

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par:

M<sup>lle</sup> MOKHTARI Yakoute,

Thème

**Évaluation des propriétés biologiques et valorisation des agro-ressources fonctionnelles cas de « *Malva sylvestris. L* »**

Soutenu publiquement le: .....-.....-2023

Jury:

Grade


Présidente: Mme MEZOUAR Djamila MCA Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Encadrant: Mme MOKHTARI Sara MCB Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Co- encadrant: YAHYAOUI Oum chikh MCB Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Examinatrice: Mme SOUALMI Nadia MAA Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Année universitaire 2022-2023



A l'issue de ce travail, nous remercions tout d'abord le bon Dieu le tout puissant de nous avoir aidées à accomplir ce modeste travail.

En premier lieu, nous tenons à adresser nos remerciements à notre encadreur madame MOKHTARI Sara pour l'encadrement, rigueur, minutie et sa connaissance professionnelle, dont nous avons tiré le plus grand profit et leur précieuse documentation.

Nous tenons à adresser nos remerciements aussi à notre Co-encadreur madame YAHYAOUI Oum chikh.

Nous adressons également nos remerciements aux membres de jury: Madame MEZOUAR. Djamila, et madame SOUALMI Nadia d'avoir fait l'honneur de juger ce travail.

Comment oublier les étudiants de notre promotion avec qui nous avons échangée des moments de complicité et de générosité, ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.

Enfin, nous ne pouvons terminer ces remerciements sans rendre un hommage particulier à nos parents, pour leur soutien moral, leurs encouragements.





## Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de connaissance et de gratitude à: Mes parents: à mon père, ma mère pour leurs prières, leurs encouragements et soutien tout le long de mes études.

A mes sœurs: Sara, Rania, Ismahane et mes frères Ahmed et Mokhtar.  
Et toute ma famille

**YAKOUT**



## Résumé

Les plantes médicinales continuent toujours d'être la provenance idéale des métabolites secondaires, ce qui explique leur exploitation accrue en industrie pharmaceutique.

Dans le cadre de la contribution à la valorisation de certaines plantes médicinales locales en Algérie, nous sommes concentrés sur la réalisation des extractions par macération dans le méthanol et l'eau distillée des poudres des feuilles et tiges de la plantes *Malva sylvestris L* et de tester leurs activités biologiques.

Pour le rendement, l'extrait méthanolique était le plus important avec un pourcentage de 4.9 (%), 3.9 (%) pour les deux partie feuille, tige respectivement. Suivi par l'extrait aqueux avec un pourcentage de 3.7 (%), 3.4 (%) pour les deux partie feuille, tige respectivement.

L'activité antibactérienne des deux extraits a été évaluée *in vitro* par la méthode de diffusion en puits sur des bactéries Gram positif et négatif.

L'extrait méthanolique de *Malva sylvestris* était le plus active en induisant des diamètres d'inhibition de croissance allant de 07 à 16 mm.

L'activité antibactérienne des extraits est donc relativement dépendante de la concentration. Les résultats obtenus révèlent que la plante *Malva sylvestris L* est une bonne source d'antibactérienne naturel et que les feuilles de cette plante représentent la partie la plus riche et plus active.

Enfin, ce travail a permis de prouver l'importance de la plante *Malva sylvestris L* dans le domaine médicale.

**Mots clés:** Tiaret (Algérie), *Malva sylvestris L*, extraction, activité antibactérienne,

## **Abstract**

Medicinal plants continue to be an ideal source of secondary metabolites, which explains their increased exploitation in the pharmaceutical industry.

As part of the contribution to the valorization of certain local medicinal plants in Algeria, our focus was on conducting extractions by maceration in methanol and distilled water of the powdered leaves and stems of the plant *Malva sylvestris* L, and test their biological activities.

The extraction yield of the methanolic extract was the highest, with a percentage of 4.9%, 3.9% for the leaf and stem parts, respectively. This was followed by the aqueous extract with a percentage of 3.7%, 3.4% for the leaf and stem parts, respectively. The antibacterial activity of the two extracts was evaluated in vitro using the well diffusion method on Gram-positive and Gram-negative bacteria. The methanolic extract of *Malva sylvestris* L exhibited the highest activity, inducing growth inhibition diameters ranging from 07 to 16 mm.

The antibacterial activity of the extracts is relatively concentration-dependent. The results obtained reveal that *Malva sylvestris* plant is a good source of natural antibacterial agents, with the leaves of this plant being the richest and most active part.

Finally, this work has demonstrated the importance of *Malva sylvestris* L in the medical field.

**Key words:** Tiaret (Algeria), *Malva sylvestris* L, extraction, antibacterial activity.

## ملخص:

ما زالت النباتات الطبية تعتبر مصدرًا مثاليًا للمركبات الثانوية للأيض، مما يفسر استغلالها المتزايد في صناعة الأدوية. في إطار المساهمة في تعزيز بعض النباتات الطبية المحلية في الجزائر، ركزنا على استخلاص مسحوق أوراق وسيقان نبات *Malva sylvestris L* بواسطة المستخلصات بالمستنقع في الميثانول والماء المقطر. واختبار أنشطتهم البيولوجية.

كانت نسبة الاستخلاص للمستخلص الميثانولي الأعلى بنسبة 4.9% ، 3.9% لكل من الأوراق والسيقان على التوالي. تلاه المستخلص المائي بنسبة 3.7% ، 3.4% لكل من الأوراق والسيقان على التوالي. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصين في المختبر باستخدام طريقة انتشار الحفر على البكتيريا الغرامية الإيجابية والسلبية. كان المستخلص الميثانولي لنبات *Malva sylvestris L* الأكثر نشاطًا بما أنه أدى إلى أقطار تثبيط النمو تتراوح بين 07 و 16 مم بالتالي، يعتمد النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات بشكل نسبي على التركيز.

تشير النتائج المتحصل عليها إلى أن نبات *Malva sylvestris L* هو مصدر جيد للمضادات الحيوية الطبيعية وأن أوراق هذا النبات تمثل الجزء الأكثر غنى وأكثر فعالية.

أخيرًا، تمكن هذا العمل من إثبات أهمية نبات *Malva sylvestris L* في المجال الطبي.  
**الكلمات الرئيسية:** تيارت (الجزائر)، *Malva sylvestris L* ، استخلاص، نشاط مضاد للبكتيريا.

- **Tableau 01:** Principales classes des flavonoïdes..... 6
- **Tableau 02 :** Composition phytochimique de *Malva sylvestris L.* ..... 7
- **Tableau 3:** Composition entière de *Malva sylvestris L.* ..... 11
- **Tableau 04:** Conditions de préparation des souches bactériennes ..... 19
- **Tableau 05:** Couleur et aspect des deux extraits. .... 25
- **Tableau 06:** Rendements des extraits obtenus par macération de *Malva Sylvestris* 26
- **Tableau 07 :** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli* ATCC 25922..... 31
- **Tableau 08 :** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 2592 ..... 32

## Liste de figures

- **Figure 01:** Structure de base des flavonoïdes..... 5
- **Figure 02:** Structure de tanin condensé..... 6
- **Figure 03:** Structure chimiques d'un tanin hydrolysable. .... 7
- **Figure 4:** Différentes parties de *Malva sylvestris L.* .....9
- **Figure 05:** Plante *Malva sylvestris L.*..... 17
- **Figure 06:** *Malva sylvestris L.* sous forme séchée (A) et broyée (B)..... 18
- **Figure 07:** Carte géographique qui représente la région de prélèvement. KASER CHELLALA, Algérie..... 18
- **Figure 08 :** Schéma de différentes étapes de la préparation des extraits méthanolique, / Aqueux de *Malva sylvestris L* ..... 21
- **Figure 09:** Montage d'hydrodistillation ..... 22
- **Figure 10:** Montage d'hydrodistillation au laboratoire de biologie à l'université de Tiaret ..... 23
- **Figure 11:** Différentes étapes d'extraction d'huile essentielle de *Malva sylvestris L* ..... 23
- **Figure 12:** Observation microscopique des souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus sub sp aureus* X10. .... 25
- **Figure 13 :** Plan expérimental ..... 27
- **Figure 14:** Etapes de l'activité antibactérienne ..... 28
- **Figure 15:** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli* ATCC 25922 ..... 30
- **Figure 16:** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 25923 ... 32
- **Figure 17:** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli* ATCC 25922 (Photo originale)..... 33
- **Figure 18:** Diamètre de la zone d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 25923 (Photo originale). .... 34
- **Figure 19:** Rendements des extraits de la plante *Malva Sylvestris* ..... 35



## Liste des abréviations

**MT:** Méthanol+tige

**MF:** Méthanol+feuilles

**AT:** Aqueux+tige

**AF:** Aqueux+feuilles

**TCY:** Tétracycline

**MH:** Milieu Miller Hinton

## **Table de matiere**

### **Liste des tableaux**

### **Liste des figures**

### **Liste des abréviations**

## **Introduction**

Introduction .....	1
--------------------	---

## **Parti 01: Bibliographique**

### **Chapitre 01: Phytothérapie**

1. Déférentes types de la phytothérapie .....	2
1.1 Les avantages de la phytothérapie.....	2
1.2 Les inconvénients de la photothérapie .....	3
1.3 Les modes de préparation des plantes pour la phytothérapie.....	3
2. Les éléments actifs des plantes .....	4

### **Chapitre 02: Généralistes sur Malva Sylvestris**

1. Famille Malvaceae .....	8
2. L'espèce de Malva Sylvestries.....	8
2.1 Historique.....	8
2.2 Description de la plantes .....	8
2.3 Classification.....	9
2.4 Origines et répartition géographique.....	10
2.5 Biologie de reproduction.....	10
2.6 Composition chimique de malva.....	10
3. Utilisation traditionnelle de <i>Malva sylvestris</i> .....	12
3.1 Utilisation traditionnelle.....	12
3.2. Utilisation fonctionnelle.....	12
3.2.1 Nourriture .....	13
3.2.2 Fourrage .....	13
3.3 Utilisation thérapeutiques.....	13
3.4 Utilisation pharmaceutiques.....	14
3.5 Activité antibactérienne .....	14
3.6 Activité antioxydant et gastro-protectrices .....	14
3.7 Activité hypolipidimique et antidiabetique .....	15
3.8 Effet anti-inflammatoires cicatrisante .....	15

3.9 Effet analgésique laxative .....	16
4. Cytotoxicité.....	16
5. Intérêt de malva sylvestris l.....	16

## **Partie 02 : expérimental**

1.1 Matériel végétale .....	17
2. Broyage du matériel végétal.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Origine et choix des souches bactériennes .....	18
1.3 Réactifs et solution .....	18
1.4 Appareillage .....	18
2. Méthodes .....	19
2.1 Séchage et broyage de matériel végétal .....	19
2.2 Préparation des extraits aqueux et méthanolique .....	19
2.3 Détermination de rendement d'extraction.....	20
2.4 Extraction d'huile essentielle de Malva sylvestris L par hydrodistillation .....	21
2.5 Caractérisation des huiles essentielles .....	23
Propriétés organoleptiques .....	23
Calcul de rendement.....	23
3. Activité biologique.....	23
3.1 Activité antibactérienne .....	23
3.1.1 Repiquage et enrichissement.....	24
3.2.1 Coloration de Gram.....	24
3.2 Technique de diffusion des puits sur gélose .....	24

## **Résultats et discussions**

1. Etude phytochimiques .....	28
1.1 Caractérisation des extraits .....	28
1.2 Rendements des extraits .....	29
Tableau 06: Rendements des extraits obtenus par macération de Malva Sylvestris .....	29
1.3 Extraction d'huile essentielle de Malva sylvestris L par hydrodistillation .....	30
2. Activité biologique.....	30
2.1 Activité antibactérienne .....	30
<b>Discussion</b> .....	<b>33</b>

## **Conclusion**

## **Liste de Référence**

# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

L'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques est une pratique courante depuis des millénaires. Avec les progrès de la médecine dans le traitement de nombreuses maladies, le recours à ces plantes médicinales a beaucoup régressé. Néanmoins, l'échec thérapeutique devant certaines pathologies comme le cancer, les infections multi résistantes et les nombreux effets secondaires attribués aux molécules synthétiques ont deux impacts. D'une part, à l'échelle individuelle, nous avons de plus en plus recours à cette médecine traditionnelle. D'autre part, la recherche scientifique montre un regain d'intérêt pour ces plantes riches en biomolécules aux nombreuses vertus thérapeutiques (**Zhang, 2018**).

Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des molécules bioactives synthétisées par celles-ci et connues sous l'appellation de métabolites secondaires (polyphénols, alcaloïdes, terpènes etc.). De nombreux métabolites secondaires, essentiellement les polyphénols, constituent un système de défense élaboré car ils protègent les plantes contre un nombre important d'agressions biotiques et abiotiques. Ces molécules sont d'ailleurs synthétisées dans des conditions de stress (**hu, 2017**).

Les polyphénols sont aussi connus pour leurs nombreuses activités biologiques qui influencent directement la santé humaine via l'alimentation. Ils ont plusieurs utilisations dans l'industrie cosmétique, agroalimentaire et pharmaceutique. Toutefois, ils sont plus connus pour leur importante activité antioxydante et peuvent agir directement par le piégeage des espèces réactives d'oxygène (ERO).

L'Algérie possède une flore riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent son couvert végétal, se trouve *Malva sylvestris L.* Cette plante est largement représentée au nord du territoire national et plus particulièrement en Tiaret. Elle est connue sous le nom grande mauve et appartient à la famille des malvaceae, elle est utilisée sous diverses préparations comme détoxifiant, cicatrisant et pour traiter plusieurs désordres organiques comme les problèmes respiratoires et les problèmes urologiques etc. elle est utilisée aussi pour les préparations alimentaires. Ces nombreuses utilisations sont motivées par une richesse en molécules bioactives tels que les composés phénoliques.

