

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة مولاي الطاهر، سعيدة  
Université MOULAY Tahar, Saïda



N° d'Ordre

كلية العلوم  
Faculté des Sciences  
قسم البيولوجيا  
Département de Biologie

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

En biotechnologie

**Spécialité : biotechnologie végétale**

Thème

## **Etude phytochimique et anatomique du Marrubium vulgare . L**

Présenté par :

- Melle : **Ghouthi ikrame**

Soutenu le : 20/06/2023

Devant le jury composé de :

Président	Mr. SAIDI ABDELMOUMEN	MCA	Université de Saïda
Examinatrice	Mme. CHALANE FATIHA	Pr	Université de Saïda
Rapporteur	Mr. HENNI MUSTAPHA	MCB	Université de Saïda

**Année universitaire 2022/2023**





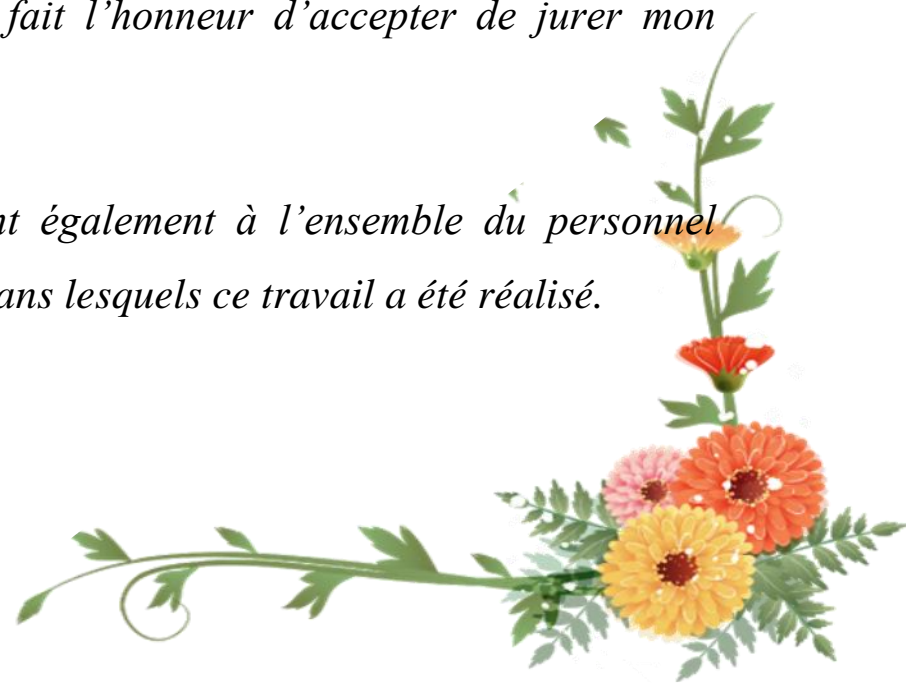
# Remerciement

Tous d'abord je tiens à remercier le bon **Dieu** tout puissant et miséricordieux pour me donner la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

J'exprime mes profondes gratitude et respectueuses reconnaissances à mon encadrant **Mr HENNI. M** pour son encadrement, conseils et sacrifices afin de donner le meilleur et pour son suivi durant la période de préparation du mémoire d'afin d'étude.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance et mes sincères remerciements aux membres du jury **M<sup>me</sup> chalane .f** et **Mr Saidi A** qui m'ont fait l'honneur d'accepter de jurer mon travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble du personnel technique des laboratoires dans lesquels ce travail a été réalisé.





## *Dédicace*

*Avec l'aide de dieu, j'ai pu faire se modeste travail que je dédie :*

*à la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma **chère mère** qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Votre intérêt plein d'amour pour moi m'a permis de réussir mes études.*

*A mon **cher père**, mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son sacrifice, son tendresse, ses conseils et ses encouragements.*

*A ma **chère sœur Imane** et mes **chers frères Yacine et Nasrddine**, vous êtes mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats, je porte beaucoup d'amour pour vous.*

*À mes **chères collègues de travail** et toutes les personnes autour de moi qui m'ont apporté beaucoup d'amour et de soutien et qui ont contribué à me rendre toujours une fille optimiste et à maintenir ma vision positive de la vie, à vous tous mes sentiments de profonde gratitude et de reconnaissance infinie.*

***Ikrame***



## Résumé

*Marrubium vulgare* .L est une plante herbacée appartenant à la famille des lamiacées, cette espèce a des vertus médicinales, aromatiques et culinaires variées. Notre travail porte sur une étude phytochimique et anatomique pour comprendre sa composition biochimique et structurale.

Le rendement des quatre extraits utilisés (l'éther de pétrole, le chloroforme, l'acétate d'éthyle et le méthanol) varie entre **10% et 20%**. le screening phytochimique réalisé sur ces extraits a montré que les réactions en tube ont été positives avec quasiment tous les composés recherchés, bien qu'on note la richesse des feuilles de *Marrubium vulgare* en flavonoïdes, tanins, coumarines, anthocyanines, saponines et les stéroïdes, alors que l'existence de terpènes n'est pas notable.

Les coupes anatomiques réalisées sur les différentes parties de la plante (feuille, tige et racine) montrent une structure typique des plantes dicotylédones avec une structure primaire de la feuille et de la tige et une structure secondaire de la racine (plante vivace).

**Les mots clés :** *Marrubium vulgare* ,screening phytochimique , anatomique.

## **Abstract**

*Marrubium vulgare*. L is an herbaceous plant belonging to the family of lamiaceae, this species has various medicinal, aromatic and culinary virtues. Our work focuses on a phytochemical and anatomical study to understand its biochemical and structural composition.

The yield of the four extracts used (petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and methanol) varies between 10 and 20%. the phytochemical screening carried out on these extracts showed that the tube reactions were positive with almost all the compounds sought, although we note the richness of the leaves of *Marrubium vulgare* in flavonoids, tannins, coumarines, anthocyanines, saponins and steroids, while the existence of terpenes is not noticeable.

The anatomical sections made on the different parts of the plant (leaf, stem and root) show a typical dicotyledonous structure with a primary structure of the leaf and stem and a secondary structure of the root (perennial plant).

**Keywords:** *Marrubium vulgare*, screening phytochemical, anatomical.

## المخلص

المريوت او ما يعرف بـ (بالفراسيون الابيض) هو نبات عشبي ينتمي الى عائلة الفصيلة الشفوية ، وهذا النوع له العديد من المزايا الطبية والعطرية والطهوية. يركز عملنا على دراسة كيميائية نباتية وتشريحية لهذا النوع لغرض فهم التركيب البيوكيميائي والتركيب الهيكلي.

يتراوح مردود المستخلصات الأربعة المستخدمة (إثير البترول ، الكلوروفورم ، أسيتات الإيثيل والميثانول) بين 10% و 20% ، كما اظهرت نتائج الفحص الكيميائي النباتي الذي تم اجراؤه على هذه المستخلصات ان التفاعلات في الانيوب كانت ايجابية مع جميع المركبات المطلوبة تقريبا ، على الرغم من اننا نلاحظ ثراء اوراق المريوت بالفلافونويد والعفص والكومارين والانثوسيانين والصابونين والستيرويد بينما نلاحظ تواجد طفيف للتربينويدات.

تُظهر المقاطع التشريحية التي تم إجراؤها على أجزاء مختلفة من النبات (الورقة والساق والجذر) بنية نموذجية للنباتات ثنائية الفلقة ذات البنية الأولية للورقة والساق وهيكلي ثانوي للجذر.

الكلمات المفتاحية : مريوت ، الفحص الكيميائي النباتي ، تشريحية

## Table des matières

Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	

### ***Partie 1 Synthèse bibliographique***

#### ***Chapitre I : Aperçu bibliographique sur *Marrubium vulgare*.L***

I.1. La famille des <i>Lamiacées</i> .....	06
1.1. Généralités .....	06
1.2. Répartition géographique de la famille des <i>lamiacées</i> .....	06
I.2. Le genre <i>Marrubium</i> .....	07
I.3. L'espèce <i>Marrubium vulgare</i> .L.....	07
3.1. Historique	
3.2. Répartition géographique.....	08
3.3. Description botanique. ....	08
3.3.1. Racine .....	09
3.3.2. Tige .....	09
3.3.3. Feuille .....	09
3.3.4. Appareil reproducteur (la fleur) .....	10
3.3.5. Fruit.....	10
I.4. La classification .....	11
I.5. Intérêts thérapeutique.....	12



I.6. La composition chimique du <i>Marrubium vulgare</i> .....	12
--	----

## ***Chapitre II: La phytochimie et l'anatomie***

II.1. Étude phytochimique.....	14
Introduction. ....	14
1.1. Les Métabolites Secondaires.....	14
1.1.1. La classification des métabolites secondaires .....	14
1.1.1.1. Les composés phénoliques .....	14
1.1.2. Les Flavonoïdes .....	16
1.1.2.1. Définition .....	16
1.1.2.2. La classification des flavonoïdes .....	17
1.1.3. Les Lignanes.....	17
1.1.4. Les Tanins.....	18
1.1.5. Les Coumarines.....	19
1.1.6. Les Saponosides.....	19
1.1.7. Les Terpénoïdes et Stéroïdes.....	19
1.1.8. Les Anthocyanosides.....	20
1.1.9. Les Alcaloïdes .....	20
1.1.10. Les Huiles Essentielles .....	20
II.2. Étude Anatomique :.....	21
2.1. La technique de l'histologie végétale .....	22
2.1.1. Historique.....	22
2.1.2. La technique de la double coloration .....	22
2.2. Anatomie des coupes histologiques .....	23

2.2.1. Étude anatomique de la tige .....	23
2.2.2. Étude anatomique de la feuille.....	27
2.2.3. Étude anatomique de la racine .....	28

## ***Partie 2: Étude expérimentale***

### ***Chapitre III Matériel et méthodes***

I. Matériel utilisé .....	33
1. Sur terrain.....	33
2. Sur laboratoire.....	33
3. Matériel végétal .....	34
3.1. Provenance du matériel végétal.....	34
3.2. Préparation du Matériel végétal .....	35
3.3. Séchage et broyage des feuilles .....	36
II. Méthodes .....	36
1. Etude phytochimique.....	36
1.1. Principe et méthode d'extraction .....	36
1.2. Préparation des extraits .....	39
1.3. Analyse qualitative des groupes phytochimiques.....	39
a) Test de flavonoïdes .....	39
b) Test des tanins .....	39
c) Test des coumarines .....	39
d) Test des saponosides .....	40
f) Test des stéroïdes .....	40
g) Test des anthocyanosides .....	40
1.4. Paramètres d'évaluation .....	40
a) Le rendement de l'extrait brut .....	40

b) Evaluation qualitative des tests phytochimiques .....	40
II / Etude anatomique .....	41
1. Mode opératoire .....	41
1.1. Préparation des coupes anatomiques .....	41
1.2. La double coloration des coupes .....	41
1.3. Montage et observation des coupes .....	42

### *Chapitre IV Résultats et discussion*

I. Etude phytochimique .....	44
1. Rendements d'extraction.....	:44
2. Screening phytochimique .....	44
II. Etude anatomique .....	48
1. anatomie de la feuille .....	:48
2. anatomie de la tige.....	:49
3. anatomie de la racine .....	51
Discussion .....	52

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Annexes

# *Liste Des Figures*

<b>Figure 01:</b> Répartition géographique mondiale de la famille des <i>lamiaceae</i>	<b>7</b>
<b>Figure 02 :</b> Marrub blanc ( <i>Marrubium vulgare</i> .L).	<b>9</b>
<b>Figure 03 :</b> La feuille, la racine et la fleur du marrube blanc.	<b>10</b>
<b>Figure 04 :</b> Aspect morphologique de la plante <i>Marrubium vulgare</i> .L.	<b>11</b>
<b>Figure 05 :</b> Structure principale d'un phénol.	<b>15</b>
<b>Figure 06 :</b> Squelette de base des flavonoïdes.	<b>16</b>
<b>Figure 07:</b> Structure des lignanes	<b>18</b>
<b>Figure 08 :</b> Structure de base des tanins hydrolysables.	<b>18</b>
<b>Figure 09 :</b> Structure chimique des coumarines.	<b>19</b>
<b>Figure 10 :</b> Schéma d'une coupe transversal dans une tige.	<b>23</b>
<b>Figure 11 :</b> (a) Schéma d'une coupe transversal d'une tige âgée	<b>26</b>
<b>Figure 12:</b> Coupe transversale d'un limbe d'une feuille dicotylédone.	<b>28</b>
<b>Figure 13 :</b> Structure anatomique secondaire d'une racine dicotylédone	<b>30</b>
<b>Figure 14 :</b> Schéma résumant les étapes de l'extraction des feuilles <i>M. vulgare</i> par les solvants organiques	<b>38</b>
<b>Figure 15 :</b> Rendement d'extraction obtenue pour les différents extraits.	<b>44</b>
<b>Figure16:</b> Anatomie de la feuille de <i>Marrubium vulgare</i> .	<b>48</b>
<b>Figure17:</b> Anatomie de la tige de <i>Marrubium vulgare</i>	<b>50</b>
<b>Figure18:</b> Anatomie de la racine de <i>Marrubium vulgare</i>	<b>51</b>

# *Liste Des photos*

<b>Photo 01</b> : Echantillonnage de l'espèce <i>Marrubium vulgare</i>	<b>34</b>
<b>Photo 02</b> : Les feuilles du <i>Marrubium vulgare</i> (sèches et broyées)	<b>35</b>
<b>Photo 03</b> : La macération des extraits sous agitation magnétique	<b>35</b>
<b>Photo 04</b> : Les extraits avant et après la filtration.	<b>37</b>
<b>Photo 05</b> : Rotavapor utilisé pour obtenir l'extrait brut de <i>M .vulgare</i>	<b>37</b>
<b>Photo 06</b> : Les différentes étapes d'histologie	<b>42</b>
<b>Photo 07</b> : Le microscope optique	<b>42</b>
<b>Photo 08</b> : Le montage des coupes	<b>42</b>

# *Liste Des Tableaux*

<b>Tableau 01</b> : Les principales classes des polyphénols	<b>15</b>
<b>Tableau 02</b> : Différentes structures des flavonoïdes	<b>17</b>
<b>Tableau 03</b> : Les différents réactifs utilisés dans l'étude phytochimique	<b>33</b>
<b>Tableau 04</b> : Le Matériel utilisée en laboratoire	<b>34</b>
<b>Tableau 05</b> : Résultats de screening phytochimique	<b>45</b>
<b>Tableau 06</b> : Résultats de tests phytochimiques effectués sur les feuilles de <i>M.vulgare.L.</i>	<b>46</b>

# *Liste des Abréviations*

<i>M. vulgare</i> :	<i>Marrubium vulgare</i>
mm :	Millimètre
cm :	Centimètre
µm,:	Micromètre
% :	Pourcentage
R :	Rendement.
°C :	Degré Celsius.
EP :	Ether de pétrole
CHCl <sub>3</sub> :	Chloroforme
EtOAc :	Acétate d'éthyle
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :	Acide sulfurique
FeCl <sub>3</sub> :	Chlorure ferrique
KOH :	Hydroxyde de potassium
NaOH :	Hydroxyde de sodium
R (%) :	Rendement en pourcentage.
M :	Masse en gramme de l'extrait sec.
M <sub>0</sub> :	Masse en gramme du matériel végétal.
V :	Volume d'extrait (ml).
Fig :	Figure

# *Introduction*



## Introduction

---

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique, et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent. Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**Hadjadj et al., 2019**).

L'Algérie est un pays connu pour ces ressources naturelles et dispose d'une flore singulière riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémiques et appartient à plusieurs familles botaniques (**Djahra, 2014**).

Parmi cette flore on trouve plusieurs plantes médicinales et aromatiques (la menthe, le basilic, la sauge et aussi le marrube blanc) très riches en composés bioactifs. Les méthodes d'extraction de ces composés sont variables : l'expression à froid, l'enfleurage, l'extraction par gaz liquéfié, la distillation à la vapeur d'eau et l'extraction par solvants organiques volatils. Les deux dernières méthodes sont les plus employées à l'échelle industrielle vue la facilité de leur mise en œuvre, leur sélectivité, et donc la qualité des produits obtenus (**Bendriss, 2003**). Ces deux méthodes sont aussi très utilisées dans les travaux de recherche qui s'occupent des études phytochimiques des plantes. Elles sont souvent associées à des études anatomiques qui fournissent des informations précieuses sur la physiologie et le métabolisme des plantes. Ces études anatomiques reposent sur plusieurs techniques dont la plus utilisée est la double coloration qui consiste en une coloration de composés pariétaux (cellulose et lignine) par différents colorants tel que le rouge Congo (coloration en rouge des parois cellulodiques) et le vert de méthyle (coloration en vert des parois lignifiés).

