

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie appliquée

Présenté par :

AHMED CHAOUCH CHAIMA

BENZOUKH ASMA

**Etude rétrospective sur l'activité hémolytique  
et anti-hémolytique des huiles essentielles de  
quelques plantes médicinales**

Soutenu publiquement

Le : 24/09/2020 Devant le jury :

Présidente	HADJADJ S.	MCA	Univ. K.M.Ouargla
Encadreur	OULD EL HADJ-KHELIL A.	Prof	Univ. K.M.Ouargla
Co- encadreur	MAHCENE Z.		Univ. K.M.Ouargla
Examinatrice	ANNOU G	MCB	Univ. K.M.Ouargla

Année Universitaire : 2019/2020

# Dédicace

*Je dédie ce travail ...*

*A mes précieux et chers parents Mama et Papa, pour leur amour, leur soutien et leur sacrifice, que Dieu les préserve..*

*A mes deux frères Amir et Mahdi*

*A mes sœurs Ferial, Aya . Nadia et Hadil*

*Mon oncle Kamek, et Ma tante Wassila .*

*A toute ma famille surtout ma grande mère*

*A mon fiancé Islem pour son soutien et ses encouragements*

*A mes amies et mes collègues de la promotion 2020*

*Sans oublier tout les enseignants pour leurs encouragements.*

*Je dédie ce modeste travail aux...*

*Mes parents les plus chères au monde , maman et papa e leur confiance, encouragement et de leur sacrifice durant toute ma vie je souhaite que ce travail soit le fruit de leurs efforts , que dieu les garde et les protège*

*A mes frères El-hachemi, Younes et Boumedién. Dieu me les garde pour le reste de ma vie*

*A ma chère sœur Fatma de leur soutien, aide, encouragement et de leur conseils.*

*A tout ma famille*

*A mes chers amis Khaled, Sara, Hined et Tamadhör de leur soutien.*

*A mes collègues de ma promotion 2020 de l'université Kasdi Marbah*

*Sans oublier tout les professeurs pour leurs encouragements.*

**B. Asma**

# Remerciement

Avant toute chose, on tient à remercier Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience d'achever ce modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements à Mme. OULD EL HADJ-KHELIL A. Professeur au département des Sciences Biologiques de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie d'avoir accepté de nous encadrer ; ses conseils, ses orientations et ses corrections précieuses ont été d'un grand intérêt pour nous.

Nous tenons également à remercier Melle MAHCENE Z. pour avoir assuré le co encadrement de notre travail, pour sa disponibilité, ses conseils et ses corrections.

Nous remercions Dr. HADJADJ S. MCA au département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance, qu'elle trouve ici toutes nos expressions de respect.

Nous tenons à remercier Dr. ANNOU G. MCB au département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie d'avoir accepté de faire partie du jury pour examiner notre modeste travail.

Nous tenons également à remercier l'ensemble de l'équipe des Laboratoires pédagogiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie pour leur aide précieuse.

Nos sentiments de reconnaissances et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail, nous ne saurions remercier ici les personnes dont la collaboration a été essentielle pour la réalisation de certaines étapes de ce travail. Sans citer les noms, en particulier

Nous remercions nos collègues et nos amis pour leur sympathie et les bons moments qu'on a passé ensemble.

Merci à tous

## Sommaires

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

Introduction.....	1
I – Aspect botanique de plantes étudiées.....	4
I – 1 Artemisia herba albasso.....	4
I -1 -1 Discription botanique.....	4
I -1 -2 Classification systématique.....	5
I – 1 – 3 Composition chimique .....	6
I – 1 – 4 Usage traditionnelle et médicinaux.....	7
I – 2 Menthe poligium.....	8
I -2 -1 Discription botanique.....	8
I -2 -2 Classification systématique.....	9
I – 2– 3 Composition chimique.....	10
I – 2 – 4 Usage traditionnelle et médicinaux.....	10
I – 3 Romarinus officinalis L .....	11
I -3 -1 Discription botanique.....	11
I -3 -2 Classification systématique.....	12
I – 3– 3 Composition chimique.....	13
I – 3– 4 Usage traditionnelle et médicinaux.....	14
II Généralité sur les huiles essentielle.....	15
II –1 Définition .....	15

II – 2	Composition chimique .....	16
II – 2 – 1	Les terpène.....	17
II – 2 – 2	Composé aromatique.....	18
II – 2 – 3	Composés d’origines diverse.....	19
II – 3	Biosynthèse des huiles essentielles.....	20
	* Voie des terpène.....	20
	*Voie des phénylpropanes.....	22
II – 3 – 1	Organe de sécrétion et de stockage.....	25
II – 4	Role des huiles essentielles dans les plantes.....	27
II – 5	Filière d’utilisation des huiles essentielles.....	28
II – 5 – 1	Domaine alimentaire.....	28
II – 5 – 2	Domaine cosmétique .....	29
II – 5 – 3	Domaine médicale et pharmaceutique.....	29
II – 5 – 4	Activité biologique des huiles essentielle.....	30
II – 6	Toxicité des huiles essentielles.....	31
II – 6 – 1	Définition de la DL <sub>50</sub> .....	32
III	Globule rouge.....	33
III – I	Définition.....	33
III -2	Membrane éthrocytaire.....	34
III – 3	Hémolyse .....	35
III – 3 – 1	Définition de l’hémolyse.....	35
III –3 – 2	Signe biologique de l’hémolyse.....	35
III – 3 – 3	Hémolyse pathologique.....	36
III – 3 – 4	Teste d’hémolyse.....	36
III – 3 – 5	Teste anti-hémolytique .....	37

	a/ préparation des globules rouge.....	37
	b/ effet sur l'hémolyse induit par Na Cl.....	37
	c/ effet sur l'hémolyse induit par éthanol .....	37
	d/ effet sur l'hémolyse induit par T <sup>0</sup> .....	37
	e/ effet sur l'hémolyse induit par H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	37
III – 3 –6	Activité hémolytique .....	38
III – 3 –7	Activité anti hémolytique.....	40
	Conclusion.....	44
	Références .....	46
	Résumé.....	59

## Liste des tableaux

<b>N° de Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>I</b>	systematique d' <i>Artémisia herba alba</i>	<b>5</b>
<b>II</b>	composition chimiques d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i>	<b>6</b>
<b>III</b>	systematique du <i>Mentha pulegium</i>	<b>9</b>
<b>IV</b>	composition chimiques d'huile du <i>Mentha pulegium</i>	<b>10</b>
<b>V</b>	systematique du romarin	<b>13</b>
<b>VI</b>	Composition chimique d'huile essentielle du romarin	<b>13</b>
<b>VII</b>	Dose létale de quelque huile essentielle échelle de Hodget et Sternier	<b>33</b>
<b>VIII</b>	Résultats des tests d'effet hémolytique des plante médicinales	<b>38</b>
<b>IX</b>	Résultats des tests d'effet anti-hémolytique des plantes médicinales	<b>42</b>

## Liste des figures

N° de Figures	Titres	Pages
01	Description botanique d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.	5
02	description botanique de <i>Menthapulegium</i> L	9
03	Description botanique de <i>Rosmarinusofficinalis</i> L	12
04	Exemple de structure de monoterpène	17
05	Exemple de structure de sesquiterpène	18
06	Exemple de structure de composés dérivés du phénylpropane	19
07	Exemple de composés issus de la dégradation d'acide gras ou de terpènes	20
08	biosynthèse des terpènes et huile essentielle par la voie mévalonate	21
09	la Biosynthèse des composés aromatiques chez les plantes par voie de shikimate	23
10	voie de phénylpropanoïde	24
11	Cellule sécrétrice d'huile essentielle dans un rhizome de gingembre au microscope électronique à balayage (image colorisée, x813)	25
12	Poils sécréteurs présents sur la face inférieure d'une feuille de tomate au microscope électronique à balayage (x504)	26
13	Poches schizogènes d'une feuille d'eucalyptus citronné vues en microscopie électronique à Balayage (image colorisée, x204).	27
14	schéma des membranes érythrocytaires	34



## Liste d'abréviation

<b>HE</b>	<b>Huile essentielle</b>
<b>GR</b>	<b>Globule rouge</b>
<b>Km</b>	<b>Kilomètre</b>
<b>O<sub>2</sub></b>	<b>Oxygène</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>dioxyde de carbone</b>
<b>ABO</b>	<b>Système sanguin</b>
<b>Ag</b>	<b>Antigène</b>
<b>Ac</b>	<b>Anticorps</b>
<b>LDH</b>	<b>Lactate déshydrogénase</b>
<b>Hbc</b>	<b>Hémoglobine</b>
<b>g/l</b>	<b>Gramme /litre</b>
<b>ml</b>	<b>Millilitre</b>
<b>Tpm</b>	<b>Tours par minute</b>
<b>Mn</b>	<b>Minute</b>
<b>V/V</b>	<b>Volume / volume</b>
<b>%</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>°C</b>	<b>degré Celsius</b>
<b>Nm</b>	<b>nanomètre,</b>
<b>EDTA</b>	<b>Éthylènediaminetétraacétique</b>
<b>PBS</b>	<b>tampon phosphate salin</b>
<b>M</b>	<b>Molaire</b>
<b>Nacl</b>	<b>chlorure de sodium</b>
<b>ul</b>	<b>Micro litre</b>

<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	<b>peroxyde d'hydrogène</b>
<b>T/mn</b>	<b>Tour/ minute</b>
<b>V</b>	<b>Volume</b>
<b>Cm</b>	<b>Centimètre</b>
<b>R</b>	<b>Romarin</b>
<b>MRSA</b>	<b>Le Staphylococcus aureus résistant à la métiline</b>
<b>G</b>	<b>Gramme</b>
<b>DL<sub>50</sub></b>	<b>Dose létale 50</b>
<b>mg/ml</b>	<b>Milligramme / millilitre</b>
<b>ug/ml</b>	<b>Micro gramme /millilitre</b>
<b>pH</b>	<b>Potentiel hydrogène</b>
<b>EC<sub>50</sub></b>	<b>Concentration efficace</b>
<b>IC<sub>50</sub></b>	<b>Concentration inhibitrice</b>

### **Introduction**

Récemment, les scientifiques se sont intéressés aux plantes médicinales et aux molécules bioactives qu'elles contiennent, ceci pour leur introduction dans de nombreux produits de consommation. Cette utilisation est encouragée car les produits équivalents issus de synthèses chimiques ont eu, à tort ou à raison, mauvaise presse parmi le grand public.

En Algérie, les plantes médicinales n'ont jamais été totalement abandonnées et les gens n'ont jamais cessé de faire appel à la médecine traditionnelle, ce qui conduit à maintenir une tradition thérapeutique vivante malgré le développement spectaculaire de la médecine moderne. Des enquêtes ethnobotaniques récentes effectuées dans le but de répertorier les plantes médicinales utilisées par la population dans l'Est et l'Ouest Algérien ont été réalisées (**Azzi *et al.*, 2012 ; Allali *et al.*, 2008 ; Hamza, 2011**).

A l'heure actuelle, les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments grâce aux molécules bio-puissantes qu'elles contiennent. Ces molécules résultent de métabolites secondaires issus du métabolisme des nutriments (**Chakou et Medjoudja, 2013**). Elles sont également importantes pour notre alimentation (saveur, couleur...), alors que d'autres comme les alcaloïdes, les anthocyanines, les Flavonoïdes et les terpénoides ont une application commerciale dans les domaines pharmaceutiques et biomédicaux et font partie des drogues, colorants, arômes, parfums et insecticides (**Teixeira da Silva, 2004 ; Mohammedi, 2006**).

Les huiles essentielles (HE) représentent un groupe très intéressant des métabolites secondaires qui sont dotés de plusieurs propriétés les rendant intéressants comme nouveau produit ou comme des alternatifs naturels pouvant remplacer les molécules synthétiques douées des mêmes propriétés.

Malgré leurs effets bénéfiques, les HE peuvent aussi provoquer des intoxications sévères. Ceci dépend de la dose utilisée et de la composition de l'HE, certaines étant plus toxiques que d'autres. Notons également qu'elles traversent aisément les membranes biologiques en raison de leur lipophilie (**Cuba, 2001**).

La phytothérapie utilise des produits biologiques ayant des propriétés pharmacodynamiques bien précises et pouvant induire des incidents toxiques très importants. Pour cela, l'évaluation des activités biologiques des extraits naturels, nécessite une étude de leur activité hémolytique (Elalaoui, 2015).

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail dont le but principal est d'effectuer une étude rétrospective sur les travaux ayant traité les activités hémolytique et anti-hémolytique des huiles essentielles de quelques plantes médicinales. Nous rechercherons à travers cette étude à mettre en évidence les principales plantes médicinales ayant fait l'objet d'études phytochimiques afin de rechercher leur contenu en HE, la composition et les activités de ces huiles ; l'activité hémolytique et l'activité anti hémolytique étant les plus recherchées.



*Synthèse bibliographique*

## **I. Aspect botanique des plantes étudiées**

Une plante aromatique est une plante qui contient des molécules aromatiques volatiles ou odorantes dans un ou plusieurs organes producteurs que sont les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, l'écorce et les racines.

Notre étude est consacrée, dans un premier temps à l'étude de l'aspect botanique, la composition chimique et l'usage traditionnelle de trois plantes aromatiques et médicinales d'origines Algériennes appartenant aux deux familles aromatiques : Astéracées (*Artemisia herba alba* Asso) et Lamiacées (*Rosmarinus officinalis* L. et *Mentha pulegium* L.).

### **I.1. *Artemisia herba alba* Asso**

Au sein de la famille des Astéracées on trouve un grand nombre de plantes différentes qui englobe l'armoise ou le genre *Artemisia* qui comprend plus de 400 espèces, réparties dans le monde (Bencheqroun *et al.*, 2012 ; Ribnicky *et al.*, 2004). Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques. Elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Mirjalili *et al.*., 2007).

#### **I.1.1. Description botanique**

*L'Artemisia Herba Alba* ; Sheeh en arabe, en français l'Armoise, herbe blanche est une plante mensuelle très répandue dans les zones arides à semi-arides. Elle est connue comme le l'absinthe du désert. C'est un arbuste nain médicinal et aromatique appartenant au genre *Artemisia* (Hudaib et Aburjai, 2006 ; Dahmani et Baaliouamer, 2010 ; Tilaoui *et al.*, 2011). Il peut mesurer de 30 à 60 cm de long (El Rhaffari, 2008) et se caractérise par une odeur de thymol. Avec de jeunes branches tomenteuses, les feuilles sont poilues, courtes, sessiles, verdâtre argentées et pennatilobées. Les fleurs sont hermaphrodites jaunâtres emballées dans des petites capitules, comprenant chacun de 3 à 8 fleurs sessiles et les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes. Les fruits sont des akènes (Ghrabi *et al.*, 2005)

Elle pousse en zones arides de la région méditerranéenne s'étendant du Moyen-Orient au nord-ouest des Hi-malayas et à l'Inde (Vernin *et al.*, 1995).

En Algérie, *A. herba alba* est abondante dans les zones arides, les steppes et le Sahara (figure 1). (Dahmani et Baaliouamer, 2010).

Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides caféoylquiniques, les coumarines et les huiles essentielles (Kundan et Anupam., 2010).

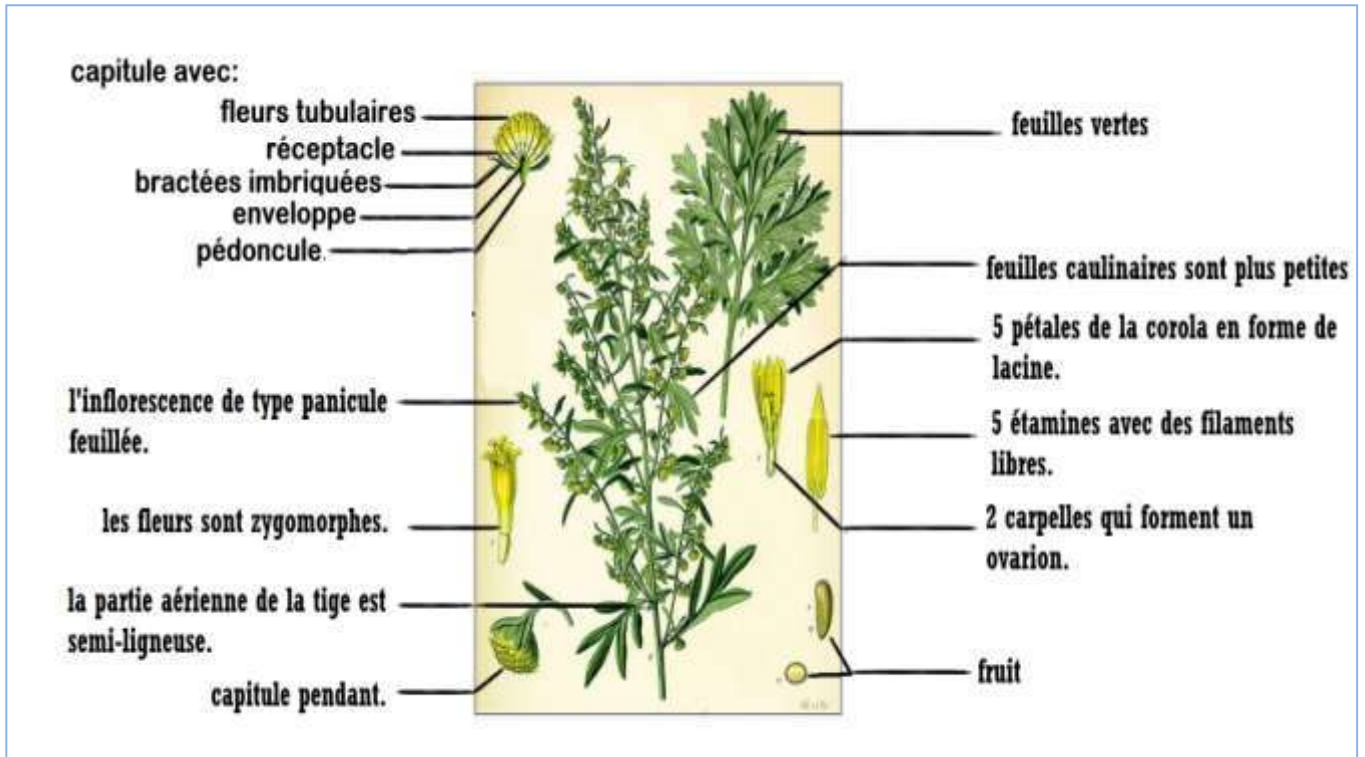


Figure 01 : Description botanique d'*Artemisia herba alba* Asso (web [https://fr.wikipedia.org/wiki/Absinthe\\_\(plante\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Absinthe_(plante)))

### I.1.2. Systématique

La systématique de l'*Artémisia herba alba* est représentée dans le **tableau I**.

**Tableau I** : Systématique d'*Artémisia herba alba* (Messai, 2011)

Régne	Plantae
Sous-régne	Dicotylédones
Ordre	Gampanulatae
Famille	Asteraceae.
Sous-famille	Asterioideae.
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia Herba-alba</i>

### I.1.3. Composition chimique

*Artemisia herba alba* est une plante riche en métabolites secondaires qui offrent leur vertu médicinale. Parmi ces métabolites on trouve des constituants non volatiles tels que les flavonoïdes et les sesquiterpènes lactones et des constituants volatiles telle que l'huile essentielle, cette dernière est diversifiée qualitativement et quantitativement (**Tableau II**) (Mohamed *et al.*, 2010).

