

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE1



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قسنطينة 1

N° de série :

.....

*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*

*Département de Biologie et Ecologie Végétale*

*Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention*

*Du Diplôme de Master*

*Filière : biologie et physiologie végétale*

*Option : métabolisme secondaire et molécules bioactives*

*Thème :*

**Contribution à une étude phytochimique et biologique des  
flavonoïdes des plantes de la famille des Lamiacées.**

*Présenté par :*

**Raoui Hilloua**

**Zellagui Itab**

*Soutenu le : 22/06/2014*

*Devant le jury :*

- *Président : Mr. Chibani Salih // M.C.B . Université Constantine 1*
- *Promoteur : M. Zeghad Nadia // M.A.A. Université Constantine1*
- *Examinatrice : Mme. Bouchoukh Imen // M.A.A. Université Constantine1*

*Année universitaire 2013 /2014*

**Noms et Prénoms : Raoui Hilloua et  
Zellagui Itab**

**Mémoire de fin de cycle**

**Pour l'obtention du diplôme de Master**

**Filière : biologie et physiologie végétale**

**Option : métabolisme secondaire et molécules bioactives**

**Thème : Contribution à une étude phytochimique et biologique**

**Des flavonoides des plantes de la famille des Lamiacées**

---

**Résumé :**

Ce travail a porté sur l'étude quantitative et qualitative des extraits de *Salvia Officinalis* et *Mentha Peperita* et en particulier les flavonoides. Les caractéristiques chimiques, notamment le taux des principaux constituants ne s'éloigne pas des résultats d'études antérieures. Cependant, le dosage colorimétrique de Folin- Ciocalteu pour les polyphénols et ds' AlCl<sub>3</sub> pour les flavonoides, montrent la richesse du *Salvia Officinalis* et du *Mentha Peperita* en composés phénoliques et plus particulièrement en flavonoides.

L'analyse chromatographique de ces extraits met en évidence la présence d'un certain nombre de composés phénoliques.

Nos résultats indiquent que le contenu flavonoique de la phase acétate présente une meilleure activité antioxydante.

**Mots clés :** les plantes Médicinales, Menthe et Saugé, les Polyphénols, Flavonoides, Etude phytochimique, Activités Antioxydant

---

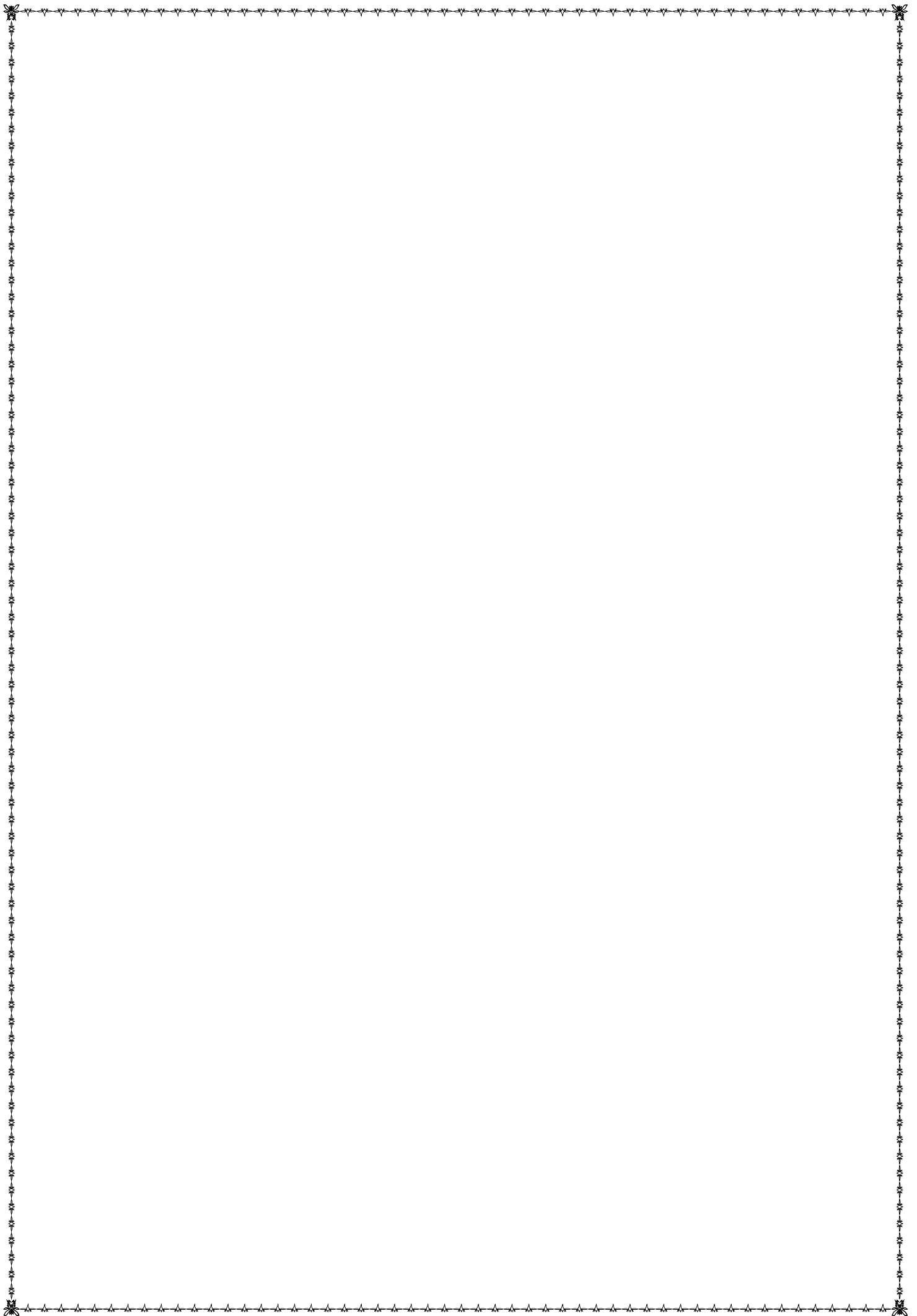
**Soutenu le : 22/06/2014**

**Devant le jury :**

- **Président : Mr. Chibani Salih // M.C.B. Université Constantine 1**
- **Promoteur : M. Zeghad Nadia // M.A.A. Université Constantine 1**
- **Examinatrice : Mme. Bouchoukh Imen // MAA. Université Constantine 1**

**Année universitaire 2013 /2014**

---



## **Remerciements**

*Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon encadreur de mémoire Mme Zeghad Nadia (maître assistante à l'université de Constantine 1), qui m'a accepté de diriger ce travail, je lui exprime mes sentiments de reconnaissances les plus sincères pour sa précieuse aide, et pour ces ses conseils.*

*Je tiens à remercier M. Chibani Salih (maître assistant à l'université de Constantine 1), d'avoir accepté la présidence du jury de mon travail, qu'il trouve ici toutes mes expressions respectueuses.*

*A Mme Bouchoukh Imene (maître assistante à l'université de Constantine 1), qui nous a donné de l'honneur d'accepter de juger et d'examiner ce mémoire.*

# *Dédicaces*

*Ma première gratitude va au tout-puissant  
ALLAH (الله), le créateur du tout, pour me donner  
la vie, le bénédicité et la force pour accomplir ce  
travail.*

*A mes très chers parents Mohamed et Zohra  
pour leurs dévouements, leurs amours, leurs  
sacrifices et leurs encouragements. Que ce  
travail soit, pour eux, un faible témoignage  
de ma profonde affection et tendres.*

*A mon fiancé pour m'avoir encouragé et  
surtout supporter.*

*A mes frères et mes chères sœurs et leurs  
enfants.*

*A ma belle nièce Imene.*

*Itab*

# *Dédicace :*

*Je dédie ce travail :*

*A la mémoire de ma mère Louiza*

*A mon père Bachir*

*A mes sœurs nadia & djawida & wassila &  
sara*

*A mon frère Messaoud*

*A mes amies Hassna & Fatima & Imene &  
Rachida*

*A mes Neveux Nadir & Ayoub & Moumen.*

*Hilwa*



# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>1<sup>er</sup> partie: Recherche bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : les plantes médicinales</b>	
I- Les plantes médicinales .....	3
1- Définition.....	3
2- Les avantages des plantes médicinales .....	3
3- utilisation des plantes médicinales.....	4
3-1-Utilisation en médecines.....	4
3-2-En agriculture .....	4
3-3-En alimentation.....	5
3-4-En cosmétique .....	5
4- les différentes familles des plantes médicinales .....	5
5- La famille des Lamiacées.....	6
5-1-Description botanique.....	6
5-2- les principaux composants chimiques contenants dans la famille des labiées .....	7
5-3-le genre <i>salvia</i> .....	7
5-3-1- Présentation .....	7
5-3-2- Description botanique .....	8
5-3-3 - Distribution .....	9
5-3-4- Classification .....	9
5-3-5- Propriétés pharmacologiques .....	9
5-3-6- Domaine d'application et intérêt en phytothérapie.....	10
5-3-7- les principes actifs de la sauge .....	11
5-4-le genre <i>mentha pépirta</i> (menthe verte).....	11

5-4-1 – Présentation botanique.....	11
5-4-2 - Distribution .....	12
5-4-3 - Classification .....	13
5-4-4 - Propriétés pharmaceutiques .....	13
5-4-5- Les principaux principes actifs de la menthe.....	14

## **Chapitre II : les composés phénoliques**

II- Les composés phénoliques.....	15
1-Généralité.....	15
2-Classification .....	16
3-Principales voies de biosynthèses de composés phénoliques.....	17
3-1-voies de l'acide shikimique .....	17
3-2-la voie des acides phénylpropanoïdes .....	18
4-Principales classes des composés phénoliques .....	19
4-1-phénols simples ou acides phénoliques .....	19
a-Acides hydrobenzoïques .....	19
b-Acides hydrocinnamiques .....	20
c-Coumarines .....	21
2-Les flavonoïdes .....	21
2-1-Généralité .....	21
2-2-Les différentes classes de flavonoïdes .....	22
2-2-1-les chalcones et aurones .....	22
2-2-2-Les flavanones .....	23
2-2-3-les flavones .....	23



2-2-4-Les flavonols .....	23
2-2-5-les isoflavones .....	24
2-2-6-les anthocyanes .....	24
2-3- la vois de biosynthèse des Flavonoïdes .....	25
2-4-Distribution et Localisation .....	26
2-5-Rôles des flavonoïdes chez les plantes .....	27

## **2<sup>ème</sup> Partie : Matériel et méthode**

### **Chapitre I : Etude phytochimique**

1- Matériel végétal .....	28
2- Partie utilisée .....	28
3- procédés d'extraction .....	28
a- Macération .....	28
b- Décantation .....	28
C- Affrontement.....	28
a- Chromatographie analytique sur couche mince .....	31
5-1- Dosage des composés phénoliques .....	33
5-2-Dosage des flavonoïdes .....	33

### **Chapitre II : Etude des activités biologiques**

1- Activité antiradicalaire des flavonoïdes .....	34
---	----

## **3<sup>ème</sup> partie : Résultats et discussion**

### **Chapitre I : Etude phytochimique**

1- Extraction.....	35
2- Diagnostique par CCM analytique .....	35

3 - Dosage des composés phénoliques et des flavonoïdes .....	36
a -Dosage des polyphénols .....	37
b-Dosage des flavonoïdes .....	39
4- Evaluation de l'activité antioxydante (test du DPPH) .....	40
<b>Conclusion</b> .....	41



## Listes des Figures

<b>Figure 1:</b> Photo de La Sauge (wikipédia, 2014) .....	8
<b>Figure 2:</b> Photo de la menthe verte .....	12
<b>Figure 3:</b> La voie de shikimate.....	19
<b>Figure 4:</b> La voie de phénylpropanoïde.....	20
<b>Figure 5:</b> Structure de base des flavonoïdes.....	23
<b>Figure 6:</b> structure du chalcone .....	23
<b>Figure 7:</b> structure du flavanone.....	24
<b>Figure 8:</b> structure du flavone .....	24
<b>Figure 9:</b> structure du flavonols.....	25
<b>Figure 10:</b> structure de l'isoflavone .....	25
<b>Figure 11:</b> structure de l'anthocyane .....	26
<b>Figure 12:</b> Biosynthèse des flavonoïdes.....	27
<b>Figure 13:</b> Photo de l'évaporateur rotatif.....	30
<b>Figure 14 :</b> Photo de l'Ampoule à décanter .....	31
<b>Figure 15 :</b> Protocole d'extraction des flavonoïdes .....	32
<b>Figure 16 :</b> Mode de dépôt pour une CCM .....	34
<b>Figure 17 :</b> Figure modifiée représentant la migration des constituants des extraits.....	34
<b>Figure 18:</b> CCM analytique représentative des flavonoïdes de la sauge et de la menthe...	38
<b>Figure 19 :</b> Courbe d'étalonnage des de l'acide vanillique.....	39
<b>Figure 20 :</b> Teneur en composés polyphénoliques de menthe et de sauge .....	39

<b>Figure 21</b> : la courbe d'étalonnage de la Rutine .....	
<b>Figure 22</b> : La teneur en flavonoïdes de menthe et de sauge .....	40
<b>Figure 23</b> : Piégeage de DPPH par les flavonoïdes.....	40
<b>Figure 24</b> : pourcentage de l'activité antioxydante des feuilles de menthe et de sauge et les fleurs de sauge respectivement .....	41



<b>Tableau I</b> :les différentes familles des plantes médicinales (pharmacopée française, 2012).....	5
<b>Tableau II</b> :les principales classes des composés phénoliques .....	18
<b>Tableau III</b> :Liste des parties utilisées des plantes à étudier des plantes utilisées.....	31

# Introduction

---

## Introduction :

Depuis la nuit des temps, les hommes apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes, Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours à leur propriétés curatives. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales. Si certaines pratiques médicales paraissent étranges et relèvent de la magie, d'autre au contraire semblent plus fondées, plus efficace. Pourtant, toutes ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes.

Depuis plus haute antiquité plusieurs théoriciens ont entrepris d'expliquer l'action des plantes sur l'organisme, dans l'antiquité gréco-romain, mentionnons les grands médecins grecs : Hippocrate (460-v.377 av. j.-c) ; Dioscoride (I siècle apr .j. -c), Galien (v .131-v . 201). Au XVI siècle, la célèbre école Italienne de Salerne a marqué la médecine de son temps. Elle conseillait au roi « de conserver un esprit gai, de se ménager du repos, et de se contenter d'une alimentation modeste »

Jusqu'au XIX siècle, les chimistes ont réussi à isoler les principes actifs de certaines plantes importantes (la quinine du quinquina, la digitaline de la digitale, ect.).Poursuivant leur recherche, au début du XX siècle, ils ont fabriqué des molécules synthétiques. Désormais, croyait-on, on allait prescrire exclusivement des médicaments issus des cornues, les plantes ne servant plus que de réserves à molécules chimiques utiles.

