

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université -Belhadj Bouchaib-d' Ain-Témouchent  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département d'Agroalimentaire



## MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

### Thème

**Etude d'activité antioxydante et activité antibactérienne des plantes médicinales de la région d'Ain Témouchente**

Soutenu le :20/06/2024

Présenté Par :

- Mr. Kacimi Rafik
- Mr. Megharbi Said
- Mr. Zenasni Smail

Devant le jury composé de :

Dr. DERRAG Zaineb	MCA	UAT.B. B (Ain Témouchent) <b>Présidente</b>
Dr. ZITOUNI Amel	MCB	UAT.B. B (Ain Témouchent) <b>Examinatrice</b>
Dr. RAHMANI Khaled	MCB	UAT.B. B (Ain Témouchent) <b>Encadrant</b>

Année universitaire 2023/2024

## Remerciement

*Nous remercions le bon dieu, tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Ce mémoire a été réalisé dans sa plus grande part au sein de l'université belhadj bouchaïb AIN TEMOUCHENT. Nous apportons toutes nos gratitudes à Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et l'énergie durant notre formation.*

*Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et à remercier notre encadrant le professeur **Dr RAHMANI Khaled**, pour son enseignement, son encouragement et ses précieux conseils au long de ce Master.*

*Merci aux honorables membres du jury **Dr DERRAGE Zaineb**, et **Dr ZITOUNI Amel** et **Dr MELLAH Abdelkarim** pour leur généreuse disponibilité, et pour l'intérêt qu'elles accordent au présent travail.*

*Et je remercie aussi aux personnels de laboratoire **Mme FATIMA FATEH ET Mme.(KADOURI Kadidja)***

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de notre étude Sans oublier nos chers parents et nos professeurs pour leur soutien et leur patience.*



# *Dédicace*

*À Allah, source de toute grâce et de toute  
miséricorde,*

*À mes chers parents, ma mère et mon père, piliers de  
ma vie et exemples de dévotion,*

*À mon frère nadir complice de mes rêves et gardien  
de mes secrets les plus profonds,*


*Et à mes amis, ismail , said, kheir allah , abdelghani  
, alaaedine, compagnons de joie et de peine, présents  
dans chaque étape de ma vie.*

*A mon professeur qui a fait un grand effort et  
m'soutenu jusqu'à la fin.*

*Que la grâce d'Allah vous accompagne toujours, que  
l'amour familial vous entoure de sa chaleur et que  
l'amitié vous apporte réconfort et bonheur.*

*Rafik*





*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage de mener  
à bien ce modeste travail.*

*Je tiens à dédier cet humble travail à :*

*A ma tendre mère et mon très cher père*

*A mes frères WALID et ABED EL HADI*

*A ma sœur jumelle AMINA*

*A mon binôme : RAFIK et ISMAIL*

*A mes meilleurs amis :*

*MOSTAFA ; OUSSAMA ; AHMED ; KADER ;*


*GHANI ; ALAA ; MOHAMED ; HAMZA ;*

*YACINE*

*Tout ceux qui m'aiment et que j'aime*

*Saïd*





*Je voudrais d'abord saluer avec cette réalisation ma famille et, pour être juste, je dois mentionner que ma mère a joué un grand rôle non seulement dans ce travail, mais même dans la formation de cet individu qui aurait été une personne complètement différente si cela n'avait pas été le cas.*

*pour sa présence dans ma vie, et pour cela je ne peux que dire merci à Dieu pour ta présence car ma mère est un honneur suffisant pour que je sois ton fils*

*Mes chers amis, Rafik Saeed Abdul Ghani Alaa, vous étiez et êtes toujours des compagnons de chemin,  
que Dieu bénisse notre famille*

*Notre cher professeur, merci pour votre compréhension et votre patience, et surtout, merci d'être à nos côtés*

*Pour ceux que je n'ai pas mentionnés, sachez que je ne vous ai pas oublié.*

*Merci pour ces beaux souvenirs que vous m'avez donnés.*

*Que Dieu prolonge votre vie en Lui obéissant. Que la paix et la miséricorde de Dieu soient sur vous.*

*Ismail*



# ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة النشاط المضاد للبكتيريا والمضاد للأكسدة للزيوت الأساسية لثلاثة نباتات طبية عطرية: *Artemisia herba Alba* و *Mentha pulegium* و *Mentha suaveolens* حيث تم استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير المائي.

أظهر النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH للزيوت المدروسة تأثير مضاد للأكسدة واعد للغاية حيث اننا وجدنا قيمة  $IC_{50}$  تساوي 3.6 ملغ / مل و 5.9 ملغ / مل و 12.1 ملغ / مل كل من *Mentha pulegium* و *Mentha suaveolens* و *Artemisia herba Alba* على الترتيب و هي قيم متقاربة مقارنة  $IC_{50}$  لمادة BHT في حين أن قدرة مضادات الأكسدة تبقى بعيدة جدا من تلك الموجودة في حمض الاسكوريك (فيتامين C).

تمت دراسة النشاط المضاد للجراثيم ضد اربعة سلالات بكتيرية: سلالتين سالبة الجرام (*E. coli* ATCC 25922 ، *P. aeruginosa* Cip A22) ، و سلالتين موجبة الجرام (*S. aureus* ATCC 43300 ، *S. aureus* ATCC 25923) حيث أظهرت كل الزيوت المدروسة نشاطاً مثبطاً جداً ضد جميع السلالات المختبرة ، وتنوع النشاط من مستوى حساس إلى مستوى حساس للغاية. كما لاحظنا أيضاً أن هذه الزيوت كانت حساسة للغاية ضد بكتيريا الجرام (-) مقارنة بالبكتيريا الجرام (+).