Le *Marrubium vulgare* est une plante très connue depuis longtemps pour leurs propriétés médicinales, aromatique ou culinaire (**Ali Youssef, 2006**). De nombreux travaux (**Bendriss, 2003 ; Bourgaud, 2012 ; Djahra, 2014 ; Azzi et al., 2014 ; Elberry et al., 2015 ; Kouchacha et Diar, 2021**) ont été consacrés à l'étude des propriétés phytochimiques de cette plante, en particulier l'effet de leurs métabolites secondaires (effets antioxydant, antimicrobien, antifongique, antidiabétique etc). Toutefois, les études anatomiques sont très rares (**Hassaine et al., 2022**). C'est pour cette raison que nous avons réalisé cette étude phytochimique et anatomique sur *Marrubium vulgare* pour mieux connaître ses caractéristiques biochimiques et structurales.

## ***Introduction***

---

Les principales parties de ce travail se résument comme suit :

- Une partie théorique qui comprend deux chapitres : le premier présente une recherche bibliographique sur la plante du *Marrubium vulgare* (description botanique générale de l'espèce étudiée, leur répartition géographique, leur classification, les intérêts thérapeutique et leur composition chimique). et le deuxième chapitre est consacré à une étude phytochimique et anatomique.
  
- La deuxième porte sur l'étude expérimentale divisée en deux principales parties : Matériel et méthodes puis résultats et discussion consacrée à la présentation des résultats phytochimiques et anatomique du *Marrubium vulgare* et leurs interprétations, suivie de discussion.

Ce travail a été complété par une conclusion donnant une synthèse des résultats obtenus.

*Partie I*

*Etude bibliographique*

# *Chapitre I*

*Aperçu bibliographique sur*

*"Marrubium vulgare. L"*

## I.1. La famille des Lamiacées :

### 1.1. Généralités :

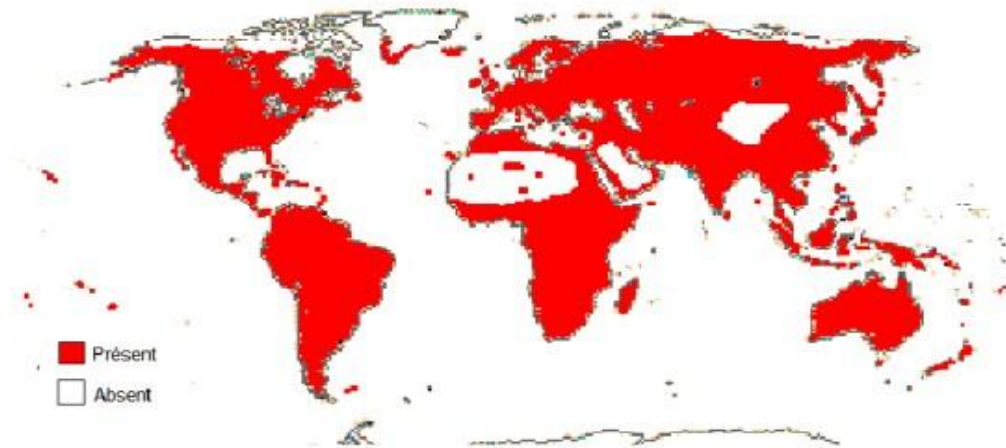
La plante étudiée appartient à la famille des *lamiaceae* anciennement appelées *Labiatae*, se compose de 6900 à 7200 espèces réparties en 236 genres ( **Münevver et al., 2009**). les genres les plus importants sont *Nepeta* (200 espèces) ,*Thymus* (220 espèces) ,*Teucrium* (250 espèces), *Hyptis* (280 espèces), et *Salvia* (900 espèces) (**Raja, 2012 ; Venkateshappa et Sreenath, 2013**).

Cette famille consiste d'herbes, d'arbustes et d'arbres vivaces, les plantes sont recouvertes par des poils et glanduleuses, elles se caractérisent par une tige quadrangulaire et à inflorescences verticillées. les feuilles sont généralement opposées ou verticillées, simples ou très rarement pennatiséquées ; il n'y a pas de stipule. les fleurs sont bisexuées et zygomorphes, les inflorescences sont en cymes bipares puis unipares (Par manque de place). le calice est synsépale, typiquement 5-mère, parfois bilabié et porte 5 à 15 nervures protubérantes. la corolle est sympétale et typiquement bilabiée, avec deux lobes formant une lèvre supérieure et trois lobes formant la lèvre inférieure. l'androcée peut consister soit en quatre étamines didynames, soit en seulement deux étamines soudées au tube de la corolle ou à la zone périgyne et alternant avec les lobes. (**Guignard, 2001; Quezel et Santa,1963**).

### 1.2. Répartition géographique :

La distribution des plantes de la famille des *lamiaceae* dans le monde est cosmopolite (**Judd et al.,2002**) , on les trouve surtout dans les zones tropicales et tempérées du monde et parfois dans les régions arctiques et en hautes montagnes. leur diversité est rencontrée dans le bassin méditerranéen, l'Asie centrale, continent américain, les îles du pacifique, l'Afrique équatoriale et la Chine (**Walker et al., 2004**)

La famille des *lamiaceae* est bien représentée dans la flore d'Algérie avec 183 taxons dont 19 endémiques. elle arrive en quatrième position après les *Asteraceae* (557 taxons), les *Poaceae* (456 taxons) et les *Fabaceae* (455) (**Dobignard et Chatelain, 2012**).



**Figure 01 :** Répartition géographique mondiale de la famille des *lamiaceae* (en rouge)  
(Pirani et Prado, 2012)

## I.2. Le genre *Marrubium* :

Le genre *Marrubium*, communément appelé marronnier, appartient à la famille des Lamiacées. ce genre comporte quelque 40 espèces, répandues principalement le long de la méditerranée, les zones tempérées du continent eurasien et quelques pays d'Amérique Latine. Il est utilisé comme source d'arômes alimentaires et à des fins médicinales (**Letchamo et al., 1997**).

En Algérie, on retrouve 6 espèces différentes au sein de ce même genre : *Marrubium vulgare*, *Marrubium peregrinum*, *Marrubium supinum*, *Marrubium alyssoides*, *Marrubium alysson*, et *Marrubium deserti* de Noé : (**Quezel et Santa, 1963**).

## I.3. L'espèce *Marrubium vulgare* .L :

### 3.1. Historique :

La saveur amère de la plante donne l'explication du nom. en effet, « **marrube** » trouve son origine dans le mot hébreu « **marrob** », mar signifiant amer et rob signifiant suc. « **Marrob** » désigne une des plantes amères que les juifs utilisaient durant les fêtes de Pâques.

Toutefois, selon d'autres auteurs, le nom latin « *Marrubium* » serait dérivé de Maria urbs, une ville antique Romaine (**Nze et al., 2008**).

Dans l'Egypte Ancienne, *Marrubium vulgare* L. était déjà reconnue pour ses propriétés apaisantes contre la toux (propriétés expectorantes et mucolytiques). Les prêtres Egyptiens l'utilisaient également comme insectifuge et comme antidote contre plusieurs poisons, et lui donnaient le nom de « graine de Horus » (en référence au Dieu Egyptien du ciel et de la lumière), « sang du taureau » ou encore « oeil de l'étoile ». Le nom anglais de cette plante, « White Horehound », est dérivé du Dieu Egyptien Horus (Nze et al., 2008).

Les Grecs de l'Antiquité l'utilisaient contre les morsures de chiens enragés. Le médecin grec **Dioscoride** (40-90 apr. J.C.) la préconisait en décoction pour soigner la tuberculose, l'asthme et la toux. Elle était déjà considérée comme le spécifique des affections de l'appareil respiratoire dans l'Egypte ancienne et la Grèce antique (Nze et al., 2008).

Pour **Jean-Emmanuel Gilbert** (1741-1814) homme politique et botaniste français, le marrube blanc est considéré, dans son livre paru en 1798, "l'Histoire des plantes d'Europe", comme l'une des meilleures plantes d'Europe" (Spichiger et al., 2004).

### **3.2. Répartition géographique:**

Le Marrube blanc est une plante qui se trouve presque dans toute l'Europe, en Asie, et surtout très répandue dans toute l'aire méditerranéenne notamment au Maroc, Tunisie, Libye, Egypte et en Algérie (Ali Youssef, 2006).

C'est une espèce nitrophile on la trouve à l'état spontané dans les sites abandonnés, surtout en station chaude et ensoleillée (Volak et Stodola, 1983) l'habitat typique de cette espèce sont les incultes, les ruines, les pâturages arides, au pied des murs, en bordure des chemins et dans les terrains vagues (Rombi et Dominique, 2007).

### **3.3. Description botanique ;**

*Marrubium vulgare* L. ou marrube blanc, connue en Algérie par le nom «*Marriout*», est une espèce très répandue dans le bassin méditerranéen et utilisée pour ses vertus thérapeutiques (Djahra et al., 2013). C'est une plante herbacée vivace de 30 à 60 cm de haut ; ses tiges sont ramifiées, quadrangulaires, cotonneuses et denses ; ses feuilles sont obliques, ridées, avec des bords verts jaunâtres sur la face supérieure et blanc-vertes sur la face

inférieure ; ses fleurs sont nombreuses, blanches en contribuant au calice tubulaire, qui s'agrandit considérablement par sa partie supérieure, formant un halo membraneux autour du fruit (Quezel et Santa, 1963) .la plante dégage une odeur de thym (Schauenberg et Paris, 2005).



**Figure 02 :** Marrub blanc (*Marrubium vulgare*.L) (Danie et poiret , 2010)

### **3.3.1. Racine:**

La racine est simple, ligneuse, garnie de plusieurs fibres (Ali Youssef, 2006)

### **3.3.2. Tige:**

Les tiges du marrube blanc peuvent atteindre jusqu'à 50 cm de longueur et 7 mm de largeur ; les jeunes tiges sont recouvertes d'abondants poils duveteux blanchâtres ; les plus âgées sont gris-vert et les poils qui les recouvrent sont moins nombreux (Rombi et Robert, 2007). elles sont carrées, dressées, robustes et feuillues (Cecchini et al., 2008) , et sont dites « tétragones » ou quadrangulaires, cotonneuses, blanches et tomenteuses (Ali Youssef, 2006).

### **3.3.3. Feuille:**

Les feuilles du marrube blanc sont opposées et pétiolées, elles sont entières et un peu cordées à la base ; leur forme générale est ovale ou arrondie, ainsi elles sont feutrées, cotonneuses, et de couleur blanchâtre (Ali Youssef ,2006).les feuilles du marrube pétiolées ont un limbe mesurant 1,5-4 cm de longueur et 1-3,5 cm de largeur ; elles présentent des bords dentés à



Crénelés et sont recouvertes de poils blancs, fins et d'aspect vert-gris foncé (**Rombi et Robert, 2007**).

#### **3.3.4.Appareil reproducteur (la fleur):**

Les fleurs sont petites et forment des amas danses, axillaires, sessiles et réunies en glomérules à l'aisselle des feuilles. (**Rombi et Robert, 2007**) elles rangent de délicats verticilles au long de la tige ; blanches et dotés d'une corolle soyeuse et bilabiées, elles s'épanouissent de la mi-avril à la fin aout ( **Cecchini et al., 2008** ).

#### **3.3.5.Fruit :**

Les fruits consistent en quatre akènes lisses et glabres murissent en automne ; tout comme les fleurs, ils dégagent un parfum intense, musqué, et ont une saveur amère (**Cecchini et al ., 2008**)

---

**Figure 03** : La feuille, la racine et la fleur du marrube blanc (**Bouzourene et Bourkache, 2016**)

#### **I.4. La classification :**

La position systématique de l'espèce *M. vulgare* est comme suit (Quezel et Santa, 1963) :

**Règne** : végétal

**Embranchement** .....*Spermaphytes*

**Sous embranchement** .....*Angiospermes*

**Classe**.....*Eudicotylédones*

**Sous-classe**.....*Astérides*

**Ordre** .....*Lamiales*

**Famille** .....*Lamiacées*

**Espèce** .....*Marrubium vulgare* L.



**Figure 04:** Aspect morphologique de la plante *Marrubium vulgare*.L (fr.wikipedia.org)

### **I.5. Intérêts thérapeutiques :**

La plante *M. vulgare* est très utilisée en médecine traditionnelle dans le traitement symptomatique de la toux et lors des affections bronchiques aiguës et bénignes. c'est un expectorant des sécrétions bronchiques en cas de toux productive et est utilisée pour soulager le mal de gorge (Belhattab et al., 2006). la plante serait hypoglycémique (Roman et al., 1992) antihypertenseur (Elbardai et al., 2004), analgésique (Souza et al., 1998), anti-inflammatoire (Sahpaz et al., 1996), activité antioxydante (weel et al., 1999), anti-erdématogène (Stulzer, 2006) et de nombreuses autres activités biologiques.

En Algérie, *M. vulgare* est utilisé en médecine populaire pour traiter plusieurs maladies digestives, diarrhée, ainsi que le diabète, les rhumatismes, la bronchite aiguë ou chronique, la toux, l'asthme et d'autres infections respiratoires (Belhattab et al., 2006).

Actuellement, les recherches sur son action contre la fièvre typhoïde montrent que la plante a la capacité de faire baisser la fièvre tout en améliorant l'état général et en raccourcissant la durée de la maladie (Bremness, 2005).

### I.6. La composition chimique du *Marrubium vulgare* :

On y trouve des diterpènes amers de la série des furano labdanes et surtout des composés de lactones : marrubiine principalement et son précurseur préfuranique, la prémarrubiine, mais aussi du pérégrinol, du vulgarol, du marrubénol et du marrubiol.

Il y a également des Hétérosides flavoniques du quercétol, de la lurtéoline ou de l'apigénine, mais aussi des lactoylflavones, et quelques dérivés de l'acide ursolique.

En outre il y a des tanins spécifiques des Lamiacées et dérivés de l'acidehydroxycinnamique (juste à 7%) (Acide chlorogénique, caféique, caféylquinique, mais absence d'acide rosmarinique).

Toutefois la présence d'une faible quantité d'huiles essentielles comportant différents composés monoterpéniques (moins de 1% :  $\pm$ -pinène, camphène, lomonène) (**Wichtl et Anton, 2003**).

## Chapitre II :

### *La phytochimie et l'anatomie*

## **II.1. Etude phytochimique:**

### **Introduction :**

La phytochimie ou chimie des végétaux est la science qui étudie la structure, le métabolisme et la fonction ainsi que les méthodes d'analyse, de purification et d'extraction des substances naturelles issues des plantes. elle est indissociable d'autres disciplines telles que la pharmacognosie traitant des matières premières et des substances à potentialité médicamenteuse d'origine biologique (**Boutlelis, 2014**).

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, micro-organismes pathogènes, etc. on conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser des diverses substances pour se défendre. ces substances prennent la nomenclature des métabolites secondaires (**Kansole et al., 2009**)

### **1.1. Les Métabolites secondaires :**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, et qui remplissent des fonctions non essentielles, de sorte que leur absence n'est pas mortelle pour l'organisme, contrairement aux métabolites primaires. Ils sont divisés principalement en trois grandes familles : les polyphénols ; les terpènes ; les alcaloïdes (**Mourad et al., 2011**).

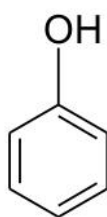
#### **1.1.1. La Classification des métabolites secondaires :**

Sur la base de leurs origines biosynthétiques, les substances phytochimiques peuvent être classées en composés phénoliques, les composés terpéniques et les composés alcaloïdiques. une classification intéressante a été proposée par (**Liu, 2004**).

##### **1.1.1.1. Les composés phénoliques :**

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, largement distribués possédant plusieurs groupements phénoliques,

avec ou non d'autres fonctions et comportant au moins 8000 structures connues différentes (Bahorun, 1998). Les polyphénols sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux. Ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les phénols simples, déchets du métabolisme végétal, sont assemblés en polyphénols comme la lignine. Les composés phénoliques définissent un ensemble de substances que l'on a appelées pendant longtemps les matières tanniques, d'une façon générale et imprécise parce qu'on ne connaissait pas, avec suffisamment de précision, la nature de ces substances (Bruneton et Barton, 1987).



**Figure 05 :** Structure principale d'un phénol (Kettoufi et Hamimed, 2020).

Les principales classes de composants phénoliques sont: les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxy cinnamique, acide chlorogénique), les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines (Tapiero et al., 2002).

