

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA I



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Projet de fin d'étude pour l'obtention du
Diplôme de Master en Science de la Nature et de la Vie
Option : Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et des Produit
Naturels

Thème :

**Evaluation de quelques activités biologiques et antimicrobienne
du mucilage de fleurs de *Malva sylvestris* L.**

Présenté par : CHEBLAOUI Souad

Devant le jury composé de :

M ^{me} HOUMANI Z.	Professeur	U.S.D.B.	Présidente de jury
M ^{me} BELGUENDOZ R.	MCB	U.S.D.B.	Examinatrice
M ^{me} FAIDI H.	MAA	U.S.D.B.	Examinatrice
M ^{me} AYACHI N.	MAA	U.S.D.B.	Promotrice

Année universitaire: 2014 - 2015

Remerciement

*Avant toute chose, je remercie **Dieu**,
le tout puissant, pour m'avoir donnée
la force et la patience*

*Mes remerciements s'adressent à notre chef d'option, professeur **HOUMANI Z.** pour son soutien, ses conseils, et sa patience tout au long de ces trois années,*

*Je dois remercier fortement ma promotrice **Mme AYACHI N.** pour son aide, sa présence et sa générosité, un grand merci pour vous Madame,*

*Je tiens également à remercier les membres de jury, d'avoir accepté d'examiner ce travail, et tout particulièrement. Madame **HOUMANI Z.**, qui m'a fait honneur d'accepter de présider mon jury de soutenance. Madame **BELGUENDOZ R.**, Madame **FAIDI H.**, qui ont accepté de juger ce travail. Je leur suis très reconnaissant d'y avoir consacré une partie de leur temps précieux,*

*Nous remercions Mme **AZZINE**, responsable du laboratoire de Pharmacotoxicologie de SAIDAL CRD EL HARRACH de m'avoir permis de réaliser ce travail, pour s'aide et ses conseils.*

Aussi je tiens à remercier tous les enseignants de la spécialité qui m'ont suivi durant tout mon cursus pour leur dévouement et précieux conseils.

Remercie enfin toutes les personnes qui m'ont soutenu, m'ont encouragé pour que ce travail aboutisse.

Et enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille, à tous mes proches et à tous ceux et celles qui ont contribué à leur manière en vue de rendre ce travail possible.

Merci à tous

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*A mes **très chers parents**, pour leur affection, leur Sacrifice, et tous les efforts qu'ils ont déployés durant toute ma vie, qui ont toujours été à mes côtés, qui ont partagés tous les moments de joie et également les moments plus difficiles, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et m'aider dans mes études, leur fierté à mon égard est aujourd'hui pour moi la meilleure des récompenses.*

*A mes très chères sœurs : **Samira, Safya.***

*A mon très cher frère : **Ahmed, Djamel.***

À tous ceux qui m'ont tant encouragé et aidé avec leur présence et leur sourire

*À mes très chères amies surtout : **Fethia, Narimen, Houria, Nora, Wafae, Nadji, Mohammed et Sedik.***

*À toute ma promotion de **Biotechnologie des plantes aromatiques et médicinales et des produits naturels.***

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'activité cicatrisante, anti-inflammatoire et antimicrobienne du mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* L. L'extraction des fleurs de la mauve sauvage a donné un rendement en mucilage de **12,5%**. L'analyse phytochimique préliminaire de mucilage de *Malva sylvestris* a révélé l'absence de tous les métabolites secondaires testés. L'effet cicatrisant de mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* a montré un pourcentage de réduction des plaies très intéressant par **99.71%**. D'autre part, l'administration par voie orale de mucilage pure montre une réduction très importante de l'inflammation, induite par l'injection de la carraghénine à 1% avec des pourcentages de réductions de l'œdème de **58,76%**.

L'étude du pouvoir antimicrobien par la méthode de diffusion de disque du mucilage ne présente aucune activité vis-à-vis d'*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*

Mots clés : *Malva sylvestris*, effet cicatrisant, mucilage, anti-inflammatoire, antimicrobienne.

Summary

This work concerned the mucilage extraction of the flowers of *Malva sylvestris* L. as well as the evaluation of their healing activity and its capacity anti-inflammatory and antimicrobial. The extraction of the flowers of the wild mallow gave a mucilage yield of **12, 5%**. Preliminary phytochemical analysis of mucilage of *Malva sylvestris* revealed the absence of all secondary metabolites tested. The healing effect of mucilage of the flowers of *Malva sylvestris* showed a percentage of reduction of the wounds very interesting by **99.71%**. On the other hand, the oral administration by mucilage way shows a very important reduction of inflammation, induced by the injection of the carrageenan with 1% with percentages of reductions of the edema of **58, 76%**.

The study of the antimicrobial capacity by the method of diffusion of disk of mucilage does not have any activity in front of *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*

Key words: *Malva sylvestris*, healing effect, mucilage, anti-inflammatory, antimicrobial activity.

:

هذه تقييم لالتهابات للميكروبات لسمع زهور
(*Malva sylvestris*).

زهور (*Malva sylvestris*) أعطانا مردودا يساوي 12,5 . أظهر التحليل الكيميائي
زهور (*Malva sylvestris*) عدم وجود أي مركب من المركبات الثانوية المكشوف عنها. أظهر زهور
Malva sylvestris مهمة 99.71 . من ناحية أخرى ، أظهرت
خفض كبير جدا لتهاب الناجم عن حقن الكاراجينان 1 . 55.76

بينت خاصية للميكروبات ليس له
Escherichia coli,
Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Candida albicans

Malva sylvestris : لالتهابات، للميكروبات .

GLOSSAIRE

Adoucissante : Qui apaise les irritations.

Akène. Fruit sec ne s'ouvrant pas à maturité contenant une seule graine libre.

Antiseptique : Un antiseptique est substance qui tue ou prévient la croissance des bactéries

Aponévrose : Un tissu fibreux du pied situé sous la peau, au milieu de la voute plantaire et fixé au talon et aux premières phalanges.

Béchique : Calme la toux.

Calicule : Petit calice accessoire, placé à l'extérieur et formée de folioles ou d'écailles

Carpelle : Fruit rudimentaire ou partie du fruit multiple.

Carragénine : Mucopolysaccharide sulfaté extrait d'une algue marine.

Colite : Inflammation du côlon.

Corolle : Se dit des pièces ou enveloppe de la fleur à division libres ou soudées.

Dialypétale : La corolle est dialypétale si les pétales sont indépendants les uns des autres, s'ils ne sont absolument pas soudés, même pas à leur base.

Émolliente : Qui relâche les tissus, calme l'inflammation, rafraîchit les régions en contact.

Furoncle : Infection due au staphylocoque doré qui évolue en 5 à 10 jours

Gavage : Le gavage est une technique d'alimentation forcée pratiquée chez l'Homme et l'animal.

Laxatif : Produit accélèrent le transit intestinal.

Méristémone : Qualifie un androcée ayant les filets ramifiés.

Œdème : Gonflement des tissus provoqué par une infiltration de liquide interne.

Palmatilobé : Feuille palmée, à division assez profondes, mais n'atteignant pas le milieu du limbe.

Schizocarpe : Fruit sec qui se divise à maturité en plusieurs méricarpes.

Thalamiflores : Caractérise l'organisation florale de diverses Angiospermes qui possèdent un thalamus le long duquel s'échelonnent les points d'insertion des pièces florales.

Liste des figures

Figure1: Tige de mauve sylvestre recouverte des poils.....	4
Figure 2 : Feuille lobée de <i>Malva sylvestris</i>	4
Figure 3 : Coupe longitudinale d'une Fleur de mauve sylvestre.....	5
Figure 4 : Fleur de <i>Malva sylvestris</i>	5
Figure 5: Calice et calicule de <i>Malva sylvestris</i>	5
Figure 6 : Fruit de <i>Malva sylvestris</i>	6
Figure 7 : Schizocarpe et méricarpe de la mauve sylvestre.....	6
Figure 8: Racine de la mauve sylvestre.....	6
Figure 9: Acide galacturonique à gauche et acide glucuronique à droite.....	10
Figure 10: D-glucose.....	10
Figure 11: De gauche à droite galactose, rhamnose, xylose, arabinose.....	11
Figure 12: Image microscopique représentant les couches de la peau.....	13
Figure 13: Histologie de la peau.....	14
Figure 14: les souris	20
Figure 15 : Les rats	20
Figure 16: Principe de la technique de diffusion sur gélose.....	27
Figure 17 : Ensemencement.....	28
Figure 18 : Dépôt des disques.....	29
Figure 19 : Résultats des pourcentages de cicatrisation des plaies	31
Figure 20 : Rats traités par mucilage J ₃	32

Figure 21 : Rats traités par Madecassol® J ₃	32
Figure 22 : Rat traité Mucilage J ₇	34
Figure 23 : Rat traité par Madécassol® J ₇	34
Figure 24 : Rat traité par mucilage J ₉	35
Figure 25 : Rat traité par Madécassol® J ₉	35
Figure 26 : Rat traité par mucilage J ₁₄	36
Figure 27 : Rat traité par Madécassol® J ₁₄	36
Figure 28 : Pourcentage de réduction d'œdème.....	37
Figure 29 : Pourcentage d'augmentation de l'œdème.....	38
Figure 30 : Résultats de l'activité antimicrobienne du mucilage de <i>Malva Sylvestris</i>	41

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Les caractères des rats et des souris du l'activité cicatrisante et du test anti-inflammatoire.....	20
Tableau n°2 : Microorganismes testés.....	21
Tableau n°3 : Répartition des rats selon les lots.....	23
Tableau n°4 : Résultats du rendement en mucilage.....	30
Tableau n°5 : Résultats d'identification de métabolites secondaires dans le mucilage de <i>Malva sylvestris</i>	30
Tableau n°6 : Résultats des pourcentages de réduction des plaies.....	31
Tableau n°7 : Pourcentage d'augmentation de l'œdème.....	37
Tableau n°8 : Pourcentage de réduction de l'œdème.....	38
Tableau n°9 : Effet anti microbienne du mucilage des fleurs de <i>Malva sylvestris</i>	40
Tableau n°10 : Classes des zones d'inhibition.....	41

Sommaire

Introduction	1
 Chapitre I : Plante étudié	
I. Les Malvacées.....	2
II. La mauve.....	2
II.1.Historique.....	2
II.2.Etymologie et noms vernaculaires.....	3
II.3.Systématique.....	3
II.4.Description botanique	4
II.5.Répartition géographique.....	6
II.6.Composition chimique.....	8
III. Les mucilages.....	10
III.1.Localisation des mucilages.....	11
III.2.Usages et propriétés thérapeutiques.....	11
IV. La peau et la cicatrisation.....	13
V. L'inflammation.....	16
VI. L'activité antimicrobienne.....	17
 Chapitre II : Matériel et méthode	
I.Matériel.....	19
I.1. Matériel biologique.....	19
I.1.1.Matériel végétal.....	19
I.1.1.1.Récolte.....	19
I.1.1.2.Matériel animales.....	19
I.1.3. Les souches microbiennes	20

II. Méthode de travail.....	21
II.1.Extraction du mucilage.....	21
II.2. Le rendement en mucilage	21
II.3. Tests phytochimiques préliminaires.....	22
II.4. activités biologiques	23
II.4.1.L'activité cicatrisante.....	23
II.4.2. L'activité anti-inflammatoire.....	25
II.4.3.L'activité antimicrobienne.....	26

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Rendement en mucilage.....	30
II. Analyse phytochimique de mucilage.....	30
III. Les activités biologiques	31
III.1. L'activité cicatrisante.....	31
III.2.L'activité anti-inflammatoire.....	36
III.3.L'activité anti microbienne.....	40
Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Annexe

Les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments ; elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments. **(Maurice, 1997).**

Malgré l'arsenal thérapeutique moderne disponible, l'homme est toujours à la recherche de nouveaux remèdes naturels pour une cicatrisation plus rapide et sans effets secondaires. Ces dernières années, la prise en charge des soins des plaies par les remèdes naturels est devenue une préoccupation au niveau mondial et l'utilisation des plantes médicinales ayant une activité cicatrisante et anti-inflammatoire est amplement recherchée **(Adenot, 2000).**

En Algérie, les plantes sont utilisées depuis longtemps et leur utilisation s'inspire d'expériences des populations ainsi que de la médecine arabe classique. Cependant, cette utilisation ne suit pas des règles précises et ne tient pas compte des nouvelles nécessités de la thérapeutique actuelle.

Une recherche scientifique sur les plantes médicinales s'avère donc nécessaire pour améliorer les recettes des traditionnels praticiens en vue de la production de médicaments traditionnels améliorés **(Sofowora, 1993).**

C'est dans ce but s'inscrit notre travail qui consiste à évaluer l'activité cicatrisante, anti-inflammatoire et antimicrobienne de mucilage de fleurs de *Malva sylvestris*, connu en Algérie sous le nom de khobeiz, cette plante est utilisée en médecine traditionnelle algérienne comme un remède pour la blessure coupée, l'eczéma, les blessures infectées cutanées, la bronchite, les problèmes digestifs, et les inflammations. **Arthur et al., (2013)**

Dans cette optique, nous sommes assignés, dans le présent travail, les objectifs suivants :

- Extraction, et analyse phytochimique de mucilage des fleurs de *Malva sylvestris*.
- Evaluation de l'activité cicatrisante.
- Evaluation du pouvoir anti-inflammatoire et antimicrobien.

I. Les Malvacées :

1. Généralité :

Les Malvacées sont des plantes dicotylédones, dialypétales, thalamifères, méristémones. **(Boullard, 1997)**. C'est une famille cosmopolite mais présente surtout dans les régions chaudes des tropiques, bien que l'on trouve aussi des représentants des malvacées dans les régions tempérées tel que les mauves **Couplan et Doux (1950)** ;

La famille des malvacées regroupe 243 genres et 4225 espèces, elle inclut les anciens Bombacées, Sterliacées et Tiliacées **(Guinard, 1983)**. Les Malvacées ont des feuilles alternes, simples, stipulées, lobées, le plus souvent sont palmatilobées. Le pétiole est souvent renflé aux extrémités et étoilés très caractéristiques chez les Malvacées **(Boullard, 1997)**.

La fleur des Malvacées est hermaphrodite, régulière, pentamère et de grande taille **(Delveau, 2003)**, elle peut être de couleur pourpre, rose ou blanche **Blamey et Grey-Wilson(1991)**.