C'est dans ce contexte que nous avons jugé intéressant d'étudier l'activité antibactérienne des extraits aqueux et méthanolique des feuilles, tiges de *Malva sylvestris L.*

*Chapitre 01*

*Phytothérapie*

## 1. Différents types de la phytothérapie

La phytothérapie est une pratique de médecine alternative qui utilise des extraits de plantes médicinales pour traiter différents problèmes de santé. Il existe plusieurs types d'herbes, principalement :

- ❖ **Aromathérapie** : Cette forme de phytothérapie utilise des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques pour traiter une variété de maux physiques et émotionnels. Les huiles essentielles peuvent être utilisées en inhalation, en massage ou en diffusion. (Valerie, 1991)
- ❖ **Herboristerie** : L'herboristerie est la pratique à base de plantes qui utilise des plantes entières ou des parties de plantes pour préparer des remèdes naturels. Les herboristes utilisent souvent des plantes séchées ou fraîches pour préparer des tisanes, des teintures, des extraits liquides, des onguents et des comprimés. (James, 2000)
- ❖ **Homéopathie** : cette forme de phytothérapie utilise des extraits de plantes médicinales dilués à des niveaux très élevés pour traiter différents problèmes de santé. Les remèdes homéopathiques sont souvent administrés sous forme de pilules ou de gouttes sublinguales. (Judyth, 2012)
- ❖ **Phytothérapie chinoise** : la phytothérapie chinoise est une pratique traditionnelle de médecine chinoise qui utilise des plantes médicinales pour équilibrer l'énergie du corps et traiter les déséquilibres énergétiques. Les plantes sont souvent combinées avec d'autres thérapies telles que l'acupuncture, le massage et la diététique. (Dan Bensky, 1992)
- ❖ **Phytothérapie ayurvédique** : La phytothérapie ayurvédique est une forme de phytothérapie qui utilise des plantes médicinales indiennes pour traiter les maladies et améliorer la santé. Les plantes sont souvent utilisées sous forme de décoctions, d'infusions, de teintures ou de comprimés. (Sebastian, 2006)

### 1.1 Les avantages de la phytothérapie

La phytothérapie offre plusieurs avantages potentiels, notamment :

1. **Approche naturelle** : La phytothérapie utilise des plantes médicinales qui sont d'origine naturelle, ce qui peut être préférable pour certaines personnes qui cherchent à éviter les produits chimiques ou les médicaments synthétiques.
2. **Moins d'effets secondaires** : Les produits à base de plantes utilisés en phytothérapie sont souvent considérés comme ayant moins d'effets secondaires indésirables que les médicaments traditionnels. (Al-Achi, 2010)

3. **Traitement personnalisé** : Les praticiens de la phytothérapie peuvent adapter les traitements à chaque patient individuel en fonction de ses symptômes et de ses besoins spécifiques.
4. **Prévention** : La phytothérapie peut être utilisée pour prévenir certains problèmes de santé avant qu'ils ne se produisent ou ne s'aggravent.
5. **Facilité d'accès** : De nombreux remèdes à base de plantes sont disponibles sans ordonnance médicale et peuvent être achetés dans des magasins d'aliments naturels, des pharmacies, des herboristeries et en ligne. **(Kennedy, 2006)**

## 1.2 Les inconvénients de la phytothérapie

Comme toute approche médicinale, la phytothérapie peut présenter des inconvénients et des effets secondaires indésirables. Voici quelques-uns des inconvénients possibles de la phytothérapie :

- ❖ **Interactions avec d'autres médicaments** : Les plantes médicinales peuvent interagir avec d'autres médicaments que vous prenez, ce qui peut avoir des conséquences négatives sur votre santé. Par conséquent, il est important de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser des remèdes à base de plantes. **(Barnes, 2007)**
- ❖ **Effets secondaires** : Tout comme les médicaments traditionnels, les remèdes à base de plantes peuvent avoir des effets secondaires indésirables, tels que des nausées, des vomissements, des maux de tête ou des réactions allergiques.
- ❖ **Manque de réglementation** : La production et la vente de produits à base de plantes ne sont pas réglementées de manière stricte dans tous les pays, ce qui peut entraîner une variation de qualité ou de sécurité des produits.
- ❖ **Dosage inexact** : Les plantes médicinales peuvent contenir différents niveaux de principes actifs, ce qui peut rendre le dosage difficile et potentiellement dangereux.
- ❖ **Contamination** : Les plantes médicinales peuvent être contaminées par des polluants environnementaux ou des toxines naturelles, ce qui peut entraîner des problèmes de santé.

## 1.3 Les modes de préparation des plantes pour la phytothérapie

Il existe plusieurs modes de préparation des plantes pour la phytothérapie. Les principales méthodes sont les suivantes :



- 1.3.1 **Infusion** : Cette méthode est couramment utilisée pour préparer des tisanes. Les parties de la plante, telles que les feuilles, les fleurs ou les racines, sont versées dans de l'eau bouillante et laissées à infuser pendant quelques minutes avant d'être consommées.
- 1.3.2 **Décoction** : Les parties dures des plantes, telles que les racines, les graines ou les écorces, sont bouillies dans de l'eau pendant un certain temps pour extraire les principes actifs de la plante. **(Duke, 2002)**
- 1.3.3 **Macération** : Cette méthode est utilisée pour préparer des extraits liquides à base de plantes. Les parties de la plante sont immergées dans de l'eau ou de l'alcool pendant une période de temps spécifique, puis la solution est filtrée pour obtenir l'extrait liquide. **(Gruenwald, 2004)**
- 1.3.4 **Teinture** : Les parties de la plante sont macérées dans de l'alcool pour extraire les principes actifs de la plante. La solution est ensuite filtrée et mise en bouteille.
- 1.3.5 **Huiles essentielles** : Les huiles essentielles sont extraites des plantes par distillation à la vapeur. Les huiles essentielles peuvent être utilisées pour inhalation, massage ou ajoutées à des produits de soins personnels. **(Hoffmann, 2003)**

Il est important de noter que la préparation de plantes pour la phytothérapie peut varier selon la partie de la plante utilisée, la méthode d'extraction et le but du traitement. Les dosages et les durées d'utilisation peuvent également varier en fonction du traitement spécifique.

Il est recommandé de consulter un professionnel de la santé qualifié ou un herboriste pour obtenir des conseils sur la meilleure méthode de préparation des plantes pour votre traitement spécifique. **(Mills, 2005).**

## **2. Les éléments actifs des plantes**

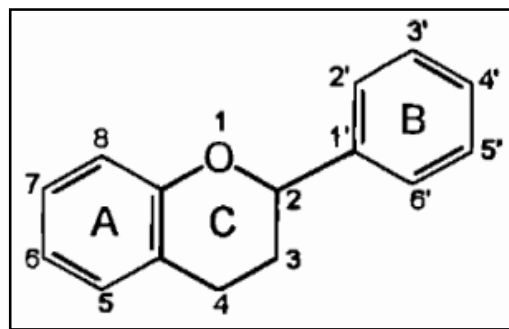
Les plantes médicinales contiennent une grande variété de composés chimiques, appelés principes actifs, qui sont responsables de leurs propriétés thérapeutiques. Les principes actifs sont des substances chimiques qui ont une action pharmacologique spécifique et qui sont à l'origine de l'effet thérapeutique de la plante. Les principes actifs peuvent être extraits de la plante et utilisés pour fabriquer des médicaments à base de plantes. **(Gafner, 2016)**

Les principes actifs présents dans les plantes médicinales sont souvent des molécules complexes qui ont des propriétés pharmacologiques uniques. Les principes actifs sont souvent concentrés dans certaines parties de la plante, telles que les feuilles, les fleurs, les racines ou

les fruits, et peuvent être extraits à l'aide de différents solvants, tels que l'eau, l'alcool ou l'huile. (Heinrich, 2012)

Certains principes actifs couramment trouvés dans les plantes médicinales comprennent les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpènes, les tanins, les glycosides et les saponines.

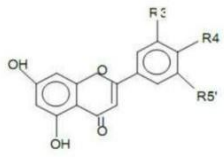
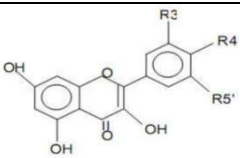
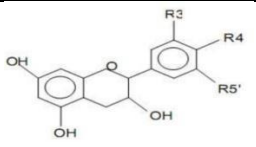
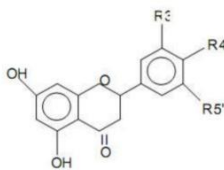
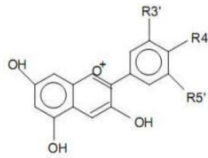
- ❖ Les alcaloïdes sont des composés azotés qui ont des effets pharmacologiques importants, tels que l'action analgésique de la morphine et l'effet antipaludique de la quinine. (Osadebe, 2016)
- ❖ Les flavonoïdes sont des pigments végétaux qui ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anti-tumorales. Ils sont souvent responsables de la couleur des fleurs et des fruits.



**Figure 01:** Structure de base des flavonoïdes (Abedini, 2013).

- ❖ Les terpènes sont des composés aromatiques tels que les huiles essentielles, qui ont des propriétés antiseptiques, analgésiques et anti-inflammatoires. Les terpènes peuvent également contribuer au goût et à l'odeur des plantes (Zhang, 2018).
- ❖ Les tanins sont des composés phénoliques qui ont des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes. Ils sont souvent responsables du goût amer des plantes et peuvent contribuer à la couleur des thés et des vins.
- ❖ Les glycosides sont des composés de sucre liés à un autre composé actif, tels que la digitoxine qui est utilisée pour traiter les troubles cardiaques. Les glycosides sont souvent responsables de l'effet thérapeutique de la plante.
- ❖ Les saponines sont des composés qui ont des propriétés anti-inflammatoires, antifongiques et anti-tumorales. Elles peuvent également être responsables de la formation de mousse lors de la préparation de certains remèdes à base de plantes. (hu, 2017).

Tableau 01: Principales classes des flavonoïdes (zeghad, 2009).

Classes	Structures chimiques	R3	R4	R5	Exemple
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		O H	OH	H	Lutéoline
		O H	OCH <sub>3</sub>	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		O H	OH	H	Quercétine
		O H	OH	O H	Myricétine
Flavanols		O H	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		O H	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		O H	OH	H	Cyanidine
		O H	OH	O H	Delphénidine

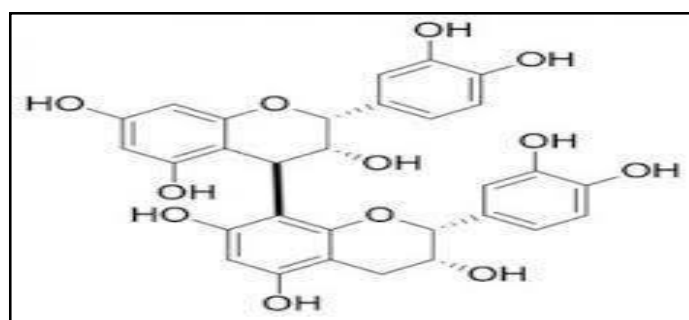


Figure 02: Structure de tanin condensé (procyanidine B2) (Ropiak, 2017).

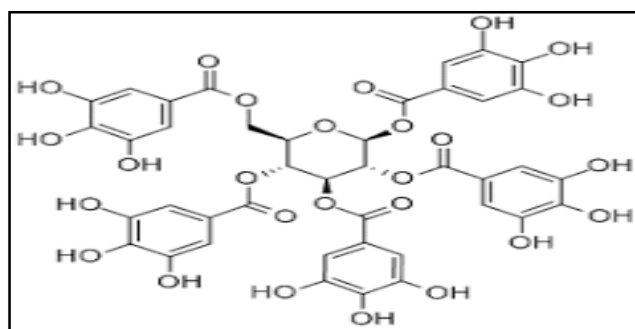


Figure 03: Structure chimiques d'un tannin hydrolysable (Arbenz ., 2015).

Tableau 02 : Composition phytochimique de *Malva sylvestris* L. (Ghedira et Goetz, 2016).

<b>Mucilages (6,0-7,2%)</b>	polysaccharides acides de PM entre 11 000 et 10 <sup>6</sup> , fournissant par hydrolyse du glucose, du rhamnose, de l'arabinose et de l'acide galacturonique
<b>Flavonoïdes</b>	gossypine (gossypétine 3-sulfate-8-O-β-D-glucoside), hypolaetine 3'-sulfate, hypolaetine 4'-méthyl ether 8-O- β - D -glucuronopyranoside, hypolaetine 8-O- β - D -glucuronopyranoside et isoscutellareine 8-O- β - D -glucuronopyranoside.
<b>Monoterpènes, diterpènes, sesquiterpènes</b>	linalool, acide 1 linaloolique, 9-hydroxy-4,7-mégastigmadien-3-one 5,6-époxy-3,9-dihydroxy-7-mégastigmène, bluménol A, 3-hydroxy-5,7-mégastigmadien-9-one, (+)- dehydrovomifoliol, 3, 5, 6,9-tétrahydroxy- 7-mégastigmène, 3, 7, 11,15-tétraméthylhexadeca-1, 6,10-trien-3, 8, 14,15-tetraol
<b>Dérivs phénoïques (386,5 mg/g)</b>	Acides 4-hydroxybenzoïque, 4-méthoxybenzoïque, 4-hydroxydihydro-cinnamique, férulique Tyrosol
<b>Acides organiques</b>	Acides Oxalique, Malonique, Fumarique Succinique, Benzoïque, Glutarique, Phenyl acétique
<b>Coumarines</b>	Scopolétine
<b>Divers</b>	Malvone, Tanins

*Chapitre 02*

*Généralistes sur Malva*

*Sylvestris*

## 1. Famille Malvaceae

La famille des Malvaceae est une famille de plantes à fleurs qui comprend environ 250 genres et plus de 4 000 espèces. Elle est largement répandue dans le monde entier, avec des espèces présentes dans les zones tempérées et tropicales.

Les Malvaceae comprennent des plantes herbacées annuelles ou vivaces, des arbustes et des arbres. Elles sont caractérisées par leurs feuilles alternes, souvent avec des marges dentées, et par leurs fleurs à cinq pétales soudés en forme de cloche ou d'entonnoir (Heywood, 2007). Sont cultivées comme plantes ornementales pour leurs fleurs colorées, tandis que d'autres sont utilisées à des fins médicinales ou alimentaires. Par exemple, le coton, le cacaoyer et l'okra font tous partie de la famille des Malvaceae (Heywood, 2007).

## 2. L'espèce de *Malva Sylvestris*

*Malva sylvestris*, communément appelée la mauve des bois, est une plante herbacée vivace de la famille des Malvaceae. Originaires d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie occidentale, elle est cultivée pour ses fleurs attrayantes et sa facilité d'entretien. Les feuilles et les fleurs de cette plante sont également utilisées en médecine traditionnelle.

### 2.1 Historique

*Malva sylvestris*, également connue sous le nom de mauve des bois, a une longue histoire d'utilisation à des fins médicinales et culinaires. Les Grecs et les Romains l'utilisaient pour ses propriétés médicinales, notamment pour soulager les douleurs de la gorge et les irritations cutanées (Yarnell, 2009).