**Tableau II** : Composition chimiques de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*.

Pays	Composants	Références
Algerie	<i>α</i> -Pinène (0.1%) comphène (3.2%) <i>α</i> - <i>térpinine</i> (0.3%) <i>β</i> -Thujone (41.2%) chomphre (22.2%)	<b>KHEDDOUM, (2018)</b>
Maroc	<i>α</i> -pinène (6.07%) limonene (1.17%) <i>α</i> -thujone (9.26%) <i>β</i> -thujone(5.60%) chrysanthenone (28.1%) camphre (26.67%)	<b>ZAIM <i>et al.</i>, (2012)</b>
Tunisie	<i>α</i> -Thujone (43,8%5) <i>β</i> -Thujone (10,10%) Spathuléol (1.4%) <i>α</i> -Pinène (0,59%) 1,8-Cineole (3.3%)	<b>Akrout, (2004)</b>



### I.1.4. Usages traditionnels et médicinaux

*Artemisia herba alba* est très utilisée en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**Gharabi, 2008**). L'utilisation de l'*Artemisia herba alba* dans le traitement du diabète sucré est de loin le remède le plus fréquemment cité dans la bibliographie (**Twaijha et Al-badrel, 1988**). Plusieurs études scientifiques ont également prouvé l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique, antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antimalarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Boudjeladl, 2013**). **Hamza et collaborateurs (2011)** signalent que l'extrait hydro-alcoolique d'*Artemisia herba alba* possédait aussi des effets anti-hypercholestérolémique et antihypertriglycéridémique. La plante pourrait constituer un bon adjuvant pour combattre l'obésité et le stress oxydatif (**Abass, 2012**).

Dans plusieurs pays, l'infusion de l'armoise blanche est consommée comme diurétique, emménagogue, soulageant les maux d'estomac, antiseptique intestinal, tonique, dépuratif, traitant la bronchite, les névralgies et antispasmodiques (**El Rhaffari, 2008 ; Mighri et al., 2010 ; Seddiek et al., 2011**).

L'armoise, plus connue en Algérie sous le nom de Chih est un remède très populaire auquel on a souvent recours pour faciliter la digestion, calmer les douleurs abdominales et certains malaises du foie et antidiabétique. Ses racines sont indiquées contre certains troubles nerveux (**Baba aissa, 2000**). L'huile essentielle d'*A. herba-alba* (connue sous le nom huile armoise) est historiquement connue en médecine traditionnelle à base de plantes. De nombreux scientifiques ont montré divers effets biologiques et pharmacologiques de cette huile, en particulier antimicrobienne (bactéries et champignons) (**Hudaib et Aburjai, 2006**). Elle est très riche en composés non phénoliques à faible capacité antioxydante, mais elle est très intéressante du point de vue pharmaceutique en raison de leur propriété antimicrobienne en addition de l'extrait (**Mighri et al., 2010 ; AlKhazraji et al., 1993**). Aussi, l'huile des feuilles de la plante exerce une toxicité sur les adultes du bruche *Acanthoscelide sobtectus* et la mite *Tineolabis selliella* ainsi entraîne une diminution de la fécondité de ces derniers (**Tani et al., 2010**).

### **I.2. *Mentha pulegium***

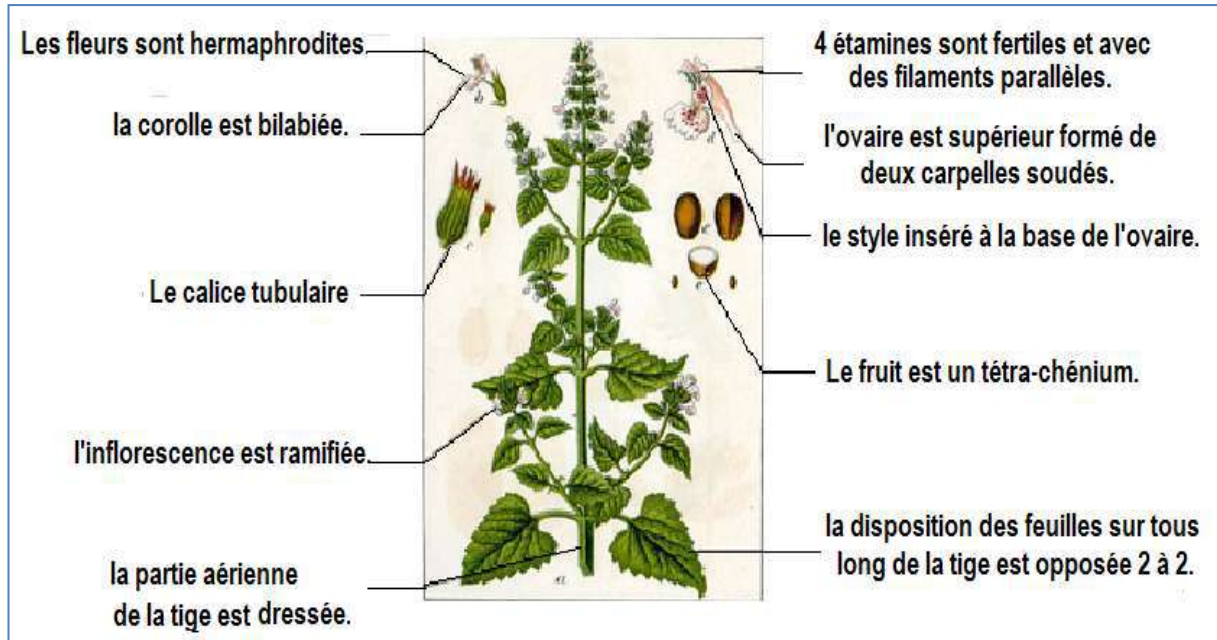
*Mentha pulegium* L. (Linnaeus, 1753), parfois appelée Pulegium vulgare Mill. (Miller, 1768), *Melissa pulegium* L. Griseb. (Grisebach, 1844) ou Minthe pulegia (L.) St.-Lag. (« **Annales de la société botanique de Lyon** », 1880), et communément appelée pennyroyal ou pennyroyal européen (Ash et Ash, 2009), est une herbe aromatique largement utilisée, indigène en Europe, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (Chalchat *et al.*, 2000). La plante *M. pulegium* se caractérise principalement par un parfum de menthe piquante, présentant une posture de la prostate sauf pendant la floraison lorsqu'elle devient verticale, et des grappes de fleurs roses à bleues (Tucker et Naczi, 2007 ; Barceloux, 2008).

#### **I.2.1. Description**

Selon Bendjelloul, (2018) ; *Mentha pulegium* appartenant à la famille des Lamiacées (Lamiaceae) ou Labiées (Labiatae), est vivace, pubescente, couchée, parfois dressée de petite taille à taille moyenne (10 à 30 cm de haut) radicante, généralement poilue, à tiges florifères dressées, fortement aromatique à odeur piquante avec des petites feuilles étroites elliptiques à ovales, à peine dentées, à pétiole court, souvent poilues au revers avec des bractées foliacées. Elle possède des fleurs lilas, de 4,5 à 6 mm de long, qui apparaissent en été, de juillet à fin septembre, parfois rose et d'autres fois blanches échelonnées le long de la tige. Ses corolles ont 4 lobes presque égaux et 4 étamines saillantes, en verticilles denses, très espacés mais pas en capitule terminal (sommet de la tige non fleuri).

Elle possède des verticilles à l'aisselle des feuilles supérieures et moyennes avec un calice velu, nettement cannelé, poilu dans la gorge, les 2 dents inférieures plus étroites. Sa floraison étant de juillet à octobre, les parties aériennes de la plante sont pubescentes portant des trichomes glandulaires qui sont responsables de la sécrétion d'huile essentielle. La morphologie, la distribution et la fréquence de ces trichomes glandulaires sont des caractéristiques distinctives entre les espèces de Lamiacées. (figure 02)

Cette espèce sauvage pousse dans les zones humides et généralement marécageuses, près des routes, et elle est plus abondante dans les pâturages de montagnes (Chalchat J.C. *et al*, 2000)



**Figure 02 :** Description botanique de *Mentha pulegium* L. (web [https://fr.wikipedia.org/wiki/Menthe\\_poivr%C3%A9e](https://fr.wikipedia.org/wiki/Menthe_poivr%C3%A9e))

### I.2.2. Systématique de la *Mentha pulegium*

La systématique de *Mentha pulegium* est représentée dans le tableau III.

**Tableau III:** La systématique du *Mentha pulegium* (Brahim, 2018).

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Labiacées
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Mentha pulegium</i>

## I.2.3. Composition chimique

*Mentha pulegium L.* contient de nombreux métabolites secondaires aromatiques : des acides-phénols, des flavonoïdes (glycosides de la lutéoline et de l'apigénine), des triterpènes et les huiles essentielles principalement constituée de menthol à de menthone et d'autres monoterpènes Cette huile essentielle est responsable de l'odeur puissante de la menthe (Tableau IV).

**Tableau IV** : Composition chimiques de l'huile du *Mentha pulegium*

Pays	Composants	Référence
Algérie	Pulégone (70.4%) Pipériteron (23.3%) Menthon (6.2%) Isomenthone (3.7%)	<b>Ouakouak <i>et al.</i>, (2015)</b>
Maroc	Pulégone (75.48%) Carvone (6.66%) Menthe-3,8diène(2.44%) 1.8 cinéole (10.53%)	<b>Chraibi <i>et al.</i>, (2016)</b>
Tunisie	Pulégone (61.1%) Isomenthone (17.0%) Menthone(5.9%)	<b>Hajlaoui <i>et al.</i>, (2009)</b>

## I.2.4. Usages traditionnels et médicinaux

Les extraits obtenus à partir de cette plante, dont l'huile essentielle, ont traditionnellement été utilisés au cours des derniers siècles dans la préparation des aliments et également comme antiseptique (**Mahboubi et Haghi, 2008**), antispasmodique, carminatif, anti-inflammatoire et antimicrobien (**Bouyahya *et al.*, 2017 ; Nickavar et Jabbareh, 2018**), Stimulant aromatique, analgésique et abortif (**Gordon et Khojasteh, 2015**) et comme

insecticide et insectifuge traditionnel (**Cheraghi et al., 2016**).

Bien que *M. pulegium* puisse être planté, il est souvent récolté à des fins commerciales dans la nature pendant la période de floraison (**Lawrence, 2007**).

La commercialisation de *M. pulegium* a été principalement pour ses utilisations comme arôme alimentaire et boisson et la production de son HE pour les parfums et les pratiques de médecine alternative (**Barceloux, 2008**). La production d'huile essentielle devrait atteindre 3 tonnes en Espagne et en Turquie, et plus de 7 tonnes au Maroc (**Lawrence, 2007**). L'augmentation de la population humaine et l'avènement des produits chimiques et la synthèse de molécules au cours des deux derniers siècles a conduit à une augmentation de l'utilisation de pesticides comme moyen d'augmenter la production alimentaire.

Cependant, en raison de leur utilisation excessive, de leur application généralisée et de leur nature récalcitrante, les pesticides sont devenus des polluants environnementaux courants (**Kumar et al., 2018**). Les connaissances traditionnelles concernant l'utilisation de l'HE de *M. pulegium* en tant qu'antimicrobien et insecticide ont suscité un regain d'intérêt ces dernières années pour la recherche de cet HE en tant que alternative écologique possible aux pesticides de synthèse. L'HE de *pulegium* constitue l'une des applications les plus prometteuses pour la lutte antiparasitaire (**Attia et al., 2012; Hanana et al., 2017**) et l'une des espèces mentholées ayant la plus grande importance commerciale (**Lawrence, 2007**).

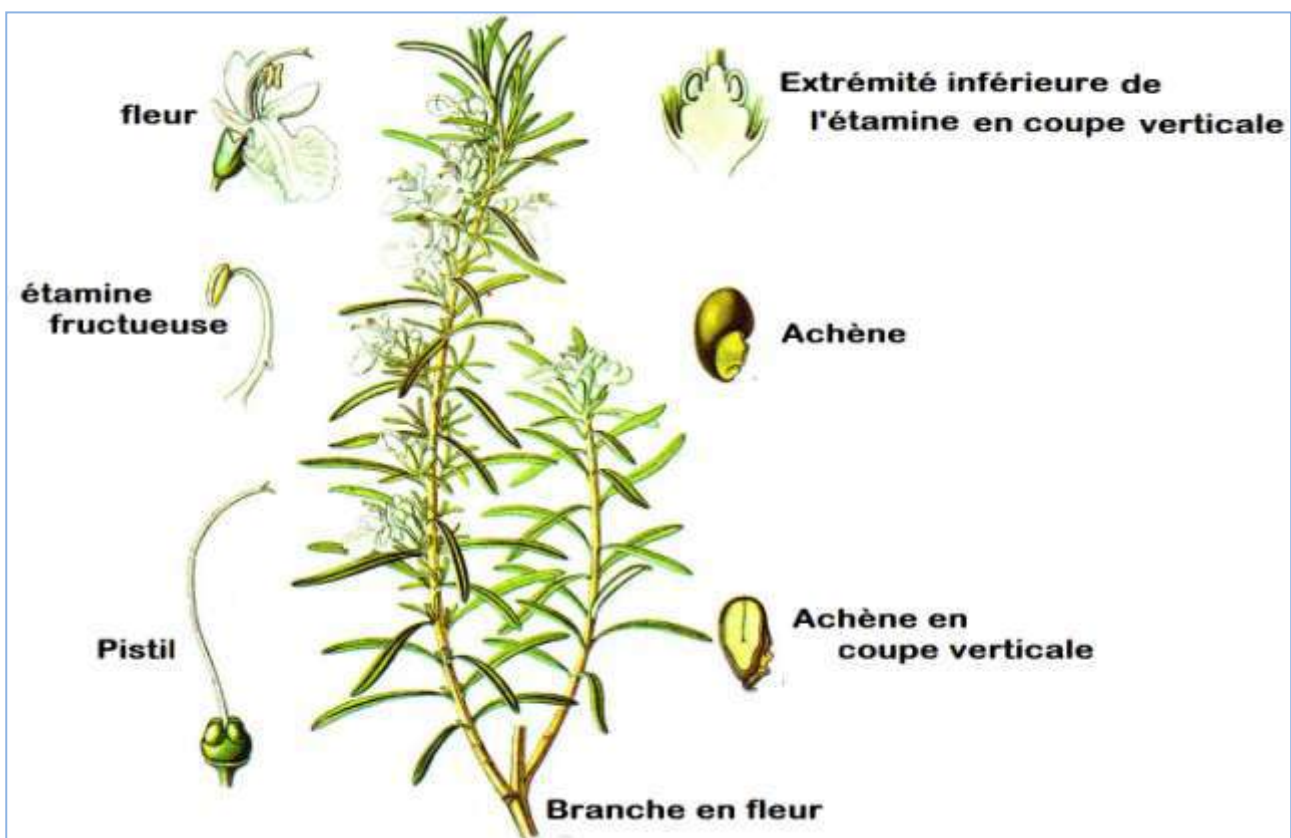
### **I.3. *Rosmarinus officinalis* L.**

Le romarin du latin, *Rosmarinus officinalis* Linnaeus signifiant « rose de la mer » ou encore appelé « Herbe aux couronnes », « Herbe aux troubadours » était déjà employé dans l'Egypte ancienne puis il est parvenu en Europe Centrale au IXe siècle par l'intermédiaire des moines bénédictins. Le romarin acquit surtout sa célébrité parce qu'il entrainait dans la composition de l'eau de la reine de Hongrie. En effet, âgée de soixante-douze ans, infirme et goutteuse ; elle aurait retrouvé vigueur et beauté par une cure de cette eau magique (**Teuscher et al., 2005**).

#### **I.3.1. Description botanique**

Le romarin se présente sous forme d'un arbuste ou sous-arbrisseaux ligneux très odorants touffu, xérophYTE fortement rameux toujours vert, à racine pivotante et à tiges ligneuses, généralement érigées, pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur (**Quezel et Santa, 1963**). Les feuilles portées par des rameaux subarrondis, sont opposées et sessiles,

étroites et lancéolées, de 4cm de long sur 5mm de large ; leur port est raide, leur texture dure et coriace, leurs limbes épais, cassant, vert foncé sur la face supérieure et blanchâtre sur la face inférieure ; ses bords sont enroulés sur le dessous et la nervure médiane est saillante. Les fleurs sont regroupées en petites grappes axillaires terminales, disposées à l'aisselle des feuilles, le calice bilabié à la forme d'une clochette ovale et duveteuse, la corolle est longuement tubuleuse, de 1,2 cm de large, bleu pâle, lilas ou blanche mais souvent maculée de petites taches violettes. Le fruit est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé de 2,3mm de long. La floraison a lieu de mai à juillet. (Figure 03) (Teuscher *et al.*, 2005).



**Figure 03 :** Description botanique de *Rosmarinus officinalis* L. ( [web https://fr.wikipedia.org/wiki/Romarin,2020](https://fr.wikipedia.org/wiki/Romarin,2020))

### I.3.2. Classification systématique

La classification botanique complète du genre *Rosmarinus* L. n'a été achevée qu'au début du 20 siècle en raison de l'extrême variabilité des espèces. Le romarin appartient à la deuxième série de la famille des labiées ou Lamiacées qui en compte six. Cette famille, l'une des plus importantes de la flore d'Algérie, compte plus de 200 genres et 3500 espèces

(Tableau V) (Boelens, 1985).

**Tableau V : Systématique du romarin (Quezel et Santa, 1963)**

Règne	Plantae (végétal)
Division	<b>Magnoliophyta</b>
Classe	<b>Magnoliopsida</b>
Ordre	<b>Lamiales</b>
Famille	<b>Lamiaceae (alt. Labiatae)</b>
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmanirus officinalis L</i>

### **I.3.3. Composition chimique :**

Le romarin, comme toutes les plantes aromatiques et médicinales, contient des métabolites secondaires telles que les acides phénoliques, les flavonoïdes, et les huiles essentielles, ces dernières contiennent des composés chimiques ayant aussi des activités biologiques ayant des propriétés antibactériennes a fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutique et agroalimentaire il possède des propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques (Tableau VI) (Boullard, 2010).

**Tableau VI:** Composition chimique d'huile essentielle du romarin

Pays	Composants	Références
Algérie	1,8 cinéole Sabinène, Camphène Bornéol Camphre Bornéol Pinocamphone $\alpha$ -Pinène	<b>BOUTABIA et al</b> <b>.,2016.</b>
Maroc	Alpha-pinène Cineole Camphre Acetate de Bornyle Camphène Beta-pinène	<b>EL Kamli et al</b> <b>.,2017.</b>
<b>I.3.4.</b> Tunisia	1,8-cinéole Camphre $\alpha$ -pinène bornéol Terpinen-4-ol $\beta$ -Myrcene Camphene	<b>Marzouk et al</b> <b>.,2006.</b>

### Usage et Propriétés du romarin

L'huile essentielle de romarin est largement utilisée dans l'industrie alimentaire (boisson, desserts, bonbons...etc.). Elle agit comme agent aromatisant et conservateur du fait de ses propriétés antioxydante, antimicrobienne et antiradicalaire (**Gachkar et al., 2007**). Elle est aussi utilisée comme composant aromatique dans l'industrie des cosmétiques (savons, parfums, crèmes...etc.). Elle contribue à l'augmentation des sécrétions biliaires, agit dans les affections du système nerveux et se révèle un excellent cicatrisant des plaies et brûlures. Les



extraits de Romarin sont connus pour leurs propriétés anti-oxydantes puissantes grâce à leurs constituants flavonoïdique et phénolditerpenique qui agissent comme des donneurs d'hydrogène et de capteurs de radicaux libres afin d'améliorer la conservation des produits alimentaire riches en graisses (**Frankel et al., 1996**).