**الكلمات المفتاحية:** الزيوت الأساسية ، نباتات طبية عطرية ، التقطير المائي، مضاد للأكسدة ، مضاد للجراثيم.

# Résumé

Le travail de ce Master visait l'étude de l'activité antibactérienne et antioxydante de l'huile essentielle de trois plantes médicinales aromatiques : *Artemisia Herba Alba*, *Mentha pulegium* et *Mentha suaveolens*, l'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation. L'activité antioxydante par les méthodes de DPPH(2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) des huiles étudiées a présenté un effet antioxydante prometteur. L'huile essentielle de *M. suaveolens* à montrer une activité antioxydante forte avec une  $IC_{50}$  de 3.60 mg/ml, alors que l'HE de *M. pulegium* a montré un pouvoir antioxydant notable avec une  $IC_{50}$  de 5.9 mg/ml. L'activité antioxydante la plus faible a été observée pour l'huile essentielle d'*A. herba alba* avec une  $IC_{50}$  de 12.1 mg/ml, qui été largement supérieure à celle du témoin Acide ascorbique ( $IC_{50} = 0.12$  mg/ml) et BHT ( $IC_{50} = 1.09$  mg/ml)

L'activité antimicrobienne d'huiles essentielle a été étudiée contre quatre souches bactériennes : deux à Gram négatif *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (Cip A22), et deux à Gram positif : *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

Les huiles essentielles ont montré une très bonne activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les souches testées, l'activité variait d'un niveau très sensible à un niveau extrêmement sensible. On remarque également que cette huile été extrêmement sensible contre les bactéries à Gram(-) que les Gram(+).

**Mots clés** : Huiles essentielles, plantes médicinales aromatiques, hydrodistillation, activité antioxydante, activité antibactérienne.

# Abstract

The work of this Master aimed to study the antibacterial and antioxidant activity of the essential oil of three aromatic medicinal plants: *Artemisia Herba Alba*, *Mentha pulegium* and *Mentha suaveolens*, the extraction of essential oils was carried out by hydrodistillation. The antioxidant activity by DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) methods of the oils studied presented a promising antioxidant effect. The essential oil of *M. suaveolens* showed strong antioxidant activity with an IC50 of 3.60 mg/ml, while the EO of *M. pulegium* showed notable antioxidant power with an IC50 of 5.9 mg/ml. The lowest antioxidant activity was observed for the essential oil of *A. herba Alba* with an IC50 of 12.1 mg/ml, which was much higher than that of the control Ascorbic acid (IC50 = 0.12 mg/ml) and BHT (IC50 = 1.09 mg/ml).

The antimicrobial activity of essential oils was studied against four bacterial strains: two Gram-negative *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (Cip A22), and two Gram-positive: *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

The essential oils showed very good inhibitory activity against all strains tested, the activity varied from a very sensitive level to an extremely sensitive level. We also note that this oil was extremely sensitive against Gram (-) and Gram (+) bacteria.

**Key words:** Essential oils, aromatic medicinal plants, hydro distillation, antioxidant activity, antibacterial activity.



## Liste des abréviations

---

**HE** : huile essentielle

**PM** : plante médicinale

**IC<sub>50</sub>** : concentration inhibitrice

**BMH** : Bouillon Mueller Hinton

**BHT** : l'hydroxytoluène butylé

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

**A. herba-alba**: *Artemisia herba-alba*

**M. suaveolens** : *Mentha suaveolens*

**M. pulegium** : *Mentha pulegium*

**MHA** : muller hinton agar

**GNI** : Gélose nutritive inclinée

**M.H** : Mueller Hinton

**E. coli** : *Escherichia coli*

**P. aeruginosa** : *Pseudomonas aeruginosa*

**S. aureus** : *Staphylococcus aureus*

**nm**: nanomètre

**°C** : Degré Celsius

**µg** : microgramme

**µl** : microlitre

**mg/ml** : milligramme par millilitre

**A.T.C.C**: American type culture collection.

**Cip A22** : Centre de recherche biologiques de l'institut pasteur A

# Liste des figures

---

<b>Figure 1:</b> les plantes médicinales .....	1
<b>Figure 2:</b> les différentes plantes médicinales utiliser dans la cuisine .....	4
<b>Figure 3:</b> Artemisia Herba Alba (Shih) .....	5
<b>Figure 4:</b> Mentha pulegium .....	9
<b>Figure 5:</b> Mentha suaveolens .....	13
<b>Figure 6:</b> Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau .....	17
<b>Figure 7:</b> Les différents types d'extraction par solvants volatils .....	18
<b>Figure 8:</b> Schéma du montage de l'extraction par micro-onde .....	19
<b>Figure 9:</b> Schéma du montage de l'extraction par CO <sub>2</sub> supercritique .....	20
<b>Figure 10:</b> Schéma du montage de l'extraction par hydro distillation .....	21
<b>Figure 11:</b> les huiles essentielles <sup>24</sup> .....	24
<b>Figure 12:</b> la structure de terpène.....	31
<b>Figure 13:</b> la structure de phénol.....	31
<b>Figure 14:</b> la structure d'Ester.....	31
<b>Figure 15:</b> la structure d'Aldéhyde .....	32
<b>Figure 16:</b> la structure de cétone .....	32
<b>Figure 17 :</b> Dispositif utilise pour l'extraction des HEs .....	35
<b>Figure 18:</b> Séparation des HEs par décantation .....	36
<b>Figure 19:</b> Mécanisme de réduction du radical libre DPPH .....	37
<b>Figure 20:</b> Coloration des tubes : A) Avant incubation ; B) Après incubation .....	38
<b>Figure 21:</b> Méthode de diffusion sur disques .....	41
<b>Figure 22 :</b> Résultats d'activité antioxydant par DPPH .....	43
<b>Figure 23:</b> Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant des plantes étudiées ( <i>Artemisia herba Alba</i> , <i>M. suaveolens</i> et <i>M. pulegium</i> ) .....	44
<b>Figure 24:</b> Comparaison d'IC <sub>50</sub> des HEs, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH .....	46

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Principaux noms vernaculaires d'Artemisia herba alba .....	6
<b>Tableau 2:</b> La classification classique de l'espèce Artemisia herba-alba .....	6
<b>Tableau 3:</b> Principaux noms vernaculaires de Mentha pulegium .....	10
<b>Tableau 4:</b> La classification classique de l'espèce de de Mentha pulegium .....	10
<b>Tableau 5:</b> Principaux noms vernaculaires de Mentha suaveolens .....	13
<b>Tableau 6:</b> La classification classique de l'espèce de de Mentha suaveolens .....	14
<b>Tableau 7:</b> Préparation des dilutions .....	38
<b>Tableau 8:</b> Appareils de laboratoire utilisés .....	40
<b>Tableau 9:</b> Milieux utilisés pour l'activité antimicrobienne d'huile essentielle .....	40
<b>Tableau 10:</b> Résultat d'extraction .....	43
<b>Tableau 11:</b> Résultat d'activité antioxydant par DPPH .....	44
<b>Tableau 12:</b> Résultats d'activités antimicrobiennes d'huile essentielle .....	47