**Tableau 01 :** les principales classes des polyphénols (Karkola et al., 2008).

Squelette carboné	Classes
C <sub>6</sub>	Phénols simples
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides hydroxybenzoïques
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Naphtoquinones
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Stilbènes
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Lignanes
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Tannins

### 1.1.2. Les Flavonoïdes :

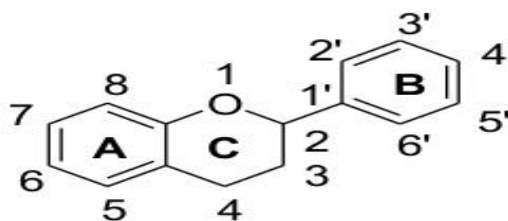
#### 1.1.2.1 Définition:

Le terme flavonoïde (de flavus, «jaune» en latin) désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux (**Havsteen, 2002**).

Les flavonoïdes jouent un rôle, dans la fertilité et la reproduction des plantes, et dans diverses réponses de défense contre les stress abiotiques (tels que la lumière ultraviolette) ou les stress biotiques (tels que les attaques de prédateurs et d'agents pathogènes). suggère qu'ils sont impliqués dans la croissance et le développement des plantes car il a été démontré qu'ils régulent le transport de l'auxine polaire. la plupart des aglycones flavonoïdes existent sous forme glycosylée dans les cellules végétales, on pense que cela les protège de la dégradation, réduit leurs effets toxiques et facilite leur transport transmembranaire en augmentant leur solubilité dans l'eau. ces composés sont présents dans les vacuoles des cellules végétales sous leur forme aglycone ou glycosylée, et dans la fraction polaire soluble. par conséquent, les flavonoïdes peuvent être facilement extraits avec des solvants polaires tels que le méthanol (**Nicolas et al., 2005**).

Dans la plante *Marrubium vulgare*, il y a plusieurs types des flavonoïdes comme le quercétol, la lutéoline, l'apigénine, des lactoylflavones, quelques dérivés de l'acide ursolique (**Wichtl & Anton, 2003**).

La structure de base des flavonoïdes est représentée à la figure 6, qui contient deux noyaux et un anneau hétérogène transportant de l'oxygène (**Djedaia, 2017**).



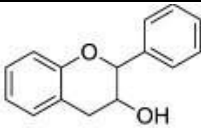
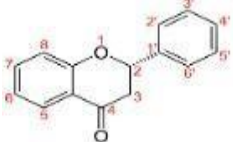
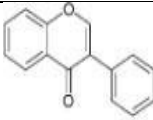
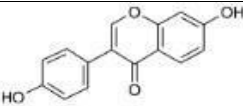
**Figure 06:** Squelette de base des flavonoïdes (**Kettoufi et Hamimed, 2020**)



### 1.1.2.2. La classification des flavonoïdes:

Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune, ils peuvent être regroupés en plusieurs classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central (**Tableau No°2**): flavones, flavonones, isoflavanes, flavanes, flavanols et anthocyanines (Škerget *et al.*, 2005).

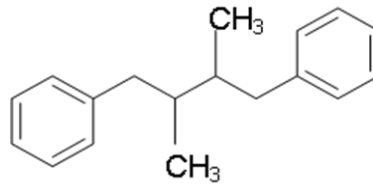
**Tableau02:** Différentes structures des flavonoïdes (Madar et Shomer, 1990)

Classe	Formule
Flavanols	
Flavanones	
Isoflavones	
Anthocyanes	

### 1.1.3. Les lignanes :

Les lignanes sont des substances polyphénoliques qui s'accumulent dans les tissus ligneux, les graines et les racines de nombreuses plantes. Ces molécules, qui pourraient être impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, sont également utiles chez l'homme.

Le terme lignane a été introduit pour décrire un groupe de dimères de phénylpropanoïdes dans lesquels les unités phényl-propanes sont liées par le carbone central (C8) de chaque chaîne propyle (Lamblin *et al.*, 2008).



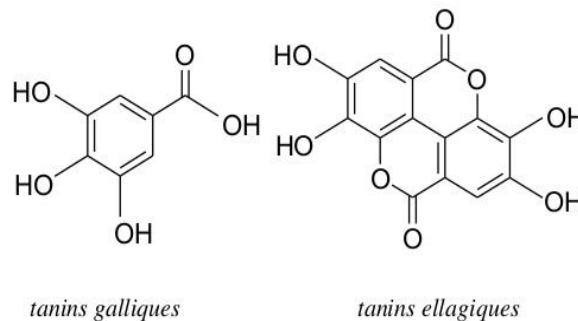
**Figure 07:** Structure des lignanes (Kettoufi et Hamimed,2020)

#### 1.1.4. Les Tanins :

Les tanins sont des substances naturelles phénoliques qui peuvent précipiter les protéines à partir de leurs solutions aqueuses ce sont des métabolites secondaires des plantes supérieures que l'on trouve dans pratiquement toutes les parties des végétaux (écorces, racines, feuilles, fruits, etc.), où ils jouent le rôle d'armes chimiques défensives contre certains parasites (Bruneton J, 2009).

On distingue :

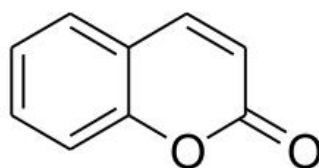
1. les tanins hydrolysables, esters d'un sucre, qui est très généralement le glucose, et de l'acide gallique 3 ou de l'acide ellagique (Wakibara et al., 2001).
2. les tanins condensés ou proanthocyanidols, non hydrolysables résultant de la polymérisation d'unités flavan-3-ols (Page et al., 1997).



**Figure 08:** Structure de base des tannins hydrolysables (Kettoufi et Hamimed, 2020).

### 1.1.5. Les Coumarines :

Sont des composés phénoliques ayant un squelette de base en C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>, généralement hydroxylés en position en 6, 7, 8. elles ont des effets différents sur le développement des plantes suivant leur concentration et selon le type d'espèce. dans la cellule végétale, elles sont principalement présentes sous forme glycosylée (**Bruneton, 1999**).



**Figure09:** Structure chimique des coumarines ( **Kettoufi et Hamimed, 2020**).

### 1.1.6. Les Saponosides:

Les saponines sont sous forme d'hétérosides à l'état naturel. les propriétés physico-chimiques les plus caractéristiques des saponines sont les modifications de la tension superficielle et le pouvoir moussant. elles sont largement répandues dans le monde végétal, ces composés assurent la défense du végétal contre l'attaque microbienne ou fongique (**Alilou, 2012**).

### 1.1.7. Les Terpénoïdes et Stéroïdes :

Le terme de terpénoïde est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène, ces composés sont majoritairement d'origine végétale. synthétisés par les plantes, organismes marins, les champignons et même les animaux (**Malecky, 2005**).

Les stéroïdes peuvent être considérés comme des triterpènes tétra cycliques ayant méthyles .Ils sont des molécules essentielles dans tous les organismes. Il s'agit de petites molécules à caractères lipidiques dont certaines seront insérées dans les membranes auxquelles elles confèrent une certaine plasticité (**Krief, 2004**).

### **1.1.8. Les anthocyanosides :**

Ce sont des pigments naturels des feuilles, des pétales et des fruits, situés dans les vacuoles des cellules, solubles dans l'eau, allant du rouge orangé au bleu pourpre dans le spectre visible. Les anthocyanosides sont présents dans un certain nombre de végétaux. Ils donnent leur couleur aussi bien aux feuilles d'automne qu'aux fruits rouges. Ils jouent un rôle important dans la pollinisation des fleurs et la dispersion des graines, ainsi que dans la protection des plantes contre les agressions du milieu (froid, lumière, ravageurs, etc (Zerhouni, 2017).

### **1.1.9. Les Alcaloïdes :**

Un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale à caractère alcalin et présentant une structure moléculaire hétérocyclique complexe (Badiaga, 2011).chez de nombreuses plantes, les alcaloïdes se localisent dans les pièces florales, les fruits ou les graines, ces substances sont trouvées concentrées dans les vacuoles (Krief, 2003).

### **1.1.10. Les Huiles Essentielles:**

Les huiles essentielles parfois appelées essences, sont des mélanges complexes de substances odorantes et volatiles. elles sont obtenues par deux procédés, soit par distillation ou entraînement à la vapeur d'eau (Bouhadjera, 2005). elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs, feuilles, des écorces, des bois, des racines, des rhizomes, des fruits, des graines (Figueredo, 2007).

Les huiles essentielles ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales et antiparasitaires d'où leur vaste utilisation dans les domaines pharmaceutique, alimentaire et cosmétique. Néanmoins, une seule huile peut avoir plusieurs utilisations à la fois (Domart et Bourneuf, 1988).

L'espèce *Marrubium* vulgare semble, comme toutes les autres espèces du genre *Marrubium* assez pauvre en huiles essentielles, qui sont caractérisées par une odeur forte et fétide avec une saveur aromatique, amère et âcre (Boudjerda et al., 2010).

## II.2. Étude anatomique :

### Introduction :

« **Histologie** » signifie étymologiquement « **science des tissus** », dérive du grec « **Histo** » signifiant « **tissus** » et « **logs** » signifiant « **science** ». l'histologie est l'étude des groupements des cellules en tissus .l'histologie végétale est la partie de la biologie végétale qui étudie la structure microscopique des tissus végétaux. Cette science fournit une structure de base pour l'étude de la physiologie (**Schaffer, 1892**).

Le concept de tissu, de derme, a été inauguré fin XVIIème / début XVIIIème par Xavier Bichât, sans microscope ; ce concept a été élaboré grâce à ses travaux de dissection anatomique. en deux siècles, de sa naissance à aujourd'hui, l'histologie a vécu trois révolutions : la révolution fondatrice issue de la microscopie optique et de la théorie cellulaire ; la révolution revivifiant engendrée par la microscopie électronique ; la révolution décisive de la biologie moléculaire. ces trois périodes cruciales dans l'histoire de cette discipline correspondent à une plongée des investigations vers des échelles d'observation de plus en plus fines correspondant en fait à des niveaux d'organisation du vivant de plus en plus élémentaires.

le mot «**Anatomie** » désigne l'acte de « couper » pour connaître les caractéristiques des structures internes examen qui a lieu généralement au niveau microscopique. lorsque l'histologie décrit la qualité des tissus, l'anatomie étudie leur place dans l'organisme ce qui permet de comprendre leur relation de développement et d'association à des niveaux hiérarchiques de plus en plus élevés jusqu'à celui de l'organe. (**Speranza et al., 2009**).

Pour pouvoir étudier la structure anatomique des organes végétaux, il est nécessaire de savoir effectuer des coupes minces et parfaitement orientées et de pratiquer différentes colorations.

L'étude histologique permet de comprendre le comportement morphologique et physiologique des espèces végétales vivantes dans un biotope naturel.

## 2.1. La technique de l'histologie végétale:

### 2.1.1. Historique:

Historiquement, les premières observations de tissus de plante sont très anciennes et remontent au XVII<sup>e</sup> siècle. Elles ont pratiquement contemporaines de la construction des premiers microscopes. les descriptions de R. Hooke dans sa célèbre *Micrographia* en 1665 établirent des faits et introduisirent des termes encore utilisés actuellement (cellules, parois, parenchyme, vaisseaux, fibres...). du point de vue de l'histoire des sciences, il est intéressant de signaler que les préparations originales de Leeuwenhoek ont été retrouvées récemment dans les archives de l'Académie royale de Londres.

Parfaitement confectionnées, minces – moins de 20 µm d'épaisseur et intactes, elles ont pu être, après plus de trois siècles, observées au microscope électronique à balayage ; elles témoignent de l'habileté et de la précision des premiers microscopistes (**Jean, 1992**).

La méthodologie de l'histologie végétal en' est pas fondamentalement différente de celle de l'histologie animale. la technique de base comporte en général une fixation des échantillons puis un durcissement ou une inclusion dans de la paraffine ou des substances plastiques, des coupes par microtomie puis des colorations soit topographiques lors qu'on recherche une vue d'ensemble, soit spécifiques lorsqu'on veut caractériser électivement certaines structures (**Jean, 1992**)

### 2.1.2. La technique de la double coloration :

Parmi les techniques de coloration de membrane cellulaire seule, une des plus utilisées et qui permet de mettre en évidence les deux types de tissus existants dans la structure histologique est la technique dite double coloration au vert d'iode – rouge carmin. (**Langeron, 1934**).

L'étude comparative de différentes coupes permet, sans aucun doute, d'élucider les stratégies adaptatives de ces espèces.

- Vert d'Iode permet de colorer les tissus lignifié
- Le carmin aluné permet de colorer les tissus cellulosesiques

## 2.2. Anatomie des coupes histologiques:

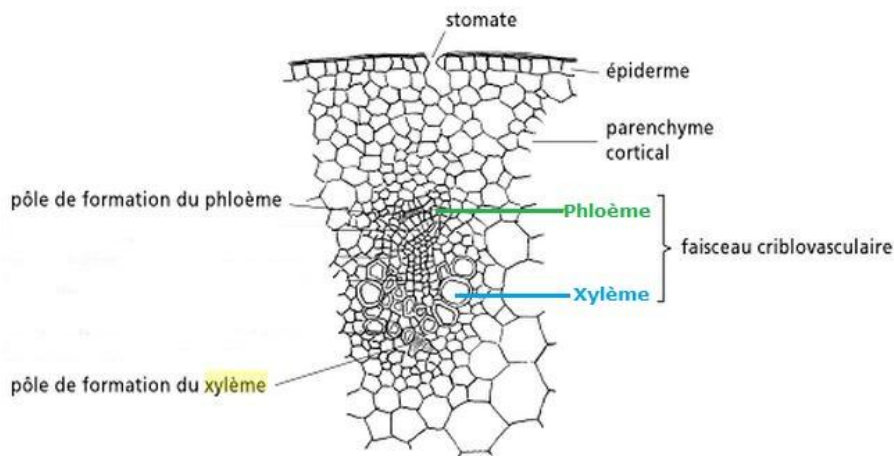
### 2.2.1. Anatomie de la tige :

**La tige** est la portion de l'axe qui est presque toujours aérienne et porte les organes verts de l'assimilation qu'on appelle les feuilles. mais souvent chez les plantes qui vivent plusieurs années (vivaces), une partie de la tige végète dans le sol et il s'y emmagasine, durant l'hiver des matières nutritives de réserve qui permettent au végétal de donner de nouvelles pousses au printemps. Il y a donc deux sortes de tiges: les tiges souterraines et les tiges aériennes. On donne le nom de souche à la portion basilaire de la tige souvent renflée, enfoncée dans le sol et d'où partent les faisceaux de racines (**Farineau et Gaudry, 2006**).

- **La structure anatomique primaire :** une coupe transversale d'une tige jeune montre l'existence de plusieurs zones :

**Épiderme :(tissu de revêtement) :** elle est formée d'une assise de cellules jointive, dépourvue de chloroplastes, dont la face externe est recouverte d'une fine cuticule pourvue de stomates (**Belbachir, 2017**).

L'épiderme constitue la couche de cellules la plus externe recouvrant la plante, son importance pour la protection des tissus internes(**Belbachir, 2017**).



**Figure 10 :** Schéma d'une coupe transversale d'une tige (**Zeghad, 2017**)

**La cuticule** : constitue un revêtement imperméable qui protège la feuille des chocs et du dessèchement (Douzet 2007).

**Collenchyme (tissu de revêtement)**: C'est le tissu de soutien des organes jeunes et en croissance, situé en général sous l'épiderme des tiges et des pétioles, caractérisé par des cellules vivantes plus ou moins allongées, dépourvues de paroi secondaires, dont les parois primaires sont épaisses par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance. on peut distinguer trois types d'épaississement :

\***Annulaire** : dépôt de cellulose uniformément réparti tout autour de la paroi

\***Angulaire** : épaississement cellulosique de la paroi au niveau des angles

\***Tangentiel** : épaississement des parois tangentielles (uniquement les parois parallèles à la surface externe) (Breuil, 2009).

**Le parenchyme (tissu fondamental)**: On appelle parenchyme ou tissu de remplissage un tissu composé de cellules vivantes souvent en relativement grand nombre qui présentent un niveau de différenciation variable. la vacuole est souvent unique et importante. Des plasmodesmes permettent une circulation symplasmique (Berthet, J. 2006)

La localisation des parenchymes au niveau des tiges (modérément à peu chlorophyllien) est :

o En position centrale = parenchyme médullaire

o En position périphérique = parenchyme cortical

**Écorce (parenchyme cortical)** : relativement réduite, composé de grandes cellules polyédriques, laissant entre elles d'importants méats, les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur (Zeghad, 2017)

**Sclérenchyme (Tissus de revêtement)**: est un tissu de soutien des organes dont l'allongement est achevé (parties de la plante qui ne sont plus en croissance). c'est un tissu constitué de



cellules allongées, mortes dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine qui confère la dureté et la rigidité à la plante. les cellules de sclérenchyme sont regroupées en fibres

scléreuses sous forme de faisceaux ou bien en sclérites sous formes des cellules présentant des formes irrégulières. Chez les végétaux pourvus d'importants tissus secondaires, le rôle de soutien est plutôt assuré par les tissus conducteurs secondaires plutôt que le collenchyme et le sclérenchyme. (Medori et al, 1980).