Selon les malvacées, les fruits peuvent être des schizocarpes, des carpelles (Malva) ou bien des capsules (Hibiscus). **(Boullard, 1997)**

La racine contient un albumen peu abondant et un gros embryon dont les deux cotylédons sont repliés **(Echevien, 1964)**.

Les Malvacées possèdent un appareil sécréteur formé par des cellules et des poches à mucilage **(Deysson, 1963)**. Cette famille peut être des herbes (genre de malva), des arbustes (les hibiscus) ou des arbres tels que les Baobabs. **(Guinard, 1983)**

2. La mauve :

2.1.Historique :

La mauve a été utilisée comme plante médicinales depuis l'antiquité. Dès le VIII siècle av. JC, cette plante était utilisée comme légume et comme remède. Grecs, Egyptiens et romains faisaient un grand usage alimentaire ainsi que médicinale de la mauve. 120 ans av. JC, les feuilles écrasées dans du miel avec un peu de sel pour guérir les fistules lacrymales **(Couplan, 2009)**.

Au XVI siècle la mauve s'employait contre très nombreuses maladies, si bien que les Italiens l'appelaient omnimorbia ou panacée (qui signifie contre toutes les maladies). **(Girre, 1985)**

Les Romains qui s'adonnaient aux travaux pénibles en mangeaient les feuilles de la mauve « à la façon des épinards pour se tenir le ventre libre ». **(Manciot, 1940)**

2.2. Etymologie et noms vernaculaires :

La racines grec du nom Malva est « Malakos » qui signifie « mou » ou « amolir » et le mot *sylvestris* dérivé du latin « silva » qui signifie « poussant dans les forêts » (Couplan,2009) ;(Flore,2011) ;Mathieu et Rosay,(1985).

Le mot Malvacée date du XVII siècle, et dérivé du latin « malaceus » qui signifie « qui ressemble à la mauve ».Ce terme émane lui-même de Malva (la mauve) (Grandsaignes d'Hautérive, 1948) ; Mathieu et Rosay, (1985).

Selon (Ait Youssef, 2006) ; (Bonnier, 2008); (Iserin, 1997) ; (Valnet, 1992) *Malva sylvestris* a plusieurs synonymes :

En arabe : Khobeiza

En berbère : Amedjir

En français : Grande mauve, mauve sauvage, fausse guimauve, fromageon, beurrat, meul, fouassier.

En anglais: Common mallow, high mallow

2.3. Systématique:

Selon Tela Botanica (2013), la classification de *Malva sylvestris* est donnée comme le suivant :

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Malvales

Famille : Malvacées

Genre : Malva

Espèces : *Malva sylvestris* L.

2.4. Description botanique :

D'après (Girre ,1980); Paris et Moyse, (1981); (Valnet, 1992); (Iserin, 1997); (Beloued , 2001) ; Schauenberg et Paris, (2006) la mauve sauvage est une plante herbacée bisannuelle, mais elle peut éventuellement être vivace par bourgeons souterrains.

2.4.1. La tige :

C'est une plante à tige dressée, velue et rameuse, peut atteindre de 3cm à 1m50 de hauteur.



Figure1: Tige de mauve sylvestre recouverte de poils (Flores, 2011)

2.4.2. Les feuilles :

Elle porte des feuilles pétiolées à limbe palmatilobé et dentés sur les bords, les lobes sont disposés en éventail, elles sont de couleur vert foncé brillant mais elles se colorent souvent de pourpre à la base et sont recouvertes de poils rudes ce qui donne à la feuille un toucher comparable au velours. Elles mesurent de 7à15cm de diamètre.



Figure 2 : Feuille lobée de *Malva sylvestris* (Flores, 2011)

2.4.3. Les fleurs :

Les fleurs sont regroupées en bouquet à l'aisselle des feuilles, elles sont assez grandes de 2.5 à 3 cm de diamètre .Petite calice à 5 sépales, corolle à 5 pétales sont ovales, avec une

échancrure au bout, formant deux petites lobes de couleur rose violacée présentent des veines plu foncées,

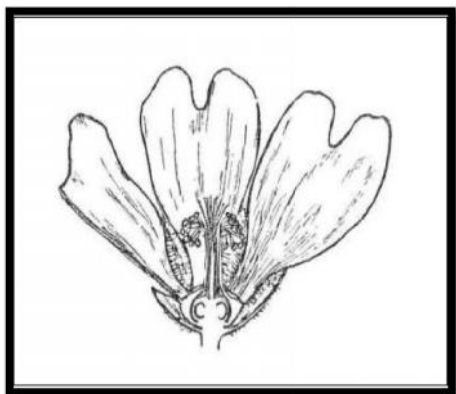


Figure 3 : Coupe longitudinale d'une fleur de *Malva sylvestris* (Echevin, 1964)



Figure 4 : Fleur de mauve sylvestre (Flores, 2011)

Ces fleurs possèdent trois enveloppes florales. D'abord un calicule, appelé aussi épi calice, à trois bractées vertes libres. Il est suivi d'un calice à cinq sépales verts soudés (gamosépales). Puis vient la corolle à cinq pétales libres **Couplan et Doux (1950)**.

Calice

Calicule

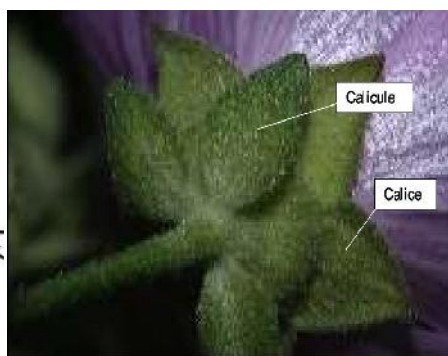
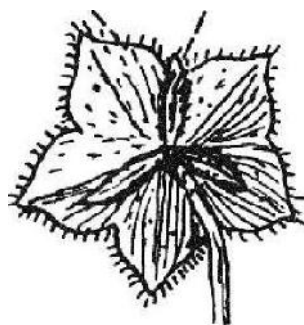


Figure 5: Calice et calicule de *Malva Sylvestris* (Dupont & Guignard, 2007)

2.4.3. Le fruit :

Les étamines sont nombreuses, 12 stigmates, 12 carpelles, devenant 12 akènes rangés en cercle de couleur jaune d'où nom de « fromageon ».



Figure 6 : Fruit de *Malva sylvestris*
(Boullard, 1997)

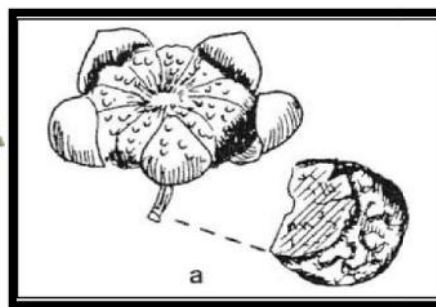


Figure 7 : Schizocarpe et méricarpe de
la mauve sylvestre (Flores, 2011)

2.4.5 .La racine :

La racine pivotante, charnue, se compose d'une racine principale fusiforme de couleur blanche, forte et riche en mucilage. Les autres racines ne sont que de discrètes radicelles.

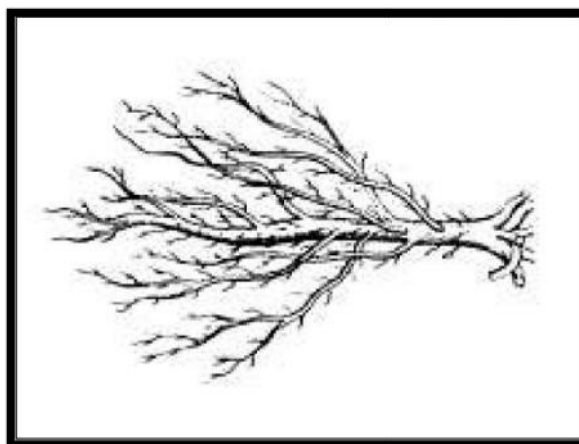


Figure 8: Racine de la mauve sylvestre (Flores, 2011)

2.5. Répartition géographique :

❖ Dans le monde :

Malva sylvestris est une plante très commune en Europe, elle se rencontre à l'état subsponsané dans la plus part des pays tempérés du globe après être échappé des cultures. On la trouve aujourd'hui dans presque tous les pays tempérés et subtropicaux des deux hémisphères.

Elle pousse dans toute l'Europe. Elle est répandue dans toute l'Afrique du Nord, au Proche-Orient et en Asie Couplan et Debuigne, (2006) ; (Ait Youssef, 2006) ;(Bézanger-beauquesme, 1980).

❖ **En Algérie :**

Selon (Ait Youssef, 2006) ;(Guide illustré de la flore Algérienne, 2009) *Malva sylvestris* est très commune dans toute l'Algérie, particulièrement au Nord du Sahara.

2.6. Habitat :

(Ait Youssef ,2006) ;(Iserin ,1997) mentionnent que la mauve est une plante qui croît spontanément on la rencontre sur les bords des chemins, des cultures, dans les friches, les lieux incultes, les prés, les prairies et sur les murs.

C'est une plante rudérale, croît dans les décombres, elle peut pousser jusqu'à 1500 m d'altitude.

Selon **Gasparettoa et al., (2011)** la mauve peut être trouvée comme plante envahissante en cultures vivrières excepté dans les champs de céréales dans lesquelles on n'a observé aucun développement.

2.7. Culture, Récolte et séchage :

La culture de la mauve se fait par semis à l'automne ou au début de printemps en pépinière (**Maghami ,1979**). Les fleurs et les feuilles sont récoltées entre Mai et Août pendant la floraison. Les feuilles sont cueillies à la main, avec un très court pétiole, elles doivent être saines .Les feuilles peuvent être récoltées pendant toute la durée de vie de la plante.

Les fleurs sont ramassées à la main au fur et mesure de leur épanouissement sans pédoncule, mais avec leur calice par beau temps ensoleillé. Les fleurs et les feuilles sont séchées sur les claies, en couche mince, à l'ombre et à l'air. **Volàk et Stodola(1987)**.

2.8. Exigences écologiques :

La mauve *sylvestris* se développe dans différents types de sol, y compris les sols rocheux et médias avec différents niveau de pH et à différents quantités de phosphore, d'azote et de carbone organique **Gasparettoa et al., (2011)**.

D'après **Maghami, (1979)** elle se plante dans un sol ordinaire mais bien drainé, à une exposition ensoleillé.

2.9. Aspect agronomique :

Selon les études de **Gasparettoa et al., (2011)** la mauve sauvage a également un rôle important dans le rétablissement de la terre dégradée et des sols riches en cuivre, parce que ses racines peuvent stabiliser le sol en réduisant les effets de toxicité de cuivre par l'exclusion de ce métal.

Les fleurs jouent un rôle important dans l'entretien des insectes de visite parce qu'elles sont une source naturelle de nectar pour les abeilles et les papillons.

2.10. Composition chimique :

Les principales molécules présentes chez *Malva sylvestris* sont des mucilages, des flavonoïdes en particulier les flavonols et les flavones, anthocyanes et des tanins. La mauve est aussi riche en sels minéraux (calcium, magnésium, fer) et en vitamines (A, B1, B2, C).

(Classen et Blaschek, 1998); (Wichtl, 2003) ; (Couplan et Styner, 1994).

Selon les études de Gasparetto et al., (2011) ; Barros et al., (2010) les composants les plus abondants étaient le galactose (57.6 mol %), l'arabinose (31 mol %), le mannose (3.5 mol %), le glucose (2.5 mol %), le xylose (1.8 mol %), le rhamnose (0.4 mol%) et l'acide glucuronique (3.2 mol %). Avec l'utilisation de chromatographie en couche mince de haute performance ont été détectées la présence des acides aminés tels que l'alanine, la thréonine, la sérine, la glutamine, l'asparagine et l'arginine dans les fleurs, les feuilles et les racines de *Malva sylvestris*.

Dans une étude impliquant le potentiel nutritionnel des extraits méthanoliques de *Malva sylvestris*, indique que tous les flavonoïdes qui ont été détectés sont: le 4-méthyl éther 8- glucuronide, le 8-O-glucuronide d'hypolaétine et le 8-O-glucuronide d'isoscutellaréine, Avec des quantités : 210.8 mg/g, 46.6 mg/g, 25.4 mg/g et 14.34 mg/g dans les feuilles, fleurs, fruits non-murs et tiges fleuris respectivement.

Beaucoup de dérivés des composés phénoliques ont été trouvés en extrait de différentes parties de la mauve. Tous les composés phénoliques se sont présents à une quantité de 386.5 mg/g dans les feuilles, 317 mg/g dans les fleurs et 8 mg/g en fruits non-murs. Leur identification a rapporté la présence de 11 acides phénoliques tels que : l'acide 4-méthoxybenzoïque, l'acide 4-hydroxybenzoïque, l'acide 4-hydroxycinnamique, l'acide 4-hydroxy-3-méthoxydihydrocinnamique, l'acide férulique et le tyrosol. Avec la présence de deux coumarines dans les feuilles de la mauve.

Ces études ont révélés la présence de l'enzyme oxydase de sulfite qui a été trouvée dans les feuilles de *Malva sylvestris*, cette enzyme est responsable de la réaction finale dans la dégradation oxydante des acides aminés sulfurés.

Une des activités biologiques de *Malva sylvestris* est l'effet anti oxydant attribué à la présence des tocophérols (vitamine E) et acide ascorbique (vitamine C), ce dernier a été trouvé dans les différentes parties aériennes de la mauve avec des concentrations différentes en (mg/g) : 0.17, 1.11, 0.27, 0.2, dans les feuilles, fleurs, fruits non-murs, tiges fleuries

respectivement. A cause de ce contenu élevé trouvé en fleurs il y a plusieurs utilisations de la décoction des fleurs qui ont été utilisées pour le soin de peau aussi bien que pour des traitements topiques pour l'acné.

L'analyse qualitative des extraits acétoniques de *Malva sylvestris* a montré la présence de la chlorophylle A, chlorophylle B et des xanthophylles.

2.11. La toxicité :

Dans de nombreux livres on peut lire que *Malva sylvestris* ne présente aucune toxicité même à forte doses. Il n'y a donc pas d'effets indésirables, pas de contre-indications ni d'interactions médicamenteuses à l'utilisation de mauve, c'est en partie pour cela qu'elle peut être utilisée chez les enfants et les personnes âgées. (Valnet, 1992) ; (Wichtl, 2003); Gasparetto et al., (2011).