# Table Des Matières

Remerciement .....	07
Dédicace .....	07
Résumés.....	07
Liste des abreviations .....	07
Liste des tableaux .....	07
Liste des figures .....	07
Introduction .....	07
<b>Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales.....</b>	<b>01</b>
1. La Définition des plantes médicinales.....	01
2. Composants des plantes médicinales .....	01
2.1. Définition du principe actif.....	01
2.2. Les huiles essentielles .....	01
2.3. Les alcaloïdes .....	02
2.4. Les flavonoïdes .....	02
2.5. Substances amères.....	02
2.6. Tanins.....	02
3. L'utilisation historique des plantes médicinales en Algérie.....	03
3.1. L'utilisation des plantes médicinales dans la cuisine.....	03
4. Artemisia Herba alba .....	04
4.1. Origine et répartition géographique .....	04
4.2. Description botanique.....	05
4.3. Noms vernaculaires .....	06
4.4. Nomenclature et taxonomie .....	04
4.5. Usage .....	07
4.6. Compositions chimiques .....	07
4.7. Toxicité.....	08
5. Menthe pulegium .....	08
5.1. Origine et répartition géographique .....	08
5.2. Description botanique .....	09
5.3. Nom vernaculaires .....	09
5.4. Nomenclature et taxonomie .....	09

5.5. Usage.....	10
5.6. Composition chimique.....	11
5.7. Toxicité .....	11
6. La Mentha suaveolens.....	12
6.2. Description botanique.....	12
6.3. Nom vernaculaires .....	12
6.4. Nomenclature et taxonomie .....	13
6.5. Usage .....	14
6.6. La composition chimique .....	14
6.7. La toxicité .....	14
7. Conclusion .....	15
<b>Chapitre II : Methodes d'extraction des huiles essentielles</b> .....	16
1.introduction.....	16
2.Méthode d'extraction.....	16
2.1. Entraînement à la vapeur d'eau .....	16
2.2. Extraction par solvants volatils .....	17
2.3. Extraction assistée par micro-ondes.....	18
2.4. Extraction par CO2 supercritique.....	19
2.5. Extraction par Hydro distillation.....	20
3. Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction.....	23
4.Conclusion .....	23
<b>Chapitre III : Les huiles essentielles</b> .....	24
1.Généralité sur les huiles essentielles .....	24
2.Définition des huiles essentielles .....	25
3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles .....	25
3.1. historique .....	25
3.2. Actuelle .....	26
4. Propriétés organoleptique .....	26
4.1. La couleur .....	26
4.2. La saveur.....	26
4.3. L'odeur .....	27
5.Propriétés physique .....	27
6.Propriétés reconnues des huiles essentielles .....	28

7. Les critères de qualité des huiles essentielles .....	29
8. Composition chimique .....	30
9. Activités biologique .....	32
10. SYNTHÈSE .....	33
11. Conclusion .....	34

## **Chapitre IV : Matériel et méthode.....**

1. Matériel végétal.....	35
2. Extraction d'huile essentielle (HE).....	35
2.1. Principe.....	35
2.2. Mode opératoire .....	35
3. Activité antioxydant de l'huile essentielle.....	37
3.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH.....	37
3.2.1. Préparation d'une solution de DPPH .....	37
3.2.2. Préparation d'une solution mère d'HE de concentration 10mg/ml.....	38
3.2.3. Préparation des dilutions.....	38
3.2.4. Lecture des résultats d'activité antioxydant .....	38
4. Etude de l'activité anti microbienne.....	39
4.1. Matériel utilisé .....	39
4.2. Appareils .....	40
4.3. Matériel biologique .....	40
4.4. Milieu utilisés .....	40
4.5. Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobiennes.....	41
4.5.1. Purification.....	41
4.5.2. Test de l'activité antibactérienne.....	41
4.5.3. Lecture des résultats.....	42

## **Chapitre V : Résultats et discussions .....**

1. Résultats.....	43
1.1. Résultat d'extraction d'huile essentielle.....	43
1.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH.....	43
1.3. Résultats d'activités antibactériennes.....	46
2. Discussions.....	46

## **Conclusion général .....**

## **Références bibliographiques.....**

*Introduction générale*

---

**I***ntroduction Générale*

---

**Introduction générale**

*Introduction Générale*

---

**Introduction**

# Introduction générale

---

**L**es plantes médicinales aromatiques (PMA) sont depuis des temps immémoriaux des alliées de l'humanité, servant de conservateurs, de colorants, d'exhausteurs de goût et d'aromatisants. Elles sont la pierre angulaire de la médecine traditionnelle à travers le monde, ayant été utilisées depuis longtemps pour traiter divers maux, notamment les maladies infectieuses. Leur potentiel bénéfique pour la santé a attiré l'attention des industries chimique, pharmaceutique et alimentaire, les transformant en "produits industriels" à travers des disciplines telles que la phytothérapie, l'aromathérapie, les nutraceutiques et les cosméceutiques. Leurs applications innovantes incluent désormais les aliments fonctionnels, l'élevage et la protection des cultures. **(BASER ET DEMIRCI, 2007 ; DHIFI ET AL., 2016).**

**L**es composés actifs générés lors du métabolisme végétal secondaire sont responsables des propriétés biologiques de ces plantes. Des études in vivo et in vitro ont démontré leurs effets en tant qu'antioxydants, antiviraux, anti-inflammatoires et antibactériens, ouvrant ainsi la voie à des applications préventives dans diverses pathologies. **(SILVA ET FERNANDES JR., 2010).**

**C'**est pourquoi la recherche sur les plantes médicinales se concentre sur l'exploration de nouvelles substances biologiquement actives. Par exemple, les composés phénoliques, désormais reconnus comme des agents protecteurs alimentaires, sont devenus un domaine majeur de recherche en nutrition humaine. Leur consommation à long terme semble jouer un rôle bénéfique dans la prévention de maladies telles que les cancers et les affections chroniques, de plus en plus fréquentes dans les populations méditerranéennes, grâce à leurs propriétés antioxydantes. **(VIUDA-MARTOS ET AL., 2011)**

**L'**intérêt pour les plantes médicinales et aromatiques ne cesse de croître, alimenté par la demande des consommateurs pour des applications culinaires, médicinales et autres. Avec une sensibilisation croissante aux questions de santé et de nutrition, les consommateurs se détournent également des conservateurs chimiques utilisés par l'industrie alimentaire, se tournant ainsi vers ces alternatives naturelles. **(CROZIER ET AL., 2006 ; SHAHIDI ET ZHONG, 2010A).**



# Introduction générale

---

**N**otre travail a été décomposé en cinq parties :

Le premier chapitre récapitule le bilan des connaissances général sur les plantes médicinales, principe actif, les huiles essentielles et leur utilisation, Compositions chimiques.