Au Moyen Âge, la mauve des bois était considérée comme une plante sacrée et était souvent cultivée dans les jardins des monastères. Elle était également utilisée pour ses propriétés médicinales, notamment pour traiter les affections respiratoires et digestives (Chevallier, 1996).

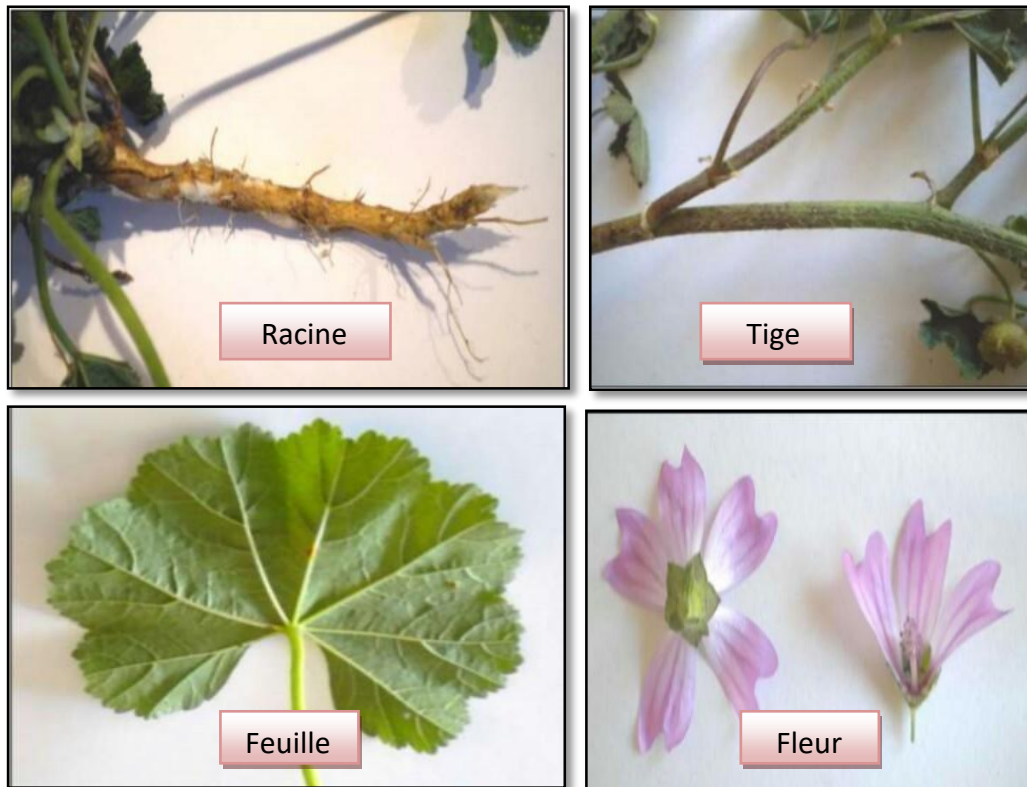
Au fil du temps, la mauve des bois est devenue populaire dans la cuisine européenne, où elle était utilisée pour faire des sirops, des confitures et des desserts. Elle a également été utilisée pour produire une boisson appelée "tisane de mauve" en Angleterre (Peng, 2018).

### 2.2 Description de la plantes

Les feuilles de la mauve des bois sont alternes et ont une forme généralement arrondie, avec des bords dentelés. Elles sont vert foncé sur la face supérieure et plus claires sur la face inférieure. Les fleurs de la mauve des bois sont en forme d'entonnoir et ont cinq pétales, avec

des stries violettes foncées au centre de chaque pétale. Les fleurs sont généralement de couleur mauve, mais elles peuvent également être roses ou blanches (Wu, 2018).

La mauve des bois est une plante largement cultivée à des fins ornementales et médicinales. Ses feuilles et ses fleurs ont des propriétés anti-inflammatoires et apaisantes pour la peau et sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter une variété d'affections cutanées et respiratoires (Wu, 2018).



**Figure 4:** Les différentes parties de *Malva sylvestris* L.

### 2.3 Classification

*Malva sylvestris* est une plante appartenant à la famille des Malvaceae, sous-famille des Malvoideae, tribu des Malveae. Elle est classée dans le genre *Malva*, qui comprend environ 30 espèces de plantes herbacées (The Plant List, 2013).

Classification taxonomique complète de *Malva sylvestris* :

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Malvales

- Famille : Malvaceae
- Sous-famille : Malvoideae
- Tribu : Malveae
- Genre : Malva
- Espèce : Malva sylvestris

#### **2.4 Origines et répartition géographique**

*Malva sylvestris* est originaire d'Europe et d'Asie centrale, mais elle a été introduite dans de nombreuses autres régions du monde et naturalisée dans certains endroits (**Bağcı, 2015**). La plante est largement répandue en Europe, en Asie, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord, ainsi que dans certaines parties de l'Amérique du Sud et de l'Australie (Bağcı et al., 2015). Elle est considérée comme une mauvaise herbe dans certains pays, comme les États-Unis et le Canada, où elle peut se propager rapidement et envahir les pâturages et les champs (**USDA, 2022**).

#### **2.5 Biologie de reproduction**

*Malva sylvestris* se reproduit généralement par pollinisation croisée entre les fleurs, bien que l'autopollinisation puisse également se produire. Les fleurs de la mauve des bois sont visitées par une variété d'insectes pollinisateurs, tels que les abeilles, les papillons et les mouches. (**Mohamed, 2016**)

La plante produit des fruits en forme de disque aplati qui contiennent de nombreuses graines brunes. Les graines peuvent être disséminées par le vent ou transportées par des animaux ou des humains (**USDA, 2022**).

La germination des graines de *Malva sylvestris* est favorisée par la lumière et la température élevée. Les graines peuvent germer sur une variété de substrats, y compris le sol nu, mais elles ont besoin de conditions favorables pour établir une croissance vigoureuse et saine (**Daguenet, 2017**).

#### **2.6 Composition chimique de malva**

La composition chimique de *Malva sylvestris* varie selon plusieurs facteurs, tels que les conditions de croissance, l'âge de la plante et la partie de la plante étudiée. Cependant, des études ont montré que la plante contient divers composés, tels que des acides phénoliques, des flavonoïdes, des tanins, des polysaccharides et des huiles essentielles (**Bağcı, 2015**).



Les acides phénoliques et les flavonoïdes sont des antioxydants naturels qui peuvent aider à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Les tanins ont des propriétés astringentes et peuvent aider à soulager les maux de gorge et les inflammations. Les polysaccharides sont des glucides complexes qui peuvent aider à renforcer le système immunitaire (Sultana, 2014).

Les huiles essentielles extraites de *Malva sylvestris* contiennent une variété de composés aromatiques, tels que le limonène, l'eucalyptol et le linalol, qui ont des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Bağcı., 2015).

**Tableau 3:** Composition entière de *Malva sylvestris L.* (Couplen et Stener, 1994).

<b>Malva sylvestris</b>	
<b>Macronutriments</b>	
Eau (g/100g)	80
Protides (g/100g)	5.6
Lipides (g/100g)	1.4
Glucides (g/100g)	9.4
<b>Minéraux</b>	
Potassium (mg/100g)	180
Fer (mg/100g)	5.1
Magnésium (mg/100g)	58
Calcium (mg/100g)	690
<b>Vitamines</b>	
Vitamines A (mg/100g)	4600
Vitamines B1 (mg/100g)	0.2
Vitamines C (mg/100g)	197

### **3. Utilisation traditionnelle de *Malva sylvestris***

#### **3.1 Utilisation traditionnelle**

*Malva sylvestris* a été utilisé traditionnellement par différentes parties de la plante pour diverses affections.

Les feuilles de la plante ont été utilisées pour traiter les maux de gorge, les inflammations, les douleurs menstruelles et les problèmes de digestion. Les feuilles ont également été utilisées pour produire des infusions et des décoctions, qui sont consommées pour traiter les affections gastro-intestinales et les infections respiratoires (**Ghahramanloo, 2019**).

Les fleurs de *Malva sylvestris* ont également été utilisées dans la médecine traditionnelle pour leurs propriétés médicinales. Les fleurs ont été utilisées pour traiter les maux de gorge, les douleurs menstruelles et les affections respiratoires (**Sultana, 2014**).

Les racines de la plante ont été utilisées pour traiter les affections cutanées, telles que les ulcères, les furoncles et les éruptions cutanées (**Ghahramanloo, 2019**).

En outre, *Malva sylvestris* a également été utilisé comme aliment. Les feuilles et les fleurs de la plante sont comestibles et peuvent être consommées crues ou cuites. La plante a également été utilisée pour produire des colorants naturels pour les tissus (**Sultana, 2014**).

#### **3.2. Utilisation fonctionnelle**

*Malva sylvestris* a également été utilisé à des fins fonctionnelles. Les graines de la plante sont riches en mucilage, une substance gélatineuse qui peut être utilisée comme épaississant alimentaire, comme liant dans la fabrication de médicaments et de produits cosmétiques, et comme adhésif dans la fabrication de papier (**Parker, 2012**).

En outre, les extraits de *Malva sylvestris* ont également montré des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Les extraits peuvent être utilisés dans l'industrie alimentaire comme conservateurs naturels et pour prolonger la durée de conservation des aliments (**Ghahramanloo, 2019**).

Les extraits de la plante ont également été utilisés dans l'industrie cosmétique pour leurs propriétés hydratantes et apaisantes sur la peau. Les extraits peuvent être utilisés dans la fabrication de produits de soins de la peau pour hydrater et protéger la peau (**Parker et al., 2012**).

### 3.2.1 Nourriture

*Malva sylvestris* a également été utilisé à des fins alimentaires dans certaines cultures. Les feuilles et les jeunes pousses peuvent être consommées crues ou cuites, et ont une saveur douce et légèrement sucrée. Les feuilles peuvent être ajoutées aux salades, aux soupes ou aux plats sautés. Les fleurs peuvent également être consommées crues ou cuites, et sont souvent utilisées pour décorer des plats. **(Ghahramanloo, 2019).**

### 3.2.2 Fourrage

*Malva sylvestris* est également utilisé comme plante fourragère pour les animaux d'élevage, notamment les bovins, les ovins et les caprins. Les feuilles et les tiges de la plante peuvent être coupées et séchées pour être utilisées comme aliment pour le bétail pendant les périodes de pénurie de nourriture.

La plante est riche en nutriments tels que les protéines, les glucides, les fibres, les minéraux et les vitamines, ce qui en fait une source de nourriture bénéfique pour les animaux d'élevage **(Ghahramanloo, 2019).**

### 3.3 Utilisation thérapeutiques

*Malva sylvestris* est largement utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter diverses affections. Certaines des utilisations thérapeutiques les plus courantes de la plante sont:

- ❖ Affections gastro-intestinales: Les feuilles et les fleurs de *Malva sylvestris* sont traditionnellement utilisées pour traiter les problèmes gastro-intestinaux tels que la constipation, la diarrhée, les ulcères gastriques et les coliques. Des études ont montré que la plante peut réduire l'inflammation dans le tractus gastro-intestinal et stimuler la sécrétion de mucus, ce qui peut aider à protéger la muqueuse gastrique et intestinale. **(Abdalmohammadi, 2020)**
- ❖ Affections respiratoires: Les feuilles de *Malva sylvestris* ont des propriétés expectorantes et sont traditionnellement utilisées pour soulager la toux, les infections respiratoires et les inflammations des voies respiratoires. Des études ont montré que la plante peut réduire l'inflammation dans les voies respiratoires et inhiber la croissance de certains agents pathogènes respiratoires.
- ❖ Affections cutanées: Les feuilles et les fleurs de *Malva sylvestris* ont des propriétés cicatrisantes et anti-inflammatoires et sont traditionnellement utilisées pour traiter les

brûlures, les plaies, les piqûres d'insectes et les inflammations cutanées. Des études ont montré que la plante peut stimuler la prolifération cellulaire et la synthèse de collagène, ce qui peut aider à accélérer le processus de guérison. (Mhalla, 2021)

- ❖ Douleur et inflammation: *Malva sylvestris* a des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques et est traditionnellement utilisée pour soulager la douleur et l'inflammation associées à diverses affections, telles que l'arthrite et les douleurs menstruelles (Saeedi, 2014)

### 3.4 Utilisation pharmaceutiques

*Malva sylvestris* a également été utilisé en pharmacologie en raison de ses propriétés médicinales. Des études ont montré que la plante peut être utilisée dans la préparation de médicaments pour le traitement de la toux, de la bronchite, de l'inflammation de la bouche et de la gorge, de la constipation et de la diarrhée (Oliveira, 2014).

En outre, des extraits de *Malva sylvestris* ont été testés pour leur activité antioxydante et ont montré un potentiel dans la prévention des dommages oxydatifs dans les cellules humaines (Van, 2018). La plante a également été étudiée pour son potentiel antitumoral et des résultats prometteurs ont été obtenus contre des lignées cellulaires de cancer de la prostate et du sein (Fazly, 2016).

### 3.5 Activité antibactérienne

*Malva sylvestris* présente une activité antibactérienne intéressante contre diverses bactéries pathogènes pour l'homme. Une étude *in vitro* a montré que l'extrait de *Malva sylvestris* avait une activité antibactérienne significative contre des souches de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méthicilline (SARM) (Rahimi, 2010). Une autre étude a également montré que l'extrait de *Malva sylvestris* avait une activité antibactérienne significative contre *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* (Mousavi, 2014).

### 3.6 Activité antioxydant et gastro-protectrices

Plusieurs études ont montré que *Malva sylvestris* possède des propriétés antioxydantes et gastro-protectrices.

Une étude publiée dans la revue "Food and Chemical Toxicology" a montré que les extraits de *Malva sylvestris* ont une forte activité antioxydante, grâce à leur teneur en composés phénoliques et flavonoïdes. Les résultats de cette étude suggèrent que

l'extrait de *Malva sylvestris* peut être utilisé comme un antioxydant naturel pour protéger les cellules contre les dommages oxydatifs. **(Oktay, 2003)**

Une autre étude publiée dans la revue "Journal of Ethnopharmacology" a montré que les extraits de *Malva sylvestris* avaient un effet gastro-protecteur contre les lésions de la muqueuse gastrique. Cette propriété est attribuée à la présence de composés phénoliques et flavonoïdes dans la plante. Les résultats de cette étude suggèrent que *Malva sylvestris* pourrait être utilisé comme un agent thérapeutique pour le traitement des troubles gastro-intestinaux. **(Zeggwagh, 2009)**

### **3.7 Activité hypolipidémique et antidiabétique**

Plusieurs études ont montré que *Malva sylvestris* avait une activité hypolipémiante, c'est-à-dire qu'elle pouvait réduire le taux de lipides dans le sang, notamment le cholestérol et les triglycérides.