2.12. Usages culinaires :

Les mauves comme tous les membres de la famille de Malvacée sont comestibles, elles sont consommées depuis l'antiquité, les feuilles et les fleurs se consomment crues ou cuites. (Couplan et Styner, 1994); (Couplan, 2009).

On cuisine la mauve de différentes manières :

- **En salade :** les jeunes feuilles vert clair de mauve font de excellentes salades, elles sont tendres et de saveur caractéristique, on peut aussi débarrasser les fruits de leur calice et les ajouter à la salade. (Couplan et Styner 1994); (Jeambey et al., 2009)
- **En légumes :** les feuilles de mauve sont cuites, elles forment un bon légume, mais leur texture mucilagineuse n'est pas appréciée de tous.

On la consomme bouillie comme des épinards avec une tête de l'ail.

Au Maroc et en Algérie, la « khobiza » est un légume sauvage courant que l'on trouve sur les marchés. Il est cuit à l'eau et mélangées avec l'huile d'olive. (Couplan, 2009)

II. Les mucilages :

Les feuilles et les fleurs de la mauve contiennent des mucilages dans des proportions différentes. Les fleurs sont plus riches en mucilage, elles contiennent 10% et les feuilles contiennent 8% de mucilage selon (Wichtl, 2003) et une faible proportion a été trouvée dans les tiges et les racines.

Ces mucilages sont principalement des polysaccharides hétérogènes acides, de très petite fraction de mucilage neutre ont été trouvée dans les analyses. Ces mucilages neutres ne

contiennent que des sucres. (Wichtl, 2003); (Classen et Blaschek, 1998); (Bruneton, 1999).

Par contre les polysaccharides acides sont des associations d'oses et des acides uroniques unis entre eux par des liaisons osidiques, le groupement carboxyle reste libre (Golse, 1955). Ces acides uroniques sont l'acide galacturonique et l'acide glucuronique (Girre, 1980) ; (Bézanger-Beauquesne et al., 1986)

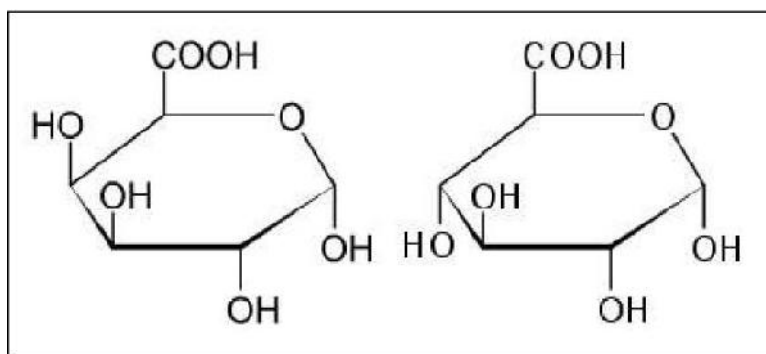


Figure 9: Acide galacturonique à gauche et acide glucuronique à droite (Loppinet et al., 1990)

Les oses des mucilages qui ont été isolés sont sept sucres : glucose, galactose, arabinose, mannose, fructose, rhamnose et le xylose (Classen et Blaschek, 1998).

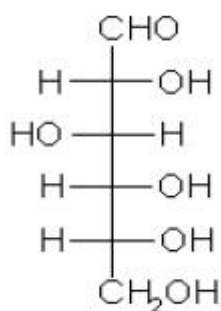


Figure 10: D-glucose (Loppinet et al., 1990)

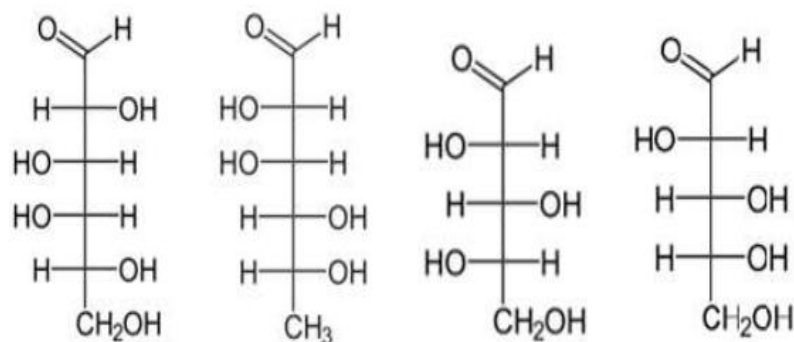


Figure 11: De gauche à droite galactose, rhamnose, xylose, arabinose
(Loppinet et al., 1990)

La composition qualitative est la même pour les feuilles et pour les fleurs, les quantités de chacun des constituants diffèrent. (Classen et Blaschek , 1998) ;(Wichtl, 2003)

II.1. Localisation des mucilages :

Selon (Deysson, 1963) les cellules à mucilage ont été trouvées dans tous les parenchymes de toutes les mauves. Dans les feuilles, on trouve des cellules à mucilage dans le mésophylle et dans l'épiderme.

Au niveau des fleurs, on trouve un grand nombre de cellules à mucilage dans les deux épidermes de chacune des divisions du calice et du calicule et nombreuses cellules dans les pétales. Par contre, les racines ne contiennent que peu de cellules à mucilage.

Les mucilages sont stockés dans des structures spécialisées soit en cellules, en poches et en canaux à mucilage ou dans des idioblastes. (Wichtl, 2003)

II.2. Usages et propriétés thérapeutiques :

Les mucilages sont l'un des composants principaux responsables des effets thérapeutiques de *Malva sylvestris*. (Gasparetto et al., 2011) et qui donne des propriétés émoullientes, laxatifs, adoucissantes et béchiques (Schauenberg et Paris, 2006); (Pierre et Lys, 2007); De nombreuses études démontrent l'importance mondiale de l'utilisation de *Malva sylvestris* dans la médecine traditionnelle. Comme aliment médicinale, la mauve sauvage a été consommée comme laxatif doux, un tonique de nettoyage de foie et contre la brûlure d'estomac, elle peut être préparée comme potage mais le plus généralement, elle est préparée en salade.

Dans les préparations pharmaceutiques, elle peut être utilisée :

❖ **En usage interne :**

Contre tous les cas d'inflammations, d'affections des voies respiratoires (bronchite, rhume, grippe, pharyngites..) digestives et urinaires (colite, entérite, constipation chronique). **Barros et al., (2010); Gasparettoa et al., (2011) ; (Beloued, 2001).**

Selon (**Iserin., 1997**) le mucilage garnit les muqueuses du tube digestif, les protégeant contre les irritations, et des attaques d'acide.

❖ **En usage externe :**

Les mêmes auteurs mentionnent que les feuilles et les fleurs de mauve sont couramment utilisées en usage externes pour soigner diverses affections cutanées (furoncles, piqûres d'insectes, abcès) sous formes de gargarisme ou cataplasme et elles sont fortement recommandées pour le soin d'acné de peau.

On peut même faire un dentifrice de racine de mauve séchée et réduite en poudre pour désinfecter la bouche et les infections des gencives.

III. La peau et la cicatrisation :

1. Définition de la peau :

La peau est l'organe de revêtement du corps elle présente 8% de masse corporelle, elle est souple, résistante, joue un rôle de protection contre les agressions physiques, chimiques et biologiques du milieu environnant, son épaisseur total varie entre 105 à 4 mm selon les parties de corps et les individus. (Tortura et Reynolds, 2001).

D'après (Mellissoupos, Levacher, 1998) la peau est constituée de 3 couches superposées et des annexes cutanées :

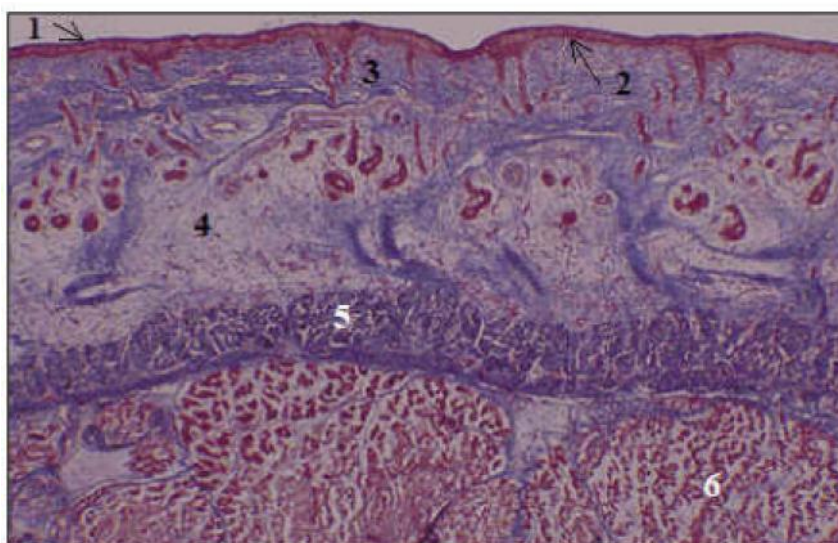


Figure 12: Image microscopique représentant les couches de la peau ; **1**-l'épiderme ,**2**-la jonction dermo-épidermique, **3**-le derme, **4**-l'hypoderme, **5**- aponévrose, **6**- tissu musculaire (Boston University)

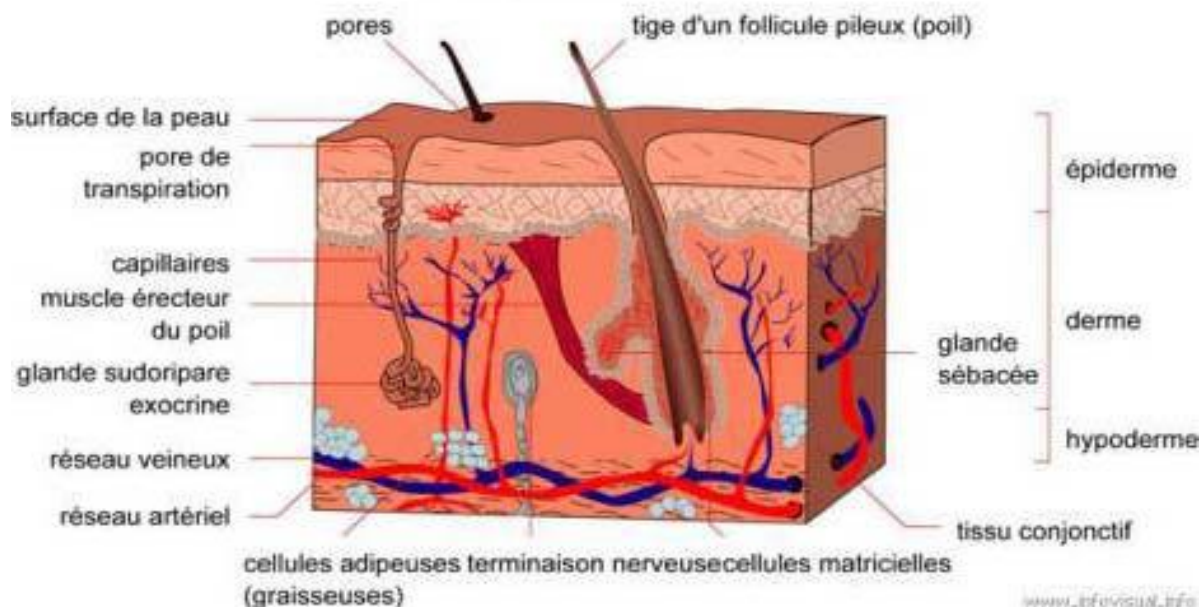


Figure 13: Histologie de la peau Mellissouplos, Levacher., (1998)

- **L'épiderme :**

Présente la couche la plus fine et superficielle, qu'il a une épaisseur inférieure à 1 mm. Il est constitué de plusieurs couches (basales, de cellules à épines, granuleuse, claire) de cellules vivantes (kératinocytes, mélanocytes, cellules de Langerhans, cellules de Merkel).

- **Le derme :**

Il est formé de tissu conjonctif et une couche fibreuse dans laquelle se trouvent les vaisseaux capillaires et lymphatiques, joue un rôle de nutrition et de soutien pour l'épiderme, son épaisseur est de 1 à 5mm.

- **L'hypoderme :**

L'hypoderme est une couche profonde formé de tissu adipeux, d'épaisseur variable, qui joue un rôle de nutriments et d'énergie pour l'organisme.

- **Les annexes cutanées :**

On distingue 3 groupes d'annexes cutanées : l'appareil pilo-sébacé, glandes sébacées et sudoripare et les ongles.

3. La plaie :

C'est une incision dans un tissu cutané causée par une blessure, écorchure, coupure ou par opération chirurgicale. On distingue deux types de plaies ; les plaies superficielles et les plaies profondes

- **Les plaies superficielles** : affectent la peau et les tissus sous-jacents.
- **Les plaies profondes** : atteignent les organes internes qui présente des risques de contamination et nécessite la consultation d'un médecin pour des points de suture. (Martini., 2011)

4. La cicatrisation de la peau :

C'est un processus physiologique destiné à réparer une lésion dans un tissu cutané et aboutit à la formation d'une cicatrice (Charlotte, 1995).

Selon (Ortonne et Clévy, 1994) ce processus met en jeu des cellules sanguines, des médiateurs solubles et la matrice extracellulaire pour se défendre et engage les étapes de la cicatrisation, on distingue deux types de cicatrisation :

- ❖ **Cicatrisation par première intention** : c'est une guérison rapide par affrontement et union parfaite des berges de la plaie. La formation cicatricielle est minime, la récupération organique fonctionnelle, esthétique est quasi-totale.
- ❖ **Cicatrisation par deuxième intention** : cette cicatrisation évolue plus lentement et nécessite une surveillance attentive des soins prolongés.

3.1. Les phases de la cicatrisation :

Phase d'inflammation :

Elle débute dès la blessure, la rupture des vaisseaux sanguins déclenche la formation d'un caillot qui constitue une matrice extracellulaire provisoire, qui va permettre de fermer rapidement la plaie et servira de guide à la migration de différentes cellules sur le site de la plaie telles que des cellules inflammatoire : les macrophages, les fibroblastes et des cellules endothéliales. Cette phase dure de J₀ à J₃.

Phase proliférative :

Les endothéliocytes constituant la paroi des vaisseaux sanguins, créent des bourgeons capillaires sous la forme de petites boucles rouges. Durant cette phase les fibroblastes se produisent et activent la synthèse du collagène, d'élastine et de réticuline.