Le deuxième chapitre présent les méthodes d'extraction des huiles essentielles et donne un aperçu sur Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction.

Le troisième chapitre, représente une synthèse bibliographique sur les huiles essentielles et leurs Propriétés organoleptique.

Le quatrième chapitre consacré à décrire la méthode de travail et les Technique d'analyse utilisées.

Le cinquième chapitre, représente les résultats d'analyse avec interprétation et discussions.

---

**GENERALITES**  
**sur les plantes médicinales**

---



**I. La Définition des plantes médicinales**

C'est une plante ou une partie de celle-ci possède des propriétés médicamenteuses grâce à l'action synergique de ses composés actifs, sans générer d'effets nocifs aux doses recommandées.

(SIMON, 2001).

Les médicaments à base de plantes sont précisément identifiés par un nom scientifique selon le système binominal (genre, espèce, variété et auteur). L'approche scientifique des plantes médicinales, comprenant les études pharmacologiques et toxicologiques, a permis de décoder leur composition chimique, de mettre en évidence leurs effets thérapeutiques, voire de déterminer les doses thérapeutiques ou toxiques de certaines plantes.

Contrairement à un médicament chimique qui agit de manière ciblée par une molécule de synthèse sur un site récepteur, les propriétés thérapeutiques d'une plante médicinale découlent de l'action synergique de l'ensemble de ses différents éléments. Ainsi, l'efficacité de la phytothérapie dépend de la composition de la plante. (SIMON, 2001).

Les plantes médicinales possèdent à la fois des effets curatifs et préventifs (SIMON, 2001). Les premiers produits de la photosynthèse sont des métabolites primaires tels que les sucres, les acides gras et les acides aminés. Ensuite, des métabolites spécialisés sont produits, détenant des vertus thérapeutiques (BRUNETON, 1999).



**Figure\_N° I:** les plantes médicinales. (ANONYME I).

## **2. Composants des plantes médicinales**

### **2.1 Définition du principe actif**

Le principe actif se définit comme une molécule possédant des vertus thérapeutiques curatives ou préventives pour les êtres humains ou les animaux. Il réside dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale (PELT, 1980).

### **2.2. Les huiles essentielles**

Ces substances consistent en des molécules dotées d'un noyau aromatique et d'un caractère volatil, conférant à la plante une senteur distinctive. On les trouve dans les organes sécréteurs (ISERAN ET AL 2001). Elles jouent un rôle protecteur pour les plantes contre un excès de lumière et attirent les insectes pollinisateurs (DUNSTAN ET AL, 2013). Elles sont utilisées pour traiter des affections inflammatoires telles que les allergies, l'eczéma et les problèmes intestinaux (ISERAN ET AL. 2001), ainsi que dans l'industrie cosmétique et alimentaire (KUNKELE ET LOBMEYER, 2007).

### **2.3. Les alcaloïdes**

Ces substances naturelles azotées à réaction basique fréquente proviennent d'acides aminés (KUNKELE ET LOBMEYER, 2007). Tous possèdent une action physiologique intense, qu'elle soit médicamenteuse ou toxique. Les alcaloïdes, très actifs, ont donné lieu à de nombreux médicaments (ALI-DELILLE, 2013).

### **2.4. Les flavonoïdes**

Responsables de la coloration des feuilles, des fleurs, des fruits et d'autres parties végétales, les flavonoïdes possèdent des propriétés antibactériennes (WICHTL ET ANTON, 2009). Certains d'entre eux présentent également des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (ISERAN ET AL., 2001).

### **2.5. Substances amères**

Elles constituent un ensemble très varié de composants unis par leur amertume caractéristique en goût. Cette amertume stimule la sécrétion des glandes salivaires, ce qui accroît l'appétit et favorise la digestion ainsi que l'absorption des éléments nutritifs appropriés, contribuant ainsi à une meilleure nutrition corporelle (ISERAN ET AL., 2001).

### **2.6. Tanins**

Les tanins sont des substances amorphes présentes dans de nombreuses plantes. Elles sont utilisées dans la fabrication du cuir car elles rendent les peaux résistantes à la putréfaction. De plus, elles possèdent des propriétés antiseptiques, antibiotiques, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (réduction du calibre des vaisseaux sanguins)

(ALI-DELILLE, 2013). Des exemples de plantes contenant des tanins incluent le chêne (KUNKELE ET LOBMEYER, 2007).

### **3. L'utilisation historique des plantes médicinales en Algérie**

L'usage historique des plantes médicinales en Algérie remonte à près d'un millénaire. Les premiers écrits sur ce sujet dans la région du Maghreb datent du 9<sup>e</sup> siècle, lorsque Ishâ-Ben-Amran a rédigé divers traités sur la médecine et les simples remèdes (BABA AISSA, 2000).

Durant la période du colonialisme français, de 1830 à 1962, des botanistes ont entrepris la tâche de répertorier un grand nombre d'espèces médicinales. Un ouvrage publié en 1942 par Fourment et Roques mentionne ainsi la description et l'étude de 200 espèces, la plupart étant présentes dans le nord de l'Algérie, tandis que seulement six espèces sont recensées dans le Sahara.

De nos jours, en Algérie, la phytothérapie est largement répandue pour traiter diverses affections telles que le diabète, les rhumatismes, la gestion du poids, voire même des maladies considérées comme incurables (BELKHODJA, 2016).

#### **3.1. L'utilisation des plantes médicinales dans la cuisine**

Depuis des temps immémoriaux, les humains ont exploité les ressources naturelles pour leur alimentation et leur bien-être. Parmi ces ressources se trouvent les plantes médicinales, qui ont été utilisées à des fins curatives et préventives depuis des millénaires. Cependant, l'utilisation des plantes médicinales ne se limite pas aux remèdes traditionnels ou à la médecine alternative. Une pratique moins connue mais tout aussi ancienne consiste à intégrer ces plantes dans la cuisine quotidienne, non seulement pour leurs saveurs distinctives mais aussi pour leurs bienfaits pour la santé. (DUKE, J. A. 2000).