Chez les Angiospermes la circulation des sèves est assure par : (Xylème et Phloème).

**Xylème (tissu criblé)** : (Du grec xylon =bois) contient trois types d'éléments :

- Fibres de type trachéide qui assurent le soutien.
- Des cellules de parenchyme et des vaisseaux qui assurent la conduction.
- Les cellules parenchymateuses bordent des vaisseaux assurent la sécrétion des ions dans le xylème (Belbachir, 2017).

**Phloème (tissu ligneux)**:le phloème, ou liber, conduit la sève élaborée, qui est solution de substances organiques riches en glucides, des feuilles vers les autres organes (colorées en rose) (Douzet, 2007)

**Les poils** : les poils sont des filets plus ou moins fins, plus ou moins déliés, qu'on observe sur toutes les parties des plantes, et qui varient en nombre, en grandeur et en dureté, à toutes les époques de la végétation. Les jeunes tiges et les feuilles naissantes ont imberbes, tandis que les mêmes plantes adultes sont velues ; et à l'époque dernière de la caducité végétale, les poils disparaissent. Les poils varient de forme dans toutes les espèces de plantes, et souvent dans les diverses parties d'une même plante (Mansouri et Bousbia, 2018).

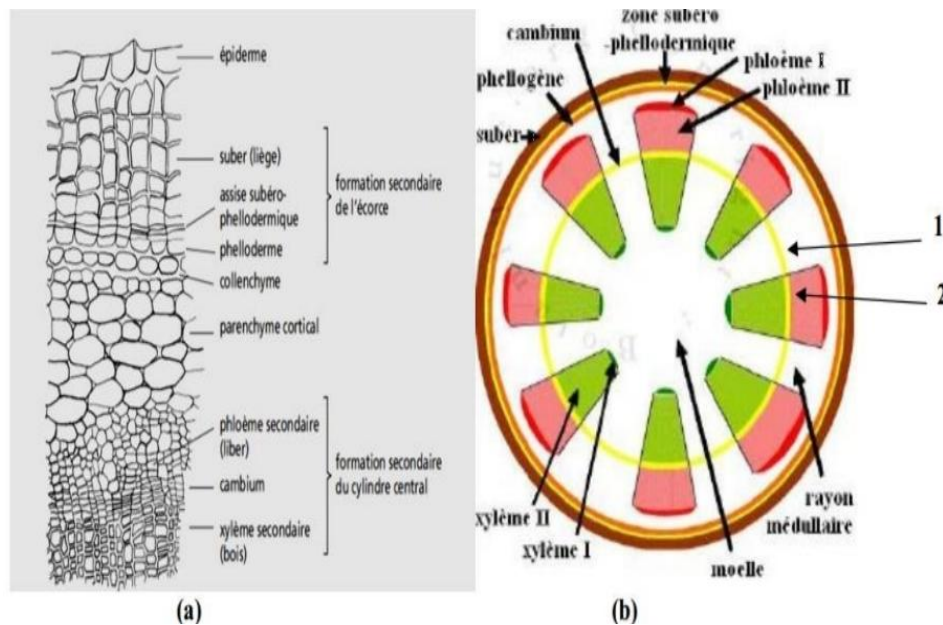
**La moelle** : de la tige est remplie par le parenchyme médullaire, c'est un tissu parenchymateux à meats celluloses, caractérisé par une croissance en diameter très importantes.(Belbachir, 2017) .

- **La structure anatomique secondaire** :

Les structures secondaires sont l'expression d'une croissance en largeur des tiges, qui sont absentes chez les monocotylédones et principalement présentes chez les dicotylédones (Zeghad, 2017).

Chez la plupart des dicotylédones, la structure primaire est ensuite complétée par la formation des structures secondaires dues à la fonction de deux nouveaux méristèmes:

- La zone génératrice libéro-ligneuse: qui produit les tissus conducteurs secondaires (L'activité initiale du cambium à repris. d'une part, entre les faisceaux, les cellules du cambium se divisent pour former des cellules de parenchyme disposées radialement, vers le centre et l'extérieur de la tige. en touffe, en revanche, l'activité du cambium entraîne : la formation de xylème secondaire (bois) avec des cellules disposées radialement au centre de la tige. la formation du phloème secondaire (liber) avec cellules disposées radialement vers l'extérieur de la tige ).
- le phellogène ou zone génératrice subéro-phellogénique: qui donne naissance aux tissus protecteurs secondaires (l'apparition de phellogène qui donnera le suber vers l'extérieur et le phellogène vers l'intérieur) (Lahouari, 2020).



**Figure 11** : (a): Schéma d'une coupe transversale d'une tige âgée, une partie (b) coupe entière (Bouزيد, 2018).

### 2.2.2. Anatomique de la feuille :

**La feuille** est un membre porté par la tige au nœud et ordinairement aplati perpendiculairement à l'axe de la tige. elle n'est divisible en deux moitiés symétriques ou du moins similaires, que par un seul plan passant par l'axe de la tige; elle est bilatérale. son côté inférieur, externe ou dorsal, diffère plus ou moins de sa face supérieure, interne ou ventrale ; elle est donc aussi dorsiventrals.(Mansouri et Bousbia, 2018).

La feuille est composée d'un épiderme, d'un tissu vert appelé mésophylle et de nervures comprenant les faisceaux vasculaires(Zeghad, 2017).

- **La structure anatomique primaire :** une coupe transversale d'une feuille (jeune) montre l'existence de plusieurs zones :

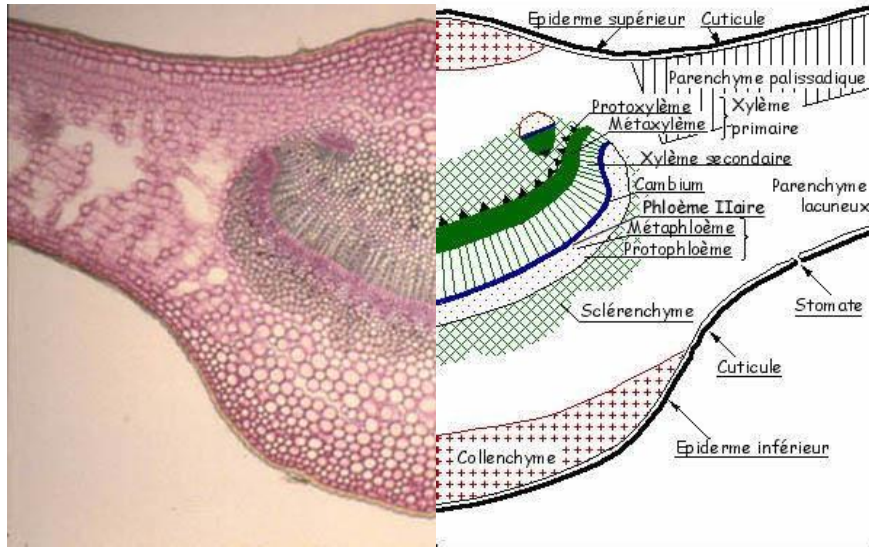
**Épidermes (supérieur et inférieur):** recouverts de cuticule , substance cireuse qui est imperméable à l'eau et à l'air, l'épiderme est parsemé de stomates permettant les échanges gazeux. (Zeghad, 2017).

**Mésophylle :**tissu fondamental effectue la photosynthèse, formé de **parenchyma palissadique** (riche en chloroplastes) et de **parenchyme lacuneux** (pauvre en chloroplastes). (Zeghad, 2017)

**Nervures (faisceaux cribrovasculaires):**dans les feuilles, les tissus conducteurs sont organisés en nervures, composés d'un ou plusieurs faisceaux libéro ligneux **superposés**. Le phloème est tourné vers le bas, et le xylème vers le haut. (Zeghad, 2017).

- **La structure anatomique secondaire :** Chez la plupart des dicotylédones, la structure primaire est ensuite complétée par la formation des structures secondaires :
  - Les nervures secondaires, à cause de l'angle qu'elles forment avec la nervure principale, sont souvent coupées obliquement.

- Les nervures présentent des formations secondaires et des faisceaux de talle inégale. formés de xylème II et de phloème II (Lahouari, 2020).



**Figure 12 :** Coupe transversale d'un limbe d'une feuille dicotylédone (zeghad, 2017).

### 2.2.3. Étude anatomique de la racine :

**La racine** est la partie souterraine de la plante, spécialisée dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux et dans la fixation de la plante au sol. des coupes effectuées au niveau d'une racine permettent de distinguer deux zones concentriques : **écorce** et **cylindre central (stèle)** dont l'écorce est légèrement supérieure au cylindre central (Zeghad, 2017) .

- **La structure anatomique primaire :** une coupe transversale d'une jeune racine montre l'existence de plusieurs zones :

**Écorce :** cette partie est constituée du rhizoderme (assise pilifère) qui porte d'abord les poils absorbants (prolongements des cellules rhizodermique) de la racine et du **parenchyme cortical** formé de cellules laissant entre elle d'importants méats.

**Endoderme :** une assise cellulaire la plus profonde formée de cellules étroitement jointives entourant le péricycle. Les parois tangentielles externes et internes de ces cellules sont cellulósiques, tandis que les autres possèdent une bande imprégnée de subérine, voire de

lignine, appelée **cadre de caspary** qui joue un rôle important dans la régulation de flux de substances entre l'écorce et les tissus conducteurs (Zeghad, 2017).

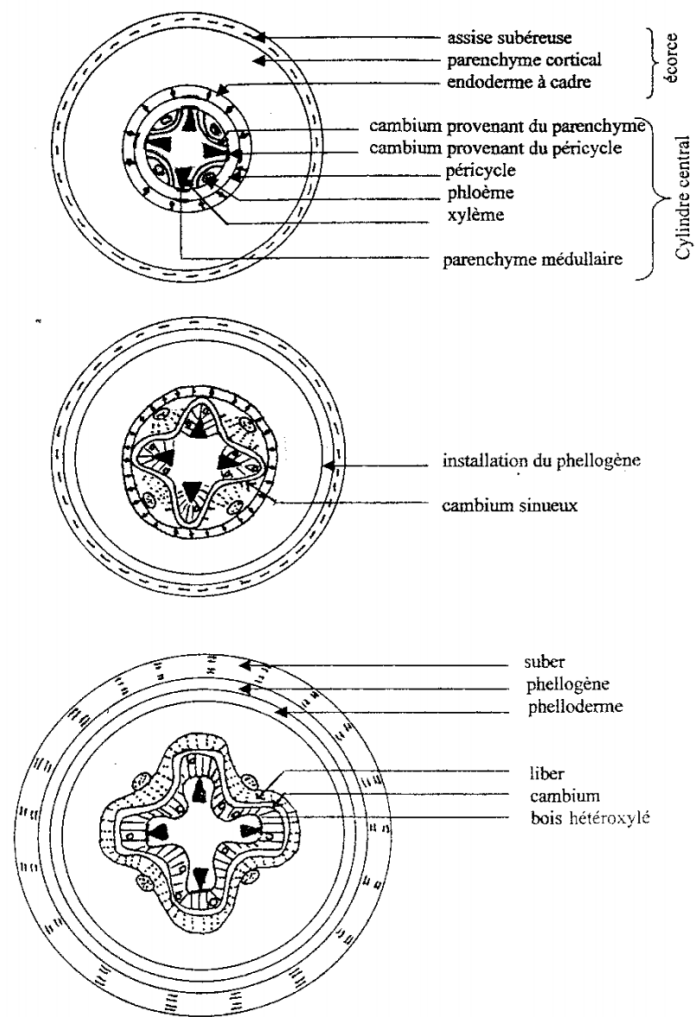
**Péricycle** : une couche de cellules jointives à paroi mince, à partir de laquelle vont se former les ramifications de la racine (Belbachir, 2017).

**Le cylindre central (la stèle)**: situé dans le centre de la racine protégé par une assise de cellules : l'endoderme. Il est limité par une couche mince de parenchyme aux cellules jointives et aux parois minces, le péricycle (Belbachir, 2017).

- **Structure anatomique secondaire :**

Cette structure caractérise les organes âgés des Angiospermes Dicotylédones. les faisceaux de xylème et de phloème étant **alternes**, le cambium apparaît sous forme **d'arcs à la face interne du phloème**, par **dédifférenciation** (retour des cellules ou des tissus à un état moins différencié, plus proche de l'état embryonnaire) **du parenchyme médullaire, et à la face externe du xylème par dédifférenciation du péricycle**. Ils se raccordent pour former un cambium sinueux qui produit du bois (xylème secondaire) vers l'intérieur et du liber (phloème secondaire) vers l'extérieur. la formation importante des tissus conducteurs secondaires entraîne une pression sur le cambium sinueux qui devient circulaire. cambium, bois et liber constituent le **pachyte**.

L'installation du phellogène (assise subéro-phéllodermique) est plus tardive par rapport au cambium. Il est située vers la périphérie de la racine, crée quant à lui une couche externe de suber (liège) ainsi qu'une couche interne de phelloderme, toutes les deux assurent la protection de la racine.



**Figure 13 :** Structure anatomique secondaire d'une racine dicotylédone (Zeghad, 2017).

*Partie 2:*  
*Étude expérimentale*

*Chapitre III :*  
*Matériel et méthodes*



Ce travail porte sur une étude phytochimique des différentes préparations de la partie aérienne du *Marrubium vulgare* (feuilles) et une étude anatomique dans la deuxième partie.

## **I- Matériel utilisés :**

### **1. Sur terrain :**

- Ciseaux
- Sécateur
- Pioche cantonnier

### **2. Sur laboratoire :**

Le matériel et les produits utilisés au laboratoire sont donnés par les deux **tableaux 03 et 04.**

**Tableau 03 :** Les différents réactifs utilisés dans l'étude phytochimique.

<b>Fournisseur</b>	<b>Réactif</b>	<b>Formule chimique</b>
<b>SIGMA-ALDRICH<sup>R</sup></b>	Chloroforme	CHCl <sub>3</sub>
	Anhydride Acétique	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>
<b>Riedel-de Haën<sup>TM</sup></b>	Acide Sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	Hydroxide de potassium	KOH
	Hydroxide de sodium	NaOH
<b>Biochem<sup>R</sup></b>	Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
	Ammonium hydroxide	NH <sub>4</sub> OH
	Acétate d'éthyle	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
<b>GPR RECTAPUR<sup>®</sup></b>	Méthanol	CH <sub>3</sub> OH
<b>EMSURE<sup>®</sup></b>	Ether de pétrole	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
<b>Panreac<sup>®</sup></b>	Chlorure ferrique	FeCl <sub>3</sub>

**Tableau 04 :** Le Matériel utilisée en laboratoire.

Etude phytochimique	Etude anatomiques
▪ Balance de précision	▪ Des lames de rasoirs
▪ Bécher de (400 ml ,200ml)	▪ verres de montre
▪ Éprouvettes de (5ml, 25ml)	▪ Des lames (porte objets)
▪ Propipette et pipette graduée de 5 ml	▪ Des lamelles (couvre objets)
▪ Les tubes à essai	▪ Des seringues de 5 ml
▪ Erlenmeyer de 500ml	▪ Une pince fine et un chiffon
▪ Spatule	▪ Bécher de 200 ml
▪ Entonnoir	▪ Un microscope optique à grossissement multiple
▪ Papier filtre à plat, standard (150 mm)	▪ Appareil photo
▪ Papier aluminium	
▪ Étuve (type de Memmert)	
▪ Broyeur (type Ikamf10)	
▪ Évaporateur rotatif (type de Heidolph)	

### **3. Matériel végétal :**

#### **3.1. Provenance du matériel végétal :**

L'espèce étudiée est *Marrubium vulgare*. L., qui appartient à la famille des lamiacées. c'est une espèce vivace très rustique et peu exigeante en eau et dotée d'un feuillage aromatique. des spécimens de cette espèce ont été prélevés au hasard en mois de février 14/02/2023 dans la région de Sidi Mammarr (Commune Ain El Hdjar-SAIDA). ensuite les échantillons ont été conservés au niveau du laboratoire



**Photo 01 :** Echantillonnage de l'espèce *Marrubium vulgare*

### 3.2. Préparation du Matériel végétal :

Les feuilles de *Marrubium vulgare* L. connu par sa richesse en substances actives ont servi pour l'étude phytochimique. Pour cela, nous avons procédé à la défoliation des parties aériennes du matériel végétal récolté. Après, nous avons effectué le tri, le nettoyage et le séchage à l'étuve des feuilles seines et complètes pour le broyage.