Le tissu conjonctif de remplacement se dépose sur les boucles capillaires et prend un aspect granuleux appelé tissu de granulation .Il remplace le caillot qui est progressivement détruit par les macrophages. A cette phase, il y a formation de nouveau tissu conjonctif de J₃ à J₁₅.

Phase d'épidermisation :

Les kératinocytes se multiplient et migrent sur le tissu de granulation .La source de ces kératinocytes se situe autour des follicules pileux, des annexes de la peau (glandes sudoripares) et à partir des berges cutanées de la plaie. La couche épidermique va se solidifier et la membrane basale se reformer. Durant cette étape il y a formation de nouveau tissu épidermique entre J₁₅ à J₃₀.

La phase de remodelage :

Le tissu de granulation se transforme en tissu cicatriciel .Il y a diminution de la densité capillaire avec diminution du flux sanguin et apparition de vaisseaux le plus gros calibre, le collagène type III synthétisé au cours de la phase de prolifération devient sous l'action de l'enzyme collagénase du collagène de type I plus solide et plus mature.

(Durant et Suzanne, 2007) ; (Brunner et Suddarth, 2006).

IV. L'inflammation :

L'inflammation est un phénomène réactionnel mis en œuvre par l'organisme chaque fois que l'intégrité de ses constantes morphologiques et biologiques est menacée. Elle n'est donc pas synonyme d'infection, mais l'infection peut être une cause de l'inflammation. C'est une réaction de défense de l'organisme à diverses agressions externes (**Ndiaye et al.,2006**).

Selon (**Stevens et al .,2004**), l'inflammation aiguë repose sur trois mécanismes principaux en relation les uns avec les autres :


Vasodilatation :

Correspond au relâchement du muscle lisse de la paroi des vaisseaux provoquant un flux de sang dans le tissu (hyperhémie).

Activation de l'endothélium vasculaire :

Durant cette phase nous assistons à :

- Augmentation de la perméabilité endothéliale permettant le passage de protéines plasmatiques vers les tissus.
- Expression de molécules d'adhésion à la surface de l'endothélium entraînant la fixation de polynucléaires neutrophiles

- Production de facteurs vasodilatateurs
-  **Activation des polynucléaires neutrophiles :**
- Expression de molécules d'adhésion permettant aux neutrophiles d'adhérer à l'endothélium
- Augmentation de la mobilité aboutissant à la migration des polynucléaires des vaisseaux vers les tissus avoisinants
- Augmentation de l'activité bactéricide.

IV.1. Les anti-inflammatoires synthétiques:

Le traitement actuel de l'inflammation fait appel à l'anti inflammatoire stéroïdien(Glucocorticoïdes) et non stéroïdiens comme l'aspirine.

Ces molécules étant bien efficaces présentent le plus souvent des effets indésirables qui peuvent gêner leurs utilisations au long cours (**Pieri, 1992**).

Dans les pays en voie de développement, les plantes possédant une activité anti inflammatoire pourrait être une alternative dans la thérapeutique anti inflammatoire du fait de leur meilleure accessibilité et de leur moindre toxicité, vis-à-vis des anti-inflammatoires classiques. (**Khalil et al., 2006**).

V. L'activité antimicrobienne :

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multi résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (**Billing et Sherman, 1998**).

V.1. Les principales substances antimicrobiennes :

- **Les antibiotiques :**

Les antibiotiques, au sens strict, sont des produits élaborés par des micro-organismes, mais on inclut généralement parmi eux les dérivés semi-synthétiques et les produits entièrement synthétiques. La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques qui inhibent sélectivement certaines voies

métaboliques des bactéries, sans exercer habituellement d'effets toxiques pour les organismes supérieurs. (Bergogne-Berezin et Dellamonica, 1995).

- **Les composés phénoliques :**

Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobienne des polyphénols. Les études du pouvoir inhibiteur des flavonoïdes sur la croissance bactérienne ont démontré que de nombreux composés flavoniques (apigénine, kaempferol et d'autres) sont doués d'un effet important sur différentes souches bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*) et Gram positif (*Staphylococcus aureus*). (Ulanowska et al., 2007).

V.2. Activité antimicrobienne de *Malva sylvestris* :

D'après les résultats de (Dernberger et Liche ,1882) ; (Anesini et Perez, 1993) in Coelho de Souza et al, (2004) les extraits éthanoliques de *M.sylvestris* n'ont montré aucune activité antimicrobienne contre *Bacillus subtilis* *Echerichia coli*, *Staphylococcus aureus*

Les extraits méthanoliques des parties aériennes de n'ont présenté aucune action antimicrobienne sur *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermdis*, *Echerichia coli*, *Bacillus subtilis*, *micrococcus Luteus*.

Les extraits méthanoliques et éthanoliques de *Malva sylvestris* ne sont pas actifs contre *Candida albicans* (Alkofahi et al., 1996 in Coelho de Souza et al., 2004).

Notre expérimentation a été effectuée dans trois laboratoires :

- ❖ L'extraction du mucilage au niveau du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques, de l'Université Blida I, département des biotechnologies.
- ❖ l'effet cicatrisant et l'activité anti-inflammatoire *in vivo* a été évalué au laboratoire de pharmacotoxicologie au niveau du Centre de Recherche et de Développement(CRD) SAIDAL d'El Harrach.
- ❖ Le test microbiologique au niveau du laboratoire de biologie et d'analyses microbiologiques d'EPH de Boufarik.

I.Matériel :

I.1. Matériel biologique :

1.1.Matériel végétal

Notre étude a porté sur les fleurs fraîches de *Malva sylvestris* L.

I.1.1.1.Récolte :

Les fleurs de *Malva sylvestris* ont été récoltées durant le mois de juillet 2014. La récolte a été effectuée au stade de floraison, dans la matinée à température de 27°C, au niveau de Cité remili de daïra de Bougara situé à 30Km à l'est de la ville de Blida. Elle culmine à 500m d'altitude avec une superficie répartie sur un massif montagneux. Elle est limitée au nord par la ville de Sidi Moussa, de l'Ouest par la commune de Bouinane et Hammam Melouane, et à l'est par la ville de l'Arbaa

I.1.2.Matériel animale :

Nous avons testé l'activité cicatrisante et anti-inflammatoire du mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* sur des rats pour l'expérimentation cicatrisante et des souris pour l'expérimentation anti-inflammatoire, issues de l'élevage de l'animalerie du Laboratoire de pharmacotoxicologie du CRD SAIDAL. Ces souris présentent les caractères inscrits dans le tableau n°01.

Tableau n°01 : Les caractéristiques des rats et des souris du l'activité cicatrisante et du test anti-inflammatoire

Espèce	Rats	Souris
Souche	Wistar	Sourie albinos
Poids	200g \pm 20g	20g \pm 2g
Sexe	Femelle	Male, femelle
Nombre	15	18
Alimentation	Granulés « O.N.A.B »	
Boisson	Eau de robinet ad libitum	

- **Conditions d'élevage:**

Les souris sont élevées dans un local à environnement contrôlé. La température est comprise entre 20 et 24°C, la photopériode est de 10 heures par jour, le taux d'humidité est de l'ordre de 50%.



Figure 14 : les souris



Figure 15: les rats

I.1.3. Les souches microbiennes :

Le support microbien utilisé est composé de souches bactériennes et fongiques fournis par le laboratoire de bactériologie au niveau de laboratoire d'analyse microbiologique de l'hôpital de Boufarik. Les souches testées sont présentés dans le tableau n° 2.

Tableau n° 2 : Microorganismes testés

Microorganisme testé	Souche	Référence	Gram
Bactérie	<i>Echerichia coli</i>	ATCC 25922	Gram -
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 43300	Gram +
	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 9372	Gram +
Levure	<i>Candidat albicans</i>	ATCC 24433	

II.Méthodes de travail:

II.1.Extraction du mucilage :

L'extraction a été effectuée selon la méthode établie par (Soubeiran, 1840) L'extraction en phase aqueuse est l'une des techniques les plus communes appliquées pour l'extraction du matériel mucilagineux des plantes, pour cela nous avons :

- ✓ Pris 20g de fleurs de *Malva sylvestris*
- ✓ Bouilli dans 300ml d'eau distillé pendant 15 min.
- ✓ Laisse refroidir à température ambiante.
- ✓ Filtré la masse à l'aide d'un tissu de mousseline doublé. Pour obtenir enfin un gel de consistance d'un blanc d'œuf.

II.1.2.Le rendement en mucilage :

Le rendement (R) en extrait est estimé par le rapport des masses d'extrait obtenues et de la masse de la matière végétale utilisée **Falleh et al.,(2008)** Il est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R \text{ (\%)} = M_{\text{ext}} / M_{\text{éch}} \cdot 100}$$

R : Rendement en extrait (%) :

M_{ext}: Masse de l'extrait en gramme (g).

M_{éch}: Masse de la matière végétale utilisée (g).

II.2. Tests phytochimiques préliminaires:

Le but de ces analyses est de connaître la composition qualitative en métabolites secondaires de notre extrait. Les tests sont effectués sur le mucilage de fleurs de *Malva sylvestris* L.

- **Identification des anthocyanes :**

Nous avons rajouté quelques gouttes d'HCl (acide chlorhydrique) à 5 ml de mucilage. La réaction donne une coloration rouge en présence d'Anthocyanes. **(Bruneton, 1999).**

- **Identification des tanins :**

À 5 ml de mucilage rajouter quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ à 5%. La réaction donne une coloration bleue noire en présence des tanins. **(Bruneton, 1999).**

- **Identification des saponosides :**

À 2 ml de mucilage Nous avons rajouté quelques gouttes d'acétate de plomb. La formation d'un précipité blanc indique la présence des saponosides. **(Bruneton, 1999).**

- **Identification des flavonoïdes :**

À 5 ml de mucilage Nous avons additionné 5 ml d'HCl, un copeau de Mg et 1 ml d'Alcool iso-amylque. La réaction donne une coloration rouge orangé en présence des flavonoïdes. **(Bruneton, 1999).**

Identification des glucosides :

À 2 ml de mucilage Nous avons rajouté quelques gouttes de H₂SO₄. La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des glucosides. **(Bruneton, 1999).**

II.3. Activités biologiques :

II.3.1. L'activité cicatrisante :

- **Objectif d'étude :**

L'évaluation de l'effet cicatrisant dans le processus préparatoire naturel, est faite avec la méthode d'excision en forme circulaire, car elle présente l'avantage d'une meilleure précision de mesure, du fait de la continuité du processus de reconstitution jusqu'au stade de fermeture totale de la plaie.

- **Principe :**

Le principe consiste l'application de produit à tester sur des plaies préalablement provoquées par une excision d'une plaie circulaire de 2 cm² de surface, les applications se feront de façon quotidienne jusqu'à réépithélialisation complète de la plaie environ 14 jours, Précéder par un examen macroscopique.

- **Protocole expérimental : (Benseguenia, 2007)**

- **La répartition des lots :**

Pour l'étude de l'activité cicatrisante, nous avons utilisées 15 rats .Il sont répartis en 3 lots de 5 rats par lot, comme il est représenté dans le tableau n°3.

Tableau n°03 : Répartition des rats selon les lots.

Lots	Traitements
Lot témoin négatif (T)	La plaie essai ne recevra aucun traitement
Lot d'essai (E)	La plaie essai sera traitée par le mucilage de <i>Malvasylvestris</i>
Lot témoin positif (T ⁺)	La plaie essai sera traité par le produit de référence MADECASSOL® (extrait de <i>Centella asiatica</i>)

Préparation des animaux :

La veille de l'expérimentation les animaux sont marqués au niveau de leur queue et répartis selon leurs lots constitués si dessus. Ensuite, ces derniers sont mis à jeun.

La première étape de l'expérimentation consiste à :

- Anesthésier les rats, en injectant de la Kétamine par voie intra-péritonéal à la dose de 120 mg/kg (0.5 ml pour chaque rat).
- Epiler avec une tendeuse électrique de la région dorso-cervical des rats jusqu'à l'apparition nette de la peau.

Provocation des blessures :

L'expérimentation sera suivie selon différentes étapes ci-dessous :

- Désinfecter la région épilée avec l'alcool chirurgical à 70 °
- Procéder à l'ablation de la peau par excision :
 - Mettre le rat sur la table de dissection
 - Tracer la zone à découper à l'aide d'une forme cylindrique de 2 cm de diamètre.
 - Découper la zone tracée en utilisant une paire de ciseaux et une pince
 - Enlever la peau de cette zone de façon à obtenir une surface (S)
 - Nettoyer la surface (S) découpé de peau à l'aide de la gaze imbibée d'eau physiologique à 0.9% pour une bonne prise d'empreinte de la surface des plaies.

Application de traitement :

L'application des produits à testées se fait quotidiennement dès le jour J_0 sur les plaies des rats des lots (T^+) et (E) jusqu'à réépithélialisation complète par contre les plaies de lot (T) ne recevront aucun traitement (témoin).

- ✓ Prendre les empreintes de la surface (S) de chaque rat sur feuille transparente en jour J_0 jusqu'au jour J_{14} .

- **Expression des résultats :**

- ✓ Les surfaces sont calculées par le système Autocad d'Architecture 2009.
- ✓ Le pourcentage de réduction des superficies des plaies non traitées et des superficies des plaies traitées par le produit de référence Madecassol® et celles traitées par le mucilage est calculé comme suit :

$$\text{Pourcentage de réduction des plaies} = \frac{\mu_{CE J0} - \mu_{CE Jn}}{\mu_{CE J0}} \cdot 100$$

μ_{CE} : moyenne de superficies des plaies.

J : jour du test

II. 3 .2. L'activité anti-inflammatoire :

- **Principe :**

L'injection de la carragénine à 1% sous l'aponévrose plantaire de la patte postérieure d'une souris provoque l'apparition d'un œdème de la région métatarsienne dont on peut ralentir le développement par un médicament anti-inflammatoire préventif.

- **Mode opératoire :**

Selon le test de Levy. (Colot M., 1972) , on procède comme suit :

- **Préparation des animaux :**

Les souris sont mises à jeun pendant 18 h et réparties en 3 lots contenant chacun 6 souris. nous procédons comme suit :

- ❖ **Au temps t=0 :** nous avons administré aux 3 lots les solutions suivantes par voie orale (gavage) :

- Lot 1 : chaque souris reçoit 0.5 ml d'eau physiologique.
- Lot 2 : chaque souris reçoit 0.5 ml de (Diclofénac).
- Lot 3 : chaque souris reçoit 0.5 ml de mucilage pure.