Une étude menée sur des rats hyperlipidémiques a montré que l'extrait aqueux de *Malva sylvestris* pouvait réduire significativement les taux de cholestérol total, de triglycérides et de LDL-cholestérol, tout en augmentant les taux de HDL-cholestérol **(Karami, 2015)**. Une autre étude in vitro a montré que les flavonoïdes présents dans *Malva sylvestris* pouvaient inhiber l'absorption du cholestérol dans les cellules intestinales, ce qui contribue également à réduire les taux de cholestérol sanguin **(Lee, 2012)**.

### **3.8 Effet anti-inflammatoires cicatrisante**

*Malva sylvestris* possède également des propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes.

Une étude publiée dans la revue "Phytotherapy Research" a montré que l'administration d'un extrait de *Malva sylvestris* chez des rats atteints d'ulcères gastriques a permis de réduire significativement les lésions gastriques et d'augmenter la cicatrisation des tissus **(Mousavi, 2014)**. Les résultats de cette étude suggèrent que *Malva sylvestris* peut être utilisé comme un traitement naturel pour les ulcères gastriques et les problèmes de cicatrisation. **(Bouderbala, 2018)**

Une autre étude publiée dans la revue "Pharmaceutical Biology" a montré que les extraits de *Malva sylvestris* ont des effets anti-inflammatoires chez des souris atteintes d'œdème de la patte. Les résultats de cette étude ont montré que l'extrait de *Malva sylvestris* a réduit l'inflammation et l'œdème de la patte. Cette propriété est attribuée à la présence de composés phénoliques et flavonoïdes dans la plante, qui agissent comme des antioxydants et des anti-inflammatoires. **(Sforcin, 2000)**

### 3.9 Effet analgésique laxative

*Malva sylvestris* a également été étudié pour son effet analgésique et laxatif. Une étude *in vivo* a montré que l'extrait aqueux de la plante avait un effet analgésique significatif chez les souris, ce qui peut être dû à la présence de flavonoïdes et de tanins dans la plante qui ont des propriétés analgésiques. En outre, l'extrait de la plante a également montré un effet laxatif significatif chez les rats, probablement dû à sa capacité à stimuler la motilité intestinale. (Rasouli, 2017).

### 4. Cytotoxicité

Plusieurs études ont évalué l'activité cytotoxique de l'extrait de *Malva sylvestris* contre des lignées cellulaires cancéreuses. (Zouari, 2017) Une étude *in vitro* a montré que l'extrait aqueux de la plante avait un effet cytotoxique significatif contre les cellules de cancer du poumon humain, ce qui peut être dû à la présence de composés phénoliques et flavonoïdes dans la plante. Une autre étude a montré que l'extrait de la plante avait un effet cytotoxique contre les cellules de cancer de la prostate. (Ouji-Sageshima, 2017)

### 5. Intérêt de malva sylvestris I

*Malva sylvestris* présente un intérêt important en raison de ses propriétés médicinales, notamment son activité anti-inflammatoire, antioxydante, gastro-protectrice, hypolipidémique, antidiabétique et analgésique, ainsi que sa capacité cicatrisante. (Abdolmohammadi, 2020) De plus, cette plante est largement utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter diverses affections, telles que les affections gastro-intestinales, les infections respiratoires et cutanées, et pour soulager la douleur et l'inflammation. (Bozkurt, 2019)

Les résultats des études scientifiques ont confirmé ces utilisations traditionnelles et ont montré le potentiel de la plante pour être utilisée dans la production de médicaments. En outre, la plante est également utilisée dans l'alimentation humaine et animale et dans l'industrie cosmétique. (Fattorusso, 2013) En raison de son large éventail d'utilisations, *Malva sylvestris* est une plante intéressante pour la recherche scientifique future afin d'explorer son potentiel pour de nouvelles applications thérapeutiques et industrielles. (Mhalla, 2021).

*Partie*

*expérimental*

## *Partie expérimental*

---

Cette étude a été réalisée dans les laboratoires pédagogiques de physiologie végétale, microbiologie, département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie. Université d'ibn Khaldoun-Tiaret. Durant la période comprise entre février et avril de l'année 2023.

### **1. Matériels**

#### **1.1 Matériel végétale**

##### ➤ **Critères de sélection de plante**

Pour la sélection de la plante, nous avons considéré un certain nombre de critères comme l'apport de la littérature, pour le présent travail, nous avons sélectionné *malva sylvestris L* comme une plante médicinale, alimentaire de l'Algérie ayant un fort potentiel d'activité du fait de leurs usages traditionnels largement répandus, aussi le manque des études sur ces espèces.

Le matériel végétal est constitué des différentes parties (feuilles, tiges) de *malva sylvestris L*, qui ont été récoltées au mois de décembre 2022 dans la région de Kaser Chellala wilaya de Tiaret. Le choix de la zone d'échantillonnage est justifier par son éloignement de la pollution et ceci pour écarter toute modification dans la composition chimique des extraits. Expérimentale a été réalisée sur la plante sec.



**Figure 05:** La plante *Malva sylvestris L*. (photo originale)





**Figure 06:** Carte géographique qui représente la région de prélevement. KASER CHELLALA, Algérie (Google maps)

### 1.2 Origine et choix des souches bactériennes

Les souches bactériennes choisies pour cette étude sont des bactéries pathogènes impliquées fréquemment dans la contamination et l'altération des denrées alimentaires.

**Tableau 04:** Conditions de préparation des souches bactériennes

N°	Souches	Certificat	Gram	T° Optimal d'incubation	Milieu de culture
1	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	Négatif	37°C	EMB
3	<i>Staphylococcus aureus sub sp aureus</i>	ATCC 25923	Positif	37°C	Chapman

### 1.3 Réactifs et solution

- ❖ Eau distillée
- ❖ Gélose
- ❖ Methanol
- ❖ Milieu Mueller Hinton
- ❖ Antibiotique (tétracycline)

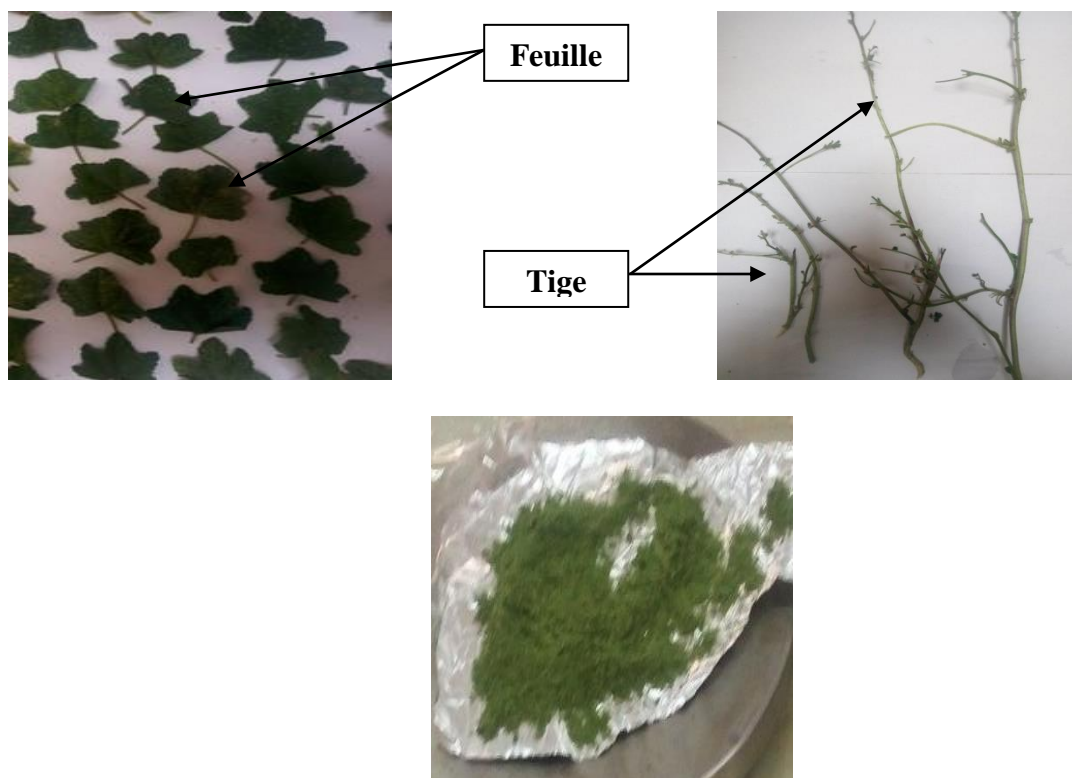
### 1.4 Appareillage

- ❖ Spectrophotomètre UV- visible
- ❖ Agitateur magnétique
- ❖ Congélateur 4 c°
- ❖ Autoclave

### 2. Méthodes

#### 2.1 Séchage et broyage de matériel végétal

Après la récolte, les feuilles ont été triées puis lavées à l'eau distillée et enfin séchées à l'air libre pendant environ dix jours, jusqu'à obtention d'un poids sec constant, par la suite celles-ci sont broyées par un broyeur électrique jusqu'à obtention d'une poudre fine. La poudre a été conservée dans des flacons en verre et stockée à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à utilisation ultérieure.



**Figure 07:** *Malva sylvestris* L. sous forme séchée (A) et broyée (B) (photo originale).

#### 2.2 Préparation des extraits aqueux et méthanolique

L'extraction se fait par macération qui consiste à laisser la poudre de feuilles de *malva sylvestris* L, en contact avec le solvant méthanol ou l'eau distillée pendant 24 heures afin d'extraire les composés biologiques actifs. La préparation est répétée 3 fois.

Par la suite, le macérol obtenu a été filtré à l'aide d'un papier wattman à 4 °C afin d'éliminer la matière végétale et obtenir un liquide clair et homogène. Après un passage au rotavapeur, et le bain de sable, les extraits collectés sont stockés dans des flacons (Bougandoura et Bendimerad, 2012).

## Partie expérimental

### 2.3 Détermination de rendement d'extraction

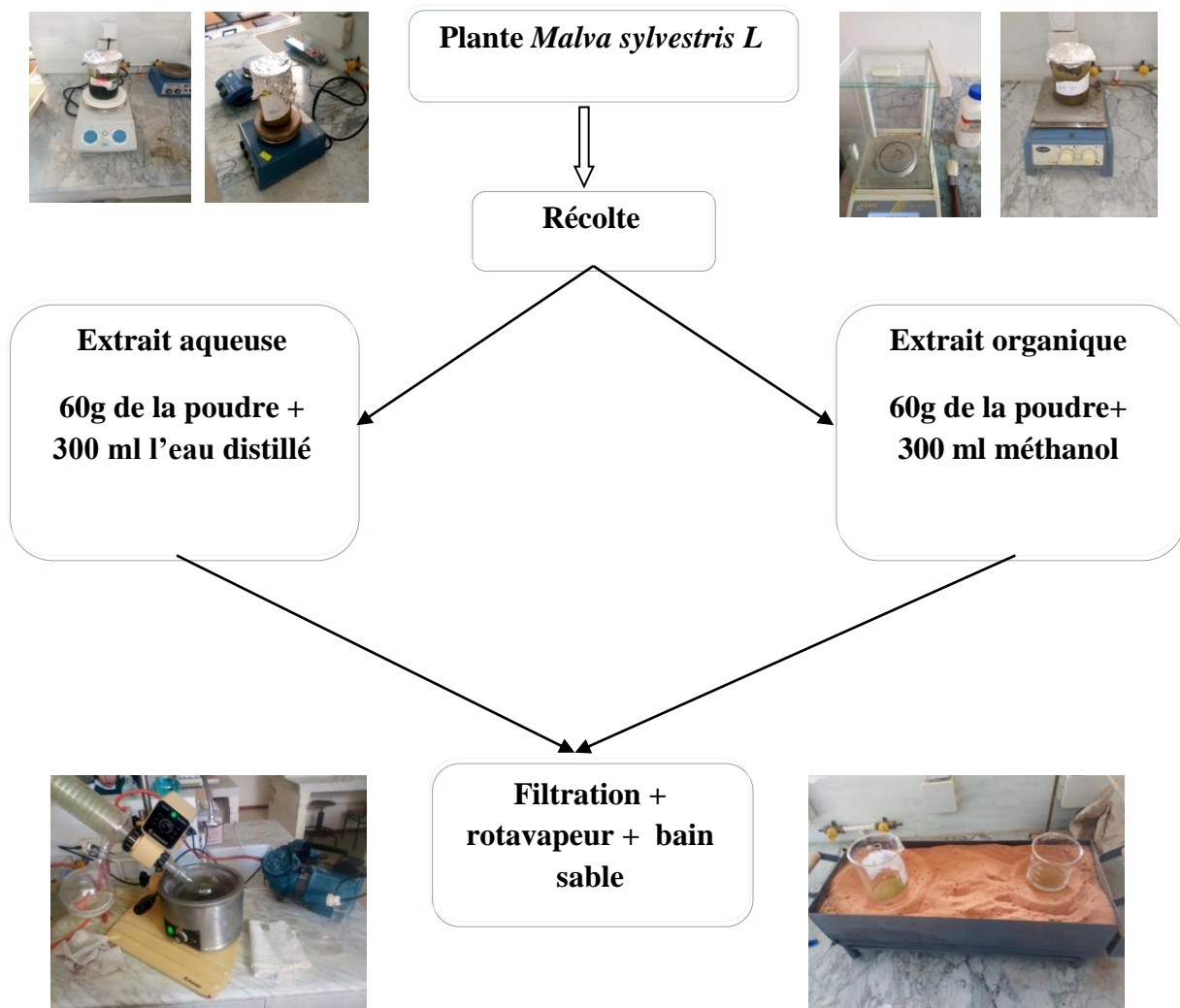
Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (contient l'extrait après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation).

$$R (\%) = [M / M_0] \times 100$$

R (%) : Rendement exprimé en %

M : Masse en gramme de l'extrait sec obtenu

M<sub>0</sub> : Masse en gramme de l'échantillon végétal utilisée (g)



**Figure08** : Schéma de différentes étapes de la préparation des extraits méthanolique, / Aqueux de *Malva sylvestris L*

## Partie expérimental

### 2.4 Extraction d'huile essentielle de *Malva sylvestris L* par hydrodistillation

L'extraction d'huile essentielle a été réalisée au laboratoire pédagogique du département de biologie l'université Ibn Khaldoun de Tiaret par la méthode d'hydrodistillation.