L'activité antivirale d'extraits observée *in vitro* est due essentiellement à leur teneur en acide rosmarinique (**Aruoma et al., 1996**). Les carnosols et l'acide carnosique ont le potentiel d'augmenter la détoxification d'importants carcinogènes humains, les rendant ainsi de promettant candidats pour les programmes chémopréventifs (**Cheung et Tai, 2007**).

Des extraits éthanoliques ont montré une importante activité cholérétique dose-dépendante ainsi qu'une importante activité hépatoprotective (**Fahim, 1999**). L'effet antispasmodique des extraits éthanoliques a été mis en évidence après administration d'acétylcholine ou d'histamine (**Forster et al., 1980**). L'application dermique d'un extrait de romarin réduit de façon conséquente la formation de tumeurs cutanées (**Willem, 2002**).

## **II. Généralités sur les huiles essentielles**

### **II.1. Définition**

Le terme huiles essentielles (HE) dérive de « *quinta essentia* », un nom donné par le médecin suisse Paracelsus aux extraits de plantes obtenues par distillation, il signifie la fragrance et la quintessence de la plante (**Khenaka, 2011**). Par conséquence, l'HE est une essence extraite et modifiée selon les procédés d'obtention mis en œuvre (**Clarke, 2008**). Selon **Bruneton (1999)**, les HE sont des produits de compositions généralement assez complexes renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. La norme française **AFNOR NF T75-006** définit l'HE comme : « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (**Garnero, 1996**).

Le choix d'une technique d'exploitation des plantes aromatiques doit être adapté aux composés spécifiquement recherchés. En principe, cela ne dépend pas du type d'organe utilisé (feuille, fleur, bois, graine ou fruit, racine ou rhizome), à l'état frais ou à l'état sec. La méthode dépend du type de produit souhaité, ou de la nature chimique des molécules recherchées, le rendement escompté et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (**Boutekedjiret, 1999 ; Hellal, 2011**).

Les HE sont obtenus par hydrodistillation ou par expression à froid (**Burt, 2004**). Des nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes (**Santoyo et al, 2005 ; Kimbaris et al, 2006**). Ce choix conditionne les caractéristiques de l'huile essentielle, en particulier sa viscosité, sa couleur, sa solubilité, sa volatilité, son enrichissement ou son appauvrissement en certains constituants. Ces caractéristiques orientent les utilisations et les applications de ces produits (**Bruneton, 2009**).

Pour être de qualité optimale, une huile essentielle doit être 100% naturelle (c'est-à-dire non dénaturée par des molécules de synthèse chimique), 100% pure (c'est-à-dire non mélangée avec d'autres huiles essentielles ayant des caractéristiques proches) et 100% intégrale (c'est-à-dire que le distillateur aura recueilli la totalité des molécules contenues dans la matière végétale distillée) (**Chassaing, 2006**). Selon **Bardeau (1976), Legrand (1978), Lemberg (1982) Bruneto (1999) Bekhechi et Abdelomahid (2010)**, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau à laquelle elles communiquent leur odeur ;
- Leur point d'ébullition varie de 160°C à 240°C ;
- Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles de saffran de girofle ou de cannelle constituent des exceptions) ;
- Elles ont un indice de réfraction élevée ;
- Elles sont dextrogyres ou lévogyres, rarement inactive sur la lumière polarisée ;
- Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels ;
- Ce sont des parfums et sont de conservation limitée ;
- Elles sont très altérables et sensibles à l'oxydation (mais ne rancissent pas) ;
- Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, voire rétinolides, très odorantes et volatiles ;
- À température ambiante, elles sont généralement liquides, incolores ou jaunes pâle. Il existe, cependant, quelques exceptions, telle que l'huile essentielle à azulène de coloration bleue ;
- Ce sont des produits stimulants, employés à l'intérieur du corps, quelquefois purs, généralement en dissolution dans l'alcool ou un solvant adapté (**Bekhechi et**

Abdelomahid, 2010).

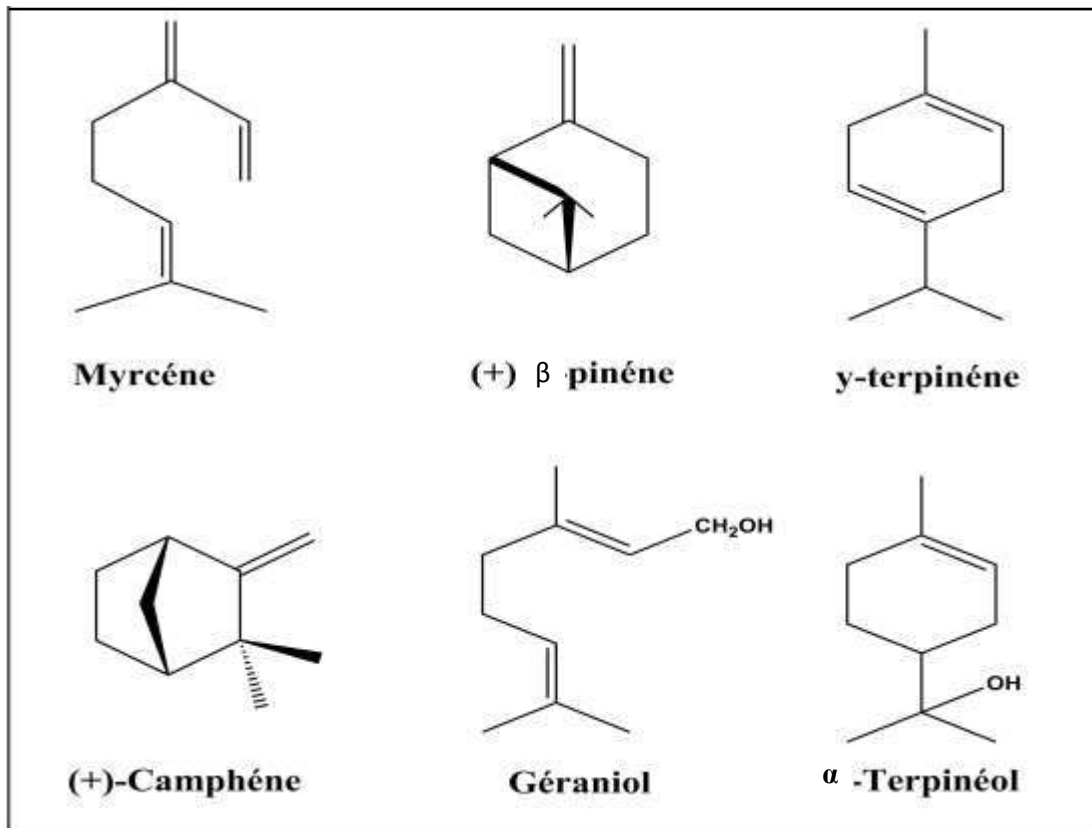
### II.2. Composition chimique

Les HE sont constitués principalement des métabolites secondaires lipophiles volatils tels que les hydrocarbures (terpènes et sesquiterpènes) et les composés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones, phénols, éthers, esters, lactones et éthers phénoliques). Elles sont des mélanges de structure extrêmement complexe, pouvant contenir plus de 300 composés différents. De nombreux facteurs influents sur la composition des HE, les facteurs environnementaux en particulier (propriétés du sol, approvisionnement en eau, lumière du soleil, température). Ces facteurs ont un effet important sur la qualité et la quantité d'huile (Bousbia, 2011 ; Sharopov *et al.*, 2015).

#### II.2.1 Les terpènes

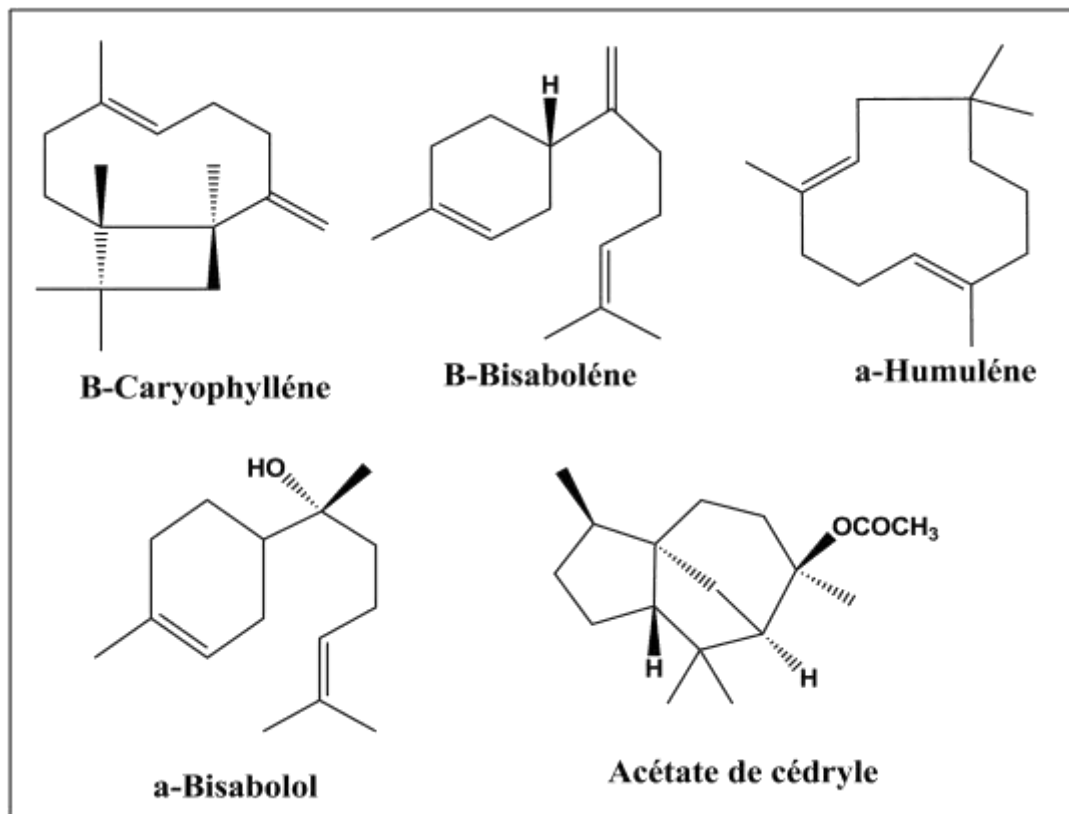
Ce sont des molécules les plus répandues dans les HE de masse moléculaire pas trop élevée. Le terme de terpénoïde est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé Hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. Leur formule brute est  $(C_5H_8)_n$  dont le n est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et peut prendre des valeurs allant de 1 à 8 (Sun *et al.*, 2016). On y rencontre soit les monoterpènes (myrcène, P-pinène,  $\gamma$ -terpinène...etc.) ou les sesquiterpènes (Pcaryophyllène, a-humulène, P-bisabolène...etc.).

- **Les monoterpènes ( $C_{10}$ )** : sont les composés majeurs des HE avec des teneurs comprises entre 89,8 % et 99,08%. Le limonène est en général le composé le plus abondant avec d'autres composants monoterpéniques comme  $\alpha$ -pinène,  $\alpha$ -thujène,  $\beta$ -pinène,  $\alpha$ -terpinène,  $\beta$ -terpinène, p-cymène...etc. (Figure 04) (Dongmo *et al.*, 2002 ; Faucon, 2015).



**Figure 04 : Quelques exemples de structures de monoterpènes**

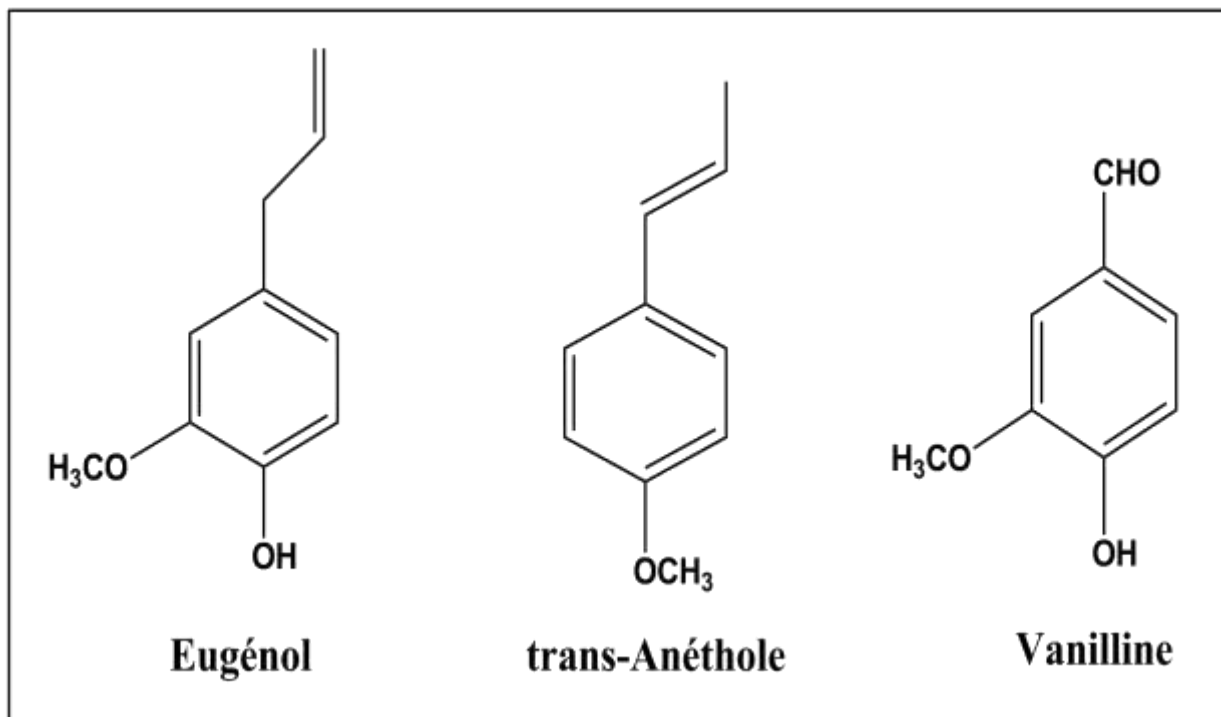
- **Les sesquiterpènes (C<sub>15</sub>)** : Ils comportent trois unités d'isoprène, leur formule est C<sub>15</sub>H<sub>24</sub> soit une fois et demie (sesqui) à la molécule des terpènes (figure 05) (**Belaiche, 1979**).



**Figure 05 :** Quelques exemples de structures de sesquiterpènes

### II.2.2. Composés aromatiques

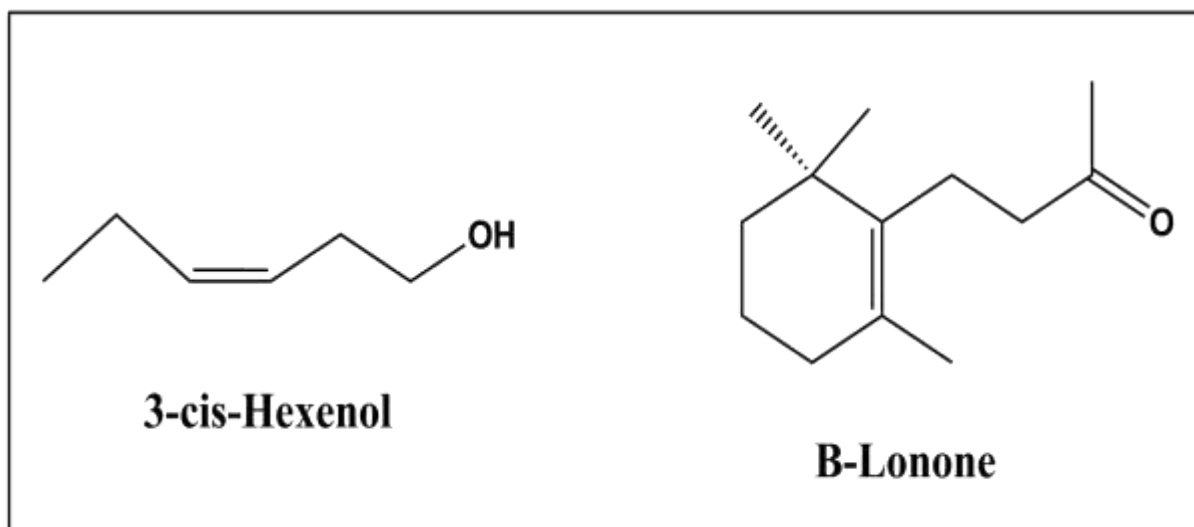
Les composés aromatiques dérivent du phénylpropane ( $C_6-C_3$ ). Ils sont moins fréquents que les terpènes. Cette classe comprend des composés odorants comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole et l'estragole. Ils sont fréquemment rencontrés dans les HE d'Apiacées (cumin, fenouil, persil...etc.) et sont caractéristiques de celles de la vanille, de l'estragon, du basilic et du clou de girofle (figure 06) (Chemat *et al.*, 2012).



**Figure 06 :** Quelques exemples de structures de composés dérivés du phénylpropanes.

### II.2.3. Composés d'origines diverses

Les composés d'origines diverses sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes. Les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînaibles lors de l'hydro distillation (carbure, acide (C3 à C10), alcools, aldéhydes (octanal, décanal ...), esters, lactones, produits azotés ou soufrés) (**figure 08**) (Carole, 2013).



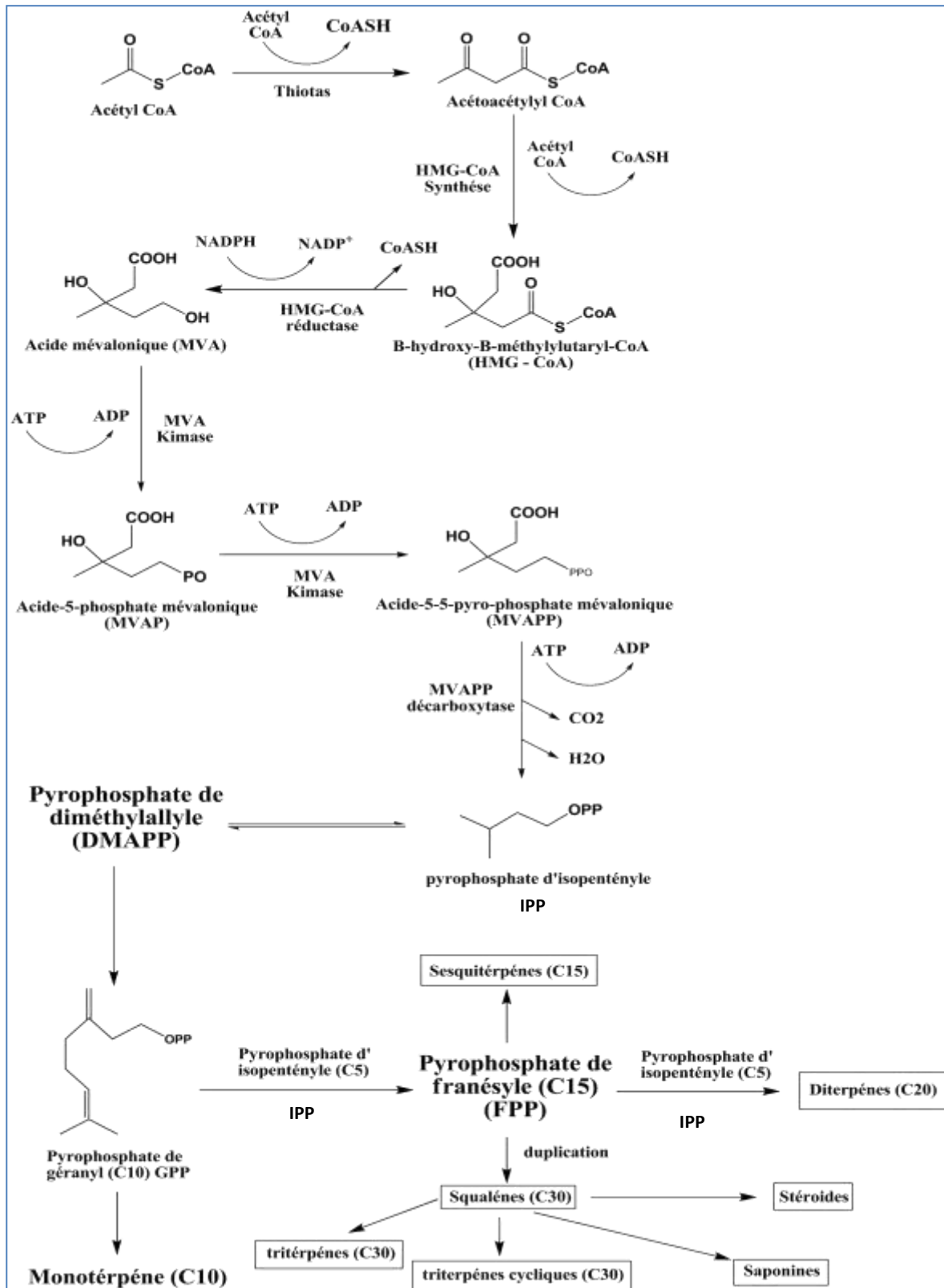
**Figure 07 :** Quelques exemples de composés issus de la dégradation d'acide gras ou de terpènes.