L'utilisation des P.M dans la cuisine remonte à des millénaires, où les cultures du monde entier ont utilisé ces herbes et épices non seulement pour leur saveur, mais aussi pour leurs propriétés médicinales. Cette pratique traditionnelle est profondément ancrée dans de nombreuses cultures et continue d'être une composante essentielle de la cuisine dans de nombreuses régions du monde. . (DUKE, J. A. 2000).

Les plantes médicinales sont appréciées pour leurs propriétés aromatiques, qui ajoutent des saveurs uniques et des arômes complexes aux plats cuisinés. Mais au-delà de leur rôle dans la gastronomie, ces plantes offrent également une multitude de bienfaits pour la santé. Leur utilisation dans la cuisine permet de bénéficier de leurs propriétés médicinales de manière naturelle et agréable. (BUHNER, S. H.2014).

Les herbes aromatiques telles que le romarin, le thym, la sauge, le persil et la coriandre sont souvent utilisées pour parfumer les plats et ajoutent non seulement de la saveur, mais aussi des antioxydants et des composés bénéfiques pour la santé. Par exemple, le romarin est connu pour ses propriétés stimulantes et digestives, tandis que le thym est réputé pour ses propriétés antibactériennes et antifongiques. (JULIEN GASTE.2018)

Les épices comme le curcuma, le gingembre, le cumin et le poivre noir sont également largement utilisées dans de nombreuses cuisines pour leur saveur distinctive et leurs propriétés médicinales. Par exemple, le curcuma est apprécié pour ses propriétés anti-inflammatoires et antioxydants, tandis que le gingembre est connu pour ses effets bénéfiques sur la digestion et le système immunitaire. (BALICK, M. J.1997).

L'utilisation judicieuse des plantes médicinales dans la cuisine peut non seulement rehausser le goût des plats, mais aussi contribuer à promouvoir la santé et le bien-être. Cependant, il est important de se rappeler que bien que ces plantes offrent de nombreux avantages pour la santé, elles ne doivent pas remplacer un traitement médical approprié en cas de maladie ou de problème de santé. En intégrant ces herbes et épices dans une alimentation équilibrée et variée, nous pouvons profiter pleinement de leurs saveurs délicieuses et de leurs bienfaits pour la santé. (BALICK,M.J.1997).



**Figure\_N°2** : les différentes plantes médicinales utilisée dans la cuisine. (ANONYME 2).

#### **4. Artemisia Herba alba**

##### **4.1. Origine et répartition géographique**

Le nom Artemisia désigne les armoises, en référence à la déesse grecque de la chasse, Artémis, également connue sous le nom de Diane chez les Romains, et réputée protectrice des vierges grâce aux bienfaits attribués à cette plante. Quant à "herba alba", cela signifie herbe blanche.



L'armoise blanche (Shih) est largement répandue, allant des îles Canaries et du sud-est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan). On compte plus de 300 espèces différentes de ce genre, principalement dans les zones arides et semi-arides d'Europe, d'Amérique et d'Afrique du Nord (Maroc, Tunisie, Algérie), ainsi que dans les déserts du Moyen-Orient (LAMARI, 2018). En Algérie, elle se trouve dans les zones steppiques, couvrant une bande de 1200 km de long, de la frontière tunisienne à la frontière marocaine, ainsi que dans les zones présahariennes. Elle occupe près de six millions d'hectares dans les steppes, sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (ELOUKILI, 2013). On la retrouve abondamment dans les hauts plateaux, les zones steppiques et au Sahara central, avec un taux de recouvrement estimé entre 10 et 60 %. Elle est également présente dans des zones proches du littoral (BENDAHOU, 2007). L'armoise blanche se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés, relativement peu perméables, ainsi que sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humides. Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification (AYAD, 2008).



Figure\_N°3: *Artemisia herba Alba* (Shih). (ANONYME 3).

#### 4.2. Description botanique

*Artemisia herba alba* est une plante herbacée avec des tiges ligneuses et ramifiées, mesurant entre 30 et 50 cm de hauteur, très feuillées avec une souche épaisse. Ses feuilles sont petites, blanches et laineuses, donnant un aspect argenté. Ses fleurs sont regroupées en grappes, avec des capitules très petits et ovoïdes mesurant de 1,5 à 3 mm de diamètre (BEZZAL, 2010).

### 4.3. Noms vernaculaires

Plusieurs noms sont attribués à l'armoise herbe blanche, les principales appellations sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°1:** Principaux noms vernaculaires d'*Artemisia herba alba* (BELHATTAB R., 2014).

Langue	Nom
Arabe	الشيح
Français	Armoise blanche
Anglais	Worm Wood
Allemande	Wermut
Italie	assenzio romano

### 4.4. Nomenclature et taxonomie

La classification classique de l'espèce *Artemisia herba-alba* est représentée dans le tableau

**Tableau N°2.** Classification taxonomique de l'espèce *Artemisia herba-alba* (VALLES ET MC ARTHUR., 2001 ; MOHAMED ET AL., 2010).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super-division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Sous-famille	Asteroideae
Genre	Artemisia L.
sous-genre	Seriphidium
Espèces	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso



#### 4.5. Usage

Depuis longtemps, *Artemisia herba alba* est reconnue par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives, notamment chez les ovins, où elle est utilisée comme vermifuge (FRIEDMAN ET ORHAN, 1975). Les bédouins du Néguev (Palestine) utilisent fréquemment une infusion d'armoise pour soulager les maux gastro-intestinaux. En Irak, l'armoise, préparée avec du thé, est une forme courante d'automédication contre le DNID (FRIEDMAN ET COOL, 1986). Des études réalisées sur certaines plantes médicinales algériennes, dont *Artemisia Herba alba*, ont montré qu'elles possédaient une forte activité antioxydante et une teneur élevée en composés phénoliques, plus importante que celle des plantes alimentaires courantes. Ces plantes algériennes ont également été identifiées comme d'efficaces pièges à radicaux libres, pouvant être considérées comme une source précieuse d'antioxydants naturels à des fins médicales et commerciales (MANSOUR, 2015). En Algérie, l'armoise est un remède populaire utilisé pour faciliter la digestion, calmer les douleurs abdominales et certains maux de foie. Ses racines sont également utilisées contre certains troubles nerveux (BABA AISSA, 2000). Au quotidien, l'armoise blanche est consommée sous forme de tisane pour calmer les douleurs abdominales et soutenir la santé du foie. Elle est également réputée vermifuge, facilitant la digestion et utilisée pour traiter les troubles intestinaux, la rougeole et les faiblesses musculaires (INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL HARRACH, 1988).