Récemment les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolées et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Iserin, 2001)

La famille des Labiées dispose d'une grande diversité floristique, elle est connue depuis longtemps, comme étant l'une des plus répondues dans le bassin méditerranéen et spécialement en Algérie. Elle compte plus de 200 genres dont 31 genres se trouvent en Algérie et environ 400 espèces dont 150 poussent en Algérie (Chougui, 2009).

Les travaux de recherche dénotent largement que la famille des Lamiacées (Labiées) est la famille la plus vaste du règne végétal, dans notre étude on s'intéresse à deux espèces : la sauge (*Salvia officinalis*) et la menthe (*Mentha péperita*).

Notre travail vise à démontrer la richesse de ces deux espèces en principes actifs notamment les composés phénoliques et plus précisément les flavonoïdes, et à déterminer une

## Introduction

---

de leur activités biologiques. Pour cela cette étude englobe deux aspects ; le premier est d'ordre phytochimique basé principalement sur l'extraction et la quantification des flavonoïdes contenus dans les plantes sélectionnées, le second aspect est consacré à une évaluation de l'activité antioxydante des plantes étudiées.

## I- Les plantes médicinales

### 1- Définition :

La définition d'une plante médicinale est très simple. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (Farnsworth *et al.*, 1986). Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (Elqajet *et al.*, 2007).

### 2- les avantages des plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs (Decaux, 2002). Exemple : **la tubocurarine**, le relaxant musculaire le plus puissant dérive du curare (*Chondrodendron tomentosum*), **La morphine**, caractéristique des papavers (*Papaver Somniferum*) est l'analgésique le plus puissant, utilisé dans la chirurgie lourde et la thérapie anticancéreuse (Iserin, 2001 ; Bruneton 2009), **la quinine** (dérivée du genre *Cinchona*) qui est un alcaloïde anti malarique, **la digoxine** (du genre *Digitalis*) qui est cardiotonique, ou encore **l'éphédrine** (du genre *Ephédra*) que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre le rhume : stimule l'automatisme cardiaque, elle est bronchodilatatrice et stimulante du centre respiratoire bulbaire. (Iserin, 2001; Bruneton, 2009).

Les plantes aromatiques constituent une catégorie à part, par le fait qu'elles élaborent des substances volatiles, odorantes, caractéristiques appelées *huiles essentielles*. (Iserin, 2001). Ces plantes, connues depuis l'antiquité, sont généralement utilisées en médecine traditionnelle comme agents antibactériens et antifongiques. Ces propriétés antifongiques ont été confirmées par de nombreux travaux sur les souches de levures, dermatophytes et *Aspergillus* (Pinto *et al.* 2003 ; Salgueiro *et al.* 2003), et présentent un potentiel thérapeutique, principalement dans les maladies fongiques impliquant les muqueuses, la peau et autres infections des voies respiratoires. La majorité des plantes médicinales et aromatiques sont aussi utilisées en médecine populaire comme

antiseptiques, antimicrobiens et antioxydants (Newall et al. 1996) et aussi pour le traitement des infections urinaires, (Bouzouita et al, 2008 ; Hayouni et al, 2007).

### 3- utilisation des plantes médicinales :

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicament d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse (Bahorun, 1997).

Il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaires défavorables. Ainsi une recherche de nouvelles drogues et un choix normal (scientific correspondance, 2003).

**a/Utilisation en médecines** en tant que médicament pour l'homme. Exemple :

- Système cardiovasculaires, ex : flavocele est un médicament constitué par la flavone non substituée en combinaison avec la rutine et isoquercétine est utile dans les traitements de l'athérosclérose (Narayana et al., 2001).
- Drogues immunostimulantes, antispasmodiques et anti-inflammatoires (Svoboda et Hampson, 1999 ; Amjad, 2005).
- Contre le diabète (Amjad, 2005).
- Traitement des maladies du stress, des activités anti-oxydantes, tel que le thé vert et le cacao sont riches en composés phénoliques (Lee et al., 2003).
- Activité antimicrobienne, antivirale, antiparasitaire tel que la quinine obtenue à partir de quinquina qui a été employé pour traiter la malaria (Dastidar et al., 2004).

**b/ En agriculture** : exemple : les huiles de l'arbre *Azadirachta indica* ont des utilisations dans le contrôle de divers insectes et nématodes (Amja, 2005)



**c/ En alimentation** : exemple :

- Assaisonnement, des boissons, des colorants (Svoboda et Hampson, 1999 ; Porter, 2005)
- Des composés aromatiques (Smallfied, 2001).
- Les épices et les herbes aromatiques utilisées dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table (Delaveau, 1988).

**d/ En cosmétique** : des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène (Porter, 2001)

**4- les différentes familles des plantes médicinales** : Le tableau suivant présente les familles les plus importantes des plantes médicinales

**Tableau I** : différentes familles des plantes médicinales (pharmacopée française, 2012).

<b>La famille</b>	<b>Exemple de l'espèce</b>
<b>Asteraceae</b>	<i>Cynarascolymus</i> L., <i>Arnica montana</i> L., <i>Cynarascolymus</i> L.
<b>Liliaceae</b>	<i>Asparagus officinalis</i> L., <i>Allium sativum</i> L., <i>Ruscusaculeatus</i> L.
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanumdulcamara</i> L., <i>Datura stramonium</i> L., <i>Physalis alkekengi</i> L.
<b>Rosaceae</b>	<i>Agrimoniaeupatoria</i> L., <i>Rosa canina</i> L., <i>Fragariavesca</i> L.
<b>Lamiaceae</b>	<i>Lavandulastoechas</i> L., <i>Origanummajorana</i> L., <i>Melissa officinalis</i> L.
<b>Poaceae</b>	<i>Cymbopogon</i> sp., <i>Triticumaestivum</i> L., <i>Avenasativa</i> L.
<b>Brassicaceae</b>	<i>Sisymbriumalliaria</i> Scop., <i>Cochlearia officinalis</i> L., <i>Armoraciarusticana</i> .
<b>Rutaceae</b>	<i>Rutagraveolens</i> L., <i>Citrus aurantium</i> L., <i>Pilocarpus jaborandi</i> .
<b>Fabaceae</b>	<i>Gleditschiatriacanthos</i> L., <i>Galega officinalis</i> L.
<b>Araliaceae</b>	<i>Eleutherococcusgracilistylus</i> .
<b>Apiaceae</b>	<i>Angelica pubescens</i> Maxim., <i>Anethumgraveolens</i> L.
<b>Acoraceae</b>	<i>Acorus calamus</i> L.
<b>Ranunculaceae</b>	<i>Adonis vernalis</i> L., <i>Cimicifugaracemosa</i> .
<b>Rhodophyceae</b>	<i>Gelidium</i> sp., <i>Euchema</i> sp., <i>Gracilaria</i> sp.

<b>Ericaceae</b>	<i>Arbutusunedo</i> L.
<b>Boraginaceae</b>	<i>Arnebiaguttata</i> Bunge.
<b>Arecaceae</b>	<i>Areca catechu</i> L.
<b>Phaeophyceae</b>	<i>Ascophyllumnodosum</i> .
<b>Magnoliaceae</b>	<i>Illiciumverum</i> .
<b>Styracaceae</b>	<i>Styrax benzoin</i> , <i>Styrax tonkinensis</i>
<b>Curcubitaceae</b>	<i>Momordicacharantia</i> L.,
<b>Papaveraceae</b>	<i>Papaver somniferum</i> L.
<b>Rubiaceae</b>	<i>Cinchonapubescens</i> , <i>Cascarillamagnifolia</i> .
<b>Iridaceae</b>	<i>Crocus sativus</i> L.
<b>Malvaceae</b>	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L., <i>Malvasylvestris</i> L.
<b>Myrtaceae</b>	<i>Myrtuscommunis</i> L.
<b>Zingiberaceae</b>	<i>Zingiber officinale</i> , <i>Alpinia galanga</i> .
<b>Lauraceae</b>	<i>Laurusnobilis</i> L.

## 5 - La famille des Lamiacées :

### 5-1-Description botanique :

Les lamiacées (Lamiacées, Labiacées ou Labiées) forment une importante famille de plantes dicotylédones qui comprend entre 5600 et 7000 espèces et près de 210 genres. « Labié » se dit d'une corolle dont le bord est découpé en deux lobes ressemblant à des lèvres ouvertes. (Wikipédia, 2014).

Les lamiacées sont des plantes herbacées ou arbustives, très rarement des arbres. Elles se caractérisent par la présence de glandes épidermiques aromatiques comme :la menthe, la sauge, le thym...ect.

La tige des lamiacées est de forme carrée (tige jeune quadrangulaire). Les feuilles des lamiacées sont opposées décussées, simples ou composées, pas de stipules, avec un limbe coriace, réduit et des poils sécréteurs qui assurent une adaptation des feuilles aux climats secs.

L'inflorescence est en cymes terminales ou axillaires, condensées en verticilles, parfois en fleurs solitaires. Les fleurs sont hermaphrodites, cycliques, gamopétales, zygomorphes, hypogynes, bisexuées et à symétrie bilatérale ou par fois sub-radiale. La formule florale :

5S+[(5P)+4E]) Les fruits sont tétrakènes, l'ovaire et supère, à 4 ovules. A la fructification, une fausse-cloison divise chaque carpelle en deux, formant ainsi un tétrakène. Graine avec un embryon droit, peu ou pas d'albumen. Fruit en drupes ou en capsules avec des achènes.

## **5-2- les principaux composants chimiques contenant dans la famille des labiées :**

Très connues pour leurs grandes potentialités métaboliques pour les huiles essentielles d'où le nom des plantes aromatiques, beaucoup d'espèces appartenant à la famille des labiées sont connues pour être une bonne source très importante des composés terpéniques. Tout comme les terpènes, les composées phénoliques et les flavonoïdes en particuliers occupent une place importante au sein des labiées, et ce n'est sans doute pas par hasard qu'on associe là aussi souvent le couple flavones polyméthoxylées-Labiées, car beaucoup d'aglycones de type flavones très lipophiles ont été pour la première fois isolées et identifiées chez les labiées.

Dans ce contexte, que ce soit dans un but chimio-taxonomique ou simplement d'identification structurale des composés flavonoïques, plusieurs études ont été menées et ont permis d'établir les cartes flavoniques d'une multitude d'espèces de cette famille. Cas de (Barberan et al., 1992 ; Wollenweber et Dietz., 1981 ; Ulubelen et al., 1996).

A ce jour, environ 150 structures différentes de flavonoïdes sont affiliées aux seules Labiées. La majorité d'entre elles sont des flavones (60%) et les flavonols (20%). Les flavanones occupent la troisième place avec (16%) des cas et enfin, les dihydroflavones, les chalcones et les isoflavones.

## **5-3-le genre *Salvia* :**

### **5-3-1- Présentation :**

*Salvia* est un genre de plantes de la famille des Lamiacées qui comprend plus de 900 espèces, annuelles, bisannuelles, vivaces ou arbustives (Wikipédia., 2014). Ce sont des plantes très ramifiées, aux tiges de section carrées, fleurs en forme de lèvres disposées en épi terminaux, la floraison commence par le bas de l'épi et remonte ; chaque étage de feuilles se place à 90 degrés par rapport aux étages inférieurs et supérieurs (Chougui, 2009)

En Algérie la sauge est connu par le nom Hondbiq, Kheyetdjouhât, salma (Beloued, 1998), au Jordanie c'est meramia ou marjamia (Dordevic et *al.*, 2000), un autre en Europe herbe sacrée ou thé d'Europe (Wikipedia, 2014).

Les sauges présentent une grande diversité au niveau :

- Des feuilles, petites, découpées, grandes, allongées, rondes, duveteuses, lisses, gaufrées, vertes, argentées, pourpres, panachées, caduques ou persistantes.
- Des fleurs aux nombreux coloris clairs ou foncés, pastels ou vifs ; bleu, blanc, rose, rouge, jaune ; de plus, la durée et l'importance de la floraison est exceptionnelle.
- Du port : couvre-sol, buissonnant, érigé de 10cm à 1m20 et plus.



**Figure 1 : La sauge (wikipédia, 2014)**

### **5-3-2- Description botanique :**

Arbrisseau buissonnant *vivace*, haut de 0,5 à 1m, très rameuse et très aromatique ; feuilles persistantes, pétiolées opposées, lancéolées et aigues, finement crénelées, pubescentes-grisâtre ; fleurs d'un bleu-violacé, assez grandes, pédicellées, 3 à 6cm ; verticilles un peu lâches formant une grappe simple ; bractées ovales-acuminées, corolle de 2 à 3cm de long, calice à tube muni en dedans d'un anneau de poils à lèvre supérieure presque droite. Les fruits sont des tétrakènes (Kothe, 2007 ; Beloued, 1998).

- **Type d'inflorescence** : glomérules spiciformes.
- **Période de floraison** : mai à juillet.
- **Répartition des sexes** : hermaphrodite. (Wikipedia, 2014).

**5-3-3 - Distribution :**

Elle est cultivée en Europe (Quezel et Santa, 1963 ; Lubinic, 2006), et provient de la Slovénie, la Croatie, la Bosnie-Herzégovine, l'ancienne Yougoslavie (Serbie, Monténégro), la Macédoine (Wikipedia, 2014) et au bassin méditerranéen (Lubinic, 2006 ; Kothe, 2007). En Algérie la sauge est cultivée un peu partout (Beloued, 1998).

**5-3-4- Classification :****✓ Classification classique :**

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Salvia*

**5-3-5- Propriétés pharmacologiques :**

Le genre *Salvia* est connue depuis l'antiquité, les sauges possèdent des propriétés médicinales : antiseptique, antispasmodique, antisudorale, apéritive, bactéricide, calmante, digestive, énergétique, laxative, fébrifuge, tonique, stimulant de la mémoire.

Les fleurs et les feuilles, fraîches ou sèches, de *Salvia officinalis* et *Salvia sclarea* dite « la toute bonne » étaient les plus utilisées en infusions ou décoctions. Les Chinois échangeaient leurs feuilles de thé les plus précieuses contre des feuilles de sauge ; les grecs, les arabes, et les romains l'employaient comme tonique et en compresses contre les morsures de serpent. Au dix huitième siècle, les asthmatiques fumaient des feuilles de sauges roulées en cigarette.

De nos jours, les huiles de sauge sont utilisées en parfumerie (cosmétique et savon) ; les feuilles de *S. officinale* sont consommées en infusion et décoction ainsi que pour aromatiser des plats (mouton, farce de volaille, poisson, soupe...). La sauge scolarisée, cultivée à l'échelle industrielle, entre dans la fabrication du vermouth et de divers cosmétiques (Chougui, 2009)

### 5-3-6- Domaine d'application et intérêt en phytothérapie :

*Salvia officinale* a été traditionnellement utilisée comme plante aromatique, condimentaire, décorative, cosmétique et dans des buts médicaux (Wikipedia., 2014). Elle est connue depuis longtemps comme antisudorale, ce qu'elle doit à son huile essentielle qui paralyse les terminaisons nerveuses des glandes sudoripares. Cette essence est riche en une cétone terpénique, la thuyone, convulsivante à haute dose, emménagogue et spasmolytique à dose thérapeutique (Bezanger-beauquesne et al., 1990). A cette action *Salvia Officinalis* ajouterait des vertus oestrogènes qui permettent de combattre les bouffées de chaleur de la ménopause, et elle constitue un des éléments du schéma thérapeutique des affections de la prostate (Arnal Schnebelen, 1999). *Salvia Officinalis* est également un régulateur hormonal qui agit sur la sphère urinaire féminine en cas de trouble. (Wikipedia, 2014).