### **II.3. Biosynthèse des huiles essentielles**

La biosynthèse des huiles essentielles au sein du végétal démarre par la photosynthèse (métabolite primaire), c'est un processus permettant aux végétaux d'utiliser l'énergie solaire, pour fabriquer des sucres et d'autres substances organiques. A partir de ces sucres, les plantes aromatiques élaborent des molécules spécifiques selon deux voies majeures (**Faucon, 2015 ; Gauriat, 2015**).

- **Voie des terpènes**

Cette voie aboutit à la synthèse des monoterpènes ( $C_{10}H_{16}$ ), des sesquiterpènes ( $C_{15}H_{24}$ ), et des diterpènes ( $C_{20}H_{32}$ ). Les terpènes sont issus d'une voie métabolique secondaire de l'acide mévalonique (MVA) qui a lieu dans le cytoplasme, la mitochondrie et le réticulum endoplasmique. La synthèse de ces terpènes fait à partir de l'IPP (isopentényl pyrophosphate en C5), IPP est issue de la voie du mévalonate. Par ailleurs, des réactions d'oxydoréduction donnent lieu à d'autres molécules comme des monoterpénols, des phénols, des aldéhydes, des cétones...etc, apportant des propriétés chimiques particulières (**Figure 08**) (**Faucon, 2015 ; Muther, 2015**).



**Figure 08** : Biosynthèse des terpènes et huiles essentielles par la voie mévalonate (Faucon, 2015 ; Muther, 2015).



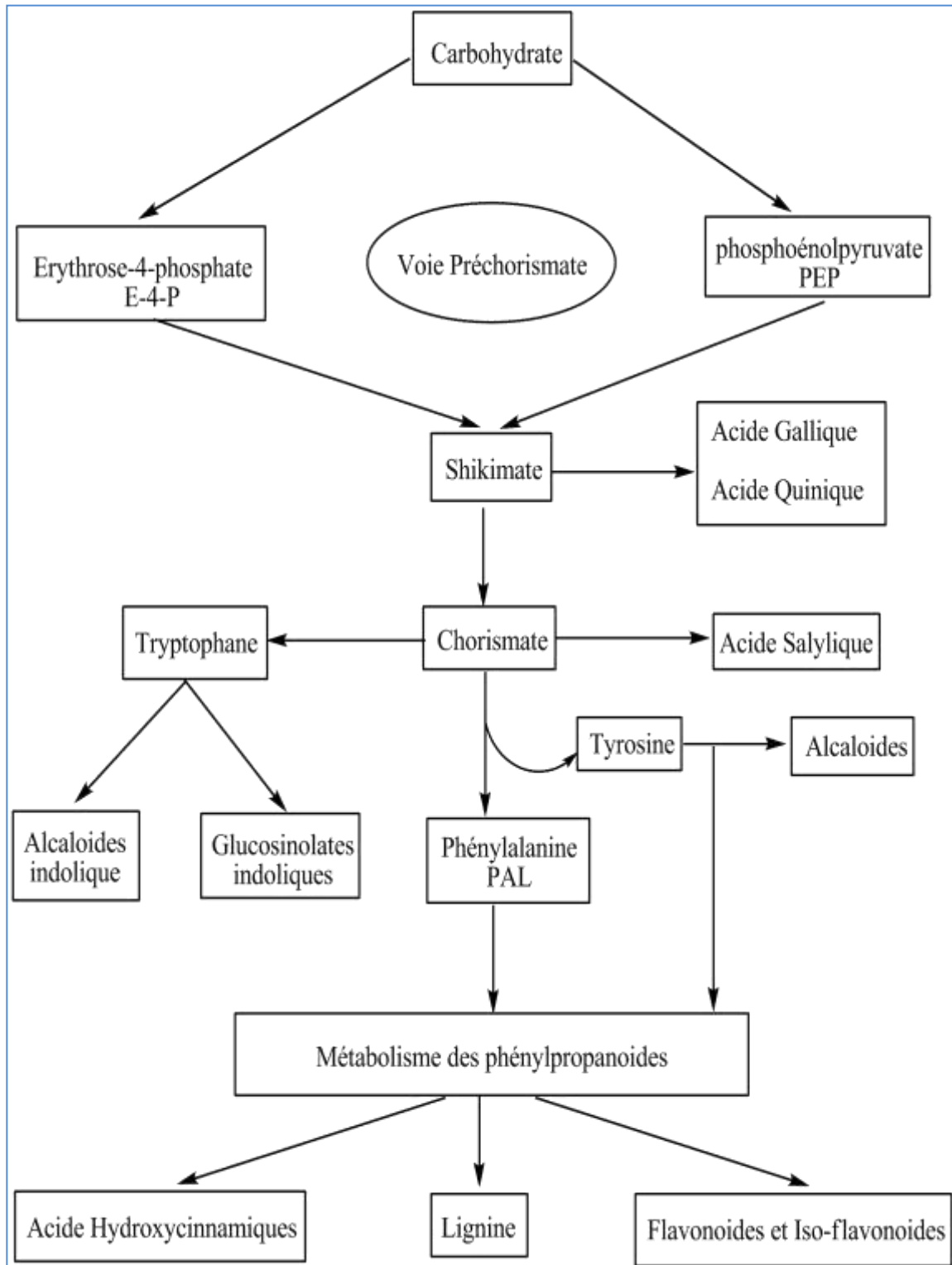
- **Voie des phénylpropanes**

Elle se caractérise par des mécanismes d'oxydation et démarre par un acide aminé : la phénylalanine obtenue par la voie du shikimate. L'acide shikimique est issu de la condensation d'une unité phosphoenolpyruvate (PEP) (glycolyse) et d'une unité d'érythrose-phosphate, le shikimate est un précurseur essentiel pour initier la synthèse de nombreux métabolites secondaires au sein des végétaux et micro-organismes (**Faucon, 2015 ; Gauriat, 2015**).

La phénylalanine conduit à la formation de plusieurs composés des huiles essentielle, des phénols, des acides ou encore des coumarines. Plus rarement, des molécules de type lactones ou phénols méthyl-éthers peuvent être retrouvés (**Faucon, 2015**).

Une fois synthétisé, ces métabolites vont pouvoir être libérés par des cellules sécrétrices formant des structures histologiques particulières. Elles vont servir de zones de production et de lieux de stockage des substances aromatiques sécrétées in vivo par la plante. Ces substances se nomment des essences.

Ces structures sont différentes en fonction de l'organe producteur ainsi que de l'espèce végétale (Figure 09) (figure 10) (**Gauriat, 2015**).



**Figure 09** : Biosynthèse des composés aromatique chez les plante par voie de shikimate (Faucon, 2015 ; Gauriat, 2015).

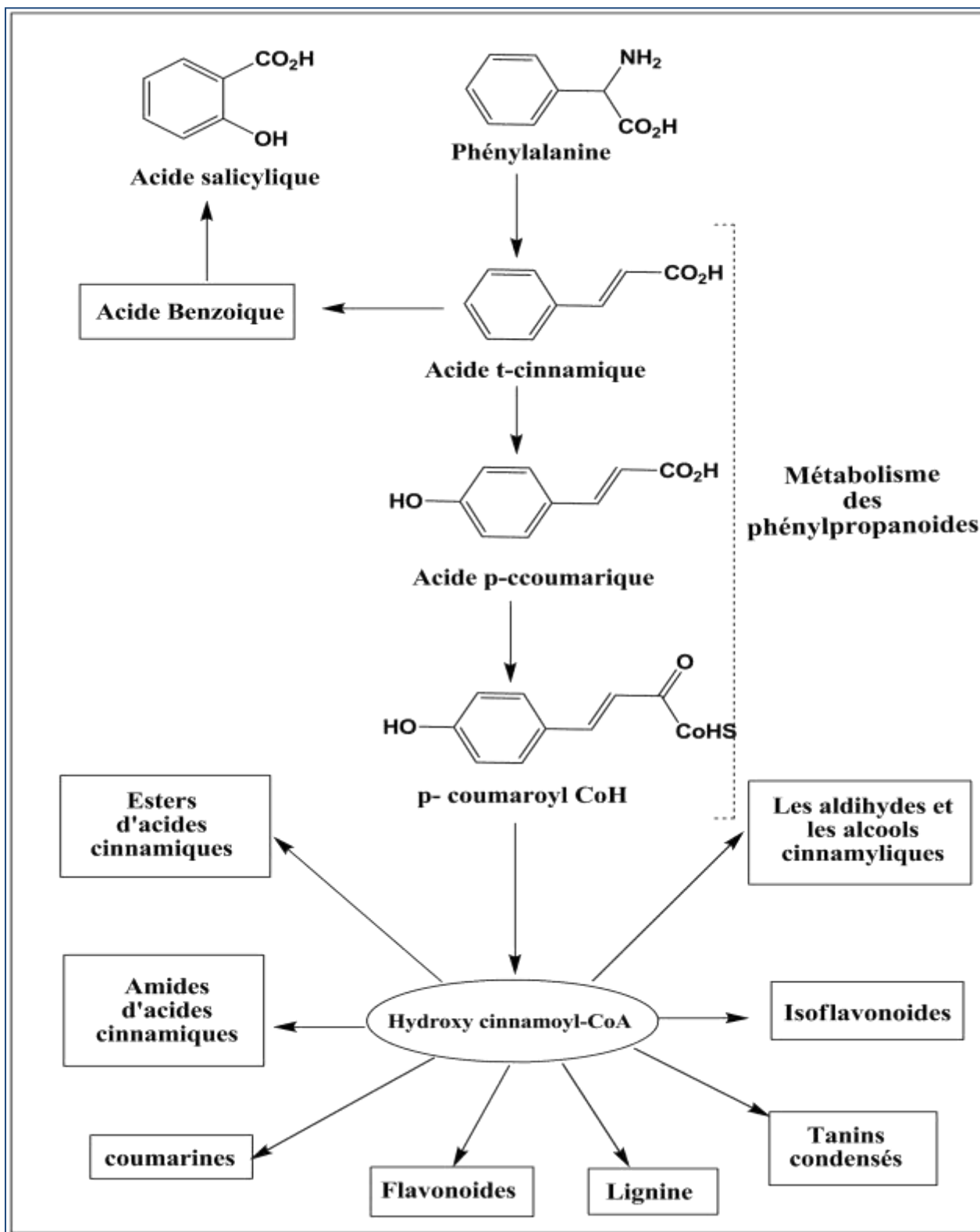


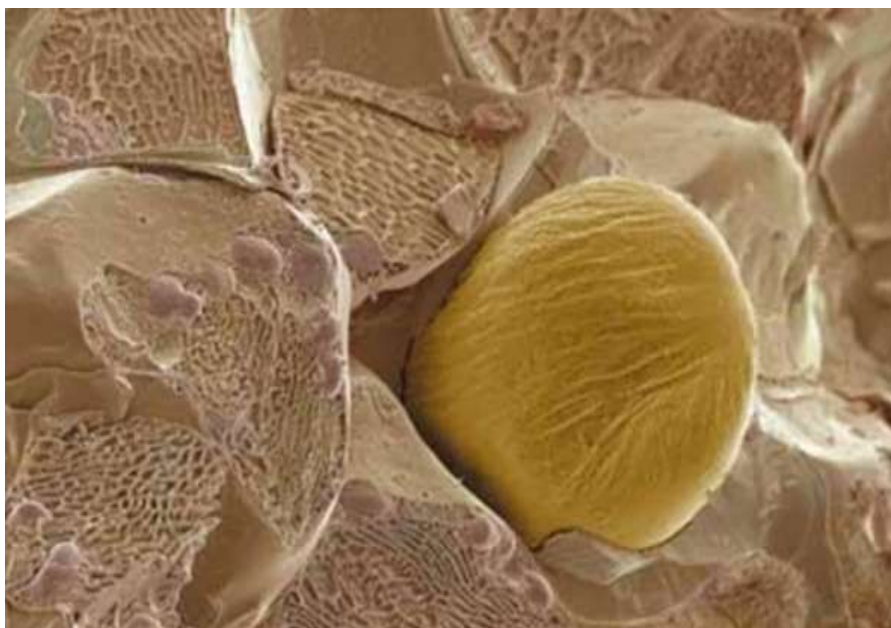
Figure 10 : Voie de phénylpropanoïde (Faucon, 2015 ; Gauriat, 2015).

### II.3.1. Organes de sécrétion et de stockage

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Ensuite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles, dans des poils sécréteurs, dans des poches sécrétrices ou dans des canaux sécréteurs (Bruneton, 1999 ; Hazzit, 2002 ; Boz et al, 2009). Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux, à savoir ; les fleurs, les feuilles, les racines, les rhizomes, les fruits, le bois et/ou les graines (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).

- **Cellules sécrétrices**

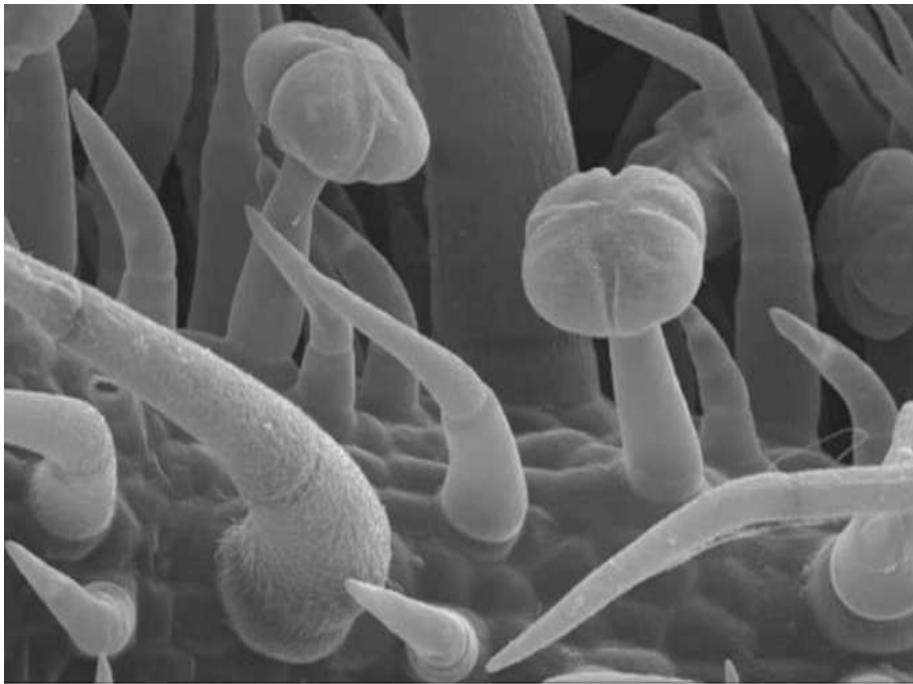
Les cellules sécrétrices peuvent se retrouver dans tous les tissus de la plante mais c'est au niveau de l'épiderme qu'elles sont les plus fréquentes, principalement au niveau des feuilles et des organes floraux. L'essence produite ne reste pas à l'intérieur de la cellule mais s'accumule généralement dans une vacuole extracytoplasmique. De telles cellules existent par exemple dans les organes floraux des Rosaceae ou les organes souterrains du gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) ( Figure 11) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).



**Figure 11** : Cellule sécrétrice de l'huile essentielle dans un rhizome de gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) vue au microscope électronique à balayage (image colorisée, x813) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).

- **Poils sécréteurs**

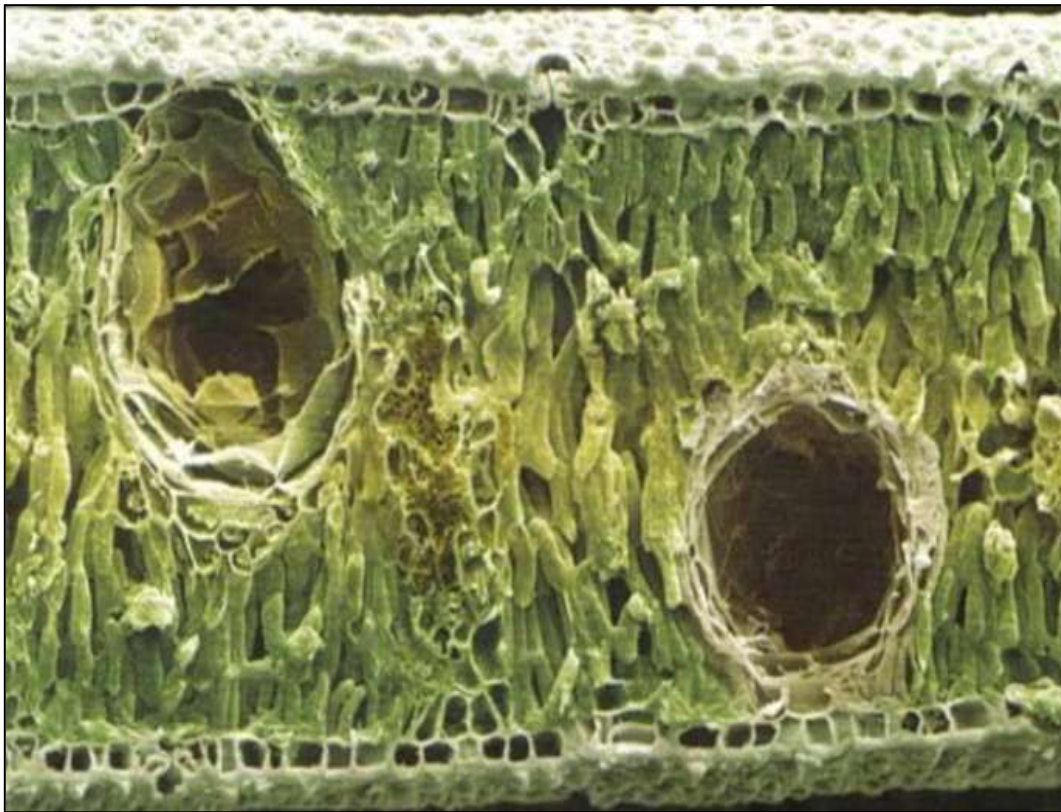
Les poils sécréteurs sont des structures très variables, uni- ou pluricellulaires, résultant de la différenciation de cellules épidermiques. Ils sont ancrés par une cellule dite basale, surmontée d'une ou plusieurs cellules sécrétrices. L'essence produite par le cytoplasme s'accumule entre la membrane et la cuticule. On retrouve ces structures dans de nombreuses familles comme les Lamiaceae ou les Solanaceae (Figure12) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).