Pour l'étude anatomique, nous avons travaillé sur les organes végétatifs aériens et souterrains de *Marrubium vulgare* L. Pour cela, des coupes très fines ont été réalisées sur des feuilles, tiges et racines fraîchement récoltés.

### 3.3. Séchage et broyage des feuilles :

Les feuilles sont soumises à un rinçage à l'eau de robinet pour éliminer les impuretés puis séché à l'étuve de laboratoire de type Memmert pendant 2 jours à une température de 80°C dans le but d'enlever l'eau qu'elle renferme et d'empêcher la contamination ou le développement des champignons à cause du taux d'humidité élevé. une fois séchées, les feuilles sont soumises à un broyage à l'aide d'un broyeur de type Ika mf10, afin d'obtenir une poudre prête à l'emploi. La poudre obtenue est conservée à l'ombre pour les expérimentations.



Feuilles séchées

Feuilles broyées (poudre)

**Photo 02** : les feuilles du *Marrubium vulgare* (sèches et broyées)

## II. Méthodes :

### 1. La partie du phytochimie :

#### 1.1. Principe et méthode d'extraction :

L'extraction des principes actifs est effectuée par macération, qui est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. Elle se fait à température ambiante et sous agitation magnétique. Elle est utilisée couramment dans l'extraction des flavonoïdes, des tanins, des terpènes... (Lumbu *et al.*, 2005).



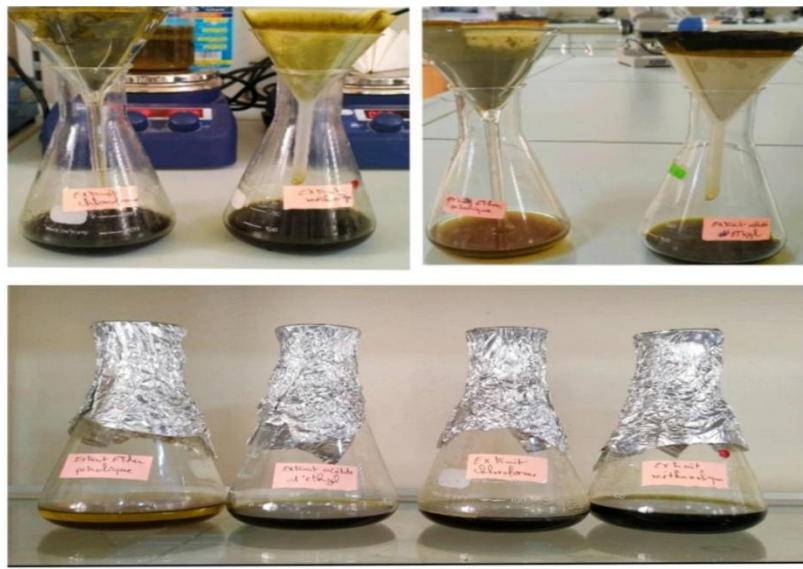
**Photo 03 :** La macération des extraits sous agitation magnétique.

#### 1.2. Préparation des extraits :

Pratiquement, la méthode utilisée c'est la macération de 10 g du matériel végétal dans 100 ml de chaque solvant de polarité croissante. Les solvants utilisés sont : Ether de pétrole, Chloroforme, Acétate d'éthyle et le méthanol. Les extraits obtenus ont été désignés : EP (Extrait éther pétrolique), CHCl<sub>3</sub> (Extrait chloroformique), EtOAc (Extrait d'acétate d'éthyle) et MeOH (Extrait méthanolique).

Les mélanges ainsi obtenus sont soumis à une agitation de 720 fois/min, à l'aide d'un agitateur magnétique de type Rslab-11C, pendant 24 h à une température ambiante et à l'abri de la lumière afin d'éviter les phénomènes d'oxydation et l'agitation permet le maintien des particules en suspension et l'homogénéité des milieux.

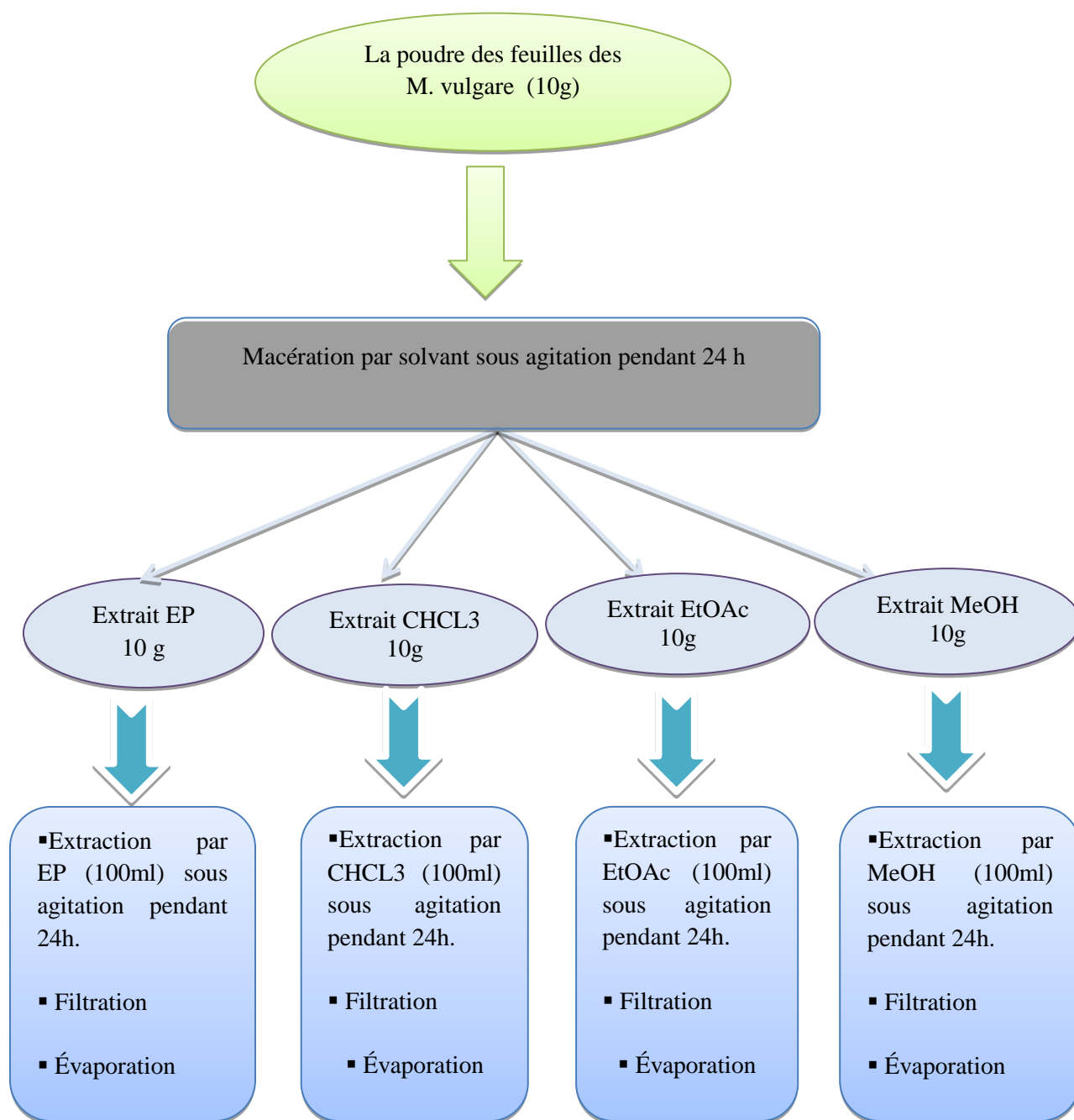
Après cette étape vient le processus de filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre et la récupération du filtrat. Les extraits bruts sont obtenus après une évaporation à sec du filtrat dans un rotavapor, selon le protocole décrit dans la figure 14.



**Photo 04 :** Les extraits avant et après la filtration



**photo 05 :** Rotavapor utilisé pour obtenir l'extrait brut de *M. vulgare*



**Figure 14 :** Schéma résumant les étapes de l'extraction des feuilles *Marrubium vulgare* par les solvants organiques

### 1.3. Analyse qualitative des groupes phytochimiques :

Les screening phytochimiques représente l'ensemble des techniques qualitatives permettant la détermination des différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques .les groupes phytochimiques sont nombreux ,mais les principaux sont les polyphénols totaux y compris les anthocyanes, les flavonoïdes, les tannins ,les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les stérols, les stéroïdes et les terpènes (**Bruneton, 2009**).

Les extraits (éther pétrolique, chloroformique, méthanolique, d'acétate d'éthyle) ont été soumis à divers tests phytochimiques en vue de mettre en évidence les grands groupes chimiques contenus dans ces extraits, en utilisant la méthode standard basée sur des réactions de précipitation et de coloration. à cet effet, plusieurs types de réactifs ont été utilisés dans cette étude (**Houmènou et al., 2018**).

a) Test de flavonoïdes :

Traitement d'extrait par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, l'observation de la couleur orange indique la présence des flavonoïdes (**Shahid et al., 2009**).

b) Test des tanins :

10 ml d'extrait + quelques gouttes du réactif FeCl<sub>3</sub>, puis l'observation de la formation d'un précipité bleu noir indique la présence des tanins ( **Saroj, K et al., 2011**).

c) Test des coumarines :

1 ml d'extrait + 1 ml de la solution KOH en éthanol, l'observation du précipité indique la présence des coumarines (**Saroj et al., 2011 ; Swrdhini et al., 2011**).

d) Test des saponosides :(Test de mousse)

9 ml d'eau distillé + 1ml d'extrait, puis Secoué vigoureusement, l'apparence d'une mousse stable indique la présence des saponines (la formation d'une mousse persistance)(**Saroj et al., 2011 ; Vaghasiya et al., 2011**).

e) Test des terpénoïdes :

2 ml d'extrait + 1 ml du chloroforme + quelques gouttes de l'anhydride acétique + quelque goutte de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré additionné sur les parois du tube de test, puis l'observation de la couleur rouge – marron indique la présence des terpènes (Saroj *et al.*, 2011).

f) Test des Stéroïdes :

Traitement de 1ml d'extrait par 1 ml d'éthanol et quelque gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> puis l'observation de la couleur bleu violet ou une couleur verte (Sahoo *et al.*, 2001; Thmaraiselvi *et al.*, 2012).

g) Test des Anthocyanosides :

1ml d'extrait est traité par 1 ml NaOH, puis l'observation d'une couleur bleu vert (Janat *et al.*, 2008 ; Thmaraiselvi *et al.*, 2012).

**1.4. Paramètres d'évaluation :**a) Le rendement de l'extrait brut :

Le rendement de l'extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé via l'équation :

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

**R (%) :** rendement en pourcentage.

**M :** masse en gramme de l'extrait sec.

**M<sub>0</sub> :** masse en gramme du matériel végétal.

b) Evaluation qualitative des tests phytochimiques :

Les résultats des réactions observées au moment des différents tests effectués sont évalués comme suit :

+++ : Fortement positif ; ++ : Moyennement positif ; + : Faiblement positif ; - : Négatif.



## **II / Etude anatomique :**

### **1. Mode opératoire :**

Le principe de la coloration des coupes histologique obtenue repose sur les étapes suivantes :

#### **1.1. Préparation des coupes anatomiques :**

La confection des coupes minces est une étape essentielle, pour bien déterminer les différents tissus , et pour obtenir des bonnes coupes il faut choisir les meilleures parties dans les échantillons à étudiées, après on effectue des coupes minces transversales, avec une lame de rasoir (coupe à main levée) neuve au niveau de la feuille, la tige et la racine de *Marrubum vulgare*, on les plonge dans l'eau distillée quelques instants , puis les coupes les plus fines sont sélectionnées à l'aide d'une pince pour les colorées plus tard .

#### **1.2. La double coloration des coupes :**

C'est une technique chimique car la manipulation est basée sur l'utilisation des produits chimiques pour la destruction des contenus cellulaire, et les colorants pour la détermination des différents tissus constituants.

- Le vert de méthyle permet de colorer les tissus lignifié.
- Le rouge Congo permet de colorer les tissus cellulosesiques.

#### **➤La technique :**

Les coupes ainsi obtenues sont :

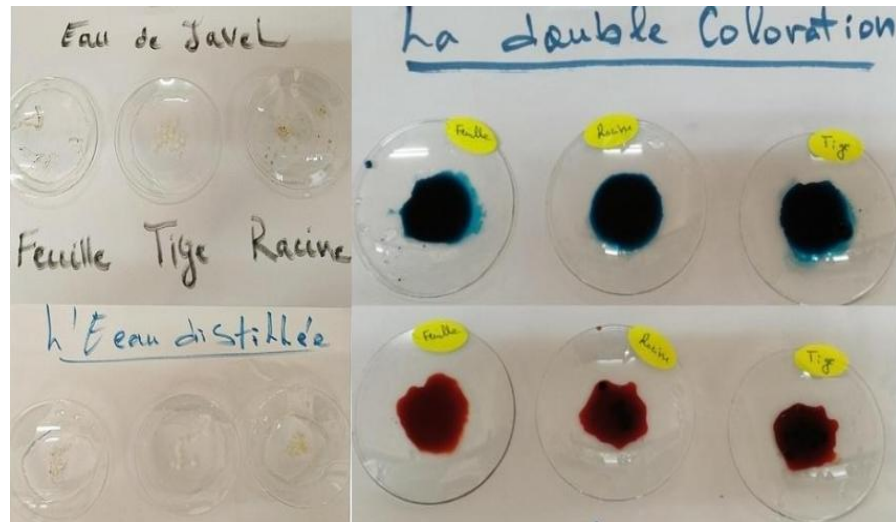
- Trempées pendant 10 à 20 mn dans l'hypochlorite de Sodium (eau de javel) afin de détruire le contenu cellulaire et blanchir les membranes.

- Rincées avec de l'eau distillée trois fois pour éliminer l'eau de javel.

- Traitées par l'acétone pendant 5 minutes pour la fixation de la coloration.

- Trempées dans le vert de méthyle pendant 5 minutes pour colorer les tissus lignifiés.

- Rincées soigneusement avec l'eau distillée afin d'en éliminer l'excès du colorant.
- Trempées dans rouge Congo pendant 20 minutes pour colorer les tissus celluloseux.
- Rincées soigneusement dans l'eau distillée.

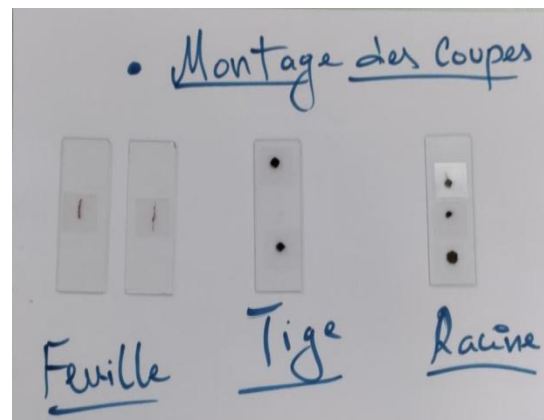


**Photo 06** : Les différentes étapes d'histologie

**1.3. Montage et observation des coupes** : Nous avons choisis les coupes les plus fines pour les monter avec une goutte d'eau distillée entre lame et lamelle, enfin les observées au microscope optique avec des différents grossissements.



**Photo 07**: microscope optique



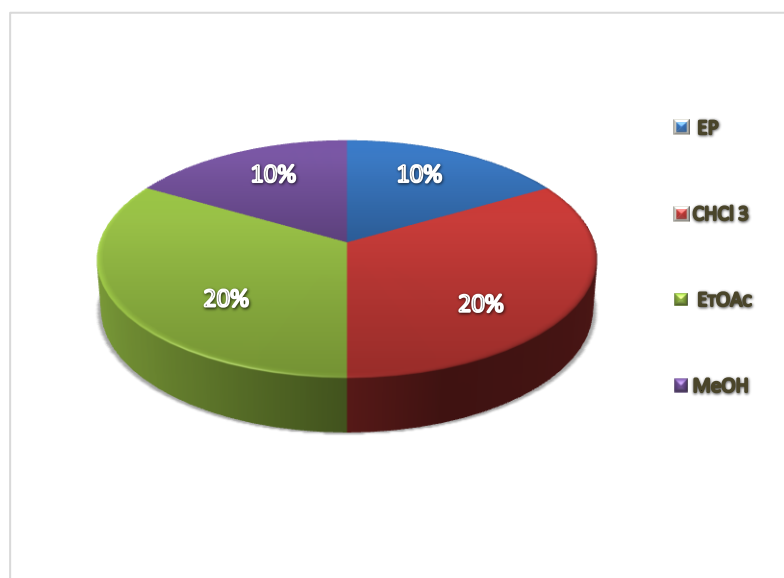
**Photo 08** : le montage des coupes

*Chapitre IV*  
*Résultats et discussions*

## I- Etude phytochimique :

### 1. Rendement d'extraction :

Le résultat des rendements obtenus des extractions successives est détaillé dans la **figure 15**.