Elle contient de nombreux acides phénols tels que l'acide caféique, chlorogénique et rosmarinique, qui sont vraisemblablement responsables de son action cholérétique c'est-à-dire qu'elle augmente la sécrétion de bile, et spasmolytique, relaxante sur les muscles de l'estomac et des intestins (Debelmas et Rochat., 1967). Elle a aussi des vertus bactéricides liées à la présence d'un acide diterpénique, la *Salvine* (la *picrosalvine* correspondrait à sa forme lactonique) (Azenmans et al., 1982), et de son ester monométhyle (Bezanger-Beauquesne et al., 1990).

Dans une publication, ce même nom de *salvine* désigne un mélange antibiotique (Vasilev et al., 1986). De ce fait, des bains de bouche chauds et fréquents, à base de sauge, sont efficaces dans le traitement de l'angine. La *picrosalvine* expliquerait sans doute, tout comme l'acide rosmarinique, le pouvoir antioxygène de la feuille, utilisé depuis longtemps en charcuterie (Bezanger-Beauquesne et al., 1990), aide à réduire et combattre le vieillissement de la peau et les rides. En usage externe, la sauge est astringente par ses tanins, de nature catéchique, qui se transforme, au stockage, en phlobaphène inactif (Murko et al., 1974).

Cette sauge aromatique est souvent utilisée par l'industrie agroalimentaire pour aromatiser les boissons, vermouths ou liqueurs, et aussi ses fleurs sont utilisées pour la confection de

confitures. Son huile essentielle sert en parfumerie, car il est excellent fixateur de parfum (Kothe, 2007).

### 5-3-7- les principes actifs de la sauge :

- **Huile essentielle**(1-2,5%) contenant 35 à 60% de thuyone.
- **Tanins** (3 - 7%) et composés phénoliques dont acide rosmarinique ( appelé « tanins des Labiées » ou Lamiacées)
- **Diterpènes** : acides carnosique et carnosol, rosmanol, saffcinolide
- **Flavonoïdes** (1 – 3%) : lutéoline, 5-méthoxysalvigénine.
- **Triterpènes** : très riche en acide oléanolique et dérivés, acide ursolique (Alice et al, 2006)

### 5-4-le genre *Mentha pépirta*(menthe verte):

#### 5-4-1 – Présentation botanique :

La **Menthe** forment un genre (*Mentha*) de plantes herbacées vivaces de la famille des Lamiacées (Labiées), sous-famille des *Nepetoïdeae*, tribu des *Menthae*, comprenant de nombreuses espèces, dont beaucoup sont cultivées comme plantes aromatiques et condimentaires, ornementales ou médicinales

#### - Feuilles :

Les feuilles sont opposées persistantes, subsessiles, lancéolées aiguës, dentées en scie, vertes sur les 2 faces, glabres ou presque glabres. L'implantation des feuilles est paripennée et décussées (avec un angle de 90°).

#### - Fleur :

Les fleurs poussent en grappe à l'aisselle de la feuille. Elles sont zygomorphes et hermaphrodites. Les fleurs sont rosées ou lilas, en épis terminaux peudenses, longs, grêles, linéaires-aigus. Bractées et dents du calice linéaires, glabres ou ciliées ; pédicelles et tube du calice glabres ; corolle glabre en dedans ; carpelles ovoïdes. La fleur présente une bractée qui dépasse les pièces florales, la fleur est pentamère oligostémone et ses pétales sont soudés (gamopétales).

Formule florale : (5S) + [(5P)+4E)+(2C)]. L'ovaire est super.

**- Inflorescence :**

L'inflorescence est indéfinie en épi cylindrique dense.

**-Tige :**

La tige de la menthe verte est dite quadrangulaire (carrée) ascendante(orthotrope). Elle est de couleur pourpre. La taille de la menthe verte peut atteindre au maximum une hauteur de 1,20 mètre mais en moyenne varie entre 0,30 et 0,60 cm. Les tiges glabres ou glabrescentes, rameuses.

La menthe verte est une plante à rhizomes traçants.

**- Racines :**

La racine est une racine pivotante qui dure plus de 3 ans. On les trouve en dessous de chaque pied, des rhizomes (tiges souterraines) servent à la propagation de la plante. (Sébastien, 2009)



**Figure2 :** menthe verte (Wikipédia, 2014)

**5-4-2 -Distribution :**

Les diverses espèces de menthes sont originaires des régions tempérées et subtropicales de l'ancien et du nouveau monde. Plusieurs d'entre elles sont largement cultivées. (Wikipedia, 2014)



**5-4-3 - Classification :*****a/-Classification classique :***

**Règne :** Plantae.

**Embranchement :** Spermaphyte

**Sous-embranchement :** angiosperme

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-Classe :** gamopétale.

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** Mentha

Le nom de la menthe verte dans la classification phylogénétique est *Mentha spicata* (Duay , 2009)

**5-4-4 - Propriétés pharmaceutiques :**

La menthe verte est utilisée dans de nombreux traitements et cela depuis la nuit des temps. Ses vertus sont multiples et ses modes d'utilisation en font une des plantes médicinales les plus connues. Elle est réputée pour soigner de nombreux troubles dont en voici quelque uns des plus courants : affections dermatologiques, troubles digestifs variés, spasmes du colon, colites, troubles fonctionnels digestifs d'origine hépatique, rhume, nez bouché, affections de la bouche et de l'oropharynx et bien plus encore. .

Toutefois, il faut faire attention car son usage est interdit lors de la prise de médicaments homéopathiques. Prise en trop grande quantité elle peut être excitante et provoquer des convulsions.

La menthe verte est aussi utilisée en agroalimentaire dans différents produits du quotidien, comme par exemple les chocolats à la menthe (AfterEight), les dentifrices et lotions pour bain de bouche, ou encore dans certaines liqueurs.

On l'utilise principalement car elle contient du menthol qui donne une sensation de fraîcheur.

Voici la liste des différents effets thérapeutiques qu'on lui accorde :

- hépatostimulant
- vasoconstricteur
- tonique
- antispasmodique
- analgésique
- anti-inflammatoire
- calmant
- cholagogue
- cholérétique
- cicatrisant
- bactéricide
- fébrifuge. (Duay, 2009).

### 5-3-5 – Les principaux principes actifs de la menthe :

- 1 à 2.5% d'**huile essentielle** (matière sèche)\*
- 22 à 42% **menthol** (camphre de menthe)
- 50% de **carvone**
- 4-30% **menthone**
- Jusqu'à 10% **menthyles esters** (acétate, isovalerate)
- autres **terpénoides** (pulegone, piperitone, menthofurane, pinène, l-limonène, cadinène, hellandrène)
- **acétaldéhyde**, isovaleriquealdehyde, amyl alcool, dimethylsulfide
- la présence de 0.1% de **jasmone**, améliore nettement la qualité de l'Huile Essentielle

**I- Les composés phénoliques :****I-1-Généralité**

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits (Merouane , 2013).


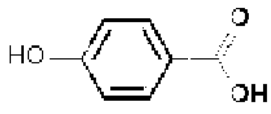
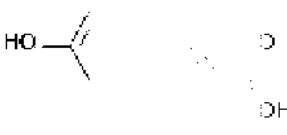
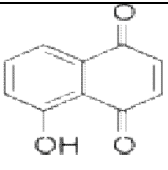
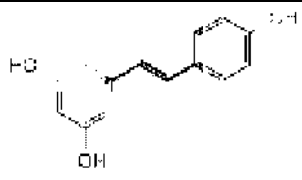
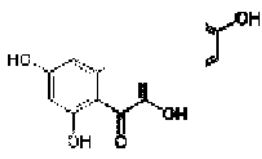
Les composés phénoliques participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel

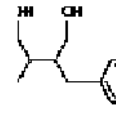
Les composés phénoliques peuvent être regroupés en plusieurs classes qui se différencient d'abord par la complexité du squelette, ensuite par le degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation et de méthylation, etc.). Enfin par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, ...etc.) (Macheixet *al.*, 2005).

Toute les composés phénolique comporte un grand nombre de structure différentes en fonction du nombre et de la position des groupements hydroxyles sur le squelette de base. Ces structures peuvent également être diversement substituées (glycosylées, estérifiées, . . .)

## I-2-Classification:

**Tableau 2:** le principale classes des composés phénoliques (Harborne, 1980, Macheix et al, 2005 )

Squelette carboné	Classe	Exemple	Formule	origine
C6	Phénols simple	Catéchol		
C6-C1	Acide hydroxybenzoïques	p-Hydroxybenzoïque		Epices, fraise
C6-C3	Acide Hydroxycinnamie Coumarines	Acide Caféique, Scopolétine, esculétine		Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone		Noix
C6-C2-C6	Stilbénes	Resvératrol		vigne
C6-C3-C6	Flavonoïde Flavonol Anthocyanes Flavanol Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, Quercétine  Cyanidine Pélargonine, Ctéchin, Epicatéchin, Narigénin Déidzén		Fruits, Légumes, Fleurs, Fruits rouges pomme, Raisin citrus, soja pois

C6-C3)n(	Lignanes	Pinorésinol		pin
(C6-C3)n	Linines			Bois, noyau des fruits
C15	Tannins			Raisin rouge, kaki

### I-3-Principales voies de biosynthèses de composés phénoliques:

#### I-3-1-voies de l'acide shikimique:

Les acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) sont à l'origine de la plupart des molécules phénoliques chez les végétaux. Ces acides aminés sont formés à partir de sucres simples issues du métabolisme primaire par la voie d'acide shikimique. La désamination de phénylalanine donne naissance au précurseur direct de phénols: l'acide cinnamique.

La biosynthèse des composés phénoliques par la voie d'acide shikimique est représentée dans la figure.

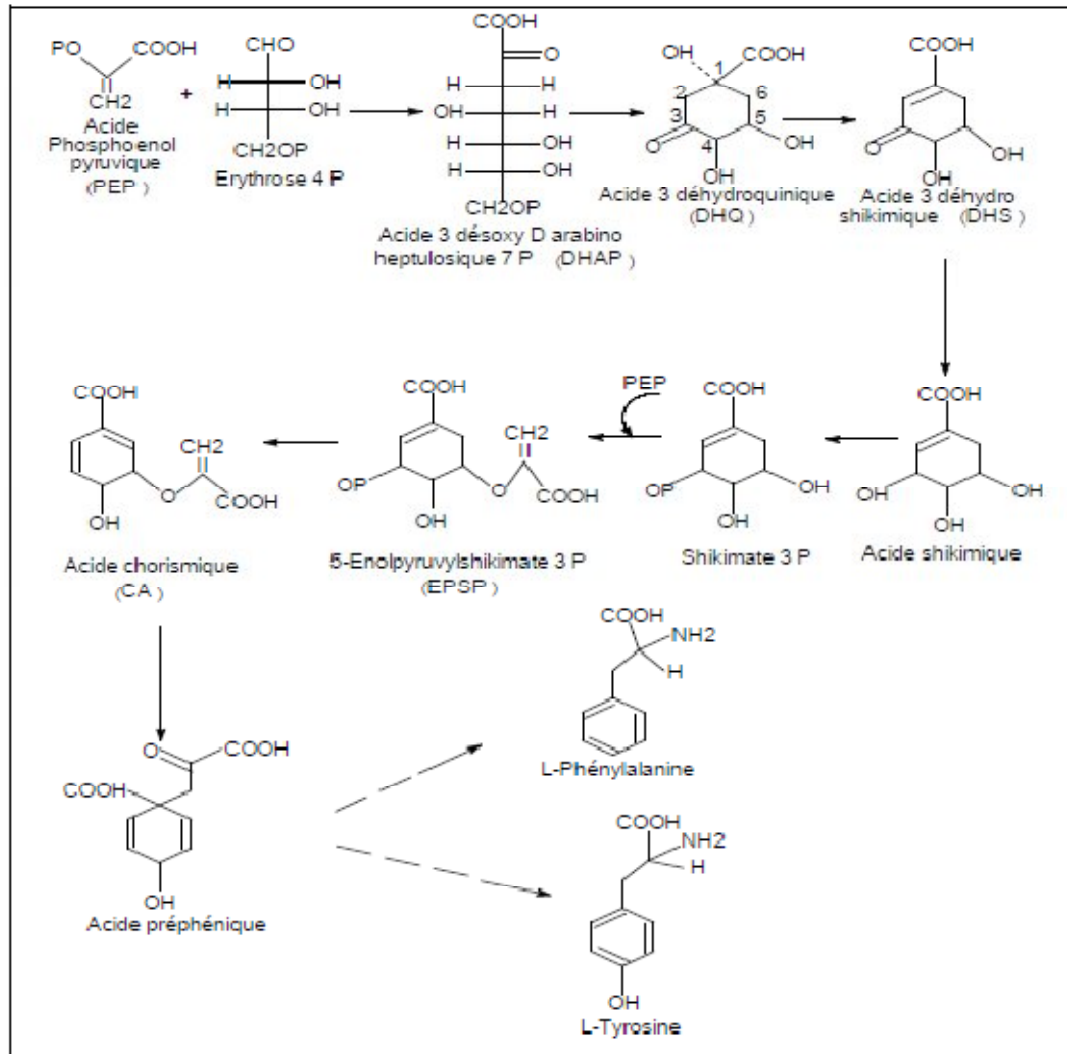


Figure 3 : La voie de shikimate (Floss, 1997)

**I-3-2-la vois d'acides phénylpropanoïdes :**

cette séquence biosynthétique permet la formation des principes acides hydroxycinnamiques : acide coumarique, caféique, férulique et sinapique que se présentant généralement sous forme d'esters ou de glucosides .