**Figure 12:** Poils sécréteurs présents sur la face inférieure d'une feuille de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) vus au microscope électronique à balayage (x504) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).

- **Poches sécrétrices**

Les poches sécrétrices sont des cavités du parenchyme de certains organes, délimitées par des cellules sécrétrices qui y déversent leurs produits de sécrétion. De forme arrondie, elles sont issues d'une seule cellule qui se cloisonne de deux façons possibles, ce qui permet de distinguer les poches schizogènes et les poches schizolysigènes (Figure13) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).



**Figure 13** : Poches schizogènes d'une feuille d'eucalyptus citronné vues en microscopie électronique à Balayage (image colorisée, x204) (Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005).

#### **II.4. Rôles des HE dans la plante**

La fonction exacte de l'essence pour la plante est encore mal connue, mais elle semble jouer un rôle important dans son adaptation à l'environnement (De Sousa, 2012). Certains composés volatiles produits par les plantes et que l'on retrouve dans les essences vont moduler le comportement des microorganismes tels les champignons, les insectes et les herbivores. Ainsi, les essences pourraient être des outils de défense contre les prédateurs, de répulsion des insectes et herbivores ou encore de protection contre les pathogènes (De Sousa, 2012).

Les HE permettraient également d'attirer des insectes pollinisateurs ou des disséminateurs de graines. Elles seraient impliquées dans des processus allélopathiques (ensemble d'interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives d'une plante sur une autre) et des interactions tritrophiques. De telles relations mettent en jeu trois niveaux d'une chaîne alimentaire, le plus souvent une espèce végétale, un insecte herbivore et son propre prédateur ou parasite (**Dudareva et Pichersky, 2008 ; Caissard., Joly, all, 2008**).

Les essences jouent également un rôle pour la plante elle-même. On estime que certains de leurs composants seraient des messagers internes ou encore des intermédiaires du métabolisme de la plante. Enfin, les essences pourraient être des sources d'énergie lorsque l'activité de photosynthèse n'est plus suffisante (**Figueredo G, 2007**).

### **II.5. Filières d'utilisation des HE**

Les vertus des HE sont connues et utilisées depuis longtemps, mais cette utilisation se basait sur des pratiques traditionnelles et des applications sans bases scientifiques précises et sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques. Maintenant, leur emploi se fait sur des bases scientifiques et rationnelles. Grâce à leurs propriétés diverses, les HE possèdent un large spectre d'utilisation.

#### **II.5.1. Domaine alimentaire**

En alimentation, les HE jouent un rôle capital dans l'aromatisation des aliments. Les fabricants d'aliments préparés les utilisent de plus en plus parce que le nombre de produits augmente et le consommateur recherche d'avantage les produits avec des ingrédients naturels. Les HE entrent donc, pour leurs diverses propriétés, dans la composition des arômes employés de manière fréquente aujourd'hui dans tous les produits alimentaires comme les plats cuisinés ou prêts à l'emploi (**Porter, 2001**). Maintenant, l'industrie agroalimentaire utilise les HEs dans les préparations surgelées non seulement pour rehausser le goût mais aussi pour empêcher les contaminations alimentaires.

Le travail de BENZINEB (2019) qui a étudié les effets des extraits de Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques d'un lait fermenté type yaourt ; montre que les HE ont une importante activité sur les germes spécifiques du yaourt.

### **II.5.2. Domaine cosmétique**

En cosmétologie, les HE utilisées dans les crèmes, les gels, les rouges à lèvres, les shampoings et les dentifrices permettent de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (Rhayour, 2002). Les HE les plus utilisées sont les huiles essentielles de lavande, de citron et de citronnelle. On notera qu'il y a une possibilité d'adsorption percutanée des constituants terpéniques (Bouamer *et al*, 2004 ; Bouanane et Boussehel, 2005).

### **II.5.3. Domaines médical et pharmaceutique**

Les HE sont d'un grand intérêt dans le domaine médical et pharmaceutique. Elles sont largement utilisées pour traiter certaines maladies internes et externes (infections d'origine bactérienne ou virale, troubles humoraux ou nerveux). En médecine dentaire, plusieurs HE ont donné des résultats cliniques très satisfaisants dans la désinfection de la pulpe dentaire, ainsi que dans le traitement et la prévention des caries. La listerine qui est une solution constituée d'HE de thymol et d'eucalyptol possède une grande activité bactéricide sur les microorganismes de la salive et de la plaque dentaire. Les huiles essentielles du thym et de romarin ont été utilisées pour soulager la fatigue, les maux de tête, les douleurs musculaires et quelques problèmes respiratoires (Rhayour, 2002). Elles peuvent également être utilisées comme inhalant pour soulager les difficultés respiratoires ainsi que pour rafraîchir ou soulager la gorge (Grysole, 2004).

Plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plants. De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de spécialités pharmaceutiques à savoir les sirops, les gouttes, les gélules, pommades...etc. Le travail de Selmi *et al.*, (2017) a mis en évidence l'effet protecteur des HE de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) contre les lésions hépatiques et rénales induites par intoxication à l'alloxane chez le rat. De manière tout aussi importante, l'administration des HE a considérablement protégé contre le stress oxydatif hépatique et rénal induit par l'alloxane.



### II.5.4. Activités biologiques des HE

Toutes les applications des HE sont basées sur leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. Origan, thym, sauge, romarin et clou de girofle sont autant de plantes aromatiques fréquemment utilisées. Les HE de ces plantes ont toutes une particularité commune ; elles sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne. Le carvacrol est le plus actif de tous. Reconnu pour être non toxique, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations. Le thymol est l'ingrédient actif des rince-bouches et l'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires, et dentaires. Ces trois composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori* (Pauli, 2001 ; Fabian *et al.*, 2006).

Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du Romarin, sur la croissance de *Streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyltransferase suggèrent que ces extraits peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyltransférase (TSAI *et al.*, 2007).

Les travaux de Farhat *et al.* (2017) sur l'activité antimicrobienne de l'HE de *R. officinalis* montre qu'elle possède des effets bénéfiques contre les bactéries multirésistantes.

D'autres familles de composés présentent aussi des propriétés antibactériennes intéressantes, c'est le cas de certains alcools, aldéhydes et cétones monoterpéniques (géraniol, linalol, menthol, terpinéol, thujanol, myrcénol, citronellâi, néral, thujone, camphre, carvone, etc.), des phénylpropanes (cinnamaldéhyde) et des monoterpènes ( $\gamma$ -terpinène, p-cymène). Les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques sont très intéressées par les propriétés de ces composés d'autant plus qu'il s'agit d'aromatisants naturels. De ce fait, beaucoup de chercheurs à travers le monde étudient leur potentiel en tant qu'agent de conservation (Burt, 2004). La plupart de ces composés sont également de très bons agents antifongiques. Le thymol, le carvacrol, et l'eugénol sont encore ici les composés les plus actifs. Un grand nombre de composés volatils ont été testés contre une large gamme de champignons *Candida* (*C. albicans*), *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*), *Penicillium chrysogenum*, et bien d'autres (Kalemba *et al.*, 2003).

Avec l'émergence de microorganismes pathogènes résistants aux antibiotiques, les HE antimicrobiennes présentent une sérieuse alternative à la médecine des antibiotiques contre les pathologies infectieuses. Beaucoup de groupes de recherche ont étudié, par exemple, l'effet de l'huile essentielle de *Melaleuca altemifolia* contre la souche *Staphylococcus aureus* résistante à la méthicilline (« *methicillinresistant Staphylococcus aureus* » ou *MRSA* (**Dryden et al., 2004, Chan et al., 1998, Carson et al., 1995.**)). Cette huile, dont le composé majoritaire est le terpinèn-4-ol, a montré de très bons résultats *in vitro* contre la prolifération de *MRSA*. Toutefois, son efficacité en milieu clinique demeure contestée (**Flaxman, 2005**).

Les travaux de **Laghouiter et al., (2015)** sur l'activité antioxydante de l'HE de menthe montrent qu'elle possède une bonne capacité antioxydante comparée à la vitamine C.

**Shama et al., (2011)** signalent que la menthe possède une bonne capacité antifongique contre la prolifération de deux espèces fongiques : *Alternaria alternata* et *Penicillium expansum*.

### **II.6. Toxicité des huiles essentielles**

Les HE sont généralement considérés comme « sans danger ». Mais ces substances naturelles sont aussi des composés puissants ; "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme" (**Degryse et al., 2008**).

Par leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome (**Benzeggouta, 2005 ; Bouguerra, 2012**).

Certaines HE sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau, les yeux et les muqueuses en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) (**Smith et al., 2000**).

Le carvacrol comme le thymol est très irritant, astringent et caustique. Ingéré à la dose de 2g, il provoque un peu de gastralgie avec nausées, à plus fortes doses, il entraîne la diarrhée. Ainsi, l'HE de thym, qui est très riche en composés phénoliques, pris pur (à des doses de 30 à 40 gouttes), peut être mortel ou au minimum entraîner des convulsions (**Telphon, 2003 ; Bekhechi et Abdelomahid, 2010**).

D'autres HE ; telle que celle de citrus ; contenant des furocoumarines peuvent être toxiques (**Naganuma et al., 1985**). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. Les cétones comme

l' $\alpha$ -thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (**Franchomme et al., 1990**). Il existe aussi quelques HE dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers, c'est le cas de dérivés d'allylbenzènes ou de propénylbenzènes comme le saffrole (Sassafras) et l'estragole (*Artemisia dracunculus*) (**Homburger et al., 1968**).

La toxicité immédiate par les HE est mieux connue. Parmi ces intoxications on cite :

- L'essence de sobine induit des hémorragies utérines chez la femme ;
- L'essence de genévrier donne des hématuries chez l'homme ;
- Une dose de 2g de menthol peut induire un spasme de la glotte qui mène à une asphyxie
- Le cis-anéthol provoque des convulsions (**Bruneton, 1999**).

Les HE étant des substances très actives, elles sont potentiellement toxiques et doivent être utilisées avec vigilance, toujours sur la base de connaissances fiables et suffisantes. Les molécules aromatiques ne présentent pas toutes le même degré de toxicité. En général, la toxicité d'une HE dépend de sa composition, de la dose unitaire et journalière ainsi que de la voie d'administration utilisée. On distingue 2 types de toxicité (**Bruneton 2009**):

- La toxicité aiguë qui se manifeste peu de temps après l'introduction de l'HE dans l'organisme (en général quelques minutes après) ;
- La toxicité à long terme ou toxicité chronique survenant après plusieurs années d'utilisation. Cette toxicité est relativement mal connue. En effet, les effets indésirables survenant après plusieurs années d'utilisation sont rarement signalés en raison de la difficulté à établir le lien de causalité.

### **II.6.1. Définition de la DL<sub>50</sub>**

La dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) est la dose létale médiane représentant la valeur statistique de la dose d'une substance chimique qui provoque la mort de 50% des organismes d'une population donnée dans des conditions expérimentales définies (**Laigneau, 2000**).

C'est l'étude qualitative et quantitative des phénomènes toxiques rencontrés après administration unique de la ou des substances actives contenues dans le médicament. Cette étude décrit les symptômes observés et fournit pour autant que cela soit possible l'indication de la dose

létale 50 (DL<sub>50</sub>) (**Ruckebusch, 1981**). Cette dose sert souvent de point de départ des études de toxicité, car elle fournit un minimum de connaissances (**CSST, 2004**).

L'étude sur les animaux de laboratoire doit porter sur un nombre égal de mâles et de femelles (Pour les rongeurs, chaque groupe doit comprendre au moins cinq animaux par sexe).

Pour les autres espèces, chaque groupe doit comprendre au moins deux mâles et deux femelles). La durée de l'observation des animaux est fixée par l'expérimentateur. En général, elle n'est pas inférieure à une semaine (**Ruckebusch, 1981 ; OMS, 2000**).

L'échelle de Hodge et Sterner permet ainsi de classer les toxicités en fonction des DL50 orale mesurées chez le rat (Tableau VII). Certains constituants aromatiques des HE possèdent de multiples vertus. Cependant, elles peuvent présenter une toxicité à très forte dose (essentiellement les cétones mono terpéniques). Selon la citation de Pracelse : « Tout est poison, rien n'est poison, seule la dose compte ».

**Tableau VII** : L'échelle de Hodge et Sterner

<b>DL<sub>50</sub> orale (rat)</b>	<b>Indice de toxicité</b>
Jusqu'à 1 mg/kg	extrêmement toxique
De 1 à 50 mg/kg	hautement toxique
De 50 à 500 mg/kg	modérément toxique
De 500 à 5 000 mg/kg	légèrement toxique
De 5 000 à 15 000 mg/kg	presque pas toxique
Plus de 15 000 mg/kg	relativement inoffensif

### III. globules rouges

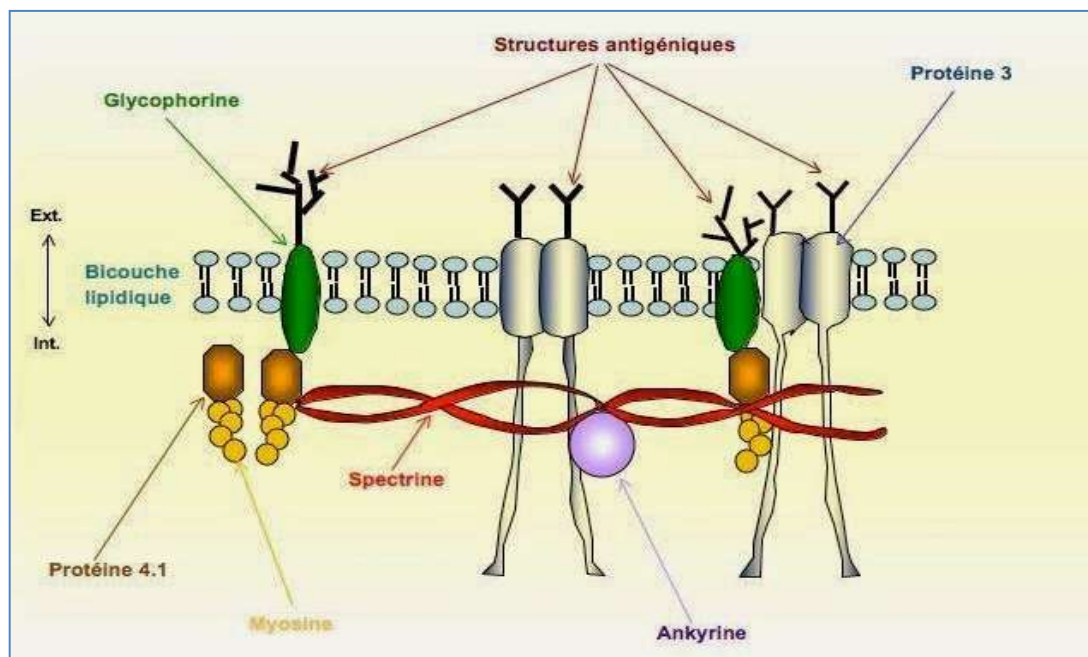
#### III.1. Définition

Les globules rouges (GR), Hématies ou Erythrocytes sont les cellules les plus abondantes de la circulation sanguine. Leur production quotidienne est de  $200 \cdot 10^9$  par jour, et leur durée de vie est de 120 jours, au cours desquels ils effectuent un déplacement de près de 500 km dans la

microcirculation. Ils ont pour fonction de transporter l'oxygène (O<sub>2</sub>) des poumons vers les tissus, et d'évacuer le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en sens inverse. (Guilaum, 2007).

### III.2. Membrane érythrocytaire

La membrane érythrocytaire est constituée d'une double couche lipidique dans laquelle s'insère nombre important de protéines r++éliées au cytosquelette sous membranaire (**figure 14**).



**Figure 14** : Schéma de la membrane érythrocytaire

( web <https://www.toutsurlatransfusion.com/immuno-hematologie/globules-rouges/structure.php>,2020)

Certaines de ces glycoprotéines et certains glycolipides expriment à la surface du globule des déterminants des groupes sanguins. Elles permettent de définir le système ABO (Manaargadocatin *et al.*, 2016).

Le système ABO est défini par la présence de l'Ag A et ou d'Ag B sur la surface de la membrane du globule rouge et par l'absence de l'Ac sérique correspondant. Le système ABO le plus important en pratique médicale, offre quatre possibilités d'expression antigénique : A, B, AB ou aucun antigène, appelé O par convention. Le système ABO est le système 001 selon la nouvelle nomenclature des systèmes de groupes sanguins ISBT 2008. Chaque spécificité antigénique est également affectée d'un numéro, A:001, B:002, AB: 003 (Giraud *et al.*, 2002 ; Jean-Jacques

**Lefrère et Rouger, 2010).**

Les phénotypes du système ABO sont définis par le ou les Ag présents sur les érythrocytes. Ces Ag sont révélées par l'agglutination des hématies qui les portent par les Ac spécifiques.

Les deux Ag A et B vont définir quatre variétés de groupe:

- Le groupe A: seul l'Ag A est présent.
- Le groupe B: seul l'Ag B présent.
- Le groupe AB: les Ag A et B sont présents.
- Le groupe O: aucun des Ag A et B n'est présent (**Deba, 2017**).

### **III.3. Hémolysé**

#### **I.3.1. Définition de l'hémolysé**

L'hémolysé est un phénomène physiologique irréversible due à une libération des composants intracellulaires des érythrocytes notamment l'hémoglobine, suite à une perturbation de la membrane cellulaire après une durée de vie de 120 jours qui est un laps de temps normal (**Thomas, 2013**).

#### **III.3.2. Signes biologiques de l'hémolysé**

Généralement, l'hémolysé provoque une augmentation du taux d'hémoglobine, de la lactate déshydrogénase (LDH) et une diminution du taux d'haptoglobine et de l'hémoglobine glycosylé (Hbc). L'hémoglobine libérée est dégradée en bilirubine, non conjuguée

Représentant 80% de la bilirubine totale, ou bien forme un complexe avec l'haptoglobine. Ce complexe est éliminé rapidement par le foie, ce qui entraîne des niveaux d'haptoglobine faibles (**Marchand et al., 1980**).

L'hémolysé est définie par une couleur rose-rouge détectable lorsque les taux plasmatiques d'hémoglobine dépassent la capacité de liaison à l'haptoglobine (0,3 g / L) et provoque une augmentation de fer dans les urines (**Wiltink et al., 1972**). Cette hémolysé est la cause de pathophysiologies spécifiques telles que les maladies vasculaires aiguës et chroniques, l'inflammation, la thrombose et l'insuffisance rénale. Elle joue un rôle important dans la translocation de l'hémoglobine dans l'espace extravasculaire, les réactions oxydatives et la libération de l'hémine dans la signalisation moléculaire (**Dominik et al., 2013**).