#### ❖ Principe

L'hydro-distillation est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles. Dans ce procédé, la matière première à traiter est entièrement immergée dans l'eau, les extraits végétaux sont chauffés jusqu'à ébullition; les huiles essentielle s'évaporent alors avec les vapeurs dégagée, puis sont condensées et séparées de l'eau.

#### ❖ Mode opératoire

10g de poudre est introduite dans un ballon de 500ml, imprégné de 100ml d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures en ajoutant l'eau distillée de temps en temps pour éviter la dessiccation du mélange. Les vapeurs chargées des huiles essentielles traversant le réfrigérant se condensent et sont récupérées dans une fiole propre.

❖ **Une phase organique** huileuse et très odorante, appelée « huile essentielle », contenant la majorité des composés odorants.

❖ **Une phase aqueuse**, odorante, appelée « eaux aromatiques », qui n'en contient que très peu. Après on a recueilli le distillat.

#### ❖ Séparation

Introduire doucement le contenu de l'erlenmeyers dans une ampoule à décanter, Attendre que les deux phases se séparer correctement puis récupérer la phase organique, ensuite comme eau aromatique on mettre en commun les phases organique obtenues .

L'huile essentielle se ressemble à la surface.

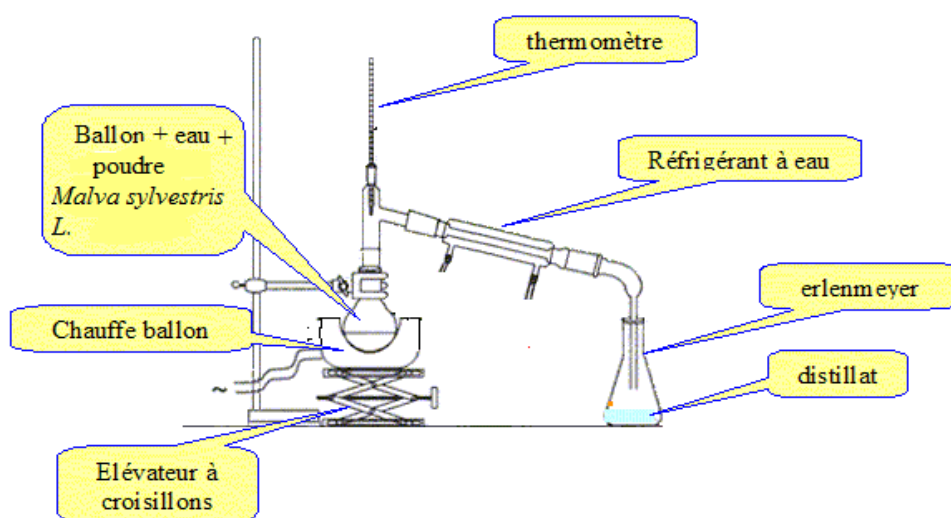
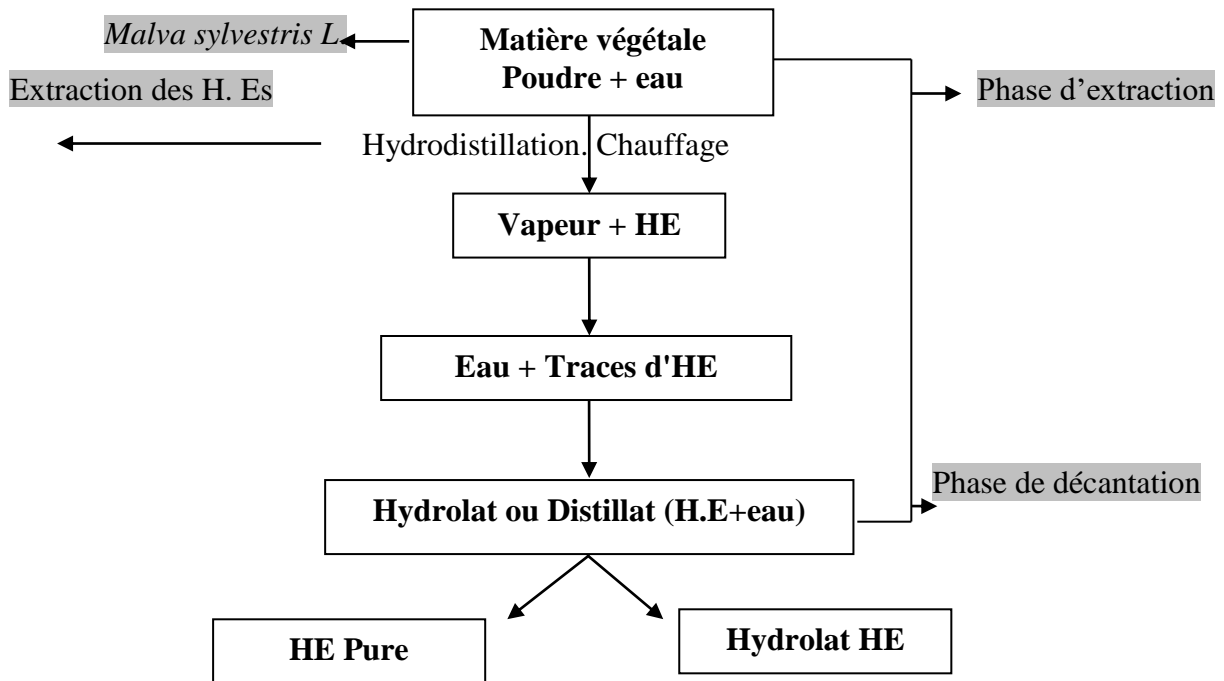


Figure 09: Montage d'hydrodistillation

## Partie expérimental



**Figure 10:** Montage d'hydrodistillation au laboratoire de biologie à l'université de Tiaret  
(Photo original).



**Figure 11:** Les différentes étapes d'extraction d'huile essentielle de *Malva sylvestris L.*

### 2.5 Caractérisation des huiles essentielles

#### 2.5.1 Propriétés organoleptiques

L'évaluation des propriétés organoleptiques constitue généralement une partie des études visant à analyser les facteurs qui affectent la qualité de l'huile essentielle. Dans le présent travail, trois critères sont considérés pour évaluer la qualité organoleptique: l'odeur, la couleur, l'aspect.

#### 2.5.2 Calcul de rendement.

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse de la matériel végétale (Bourkhis et al, 2001).

$$\text{RHE} = \text{MHE} / \text{MS} \cdot 100$$

**RHE** : rendement extraits fixes en g /100g de matière sèche.

**MHE**: quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

**MS** : quantité de matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

### 3. Activité biologique

#### 3.1 Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée par la méthode de diffusion en gélose dite méthode de diffusion de puits (Rahal et al., 2005)

Afin de tester l'activité antibactérienne des extraits de *Malva sylvestris L.* Deux souches pathogènes de références ont été utilisées.

##### ❖ Préparation du milieu de culture

On a choisie comme milieu Muller –Hinton

##### ❖ Principe de méthode de préparation

La gélose de Mueller Hinton a été formulée à l'origine comme un milieu gélose transparent simple servant à la culture de différents types de bactéries celle-ci est aujourd'hui largement utilisé.

## *Partie expérimental*

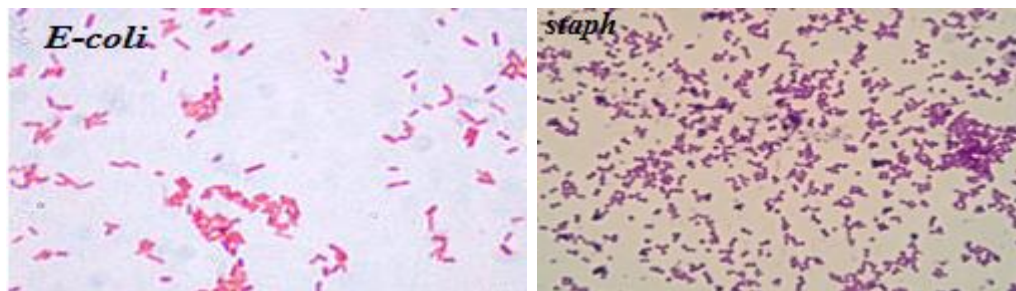
---

### 3.1.1 Repiquage et enrichissement

Les souches bactériennes sont préalablement revivifiées pendant 24 heures à 37 °C, puis isolées en colonies sur gélose nutritive par la méthode des stries suivies d'une incubation pendant 24 heures à 37 °C. Sur même milieu mais liquide on a réalisé une suspension standardisée dans avec une densité optique comprise entre 0.08 et à 620nm.

### 3.2.1 Coloration de Gram

Une coloration a été réalisée afin de vérifier la forme et le genre de chaque souche.



**Figure 12:** Observation microscopique des souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* sub sp aureus X10.

### 3.2 Technique de diffusion des puits sur gélose

A partir de cet inoculum des nouvelles boîtes 18 boîtes pétries sont ensemencées par écouvillonnage sur milieu (MH) par la suite des puits sont formés à la surface des boîtes puis avec une concentration de 200 mg, 100 mg, 50 mg, 25 mg pour l'extrait aqueux et organique.

Dans cette étape nous avons utilisés deux contrôles, l'un est un contrôle négatif (Disque imprégné d'eau distillé, et l'autre au méthanol. Plus un contrôle positif antibiotique tétracycline). Les boîtes de pétries sont prés incubées sur la paillasse à température ambiante, puis incubation à 37 °C à 24 heures (Sakha, et al 2018).

#### ❖ Lecture des résultats

L'activité antibactérienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibition de la croissance bactérienne autour des puits contenant l'extrait à tester.

Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibitions et peut être symbolisés par des croix.

## *Partie expérimental*

---

La souche ayant un diamètre:

- $D < 8\text{mm}$  : Souches résistante (.)
- $9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$  : Souches sensible (+).
- $15\text{mm} \leq D \leq 19\text{mm}$  : Souches très sensible (++)
- $D \geq 20\text{mm}$  : Souches extrêmes sensible (+++) (Pouce et al, 2003)

Mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibitions à l'extérieur de la boîte fermée...

Le Classement des bactéries se fait dans l'une des catégories : sensible ou résistante.

D'après (Caillet et Lacroix, 2007). L'action antimicrobienne des extraits se déroule en trois phases:

1. Attaque de la paroi bactérienne par l'extrait, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaire.
2. Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire. Et la synthèse des composants de structure.
3. Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

Le protocole général de notre travail est comme suit :



## Partie expérimental

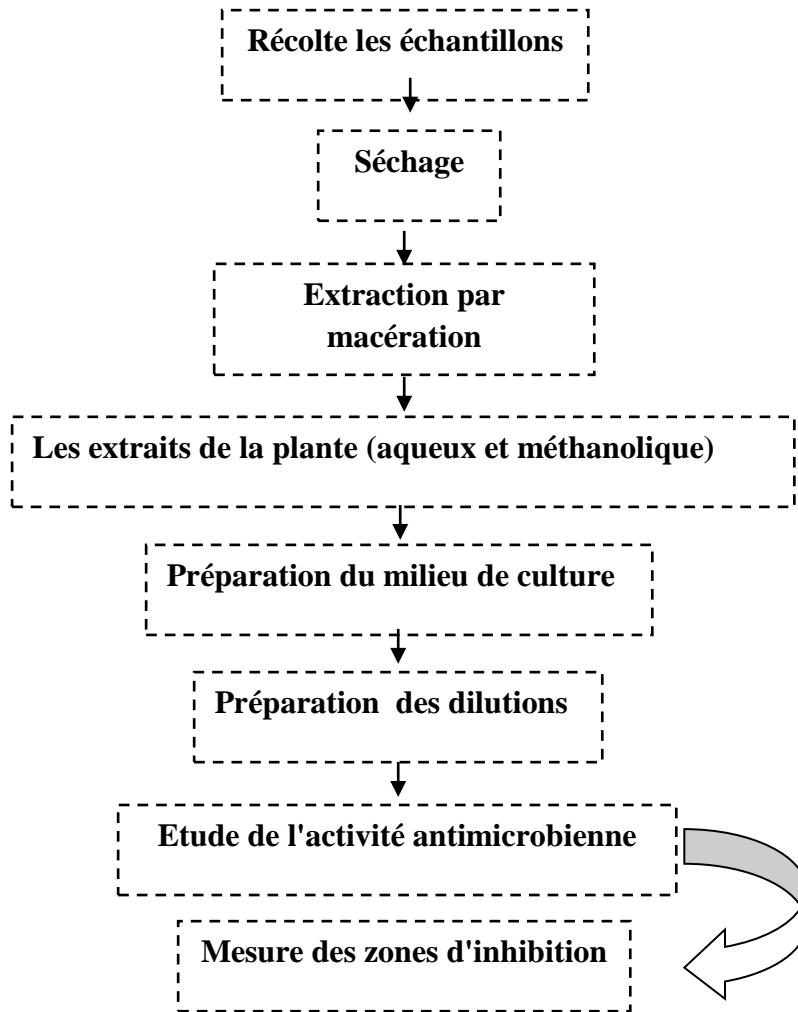


Figure 13: Plan expérimental de l'activité antibactérienne



Figure 14: Les étapes de l'activité antibactérienne (photo originale)

*Résultats et  
discussions*

## Résultats et discussion

---

Les parties aériennes des plantes sont fréquemment utilisées, car elles sont le site privilégié des synthèses chimiques. Le *Malva sylvestris* est riche en composés phénoliques notamment ses feuilles, tiges.

### 1. Etude phytochimiques

L'étude comparative des ces deux solvants d'extraction de *Malva sylvestris* L (eau distillé, méthanol) et même pour les deux parties de la plante (fleur, tige).se porte sur:

- Le rendement d'extraction des composés bioactifs.
- L'activité biologique.

#### 1.1 Caractérisation des extraits

Selon la méthode de Bougandoura et Bendimerad (2012) modifiée, les deux extraits (Aq et Mét) ont été préparés à partir des feuilles et des tiges de la plante *Malva Sylvestris*.