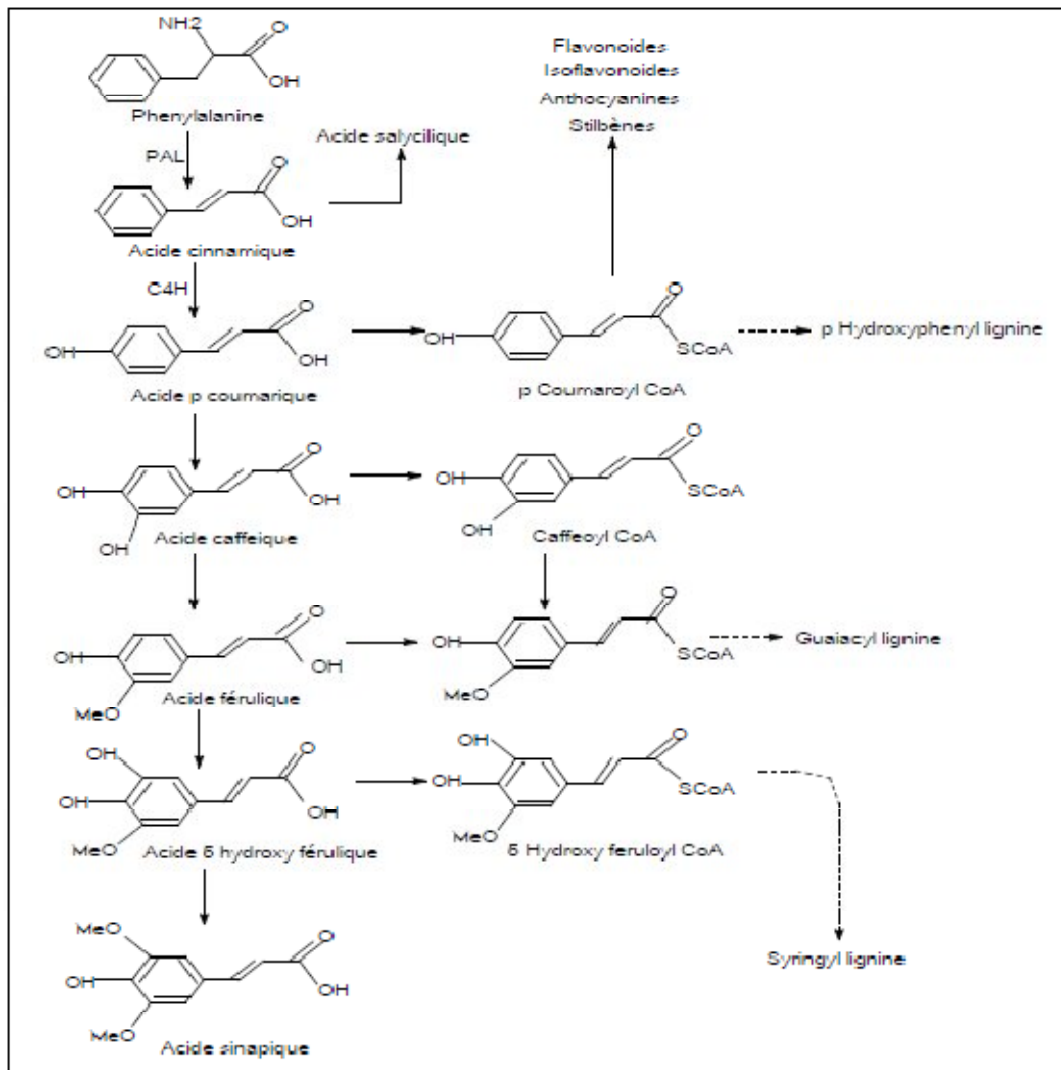


Figure 4: La voie de phénylpropanoïde (Hoffmann *et al*, 2004)

#### I-4-Principales classes des composés phénoliques:

##### I-4-1-phénols simples ou acides phénoliques:

On distingue deux classes d'acides phénoliques : les dérivés de l'acide benzoïque ou acides hydroxybenzoïques et dérivés d'acides cinnamique ou hydroxycinnamiques.

##### a-Acides hydrobenzoïques:

Présentes dans une grande variété de végétaux de l'alimentation courante, elles sont bien étudiées. Elles ont une formule de base de type C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> (Dérivés de l'acide benzoïque, leur diversité structurale est due aux hydroxylations et/ou méthyloxylation du noyau aromatique en diverses (1,2 et 4) donne ainsi les acides 4-hydroxybenzoïque, 3-hydroxybenzoïques protocatéchiques, vanillique,

gallique, syringique, salicylique, et gentisique (Barberan *et al.* , 2000). Ils sont le plus fréquemment présents dans les fruits et légumes sous forme de conjugués (esters ou glycosides), cependant l'acide gallique peut être retrouvé sous forme libre dans certains fruits comme le kaki. La réaction d'estérification d'un de ces acides avec une molécule de glucose donne des structures plus complexes appelées tanins hydrolysables (Clifford *et al.*,2000) comme les gallotanins retrouvés dans la mangue ou les ellagitannins dans certains fruits rouges comme les fraises, les framboises et les mûres. Les acides hydroxybenzoïques sont également présents dans les plantes aromatiques et les épices, l'acide gallique est fortement présent dans le clou de girofle, le glucoside d'acides 4 hydroxybenzoïques dans l'anis, l'aneth ou encore le persil. Ces composés sont modifiés lors des procédés de fabrication de certains aliments et les conjugués sont libérés lors des hydrolyses (Barberan *et al.*,2000)

### **b-Acides hydrocinnamiques**

Très répandus dans le règne végétal, ces composés ont une formule de base de type C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> et leur diversité est également due à la variabilité des hydroxylations du noyau aromatique (Clifford, 2007). Le composé le plus courant est l'acide caféique qui représente à lui seul 75 à 100% des acides hydroxycinnamiques totaux de la plupart des fruits (D'Archivio *et al.* , 2007). L'acide férulique, sinapique et 4-coumarique sont également répandus dans les aliments (Clifford, 2000). Les acides hydroxycinnamiques sont rarement présents sous forme libre et sont retrouvés essentiellement sous formes conjuguées. Il s'agit de dérivés glycosylés ou d'esters avec les acides quinique, tartrique ou shikimique (Manach *et al.*, 2004, Macheix *et al.*, 2006). Le conjugué le plus commun est l'acide 5-caféoylquinique également appelé acide chlorogénique qui représente jusqu'à 90% des polyphénols de la pomme de terre (Clifford, 1999). Les acides hydroxycinnamiques sont présents dans les fruits comme les myrtilles, le kiwi, les prunes, les fraises ou les pommes. L'acide férulique est quant à lui, le plus abondant dans les céréales de poids sec (dans les grains de blé) mais également dans certains légumes comme l'aubergine (D'Archivio *et al.*, 2007). L'acide coumarique est présenté en quantité importante dans les épinards (Clifford, 2000).



### C-Coumarines

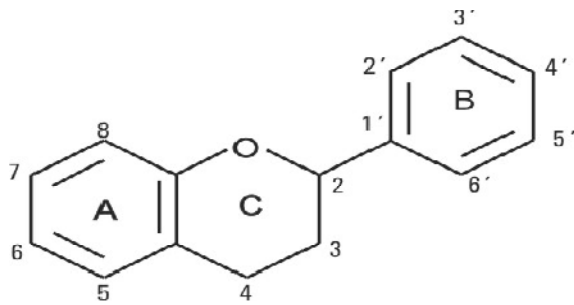
Les coumarines dérivent des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale, ils ont fréquemment un rôle écologiques ou biologique. On peut confédérer que les différentes coumarines dérivent des acides cinnamiques ortho-hydroxylés, de même que la coumarine elle-même dérive de l'acide o-coumarique. Les coumarines les plus fréquentes sont l'umbelliférone ou umbelliférone, l'aesculétine, la scopolétine, dont les substitutions correspondent, respectivement, aux acides: p-coumarique, caféique et férulique. Signalons également la fraxétine et la daphnétine (Figure7) (Dean, 1963).

## II-Les flavonoïdes

### II-1-Généralité :

Au sens strict, les flavonoïdes sont définis comme étant des pigments végétaux quasiment universels (dans la plupart des végétaux), responsables de la coloration des fleurs, des fruits, parfois des feuilles. La coloration due à la présence de flavonoïdes est généralement la coloration jaune. Ils existent le plus souvent sous forme d'hétérosides dont largénine du 2-phényl chromane ou flavane.

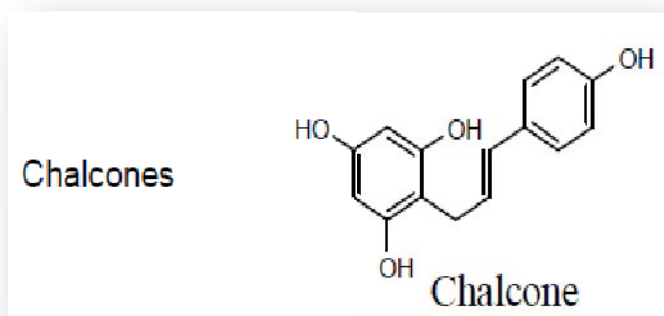
Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus abondants de notre alimentation et plus de 4000 composés ont pu être identifiés (D'Archivio *et al.* 2007). Ils sont particulièrement présents dans l'épiderme des feuilles ainsi que dans la peau des fruits. Ils présentent une structure commune en C6-C3-C6. Deux cycles aromatiques (A et B) sont liés par une chaîne de 3 carbones formant un hétérocycle oxygéné (C) (Macheix *et al.* 2006). Les flavonoïdes sont subdivisés en sous-classes selon la structure de l'hétérocycle C. On distingue alors les 4-oxoflavonoïdes (flavones, isoflavones, flavonols et flavanones), les flavanols et les proanthocyanidines, les anthocyanes ainsi que des composés plus minoritaires, les chalcones et dihydrochalcones (Crozier *et al.* 2009).



**Figure 5 :** Structure de base des flavonoïdes

## II-2-Les différentes classes de flavonoïdes :

**II-2-1-les chalcones et aurones:** gardent la structure de la tétra ou trihydroxychalcone, le noyau central de la molécule n' est pas totalement cyclisé ou se présente sous forme d'un cycle ne présentant que cinq sommets (Heller *et al.*, 1998). Les aurones sont caractérisés par une structure de 2- benzylidène coumarone (Bruneton, 1999; Marfak, 2003).



**Figure 6 :** structure du chalcone

**II-2-2 Les flavanones:** dérivent des précédentes par une cyclisation au centre du squelette, d'où un hétérocycle. Ils se caractérisent par l'absence de la double liaison entre C2 et C3 par la présence des centres d'asymétrie (Bruneton, 1999).

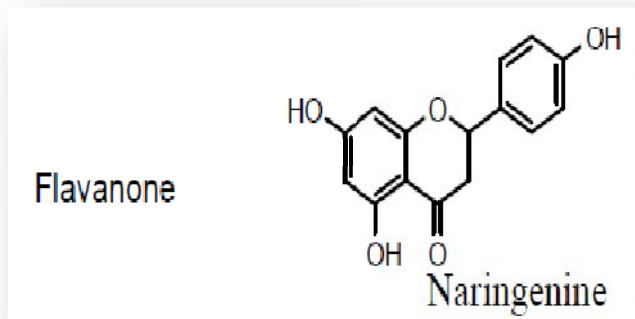


Figure 7 : structure du flavanone

**II-2-3 Les flavones:** dérivent des flavanones par une oxydation qui introduit une seconde double liaison dans l'hétérocycle (Heller *et al.*, 1998). Dans plus de 90%, le cycle A est substitué par deux hydroxyles phénoliques en C5 et C7 (Bruneton, 1999). Par exemple: Glucosidés apigénine chez le blé (Shahidi et Nacz, 1995) et la tricine chez le blé (Shahidi et Nacz, 1995; Peterson, 2001; Harborne, 1967).

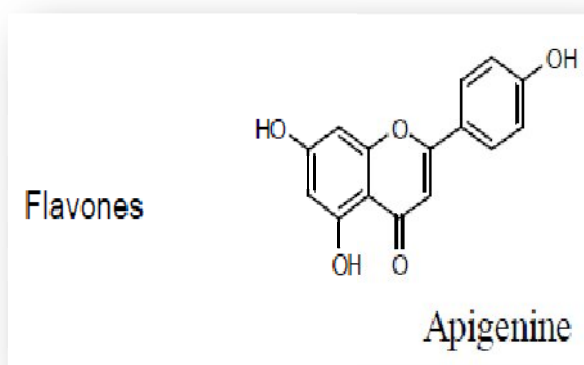


Figure 8 : structure du flavone.

**II-2-4 Les flavonols:** se différencient des flavones par la présence d'un OH en C3 (Heller *et al.*, 1998; Richer, 1993). Chez les flavonols la position 3 de l'hétérocycle est toujours glycosylée, fréquemment la position 7 mais jamais la position 5 du cycle A (Harborne, 1980). Exemple: chez l'orge Chrysoeriol (Mazza et Gao, 2005).

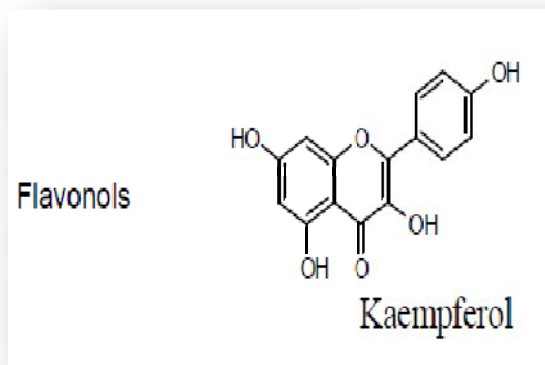


Figure 9 : structure du flavonols

**II-2-5-les isoflavones:** dérivent aussi des flavanones mais ont subi une oxydation centrale, il y a transposition du cycle latéral du C2 au C4 de l'hétérocycle (Heller *et al.*, 1998; Bruneton, 1999).

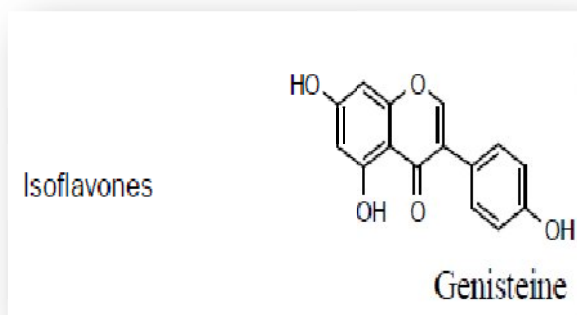
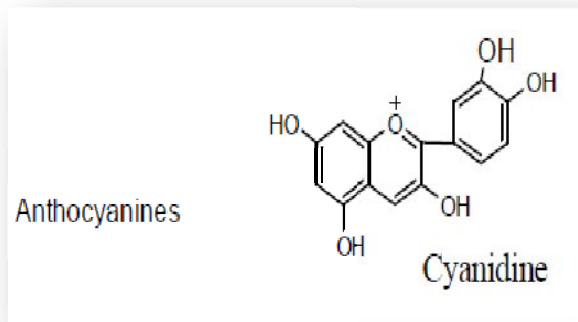


Figure 10 : structure de l'isoflavone.

**II-2-6-les anthocyanes:** le terme « anthocyanes » a une valeur générale désignant, soit les formes naturelles glycosylées, soit les molécules non glycosylées (Macheix, 2005). Chez les anthocyanes, en plus de la position 3 qui est toujours glycosylée, il y a aussi préférentiellement la position 5 est glycosylée.