- ❖ **Au temps t=30min** : nous avons injecté 0.2 ml de la solution de carraghenine à 1% sous l'aponévrose plantaire de la patte arrière gauche.
- ❖ **Au temps t=4h** :
 - Sacrifier les souris.
 - Couper les pattes postérieures à hauteur de l'articulation et
 - les peser sur une balance analytique.
- **Expression des résultats** :
 - Calculer les moyennes arithmétiques des poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot ;
 - Calculer le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'œdème} = \frac{\text{moyenne des poids de la patte gauche} - \text{moyenne des poids de patte droite}}{\text{Moyenne des poids de patte droite}} \times 100$$

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins.

$$\text{Pourcentage de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\% \text{ d'œdème témoin}} \times 100$$

Réalisation d'un graphe représentatif de pourcentage de réduction de l'œdème.

II. 3. 3. Evaluation de l'activité antimicrobienne :

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose où les disques sont imbibés de mucilage (Sokmen et al., 2004).

- **Méthode par diffusion en milieu gélosé** :

C'est une technique qualitative qui permet de déterminer la sensibilité des microorganismes vis-à-vis d'une substance réputée antimicrobienne.

○ **Principe :**

Elle consiste à déposer un disque stérile de papier wattman de 9 mm de diamètre, imbibé d'huile essentielle ou extrait, sur un tapis bactérien ou fongique au tout début de sa croissance et de mesurer la zone où les souches microbiennes n'ont pas pu se développer. Le diamètre d'inhibition, qui traduit l'activité antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle ou de l'extrait, est ainsi déterminé. (Benjlali et al., 1986) et (Hellal, 2011).

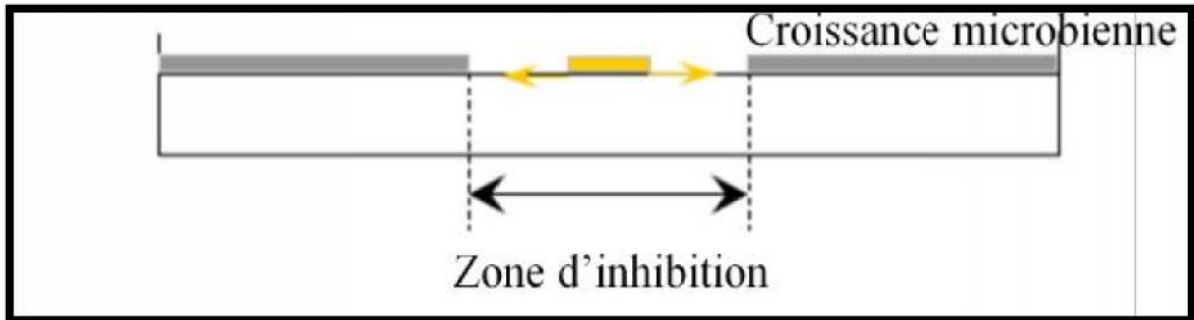


Figure 16 : Principe de la technique de diffusion sur gélose (Hellal, 2011).

○ **Préparation des pré-cultures**

Les souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*) et la souche de levure (*Candida albicans*) sont repiquées sur milieu solide (gélose nutritive) pour les souches bactériennes et (*Sabouraud*) pour la levure, puis incubées à 37°C pendant 24 h/bactérie, et à 24°C pendant 48h/levure.

○ **Préparation de l'inoculum :**

A partir des cultures jeunes préparées. Nous avons raclé à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques, décharger l'anse dans 5 ml d'eau physiologique, homogénéiser la suspension, jusqu'à dissolution totale des colonies dans l'eau physiologique et avoir une solution de 0.5 Mc Farland.

○ **Ensemencement :**

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée sur milieu gélose Muller-Hinton (MH) pour les souches bactériennes et sur milieu gélose Sabouraud pour la souche de levure.

- ✓ Tremper un écouvillon stérile dans la suspension microbienne.
- ✓ Essorer l'écouvillon en le pressant fermement, en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- ✓ Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- ✓ Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de Pétri de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- ✓ L'ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.

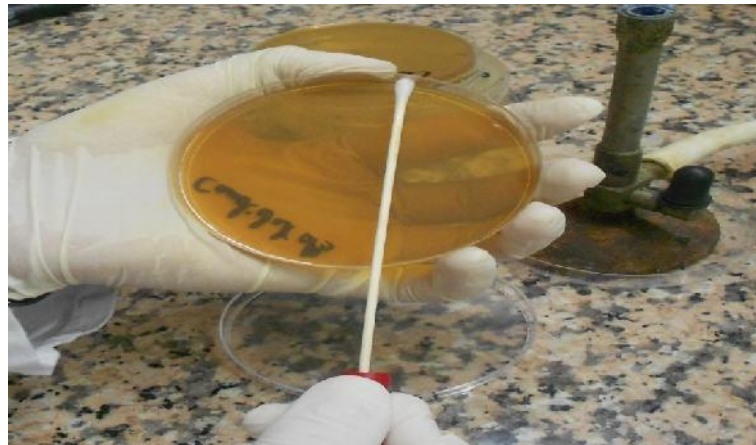


Figure 17 : Ensemencement

○ **Dépôt des disques :**

Déposer les disques stériles (9 mm de papier Wattman N°1) imbibés de 20 µl par le mucilage pure sur le milieu gélosé, préalablement ensemencé, en appuyant légèrement sur le disque à l'aide d'une pince stérile.

Incuber les boites à 37°C pendant 24 h/bactérie, et à 24°C pendant 48h/levure.

à 37 °C, pendant 24 h.



Figure 18 : Dépôt des disques

○ **Lecture :**

La lecture a été faite par la mesure des diamètres des halos d'inhibitions au tour des disques à l'aide d'un pied à coulisse.

I. Rendement en mucilage :

Après avoir calculé le rendement en mucilage à partir des fleurs de *Malva sylvestris*, les résultats sont présentés dans le tableau n°4.

Tableau n°4 : Résultats du rendement en mucilage

Matière végétal	Fleurs de <i>Malva sylvestris</i>
Poids de la matière végétale	20 g
Poids du mucilage récupéré	2,5g
Rendement (%)	12,5%

Au vue des résultats obtenus nous constatons que nos échantillons ont donné un rendement intéressant en mucilage, qui représente un taux d'environ 12,5%.

II. Analyse phytochimique de mucilage :

Tableau n° 5 : Résultats d'identification de métabolites secondaires dans le mucilage de *Malva sylvestris*

Métabolites	Anthocyanes	Tannins	Glucoside	Flavonoïdes	Saponosides
Mucilage	–	–	–	–	–

Les résultats des tests phytochimiques préliminaires démontrent que notre extrait ne renferme aucune classe de métabolites secondaires recherchés dont les Anthocyanes, Tanins, Glucosides, Flavonoïdes et Saponosides.

III. Les activités biologiques :

III.1. L'activité cicatrisante :

Les pourcentages de réduction des plaies par la technique des empreintes, sont résumés dans le tableau n°6 et la figure n°24 qui fait apparaître l'évolution de la cicatrisation des plaies des trois lots avec le temps.

Tableau n°6 : Résultats des pourcentages de réduction des plaies

	Jour 1	Jour 3	Jour 7	Jour 9	Jour 12	Jour 14
Témoin négatif	00%	7.51%	28.63%	37.08%	50.70%	63.38%
Madécassol®	00%	20.95%	64.28%	77.61%	94.76%	99.52%
Mucilage	00%	22.01%	66.03%	81.34%	95.69%	99.71%

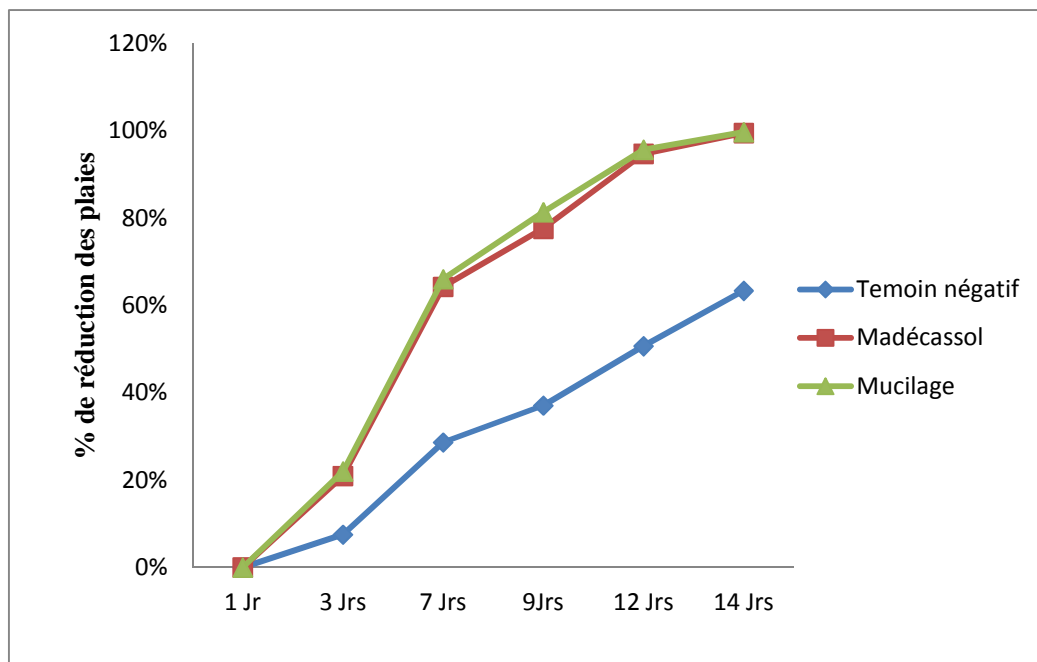


Figure n°19 : Résultats des pourcentages de cicatrisation des plaies

Le mucilage extrait à partir des fleurs de *Malva sylvestris* a témoigné une activité cicatrisante de bonne qualité qui se traduit par une action rapide et semblable que celle du produit de référence correspondant à (22% pour le mucilage contre **20%** pour la référence et **7%** pour les plaies non traitées) au **3^{ème}** jour.

Puis on assiste à une accélération du rythme de la cicatrisation qui apparaît au **9^{ème}** jour **81,34%** pour le mucilage, **77,61%** pour la référence et **37%** pour les plaies non traitées. La phase finale de la cicatrisation est atteinte au bout du **14^{ème}** jour avec des taux de réduction avoisinant les **100%** de **99,71%** pour notre extrait et **99.52%** pour le produit de référence.

Discussion :

➤ **3^{ème} jours** d'application une réduction remarquable des plaies traitées par le mucilage, et Madecassol®, par rapport au lot de témoin négatif. Cette phase correspond à une phase histologique très importante puisqu'elle constitue la régénération du tissu épithélial qui constitue la couche basale du derme. Plus cette phase est rapide plus le foyer inflammatoire, qui apparaît généralement après la blessure, est réduit et donc le processus de cicatrisation est rapide.

○ **Sur le plan macroscopique :**



**Figure n° 20 : Rats traités par
mucilage J₃**



**Figure n° 21: Rats traités par
Madecassol® J₃**

Sur le plan macroscopique cette phase correspond à la première phase de la cicatrisation qui est la phase inflammatoire caractérisée par une rougeur et un œdème locale, et le début de la phase proliférative avec apparition des bourgeons capillaires ; l'apparition d'un œdème est une réaction vasculaire et cellulaire, la vasodilatation et la perméabilité accrue des vaisseaux sanguins libèrent des neutrophiles et des monocytes qui phagocytent les microbes. Les

enzymes des cellules phagocytaires dégradent les tissus lésés, induisant ainsi un écartement des lèvres de la plaie (**Cadiergues, 2002**).

Nous avons remarqué que les plaies traitées par le mucilage de *Malva sylvestris* et le produit de référence (Madécassol), présentent moins d'inflammations par rapport à celles qui n'ont pas été traitées. Cette inflammation a duré seulement deux jours pour les plaies traitées par le mucilage au lieu de neuf jours comme c'est le cas pour les plaies sans traitement.

Selon **Morel, (2008)** et **Mascre, (1958)**, Le mucilage de la mauve étant des polysaccharides entrent dans la composition de la paroi cellulaire. Ils lui confèrent sa souplesse et sa rigidité et la protègent de la déshydratation en retenant l'eau. Ils assurent aussi un stockage d'énergie (sucres), et ont peut avoir un rôle défensif. Cette composition de mucilage riche en polysaccharide peut assurer un rôle de protection des tissus vis-à-vis du milieu extérieur notamment des microorganismes qui leur présence sur un tissu lésé, retarde considérablement la cicatrisation par l'amplification du processus inflammatoire donc on peut émettre l'hypothèse que ce mucilage peut avoir un effet de pansement protecteur de la plaie.

Notre résultat concorde avec ceux trouvés par **Conforti et al., (2008)** in **Arthur et al., (2013)** qui ont démontré que l'extrait aqueux de *Malva sylvestris* présente une action anti-inflammatoire importante agissent dans plusieurs étapes du processus inflammatoire, formation d'œdème et de la migration des neutrophiles. D'autre part l'étude d'**El Ghaoui et al., (2008)** a révélé que l'extrait aqueux de *Malva sylvestris* peut favoriser la réaction immunitaire par l'activation des macrophages, augmentation d'IL-12 et stimuler un Th1.

Ces résultats sont confirmés par **Togola et al., (2007)**, qui ont démontré que le mucilage de *Malva sylvestris* contient des polysaccharides ayant une propriété d'activation de plusieurs composantes du système immunitaire notamment le complément, les macrophages, et les lymphocytes B et T.

➤ Au 7^{ème} jour du teste, on remarque que la cicatrisation des plaies traités par le mucilage et des plaies traités par la crème de Madecassol® s'est déroulé d'une façon rapide avec une cicatrisation remarquable comparée à celle du témoin non traité.

○ Sur le plan macroscopique



**Figure n° 22: Rat traité par
Mucilage J₇**



**Figure n° 23 : Rat traité par
Madécassol® J₇**

Cette phase correspond au processus de prolifération. Ce qui correspond à la phase de migration cellulaire des fibroblastes qui synthétise le collagène, Le collagène est le principal constituant du tissu cellulaire supplémentaire, qui est responsable de l'appui et de la force Ce qui est très intéressant pour éviter les complications qui peuvent être engendré par le retard du processus de guérison. **Pirbalouti et Koohpyeh, (2011)** et **Ipek Suntar et al., (2011)**.