**Figure 15 :** Rendement d'extraction obtenue pour les différents extraits.

Ces résultats montrent que le rendement des deux extraits éther de pétrole et méthanolique est de 10% chacun. Ce rendement est le double pour les deux extraits acétate d'éthyle et chloroformique qui enregistre un rendement de 20%.

### 2. Screening phytochimique :

Les tests phytochimiques sont réalisés sur les extraits de la partie aérienne (feuille) de *Marrubium vulgare*, préparés dans différents solvants (éther de pétrole, chloroforme, Acétate d'éthyle, Méthanol) par le mode de préparation (macération) et par des techniques de caractérisation qualitative. Les résultats obtenus sont présentés dans le **Tableau05 et 06**.

**Tableau 05** : Résultats de screening phytochimique.

Extraits	Groupeschimiques						
	Flavonoïdes	Tanins	Coumarines	Saponines	Anthocyanines	Stéroïdes	Terpènes
<b>EP</b>	++	+++	++	+++	-	+	++
<b>CHCl<sub>3</sub></b>	-	++	+++	++	++	+++	-
<b>EtOAc</b>	-	-	-	-	++	++	+
<b>MeOH</b>	+++	-	+	+	+++	+++	++

Les résultats obtenus ont été évalués comme suit : +++ : Fortement positif ; ++ Moyennement positif ; + : Faiblement Positif ; - : Négatif.

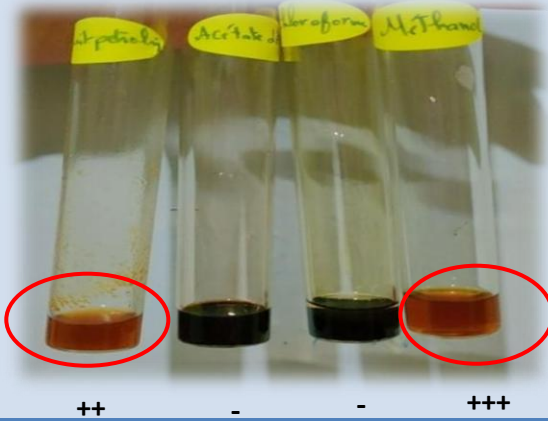

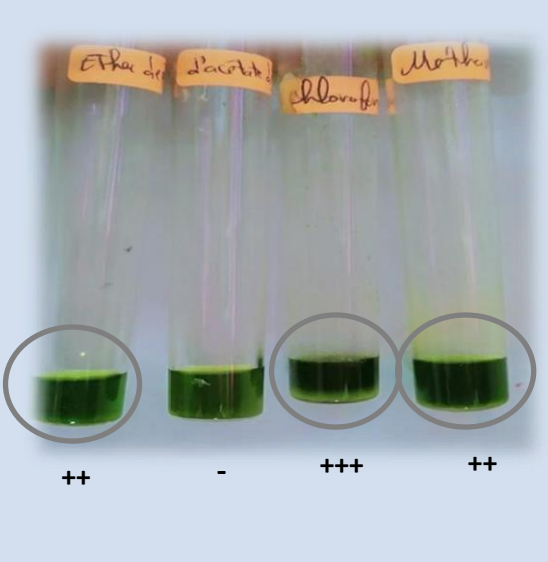
Selon les résultats obtenus, la plante *Marrubium vulgare* se caractérise par la présence de plusieurs métabolites secondaires, à savoir : les saponines, les flavonoïdes, les tanins et les composés phénoliques.

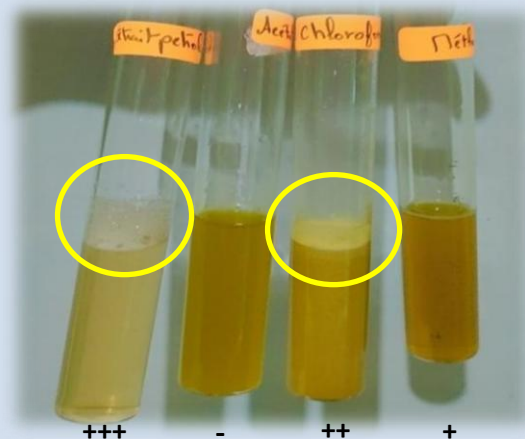
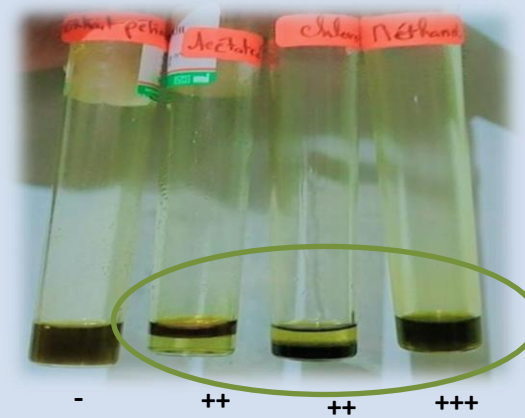
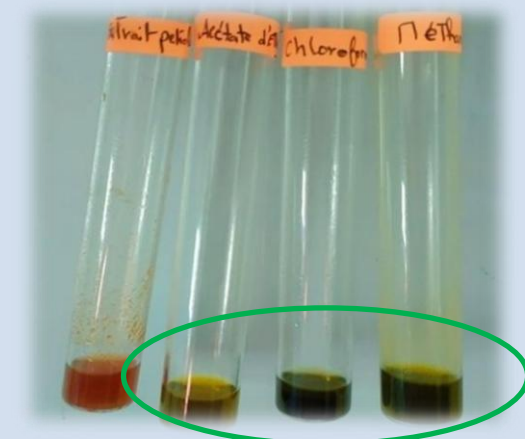
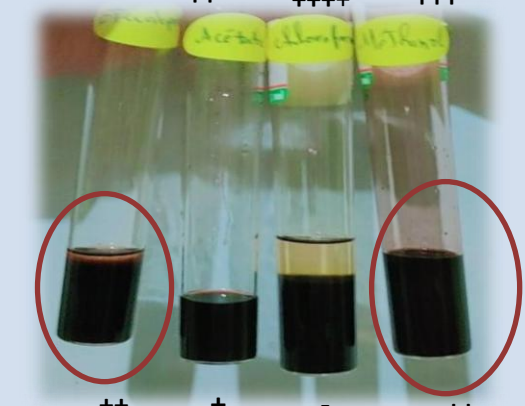
L'investigation a montré que les réactions ont été positives avec quasiment tous les composés recherchés, bien qu'on note la richesse des feuilles de *Marrubium vulgare* en Flavonoïdes, Tanins, Coumarines, Anthocyanines, Saponines et les stéroïdes. Toutefois, ces feuilles sont moins riches en Terpènes.

Les tanins, Coumarines et Saponines sont très présents dans les extraits éther de pétrole et chloroforme (réactions fortement à moyennement positives). Les Anthocyanines et les Stéroïdes sont très présents dans les extraits Chloroforme, acétate d'éthyle et méthanolique. Les flavonoides sont très présents dans l'extrait méthanolique. Les Terpènes sont moyennement présents dans les extraits éther de pétrole et méthanolique, faiblement présents dans l'extrait acétate d'éthyle et absents dans l'extrait chloroformique.

D'autre part, on remarque que l'extrait acétate d'éthyle est le plus pauvre en métabolites secondaires. Il contient des quantités modérées d'Anthocyanines, Stéroïdes et Tèrpenes, alors qu'il est dépourvu de Flavonoïdes, Tanins, Coumarines et Saponines.

**Tableau 06:** Résultats de tests phyto-chimiques effectués sur les feuilles de *Marrubium vulgare.L.*

Les tests phytochimiques secondaires		Résultats
Métabolites secondaires	Réactifs	
Flavonoïdes	<p><b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> (Observation de la couleur orange )</p>	 <p>++      -      -      +++</p>
Tanins	<p><b>FeCl<sub>3</sub></b> (Observation d'un précipité bleu noir)</p>	 <p>+++    ++      -      -</p>
Coumarines	<p><b>KOH + Ethanol</b> (l'apparence du précipité)</p>	 <p>++      -      +++      ++</p>

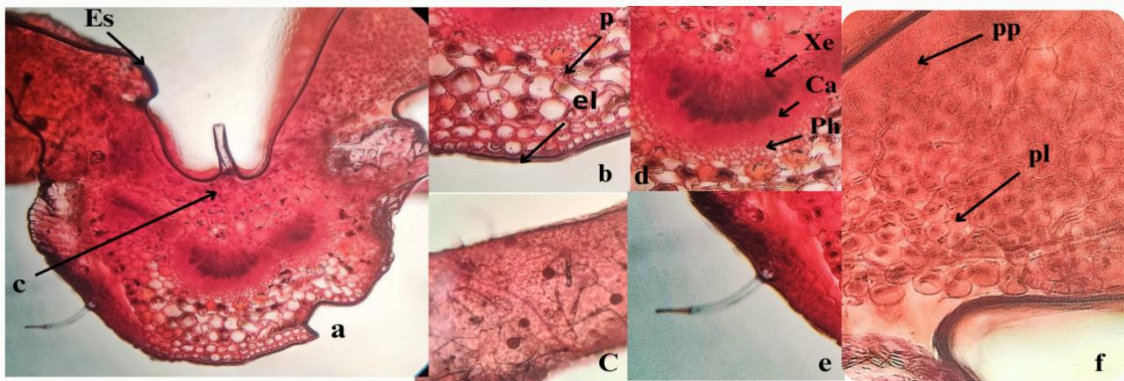
<p><b>Saponines</b></p>	<p><b>Indicedemousse</b></p>	
<p><b>Anthocyanines</b></p>	<p><b>NaOH</b> (observation d'une couleur bleu vert)</p>	
<p><b>Stéroïdes</b></p>	<p><b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Ethanol</b> (Observation de la couleur verte)</p>	
<p><b>Terpènes</b></p>	<p><b>CHCl<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> + <b>l'andhydride acétique</b> (Observation de la couleur rouge-marron)</p>	

## II. Etude histologique :

### a) La feuille :

La figure 16 illustre la structure anatomique de la feuille de *Marrubium vulgare*. D'après cette figure, on constate que la feuille de *Marrubium vulgare* comprend les tissus suivant :

- Epiderme inférieur
- Parenchyme à méat
- Faisceaux d'xylème et du phloème
- Mésophylle (Parenchyme palissadique et lacuneux)
- Poils sécréteurs
- Epiderme supérieur



**a** : Vue générale à l'agrandissement (4×10) ; **b** : parenchyme et épiderme inférieure (10×10) ; **c** : vu générale du mésophylle à l'agrandissement (10×10) ; **d** : la nervure centrale (10×10) ; **e** : poils sécréteur (40×10) ; **f** : limbe (parenchyme palissadique et parenchyme lacuneux) (40×10) .

**Es**:épiderme supérieure ; **c**:collenchyme ; **p**:parenchyme ; **el** : épiderme inférieure ; **Xe**: xylème ; **Ca**: cambium ; **ph**: phloème ; **pp**: parenchyme palissadique ; **pl** : parenchyme lacuneux.

### Figure 16: Anatomie de la feuille de *Marrubium vulgare*.

#### ➤ Au faible grossissement (4×10) nous observons (figure 16-a) :

Nous observons deux parties étalées qui correspondent au limbe et une partie renflée représentant la nervure principale, ce qui permet de conclure que la symétrie est **bilatérale**. Cette feuille est enveloppée d'un épiderme inférieur et supérieur recouverts de cuticule.

#### ➤ Au fort Grossissement (10×10 et 40×10) nous observons (fig 16 -b-c-d-e-f) :

Nous observons de l'extérieure vers l'intérieur,

- **Au niveau de la nervure centrale**, les deux **épidermes supérieurs et inférieurs**, formés de cellules rectangulaires et arrondies contiguës à parois minces, et recouverts d'une fine



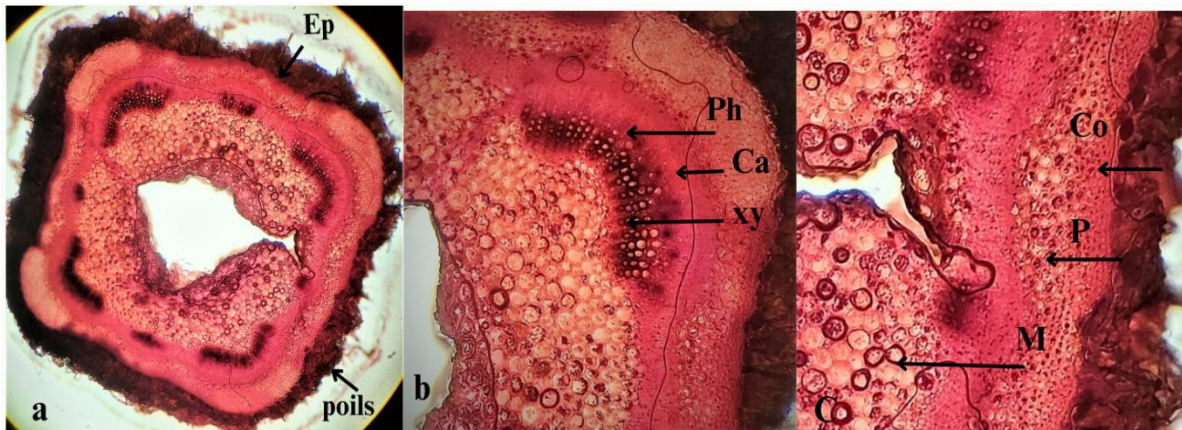
cuticule. Nous avons observé aussi **le poil sécréteur** c'est un type de tissu sécréteur externe qui se trouve sur l'épiderme et joue un rôle important dans la synthèse et la sécrétion de certaines substances, la protection et le stockage (figure 16-e). entre ces deux épidermes se trouve le collenchyme rond, occupant ainsi une plus grande surface dans la partie supérieure de la nervure (figures 16 a-b).et aussi **un parenchyme cortical** avec des espaces intercellulaires, riche en chloroplastes, et constitué de plusieurs couches de cellules plus ou moins arrondies à parois minces se trouve juste en dessous (figure 16-b).Au milieu de la nervure principale se trouve un grand faisceau cribro-vasculaire constituées d'un ou plusieurs **faisceaux de xylème** interne et **de phloème** externe, entourés de tissus de soutien (figure 16-d).

- **Au niveau du limbe**, les tissus photosynthétiques sont compris entre les deux épidermes et sont appelés tissus de **mésophylle (hétérogène)** (figure 16-c). , le tissu photosynthétique supérieur est constitué d'une à trois couches formant le parenchyme palissadique (riche en chloroplastes) et en dessous se trouve le parenchyme lacuneux (spongieux et pauvre en chloroplastes), ainsi nommé à cause de la présence de nombreux méats aériens entre les cellules (figure 16-f).

### **b ) Anatomie de la tige :**

**La figure17** illustre l'anatomie de la tige de *Marrubium vulgare*. Cette figure montre que cette tige est de forme carré et se compose des tissus suivant qui se succède de l'extérieur vers l'intérieur :

- Epiderme
- Parenchyme cortical
- Collenchyme
- Xylème et Phloème
- Cambium
- Moelle
- Poils



**a:** Vue générale à l'agrandissement (4×10) ; **b:** faisceaux conducteur à l'agrandissement (10×10) ; **C:** Vue générale d'écorce à l'agrandissement (40×10)

**Ep :** épiderme ; **Ph :** phloème ; **Ca :** cambium ; **Xy :** xylème ; **Co :** collenchyme ; **P :** parenchyme ; **M :** moelle

### Figure17 : Anatomie de la tige de *Marrubium vulgare*

#### ➤ Au faible Grossissement (4×10) nous observons (fig. 17-a) :

La section transversale de la tige du *Marrubium vulgare* est **quadrangulaire**, elle a une partie corticale à l'extérieur avec un **épiderme** formé par une seule couche de cellules arrondies (figure 17-a) avec un grand nombre de poils tecteurs et sécréteurs allongés vers l'extérieur qui jouent un rôle dans la protection de la plante notamment contre la dessiccation, et une partie centrale renfermant les faisceaux libéro-ligneux aux quatre coins formant un seul cercle et une grande moelle.