#### 4.6. Compositions chimiques

L'armoise herbe blanche présente un intérêt particulier en tant que fourrage. En effet, bien que son apparence laisse penser le contraire, la plante a un taux de cellulose relativement bas, oscillant entre 17 et 33 %. La matière sèche (MS) offre une proportion de matière protéique brute comprise entre 6 et 11 %, dont 72 % se compose d'acides aminés. Le taux de  $\beta$ -carotène varie de 1,3 à 7 mg/kg selon les saisons. L'énergie fournie par l'armoise herbe blanche est très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF/kg MS), mais elle augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer à nouveau en été (0,6 UF/kg MS). En automne, les pluies de septembre entraînent une nouvelle croissance, et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS). Les plantes de la famille des Astéracées, dont fait partie l'armoise herbe blanche, ont fait l'objet de plusieurs études photochimiques, principalement pour leurs huiles essentielles. (BEZZA, L. ET AL. 2010). La partie aérienne d'*Artemisia herba alba* possède des activités antioxydantes significatives. En effet, cette partie de la plante est riche en composés dotés d'activité

antioxydant, tels que les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins. Ces différents constituants exercent leur action antioxydant en inhibant la production de l'anion superoxyde et de l'hydroxyle, tout en inhibant la peroxydation lipidique au niveau des microsomes (BRUNETON, 1999).

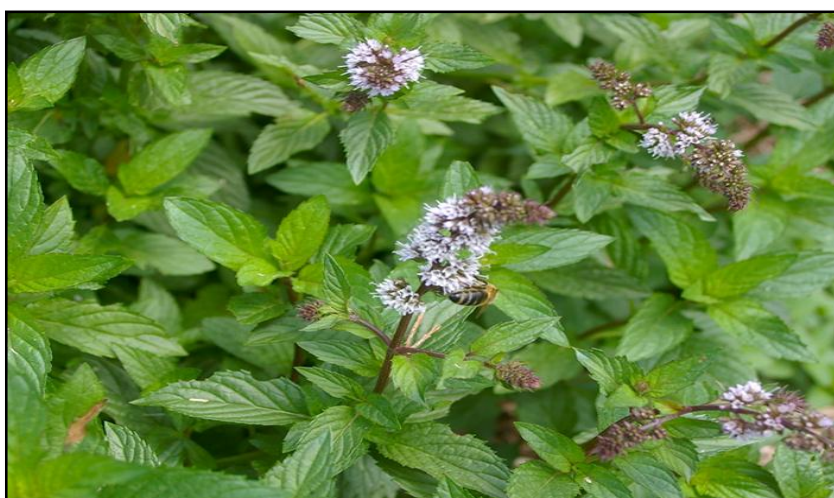
#### 4.7. Toxicité

Les huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* ne sont pas des produits sans risque lorsqu'ils sont utilisés en phytothérapie. Il est important de rappeler que, malgré leur origine naturelle, tous les produits naturels ne sont pas nécessairement inoffensifs pour l'organisme. À forte dose, l'armoise peut avoir des effets abortifs, neurotoxiques et hémorragiques. La thuyone est la substance toxique et bioactive présente dans l'armoise, et la forme la plus toxique est l'alpha-thuyone, qui peut entraîner des effets convulsifs (BOUZIDI, 2016).

### 5. Menthe pulegium

#### 5.1. Origine et répartition géographique

À l'origine, la menthe pouliot était présente dans la région méditerranéenne. Aujourd'hui, elle est largement répandue en Europe de l'Ouest, du Sud et centrale, aux Canaries et à l'ouest de l'Asie, ainsi qu'en Amérique. *Mentha pulegium* est communément connue sous le nom de « menthe pouliot ». Le terme « pouliot » provient du latin pulegium, dérivé de pulex, signifiant « puce », en référence à la capacité de la plante à éloigner ces insectes. Elle est souvent trouvée dans des milieux humides, poussant sur des sols sablonneux et acides, bien qu'elle soit très sensible au gel (ANTON, 2005). Parfois cultivée comme plante condimentaire pour ses feuilles très aromatiques, son intérêt économique reste toutefois limité malgré son utilisation ancestrale pour aromatiser sauces, desserts et boissons.



Figure\_N°4: *Mentha pulegium*. (ANONYME 4).

Principaux pays producteurs : Les États-Unis, le Maroc et l'Espagne. Principaux pays exportateurs: Les parties aériennes de la menthe pouliot sont peu commercialisées, tandis que l'huile essentielle est exportée principalement par les États-Unis (BOUKENNA ET BOUZIDI, 2007).

### 5.2. Description botanique

La menthe pouliot est une plante vivace aromatique et fertile. Sa tige est dressée, ramifiée, de forme quadrangulaire et de couleur rougeâtre. Elle peut atteindre une hauteur de 30 à 40 cm. Les cellules épidermiques des feuilles et des fleurs sont les organes producteurs de l'huile essentielle de cette plante, évoluant en glandes sécrétrices où s'accumule l'huile. (TALAHAGCHA KH ET KASSA.S 2008).

### 5.3. Nom vernaculaires

Plusieurs noms sont attribués à *Mentha pulegium* les principales appellations sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°3:** Principaux noms vernaculaires de *Mentha pulegium* (ANONYME 5)

Langue	Nom
Arabe	التعناع البري
Français	Menthe pouliot
Anglais	Hedeoma pulegioides
Allemande	Poleiminze
Italie	Menta poggio

#### 5.4. Nomenclature et taxonomie

La classification classique de l'espèce de de *Mentha pulegium* est représentée dans le tableau

Règne	Plantae Haeckle
Sous-règne	Viridaeplantae
Super-division	Spermatophyta
Division	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous-famille	Nepetoideae
Genre	Mentha L.
Espèces	<i>Mentha pulegium</i>

**Tableau N°4** La classification classique de l'espèce de de *Mentha pulegium* (LINNAEUS, C. 1753).

#### 5.5. Usage

La *Mentha pulegium* est une plante aux propriétés antispasmodiques et toniques. À faible dose, elle stimule le système nerveux, tandis qu'à forte dose, elle peut devenir convulsivante. Cette plante est largement utilisée en médecine traditionnelle pour diverses applications. Elle stimule les sécrétions gastriques, soulage les flatulences et les coliques, combat les fermentations et agit comme une boisson digestive bénéfique pour les personnes souffrant d'insuffisance hépatique. De plus, elle aide à éliminer les vers intestinaux, abaisse la fièvre, favorise la sécrétion des muqueuses, et constitue un remède efficace contre les maux de tête et les infections respiratoires légères. En infusion, la menthe pouliot calme les démangeaisons, les inflammations cutanées comme l'eczéma, ainsi que les affections rhumatismales et la goutte. Elle est également utilisée pour améliorer la vue et traiter les taches de rousseur. De plus, la menthe pouliot possède des propriétés insecticides, agissant contre les poux, les moustiques et les puces. Elle protège, rafraîchit et nettoie la peau lorsqu'elle est ajoutée à l'eau du bain. Les feuilles confites ou séchées de menthe pouliot sont idéales pour parfumer et décorer les plats, les sauces et les soupes, et sont également utilisées pour préparer des tisanes. Elle est largement employée pour aromatiser les savons, les détergents et les dentifrices (BOUKENNA ET BOUZIDI, 2007).