**Figure 11** : structure de l'anthocyane

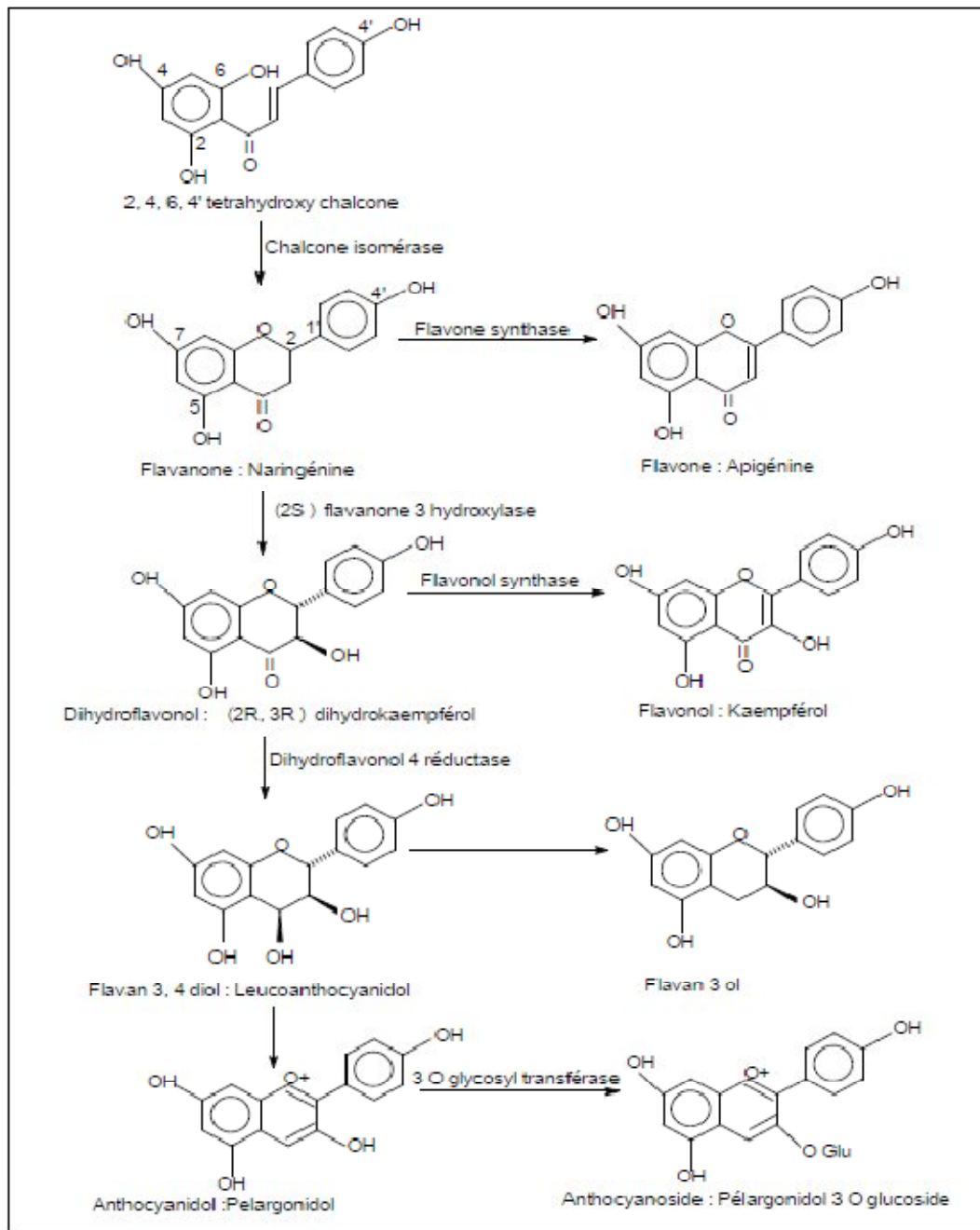
### II-3- la voie de biosynthèse des Flavonoïdes

La formation de ces molécules flavonoïques s'effectue par un intermédiaire connu: tétrahydroxychalcone à partir de la quelle se différencient plusieurs types des flavonoïdes. (Bouheroum 2007)

Le squelette moléculaire de base a une double origine : 3 molécules d'acétyl

CoA (CoA = coenzyme A) pour le cycle A qui dérive de la voie acétatemalonate, une molécule de p-coumaryl pour le cycle B qui dérive de la voie shikimate et aussi pour l'hétérocycle C. C'est alors à partir de la chalcone ainsi formée par cette condensation chimique que vont être mis en place les flavonoïdes appartenant aux diverses classes, en particuliers des pigments comme les anthocyanes et les flavonols, ou encore certains monomères de type flavonols dont la polymerization conduira aux tannins condensés.

La biosynthèse des différents groupes de flavonoïdes implique un ensemble complexe de réactions comprenant des hydroxylations, méthylations, oxydations, réductions, glycosilations (Sarmi et Cheymer 2006).



**Figure 12.** Biosynthèse des flavonoïdes

#### II-4-Distribution et Localisation

Les flavonoïdes sont largement abondants dans les légumes feuilles (salade, choux, épinards, etc...), ainsi que dans les téguments des fruits.

Récemment, de nombreux travaux ont montré que certains fruits légumes sont très riches en flavonols, flavones et flavanones. Le regroupe la distribution de certain flavonoïdes

Les flavones apigénine et lutéoléine sont très spécifiquement détectées dans les herbes aromatiques comme le persil, le thym, romarin et le céleri. Pour ce dernier, les concentrations de ces deux flavones sont largement supérieures à celles présentes dans les tiges. Cependant, leurs analogues hydrogénés (flavanones), l'hespérétin et la naringénine sont exclusivement que de quercétine. Cette dernière se retrouve de façon majoritaire dans la quasi-totalité des végétaux. Le kaempférol, autre flavonol, y est également largement détecté.

Les isoflavones sont largement distribués dans les légumes comme le soja, haricots verts, les haricots noirs et les pois.

Autres flavonoïdes souvent étudiés, les anthocyanes confèrent aux fruits et légumes leurs teintes rouges ou bleutées. Ils se trouvent surtout les myrtilles, cassis, groseilles, mais également à un degré moindre, dans tous les autres fruits rouges comme les raisins, les fraises et les framboises. On peut aussi les trouver dans certains légumes comme les chou rouge et les radis.

Le monde animal est lui aussi concerné par les flavonoïdes. On trouve par exemple de la chrysrine, de la quercétine, et de la galangine dans la propolis des abeilles. Ces insectes les synthétisent à partir des sécrétions de bourgeons de nombreux arbres comme le bouleau, l'aulne, le sapin, et les modifient grâce à leurs enzymes salivaires.

### **II-5-Rôles des flavonoïdes chez les plantes :**

Les flavonoïdes sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois feuilles. Quand ils ne sont pas directement visibles, ils contribuent à la coloration par leur rôle de co-pigments.

Dans certains cas, la zone d'absorption de la molécule est située dans le procheultraviolet : la coloration n'est alors perçue que par les insectes qui sont ainsi efficacement attirés et guidés vers le nectar et donc contraints à assurer le transport du pollen (Bruneton, 1994). On peut également noter que les flavonoïdes, en repoussant certains insectes par leur goût désagréable, peuvent jouer un rôle dans la protection des plantes.

Les flavonoïdes montrent d'autres propriétés intéressantes dans le contrôle de la croissance et du développement des plantes en interagissant d'une manière complexe avec diverses hormones végétales de croissance. Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est-à-dire des métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries (Marfak, 2003).

De plus ils sont impliqués dans la photosensibilisation, la morphogenèse, la détermination sexuelle, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (Lhuillier, 2007).



### 1/ Matériel végétal :

La menthe verte (*Mentha Pépíríta*) a été récoltée au mois de Mars 2014 de la région de Messaoud Boudjriou de Constantine (Algérie). La sauge (*Salvia Officinalis*) a été récoltée en mois d'Avril 2014 de l'université Constantine 1 de Constantine. Les deux plantes sont lavées et laissées sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré.

### 2/ procédés d'extraction :

#### a-Macération :

Un poids de 10g de la matière végétale sèche (feuilles, fleurs) a été broyé grossièrement dans un moulin électrique, et utilisé pour la macération dans un mélange méthanol/ H<sub>2</sub>O (70/30 : v/v) trois fois avec renouvellement du solvant chaque 24h à une température ambiante. La solution hydroalcoolique obtenue après filtration est évaporée à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif (figure 11) et le résidu sec est repris dans 100ml d'eau distillée bouillante.



Figure 13 : évaporateur rotatif

#### b- Décantation :

Une décantation de 12heures suivi d'une deuxième filtration permet d'éliminer les boues (graisses et résines) pour faciliter les épreuves de la chromatographie.

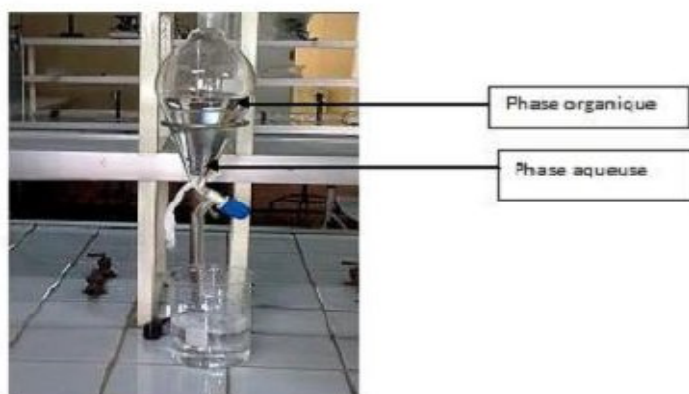
#### c- Affrontement :

La solution hydroalcoolique obtenue après filtration a subi une extraction liquide-liquide avec les solvants organiques suivants :

- ✓ **Affrontement par Ether de pétrole**
- ✓ **Affrontement par Ether di éthylique**
- ✓ **Affrontement par Acétate d'éthyle**

Ces affrontements se font dans des ampoules à décanter, la phase aqueuse et le solvant (v/v) sont mélangés énergiquement en laissant sortir à chaque fois les gaz des produits, après un repos d'une demi heure on récupère séparément la phase aqueuse et le solvant utilisé chargé de ses composés spécifiques.

Les différents extraits récupérés, après évaporation à sec avec l'évaporateur rotatif, sont récupérés chacun par un minimum de méthanol, puis mis dans des tubes à hémolyse à l'air libre pour le diagnostic chromatographique, pour la réalisation des dosages et la détermination des activités biologiques. Chaque extrait subi une chromatographie sur couche mince afin d'avoir une idée sur le nombre de produits à séparer et donc de pouvoir confirmer la richesse de nos plantes en composés phénoliques.



**Figure 14** : Ampoule à décanter

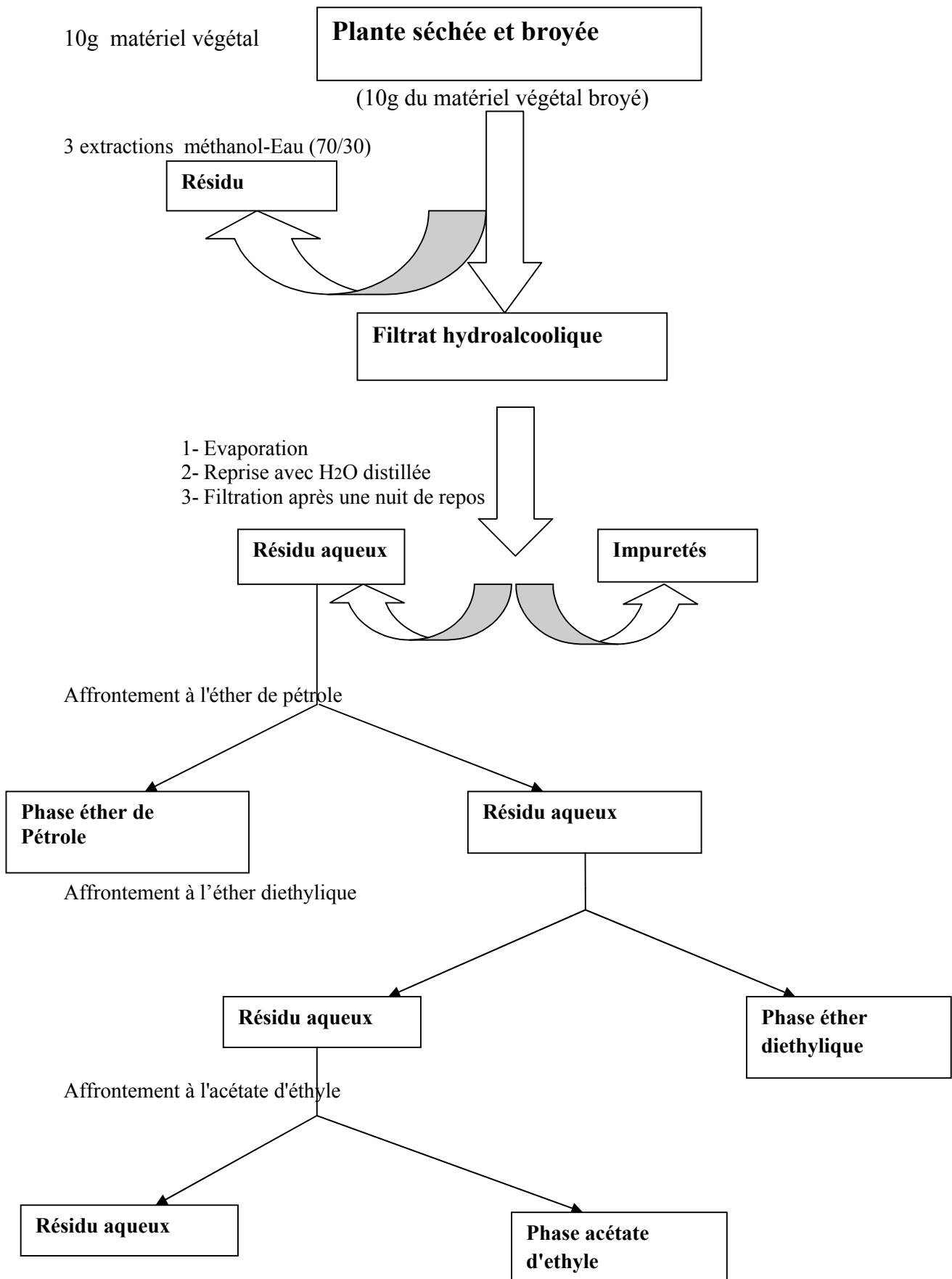


Figure 15 : Protocole d'extraction des flavonoïdes

### 4- Chromatographie analytique sur couche mince:

C'est une méthode physique de séparation basée sur les différences d'affinités des substances à analyser à l'égard de deux phases, l'une stationnaire ou fixe, l'autre mobile (éluant). Selon la technique chromatographique mise en jeu, la séparation des composants entraînés par la phase mobile, résulte soit de leur adsorption et de leur désorption successive sur la phase stationnaire, soit de leur solubilité différente dans chaque phase. (Marchal, 1998). La CCM permet de contrôler la pureté d'une substance, de séparer les constituants d'un mélange et éventuellement de les identifier. L'adsorbant est constitué d'une couche mince et uniforme, environ 0,25 d'épaisseur, appliquée sur un support approprié comme une plaque de verre ou une feuille d'aluminium ou de plastique.