### III.3.3. Hémolyse pathologique

Si la destruction des érythrocytes est un phénomène normal qui a lieu dans la rate lorsque les globules rouges sont en fin de vie, l'hémolyse anormale du sang peut avoir différentes causes. Il peut s'agir d'une pathologie qui aboutit à la destruction des globules rouges dans les vaisseaux sanguins, cas de certaines anémies, des accidents transfusionnels ou du paludisme. Des parasites sanguins, des infections bactériennes et virales, des agents chimiques, des plantes toxiques peuvent aussi entraîner une hémolyse. Par définition, l'hémolyse pathologique est la destruction précoce et exagérée des GR circulants sous l'effet d'un processus hémolytique qui peut être intrinsèque (Hémolyse corpusculaire) ou extrinsèque (Hémolyse extra-corpusculaire). Ce processus peut être congénital ou acquis. Elle affecte toujours un des constituants vitaux du globule rouge : membrane, enzyme, hémoglobine (Hb) (**Beaumont et Hergaux, 2005**). Elle peut être due à deux mécanismes principaux qui sont :

- a- Soit une anomalie du globule rouge : hémolyses corpusculaires ou globulaires.
- b- Soit à une agression extrinsèque des hématies : hémolyse extra-corpusculaires (**Aguilar et Martinez, 2007**).

### III.3.4. Test d'hémolyse ou de stabilité membranaire

Pour effectuer le test d'hémolyse ou de stabilité membranaire, une suspension de globules rouges est préparée. 10 ml du sang humain sont collectés et centrifugés à 3000 T/mn pendant 10 mn puis lavés trois fois avec un volume égal de solution saline normale. En fin, le volume de sang est mesuré puis dilué avec une solution saline normale à raison de 10% V/V (**Sadique et al., 1989 ; Saket et al., 2010**).

Le mélange réactionnel est constitué de 1ml de l'échantillon de l'huile essentielle à tester et 1 ml de la suspension des globules rouges à 10%. Pour le contrôle, l'échantillon est remplacé par la solution saline normale. Le médicament Diclifenac est utilisé comme contrôle positif. Les tubes du mélange réactionnel sont incubés à 56°C pendant 30 à minutes. A la fin de l'incubation, les tubes sont refroidis directement sous l'eau de robinet pour arrêter la réaction puis sont centrifugés à 2500 tpm pendant 5min.

L'absorbance du surnageant est lue à 540 nm. L'expérience est réalisée trois fois pour tous les échantillons (**Shide et al., 1999 ; Saket et al., 2010 ; Govindappa, 2011**). Le pourcentage d'hémolyse par rapport au contrôle positif (100% d'hémolyse) est déterminé selon l'équation suivante :

Densité optique (échantillon) – densité optique (témoin négatif)

$$\% \text{ hémolytique} = \frac{\text{Densité optique (échantillon)} - \text{Densité optique (témoin négatif)}}{\text{Densité optique (hémolyse totale)}} \times 100$$

### III.3.5. Test anti-hémolytique

Le test anti hémolytique est effectué selon les étapes suivantes :

- a) **Préparation des Globules rouges :** un volume de 5 ml de sang d'une personne saine sont recueillis dans des tubes contenant de l'EDTA, puis centrifugés pendant 5 mn à 1000 T/mn. Le surnageant est éliminé et le culot est lavé trois fois avec du PBS (0,2 M, pH 7,4) puis remis en suspension dans une solution saline (4%). L'opération de lavage consiste en une série de centrifugation à 1000 T/mn (5mn) et la suspension du culot dans le PBS. Après la dernière centrifugation, 0.4 ml du culot est additionné à 9.6 ml de tampon phosphate salin (0,2M à un pH de 7,4) pour obtenir une solution érythrocytaire d'hématocrite à 4 % (**Yang et al., 2005**).
- b) **Effet sur l'hémolyse induite par le NaCl :** Un mélange de 1.8 ml de l'extrait d'Urticadioica est 200 µl de suspension érythrocytaire préincubé pendant 1 mn. Ajoute 1,8ml de NaCl à différentes concentrations (1,8%, 0,9%, 0,75%, 0,5%) et la préparation est incubé à la température ambiante pendant 10mn Après centrifugation, l'absorbance du surnageant a été mesurée à 541nm (**Lourrrad et al., 2016**).
- c) **Effet sur l'hémolyse induite par l'éthanol :** Un volume de 200 µl de de suspension érythrocytaire (10%) est traité par 1.8 de l'extrait végétal. Le mélange pré-incubé pendant 1mn à température ambiante est additionné de NaCl et d'éthanol à différentes concentrations déjà citées dans la partie du témoin positif de l'hémolyse. Ce protocole opératoire est achevé par une centrifugation et une lecture au spectrophotomètre à 540nm. (**Salah.2018**)
- d) **Effet sur l'hémolyse induite par la température :** Un volume de 500 µl de suspension érythrocytaire est traité par 4,5 ml d'extrait. Le mélange est incubé pendant 1mn en présence de 4,5ml de NaCl à 9% puis incubé pendant 20min à différentes températures (30°C, 50°C, 60°C). Après centrifugation à 3000T/mn pendant 5mn, l'absorbance du surnageant est mesurée à 540nm . (**Salah, 2018**)



- e) **Effet sur l'hémolyse induite par H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Ajouter à 500µl de l'extrait 2ml de suspension érythrocytaire (4%) puis incuber pendant 1mn à température ambiante. Ajouter 2,5ml de tampon phosphate et 500µl de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10V) (**Salah, 2018**)

### **III.3.6. Activité hémolytique**

L'évaluation des activités biologiques des extraits naturels, nécessite une étude de l'activité hémolytique car, cette activité due à la présence de saponines remettra en cause l'utilisation d'une plante, même si elle possède une activité antioxydante. Son utilisation dans des préparations alimentaires et pharmaceutiques sera donc impossible (**Sparg et al., 2004**). Toute substance biologiquement active est susceptible, à fortes ou à faibles doses et pour une administration prolongée, de produire des effets indésirables, voire nocifs (**Makkar et Becker., 1997**)

La cytotoxicité des plantes sur les globules rouges est probablement due à la richesse de cette plante en composés bioactives tels que les tanins et certaines saponines dans les extraits bruts. Vu que les saponines sont des composants terpéniques, ils ont la capacité d'induire la formation des pores à travers les membranes cellulaires, entraînant ainsi l'hémolyse et la libération de l'hémoglobine dans le plasma, (**Makkar et Becker., 1997**).

L'étude de l'activité hémolytique des plantes médicinales et aromatiques a fait l'objet de nombreuses recherches compte tenu de la diversité des composants majoritaires « chémotypes » des HE. Les résultats de ces études sont consignés dans le tableau VIII.

**Tableau VIII:** Résultats des tests d'effet hémolytique des HE des plantes médicinales

Plantes	Résultats	Références
<i>Origanum vulgare</i>	Hémolyse intense comparée au peroxyde d'hydrogène. Celle ci est proportionnelle à la concentration de l'HE utilisée au cours du test.	AMRANE <i>et al.</i> , 2017.
	Effet hémolytique des HE en fonction de la dose (9.54-0.595mg /ml).	Scandorieiro <i>et al.</i> , 2016.
	Taux d'hémolyse de 85% des globules rouges traités par les HE.	Misharina <i>et al.</i> , 2014.
<i>Thymus zygis</i>	Activité hémolytique très importante, quelque soit la concentration utilisée.	AMRANE <i>et al.</i> , 2017.
<i>Thymus vulgare</i>	Taux d'hémolyse de 0.7% à une concentration très faible (4.096 µg /ml)	Réginaldo <i>et al.</i> , 2016.
<i>Thymus caespitius</i>	Faible activité hémolytique (4.9%) à une concentration de 2.5 mg/ml	Pinto <i>et al.</i> , 2014.
<i>Lavandula stoechas</i>	Taux d'hémolyse sont directement proportionnels à l'augmentation des concentrations d'HE.	AMRANE <i>et al.</i> , 2017.
<i>Lavandula angustifolia</i>	L'acétate de linalyle, linalool, HE peuvent entrainer des dommages au niveau de la membrane cellulaire.	Prashar <i>et al.</i> , 2004.
<i>Mentha spicata</i>	Taux d'inhibition de l'hémolyse (49.53%, 26.56%, 30.47%) pour les faibles concentrations d'HE 1.60, 0.90 et 0.51 mg/ml respectivement. L'activité hémolytique dépend de sa concentration.	AMRANE <i>et al.</i> , 2017 .
<i>Mentha pulegium</i>	Activité hémolytique 100% à partir d'une concentration de 1 mg/ml .	Silva <i>et al.</i> , 2017.
<i>Mentha viridis</i>	Activité hémolytique 83% à partir d'une concentration de 0.6 mg/ml.	
<i>Thymus ciliatesssp</i>	La concentration de 0,011µl/ml a donné une importante hémolyse en frôlant 35% après 60 min de contact.	BELHADJ., ,2015.
<i>Ammoïdes verticillata</i>	La concentration de 0,0111µl/ml a donné un taux d'hémolyse de 60% au début de contact (0 min) et a atteint même 90% après 60 min de contact.	

D'après les résultats présentés dans le tableau VIII on constate que l'activité hémolytique des HE dépend de leur concentration et leur composition. Il en ressort également que certaines HE peuvent présenter des effets thérapeutiques et nocifs au même temps.

D'après **Di Pasqua et al (2007)** ; **Gong et al, (2014)**, l'activité hémolytique de l'huile d'*origanum vulgare* peut être expliquée par la présence de thymol et de carvacrol. Ces composés interagissent avec les acides gras polyinsaturés provoquant une perturbation de la membrane cellulaire des globules rouges et une fuite des composants intra cytoplasmiques. En outre, les travaux de **Scandorieiro et al., (2016)** ont montré un effet hémolytique des HE d'*Origanum vulgare* en fonction de la dose utilisée (9.54-0.595mg /ml).

La toxicité d'une HE en fonction de sa concentration est confirmée par l'étude de **Réginaldo et al (2016)**, réalisée sur l'HE de *Thymus vulgare*, plante appartenant au même genre que *Thymus zygis*. L'activité hémolytique des HE des plantes appartenant au genre *Thymus*, peut être expliquée par la présence de thymol (78%) ainsi que des composés terpéniques qui induisent le gonflement et l'éclatement de la membrane, l'inhibition des enzymes respiratoires et une modification de la fonction de la pompe ATPase en provoquant une dissipation partielle du gradient de pH (**Sikkema et al., 1994**).

Selon **Manabe et al., (1987)**, le thymol a une grande capacité à provoquer une lyse de la membrane dans les érythrocytes et les hépatocytes.

La caractéristique principale de l'HE de *Lavandula stoechas* est sa grande richesse en composants terpéniques tels que les monoterpènes et les sesquiterpènes qui représentent 73% de sa composition. Ces constituants sont reconnus pour leur effet hémolytique lorsqu'ils sont présents à forte concentration, en induisant une lyse cellulaire par l'augmentation de la fluidité de la membrane (**Dob et al., 2006**). De plus, les composés terpéniques pourraient déclencher divers mécanismes, y compris les interactions avec la membrane cellulaire, qui surviennent lors de l'hémolyse induite par les terpènes (**Mendanha et al., 2013**).

**Prashar et al., (2004)** ont noté que la cytotoxicité de l'acétate de linalyle et linalool, deux composants majoritaires de l'huile de *Lavandula angustifolia*, était plus élevée que celle de l'huile elle-même. Ces composés peuvent entraîner des dommages au niveau de la membrane cellulaire. Vu que les saponines sont des composants terpéniques, l'effet hémolytique de cette plante peut aussi être expliqué par la présence de ces molécules, qui ont la capacité d'induire la formation de

pores à travers les membranes cellulaires, entraînant l'hémolyse et la libération de l'hémoglobine dans le plasma (**Makkar et Becker, 1997**).

La richesse de l'HE de *Mentha spicata* en carvone, composant majoritaire, peut expliquer son effet hémolytique car cette molécule peut causer des lésions cellulaires dose dépendante, en perturbant la membrane érythrocytaire (**Mendanha et al., 2013**).

### **III.3.7. Activité anti hémolytique**

L'activité anti-hémolytique des plantes médicinales et aromatiques a été largement étudiée dans le monde. Les principaux résultats obtenus sont regroupés dans le tableau IX.

Tableau IX : Résultats des tests d'effet anti-hémolytique des plantes médicinales

Plantes	Résultats	Références
<i>Mentha spicata</i>	Taux d'inhibition de l'hémolyse (49.53%, 26.56%, 30.47%) pour les faibles concentrations d'HE de 1.60, 0.90 et 0.51 mg/ml respectivement.	<b>AMRANE et al ., 2017.</b>
<i>Origanum vulgare</i>	Effet stabilisant de la membrane des globules rouges en inhibant à 50 % l'hémolyse avec de CE <sub>50</sub> de 53,66 ± 1,32 mg /ml.	<b>Guerfa et al., 2015.</b>
<i>Thymus vulgaris</i>	Effet stabilisant de la membrane des globules rouges en inhibant à 50 % l'hémolyse avec de CE <sub>50</sub> de 133,67 ± 4,76 mg /ml.	
<i>Mentha pulégium</i>	Effet stabilisant de la membrane des globules rouges est absent.	
<i>Artemisia herba elba</i>		
<i>Helichrysum italicum</i>	HE protège les érythrocytes contre l'hémolyse induite par le milieu hypotonique. Le traitement par l'HE entraîne donc une certaine stabilité de la membrane plasmique. Le pourcentage de protection de l'HE est de 56.2% à la concentration 132µg/ml.	<b>BOUZID.,2018.</b>
<i>Hyssopus officinalis L.</i>	Bonne activité antihémolytique Contre l'hémolyse induite par H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (48.51± 2,27 µg / ml pour les fleurs, 19,47 ± 0,73 µg / ml pour les feuilles et IC <sub>50</sub> 63,1 ± 2,65 µg / ml pour les tiges)	<b>Alinezhad et al., 2013.</b>
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	HE d'E. cylindricum inhibe l'hémolyse de la drépanocytose probablement par piégeage des radicaux libres produits spontanément dans les globules rouges falciformes.	<b>J.P. Mbula et al ., 2018</b>
<i>Albutinus indicum</i>	Activité anti-hémolytique :70,24% à 1mg/mL d'extrait	<b>Shobana et Vidhya., 2016.</b>

<i>Cassia auriculata</i>	Activité anti-hémolytique :64% à 500µg/mL d'extrait	<b>Rani et al., 2014.</b>
<i>Annona muricata</i>	Activité anti-hémolytique :85,7% à500 µg/mL d'extrait	<b>Muthu et Duraira., 2015.</b>

Ces dernières années, le domaine de la recherche scientifique investit de nouvelles substances anti hémolytiques d'origine végétale, pour remplacer les anti-hémolytiques synthétiques. De nombreuses études sur différentes plantes démontrent l'effet anti-hémolytique des extraits végétaux. Néanmoins, le mécanisme d'action des biomolécules composant ces extraits sont méconnues (**Devjani et Barkha, 2011 ; Tay-yaba, 2016 et Belkhir, 2017**)

Les résultats obtenus, montrent que l'activité anti-hémolytique des HE et des extraits de certaines plantes médicinales dépend de leur concentration et leur richesse en certains composés. Par ailleurs, cette activité est révélée dans la majorité des HE et des extraits étudiés. Ces produits ne présentent pas une activité hémolytique (**Aberrane et Mehalla, 2019**)

Les composés des HE comme le thymol et carvacrol, pourraient réduire l'activité d'hémolyse due à *Listeria monocytogenes* (**Upahyay et al., 2012**).

La présence des trois phénols ; le thymol, l'eugénol et le 3-isopropyl-phénol permet l'inhibition de la dénaturation des protéines des GR. Ces composés peuvent interagir avec la membrane des globules rouges provoquant une protection contre les agents hémolytiques (**Mastelić et al., 2008**).

L'activité anti hémolytique peut également être due à la présence d'une faible quantité de composés terpéniques qui, à faibles concentrations jouent un rôle anti hémolytique (**Silva et al, 2017**).

Les molécules chimiques des HE favorisent les interactions avec les protéines et les phospholipides grâce à leurs affinités avec ces derniers ce qui entraîne un effet protecteur contre les oxydants (**Silva et al, 2017**).

L'incorporation des composés des extraits de plantes dans la partie hydrophile de la membrane semble constituer un bouclier protecteur de la cellule vis-à-vis des substances agressives exogènes, tels que les radicaux libres (**Louerred et al., 2016**)

Les travaux réalisés par **Brahmi et al. (2016)** ont montré que 50µg/ml d'huile essentielle de *Mentha spicata* peut traverser la membrane plasmique pour réduire les dommages causés par l'attachement des molécules oxydantes de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sur les globules rouges.

L'Eugénol a été décrit comme un inhibiteur d'hémolyse provoquée par *Aeromonas hydrophila* dans les érythrocytes de poissons (**Cunha et al., 2010**).

L'effet protecteur contre la lyse érythrocytaire induite par la chaleur peut s'expliquer par l'interaction des composés des HE avec les protéines membranaires inhibant ainsi leur dénaturation (**Lepock et al., 1989**).

Les antioxydants naturels, possèdent un effet anti-hémolytique, en stabilisant la membrane des globules rouges contre la lyse osmotique (**Chaudhuri et al., 2007**). Cette activité est effective grâce à leur intégration dans la couche lipidique externe de la membrane érythrocytaire en modifiant l'arrangement de la partie hydrophile, sans changer la fluidité de la partie hydrophobe. L'emplacement de ces composés dans la partie hydrophile de la membrane semble constituer un bouclier de protection de la cellule contre les substances toxiques, en particulier les formes réactives de l'oxygène (**Bonarska-kujawa et al., 2010**).

### *Conclusion*

La connaissance et l'usage des plantes médicinales et aromatiques constituent un vrai patrimoine de l'être humain, elles ont été utilisées quotidiennement pour se parfumer, cuisiner et se soigner. Leur importance dans le domaine de la santé publique est très accentuée durant ces dernières années grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent. Cette diversité en propriétés biologiques est certainement liée aux vertus thérapeutiques attribuées à une gamme extraordinaire de molécules bioactives synthétisées.

Les métabolites secondaires produits par les plantes médicinales et aromatiques sont des molécules bioactives très recherchées. Parmi ces molécules, les alcaloïdes, les anthocyanines, les flavonoïdes, les terpénoides et les huiles essentielles, importantes pour notre alimentation, ont aussi des applications commerciales diversifiées.

Les huiles essentielles ou essences végétales, odoriférantes et volatiles sont fabriquées à partir des sucres issus de la photosynthèse au niveau des cellules spécialisées, des poils sécréteurs et/ou des poches sécrétrices. Les plantes aromatiques élaborent les HE selon deux voies majeures ; la voie des terpènes (MVA) aboutissant à la synthèse des monoterpènes, des sesquiterpènes et des diterpènes, et la voie des phénylpropanes conduisant à la formation des composés aromatiques.

Les HE ont une grande utilité dans différents domaines tels que les domaines alimentaire ou elles jouent un rôle capital dans l'aromatisation et la conservation des aliments contre les contaminations microbiennes. Dans le domaine cosmétique les HE sont introduites dans la fabrication des crèmes, des gels et des shampoings. Elles sont largement utilisées dans les domaines médical et pharmaceutique dans le traitement de certaines maladies et comme base de composants actifs de plusieurs médicaments.

Les applications des HE sont basées sur leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. La richesse de ces essences en composés phénoliques (eugénol, thymol, carvacrol), en alcools, en aldéhydes et en monoterpènes (cétones monoterpéniques) assure une bonne activité antibactérienne contre un large spectre des bactéries comme *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enterica*. Ces composés sont aussi de très bons agents antifongiques.



A fortes doses, les HE à usage thérapeutique peuvent présenter une menace pour la santé de l'Homme (irritant et allergène). L'intérêt des humains exige l'étude de sa toxicité.