C'est une méthode d'extraction par macération dans des solvants polaires: l'eau et le méthanol. Les extraits obtenus sont de couleur et d'aspect différents (tableau 05).

**Tableau 05:** Couleur et aspect des deux extraits.

L'extrait	Couleur	L'aspect	Odeur
Méthanolique tige	Vert claire	pate collante	Forte
Méthanolique feuille	Vert	pate collante	Forte
Aqueux tige	Vert foncé	poudre	Forte
Aqueux feuille	Vert noirâtre	poudre	Forte

Pour les caractères organoleptiques (la couleur, l'odeur et l'aspect) des extraits. Nous avons constaté que l'extrait méthanolique feuille, tige présentent une couleur vert noirâtre, vert foncé respectivement une forte odeur et un aspect pâteux.

Caractérisation organoleptiques de l'extrait aqueux feuille, tige a révélé la présence une couleur vert, vert claire respectivement, une forte odeur et un aspect de poudre.

## Résultats et discussion

### 1.2 Rendements des extraits

Nous avons calculé le rendement d'extraction, le résultat obtenu est présenté dans le tableau 06 et la figure 15.

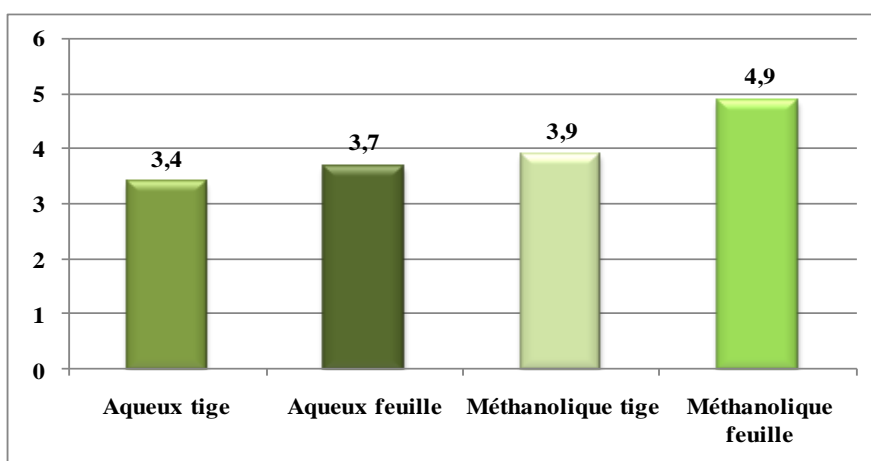
**Tableau 06:** Rendements des extraits obtenus par macération de *Malva Sylvestris*

L'extrait	Rendement (%)
Méthanolique tige	3.9
Méthanolique feuille	4.9
Aqueux tige	3.4
Aqueux feuille	3.7

Le rendement de l'extraction a été calculé par rapport à la matière végétale sèche du *Malva Sylvestris*.

Les résultats obtenus montre que l'extrait obtenu à partir les fleurs a base de méthanol a fourni un taux de rendement d'environ 4.9 % qui est plus élevé que celui obtenu a partir des fleurs a base de aqueux qui est de l'ordre de 3.7 %, en revanche le pourcentage de rendement est de 3.9% pour l'extrait obtenu à partir des tiges a base de méthanol et qui est supérieur que l'extrait obtenu à partir des tiges a base d'eau distillé qui est de l'ordre de 3.4%.

On classe les phases comme suit: feuilles méthanol > tige méthanol > feuilles aqueux > tige aqueux.



**Figure 15:** Rendements des extraits de la plante *Malva Sylvestris*

## Résultats et discussion

### 1.3 Extraction d'huile essentielle de *Malva sylvestris L* par hydrodistillation

Malgré de multiples temps d'extraction par hydrodistillation, on n'a pas pu obtenir ces deux phases: « phase aqueuse, phase organique huileuse ».

L'huile essentielle de la plante sec *Malva sylvestris L*, du feuilles et les tiges n'a pas été séparées.

## 2. Activité biologique

### 2.1 Activité antibactérienne

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre des zones d'inhibition autour de chaque disque imprégné par 15µl de l'extrait aqueux.

Les résultats obtenus montrent que les extraits méthanoliques de *Malva Sylvestris* utilisés avec la concentration 100 mg/ml et 200 mg/ml sont actifs par rapport les même extraits avec la concentration 50 mg/ml 25 mg/ml pour les deux partie fleures et tiges et manifestent une activité antimicrobienne en inhibant la croissance *in vitro* des germes bactériennes: *E.coli* et *Staphylococcus aureus subsp aureus*.

Cependant, aucun effet n'a été obtenu pour antibiotique tétracycline. Il y'avait aucune activités contre deux souches testées.

**Tableau 07:** Diamètre des zones d'inhibition des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli ATCC 25922*

Concentration \ Extraits	Diamètre des zones d'inhibitions des extraits en (mm)				
	MT	MF	AT	AF	ATB
25 ml	7.50	11	R	8.00	R
50 ml	8.00	12.5	R	8.00	R
100 ml	10.00	14.00	00.80	10.00	R
200 ml	10.5	16.00	00,90	12.00	R

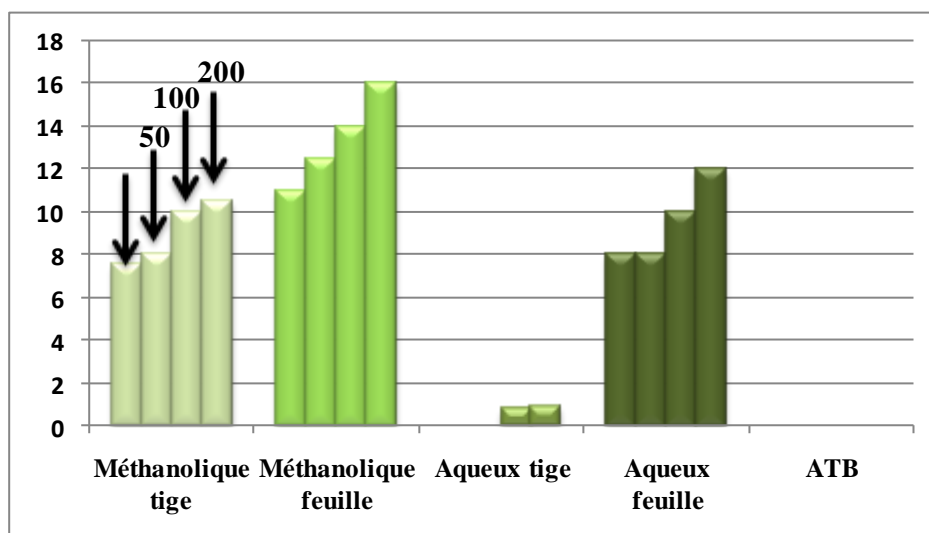
MT: Méthanol+tige, MF: Méthanol+feuilles, AT: Aqueux+tige, AF: Aqueux+feuilles

## Résultats et discussion

**Tableau 08:** Diamètre des zones d'inhibitions des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 25923

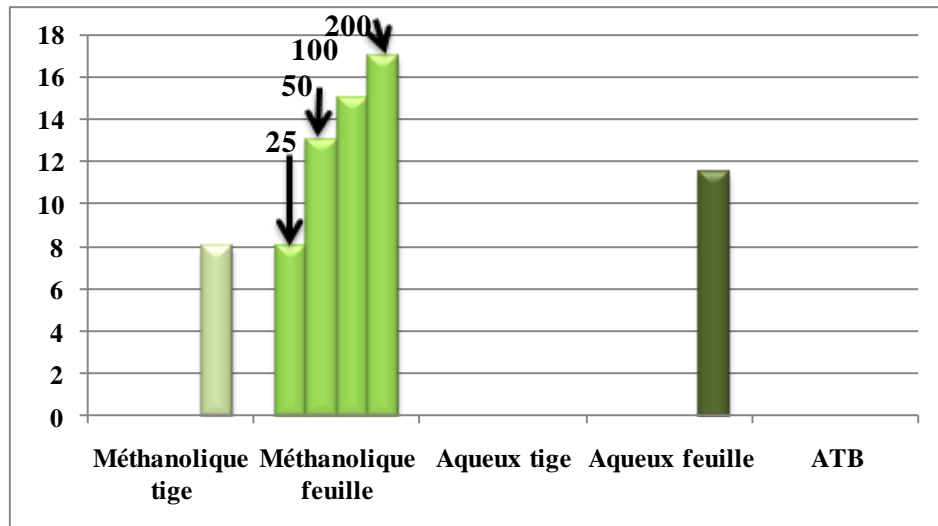
Concentration	Extraits	Diamètre des zones d'inhibitions des extraits en mm				
		MT	MF	AT	AF	ATB
25 ml		R	8.00	R	R	R
50 ml		R	13.00	R	R	R
100 ml		R	15.00	R	R	R
200 ml		08.00	17.00	R	11.5	R