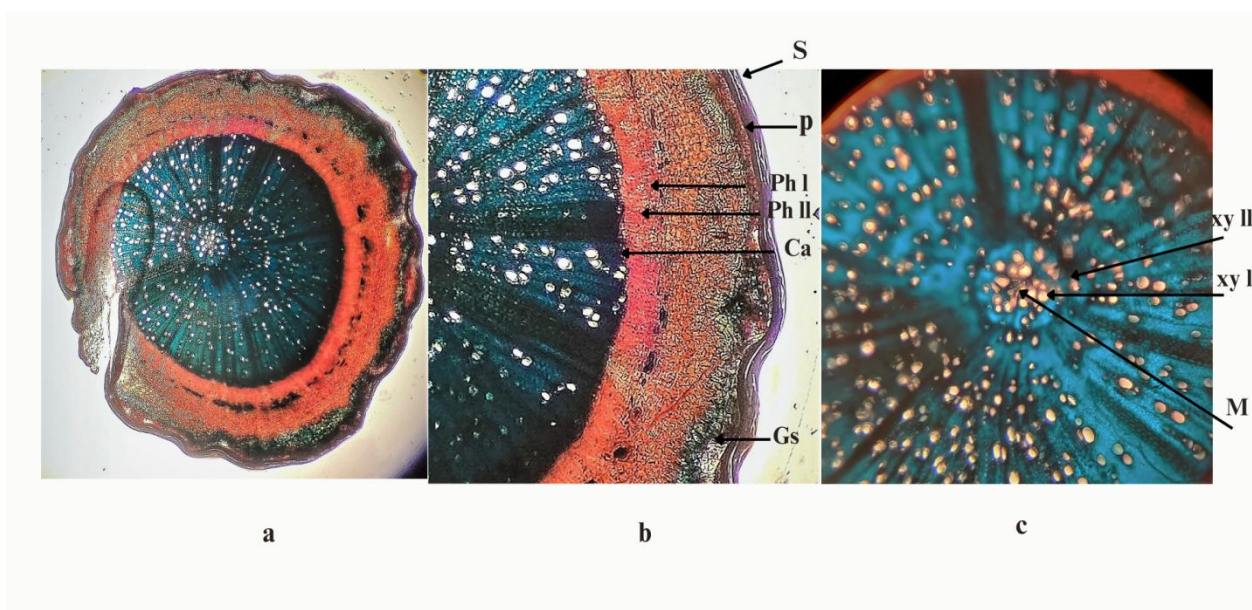
#### ➤ Au fort Grossissement (10×10 et 40×10) nous observons (fig. 17-b-c):

Au milieu de la tige, les tissus vasculaires forment un anneau continu avec plusieurs couches de **phloème** entourant celles du **xylème** (figure 17-b). On observe aussi plusieurs couches de **collenchyme** de type **angulaire**, sont situées aux angles de la tige, suivies du parenchyme cortical formé de cellules rondes à polygonales de grande taille à paroi mince (figure 17-c) et une moelle dans la partie centrale de la tige, jouant un rôle dans le stockage et le transport des éléments nutritifs dans la plante (figure 17-c).

**c) Anatomie de la racine :**

La structure interne de la racine principale de *Marrubium vulgare* est illustrée par la figure 18. Cette figure montre que la racine de *Marrubium vulgare* renferme des tissus primaires et des tissus secondaires :

- Périderme (formé de phelloderme, phellogène et suber)
- Ecorce avec une gaine de sclérenchyme
- Phloème primaire
- Liber (phloème secondaire)
- Cambium (assise libéro-ligneuse)
- Bois (xylème secondaire)
- Xylème primaire
- Moelle



**a:** Vue générale à l'agrandissement (4x10) ; **b:** faisceaux conducteur à l'agrandissement (10x10) ; **C:** Vue générale de cylindre central à l'agrandissement (40x10).

**S :** suber (liège) ; **P :** phelloderme ; **Ph I :** phloème primaire ; **Ph II :** phloème secondaire ; **Ca :** cambium ; **Xy I :** xylème primaire ; **Xy II :** xylème secondaire ; **Gs :** gaine de sclérenchyme ; **M :** moelle

**Figure18:** Anatomie de la racine du *Marrubium vulgare*

➤ **Au faible Grossissement (4×10) nous observons:**

- Une forme circulaire qui permet de conclure que la symétrie est **axiale** (figure 18-a).
- Une zone corticale rouge et une zone centrale au fond en bleu.

➤ **Au fort Grossissement (10x10, 40x10) nous observons (fig. 18-b-c):**

L'apparition des formations secondaires (figure 18-b) qui résultent de l'activité des méristèmes secondaires (cambium et phellogène) indique que cette racine présente une structure secondaire (espèce vivace). Le cambium (assise libéro – ligneuse) donnera les tissus de conducteurs secondaires **le liber** (phloème secondaire) vers l'extérieur et **bois** (xylème secondaire) vers l'intérieur avec des vaisseaux large et des rayons médullaires. Le phellogène (assise subéro-phellodermique) donnera le phelloderme vers l'intérieur et le suber vers l'extérieur (figure 18-b). Au centre de la coupe (figure 18-c), on remarque les formations primaires (xylème primaire et moelle). Donc nous pouvons conclure que cette structure est celle **d'une racine de Dicotylédones âgée.**

**Discussion :**

Les résultats phytocimique et anatomique de *Marrubium vulgare* permettent de mieux caractériser cette espèce qui renferme les principaux caractères biochimiques et histologiques des Lamiacées.

L'étude phytochimique montre que les feuilles de *Marrubium vulgare* sont le siège d'un métabolisme très actif permettant la synthèse de nombreux composés bioactives. L'extraction des métabolites secondaires par les solvants organiques les plus utilisés révèle un rendement de l'ordre de 10% pour les deux extraits éther de pétrole et méthanolique et de 20% pour les deux extraits acétate d'éthyle et chloroformique. Ces rendements sont proches des rendements obtenus par d'autres auteurs, mais qui sont très variables. (**Kouchacha et Diar ,2021**) ont obtenus des rendements de 26,6 % pour l'extrait méthanolique, de 18,1 % pour l'extrait éther de pétrole, 13,7% pour l'extrait chloroformique, et 14 % pour l'extrait acétate d'éthyle. (**Bendriss ,2003**) à obtenu 12,36 % pour l'extrait chloroformique et 3,56 % pour l'éther de pétrole. En effet, le rendement n'est pas toujours le même ; il dépend de plusieurs facteurs : Le temps d'extraction, le volume de la matière végétale, le volume et la nature du solvant et la méthode et les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (**Bendriss, 2003 ; Djahra , 2014** ).

Les tests phytochimiques, sur l'extrait des feuilles de *M. vulgare*, ont révélé la richesse de *Marrubium vulgare* en Flavonoïdes, Tanins, Coumarines, Anthocyanines, Saponines et les stéroïdes. Toutefois, ces feuilles sont moins riches en Terpènes. Ces résultats sont accord avec

ceux rapporter dans de nombreux travaux (Elberry *et al.*, 2015 ; Djahra, 2014 ;Azzi *et al.*, 2014). La concentration de ces composés est variable dans les différents extraits. Ces différences de composition phytochimique ne sont que le reflet de l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la synthèse des métabolites secondaires par les plantes. En effet, il existe plusieurs facteurs externes pouvant influencer la composition chimique des métabolites secondaires : le sol, la température, et la lumière (Bourgaud., 2012).

L'étude anatomique permet de mieux connaître la structure interne des organes végétatifs du *Marrubium vulgare*. Très peu de travaux sont consacrés à l'anatomie des organes végétatifs de *Marrubium vulgare*. Nos résultats sont très proches à ceux obtenus par (Hassaine *et al.*,2022). L'observation microscopique des coupes transversales de la feuille, la tige et la racine de *Marrubium vulgare* montrent la structure suivante :

**Anatomie de la feuille :** La feuille se caractérise par une structure asymétrique ou bifaciale typique des Dicotylédones. La nervure principale est saillante à la face inférieure avec une légère dépression à la face supérieure. La feuille présente une face supérieure ou adaxiale, avec un épiderme supérieur unistratifié, à paroi cutinisée dont la surface est recouverte par des poils tecteurs et des poils sécréteurs; et une face inférieure ou abaxiale avec un épiderme inférieur se différenciant du supérieur par une paroi faiblement cutinisée et la présence de nombreux stomates. La surface de l'épiderme inférieur est aussi recouverte de poils tecteurs et glanduleux plus ou moins nombreux. Le mésophylle est hétérogène et comprend le parenchyme palissadique et le parenchyme lacuneux dans lequel se trouvent les nervures secondaires. Au milieu, la nervure centrale est constituée de faisceaux libéro-ligneux superposés avec le phloème du côté abaxial et le xylème du côté adaxial, tous deux entourés de collenchyme.

**Anatomie de la tige :** La tige a une forme carrée spécifique des Lamiacées. La partie externe des coupes est délimitée par l'épiderme, suivi du parenchyme cortical et plus à l'intérieur du cylindre central. La surface de l'épiderme monostratifié, recouverte par la cuticule, présente de nombreux poils tecteurs et sécréteurs. La partie externe du cylindre

cortical est occupée par le tissu de soutien ou collenchyme; vers l'intérieur se trouvent le parenchyme cortical pluristratifié. Le cylindre central occupe la majeure partie des coupes; il est formé par les fibres de sclérenchyme, le phloème, le cambium, le xylème et les rayons médullaires. La moelle se trouve au centre.

**Anatomie de la racine** La racine présente une structure secondaire (plante vivace). De l'extérieur vers l'intérieur, on note une couche externe de suber interrompue en plusieurs points, quelques couches de cellules du parenchyme cortical, du liber secondaire, le cambium est constitué d'une seule couche de cellules monostratifiées et allongées. Le bois secondaire (constitué de vaisseaux, de fibres du sclérenchyme et de parenchyme ligneux). Il est parcouru de rayons médullaires primaires qui constituent le parenchyme de dilatation dans le liber secondaire et de rayons médullaires secondaires plus courts. Le centre de la coupe est occupé par les arcs ligneux de la structure primaire (xylème primaire et moelle).

# *CONCLUSION*

L'objectif principal de notre travail dans ce mémoire est la réalisation d'une étude phytochimique et anatomique sur la plante sélectionnée : *MarrubiumVulgare*. L .

Le screening phytochimique a été effectué dans le but d'identifier qualitativement les composés bioactifs présents dans cette plante. Cette identification est basée sur la méthodes d'extraction par des solvantde polarité croissante (EP, CHCL<sub>3</sub>, EtOAc, MeOH) et des réactions caractéristiques de coloration et précipitation (test en tube). Les résultats obtenus révèlent la présence et la richesse de *Marrubium vulgare* en flavonoïdes, tanins, coumarines, anthocyanines, saponines et les stéroïdes,alors que l'existence des terpènes n'est pas notable.D'autre part, l'extrait alcoolique (méthanolique)se montre le plus riche en métabolites secondaires relativement par rapport aux autres extraits.

Cette étude permet aussi de constater des rendements variables des différents extraits : **10%** pour l'Ether de pétrole et l'extrait méthanolique et **20%** pour l'extrait acétate d'éthyle et chloroformique. Ces résultats sont en accord avec plusieurs travaux qui affirment que les polyphénols sont plus solubles dans les solvants polaires que dans ceux apolaires.

L'étude anatomique effectuée pour comprendre la structure interne des déférentes parties de cette plante (la feuille, la tige et la racine) révèle la structures interne qui caractérisé les plantes dicotylédones.

L'observation microscopique des coupes transversales montre que les feuilles sont asymétriques ou bifacial avec un épiderme unistratifié qui porte des poils sécréteurs plus ou moins nombreux et un mésophylle hétérogène (parenchyme palissadique et lacuneux) ainsi que des faisceaux libéro-ligneux localisés au niveau de la nervure centrale. Les tiges sont quadrangulaires spécifiques des lamiacées avec un épiderme unistratifié riche en poils sécréteurs, une écorce riche en tissus de soutien en particulier en collenchyme aux quatre angles, des tissus conducteurs qui forment un seul cercle et une grande moelle au centre. La racine principale renferme une écore mince et des tissus primaires et des tissus secondaires qui nous permet de conclure que cette structure est celle d'une racine de dicotylédones âgée.



On perspective :

- Dans le secteur industriel : la production des composés bioactifs a grande échelle par les applications de la biotechnologie végétale.
  
- Les caractéristiques anatomiques obtenues pourraient constituer des lignes directrices pour de futures investigations micromorphologiques, phytochimiques, phytoécologiques ....

*Références*  
*Bibliographiques*





**Alilou, H. (2012)**, Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du sud du Maroc: *Asteriscus graveolens* subsp. *odorus* (Schousb.) Greuter et *Asteriscus imbricatus* (Cav.) DC. (Thèse de doctorat. université Ibn Zohr (Agadir Maroc), P:42).

**Ali. Youssef, 2006**. Plantes médicinales de Kabylie. Ed : Ibis press (Paris), P : 349, 2006.

**Azzi, R., Lahfa, F., & Djaziri, R. (2014)**. Phytochemical, antihyperglycemic and antihyperlipidemic study of crude hydroalcoholic extract of aerial parts of *Marrubium vulgare* L. in normal and streptozotocin induced-diabetic Wistar rats. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(5) P.

**Bahorun, T. (1998, March)**. Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. In *Second Annual Meeting of Agricultural Scientists* (Vol. 83, pp.83-94).

**Belbachir, A. F. (2017)**. Contribution à l'étude phyto-écologique et anatomique des deux espèces médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus oxycedrus*) dans les montagnes de Sidi Djilali (Réponses aux perturbations) (mémoire de fin d'études, Diplôme de Master université de Tlemcen faculté des sciences p86)

**Belhattab, R., Larous, L., Figueiredo, A. C., Santos, P. A., Costa, M. M., Barroso, J. G., & Pedro, L. G. (2006)**. Essential oil composition and glandular trichomes of *Marrubium vulgare* L. growing wild in Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 18(4), 369-373.

**Bendriss, H. (2003)**. Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de: «*Ruta chalepensis* et *Marrubium vulgare*» .( Mémoire Magister en génie des procédés université chlef p 133)

**Berthet, J. (2006)** Dictionnaire de Biologie. De Boeck Université, 1<sup>er</sup> édition Bruxelles (Belgique).

**Breuil, M. (2009)**. Biologie 2eme année BCPST-véto. Tec & Doc, Lavoisier, Paris

**Boudjerda, L., Boulkrara, N., & Cherbal, A. E. (2010)**. *Marrubium vulgare*: composition chimique et effets pharmacologiques. (Mémoire de fin d'études, Diplôme de Magister Université de Jijel p 34)

**Bouhadjera, K. (2005).** contribution à l'étude chimique et biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Oudneya africana* r. br. et *Aristida pungens* L. (*Thèse de Doctorat*, université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. P 156)

**Boutlelis, D.A. (2014).** *Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou Marrubium vulgare L* (*Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba, Département de Biologie p114*)

**Bouzourene, S., & Bourkache, S. (2016).** *Etude phytochimique du marrube blanc (Marrubium Vulgare. L)* (mémoire de fin d'études diplôme du master université tizi-ouzou p 42)

**Bremness, Lesley., ( 2005).** *The Complete Book of Herbs : A Practical Guide to Growing & Using Herbs*, Montréal, Reader's Digest, édition : Royaume-Uni 272 p

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 3ème édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris, p.1120.*

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, phytochimie-plante médicinale. 4 ed paris p 1292*

**Bruneton, J. (2009).** *Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4e éd, revue et augmentée, Paris, Tec & Doc, Éditions médicales internationales, 1288p. Dibong SD, Mpondo Mpondo E, Ngoye A, Kwin NF, Betti JL. 2011a.*

**Bruneton, J., & Barton, D. H. R. (1987).** *Éléments de Phytochimie et de Pharmacognosie. Technique et documentation.*

**Cecchini ., B. Ticli,** *Les plantes médicinales. Ed : De Vecchi, P : 192-193, 2008.*

**Djahra, A. B., Bordjiba, O., & Benkherara, S. (2013).** Extraction, separation and antibacterial activity of tannins of white horehound (*Marrubium vulgare L.*). *Phytothérapie, 11*, 348-352.