La cytotoxicité des HE sur les hématies est probablement due à leur la richesse en composés bioactifs puissants tels le thymol , le carvacrol , l'acétate de linalyle et le linalool. Ces molécules ont la capacité d'induire la formation des pores à travers les membranes cellulaires, ce qui entraîne la libération de l'hémoglobine dans le plasma. Cet effet cytotoxique des HE dépend de leur concentration et leur composition.

D'autres composés bioactifs réagissent de manière inverse et assurent l'activité anti hémolytique. Cette activité des HE et des extraits dépend de leur concentration et de leur richesse en certains composés comme l'eugénol et le 3-isopropyl-phénol .Ils interagissent avec la membrane des globules rouges entraînant une protection contre les agents hémolytiques.

Le présent travail reste préliminaire et ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances responsables de la toxicité. En perspectives, des études complémentaires sont nécessaires pour comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires de ces effets anti-inflammatoires et anti-hémolytiques. Ces études doivent être orientées vers l'identification qualitative et quantitative des composés chimiques présents dans l'extrait ou l'HE par des techniques analytiques plus performantes telles l'HPLC et la Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS).

### Références

Abass O.A. (2012). Therapeutic effect of *Artemisia herba-alba* aqueous extract added to classical therapy of acquired hyperlipidemia. *Iraqi Journal of community Medicine* 4: 320-323.

**ABERRANE S, et MEHALLA M**, Etude de l'activité anti-inflammatoire et antihémolytique de l'extrait aqueux de feuilles de *Malva sylvestris* L, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU. 2019)

Aguilar M., (2007). H2- Erythrocytes-MB7 : Hématologie H2 – Faculté de Médecine Montpellier- Nimes.

Akrout A. ,(2004) Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie, Institut des Régions Arides, 4119 Medenine, Tunisie.

Alinezhad H, Azimi R, Zare R, Ebrahimzadeh MA, Eslami S, Nabavi SF, Nabavi SF, Antioxidant and antihemolytic activities of ethanolic extract of flowers, leaves, and stems of *Hyssopus officinalis* L. var. *angustifolius*. *Int J Food Prop*, 2013; 16:1169-1178.

Al-Khazraji S.M., Al-Shamaony L.A., Twaij H.A.A. (1993). Hypoglycemic effect of *Artemisia herba alba*. I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. *Journal of Ethnopharmacology* 40 : 163-166.

Allali H., Benmehdi H., Dib M.A., Tabti B., Ghalem S., and Benabadi N., (2008): Phytotherapy of Diabetes in West Algeria. *Asian J Chem*; 20 (04): 2701- 2710.

Amrane Hayet ,Babahani Mustafa. Recherche des extraits végétaux à activité Anti-hémolytique. 2017.

Anis.B , kheira.B .... All, *Artemisia herba-alba* asso, essential oil antibacterial activity and acute toxicity ; 2018; 137-143.

Anton R. and Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Ed. Tec. & Doc., Paris, 522p.

Ash, M., Ash, I., 2009. *Industrial Chemical Thesaurus*, 5th editio. ed.

Attia, S., Grissa, K.L., Ghrabi, Z.G., Mailleux, A.C., Lognay, G., Hance, T., 2012. Acaricidal activity of 31 essential oils extracted from plants collected in Tunisia. *J. Essent. Oil Res.* 24, 279–288. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.676777>.

Aruoma O.I., Spencer J.P., Rossi R., Aeschbach R., Khan A., Mahmood N., Muñoz A., Murcia A., Butler J., Halliwell B., 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of Rosemary and Provençal herbs. *Food Chemistry Toxicology*, Vol. 34, p.p. 449–456.

Ausloos P (2002) Dangers des huiles essentielles. Rapport de conférence, Bruxelles page 9 Risque des HE.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Azzi R., Djaziri R., Lahfa F., Sekkal F.Z., Benmehdi H., Belkacem N., (2012) .Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in the traditional treatment of diabetes mellitus in the North Western and South Western Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*; 6(10): 2041- 2050.11
- Barceloux, D.G., 2008. Pennyroyal and pulegone (*Mentha pulegium* L.). *Medical Toxicology of Natural Substances*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, pp.563–567.<https://doi.org/10.1002/9780470330319.ch82>.
- Bardeau F., 1976. La médecine par les fleurs. Ed. Robert Laffont. Cité in (Bekhechi et Abdelomahid, 2010).
- Baudoux D., Breda M., Zhiri A., 2012, Aromathérapie scientifique : Huiles essentielles chémotypées. 1e éd. Belgique : J.O.M, 98 pages.
- BAUDOUX D. L'aromathérapie Se soigner par les huiles essentielles. 1e éd. Biarritz : Atlantica, 2000.223 p
- Beaumont C., and Canonne-Hergaux F., (2005). "Erythrophagocytose et recyclage du ferhéminique dans les conditions normales et pathologiques; régulation par l'hepcidine." *Transfusion clinique et biologique* 12(2): 123-130.
- Bego Ph. (2001) - Connaître l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie pratique et familiale, Ed. MDB Paris, pp.2-3.
- Bekhechi C. et Abdelomahid D., 2010 : Les huiles essentielles .Ed : № 5145. Office des publication universitaires. p:55
- Belaiche P. (1979) - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme .éd. Maloine. Paris.
- Belhadj Hanane, Activités antioxydantes et l'effet hémolytique des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* ssp-eu-ciliatus et d'*Ammoïdes Verticillata*, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID –TLEMCEM-,2014-2015.
- Belkhiri F., Baghiani A., Zerroug M. et Arrar L. (2017). Investigation of antihemolytic, xanthine oxydase inhibition, antioxidant and antimicrobial properties of *Salva verbenaca* L. aerial part extracts. *African Journal of traditional, complementary and alternative medicine*;14 (2) : 273–281.
- Beloufa Meriem, Etude chimique et activité antioxydante des huiles Essentielles du *Thymus fontanesii* , *Rosmarinus Officinalis* et *Artemisia herba alba* de la région de Tlemcen. , UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEM-,2018.
- Bencheqroun H.K., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A. et Chaouch A. (2012). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège* 81 : 4-21.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Benjlali B.** (2004) – Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 17-59.

**Benzeggouta N.**, 2005. Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Mémoire de magister, Université de Constantine, Algérie, p : 110.cité in (Bouguerra A., 2011-2012).

**Benzineb Zoulikha**, Effets antimicrobiens des extraits de Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques d'un lait fermenté type yaourt, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem,2019.

**Boelens M.H.**, 1985. The essential oil from *rosmarinus officinalis* L. *Perfumes Flavours*,Vol. 5, N°. 10, p.p. 21 à 37

**Bonarska-kujawa D., Pruchnik H., Oszmianski J., Sarapuk J. et Kleszczynska H.** (2010). Changes Caused by Fruit Extracts in the Lipid Phase of Biological and Model Membranes. *Food Biophysics*; 6(1), 58–67.

**Bouamer A. Bellaghit M. et Mollay Amara.** Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe verte et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES. Unive.Ouargla, 2004 p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.

**Bouanane N, Boussehel N,** contribution agroécologique aux essais d'introduction de la menthe poivrée (*menthe piperata* L) dans la région de Ouargla en vue de l'utilisation de ses huiles essentielles en thérapie ; mém Ing.Univ. Ouargla 2005- p22-23 ; 28.

**Bouchikhi Tani,Z.**, (2011). Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat, Tlemcen, Université Abu bakr Belkaid.

**Bouguerra A.** 2012. Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des grains de *Foeniculum vulgare* Mill. en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. , Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Université Mentouri Constantine. p: 128.

**Boullard (2010) :** Boudjemaa Nour Elyakin et BEN GUEGUA Hadjer, L'effet antibactérien de *Nigella Sativa*. Université Kasdi Merbah Ouargla.

**Boutabia Lamia , Salah Telailia , Ismail Bouguetof, Faouzi Guenadil et Azzedine Chefrour,** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie),2016.

**Boutekdjiret. C,** Etude des procédés d'extraction appliqués à la récupération des essences de romarin : transfert de matière et modélisation, thèse de doctorat. DPT génie chimique. E.N.P.Alger 1999.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Bakri, Y., Dakka, N., 2017a. Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *Eur. J. Integr. Med.* 13, 9–25. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2017.06.004>.
- Bouzid-Djihane, Evaluation de l'activité biologique de huiles essentielle d'une plante endémique *Hélichrysum italicum* (Roh) G.DON , Université Ferhat Abbas Sétif 1,2018.
- Boz I., Burzo I., Zamfirache M.M., Toma C. and Padurariu C., 2009. Glandular trichomes and essential oil composition of *Thymus pannonicus* All. (Lamiaceae). *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*, pp.36-39.
- Brahim M.,2018.valorisation des effets thérapeutiques de huilles essentielles de quelques espèces de menthe cultivé en Algérie,optimisation des paramètres d'extraction par entrainement a la vapeur d'eau et hydrodistillation, Université Houari Boumediene, p23
- Bruneton J. 1993. *Pharmacognosie, phytochimie, Plantes médicinales* (2e édition). Tec et Doc., Lavoisier, Paris, 915 p.
- Bruneton J., 1999. *Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales*. Tec. Et Doc. Lavoisier. 3eme édition. 1999, P: 484-488.
- Bruneton J., 2009, *Pharmacognosie : Phytochimie : Plantes médicinales*. 4e éd. Paris : Tec & Doc, 1269 pages.
- Burt S. (2004) – Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 2 23-253.
- Carole Minker. 200 plantes qui vous veulent du bien. Franc. 2013. p 120-214.
- Carson,CF.;Cookson,B.D.;Farrelly,H.D.;Riley,T.V.1995.Susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J.Antimicrob.Chemother.*35,421-424.
- Chakou F., Medjoudja K. (2013). Etude bibliographique sur la phytochimie (mèmoire de licence).Universite kasdi merbah, Ouargla.
- Chalchat, J.C., Gorunovic, M.S., Maksimovic, Z.A., Petrovic, S.D., 2000. Essential oil of wild growing *Mentha pulegium*L. From yugoslavia. *J. Essent. Oil Res.* 12, 598–600. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712166>.
- Chan,C.H.;Loudon,K.W.1998.Activity of tea tree oil on methicillin resisant *Staphylococcus aureus* (MRSA).*J.Hosp.Infect.*39,244-245.
- Chassaing V., 2006,*L'Aromathérapie: les huiles essentielles au service du cheval*; Ed: Violaine Chassaing ; p: 4- 8.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Chaudhuri S., Banerjee A., Basu K., Sengupta B. et Sengupta P.K.(2007). Interaction of flavonoids with red blood cell membrane lipids and proteins : antioxidant and antihemolytic effects.

*International Journal of Biological Macromolecules*; 41(1), 42-48.

Chemat, F ; Fabiano-Tixier, A.S ; Hellal, A. ; Boutekedjiret, C. ; Fernandez, X. « Activités chimiques et biologiques des huiles essentielles », In Chemat, F. and Fernandez, X. (Eds.), *La chimie des huiles essentielles*. Ed. Vuibert, Paris 2012, pp. 212–248.

Cheraghi Niroumand, M., Farzaei, M.H., Karimpour Razkenari, E., Amin, G., Khanavi, M., Akbarzadeh, T., Shams-Ardekani, M.R., 2016. An evidence-based review on medicinal plants used as insecticide and insect repellent in traditional Iranian medicine. *Iran. Red Crescent Med. J* 18. <https://doi.org/10.5812/ircmj.22361>.

Cheung S., Tai J., 2007. Anti-proliferative and antioxidant properties of rosemary *Rosmarinus officinalis*. *Oncology Report*, Vol. 17, p.p. 1525 – 1531.

C. Hilan<sup>1</sup>, D. Bouaoun<sup>2</sup>, J. Aoun<sup>2</sup>, R. Sfeir<sup>1</sup>, F. Garabeth<sup>3</sup> Propriétés antimicrobiennes et toxicité par détermination de la DL50 de l'huile essentielle de *Prangos asperula* Boissier page 9.

Chraïbi M., Fikri Benbrahim K., Ou-Yahyia D., Balouiri M., et Farah A., 2016 b. Radical scavenging and disinfectant effect of essential oil from Moroccan *Mentha pulegium*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(9), 116-119.

Clarke S., 2008, *Essential oils*; Ed 2: Churchill Livingstone, Elsevier; p: 42- 77.

CSST (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec); 2004. *Notions de toxicologie*. Bibliothèque nationale du Québec ; 2<sup>ème</sup> édition

Cuba, R. (2001). Toxicity myths essential oils and their carcinogenic potential. *International Journal of Aromatherapy*, 11(2), 76-83.

Dahmani-Hamzaoui, N., Baaliouamer, A., 2010. Chemical composition of Algerian *Artemisia herba-alba* essential oils isolated by microwave and hydrodistillation. *J. Essent. Oil Res.* 22, 514–517.

Deba Tahria, étude du génotype du système ABO dans la population de l'ouest Algérien, Université d'Oran 1, 2017

De Sousa D.P. *Medicinal Essential Oils: Chemical, Pharmacological and Therapeutic Aspects*. Nova Science Publishers (2012). 1<sup>ère</sup> éd. 236p.

Degryse A.C., Delpla I. et Voinier M.A. 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement -IGS- EHESP*. p: 87. cité in (Bouguerra A., 2011-2012).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Di Pasqua, R., Betts, G., Hoskins, N., Edwards, M., Ercolini, D., & Mauriello, G. (2007). Membrane toxicity of antimicrobial compounds from essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(12), 4863-4870.
- Dob, T., Dahmane, D., Agli, M., & Chelghoum, C. (2006). Essential Oil Composition of *Lavandula stoechas*. from Algeria. *Pharmaceutical biology*, 44(1), 60-64.
- Dominik J. Schaer, Paul W. Buehler, Abdu I. Alayash, John D. Belcher, and Gregory M. Vercellotti. (2013). Hemolysis and free hemoglobin revisited exploring hemoglobin and hemin scavengers as a novel class of therapeutic proteins. *Blood Journal*, vol(8),121.
- Dryden, M.S.; Daiily, S.; Crouch, M. 2004. A randomized controlled trial of tea tree topical preparations versus a standard topical regimen for the clearance of MRSA colonization. *J. Hosp. Infect.* 58, 86-87.
- Dudareva N., Pichersky E. Metabolic engineering of plant volatiles. *Current opinion in biotechnology*, 19 : 181-189, 2008.).
- Elalaoui R., (2015). Contribution à la Recherche d'effet hémolytique à partir d'extraits de *Berberis Vulgaris L.* (mémoire de master). Université abou bekr belkaid, Tlemcen.
- EL Kamli Taha, Faouzi Errachidi, Nouredine Eloutassi, Houmane Majid, Rachida Chabir et Abdellatif Bour, Comparaison Quantitative Et Qualitative Des Huiles Essentielles De *Rosmarinus Officinalis* Obtenues Par Différentes Méthodes, 2017.
- EL Rhaffari L. (2008). Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes, l'organisation non gouvernementale italienne (MOVIMONDO), p 11.
- Fabian, D.; Sabol, M.; Domaracké, K. ; Bujněková, D. 2006. Essential oils-their antimicrobial Activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicol .invitro* 20, 1435-1445.
- Fahim F. A., 1999. Allied on the effect of *Rosmarinus officinalis L.* on experimental hepatotoxicity and mutagenesis. *International Journal of Food Science and Nutrition*, Vol. 50, N°. 6, p.p. 413-427.
- Farhat Asma, Hasnia Benmoussa, Rafik Bachoual, Zina Nasfi, Walid Elfalleh, Mehrez Romdhane, Jalloul Bouajila, Efficiency of the optimized microwave assisted extractions on the yield, chemical composition and biological activities of Tunisian *Rosmarinus officinalis L.* essential oil, *FBP* 890, 2017.
- Faucon M., *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale*. Paris: Ed: Sang de la Terre, 2012.
- Fernandez X. et Chemat F., 2012: *La chimie des huiles essentielles*. Ed. Vuibert. p: 274.
- Figueredo G. Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'organes (*Lamiaceae*) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse pour le diplôme de docteur d'université (chimie organique). Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2007).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Flaxman,D.; Griffiths ,P .2005.is tea tree oil effective at eradicating MRS Acolonization? A review. Br .J.Community Nurs.10,123-126.
- Forster H.B., Niklas H., Lutz S., 1980. Antispasmodic effects of some medicinal plants.Plant Medicinal, N°. 40, p.p. 309 R 319.
- Franchomme P, Jollois R, Penoel D. L'aromathérapie exactement Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques. 1e éd. Paris : Roger Jollois, 2007. 490 p.
- Franchomme, P. ;Pénoël, D.1990.L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation Thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois éditeur.Limoges.445p.
- Frankel E.N., Huang S., Aeschbach R., Prior E., 1996. Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion. Journal of Agricultural Food Chemistry, Vol. 44, p.p. 131 R135.
- Faucon, M. (2015). Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : Fondements & aide à la prescription. Édition sang de la terre, Paris, pp: 39-455
- Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M.B., Taghizadeh ghizadeh M., Alipoor A.S., Rasooli I., 2007. Chemical and biological characteristics of Cuminum cyminum andRosmarinus officinalis essential oils. Food Chemistry, Vol. 102, p.p. 898 R 904.
- Garnero, 1996. Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula (L.) Parl. et de Filipendula hexapetala Gibb , Diplôme de Magister En Biologie et Physiologie Végétale, Université Ferhat Abbas-Setif.
- Gauriat, E. (2015). Accompagnement d'une rééducation physique posttraumatique par l'aromathérapie. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie.Université de Limoges. 150p
- Ghrabi Z. and Al-Rowaily S.L.R. (2005). A guide to medicinal plants in north Africa. Artemisia herba alba Asso. (IUCN), Spain : Malaga, pp. 43-44.
- Giraud Ch,JM Korach,G Andreu ,C Lacaze ,M Vaicle ,F Schooneman and L Guillevin.les bases immunologiques de la transfusion .Transfusion clinique et biologique,9(3):163-167 ,2002.
- Gordon, P., Khojasteh, S.C., 2015. A decades-long investigation of acute metabolism-based hepatotoxicity by herbal constituents: a case study of pennyroyal oil. Drug Metab. Rev. 47, 12–20.<https://doi.org/10.3109/03602532.2014.990032>.
- Govindappa M., Sadnamda T.,Channabasava R and Vinay B., Raghavendra. 2011. In vitro anti-inflammatory, lipxygenase, xanthine oxidase and acetylcholinesterase inhibitory activity of tecoma stans (L) juss. Ex kunth. Vol 2 : pp: 277, 279.
- Grisebach, A.H.R., 1844. Spicilegium Florae Rumelicae Et Bithynicae Exhibens Synopsin Plantarum Quas in Aest 2. pp. 125.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Grysole J. (2004) - La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 139-141.

Guerfa Souhila. Ounaissia Nabila. Contribution à l'étude d'activités antioxydante et anti-inflammatoire de certaines huiles essentielles. UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA.2015.

Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., snoussi, M., Fllah, H., Ksouri, R., et Bakhrouf, A., 2009. Biological activities of the essential oils and menthanol extractif tow cultivated mint species (mentha longifolia and mentha pulegium) used un thé tunisian folkloric medecine . world journal of microbiology and biitchnology, 25, 2227-2238.

Hamza N., Berke B., Cheze C., Le Garrec R., Lassalle R., Agli A., Robinson P., Gin H. and Moore N. (2011). Treatment of high fat diet induced type 2 diabetes in C57BL/6J mice by two medicinal plants used in traditional treatment of diabetes in the east of Algeria. Journal of Ethnopharmacology 133 : 931-933.