MT: Méthanol+tige, MF: Méthanol+feuilles, AT: Aqueux+tige, AF: Aqueux+feuilles

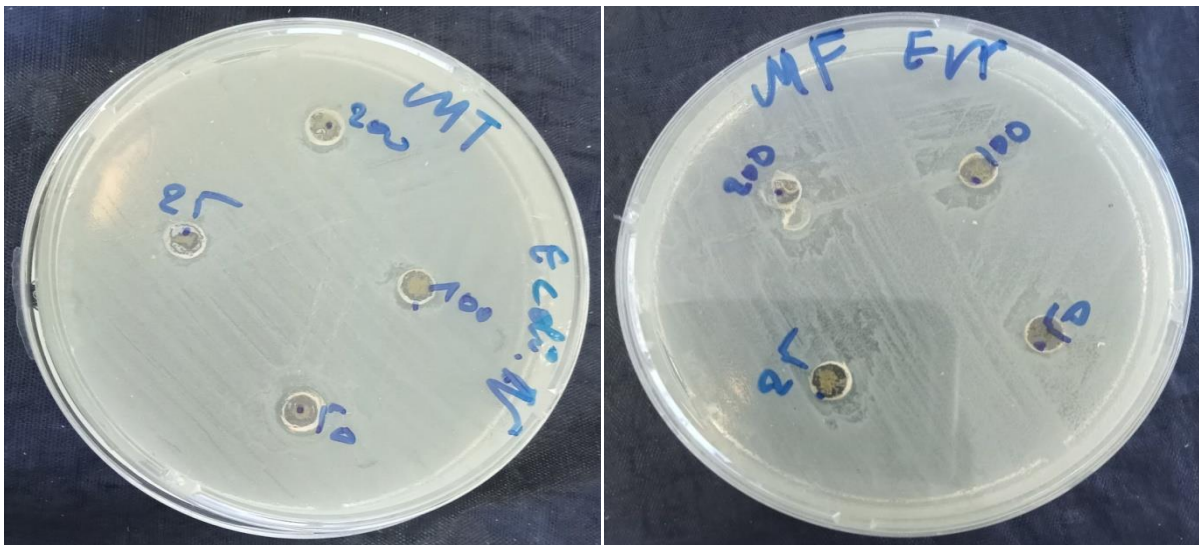


**Figure 16:** Diamètre des zones d'inhibitions des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli* ATCC 25922

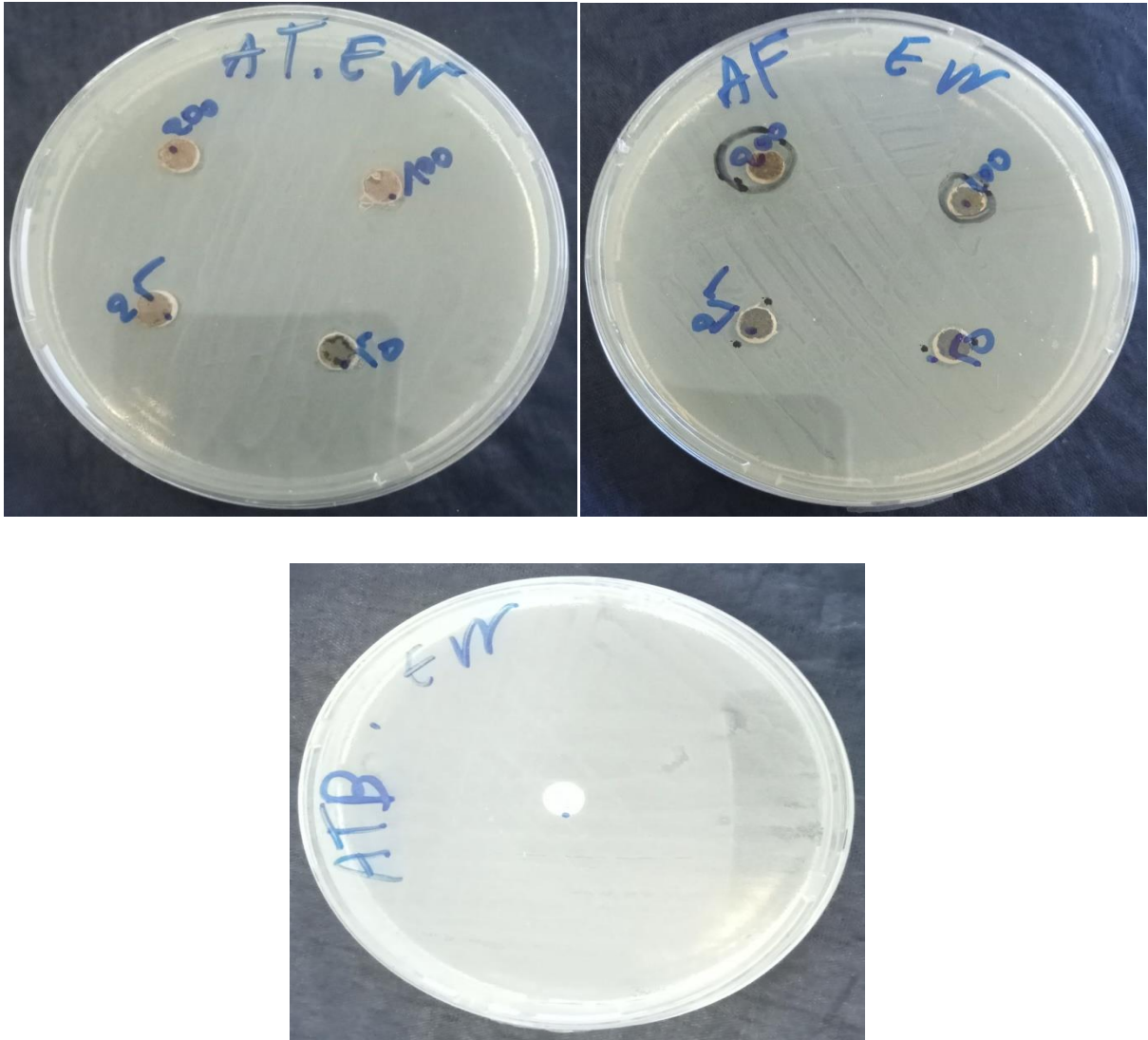
## Résultats et discussion



**Figure 17:** Diamètre des zones d'inhibitions des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 25923



## Résultats et discussion

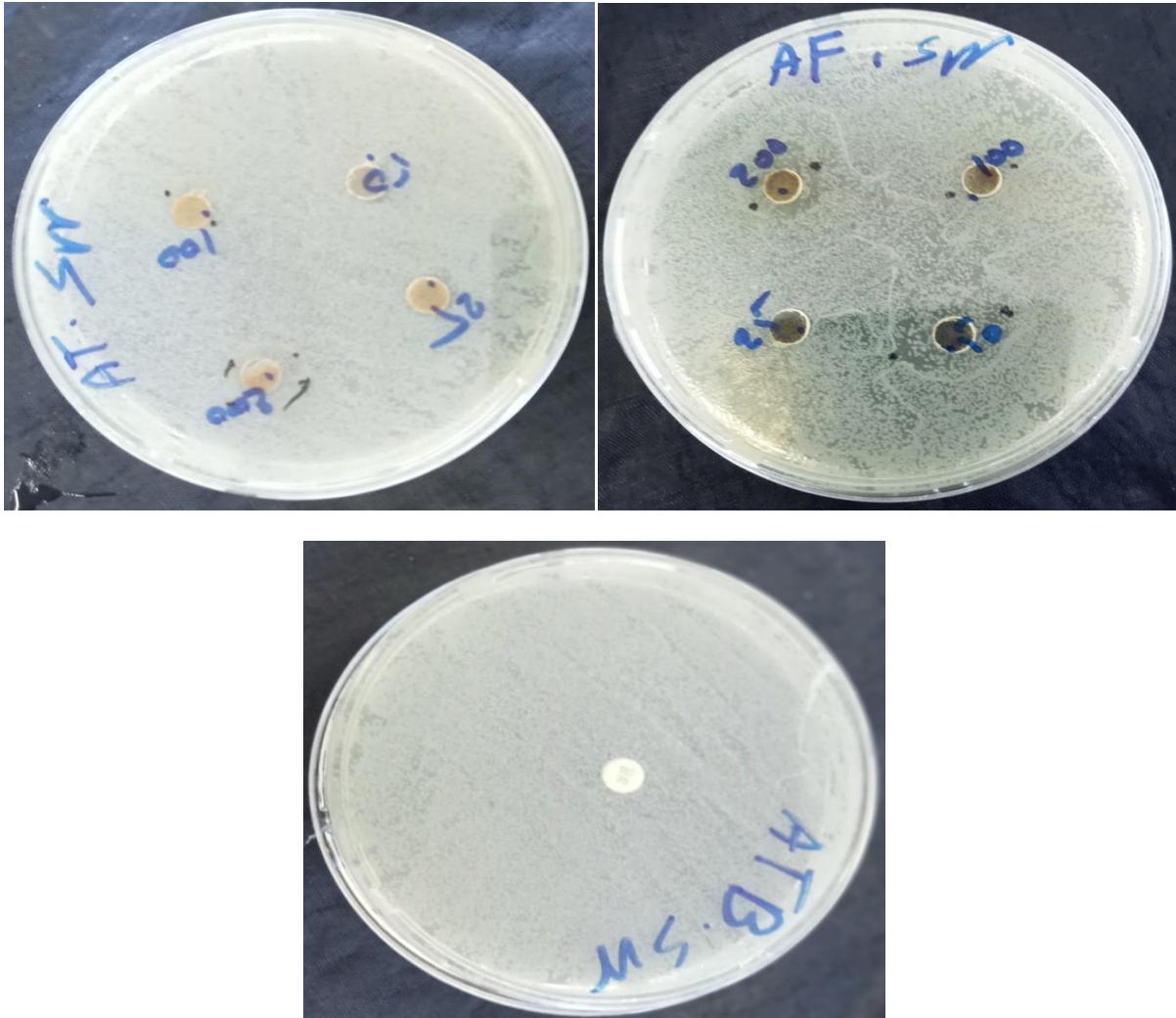


**Figure 18:** Diamètre des zones d'inhibitions des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Escherichia coli* ATCC 25922 (Photo originale).





## Résultats et discussion



**Figure 19:** Diamètre des zones d'inhibitions des extraits de la plante de *Malva Sylvestris* contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* ATCC 25923 (Photo originale).

## Résultats et discussion

---

### Discussion

Dans notre étude on a choisis une plante médicinale à savoir: *Malva sylvestris*, une plante verte sauvage très consommée et appréciée pour leur vertus culinaire et médicinale. Cette plante est très utilisée dans les régions rurales en médecine traditionnelle (Oukrif Ahlam et Mechta Sabrina, 2022).

Pour valoriser cette utilisation traditionnelle nous avons effectué l'extraction des extraits bruts à partir des poudres des feuilles, des tiges de la plantes *Malva sylvestris* par macération dans deux solvants le méthanol et l'eau distillé. Le méthanol s'avère le meilleur solvant.

Nous avons évalué l'activité antibactérienne de nos extraits en utilisant la méthode de diffusion en puits, cette méthode est largement utilisée par plusieurs auteurs.

Les quatre extraits montrent une différence remarquable concernant la couleur et aspect.

Au vu de ces résultats et par comparaison à la littérature, couleur, aspect et odeur ainsi que le rendement sont fortement affectées par les solvants d'extraction ainsi que les protocoles expérimentaux (Smith, 1972).

Des études données par Adepo et al., (2010) montrent que les rendements d'extraits des plantes sèches sont relativement supérieurs à ceux des plantes fraîches.

Les résultats présentés sur le tableau N°06 montrent que les meilleurs rendements on été obtenue a partir de l'extrait méthanolique. Suivi par l'extrait aqueux de *Malva Sylvestris L.*

L'extrait méthanolique des fleurs a donné un taux d'extraction supérieur à celui de l'extrait méthanolique des tiges. L'extrait aqueux des fleurs présentent aussi un bon rendement par rapport au l'extrait aqueux des tiges. Tandis que le faible rendement a été observé pour l'extrait aqueux des tiges.

Le même résultat a été obtenu par Ben Shadid, et al. (2021) sachant que les extraits méthanolique et aqueux ont un rendement de  $4.31 \pm 0.97$  % et de  $3.25 \pm 0.75$  %, respectivement.

## Résultats et discussion

---

Les extraits méthanolique, aqueux analysés par Benabdallah F et al. (2016) montrent aussi que le meilleur rendement a été enregistré pour l'extrait méthanolique suivi l'extrait aqueux.

Ces résultats suggèrent que la partie verte de la mauve notamment les feuilles montrent les meilleurs rendements d'extraction cela pourrait s'expliquer par la richesse des feuilles de *Malva Sylvestris* en composés de polarité réduite.

Pour les résultats de rendement, il est difficile de comparer les résultats d'extraction avec ceux de la bibliographie car le rendement n'est que relative et semble être lié aux propriétés génétiques ainsi qu'à l'origine géographique, la macération et les conditions et à la durée de stockage de la récolte la maturation de la plante et la quantité de la drogue utilisée dans l'extraction.

Le rendement varie selon la nature du matériel végétal employé pour l'extraction (feuilles, tiges..), la méthode d'extraction mais également l'origine de la plante. Le rendement dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée (Escribano et Santos, 2003).

D'après ces résultats, nous pouvons déduire que les extraits méthanoliques de *Malva. Sylvestris* donne une activité antibactérienne contre les souches pathogène testées comparable par rapport aux l'extraits aqueux de *Malva. Sylvestris*.

Les extraits méthanolique, aqueux à base des feuilles de *Malva. sylvestris* ont montré de puissants effets antibactériens contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus subsp aureus* par rapport aux extraits méthanolique, aqueux à base des tiges.

Selon Mas et al., (1999) les extraits aqueux de fleurs de *Malva. sylvestris* L. sont riches en anthocyanes et sont habituellement utilisé pour traiter les muqueuses enflammées (Farina et al., 1995).

Cependant, des recherches chimiques antérieures ont montré la présence d'anthocyanes, de flavones, de flavonols, d'acide férulique, d'acides hydroxycinnamiques, de stérols, de sesquiterpènes, de mono et de diterpènes dans les

## Résultats et discussion

---

feuilles et les tiges de *Malva sylvestris* L.(Nawwar et al., 1977; Nicoletti et al., 1989; Mas et al., 1999; Cutillo et al., 2006; Quave et al., 2008).

Les fleurs se sont avérées plus actives envers les micro-organismes pathogènes.

Cela prouve que la partie verte de *Malva Sylvestris* notamment les feuilles sont riches en flavonoïdes, polyphénols et explique ainsi leurs propriétés thérapeutiques en médecine traditionnelle (Oukrif Ahlam et Mechta Sabrina, 2022).

D'après les travaux Barros et al., (2010) la consommation des feuilles de la mauve peut être intéressante pour leur effet nutraceutique, antioxydant, et antimicrobiennes.

Les légumes feuillus comme la mauve *Malva sylvestris* L sont omniprésents dans la cuisine algérienne. Les traditions gastronomiques de *Malva sylvestris* L. considèrent l'utilisation des feuilles et des tiges dans les soupes, les ragoûts et les salades. même traditionnellement utilisée pour traiter toutes sortes d'inflammations, notamment comme agent antihémorragique, émoullient et analgésique thoracique chez les enfants (Classen et al., 2001; Couplan, 2003; Oukrif Ahlam et Mechta Sabrina, 2022).

Les résultats ont indiqué que la concentration 25mg/ml à 50 mg / mL des extraits avaient une activité antibactérienne faible ou nul pour les deux souches bactériennes utilisées.

Les extraits méthanolique et aqueux possèdent une activité antibactérienne dose dépendante. La zone d'inhibition augmente avec augmentation de la concentration.

Dans notre étude, l'absence d'activité contre la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* peut être expliquée du fait que l'extraction n'allie pas à l'extraction d'un composé actif plus antibactérien tel que les iridoïdes, ou bien cette résistance peut être due à une multi résistance de souches bactériennes utilisées.

L'activité antibactérienne de l'extraits méthanolique et aqueux pourrait être dû à leurs richesse de nombreux acides phénoliques ainsi qu'à des dérivés de flavonoïdes courants.

En effet, Les polyphénols sont également connus pour leurs propriétés antimicrobiennes. Plusieurs études ont montrés cette activité et ont pu aussi donner des hypothèses sur les mécanismes d'action des polyphénols sur les microorganismes dont:

## Résultats et discussion

---

- ❖ L'inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes.
- ❖ La séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux tels que le fer.
- ❖ L'inhibition du métabolisme microbien (Milane, 2004).

A la lumière de nos résultats, nous avons constaté que nos extraits ont montré une activité antibactérienne plus active à l'égard des bactéries Gram négatif par rapport aux autres bactéries Gram positif. Malgré que la littérature confirme que les bactéries Gram négatif sont les plus résistantes aux différents extraits des plantes (Cosentono et al, 1999 ; De Blillerbeck , 2000 ; Smith-Palmer et Stiwart , 1998 ; Farag et al, 1989).

Cette résistance des bactéries Gram négatif n'est pas surprenante, elle est en relation avec la nature de leur membranes externes qui leur confère une résistance à la plupart des agents biocides (Cox et al, 2000 ; Tassou et Nychas, 1995). Par ailleurs, la paroi des bactéries Gram négatif elle est surtout assemblée en lipopolysaccharides (LPS), la membrane externe de ces dernières constitue une barrière de perméabilité efficace.

Les LPS, grâce à ses charges négatives de surface, empêche la diffusion des molécules hydrophobes, et les protéines excluent le passage des molécules hydrophiles de poids moléculaire élevé. Alors que les bactéries Gram positif sont moins protégées contre les agents antibactériens, le peptidoglycane n'entrave que la diffusion des molécules supérieures à plus de 50 000 D (Basli, 2012).

De plus, le désaccord entre les résultats de différents travaux n'est pas rare et peut être causé par de nombreuses variables, telles que la méthode d'extraction de la plante, le volume d'extrait déposé sur le puits, le temps d'incubation et la concentration utilisée (Marzouk et al. , 2006) et les souches spécifiques utilisées pour évaluer la sensibilité. Cowan (1999) a rapporté que différentes classes de polyphénols, principalement des tanins et des flavonoïdes, peuvent augmenter la toxicité des extraits pour les micro-organismes.

Cette toxicité est fonction du site et du nombre de groupes hydroxyle présents sur le composé phénolique. De plus, il est évident que l'augmentation de l'hydroxylation entraîne une augmentation de la toxicité

# *Conclusion*

## Conclusion

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs, et restent la source prédominante de médicaments pour la majorité de la population mondiale, en particulier dans les pays en voie de développement ou environ 40 % des médicaments sont dérivés de la nature.

Dans le présent travail, on s'est intéressé à l'étude d'évaluation des propriétés biologiques et valorisation des agro-ressources fonctionnelles cas de « *Malva sylvestris. L* » *in vitro*

Cette plante est largement utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de diverses maladies.

L'extrait méthanoliques a montré un rendement d'extraction plus important pour les deux parties fleurs et tiges. L'extrait aqueux de malva sylvestris vient en seconde.

Le test de sensibilité des souches a permis de montrer la présence d'une activité antibactérienne non négligeable pour l'extrait méthanolique de *Malva sylvestris*. L'extrait aqueux qui vient en seconde position. Ainsi, la souche *Escherichia coli*, a été plus sensible à l'égard de cet extrait avec des diamètres d'inhibition variable tout dépend la concentration.

Cependant la souche *Staphylococcus aureus subsp aureus* et a été la moins sensible.

L'activité inhibitrice obtenue avec nos extraits peut être expliquée par la présence d'une teneur importante en composés phénoliques.

Il est clair, que les résultats de notre travail, nous paraissent d'emblée intéressants et apportent une validation à l'utilisation traditionnelle de ces espèces végétales car plusieurs bactéries pathogènes ont été inhibées.