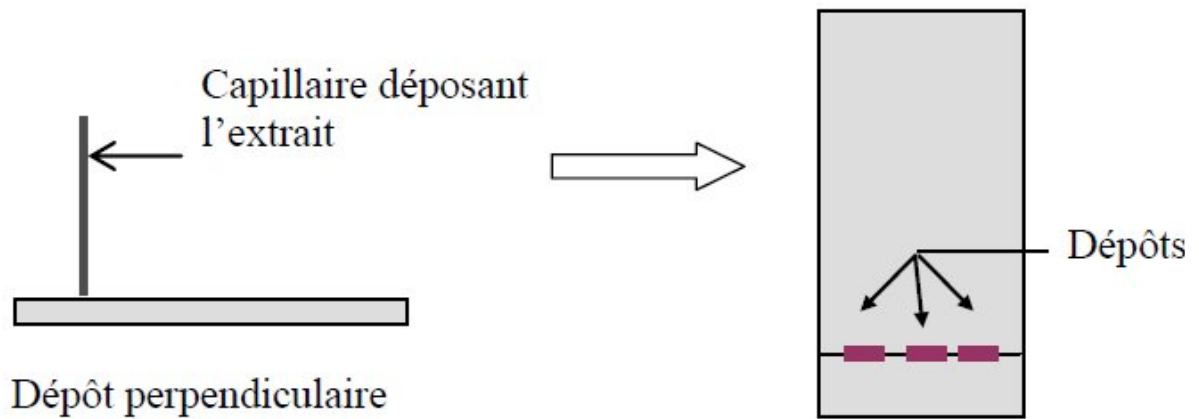
On laisse la phase fixe se propager à la surface de la plaque par capillarité. Au cours du processus chromatographique, la plaque est placée dans une cuve à chromatographie en verre dans laquelle l'atmosphère est habituellement saturée de vapeur de solvant. Comme support solide on utilise souvent du gel de silice, de polymide (DC6).

La CCM permet non seulement de vérifier l'efficacité des extractions avec plusieurs solvants ; mais aussi de pouvoir identifier les différentes fractions et constituants obtenus au cours des séparations. Les techniques chromatographiques sont utilisées pour la séparation de mélange en leurs constituants.

➤ **Objectif** : Déterminer les types de molécules présents dans les extraits hydroalcoliques et Séparer les différentes molécules présentes dans les extraits par chromatographie sur couche mince (CCM). Puis, tirer le spectre UV-visible de chaque molécule. La comparaison de ces spectres avec des témoins permettrait de connaître la nature des molécules présentes.

➤ **Application** :

Pour la CCM des extraits méthanoliques, nous avons utilisé des plaques de Silice déjà préparées. Le dépôt des extraits sur les plaques a été fait linéairement de façon ponctuelle avec des capillaires (pipettes capillaires) à usage unique. Les capillaires devaient être posés perpendiculairement et prudemment sur la plaque afin de ne pas gratter le gel (Figure 16).

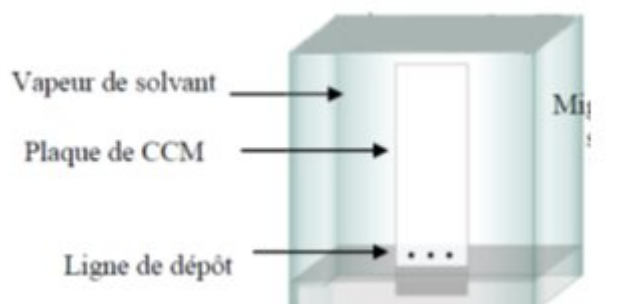


**Figure 16 :** Mode de dépôt pour une CCM.

➤ **Le choix de la phase mobile :** (système solvant approprié) s’est fait après essai de plusieurs mélanges de solvants. Pour le support de silice, nous avons utilisé l’éluant suivant : Acétate d’éthyle/ méthanol/ eau (100/13.5/10)

Après saturations des cuves de CCM en vapeur de solvant, les plaques ont été placées de sorte que les bords où ont été effectués les dépôts fussent trempés dans le fond du solvant ; tout en prenant soin d’éviter tout contact entre les dépôts des échantillons et le mélange de solvant.

Les différents constituants des échantillons déposés ont alors migré avec des vitesses différentes. Dans le cas idéal, nous obtenons autant de taches que de constituants sur le trajet de migration du solvant (Figure 17).



**Figure 17 :** Figure modifiée représentant la migration des constituants des Extraits (Reich et Schibli 2007).

### 5 / Dosage des composés phénoliques :

Le contenu des composés phénoliques de nos extraits est estimé par la méthode de Folin ciocalteu (Adesegun *et al*, 2007)

- ❖ 1ml d'extrait de l'échantillon
- ❖ 5ml du réactif de Folin ciocalteu (dilué dix fois)
- ❖ 4ml d'une solution de bicarbonate de sodium (0.7M)
- ❖ Agiter vigoureusement
- ❖ Incuber pendant 2h à une température ambiante
- ❖ Lire l'absorbance à 765 nm, le total des composés phénoliques est déterminé selon

l'équation suivante  $T=C.V/M$

**T** : Représente le total des composés phénoliques (mg EAT / g d'extrait sec de la plante)

**C** : Concentration d'extrait méthanolique équivalente à l'acide vanillique, obtenue à partir de la courbe d'étalonnage (mg/ml)

**V** : le volume d'extrait méthanolique (ml)

**M** : poids sec d'extrait méthanolique de la plante (mg).

### 6/Dosage des flavonoïdes :

Les flavonoïdes contenus dans les extraits méthanoliques du la Sauge et de la Menthe sont estimés par la méthode d' $AlCl_3$  (Ayoola *et al*, 2008)

- ❖ 1ml d'une solution méthanolique d' $AlCl_3$  (2%) est rajouté à 1ml de l'extrait de la plante.
- ❖ Après 30 minutes d'incubation à une température ambiante, l'absorbance du mélange est lue à 420 nm, la rutine est utilisée comme un standard, la quantité des flavonoïdes est estimée en mg EQ/g d'extrait sec de la plante.

### 7 / Activité antiradicalaire des flavonoïdes :

Les antioxydants naturels sont présents dans l'alimentation ; pour la plupart se sont des composés phénoliques qui possèdent au moins un noyau aromatique, contenant un ou plusieurs substituant, en effet cette propriété antioxydante est en relation directe avec la structure de ces molécules (Cosio *et al*, 2006).

La surproduction des radicaux libres dans l'organisme et le déficit du système de défense endogène peuvent engendrer de diverses pathologies ; cancer, vieillissement....

Actuellement, La recherche vise à renforcer ces défenses endogènes par des substances naturelles issues des plantes, qui sont douées des propriétés antiradicalaires. Le radical libre DPPH a permis l'estimation de l'activité antioxydante des composés isolés et identifiés. C'est un radical synthétique de couleur violette qui vire vers le jaune quand il est capté par les produits flavonoïques testés. L'intensité de la couleur jaune reflète la capacité antiradicalaire de la molécule, et dépend de la nature, la concentration et la puissance de cette molécule. (Madi, 2010).

L'activité antiradicalaire de ces extraits est mesurée selon la méthode décrite par (ES –Safi *et al*, 2007)

- 2.5ml de l'extrait à tester
- 2.5ml d'une solution méthanolique de DPPH (0.004%)
- La densité optique DO est mesurée par le spectrophotomètre SHIMADZU à UV visible à 517 nm, après 30 minutes d'incubation à une température ambiante et à l'obscurité, la décroissance de l'absorbance est convertie en pourcentage d'activité Scavenger selon l'équation suivante :

$$\text{Activité Scavenger (\%)} = (A \text{ contrôle} - A \text{ échant} / A \text{ contrôle}) \times 100$$

**A contrôle** : Absorbance du contrôle

**A échant** : Absorbance des flavonoïdes testés

### 1- Extraction :

Nous avons utilisé pour cette étude, 10g de feuilles sèches de *Salvia Officinalis* et de *Mentha Pépíríta*, après une macération, extraction, évaporation, les macéras sont soumis à une décantation à froid pour les partitions entre solvants. La fraction aqueuse est soumise à des affrontements par l'éther de pétrole, l'éther diéthylique, acétate d'éthyle, après évaporation à sec on a obtenu les phases suivantes :

- ❖ **Phase Ether de pétrole** : élimine les pigments chlorophylliens, caroténoïdes et les lipides ; et tous composés non phénoliques.
- ❖ **Phase Ether diéthylique** : solvant préférentiel des composés phénoliques simple tels que les acides phénols et les flavoneslipophyles.
- ❖ **Acétate d'éthyle** : entraîne les aglycones, les mono-O-glycosides et partiellement les di-O-glycosides.

Les extraits sont repris avec du méthanol pour le diagnostic du CCM, l'étude spectrale.

### 2- Diagnostique par CCM analytique :

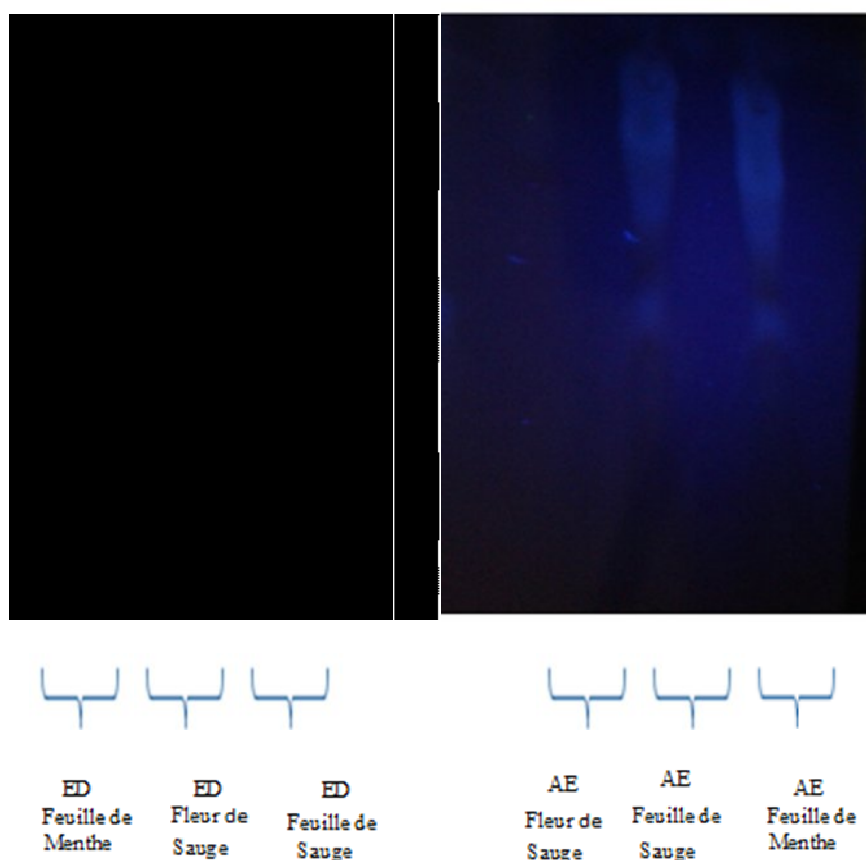
Cette technique informe sur le contenu en polyphénols et en particulier en flavonoïdes des phases analysées, et procure les informations nécessaires pour la poursuite des autres analyses préparatives.

En se basant sur les résultats analytiques, les phases les plus riches en flavonoïdes subissent une chromatographie analytique sur couche minces. Les spots obtenus sont visualisés sous la lampe UV à 365 nm selon leurs fluorescences, les valeurs des Rf ainsi que les fluorescences des spots figurant dans le chromatogramme.



**Tableau 3:** comportement chromatographique de la phase acétate d'éthyle du *Salvia officinalis* et *Mentha pepirita* sur une plaque de silice dans le système solvant (acétate d'éthyle/ méthanol/eau)(100 /13,5 /10)(v/v/v)

<i>Salvia officinalis</i>		<i>Mentha pepirita</i>	
Phase acétate d'éthyle		Phases acétate d'éthyle	
Spot coloré sous UV à 365nm	RF	Spot coloré sous UV à 365nm	RF
Vert jaune	0.45	Vert	0.59
Jaune clair	0.61	Vert jaune	0.27
Jaune clair	0.58	Jaune clair	0.88
Marron	0.22	Marron	0.44
Jaune	0.62	/	/
Vert	0.78	/	/



**Figure 18:** CCM analytique représentative des flavonoïdes de la sauge et de la menthe.

### 3 - Dosage des composés phénoliques et des flavonoïdes :

#### a- Dosage des polyphénols :

L'étude quantitative des extraits bruts, préparés à partir des parties aériennes de la sauge et de la menthe au moyen des dosages spectrophotométriques avaient pour objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux et des flavonoïdes. La raison principale pour le choix de ces substances réside dans le fait que la majorité des effets pharmacologiques des plantes sont attribués. Deux droites d'étalonnages ont été tracées pour cet objectif qui est réalisées avec des solutions d'étalons à différentes concentrations.

Les quantités des polyphénols et des flavonoïdes correspondantes ont été rapportées en milligramme d'équivalents de l'étalon utilisé par gramme d'extrait sec de la plante (mg E/g d'extrait) et déterminés par l'équation de type :  $y = ax + b$ .

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode au réactif de Folin Ciocalteu (Singleton et al ; 1999). La spectrophotométrie a permis de quantifier le taux des polyphénols des extraits hydroalcoliques des plantes médicinales étudiées. La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide vanillique, La teneur en polyphénols est rapportée en mg équivalent acide vanillique d'extrait de plante.

Selon les résultats on distingue que l'espèce du *Mentha Peperita* est riche en phénols par rapport au *Salvia Officinalis*, les teneurs obtenus sont :

- ✓ 20.56±0.005 mg/g EAV pour l'extrait hydroalcolique de *Mentha Peperita*.
- ✓ 15.8±0.002 mg/g EAV pour l'extrait hydroalcolique de *Salvia Officinalis*.

En effet, la teneur en polyphénols n'est pas stable, et se diffère d'une plante à une autre, on a trouvé aussi des teneurs différentes entre les fleurs et les feuilles du même genre, ce qui est le cas de *Salvia officinalis*, dont les valeurs sont comprises entre 15.8±0.002 mg/g EAV de l'extrait des feuilles et 4.48±0.008 mg/g EAV de l'extrait des fleurs. Le contenu polyphénolique varie qualitativement et quantitativement d'une plante à une autre et d'un organe à un autre, cela peut être dû à plusieurs facteurs : facteurs climatiques, patrimoine génétique, le stade de développement de la plante et la période de sa récolte, la méthode d'extraction et la méthode de quantification des composés d'intérêt biologique.