Selon l'étude de **Veshkurova et al., (2006)** in **Avinash Kumar Reddy et al., (2012)** l'extrait des fleurs de *Malva sylvestris* augmente de manière significative le taux de contraction de blessure par la synthèse du collagène qui a lieu à la phase proliférative. Cet effet peut-être expliqué par l'effet individuel ou additif de substances naturelles qui accélère le processus de la guérison de la blessure.

Par ailleurs, l'étude de **Pirbalouti et al., (2009)** a été démontré que la racine de mauve sylvestre en pommade accélère la cicatrisation des brûlures chez les rats. Il a été observé ainsi au niveau des plaies traité par *Malva sylvestris* une augmentation structurée des fibres de collagène, une augmentation des fibroblastes et la présence de seulement quelques cellules de l'inflammation. Les plaies présentent aussi une réduction de taille significative par rapport aux groupes témoins et une réépithélialisation.

➤ A partir du **9^{ème} jours** les plaies traitées par le mucilage et les plaies traitées par la crème de Madecassol® présentent une cicatrisation rapide par rapport à ceux non traitées.

○ Sur le plan macroscopique



**Figure n°24 : Rat traité par
mucilage J₉**



**Figure n° 25: Rat traité par
Madécassol® J₉**

➤ Cette phase correspond au processus d'épidermisation, durant cette phase on a remarqué le décollement de la croûte qui a été formée dès les trois premiers jours dans toutes les plaies. Elle persiste jusqu'au 14^{ème} jour dans les plaies sans traitement; elle disparaît entre le 9^{ème} et le 11^{ème} jour pour les plaies traitées par le mucilage et Madecassol®.

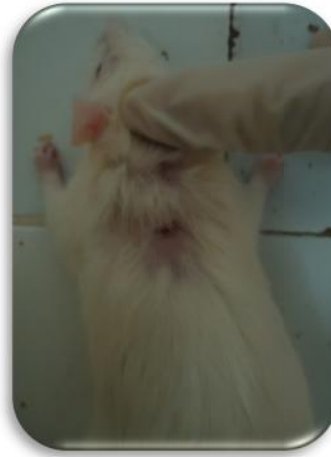
Selon **Muller et al., (1989)**, la partie superficielle du caillot sanguin forme une croûte qui recouvre la plaie et l'isole de l'environnement extérieur ; elle joue un rôle de pansement biologique sous lequel se produisent le bourgeonnement et l'épidermisation qui décolle progressivement la croûte (**Moissonier P, 2002**).

➤ Une cicatrisation totale a été enregistrée au **14^{ème} jours** chez les rats traités par le mucilage de *Malva sylvestris* et la crème de Madecassol® par contre les rats non traités présentent une cicatrisation partielle.

○ **Sur le plan macroscopique**



**Figure n° 26: Rat traité par
mucilage J₁₄**



**Figure n° 27 : Rat traité par
Madécassol® J₁₄**

Cette phase correspond au processus de remodelage.

Par conséquent, la cicatrisation potentielle de *Malva sylvestris* peut être attribuée au mucilage de ses fleurs, qui accélère la phase inflammatoire et proliférative de la cicatrisation des plaies, en raison de leurs propriétés anti-inflammatoire, ce qui semble être responsable de la contraction de la plaie et le taux élevé d'épithélialisation.

III.2. L'activité anti-inflammatoire :

Le but de ce test est la mesure de l'activité anti-inflammatoire du mucilage de fleurs de *Malva sylvestris*.

L'effet anti-inflammatoire est déterminé par l'action anti-œdème de ce mucilage étudiée en utilisant le modèle de l'œdème de la patte, induit par l'injection de la carraghénine à 1% sous l'aponévrose plantaire de la patte postérieure gauche des souris.

Pour cela, nous avons déterminé le pourcentage d'augmentation d'œdème chez les souris ayant reçu de l'eau physiologique, et celui des souris traitées par le mucilage et le produit de référence Diclofenac.

Le pourcentage de réduction d'œdème des pattes postérieures gauches après le traitement par notre extrait et par le produit de référence est comparé à celui du témoin négatif.

III.2.1. Pourcentage d'augmentation de l'œdème :

Les résultats des pourcentages d'augmentation de l'œdème des pattes postérieures gauches sont représentés sur le tableau n°7 et sur la figure n°25.

Tableau n°7: Pourcentage d'augmentation de l'œdème

Produit	Eau physiologique	Diclofenac	Mucilage
Pourcentage	31,05%	21,55%	10,58%

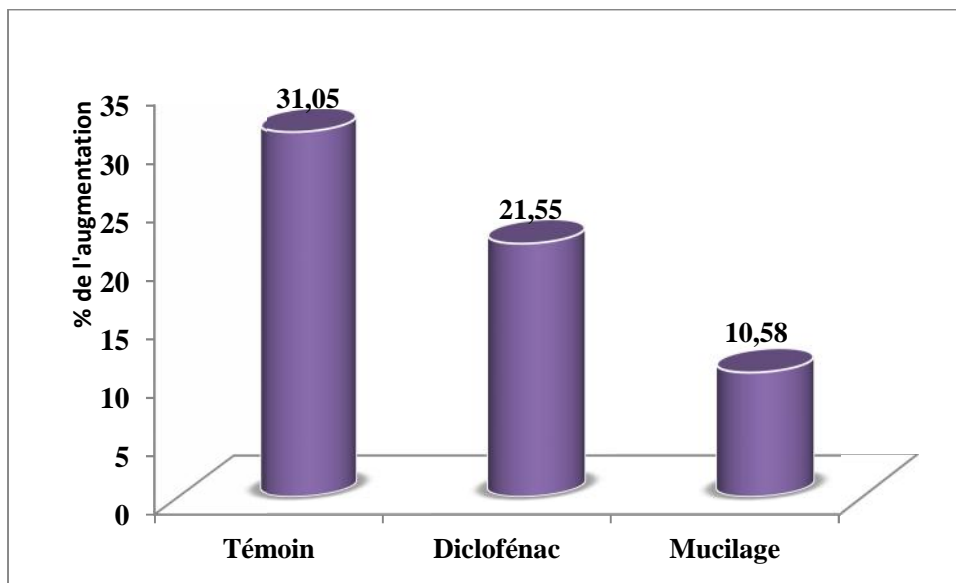


Figure n° 28: Pourcentage d'augmentation de l'œdème

D'après l'analyse des résultats de la figure n°25, nous constatons un œdème faible pour le lot de souris ayant reçu le mucilage 10,58%, en comparaison avec ceux du témoin négatif, qui présente une augmentation remarquable du volume des pattes 31,05%, ainsi que les lots traités par le produit de référence Diclofenac où le pourcentage atteint 21,55%.

III.2.2. Pourcentage de réduction d'œdème :

Les résultats des pourcentages de réduction de l'œdème des pattes postérieures gauches sont indiqués sur le tableau n°8 et représenté par la figure n°26

Tableau n° 8 : Pourcentage de réduction de l'œdème

Produit	Eau physiologique	Diclofenac	Mucilage
Pourcentage	0%	40,45%	58,76%

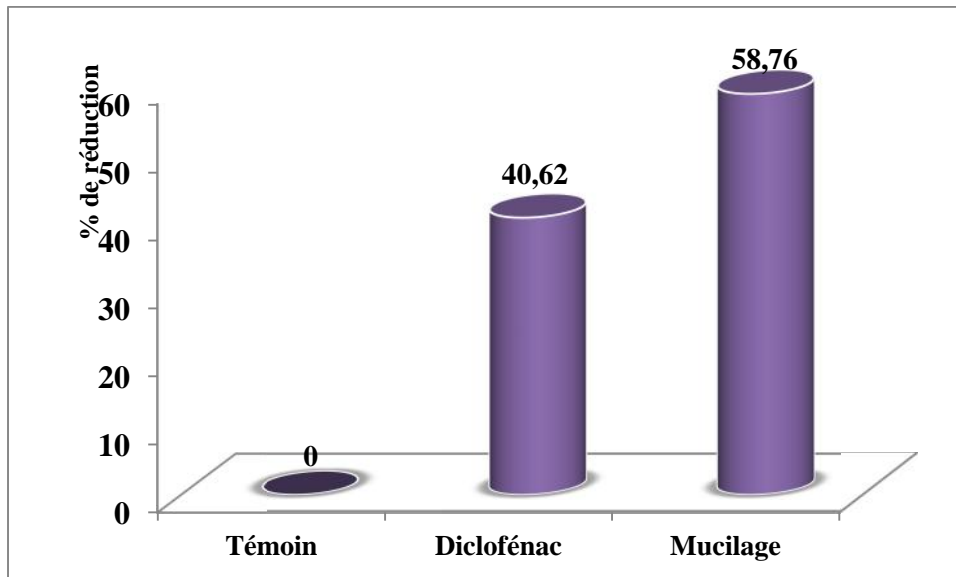


Figure n° 29 : Pourcentage de réduction d'œdème

La figure n°26, nous permet de dire que le mucilage de fleurs de *Malva sylvestris* a réduit d'une façon appréciable l'œdème induit par la carraghénine à **1%**, par rapport au produit de référence Diclofenac.

Le mucilage présente le pourcentage le plus élevé de réduction d'œdème et qui est de **58,76%**, par rapport à celui du produit de référence qui est de **40,62%**.

- **Discussion :**

L'effet anti-inflammatoire de mucilage *Malva sylvestris*, a été évalué en utilisant le modèle de l'œdème de la patte des souris induit par l'injection de la carraghénine 1%.

Selon **Okoli et al., (2007)**, L'injection de la carraghénine par voie sous aponévrose plantaire induit une accumulation du liquide conduisant à la formation d'un œdème qui est caractéristique de l'inflammation aiguë. L'épaisseur de l'œdème atteint son maximum au bout de **3** heures après l'injection de la carraghénine (**Russo-Marie et al., 1998**).

L'injection de carraghénine aux animaux provoque une inflammation locale causée par une lésion tissulaire qui résulterait de l'action des prostaglandines et de l'histamine produites. Ces médiateurs augmentent la perméabilité des capillaires de la zone d'inflammation. En conséquence, l'exsudat s'échappe de la circulation sanguine vers l'espace interstitiel. Cet exsudat est la cause de l'œdème localisé, qui à son tour, comprime les terminaisons nerveuses et détermine ainsi une sensation de douleur (**Devulder et al., 2002 ; Rousselet et al., 2005**).

Nous avons constaté un effet anti-inflammatoire très intéressant de mucilage **58,76%**, comparé à celui du produit de référence **40,62%**. Nos résultats sont proches de ceux qui ont été rapportés par (**Han et al., 1972 in Coelho de Souza et al., 2004 ; Gonda et al., 1990 ; Shale et al., 2005**) qui ont démontrée que les mucilages de *Malva sylvestris* sont responsables de cet action anti-inflammatoire.

Conforti et al., (2008) in Arthur et al., (2013) ont brièvement prouvé que l'extrait de *Malva sylvestris* a un effet anti-œdémateux dans la peau ; qui a empêché les deux événements de l'inflammation, la formation d'œdème et la migration de neutrophiles.

Par ailleurs, l'étude de **Tomoda et al., (1989) ; Gonda et al., (1990)** a révélé que ce sont les polysaccharides découverts dans les feuilles de *Malva sylvestris* qui ont montré une forte activité anti-complément, permettant ainsi de moduler la réponse inflammatoire.

D'après l'étude d'**El Ghaoui et al., (2008)** les propriétés immunomodulatrices de l'extrait aqueux de *Malva sylvestris* en mesurant la production d'anti corps anti -albumine, l'interleukine-4, interféron gamma et l'interleukine -12 chez les souris. La mauve n'a aucun effet sur la production d'anticorps anti-albumine, mais augmente la production IL-12 et d'interféron . Donc la mauve sylvestre semble être un activateur des macrophages et des lymphocytes Th1.

En outre, l'analyse des éléments nutritifs d'une espèce différente de *Malva sylvestris* en Turquie a révélé que la plante constitue une source importante de Zinc, nécessaire pour un système immunitaire sain **Turan et al., (2003) in Jeambey et al., (2009)**.

Par conséquent, les résultats de la présente étude prouvent que le mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* pourrait être d'intérêt potentiel pour le traitement des inflammations, prouvant son efficacité de l'utilisation ethno pharmacologique. Mais à ce moment il est difficile de spéculer le mécanisme précis par lequel il exerce ses effets anti-inflammatoires. D'autres méthodes devraient être conduites pour étudier le mécanisme cellulaire et moléculaire par lequel le mucilage exerce son action comme les essais toxicologiques afin de vérifier entièrement leur sûreté.

III.3. L'activité anti microbienne :

L'activité antibactérienne et antifongique du mucilage de *Malva sylvestris* a été évaluée par les essais basés sur la méthode de diffusion par disque (aromatogramme).

Cette étude est basée sur la mesure de diamètre de la zone d'inhibition qui entoure les disques imprégnés par le mucilage de *Malva sylvestris*.

D'après **Meener et Sekhi (1994)** les diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne étaient rangés en 4 classes regroupées dans le tableau suivant :

Tableau n° 9: Classes des zones d'inhibition.

degré d'inhibition	Diamètre des zones d'inhibition (mm)	signe
fortement inhibitrice	> 28 mm	+++
modérément inhibitrice	Comprise entre 16 et 28 mm	++
légèrement inhibitrice	Comprise entre 16 et 10 mm	+
absence d'inhibition	< 10 mm	ABS

Les résultats des analyses de l'activité antimicrobienne du mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* sont montrés dans le tableau n° 9 et représenté dans la figure n°27.

