rio, D.D., Pellegrini N., Feo V.D. (2012).** Compositional Study and Antioxidant Potential of *Ipomoea hederacea* Jacq. And *Lepidium sativum* L. Seeds. *Molecules*, 17(9): 10306-10321.

# Annexe

**Annexe I:**

Echantillon de la pommade à base du mucilage des graines de *Lepidium sativum*.

**II. Les milieux de culture utilisée Gélose**

Bouillon au thioglycolate	10ml
Tween80	1ml
Agar	18à19g
Eaudistillée	1000ml

**III. La composition de la pommade**

Mucilage	5g
L'huile de menthe poivrée	0,2ml
L'acide benzoïque	2ml
L'excipient	95g