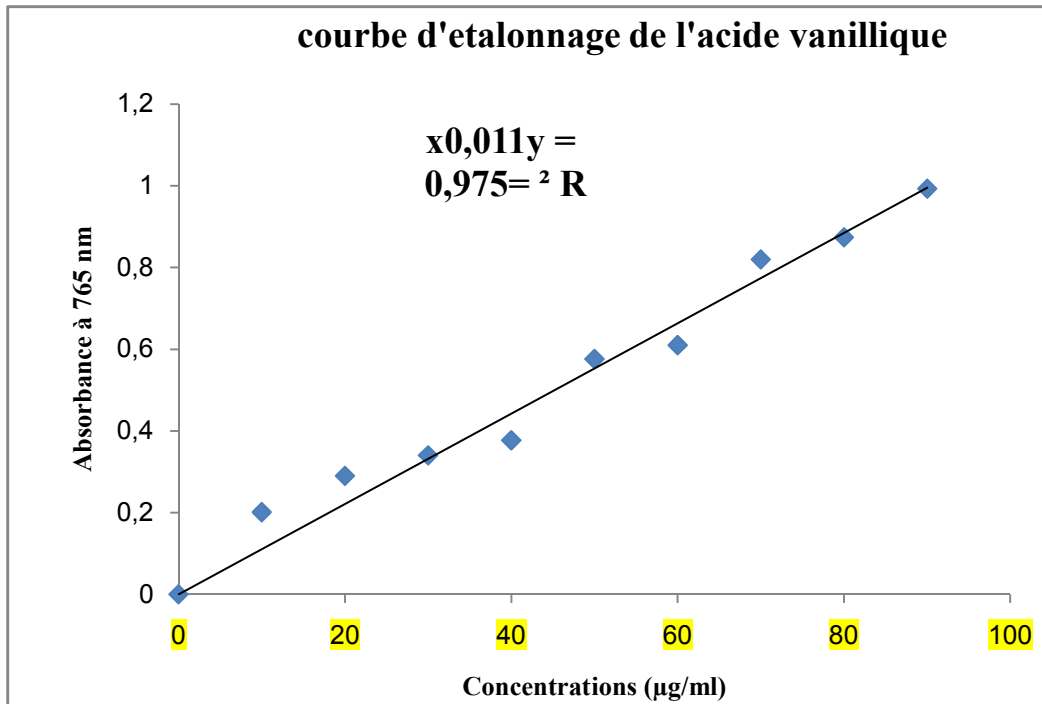


Figure 19 : Courbe d'étalonnage de l'acide vanillique

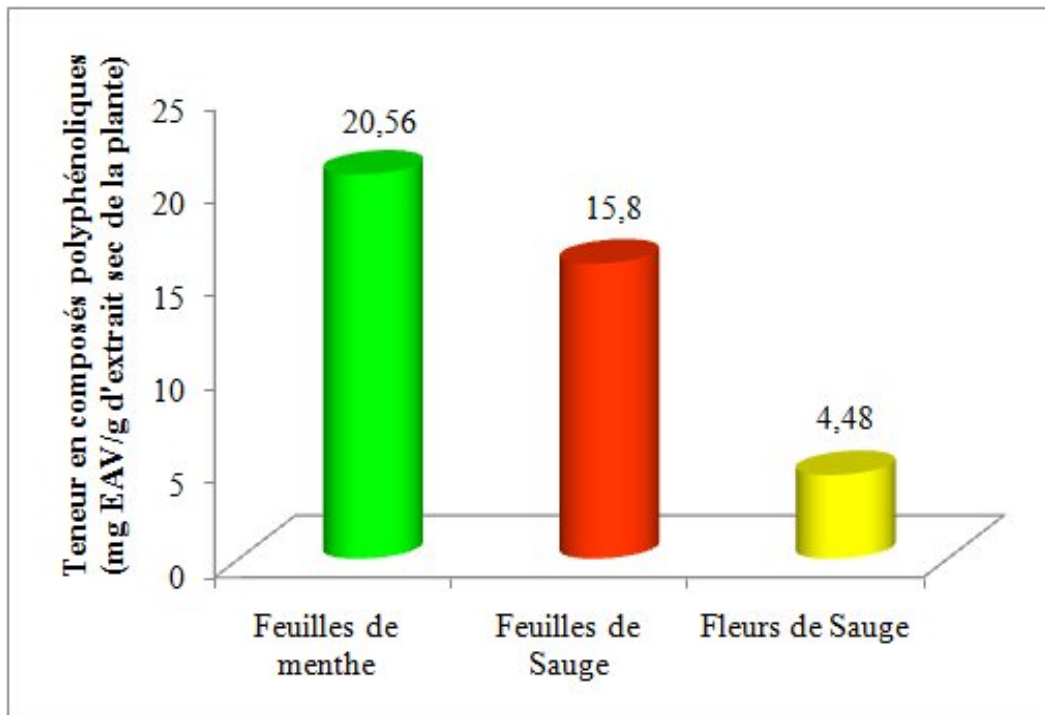


Figure 20 : Teneur en composés polyphénoliques de menthe et de sauge

### b-Dosage des flavonoïdes :

Concernant la teneur en flavonoïdes, les résultats sont exprimés en équivalent de la rutine en mg/g est :

- ✓  $4.18 \pm 0.008$  mg/g EQ pour l'extrait hydroalcolique de la menthe.
- ✓  $6.95 \pm 0.008$  mg/g EQ pour l'extrait hydroalcolique de la sauge.

Les résultats spectrophotométriques nous a permis aussi de quantifier le taux des flavonoïdes, la courbe d'étalonnage est effectuée par la rutine, dont la teneur en flavonoïde est rapportée en mg équivalent à la rutine des extraits des plantes.

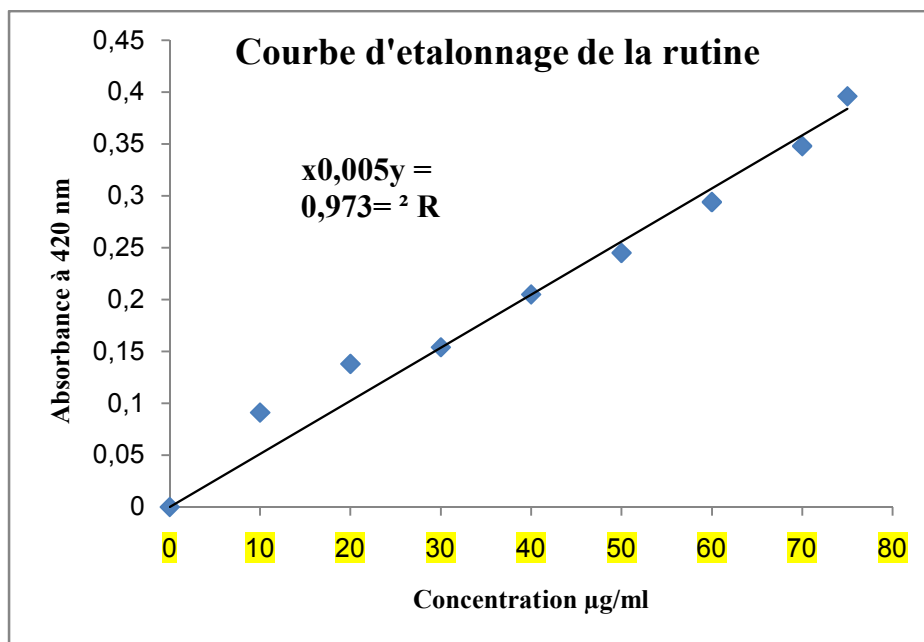


Figure 21 : la courbe d'étalonnage de la Rutine.

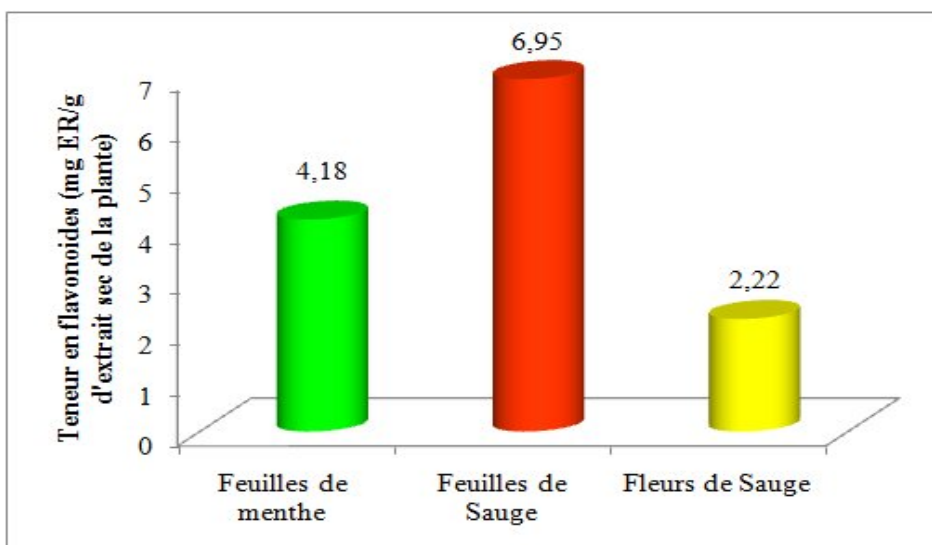
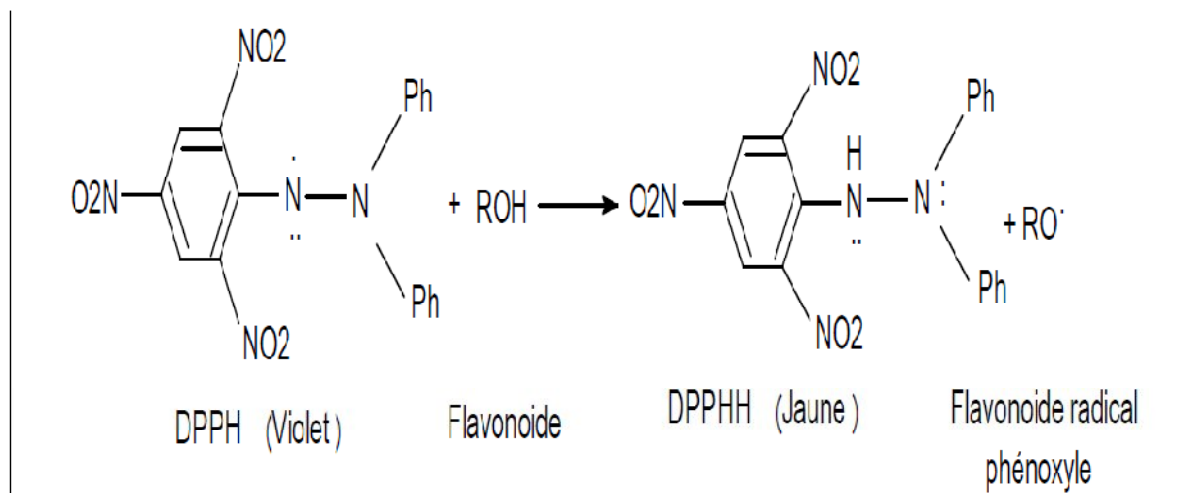


Figure 22 : La teneur en flavonoïdes de menthe et de sauge

### 4- Evaluation de l'activité antioxydante (test du DPPH) :

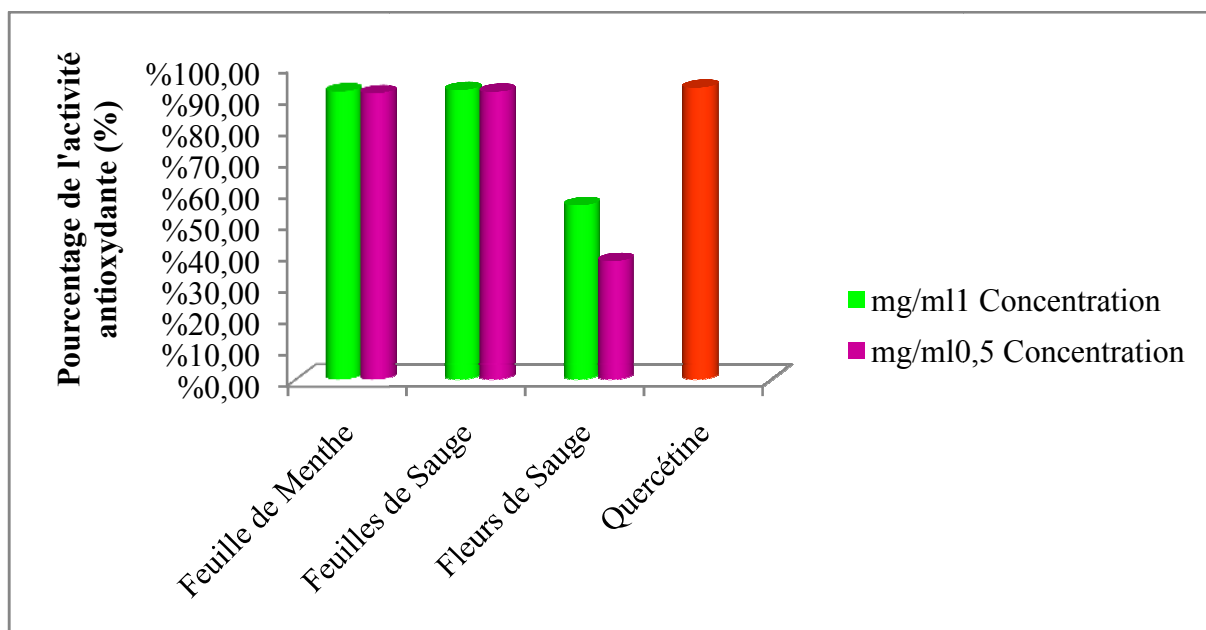
L'activité antiradicalaire des extraits de *Salvia officinalis* et *Mentha Pepirita* est évaluée en mesurant leurs capacités de piéger le radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-pyridyl-hydrazyl) sa couleur violette foncée se transforme en jaune lors de sa réduction (capté par les produits testés).



**Figure 23** : Piégeage de DPPH par les flavonoïdes.

Les résultats ont montré que les extraits hydroalcoliques correspondant aux feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* et aux feuilles de *Mentha Pepirita* avaient enregistré de hautes valeurs pour l'activité antioxydante : supérieurs à 90 % pour une concentration équivalente à 0.5 mg/ml ou à 1 mg/ml pour les feuilles de Sauge et de Menthe. Tandis que l'extrait hydroalcolique des fleurs de sauge n'a marqué qu'une activité équivalente à 37.7% pour la concentration de 0.5 mg/ml et 55.5% pour une concentration de 1 mg/ml. On suppose que les extraits présentant moins d'activité antioxydante sont moins riches en composé flavoniques doués d'une activité de piégeage des radicaux libre dont cette activité est strictement liée à la structure du composé flavonique lui-même dont de nombreuses études ont établi la relation entre la structure et l'activité antiradicalaire des flavonoïdes (Amić et al, 2003) cette structure nécessite trois critères :

- La structure ortho-dihydroxy sur le cycle B
- La double liaison C2-C3 en conjugaison avec la fonction 4-oxo
- La présence du groupement OH en position 3 et 5 en combinaison avec la double liaison C2-C3 qui donne une activité antiradicalaire maximale.