Tableau n°10: Effet anti microbienne du mucilage des fleurs de *Malva sylvestris*

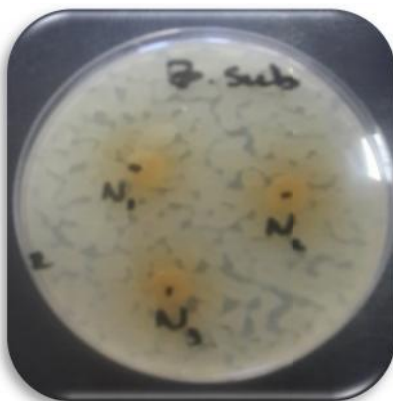
Microorganisme testé	Souche	Gram	Zone d'inhibition
Bactérie	<i>Echerichia coli</i>	Gram -	Pas d'inhibition
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram +	Pas d'inhibition
	<i>Bacillus subtilis</i>	Gram +	Pas d'inhibition
Levure	<i>Candidat albicans</i>		Pas d'inhibition



Staphylococcus aureus



Escherichia coli



Bacillus subtilis.



Candida albicans

Figure n° 30 : Résultats de l'activité antimicrobienne du mucilage de *Malva Sylvestris*

- **Discussion :**

Les trois souches bactériennes et la souche de la levure ont montré une résistance vis-à-vis du mucilage des fleurs de la *Malva sylvestris*.

Nos résultats concordent avec ceux trouvés par **(Coelho de Souza et al., 2004)** qui ont prouvé que les extraits méthanoliques des parties aériennes de *Malva Sylvestris* n'ont présenté aucune action anti microbienne sur *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*.

En outre, Les extraits méthanoliques et éthanoliques de *Malva sylvestris* ne sont pas actifs contre *Candida albicans* **(Dornberger & liche, 1982; Alkofahi et al., 1996 in Coelho de Souza et al., 2004)**.

Dans le but de valoriser une plante médicinale spontanée de la flore Algérienne : *Malva sylvestris*, qui est largement utilisée comme plante alimentaire, nous avons évalué son intérêt médicinal en mis en évidence son activité cicatrisante, anti-inflammatoire et antibactérienne du mucilage de ses fleurs.

L'extraction du mucilage a montré la richesse des fleurs en mucilage avec un rendement de 12,5%.

Les analyses phytochimiques faite sur le mucilage de *Malva sylvestris* par l'élaboration de screening chimique nous a permis d'estimer l'absence des métabolites secondaire tels que ; les tannins, les saponosides, les flavonoïdes, les glucosides et les anthocyanes. Ce qui la classe parmi les plantes non aromatiques.

L'approche *in vivo*, effectuée pour évaluer l'effet cicatrisant de mucilage des fleurs de *Malva sylvestris* nous a révélé des résultats très satisfaisants comparés à la spécialité médicale « Madécassol® ».

En outre, un pouvoir anti-inflammatoire remarquable trouvé pour le mucilage. Avec un pourcentage de réduction d'œdème meilleurs et supérieures 58.76% à celui d'un produit anti-inflammatoire commercialisé qui est le Diclofenac 40.62%.

Par contre, l'étude du pouvoir antimicrobien par la méthode de diffusion de disque du mucilage ne présente aucune activité vis-à-vis des souches *Echerichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candidat albicans*.

Nos résultats restent préliminaires. Pour mieux connaitre les vertus médicinales de cette plante. Des études complémentaires approfondies sont nécessaires pour comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires de l'action de mucilage de *Malva sylvestris*.

- ❖ Comme perspectives, et dans le but de confirmer et approfondir nos résultats, il serait nécessaire également de :
- ✓ Faire une étude analytique détaillée à l'aide de techniques plus performantes pour identifier et quantifier les composés actifs de la plante étudiée et leurs effets thérapeutiques.
- ✓ Approfondir l'étude de l'effet cicatrisant et anti-inflammatoire en étudiant des paramètres biochimiques afin de connaître à quel niveau agit le ou les principes actifs de la plante au cours du processus de la cicatrisation cutanée et de réduction d'œdème.

- ✓ Exploiter ces produits naturels dans la formulation de médicaments anti-inflammatoires et cicatrisante, vus les effets nocifs sur la santé humaine des médicaments circulant sur le marché.

Référence bibliographique

- **Adenot M, 2000** : Initiation à la chimie médicinale : les voies de la découverte des médicaments .Ed. Ellipses, France, 223 p.
- **Ait youssef M, 2006** : plantes médicinales de Kabylie, 346p.
- **Alkofahi, A., Batshoun, R., Owais, W., Najib, N., 1996** : Activité biologique de quelques extraits jordaniens de plante médicinale. *Fitoterapia* 67, 435-442.
- **Arthur S. Prudente a, Alliete M.V. Loddi a, Márcia R. Duarte b, Adair R.S. Santos c, Marcia T. Pochapski d, Moacir G. Pizzolatti e, Sirlei S. Hayashi b, Francinete R. Campos b, Roberto Pontarolo b, Fabio A. Santos d, Daniela A. Cabrini a, Michel F, 2013**: Aspect anti-inflammatoires d'une herbe médicinale : *Malva sylvestris* L. J. Toxicologie de nourriture et de produit chimique, Vol : 58, 324-331, Brésil.
- **Avinash Kumar Reddy G, Priyanka B., Sai Saranya Ch, C.K. Ashok Kumar 2012**: Wound healing potential of medicinal plants, *International Journal of Pharmacy Review & Research India*. vol: 2, n° 2.
- **Barros L, Carvalho A.N, Ferreira I, 2010**: Leaves, flowers, immature fruits and leaft flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition, *Food and Chemical Toxicology* 48, 1466-1472
- **Beauquesne L B., Pinkas M., Tork M., Trotin F. 1980** : Plantes médicinales des régions tempérées, 439p.
- **Beloued A, 2001** : Plantes médicinales d'Algérie, OPU, Alger, P 132.
- **Benjelali B., Tantaoui E.A. & Esmaili-Alaoui M., 1986** : Méthodes d'études des propriétés antiseptiques des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé. *Plantes médicinales et phytothérapie*, vol : 20, 155-167.
- **Bensegueni A, Belkhiri A, Boulebda N, Keck G, 2007**: évaluation de l'activité cicatrisante d'un onguent traditionnelle de la région de Constantine sur les plaies d'excision chez le rat p83-87, *science et technologie C-N°* 26.
- **Bergogne-Berezin E and Dellamonica P. 1995** : Antibiothérapie en pratique clinique. Ed. Masson, Paris, p. 486.
- **Bézanger-Beauquesne L. et al., 1986** : Les plantes dans la thérapeutique moderne 2ème édition, Ed : Maloine.
- **Blamey M Grey Wilson Ch, 1991** : La flore d'europe occidentale, Ed : édition

française.

- **Billing J. and Sherman P. W, 1998:** Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. Rev. Biol. n° 73, 3-49.
- **Bonnier G, 2008.** Plantes médicinales, plantes mellifères, plantes utiles et nuisibles, 70p. Books limited, Ibadan, Nigeria, 289p.
- **Boullard B, 1997 :** Plantes et Champignons, Ed : Estem.
- **Bruneton J, 1999 :** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales (3ème édition), Ed : Tec & Doc.
- **Brunner L, Suddarth D, Smeltzer S et Bare B., 2006:** Soin infirmiers en médecine et en chirurgie, Ed : Boeck supérieur, Paris, 512.
- **Cadiergues M.C, 2002 :** Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Cours de dermatologie de deuxième année du deuxième cycle, p 123.
- **Charlotte F, 1995 :** Iso pathologie et mécanisme de la cicatrisation, P :60, 61,63.
- **Classen B. & Blaschek W, 1998:** High molecular weight acidic polysaccharides from *Malva sylvestris* and *Alcea rosea*, Planta Med. 64 n°7.
- **Coelho de Souza G, Haas S, Poserc L, Schapovalc S, Elisabetskyb E, 2004 :** Études d'Ethnopharmacological des remèdes antimicrobiens dans les sud du Brésil, J d'Ethnopharmacology, vol : 90, 135-143
- **Colot M, 1972 :** Notions techniques de pharmacologie générale, édition : Masson.
- **Couplan F & Debuigne G. 2006 :** Petit Larousse des plantes qui guérissent, Ed : Larousse
- **Couplan F & Styner E, 1994:** Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques, Ed : Delachaux et Niestlé
- **Couplan F& Doux Y, 1950 :** L'album des plantes et des fleurs, Ed : Delachaux et Niestlé
- **Couplan F, 2009 :** Le régal végétal : plantes sauvages comestibles Ed : Sang de la Terre.
- **Delaveau P, 2003:** Expliquez-moi les plantes, voyage en botanique, Ed : Pharmathèmes
- **Deysson G, 1963 :** Cours de botanique générale, tome II, organisation et classification des plantes vasculaires, Ed : Société d'édition d'enseignement supérieur.
- **Deysson G, 1963 :** Cours de botanique générale, tome II, organisation et classification des plantes vasculaires, Ed : Société d'édition d'enseignement supérieur

- **Dornberger K, Lich H, 1982 :** Criblage pour les métabolites cancerostatique antimicrobiens et présumés d'usine. J. Pharmazie vol : 37, 215-221.
- **Durant S, 2007 :** les soins de plaisir au cœur du savoir infirmier, Ed : Québec, 486p.
- **Echevin R, 1964 :** Angiospermes tome I : Apétales et dialypétales, Ed : Doin.
- **El Ghaoui W.B, Ghanem E.B, Chedid L.A, Abdelnoor A .M, 2008:** The effects of *Alcea rosea* L., *Malva sylvestris* L. and *Salvia libanotica* L. water extracts on the production of anti-egg albumin antibodies, interleukin-4, gamma interferon and interleukin 12 in BALB/c J. Phytother Research. Vol:22, n°12, 1599-604, Lebanon
- **Eugène Soubeiran, 1840 :** Nouveau traité de pharmacie théorique et pratique, Volume 1 Ed : Crochard et Cie.
- **Falleh H, Ksouri R, Chaieb K, Karray-Bouraoui N, Trabelsi N, Boulaaba M and Abdelly C, 2008:** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. Compt. Rend. Biol. Vol. 331, p. 372-379
- **Flores M, 2011 :** *Malva sylvestris* L et les autres mauves en France, thèse de doctorat, 209p.
- **Girre L, 1980 :** Connaître et reconnaître les plantes médicinales, Ed : Ouest France
- **Girre L, 1985 :** Nouveau guide des vieux remèdes naturel, Ed : Ouest France.
- **Golse J, 1955 :** Précis de matière médicale, Ed : Doin et Cie
- **Gonda R, Tomoda M, Shimizu N, Kanari M, 1990:** Characterization of an acidic polysaccharide from the seeds of *Malva verticillata* stimulating the phagocytic activity of cells, J. Planta M, vol: 56 ,n°1, 73-6
- **Grandsaignes d'Hauterive R, 1948 :** Dictionnaire des racines des langues européennes, Ed : Larousse.
- **Guide illustré de la flore Algérienne, 2009 :** Ed : Mairie de Paris, Algérie.
- **Guignard D, 2007 :** Abrégé Botanique : systématique moléculaire, 1^{er} édition, Masson.
- **Guinard J , 1983 :** Abrégé de botanique, Ed : Masson, Paris , 259.
- **Hellal Z, 2011 :** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*), thèse de Magister, *sc bio & agro*, Algérie, 120 P.
- **Ipek Suntar , Ufuk Koca , Keles Hikmet , et Esra Kupeli Akkol ,2011 :** Activité cicatrisation de *Rubus Sanctus* Schreber (Rosaceae): étude préclinique dans les modèles animaux.

- **Jeambey Z, Ti mothy J, Talhouk S, 2009:** Perceived health and medicinal properties of six species of wild edible plants in north east Lebanon, *Public Health Nutrition* 12(10), 1902-1911.
- **Khalil N.M., Sperotto, I.S. et Manfron M.P, 2006:** Anti-inflammatory activity and acute toxicity of *Dodonaea viscosa*. *Fitoterapia*, 478p.
- **Loppinet et al., 1990 :** Abrégés : chimie organique, 2ème édition, Ed : Masson
- **Maghami P, 1979 :** Culture et cueillette des plantes médicinales, Ed : Nouvelles Encyclopédies des connaissances Hachette.
- **Magro C, Bastos M, 2006 :** Efficacy of plant extracts against stored products fungi, *J. Iberoam Micol*, vol:23, 176-178
- **Manciot A, 1940 :** Alimentation et plantes sauvages tome I - collection toute la nature, Ed :J. Susse
- **Martini M, 2006 :** Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie, Éditions : Tec &Doc, Paris, p : 33-55.
- **Mascre A, 1958 :** Cours de botanique générale : tome III, physiologie et biologie des plantes vasculaire, 1^{ère} partie : nutrition et métabolisme, Ed : Sedes Paris.
- **Mathieu-Rosay J, 1985 :** Dictionnaire étymologique, Ed : marabout
- **Maurice N, 1997 :** L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, p. 12-14. Ed. Lavoisier, Paris, p. 12-14.
- **Meena M.R et Sethi V,(1994) :** Antimicrobial activity of essential oils from Spices *J. Food Sci and Tec*, mysore, vol 31 p 68, 70
- **Melissopoulos A, Levacher C, 1998 :** La peau : structure et physiologie. Tec & Doc
- **Moissonier P, 2002 :** La cicatrisation des plaies, *Action vétérinaire*, p: 3-6.
- **Morel J.M, 2008 :** Traité pratique de phytothérapie - Grancher
- **Muller G.H., Kirk R.W., et Scott D.W, 1989:** Structure and function of the skin, *Small animal dermatology*, W.B. Ed: Saunders Company, P : 324.
- **Ndiaye, Y., Dièye A.M., Touré M.T., Faye B, 2006 :** Evolution de l'activité anti-inflammatoire de feuilles d'*annonarticulata (annonaceae)* sur l'œdème de la patte de rat induit par la carragénine , *Pharm. Méd. Trad. Afr*, n°14, 179-186.
- **Ortonne J. P, Clévy J. P. 1994 :** Physiologie de la cicatrisation cutanée. *J. du praticien*, n° 13, 44, 1733-1737p.