### 5.6. Composition chimique

La composition chimique de la *Mentha pulegium* peut varier en fonction de facteurs tels que le sol, le climat et les conditions de croissance. Cependant, certains des composés chimiques courants présents dans cette plante comprennent :

- **Menthol** : un composé aromatique abondant dans les plantes de menthe, responsable de leur odeur caractéristique.
- **Pulégone** : un composé organique présent dans de nombreuses plantes de la famille des Lamiacées, telles que la menthe pouliot, connu pour ses propriétés insectifuges et antispasmodiques.
- **Pulégol** : un autre composé organique présent dans la menthe pouliot, avec des effets similaires à ceux du menthol.
- **Limonène** : un composé présent dans de nombreuses plantes, notamment les agrumes, avec des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes.
- **Menthone** : un autre composé courant dans les plantes de menthe, avec des propriétés similaires à celles du menthol.
- **Caryophyllène** : un terpène présent dans de nombreuses plantes, dont les menthes, connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et analgésiques. (BRADA, M. ET AL. 2007).

### 5.7. Toxicité

L'utilisation des parties aériennes de la menthe pouliot comme condiment aux doses habituelles ne présente aucun risque de toxicité aiguë ou chronique. Cependant, l'huile essentielle de menthe pouliot est hépatotoxique en raison de sa teneur en pulégone. Des cas d'intoxication ont été observés après ingestion de 5 g d'essence, et des cas mortels ont été signalés après absorption de 30 ml. Par conséquent, l'utilisation de la menthe pouliot pour préparer des tisanes d'agrément n'est pas recommandée (ANTON, 2005).

## 6. La *Mentha suaveolens*

### 6.1. Origine et répartition géographique

La *Mentha suaveolens*, originaire d'Europe du Sud et de l'Ouest, s'étend vers le nord jusqu'aux Pays-Bas, se trouve principalement dans des bioclimats semi-arides, humides à variantes chaudes, tempérées, et dans des étages de végétation allant de l'inframéditerranéen au mésoméditerranéen. Elle est couramment observée le long des rivières, dans les plaines et les montagnes. (BOZOVIC, M. ET AL. 2015).



**Figure\_N°5:** *Mentha suaveolens* (ANONYME 6).

### 6.2. Description botanique

*Mentha suaveolens*, également appelée Menthe de pomme ou "timarssat" en langue arabe, est une plante herbacée vivace qui peut atteindre jusqu'à 100 cm de hauteur. Sa tige est dressée, quadrangulaire et recouverte de poils blancs denses, ramifiée de manière monopodiale avec des entre-nœuds courts. Ses feuilles sont vert clair, opposées, ridées, ovales-oblongues à orbiculaires, mesurant de 3 à 4,5 cm de long et de 2 à 4 cm de large. Les petites fleurs, d'une longueur de 5 mm, sont regroupées en épis terminaux et s'épanouissent de juillet à septembre. (BOUNIHI, A. 2016)

### 6.3. Nom vernaculaires

Plusieurs noms sont attribués à *Mentha suaveolens* les principales appellations sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°5** : Principaux noms vernaculaires de *Mentha suaveolens* (FOURNET, J. 2002).

Langue	Nom
Arabe	تمرساط
Français	Menthe à feuilles rondes
Anglais	Green-mint
Allemande	Grüne-minze
Italie	Menta verde

### 6.4. Nomenclature et taxonomie

La classification classique de l'espèce *Mentha suaveolens* est représentée dans le tableau

**Tableau N°6** : Classification taxonomique de l'espèce *Mentha suaveolens* (FOURNET, J. 2002).

Règne	Plantae Haeckel
Sous-règne	Viridiaeplantae
Super-division	Asteranae
Division	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnolidae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous-famille	Nepetoideae
Genre	<i>Mentha</i> L
Espèces	<i>Mentha suaveolens</i>



### 6.5. Usage

*Mentha suaveolens* est largement utilisée en médecine traditionnelle, dans les préparations culinaires, les confiseries, ainsi qu'en cosmétique et parfumerie. Elle est réputée pour ses bienfaits dans le traitement des douleurs gastriques, des diarrhées, des refroidissements et des affections respiratoires. Les feuilles de cette plante sont recommandées en cataplasme ou en inhalation en cas de fièvre. (LAHSISSENE ET AL, H.2009).

### 6.6. La composition chimique

La composition chimique de cette plante peut varier selon différents facteurs tels que les conditions de croissance, le sol et le climat. Néanmoins, voici quelques-uns des composés chimiques courants que l'on retrouve souvent dans cette plante :

- **Menthol** : Un composé organique naturel qui confère à la menthe son arôme caractéristique et procure une sensation de fraîcheur lorsqu'il est inhalé ou appliqué sur la peau.
- **Menthone** : Un autre composé organique présent dans les huiles essentielles de menthe, responsable de son parfum et de son goût distinctif.
- **Isomenthone** : Un isomère du menthone, également présent dans les huiles essentielles de menthe.
- **Pulegone** : Un composé organique trouvé dans certaines variétés de menthe, reconnu pour ses propriétés insectifuges et répulsives.
- **Limonène** : Un composé organique présent dans de nombreuses plantes, y compris la menthe, contribuant à leur parfum et également utilisé dans divers produits de nettoyage et de soins personnels.
- **Caryophyllène** : Un terpène que l'on retrouve dans de nombreuses plantes, y compris la menthe, possédant des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques.
- **Pinène** : Un autre terpène couramment présent dans les huiles essentielles de menthe, contribuant à son parfum et retrouvé dans de nombreuses autres plantes.
- **Linalol** : Un alcool monoterpénique présent dans les huiles essentielles de menthe, contribuant à leur parfum et possédant également des propriétés relaxantes et apaisantes. (BAYTOP, T. (1984

### 6.7. La toxicité

La toxicité de M.S. également appelée menthe à feuilles rondes ou à pomme, varie principalement en fonction de la quantité consommée et de la sensibilité individuelle. Bien que la plupart des personnes utilisent la menthe suaveolens comme herbe culinaire ou dans des



infusions, il est essentiel de noter qu'une consommation excessive peut entraîner des effets indésirables potentiels (BENYAHIA S., 2016).