Hanana, M., Mansour, M. Ben, Algabr, M., Amri, I., Gargouri, S., Romane, A., Jamoussi, B., Hamrouni, L., 2017. Potential use of essential oils from four Tunisian species of Lamiaceae: biological alternative for fungal and weed control. Rec. Nat. Prod. 11, 258–269.

Hazzit M., 2002. Arômes alimentaires. Thèse magister, USTHB, Alger. 96p.

Hellal, Z. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Applications sur la sardine (Sardinapilchardus), Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. (2011).

Homburger, F.; Boger, E. 1968. The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices : A review. Cancer Res. 28, 2372-2374.

Hudaib, M.M., Aburjai, T.A., 2006. Composition of the essential oil from Artemisia herba-alba grown in Jordan. J. Essent. Oil Res. 18, 301–304.

Jean-Jacques le frère and philippe rouger. pratique nouvelle de la transfusion sanguine. ELSEVIER MASSON, 2010.

J.P. Mbula, J.T.K. Kwembe, D.D. Tshilanda, K.N. Ngobua, O.N. Kabena, S.M. Nsimba, O. Onautshu, P.T. Mpiana, Antisickling, antihemolytic and radical scavenging activities of essential oil from Entandrophragma Cylindricum (Sprague) Sprague (Meliaceae), 2018

Kaid Slimane I.L. ,( 2004). Contribution à l'étude de la composition chimique et du pouvoir antibactérien des huiles essentielles de Cistus ladaniferus de la région de Tlemcen, Mémoire ing. d'état en Biologie, Option : Contrôle de Qualité et Analyse. Univ. Tlemcen, pp: 23-25.

Kalemba, D.; Kunicka, A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Curr. Med. Chem. 10, 813-829.

Kheddoum Naima Loudjaine., Etude du pouvoir antibactérien d'Artemisia herba

alba « CHIH », Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2018.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Khenaka, K.** (2011). Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin, Diplôme de Magister En Microbiologie Appliquée, Université Mentouri Constantine. p19,24.
- Kimbaris A.C., Siatis N.G., Daferera D.J., Tarantilis P.A., Pappas C.S., Polissiou M.G.,** Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compound from garlic (*Allium sativum*). *Ultrason Sonochem.* 2006. 13: 54-60.
- Kumar, S., Kaushik, G., Dar, M.A., Nimesh, S., López-Chunken, U.J., Villareal-Chiu, J.F.,**2018. Microbial degradation of organophosphate pesticides: a review. *Pedosphere* 28, 190–208. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60017-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60017-7).
- Kundan S., and Anupam S.** (2010). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.* pp:1-9.
- LAGHOUITER O.K., GHERIB A. et LAGHOUITER H.** Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région de Ghardaïa, 2015: 84 – 93.
- Laigneau Jaques ;** 2000. Mort annoncée du pire des tests.
- Laura Risaliti, Aspasia Kehagia, Eirini Daoultzi, Diamanto Lazari, Maria Camilla Bergonzi, Souza Vergkizi-Nikolakaki, Dimitra Hadjipavlou-Litina, Anna Rita Bilia.**
- Lawrence, B.M.,** 2007. The composition of commercially important mints. In: Lawrence, B.M. (Ed.), *Mint: The Genus *Mentha**. CRC Press, Boca Raton, pp. 217–323.
- Lemberg S.,** 1982. «Armoise» *Artemisia herba alba*. *Perfumer flavorist*, 7. pp :58-63. Cité in (Bekhechi et Abdelomahid, 2010).
- Lepock J., Frey H.E., Bayne H.E. et Markus J.** (1989). Relationship of hyperthermia-induced hemolysis of human erythrocytes to the thermal denaturation of membrane proteins. *Biochimica and Biophysica Acta (BBA)*; 980(2), 191-201
- Liposomes loaded with *Salvia triloba* and *Rosmarinus officinalis* essential oils: In vitro assessment of antioxidant, antiinflammatory and antibacterial activities.** 2019
- Linnaeus, C.,** 1753. *Species Plantarum*. 2. pp. 577.
- Lourrard, Y., Haddi, R., and Harche, M.K.** (2016). Etude de la peroxydation lipidique chez une plante médicinale *Haloxylon scoparium* POMEL. *Journal of Bioresources Valorization* 1, 28.
- Lucchesi M.E.** (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences, discipline : Chimie. Université de la Réunion, Faculté des Sciences et Technologies.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Mahboubi, M., Haghi, G., 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. *J. Ethnopharmacol.* 119, 325–327. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.07.023>.
- Makkar H., Becker K., (1997). Degradation of quillaja saponins by mixed culture of rumen microbes. *Letters in Applied Microbiology*, 25(4), 243-245.
- Manabe, A., Nakayama, S., & Sakamoto, K. (1987). Effects of essential oils on erythrocytes and hepatocytes from rats and dipalmitoyl phosphatidylcholine-liposomes. *The Japanese Journal of Pharmacology*, 44(1), 77-84.
- Marchand, A., Galen, R. S., & Van Lente, F. (1980). The predictive value of serum haptoglobin in hemolytic disease. *Jama*, 243(19), 1909-1911.
- Marzouk Zohra, Aicha Neffati, Belsem Marzouk, Imed Chraief , Khemiss Fathia, Leila Chekir Ghedira ,Kamel Boukef , Chemical composition and antibacterial and antimutagenic activity of Tunisian *Rosmarinus officinalis* L. oil from Kasrine, 2006
- Mendanha, S. A., Moura, S. S., Anjos, J. L., Valadares, M. C., & Alonso, A. (2013). Toxicity of terpenes on fibroblast cells compared to their hemolytic potential and increase in erythrocyte membrane fluidity. *Toxicology in Vitro*, 27(1), 323-329.
- Messai L. 2011. Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (*ARTEMISIA HERBA ALBA*). Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat des sciences en Chimie Organique. Université Mentouri Constantine. p: 96.
- Mighri H., Hajlaoui H., Akrouf A., Najjaa H., Neffati M. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *Comptes Rendus Chimie* 13: 380–386.
- Miller, P., 1768. *The Gardeners Dictionary*, 8th ed. London
- Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., Nejad S.E., and Sonboli. A. (2007). Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. *J. Essent. Oil Res.* 19 : 326–329.
- Misharina, T., Fatkullina, L., Alinkina, E., Kozachenko, A., Nagler, L., Medvedeva, I., Goloshchapov, A.N., Burlakova, E. (2014). Effects of low doses of essential oils on the antioxidant status of the erythrocytes, liver and the brain of mice. *Applied biochemistry and microbiology*, 50(1), 88.
- Mohamed A.E.H., El-Sayed M.A., Hegazy M.E., Helaly S.E., Esmail A.M. and Mohamed N.S. (2010). Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. *Records of Natural Products* 4 (1) : 1 -25.
- Mohammed Z. 2006. Etude du pouvoir Antimicrobien et Antioxydant des huiles essentielles et Flavanoïdes de quelques plantes de la région de Hemcen. Thèse pour l'obtention du diplôme de magistère en biologie. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. p : 155.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Muther, L. (2015). Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université d'Auvergne. 156p
- Naganuma, M.; Hirose, S.; Nakayama, Y.; Nakajima, K. ;Someya, T. 1985. A study of the Phototoxicity of lemon oil. Arch. Dermatol. Res. 278, 31-36.
- Nickavar, B., Jabbareh, F., 2018. Analysis of the essential oil from *Mentha pulegium* and identification of its antioxidant constituents. J. Essent. Oil Bear. Plants 21, 223–229.
- Nicole M. (1996) - Aperçu de l'aromathérapie. Info.essence.2 :45.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé); 2000. Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle; 1 : 1-79.
- ouakouak ;H., chohra, M., et danane,, M., 2015. chemical composition ,antioxydant activite of the the essence oil of mentha poligum L. south east of Alegria. Internationale lettres of Natural science ,39,49-55.
- Pauli, A. 2001. Antimicrobial properties of essential oil : constituents. Int. J. Aromather. 11, 126-133.
- Pedro S. Pereira, Ana J. Maia, Saulo R. Tintino, Cícera Datiane de M. Oliveira-Tintino, Iranir Sâmia de S. Raulino, Maria C. Vega, Miriam Rolón, Cathia Coronel, Luiz Marivando Barros, Antônia Eliene Duarte, Irwin R.A. de Menezes, Henrique D.M. Coutinho, Teresinha G. da Silva. Trypanocide, antileishmania and cytotoxic activities of the essential oil from *Rosmarinus officinalis* Lin vitro, 2017.
- Pinto, E., Gonçalves, M. J., Oliveira, P., Coelho, J., Cavaleiro, C., & Salgueiro, L (2014). Activity of *Thymus caespitosus* essential oil and  $\alpha$ -terpineol against yeasts and filamentous fungi. Industrial Crops and Products, 62, 107-112.
- Porter N. Essential oils and their production. Crop & Food Research. Number 39(2001).
- Prashar, A., Locke, I. C., & Evans, C. S. (2004). Cytotoxicity of lavender oil and its major components to human skin cells. Cell Proliferation, 37(3), 221-229.
- Quezel et Santa. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique .Paris. Tome I. 990p.
- Quezel P., Santa S., 1963. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, CNRS, Tome 1 et 2, 1170 p.
- Reginaldo, T.N., Do Rosário, M., Silva, R., Yano Abrão, F., De Fátima, O., Fernandes, L., Da Silva S.J, F.M., Hasimoto e Souza, L.K. (2016). EFFECTS OF THE ESSENTIAL OIL OF *Thymus vulgaris* L. AGAINST *Cryptococcus* neoformans. Rev Patol Trop, Vol. 45 (3), 273-284.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Rhayour K. 2002. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. Thèse doctorat en Biologie cellulaire et moléculaire appliquée à l'environnement et la santé Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. p: 170.
- Ribnicky D.M., Poulev A., O'Neal J., Wnorowski G., Malek D.E., Jager R. and Raskin I. -(2004). Toxicological evaluation of the ethanolic extract of *Artemisia dracunculus* L. for use as a dietary supplement and in functional foods. *Food and Chemical Toxicology* 42 : 585-598.
- Roux D., 2011, Conseil en aromathérapie. 2e éd. Pays-Bas : Pro-Officina, 187 pages.
- Ruckebusch Yves; 1981. Physiologie, pharmacologie, thérapeutique animales. 2e Edit.
- Salah hafsa khadidja ,valoriation de l'ortie (*urtica dioica* L) phytochimique ,activité antibacterienne,activité anti hémolytique.(2018)
- Santoyo S., Cavero S., Jaime L., Ibanez E., Senorans F.J. Reglero G., Chemical composition activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *Journal of Food Protection*. 2005. 68: 790-795.
- Scandorieiro, S., de Camargo, L. C., Lancheros, C. A., Yamada-Ogatta, S. F., Nakamura, C. V., de Oliveira, A. G., Andrade, J., Duran, N., Nakazato, G., Kobayashi, R. K. (2016). Synergistic and Additive Effect of Oregano Essential Oil and Biological Silver Nanoparticles against Multidrug-Resistant Bacterial Strains. *Frontiers in microbiology*, 7.
- Seddiek S.A., Ali M.M., Khater H.F. and El -Shorbagy M.M. (2011). Anthelmintic activity of the white wormwood, *Artemisia herba -alba* against *Heterakis gallinarum* infectingturkey poults. *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (16) : 3946-3957.
- Selmi Slimen, Kais Rtibi, Dhekra Grami, Hichem Sebai, Lamjed Marzouki. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil components exhibit anti-hyperglycemic, anti-hyperlipidemic and antioxidant effects in experimental diabetes. *Laboratory Functional Physiology and Bio-resources Valorisation, Higher Institute of Biotechnology of Beja, University of Jendouba, Avenue HabibBourguiba, BP, 382, 9000, Beja, Tunisia.*2017.
- Sikkema, J., Weber, F. J., Heipieper, H. J., & Bont, J. A. D. (1994). Cellular toxicity of lipophilic compounds: mechanisms, implications, and adaptations. *Biocatalysis*, 10(1-4), 113-122.
- Silva, L. F., das Graças Cardoso, M., Pretti, P. S. C., Teixeira, M. L., Nelson, D. L., Magalhes, M. L., Ferreira, V.R.F., Souza, R.V., Soares, L.I., Marcussi, S. (2017). Essential Oils from *Mentha viridis* (L). L. and *Mentha pulegium* L.: Cytogenotoxic Effects on Human Cells. *American Journal of Plant Sciences*, 8(06), 1423.
- Shama Hmiri<sup>1</sup>, Mohamed Rahouti<sup>1</sup>, Zakaria Habib<sup>1</sup>, badr satrani<sup>2</sup> ,évaluation du potentiel antifongique deshuiles essentielles de mentha pulegium et d'eucalyptus camaldulensis dans la lutte biologique contre les champignons responsables de la détérioration des pommesen conservation,2011.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Smith, C.K. ; Moore, C.A.; Alahi, E.N.; Smart, A.T.; Hotchkiss, S.A. 2000. Human skin absorption and Metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 168, 189-99.
- Sparg SG, Light ME, Van Staden J. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*, 94: 219–243.
- Tani Z.B., Bendahou M. et Khelil M.A. (2010). Lutte contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella* par les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques d’algerie. *Lebanese Science Journal* 11 (1) : 55-68.
- Teuscher, Anton R., Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Ed. Lavoisier, Paris, 522p
- Thomas, L. (2013). Haemolysis as influence and interference factor. *eJIFCC* vol 13 no 4.
- Tilaoui, M., Ait-Mouse, H., Jaafari, A., Aboufatima, R., Chait, A., Zyad, A., 2011. Chemical composition and antiproliferative activity of essential oil from aerial parts of a medicinal herb *Artemisia herba-alba*. *Braz. J. Pharm.* 21, 781–785.
- Tsai et al (2007). In vitro inhibitory effects of rosemary extracts on growth and glucosyltransferase activity of streptococcus sodrinus. *Food chem.* (in press).
- Tucker, A.O., Naczi, R.F.C., 2007. *Mentha: an overview of its classification and re-lationships*. In: Lawrence, B.M. (Ed.), *Mint: The Genus Mentha*. CRC Press, Boca Raton, pp.1–40.
- Vernin, G., Merad, O., Vernin, G.M., Zamkotsian, R.M., Parkanyi, C.D., 1995. GC–MS analysis of *Artemisia herba-alba* essential oils from Algeria. *Dev. Food Sci.* 37, 147–205.
- Willem J.P., 2002. *Les huiles essentielles : médecine d’avenir*. Ed. Dauphin, Paris, 311 p.
- Wiltink, W., Van Eijk, H., Bobeck-Rutsaert, M., Gerbrandy, J., & Leijnse, B. (1972). Urinary iron excretion in nephrotic syndrome. *Acta haematologica*, 47(5), 269-276.
- Yang, Z.-G., Sun, H.-X., & Fang, W.-H. (2005). Haemolytic activities and adjuvant effect of *Astragalus membranaceus* saponins (AMS) on the immune responses to ovalbumin in mice. *Vaccine*, 23(44), 5196-5203.
- Yuan, X., Wang, J., Yao, H., and Chen, F. (2005). Free radical-scavenging capacity and inhibitory activity on rat erythrocyte hemolysis of feruloyl oligosaccharides from wheat bran insoluble dietary fiber. *LWT-Food Science and Technology* 38, 877–883.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Zaim Assia, Lahsen EL Ghadraoui et Abdellah Farah , Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur la survie des criquets adultes d'Euchorthippus albolineatus (Lucas,1849, Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2012, n° 34 (2), p.127-133.2012.

# Résumé

Les plantes aromatiques et médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et médicinale. Elles sont utilisées, en raison de leur efficacité, leur accessibilité, leur disponibilité et leur faible toxicité.

Les extraits des plantes aromatiques et médicinales contiennent une grande variété de composés chimiques tels que les alcaloïdes, les anthocyanines, les flavonoïdes et les huiles essentielles.

Les HE sont des métabolites secondaires, lipophiles et volatils. Elles sont constituées principalement par des hydrocarbures (terpènes et sesquiterpènes) et les composés phénoliques qui jouent un rôle important dans l'adaptation des plantes à l'environnement et pourraient aussi être des outils de défense contre les insectes, les prédateurs, les champignons et les bactéries.

Les nombreuses activités biologiques des HE expliquent l'intérêt particulier qu'elles suscitent dans différents domaines qu'ils soient alimentaire, cosmétique ou pharmaceutique.

La forte activité des HE n'exclut pas le fait qu'elles soient potentiellement toxiques (pouvoir hémolytique), d'où la nécessité de leur utilisation avec vigilance, sur la base de connaissances fiables et suffisantes. Cette toxicité dépend de leur concentration et de leur richesse en certains composés.

Les faibles concentrations des HE en présence de certains composés ayant un effet inverse (pouvoir anti-hémolytique). Ces composés interagissent avec la membrane des globules rouges provoquant une protection contre les agents hémolytiques.

## abstract

Aromatic and medicinal plants are important for pharmacological and medicinal research. They are used because of their efficiency, accessibility, availability and low toxicity.

Extracts of aromatic and medicinal plants contain a wide variety of chemical compounds such as alkaloids, anthocyanins, flavonoids and essential oils.

EOs are secondary, lipophilic and volatile metabolites. They consist principally of hydrocarbons (terpenes and sesquiterpenes) and phenolic compounds which play an important role in the adaptation of plants to the environment and could also be tools of defense against insects, predators, fungi and plants, bacteria.

The many biological activities of EO explain the particular interest they prompted in various fields, be they food, cosmetics or pharmaceuticals.

The high activity of EOs does not exclude the fact that they are potentially toxic (hemolytic power), hence the need for their use with vigilance, on the basis of reliable and



sufficient knowledge. This toxicity depends on their concentration and their richness in certain compounds.

Low EO concentrations have an opposite effect (anti-hemolytic power) in the presence of certain compounds. These compounds interact with the membrane of red blood cells causing protection against hemolytic agents.

## ملخص

النباتات العطرية والطبية مهمة للأبحاث الدوائية والطبية. يتم استخدامها بسبب كفاءتها وإمكانية الوصول إليها وتوافرها وانخفاض سميتها

تحتوي مستخلصات النباتات العطرية والطبية على مجموعة متنوعة من المركبات الكيميائية مثل القلويدات والأنثوسيانين والفلافونويد والزيوت الأساسية

الزيوت الأساسية هي مستقلبات ثانوية ، محبة للدهون ومتطايرة. وهي تتكون أساسًا من الهيدروكربونات (التربينات وسيسكينتيربينات) والمركبات الفينولية التي تلعب دورًا مهمًا في تكيف النباتات مع البيئة ويمكن أن تكون أيضًا أدوات دفاع ضد الحشرات والحيوانات المفترسة ، الفطريات ، النباتات و البكتيريا

العديد من الأنشطة البيولوجيا لزيوت الأساسية تبين أهمية و مدا فعالية الزيوت في العديد من المجالات ، سواء كانت غذائية أو مستحضرات تجميل أو أدوية

لا يستبعد النشاط المرتفع للزيوت الأساسية على حقيقة أنها من المحتمل أن تكون سامة (انحلال الدم) ، ومن ثم يجب استخدامها بحذر ، على أساس معرفة موثوقة وكافية. تعتمد هذه السمية على تركيزها وغناها بمركبات معينة

تركيزات منخفضة من الزيوت الأساسية وفي وجود مركبات معينة لها تأثير معاكس (عدم انحلال للدم). تتفاعل هذه المركبات مع غشاء خلايا الدم الحمراء مما يؤدي إلى الحماية من العوامل الحالة للدم