**Djahra, A. (2014).** *Etude phytochimique et activité antimicrobienne antioxydante antihépatotoxique de Marrube blanc ou Marrubium vulgare L L* (*Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba, Département de Biologie p114*)

**Djedaia, M. S. (2017).** Etude physico-chimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (*Pistacia Lentiscus L.*). (Mémoire de fin d'études diplôme master *université badji mokhtar-annaba p 103*)

**Domart, A., & Bourneuf, J. (1988).** Nouveau Larousse des plantes médicinales. *Librairie Larousse. Paris.*

**Douzet, R. (2007).** Petit lexique de botanique à l'usage du débutant. Ed : paris , *UJF-Bât D-BP, 53-38041 p 42*

**Elbardai, S., Lyoussi, B., Wibo, M., & Morel, N. (2004).** Comparative study of the antihypertensive activity of *Marrubium vulgare* and of the dihydropyridine calcium antagonist amlodipine in spontaneously hypertensive rat. *Clinical and experimental hypertension*, 26(6), 465-47

**Elberry, A. A., Harraz, F. M., Ghareib, S. A., Gabr, S. A., Nagy, A. A., & Abdel-Sattar, E. (2015).** Methanolic extract of *Marrubium vulgare* ameliorates hyperglycemia and dyslipidemia in streptozotocin-induced diabetic rats. *International journal of diabetes mellitus*, 3(1), 37-44.

**Farineau, J., & Morot-Gaudry, J. F. (2006).** Photosynthesis. Physical, molecular and physiological processes. *Photosynthesis. Ed : France p 403*

**Figueredo, G. (2007).** *Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne* (Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II). P:13, 2007.

**Hadjadj, K., Ghafoul, M., Dellal, A., Latreche, A. (2019).** The study of desertification in Algerian steppic rangelands: case of the Djelfa region. *Azarian Journal of Agriculture*, 6(5), 129-138.

**Hassaine, S., EL YEBDRİ, N., MEDJAHED, B., & YAZİD, K. (2022)** Contribution to the Microscopic Study of Three Plant Species (Parsley, Spanish Scolyme and White Marrube) Commonly Used in Traditional Algerian Medicine. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants*, 5(2), 118-126.

**Havsteen, B.H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics*, 96(2-3), 67-202.

**Houmènou, V., Adjatin, A., Assogba, F., Gbénou, J., & Akoègninou, A. (2018).** Étude Phytochimique Et De Cytotoxicité De Quelques Plantes Utilisées Dans Le Traitement De La Stérilité Féminine Au Sud-Bénin. *European Scientific Journal*, 14(6), 156-171.

**Janat, A.M.B., Koffi, M.K., Yves, A.B., Marc, G.D.B., Tra, J.Z.B., Véronique, M., Bensin, (2008).** Phytocompounds of the Extracts of Four Medicinal Plants of Côte D'ivoir and Assessment of their Potential Antioxidant by Thin Layer Chromatography. *European Journal of Scientific Research*, 24, 219 – 228.

**Jan Volak, Jiri Stodola, (1983) :** Les plantes médicinales. Ed : Gründ, P : 29-32,.

**Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P., (2002).** Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. 1<sup>ere</sup> Ed : Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

**Kansole, M. M. R. (2009).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiales du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* Vahl et *Orthosiphon pallidus* (Royle) Exbenth. (Mémoire Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso p 232.)

**Karkola, S., Lilienkampf, A., & Wähälä, K. (2009).** Phytoestrogens in drug discovery for controlling steroid biosynthesis. *Recent advances in polyphenol research*, 1, 293-316.

**Kettoufi, I., & Hamimed, S. (2020).** Caractérisation phytochimique des feuilles de *Pistacia Lentiscus* (Mémoire de fin d'études diplôme du master université d'Oum El Bouaghi p 59).

**Kouchache, H., Diar, H., & Mosbah, C. (2021).** Etude phytochimique et biologique des extraits de la plante médicinale *Marrubium vulgare L.* de la région de Graa-Saïda commune Ain Kercha (Mémoire de fin d'études diplôme du master université d'Oum El Bouaghi p 108)

**Krief, S. (2003)** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal (Thèse de Doctorat, muséum national d'histoire naturelle. P:32 (France)



**Krief, S., & M, S. K. (2004).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et Tocite this version.

**Lamblin, F., Hano, C., Fliniaux, O., Mesnard, F., Fliniaux, M. A., & Lainé, É. (2008).** Intérêt des lignanes dans la prévention et le traitement de cancers. *médecine/sciences*, 24(5), 511-520.

**Langeron, M. (1934).** Précis de Microscopie, 5<sup>ème</sup> éd.

**Letchamo, W., & Mukhopadhyay, S. (1997).** Variability in chromosomes, herb yield, essential oil content and potentials of horehound for North American commercial production. *Journal of Horticultural Science*, 72(5), 741-748.

**Liu, R. H. (2004).** Potentials synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action.

**Lumbu, S., Kahumba, B., Kahambwe, T., Mbayo, T., Kalonda, M., Mwamba, M., & Penge, O. (2005).** Contribution à l'étude de quelques plantes médicinales anti diarrhéiques en usage dans la ville de Lubumbashi et ses environs. *Annales de Pharmacie*, 3(1), 75-86.

**Rombi, Dominique (2007),** 120 plantes médicinales : composition, mode d'action et intérêt thérapeutique. Ed : Alpen, P : 527

**Madar, Z., & Shomer, I. (1990).** Polysaccharide composition of a gel fraction derived from fenugreek and its effect on starch digestion and bile acid absorption in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(7), 1535-1539.

**Malecky, M. (2005)** Métabolisme des stéroïdes chez les caprins. Thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Ed : Agro (Paris) Tech. P: 9; 13; 19; 20; 27

**Mansouri,**

**I., & Bousbiasalah, M. (2018).** Contribution à l'étude anatomique des paramètres d'adaptation des plantes spontanées du Sahara septentrional Algériennes.

**Medori P., Faurie C., Ferra C., (1980).** Ecologie. Ed. Baillière, Paris, p407

**Mourad, B., Mihoub, Z.M., & Sétif, U.F.A. (2011).** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. (*Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas-Setif*. P 99 )

**Münevver Pinar N., Dinc M., Dogu S. et Yildirimli S. (2009).** Micromorphological studies of *Lallemantia* L. (*Lamiaceae*) species growing in Turkey. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 51(1), 45-54.

**Nicolas, R., Phillip, M., Judith, W.K. (2005).** Phenolic compounds, extraction and analysis. *Lotus japonicus Handbook*, 978, 349-355

**Nze, M., Stella, J., Hydrogels, L. E. S., Les, E. T., Des, N., Merle, M. C., Aurélie, M., Chabaud, B., Universitaire, M. D. C., & Weiss, M. P. (2008).** Pour le par président : 1-83. perspective phylogénétique. 1<sup>ere</sup> Ed : Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

**Page, J. E., Huffman, M. A., Smith, V., & Towers, G. H. N. (1997).** Chemical basis for *Aspilota* leaf-swallowing by chimpanzees: A reanalysis. *Journal of chemical ecology*, 23, 2211-2226.

**Quezel, P., Santa, S., 1963.** La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, Ed : CNRS. Paris. P 360-361

**Spichiger., V.V.S.Murielifgeat., D.Jean movode, (2004)** Botanique et systématique nouvelles des angiospermes des régions tempérés et tropicales. Ed : Press Polytechnique et Université ramande, P : 413

**Raja, R. R. (2012).** Medicinally potential plants of *Labiatae (Lamiaceae)* family: an overview. *Research journal of medicinal plant*, 6(3), 203-213

**Roman Ramos.R., Alarcon-Aguilar F., Lara-Lemus .A . & Flores-Saenz JL., (1992):** Hypoglycemic effect of plants used in Mexico as antidiabetics. *Arch Med Res*, 23(1): 59- 64.

**Sahoo, A. M., Chakraborti, C. K., Nayak, S., & Kayal, S. (2011).** correlation between phytochemical screening and in vitro antibacterial activity study of rosa indica linn. leaves. *international journal of research in ayurveda & pharmacy*, 2(5).

**Sahpaz, S., Garbacki, N., Tits, M., & Bailleul, F. (2002).** Isolation and pharmacological activity of phenylpropanoid esters from *Marrubium vulgare*. *Journal of ethnopharmacology*, 79(3), 389-392.

**Saroj, K., Vaibhav, M., Savita, B, Shrinivas, D.T. (2011).** Antimicrobial Activity and Phytochemical Screening of srial Extracts from Leaves of *Aegle marmelos* (Linn.). *Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research* , p 688

**Saunier, P. Y. (2004).** Circulations, connexions et espaces transnationaux. *Genèses*, (4), 110-126.

**Schauenberg, P., & Paris, F. (2005).** *Guide des plantes médicinales: analyse, description et utilisation de 400 plantes*. Delachaux et Niestlé. .

**Schaffer, K. (1892).** Beitrag zur histologie der ammonshornformation. *Archiv für mikroskopische Anatomie*, 39(1), 611-632.

**Shahid, U.D., Mohammad, A.B. (2009).** Phytochemical Screening Plant Growth Inhibition and Antimicrobial Activity Studies Of *Xylocarpus Granatum*. *Malaysian Journal Pharmaceutical Sciences.*,

**Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2), 191-198.

**Souza, M. M., De Jesus, R. A. P., Cechinel-Filho, V., & Schlemper, V. (1998).** Analgesic profile of hydroalcoholic extract obtained from *Marrubium vulgare*. *Phytomedicine*, 5(2), 103-107.

**Speranza, A., Antognoni, F., & Calzoni, (2009)** G. L. Rosa for the Environment Ed : Italy P152-165

**Stulzer H.K., Tagliari M.P., Zampirolo J.A., Cechinel-Filho V. & Schlemper V., (2006)** Antioedematogenic effect of marrubiin obtained from *Marrubium vulgare*. *J. Ethnopharmacol* 108(3), 379-392.

**Swadhini, S.P., Santhosh, R., Uma, C., Mythili, S and Sathiavelu, A (2011).** Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Five Medicinal Plants Against *Myrothecium* SP. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* , 2, 975 – 999.

**Tapiero, H., Tew, K. D., Ba, G. N., & Mathe, G. (2002).** Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomedicine & pharmacotherapy*, 56(4), 200-207.

**Thamaraiselvi, P.L , Jayanthi, P. Preliminary . (2012).** studies on Phytochemicals and Antimicrobial Activity of solvent extracts of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Asian Journal of Plant Science and Research* , p 115 – 122.

**Vaghasiy, R.Y., Dave, R. , Chanda, S. (2011).** Phytochemical Analysis of Some Medicinal Plants from Western Region of India. *Research Journal of Medicinal Plant* p 5, 567 – 576.

**Venkateshappa, S. M., & Sreenath, K. P. (2013).** Potential medicinal plants of *Lamiaceae*. *American international journal of research in formal, applied and natural sciences*, 1(3), 82-87.

**Wakibara, J. V., Huffman, M. A., Wink, M., Reich, S., Aufreiter, S., Hancock, R. G. V., ... & Russel,**

S.(2001).The adaptivesignificanceofgeophagyforJapanesemacaques(Macacafuscata)at Arashiyama,Japan.*International Journal of Primatology*,22,495-520.

**Walker, J.B ., Sytsma, K.J ., Treutlein, J., & Wink, M. (2004).***Salvia (Lamiaceae)* is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. *American Journal of Botany*, 91(7), 1115-1125.

**Weel K.C.G., Venskutonis P.R., Pukalskas A., Gruzdiene D. & Linssen J.P.H., 1999:** Antioxidant activity of horehound(*Marrubium vulgare*) grown in Lithuania. *Fett/Lipid* 101(10), 395-400

**Wichtl, M., & Anton, R (2003).**Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, scienceetthérapeutique.Éditions Tec.&Doc.EMInter,2e Édition,788p.

**Zerhouni, A. R. (2017).***Modélisation du transfert de matière lors de l'extraction de l'huileessentielleetdespolyphénolsduLaurusNobilisL.parhydrodistillation*(Mémoire de Master en Génie chimiqueEcole Nationale Polytechnique, P 58).

### **Bionet :**

[Marrube blanc \(\*Marubium vulgare\*.L\) - Bienfaits, Danger, Posologie, Effets Secondaires \(mr-plantes.com\)](#)[consulté 18 février2023]

[Marrube blanc — Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)[consulté 18 février2023]

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/tc/2017/cours/Cours%20biologie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20ZEGHAD%20NADIA.pdf>[consulté 18 mars 2023]

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/tc/2017/cours/Cours%20de%20biologie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20pour%20L1%20BOUZID%20salha.pdf>[consulté18 mars 2023]

[https://www.universalis.fr/encyclopedie/tissus-vegetaux/Encyclopædia\\_Universalis](https://www.universalis.fr/encyclopedie/tissus-vegetaux/Encyclopædia_Universalis) [enligne, consulté 9 avril 2023].

[https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/HAV\\_CH.pdf](https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/HAV_CH.pdf)[ consulté 02 juin 2023].

*Annexe*

**Annexe 1** : la préparation des solutions

**Solution de FeCl<sub>3</sub> a 1%** : Cette solution a été préparée comme suit :

- Dissoudre 1g de FeCl<sub>3</sub> dans 99 ml d'eau distillée

**Solution de KOH en éthanol** : Cette solution a été préparée comme suit :

- Dissoudre 1g de KOH dans 100 ml d'éthanol.

**Annexe 2 :**



*Marrubium vulgare .L*

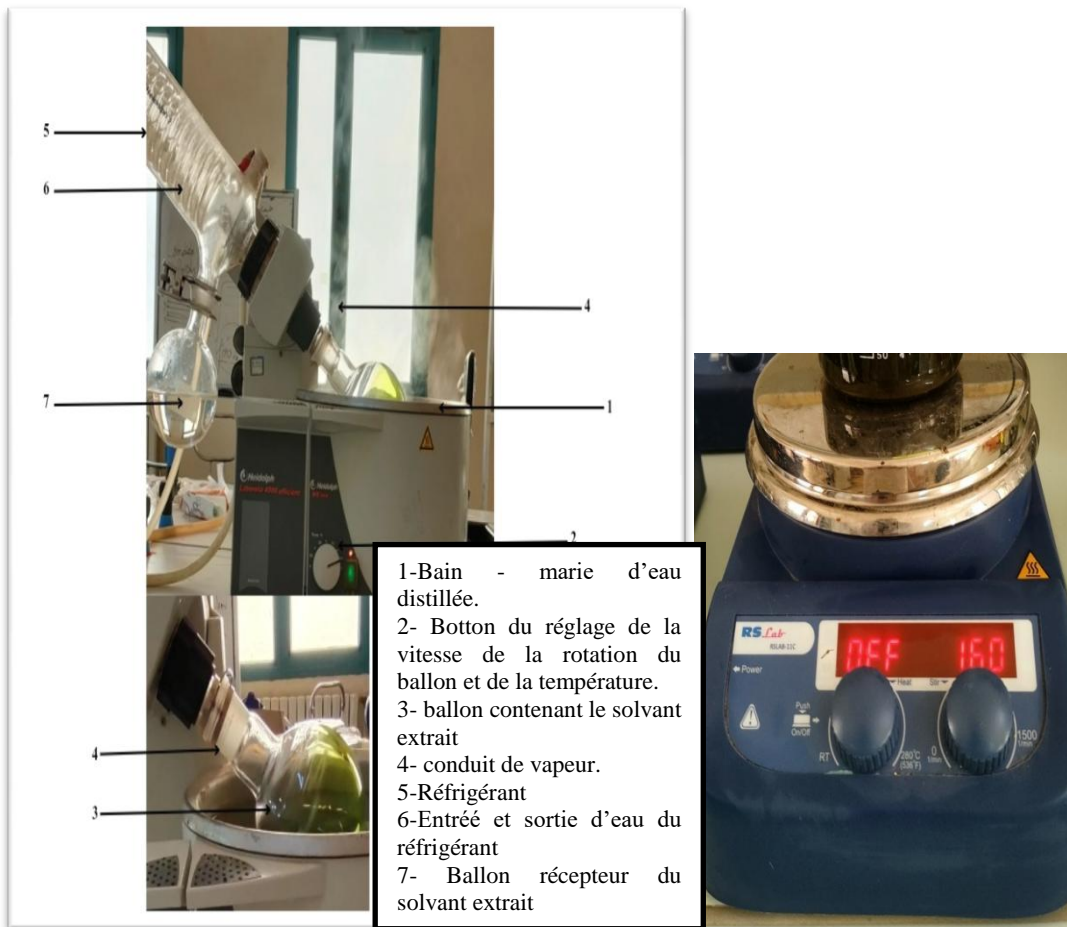


### Annexe 3: Liste des appareils utilisés



Microscope

broyeur



Rotavapor

Agitateur magnétique chauffant

**Annexe 4:**Liste des solutions et des réactifs utilisée