L'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une ébauche dans le domaine de recherche, alors il serait intéressant d'étayer ce travail par: - La purification et l'identification des principes actifs. - L'étude de la toxicité de ceux-ci : *in vitro* et *in vivo*. -Tester des activités biologiques des extraits tel que: l'activité antioxydante, antiinflammatoire et enzymatiques...

# Liste de Référence



## Liste de Référence

---

### Liste de Référence

1. Abdolmohammadi, S., Salarbashi, D., & Askari, V. R. (2020). Phytochemical and pharmacological properties of *Malva sylvestris* L.: A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 246, 112213.
2. Al-Achi, A., & Greenwood, R. (2010). *Essentials of Pharmacology for Health Occupations*. Clifton Park, NY: Delmar Cengage Learning.
3. *Ayurvedic Medicine: The Principles of Traditional Practice*, par Sebastian Pole, 2006
4. Barros L., Carvalho M.A., Ferreira I.C.F.R. 2010. Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food and Chemical Toxicology* 48(6):1466–1472
5. Bağcı, E., Özcan, S., & Küçükakyüz, K. (2015). Essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activity of *Malva sylvestris* L. subsp. *sylvestris*. *Records of Natural Products*, 9(3), 404-413. <https://doi.org/10.1177/1934578X1500900320>
6. Barnes, J., Anderson, L. A., & Phillipson, J. D. (2007). *Herbal medicines*. London: Pharmaceutical Press.
7. Benabdallah F., Benhaddou S., Benferhat K. (2022): Évaluation de l'effet antioxydant et antimicrobien de « *Malva sylvestris*. L ». Université Ibn Khaldoun–Tiaret. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vi. Master académique, Microbiologie Appliquée.
8. Bouderbala, S., Lamari, F., & Zama, D. (2018). Phytochemical screening, antioxidant and antidiabetic activities of *Malva sylvestris* L. extracts. *Phytotherapy Research*, 32(3), 471-478. <https://doi.org/10.1002/ptr.5984>
9. Bougandoura N., et Bendimerad N. (2012). Effet antifongique des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. (*Nepeta*) briq. *Revue des Bio Ressources*, 2 :1-7.
10. Bozkurt, M. F., Yalçın, İ., & Kılıç, Ö. (2019). Antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities of *Malva sylvestris* L. and its phenolic compounds. *Journal of Food Biochemistry*, 43(11), e13092.
11. Caillet S., Lacroix M., 2007- Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en Sciences appliquées à l'alimentation (RESALA) INRS-Institut Armand Frappier, université de Laval (Québec).

## *Liste de Référence*

---

12. Chevallier, A. (1996). The encyclopedia of medicinal plants. DK Publishing. Peng, W., Chen, Y. J., Huang, Y. C., & Yang, Y. C. (2018). Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of *Malva sylvestris*. Journal of food and drug analysis, 26(3), 1057-1065. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.01.007>
- 13.
14. Classen B, Amelunxen F, Blaschek W (2001). Observations ultrastructurales sur le champignon de la rouille *Puccinia Malvacearum* chez *Malva sylvestris* ssp *mauritiana*. Végétal Biol. 3:437-442.
15. Chinese Herbal Medicine: Materia Medica, par Dan Bensky et Andrew Gamble, 1992
16. Couplan F (2003). Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques. Éd. Delachaux et Niestle. Collection. Règne végétal
17. Cowan M.M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. Clin. Microbiol. Rev. 12: 564-582.
18. Cutillo F, D'Abrosca B, Della Greca M, Fiorentino A, Zarelli A (2006). Terpénoïdes et phénols dérivés de *Malva sylvestris*. Phytochem. 67:481-485
19. Dagueneat, A., Caño, L., & Roldán, A. (2017). Growth, photosynthesis and pigment content of *Malva sylvestris* seedlings under different light intensities. Acta physiologiae plantarum, 39(7), 163. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2448-5>
20. Duke, J. A. (2002). Handbook of medicinal herbs. CRC press.
21. Fattorusso, E., Lanzotti, V., Tagliatela-Scafati, O., & Di Meglio, P. (2013). *Malva* spp.: A review of antioxidant and antimicrobial activities in relation to taxonomic classification. Journal of Natural Products, 76(5), 1121-1131.
22. Fazly Bazzaz BS, Iranshahi M, Kiani FA, et al. Antioxidant and antihemolytic activities of saponin-rich extract from aerial parts of *Malva sylvestris* L. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand). 2016;62(2):78-82. doi: 10.14715/cmb/2016.62.2.12
23. Gafner, S., Bergeron, C., Batcha, L.L., & Reich, J. (2016). Botanical dietary supplements: Quality, safety and efficacy. Planta Medica, 82(7), 653-670. Osadebe, P.O., & Okoye, F.B. (2016). Anti-inflammatory effects of crude methanolic extract and fractions of *Alchornea floribunda* leaf. Journal of Ethnopharmacology, 193, 490-496.
24. Ghahramanloo, K. H., Ramezanloo, F., Kamalinejad, M., & Eskandari, M. (2019). Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological properties of *Malva sylvestris* L.:

## *Liste de Référence*

---

- A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 236, 31-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.03.039>
25. Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (Eds.). (2004). PDR for herbal medicines. Thomson PDR.
  26. Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., & Williamson, E.M. (Eds.). (2012). *Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy* (2nd ed.). Elsevier Health Sciences.
  27. Heywood, V. H., Brummitt, R. K., Culham, A., & Seberg, O. (2007). *Flowering plant families of the world*. Firefly Books.
  28. Hoffmann, D. (2003). *Medical herbalism: The science and practice of herbal medicine*. Healing Arts Press.
  29. hu, L., Xu, X., Ma, H., & Guan, S. (2017). Recent advances in separation and analysis of natural products. *Journal of Separation Science*, 40(23), 455-476.
  30. Karami, M., Mohammadi, A., & Tayefi-Nasrabadi, H. (2015). Hypolipidemic effect of *Malva sylvestris* in hyperlipidemic rats. *Pharmaceutical Sciences*, 21(4), 198-202.
  31. Kennedy, D. O. (2006). *Plants and the human brain*. Oxford: Oxford University Press.
  32. Lee, K. J., Choi, C. Y., & Chung, Y. C. (2012). Inhibitory effects of flavonoids on LXR $\alpha$ -dependent SASP expression in vitro. *Archives of Pharmacal Research*, 35(6), 1011-1018.
  33. Marzouk Z., Neffati A., Marzouk B., Chraief I., Khemiss F., Chekir Ghedira L., Boukef K (2006). Chemical composition and antibacterial and antimutagenic activity of Tunisian *Rosmarinus officinalis* L. oil from Kasrine-*Journal of Food Agriculture & Environment*; Vol.4; N°3-4; pp 61-65.
  34. Mas T, Susperregui J, Berker BR, Cherze C, Moreau S, Nuhrich A, Vercauteren J (1999). Propriété de stabilisation triplex de l'ADN des anthocyanes naturelles. *Phytochem.* 53:679-687.
  35. Mhalla, D., Bouaziz, M., & Ennajar, M. (2021). *Malva sylvestris* L. (Malvaceae): A review of its traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities. *Plants*, 10(4), 796.
  36. Mills, S., & Bone, K. (2005). *The essential guide to herbal safety*. Elsevier Health Sciences.
  37. Mohamed, S. M., Hassan, S. A., Abdallah, M. M., & El-Sawy, M. B. (2016). Phenotypic variations and reproductive strategies of *Malva sylvestris* L. in Egypt. *The*

## *Liste de Référence*

---

- Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 91(1), 59-65. <https://doi.org/10.1080/14620316.2015.1110981>
38. Mousavi, S. H., Hamedi, B., & Mahmoudabady, M. (2014). Antiulcerogenic effect and acute toxicity of *Malva sylvestris* L. extracts in rats. *Pharmaceutical Biology*, 52(6), 730-735. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.860872>
39. Mousavi, S. M., Hashemi, S. A., Seyedain-Ardabili, S. M., & Razavi, S. H. (2014). Antibacterial and antioxidant activities of methanolic extracts of *Malva sylvestris* L. and *Mentha longifolia* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 13(4), 1375-1381.
40. National Center for Complementary and Integrative Health. (2022). Herbs at a glance. Retrieved March 29, 2023, from <https://www.nccih.nih.gov/health/herbs-at-a-glance>
41. Nawwar AM El Sherbeiny AE El Ansari MA El Sissi H (1977). Deux nouveaux glucosides de flavonols sulfatés de feuilles de *Malva sylvestris*. *Phytochem.* 16:145-146
42. Nicoletti M, Tommassini L, Serafini M (1989). Deux acides linalol-1-olique de *Kickxia spuria*. *Fitoterapia.* 60:252-254.
43. Oktay, M., Gülçin, İ., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2003). Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 36(2), 263-271. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00275-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00275-5)
44. Oukrif Ahlam et Mechta Sabrina, (2022): Etude Ethnobotanique de la plante *Malva sylvestris* L". Université Ibn Khaldoun–Tiaret. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vi. Master académique, Toxicologie et Sécurité Alimentaire.
45. Oliveira R, Sousa A, Ferreira I. Bactericidal and antioxidant activities of essential oils from *Myrtus communis* and *Melissa officinalis* against clinical isolates of *Escherichia coli*. *Nat Prod Res.* 2019;33(4):555-558. doi: 10.1080/14786419.2017.1399376
46. Oujii-Sageshima, N., Okamoto, Y., Nishimura, M., & Okamoto, T. (2017). Inhibition of prostate cancer cell growth by an aqueous extract of the medicinal plant *Malva sylvestris*. *Oncology letters*, 14(4), 3993–3998.
47. Parker, M. L., Ng, A., Harris, P. J., & Vigar, V. (2012). The plant polysaccharide, mucilage, as a medical and edible coating. *Journal of Applied Polymer Science*, 126(S1), E17-E24. <https://doi.org/10.1002/app.36820>

## *Liste de Référence*

---

48. PONCE A G., FRITZ R., DEL VALLE C et ROURA S I., 2003 - Antimicrobial activity of oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*.36: 679-684p
49. Rahal, K. (2005). Standardization de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale.4ème édition.Alger, p : 116.
50. Rahimi, R., Ghiasi, M., & Talei, G. R. (2010). Antibacterial effects of aerial parts of *Malva sylvestris*, Parsley and lovage against *Staphylococcus aureus*. *African Journal of Microbiology Research*, 4(3), 213-216.
51. Rasouli, H., Hosseinzadeh, H., & Mohammadi, A. (Rasouli, 2017). Antinociceptive effect of *Malva sylvestris* extract on diabetic rats: Behavioral assessments and molecular docking. *Avicenna journal of phytomedicine*, 7(6), 510–519.
52. Saeedi, M., Morteza-Semnani, K., & Ghannadi, A. (2014). Anti-inflammatory and analgesic activity of the topical preparation of *Verbascum thapsus* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 13(1), 207-212.
53. Shadid, K. A., Shakya, A. K., Naik, R. R., Jaradat, N., Farah, H. S., Shalan, N., ... & Oriquat, G. A. (2021). Phenolic content and antioxidant and antimicrobial activities of *Malva sylvestris* L., *Malva oxyloba* Boiss., *Malva parviflora* L., and *Malva aegyptia* L. leaves extract. *Journal of Chemistry*, 2021, 1-10.
54. Sforcin, J. M., Amaral, J. T., Fernandes Jr, A., Sousa, J. P. B., & Bastos, J. K. (2000). Effects of plant extracts on the bee trypanosome *Crithidia mellificae* and on the trypomastigote form of *Trypanosoma cruzi*. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 43-47. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(00\)00199-8](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00199-8)
55. Sakha, H., Hora, R., Shrestha, S., Acharya, S., Dhakal, D., Thapaliya, S., & Prajapati, K. (2018). Antimicrobial activity of ethanolic extract of medicinal plants against human pathogenic bacteria. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 5, 1-6.
56. Sultana, S., Akhtar, N., & Ikram, M. (2014). Ethnomedicinal uses of wild plant species among marginal people of Lesser Himalayas-Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 46(2), 607-613. [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/46\(2\)/22.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/46(2)/22.pdf)
57. The Complete Book of Essential Oils and Aromatherapy, par Valerie Ann Worwood,1991
58. The Herbal Medicine-Maker's Handbook: A Home Manual, par James Green,2000
59. The Homeopathic Treatment of Depression, Anxiety, Bipolar and Other Mental and Emotional Problems, par Judyth Reichenberg-Ullman et Robert Ullman, 2012

## *Liste de Référence*

---

60. The Plant List. (2013). Version 1.1. *Malva sylvestris* L. Retrieved from <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2504161>
61. USDA. (2022). *Malva sylvestris* L. Retrieved from <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=MASY2>
62. Van Wyk BE, Wink M. Medicinal plants of the world : an illustrated scientific guide to important medicinal plants and their uses. Timber Press; 2018.
63. Wu, S. H., Chen, C. C., Chen, Y. J., Lin, C. Y., & Yang, D. J. (2018). Phytochemistry, pharmacology, and clinical applications of *Malva sylvestris* L. International journal of molecular sciences, 19(9), 2692. <https://doi.org/10.3390/ijms19092692>
64. Wu, S. H., Chen, C. C., Chen, Y. J., Lin, C. Y., & Yang, D. J. (2018). Phytochemistry, pharmacology, and clinical applications of *Malva sylvestris* L. International journal of molecular sciences, 19(9), 2692. <https://doi.org/10.3390/ijms19092692>
65. Quave CL, Plano LRW, Pantuso T, Bennett BC (2008b). Effets d'extraits de plantes médicinales italiennes sur la croissance planctonique, la formation de biofilms et l'adhérence de *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline. J. Ethnopharmacol. 118:418-428.
66. Yarnell, E., & Abascal, K. (2009). Botanical medicines for the urinary tract. World journal of urology, 27(3), 309-314. <https://doi.org/10.1007/s00345-009-0389-x>
67. Zeggwagh, N. A., Michel, J. B., Eddouks, M., & Haloui, M. (2009). Gastroprotective effect of *Malva sylvestris* extract on ethanol-induced gastric mucosal injury in rats. Journal of Ethnopharmacology, 121(2), 325-327. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.10.021>
68. Zhang, Q., Cai, Y., & Dong, J. (2018). Natural product chemistry for drug discovery. RSC Publishing.
69. Zouari, S., Chaâbane, M., Ben Salem, I., Rihouey, C., Le Cerf, D., & Bouraoui, A. (2017). Phytochemical composition, antioxidant and anticancer activities of *Malva sylvestris* extracts. Industrial crops and products, 108, 155–162.