- **Okoli C.O., Akah P.A., Nwafor S.V., Anisiobi A.I., Ibegbunam I.N., Erojikwe O, 2007:** Anti-inflammatory activity of hexane leaf extract of *Aspiliaafricana*. J. Ethnopharmacology. 219p.
- **Paris R et Moyse H., 1981 :** Précis de matière médicale, Ed : Masson, Paris, P 248.
- **Pieri F, 1992 :** Pharmacologie et thérapeutique, édition : Elipses, Paris, pp 298.
- **Pirbalouti A G, Koohpyeh A, 2011:**Wound Healing Activity of Extracts of *Malva sylvestris* and *Stachys lavandulifolia* International Journal of Biology Vol. 3, No. 1; Iran
- **Rios, J.L., Recio, M.C., Villar, A., 1987 :** Activité antimicrobienne des usines choisies utilisées dans le secteur méditerranéen espagnol. Journal d'Ethnopharmacology 21, 139-152.
- **Russo-Marie F., Peltier A., Polla B. 1998 :** L'inflammation, Ed : John Libbey Eurotext Paris, p: 198.
- **Samavati et Manoochehrizade, 2013 :** Polysaccharide extraction from *Malva sylvestris* and its anti-oxidant activity International Journal of Biological Macromolecules, vol: 60, 427– 436 Iran
- **Schauenberg P & Paris F, 1969 :** Guide des plantes médicinales, Ed : Delachaux & Niestlé
- **Schauenberg P & Paris F, 1969 :** Guide des plantes médicinales, Ed : Delachaux & Niestlé
- **Shale T.L., Stirk W.A., van Staden J, 2005:** Variation in antibacterial and anti-inflammatory activity of different growth forms of *Malva parviflora* and evidence for synergism of the anti -inflammatory compounds – J. Ethnopharmacology, vol: 96, 325-330
- **Sofowora A. 1993:** Medicinal plants and traditional medecin in africa, 2 spectrum
- **Sokmen A., Gulluce M., AskinAkpulat H., Daferera D., Tepe B., Polissiou M., Sokmen M. and Sahin F., 2004:** The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. Food Control;40: p627
- **Steven A, Lowe J, Young B ,2004:** Anatomie pathologique, Ed : Boeck supérieur, Paris , 304.
- **Tela Botanica, Benoît Bock, (2013):** BDNFF v.4.02 Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France.

- **Togola, A., Inngjerdingen, M., Diallo, D., Barsett, H., Rolstad, B., Michaelsen, T. E., Paulsen, B. S, 2007:** Polysaccharides with complement fixing and macrophage stimulation activity from *Malva sylvestris* , isolation and partial characterization. *Journal of Ethnopharmacology* vol: 115, 423-431.
- **Tomoda M, Gonda R, Shimizu N, Yamada H, 1989:** An anti -complementary of mucilage from the leaves of *Malva sylvestris* var. *mauritiana*, *J. Chem Pharm Bull* vol: 37, n°11, 3029-3032
- **Tortora et Reynolds, 2001 :** Principe d'anatomie et physiologie, 3^{ème} Ed. de Boeck université, Québec, 1121p.
- **Ulanowska K., Majchrzyk A., Moskot M., Jak__bkiewicz-Banecka J. and W_Âgrzyn G. 2007:** Assessment of antibacterial effects of flavonoids by estimation of generation times in liquid bacterial cultures. *J Biologia*, vol: 62: 132-135.
- **Valnet J. 1992 :** Phytothérapie : traitement des maladies par les plantes, 6ème édition, Ed : Maloine
- **Volak J et Stodola J., 1983 :** Plantes médicinales, Ed : Grund, Paris, P 196.
- **Wichtl M, 2003 :** Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, Ed : Tec & Doc.

Appareillage :

Annexe 01 :



- Prise de poids



Balance analytique



Densitomètre.



Etuve

❖ Verrerie et accessoires :

- Anse de platine,
- Bec bunsen,
- Boîte de Pétri,
- Becher,
- Ecouvillon,
- Etiquette,
- Gants,
- Pied à coulisse,
- Papier buvard,
- Pince,
- Pipette pasteur,
- Portoir,

- Seringue,
- Tube à essai,
- Etuve
- Tondeuse
- Gaze,
- Papiers transparents,
- Sonde de gavage spéciale aux souris de laboratoire,
- Trousses à matériels de chirurgie pour dissection.
- Tissus de mousseline.

❖ **Réactifs et produits utilisés :**

- Eau physiologique à 0.9%.
- Gélose Sabouraud
- Milieu de culture Muller-Hinton
- Diclofénac.
- Madécassol®
- Alcool chirurgical 70°.
- Anesthésie (Kitamine)
- Suspension carragénine à 1%. (1g de poudre de carragénine diluée dans 100ml de l'eau distillé)
- Chloroforme



Granulés« O.N.A.B »



Eau de robinet ad libitum



Pommade de référence

(Madécassol® produit cicatrisant)



Etapes 01 : Anesthésie des rats



Etape 02 : Epilation des rats



Etape 03 : Incision des plaies



Etape 04 : Plaies jour 0



**Etapes 05 : l'application
Du traitement**

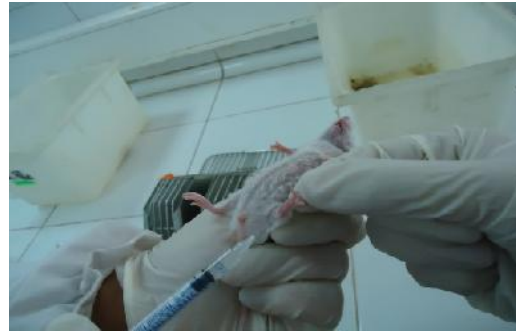


Etapes 06 : les empreintes

Figure : étapes du protocole expérimental de la cicatrisation



Etapes 02 : Administration par gavage



Etape 03 : Injection de la carragénine



Etape 04 : Coupure de pattes postérieures



Etape 05 : Pesée des pattes gauches
Droites

Figure : les étapes expérimentales de l'activité anti –inflammatoire

Annexe n° 03 :

Tableau : Surface de plaies traitées par le mucilage.

Numéro de rat	Surface en cm² en J₁	Surface en cm² en J₇	Surface en cm² en J₉	Surface en cm² en J₁₂	Surface en cm² en J₁₄
1	2,09	0,43	0,21	0,08	0,01
2	2,05	0,72	0,37	0,1	0,02
3	2,04	0,89	0,55	0,11	0
4	2,18	0,82	0,52	0,07	0
5	2,12	0,75	0,29	0,08	0
Moyenne	2,096	0,722	0,388	0,088	0,006

Tableau : Surface de plaies traitées par Madécassol[®]

Numéro de rat	Surface en cm² en J₁	Surface en cm² en J₇	Surface en cm² en J₉	Surface en cm² en J₁₂	Surface en cm² en J₁₄
1	2,15	0,52	0,31	0,09	0,02
2	2,07	0,39	0,23	0,09	0,001
3	2,11	0,41	0,29	0,05	0
4	2,13	1,19	0,69	0,19	0,01
5	2,07	1,25	0,87	0,15	0,04
Moyenne	2,106	0,752	0,478	0,114	0,018

Tableau : Surface de plaies non traitées (Témoin)

Numéro de rat	Surface en cm ² en J ₁	Surface en cm ² en J ₇	Surface en cm ² en J ₉	Surface en cm ² en J ₁₂	Surface en cm ² en J ₁₄
1	2,31	1,6	1,36	1,09	0,79
2	2,03	1,54	1,34	1,1	0,8
3	2,07	1,53	1,38	1,03	0,91
4	2,15	1,45	1,28	0,98	0,78
5	2,1	1,52	1,38	1	0,75
Moyenne	2,132	1,528	1,348	1,04	0,806

• **Les empreintes des plaies :**

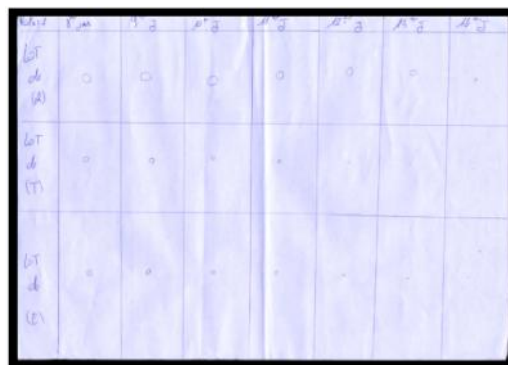
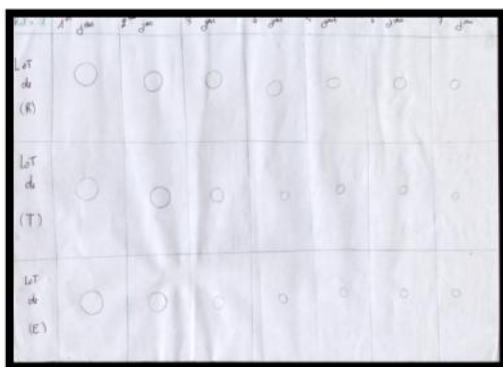
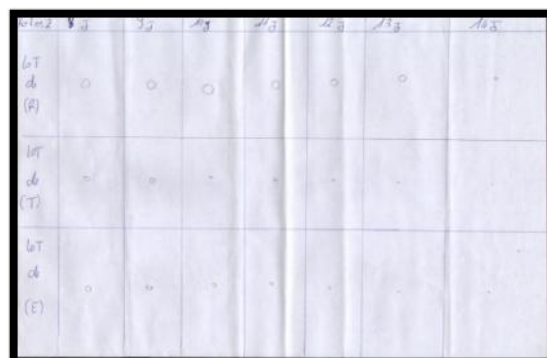
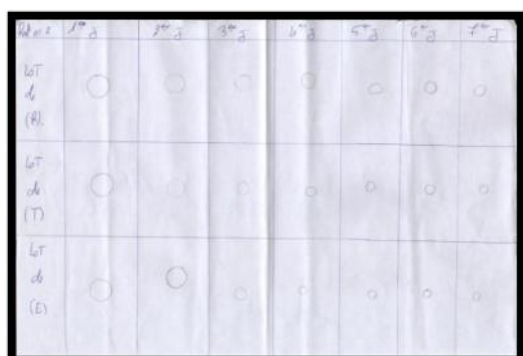


Figure : Les empreintes des plaies de rat n°1



Figs : Les empreintes des plaies de rats n°2

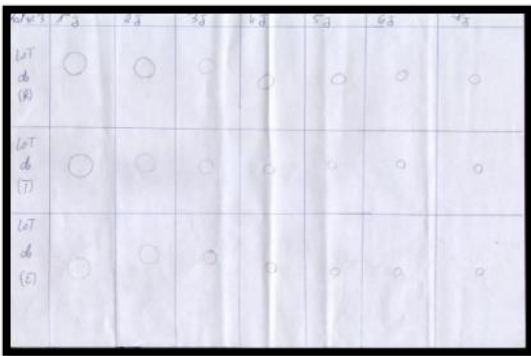


Figure : Les empreintes des plaies de rats n°3

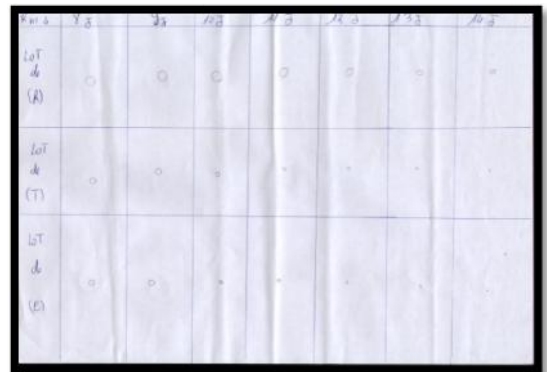
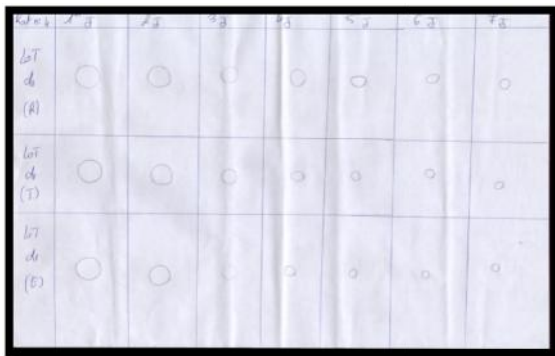


Figure : Les empreintes des plaies de rat n°4

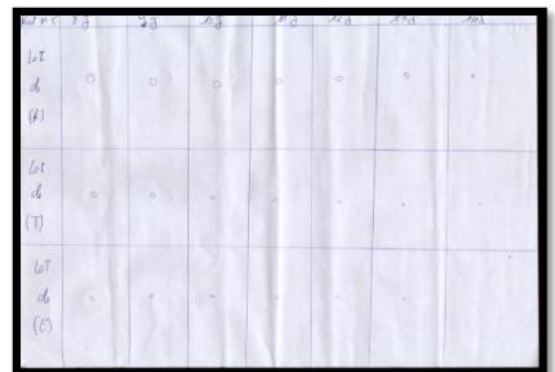
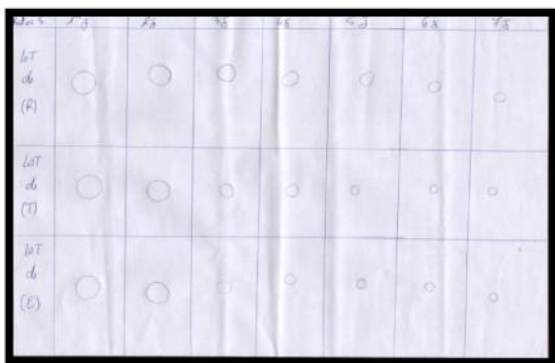


Figure : Les empreintes des plaies de rat n°5

Annexe 04:

Tableau : Les moyennes des poids de la partie gauche et la partie droite pour chaque lot

souris	Témoïn		Référence(Diclofénaç)		Extrait (mucilage)	
	D	G	D	G	G	D
1	1,04	1,4	1,14	1,28	1,11	1,01
2	1,1	1,2	1,08	1,17	1,05	0,98
3	1,08	1,58	0,77	1,1	1,01	0,91
4	1,26	1,65	1,05	1,09	1,18	1,03
5	1,09	1,5	0,89	1,1	1,2	1,13
6	1,08	1,38	0,78	1,08	1,09	0,95
Moyenne	1,10	1,45	0,95	1,13	1,10	1,00

Tableau : Pourcentage d'augmentation de l'œdème

Souris	% Témoïn	% Diclofénaç	%Mucilage
1	34,61	12,28	9,9
2	9,09	8,33	7,14
3	46,29	42,85	10,98
4	30,95	3,81	14,56
5	37,61	23,59	6,19
6	27,77	38,46	14,73

Tableau : Pourcentage de réduction de l'œdème

Souris	%Témoin	%Diclofénac	%Mucilage
1	0	64,51	71,39
2	0	8,36	21,45
3	0	7,43	76,27
4	0	87,68	52,96
5	0	37,27	83,54
6	0	38,49	46,96