**Figure 24** : pourcentage de l'activité antioxydante des feuilles de menthe et de sauge et les fleurs de sauge respectivement

### Conclusion :

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qualifiées de métabolites secondaires, leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, dont l'accumulation de ces composés dans les différentes organes des plantes joue un rôle essentiel pour sa durabilités naturelles.

Le présent mémoire vise deux principales plantes (*Salvia officinalis*, *Mentha piperita*) très utilisées en pharmacopée traditionnelle pour leurs vertus médicinales.

Quantitativement, l'évaluation du contenu des phénols totaux en adoptant la méthode de Folin Ciocalteu révèle la présence des quantités importantes en polyphénols. De même nous avons dosé les flavonoïdes par la méthode d' $\text{AlCl}_3$ , en effectuant une étude directe au spectrophotomètre. Des études phytochimiques basées sur l'extraction, la chromatographie sur couche mince nous permettons une approche de la nature des métabolites secondaires des extraits hydroalcooliques des plantes.

Les tests effectués sur chromatographie analytique sur couche mince ont permis tout d'abord de visualiser des empreintes flavoniques de nos extraits des espèces que l'on a étudié, de choisir les bons systèmes solvants, de séparation et d'isolement.

Le deuxième aspect est de nature biologique, qui a été mis en évidence par le test antioxydant. L'activité antioxydante des molécules isolées est évaluée par le test antiradicalaire qui consiste à estimer la capacité de piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont montré que les flavonoides extraits sont doués d'unpouvoir antioxydant très important.

Partant de ces résultats il est indispensables de réaliser des études complémentaires et plus approfondies des composés polyphénoliques en générale et des flavonoïdes en particuliers, et de déterminer de nouvelles molécules bioactives naturelles ayant la capacité de répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.

## **Résumé :**

Ce travail a porté sur l'étude quantitative et qualitative des extraits de *Salvia Officinalis* et *Mentha Peperita* et en particulier les flavonoïdes. Les caractéristiques chimiques, notamment le taux des principaux constituants ne s'éloigne pas des résultats d'études antérieures. Cependant, le dosage colorimétrique de Folin- Ciocalteu pour les polyphénols et d'  $AlCl_3$  pour les flavonoïdes, montrent la richesse du *Salvia Officinalis* et du *Mentha Peperita* en composés phénoliques et plus particulièrement en flavonoides.

L'analyse chromatographique de ces extraits met en évidence la présence d'un certain nombre de composés phénoliques.

Les résultats de l'activité antioxydante ont montré que les extraits hydroalcoliques correspondant aux feuilles de *Salvia officinalis* et de *Mentha Peperita* avaient enregistré de hautes valeurs pour cette activité.

**Mots clés :** *Salvia officinalis*, *Mentha Peperita*, composés polyphénoliques, flavonoides, activité antioxydante.



**Summary:**

This work has focused on the quantitative and qualitative study of extracts, especially flavonoids of *Salvia officinalis* and *Mentha peperita*. Chemical characteristics, including the rate of the main components is not away from the results of previous studies. However, the colorimetric assays of Folin-Ciocalteu for polyphenols and  $AlCl_3$  for flavonoids show the richness of *Salvia Officinalis* and *Mentha peperita* on phenolic compounds and more particularly on flavonoids. Chromatographic analysis of these extracts reveals the presence of a number of phenolic compounds. Results of the antioxidant activity have shown that extracts of leaves of *Salvia officinalis* and *Mentha Pepirita* show a considerable activity.

**Keywords:** *Salvia officinalis*, *Mentha peperita*, polyphenolic compounds, flavonoids, antioxidant activity.

## ملخص

هذا العمل يتضمن الدراسة الكمية و الكيفية لمستخلص *salvia officinalis* و *mentha peperita* و تحديد الفلافونيدات و خصائصها الكيميائية لأهم المكونات قريبة من الدراسات السابقة . في حين الكمية اللونية لتركيز الفينولات و الفلافونويدات . سمحت لنا بالتعرف على تركيز هذه المواد في *Salvia* و *Mentha* و خاصة الفلافونويدات

التحليل الكروماتوغرافي , لهذين المستخلصين يثبت أيضا وجود هذه المركبات

نتائج عملية الأكسدة تبين أن هذه المستخلصات الهيدروكحولية للأوراق و الأزهار لل *Salvia* و أوراق *Mentha* بأن لها نشاط مضاد للأكسدة جد فعال

## الكلمات المفتاحية :

النعناع و الميرمية , عديدات الفينول , الفلافونويدات , مضادات الأكسدة

## Références bibliographiques

---

- Adesegun S. A., Fajana A., Orabueze C. I. et Coker H. A. B.** 2007. Evaluation of antioxidant properties of *Phaulopsis fasciata* C B Cl (Acanthaceae). *Evidence based complementary and alternative medicine.*, **6** (2) : 227-231.
- Amjad Hossain M. (2005)** Neem seed oil: Bangladesh. Examples of the development of pharmaceutical products from medicinal plants. Bangladesh council of scientific and industrial research (BCSIR). 10, 59-63.
- Arnal Schnebelen B. (1999)** Ménopause et phytohormones, I.P.I. mailto : serge. vassart@skynet. be. Dernière modification : 03 Novembre 2003.
- Ayoola G. A., Ipav S. S., Solidiya M. O., Adepoju-Bello A. A., Coker H. A. B. et Odugbemi T. O.** 2008. Phytochemical screening and free radical scavenging activities of the fruits and leaves of *Allanblackia floribunda* Oliv (Guttiferae). *International journal of health research.*, **1** (2) : 81-93.
- Bahorun T. (1997)** substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle, AMAS. Food and agricultural research council. Réduit Mauritius.
- Beloued A. (1998)** plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des publications universitaires.
- Benmachireh A et Lazrag N. (2012/2013)** ; étude phytochimique et biologique de la plante *salvia officinalis*.
- Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M., Trotin F., (1990)** plantes médicinales des régions tempérées. 2<sup>e</sup> édition. Maloine.
- Boizot N., et Charpentier J. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le cahier des techniques de l'INRA , PP.79682.
- Bouzouita N., Ben Halima M., Chaabouni MM., (2008)** composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, société chimique de Tunisie. 10 :119-125.
- Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>e</sup> Ed : Lavoisier ; Paris. P. 1120.

## Références bibliographiques

---

**Bruneton J.** (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4 Ed : Lavoisier ; Paris. P. 1269.

**Bruneton J.** (2009), pharmacognosie, phytochimie, plante médicinales. 3e Ed : Lavoisier : Paris P. 1120 et 4<sup>e</sup> Ed : Lavoisier :Paris.P.1269.

**Burgot G., Burgot J.-L.** (2006); methods instrumentals d'analyse chimique et applications, method chromatographique, electrophoreses et methods spectrales. (2 Ed), Ed, Lavoisier- paris. P.P. 218.

**Chougui R. (2009)** ; étude du phytoconstituants phénoliques de salvia officinalis L. et détermination du profil polyphénolique

**Cosentino S., Tuberoso CIG., Lisano B. et al (1999)**, Sarinian thymus essentiel oils, Letters in Applied microbiology. 29 :130-135.

**Cosio M.S., Buratti S., Mannino S., et Benedetti S. 2006.** Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family. *Food chemistry.*, **97** : 725-731.

**Cowan M-M** (1999). Plant products As Antimicrobial Agents. Clinical microbiology Reviews. 12(4) :564-582.

**Dastidar S. G., Manna A. Kumar K A., Mazumdar K., Dutta N. K. Chakrabatary A. N., Motohashi N., Shirataki Y.(2001)** studies on the antibacterial potentiality of isoflavones. International journal of antimicrobial agents. 23, 99-102.

**Decaux I. (2002).** Phytothérapie, mode d'emploi, Ed : le bien publique. Pp.6 Delaquis, P.J, Stanich K, Girard B. and Mazza G, (2001). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, ccilantro, coriander and eucalyptus essential oils, Int. Food Microbial, 74: 101-109.

**Delaveau P (1987)** Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Albin Michel Editeur. 372P.

**Djenabi F et Farhi N (2011)** ; contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne du Génévriér (Juniperusphoenicea) : Essai des huilles essentielle et composés Phénoliques.

## Références bibliographiques

---

**Dordvic S., Cakic M., Amr S., (2000)** the extraction of apigenin and luteolin from the sage *salvia officinalis* L., from Jordan. J. Scien. FACTA univ. series: Working and living environmental protection. 1, pp. 87-93.

**Edreva A. (2005)** the importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. Agriculture, ecosystems and environnement 106: 135-146.

**Floss H. G.** 1997. Natural products derived from unusual variants of the shikimate pathway. *Natural Product Reports.*, **14** : 433-434.

**Gervaise Y. (2004).** Analyse des antyoxydants naturels dans les matières premières et les produits Euroforum- polyphénols, Paris, France. Le 12 Octobre 2004.

**Ghedira K. (2005).** Les flavonoides ; structures, propriétés biologiques, rôles prophylactiques et emploi en thérapie, phytothérapie. 4 : 162-169.

**Hanebelle T., Shapaz S., Bailleu F. (2004).** Polyphenols végétaux source, utilisation et potentiel dans la lutte contre stress oxydatif phytothérapie, Ispingererlag. P.13.

**Hayouni EA., Abedrabba M., Bouix M., Hamdi M. (2007).** The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercuscoccifera* L. and *Juniperusphoenicea* L. fruit extracts, Food chemistry,10:10-16.

**Heimeur,( 2004);**chikimic acid, metabolism et metabolites. JhonWeley and sons (ed) 4:331-343.

**Hong Yao, Bin Wu, Yiyucheng, Haibin Qu., (2009).** High throughput chemiluninescence platform for evaluating antioxydative activity of total flavonoides glycosides from plant extrats, Food chemistry. 115:380-386.

**Kening Y., Vincenzo D. L. Normand B. (1995).** Creation of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibilty of potato to phytophtorainfestans. The plant cell. P. 7: 1787-1795.

**Kondo T., Yoshikane M., Yoshida K., Goto T., (1989)** Structure of anthocyanins in Scarlet, purple, and bleu flowers of Salvia. Tetrahydronletters 30, pp.6729- 6732.

**Kothe H. W. (2007)** 1000 plantes aromatiques et médicinales. Ed. Terre.

## Références bibliographiques

---

**Latifou L.** 2005. Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes beninoises. Thèse de doctorat de l'université Louis Pasteur de Strasbourg.

**Lee K.W., Kim Y. J., Lee H. J., and Lee C. Y. (2003)** cocoa has more phenolic phytochemicals and higher antioxidant capacity than teas and red wine, *J. Agric. Food Chem.* S1, 7292-7295.

**Liste des plantes médicinales utilisées traditionnellement** (pharmacopée Française, 2012)

**LoicFruleux (2009)**- L3 environnementalistes- Monographie *salvia officinalis*.

**Lubinic E. (2006)** Manuel pratique d'aromathérapie : les huiles essentielles et leurs utilisations. Ed. Vgot.

**Madi A. (2010)** ;caracterisation et comparaison polyphénolique de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leur activités biologiques.

**Marfak A. (2003), Rdiolyse.** Gamma des Flavonoides, Etude de leur réactivité avec lesradicaux issus des alcools Formation de Depsides. Thésede Doctorant. Université de Limoges

**Marchal, R. (1998)** ; chromatographie : stage MAFPEN. Ed. ANTONDT, Lycée Louis Vincent- METZ.

**Michalak A (2006).** Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under-heavy metal stress, *polish journal of environ, stud*, 15: 523-530.

**Murko D., Ramic S., Kekic M. (1974)** *planta Med.*, 1974, 25, 295-300. In: **Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M., Trotin F., (1990)** *plantes médicinales des regions tempérées*. 2 eme edition. Maloine.

**Narayana K. R., Reddy M.S., Chaluvadi M. R., Krisha D. R. (2001)** Bioflavonoids classifications, pharmacological, Biochemical, effects and therapeutic potential, *Indian Journal of pharmacology*. 33, 2-16.

**Newall C., Anderson L., and Philipson J., (1996).** *Herbal medicine. Aguide for health. Care proffessionals*, London: the pharmaceutical press.

## Références bibliographiques

---

**Pinto E., Palmeira A., Salgueiro L., Cavaleiro C., Goncalves M.J., Pina-vag C., Rodrigues A., Oliveira S., (2003)** antifungal activity of oregano oils (*Lppiagraveolens* and *origanumvirens*, on dermatophyte species, *Clin Microbial infc*, 9(1) ,222-230

**Pistelli L.,(2006)**. Photochemicals from Lamiaceae : from nutrceutics to Hallucinogens. International symposium the Labiaceae : advences in production, biotechnology and utilization, San Remo, Italy : 22-25 February 2006.

**Porter N (2001)**. Essentiel oils and their production, crop and food research. Number 39.

**Prabuseeninivasan S., Jajacumar M., Ilnacimuthus S. (2006)**, in vitro antibacterial activity of some plants essentiel oil. *Biomed central complementart and alternative medecine*. 6 (39).

**Quezel P., et Santa S., (1963)** Nouvelle flore de l'Algérie et des regions désertiques méridionales, Tome II. Ed. Vigot.**Robards K., Prenzler P. D., Tueker G., Swatsitang P., and Glover W. (1999)**; antioxidant proprieties of phenolic compounds, *Trends in plant science*. 2 (4): 152-159.

**Scientific correspondance. (2003)** Broad spectrum antimycotic drug for the treatment of ringworm infections in human beings. 85(1), 30-34.

**Sébastien Douay. L3 SVB (2003)** ;faculté libre des science et technologie.

**Singleton V.L. Orthofer R. , Lamuela- Raventos R. M.(1999)** ;analysis of total phenols and other oxidation substracts and and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, *Methods*,In: packer L. (ed). *Methods in enzymology*. Orlando. Academic press. Pp.152-178.

**Smalfied B (2001)** introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop et Food Research*. Number 45, 4P.

**Vasilev V. N., Dodatko T., Preobrazhenskaya N. E., Smirnov V.V. (1986)**. *Mikrobiol, Zh.*, 1986,48,68-72. In *plantes médicinales des régions tempérées*. Beznger- Beauquesne L., Pinkas M., Torck M., Trotin F. 1990, 2 emeedition. Maloine.

**Walter, S. J., Christopher S. C., Elizabeth A. k., et Peter S.(2002)**. *Botanique systematique : une perspective phylogénétique* (éd. Traduisée). Paris, France : De Book university.

## Références bibliographiques

---

**Sité internet. Wikipedia, 2014 .** (wikipedia. Org/ wiki/ sol).