## **7. Conclusion**

L'utilisation des plantes médicinales en cuisine remonte à des millénaires et reste une pratique répandue dans de nombreuses cultures à travers le monde. Les herbes et les épices sont souvent intégrées aux recettes traditionnelles pour leurs saveurs uniques, mais aussi pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé. Que ce soit pour aromatiser les plats, favoriser la digestion ou apporter des nutriments essentiels, les plantes médicinales jouent un rôle important dans la cuisine quotidienne. Leur utilisation judicieuse peut non seulement améliorer le goût des plats, mais également contribuer au bien-être général et à la prévention des maladies. Cependant, il est essentiel de les utiliser avec modération et de prendre en compte les éventuelles interactions médicamenteuses ou réactions allergiques. En somme, les plantes médicinales offrent une approche naturelle et holistique pour maintenir la santé et le bien-être à travers l'alimentation

---

**Methodes d'extraction  
des huiles essentielles**

---



## I. Introduction

Les huiles essentielles constituent des assemblages naturels sophistiqués de composés métaboliques volatils secondaires, extraits par des procédés de distillation à la vapeur d'eau ou d'expression mécanique. Elles dérivent des diverses parties de la plante telles que les feuilles, les graines, les bourgeons, les fleurs, les branches, l'écorce, le bois, les racines, les tiges et les fruits, ainsi que des résines qui s'écoulent des troncs. Leur extraction s'effectue par des méthodes de distillation à la vapeur d'eau ou de pression à froid, notamment dans le cas des agrumes. Des avancées technologiques récentes visent à optimiser la productivité, telles que l'extraction assistée par du dioxyde de carbone liquide sous haute pression et basse température, ou encore l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes. (BURT, S.A .2004).

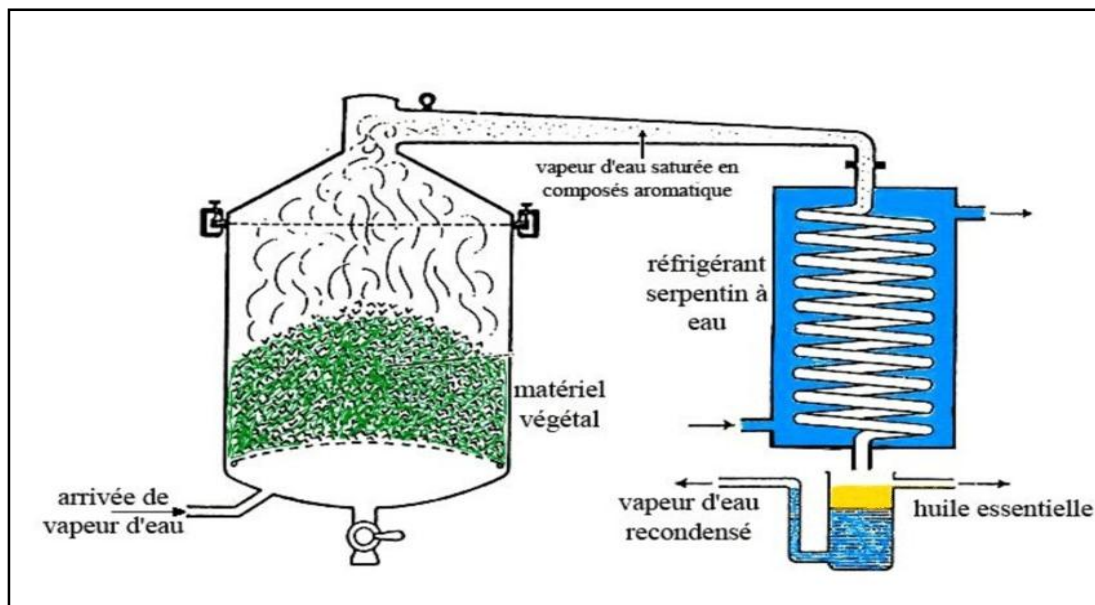
Dans ce chapitre, nous procéderons d'abord à une exploration des différentes techniques d'extraction les plus couramment employées.

## 2. Méthode d'extraction

Le procédé d'extraction des huiles essentielles se conforme aux normes rigoureuses telles que les AFNOR NF T 75-006, qui spécifient que seules les distillations à la vapeur, les méthodes mécaniques et la distillation sèche des écorces d'agrumes sont autorisées pour la production d'huiles essentielles. (BURT, S.A .2004).

### 2.1. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau figure parmi les méthodes officielles utilisées pour extraire les huiles essentielles. Contrairement à l'hydro distillation, cette technique évite tout contact direct entre l'eau et la matière végétale à traiter. Un flux de vapeur d'eau, généré par une chaudière, traverse la matière végétale disposée au-dessus d'une grille. Pendant ce processus, les cellules végétales se rompent, libérant ainsi les huiles essentielles qui se vaporisent sous l'effet de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Ce mélange est ensuite dirigé vers un condenseur et un essencier avant d'être séparé en deux phases distinctes : une phase aqueuse et une phase organique, correspondant à l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, prévient certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation susceptibles d'altérer la qualité de l'huile. L'hydro diffusion représente une variante de l'entraînement à la vapeur (Figure I.1). Dans ce cas, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant, exploitant ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. (R. ZARNOWSKI, Y. SUZUKI .2004).



**Figure\_N°6:** Montage de l'entraînement à la vapeur d'eau (R. ZARNOWSKI, Y. SUZUKI .2004).

Le principe de cette méthode repose sur l'utilisation de la gravité pour déplacer et condenser le mélange « vapeur d'eau – huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. Tout comme l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydro diffusion présente l'avantage de préserver le matériel végétal de tout contact direct avec l'eau. (R. ZARNOWSKI, Y. SUZUKI .2004). De plus, elle permet une économie d'énergie en réduisant la durée de la distillation et, par conséquent, la consommation de vapeur.

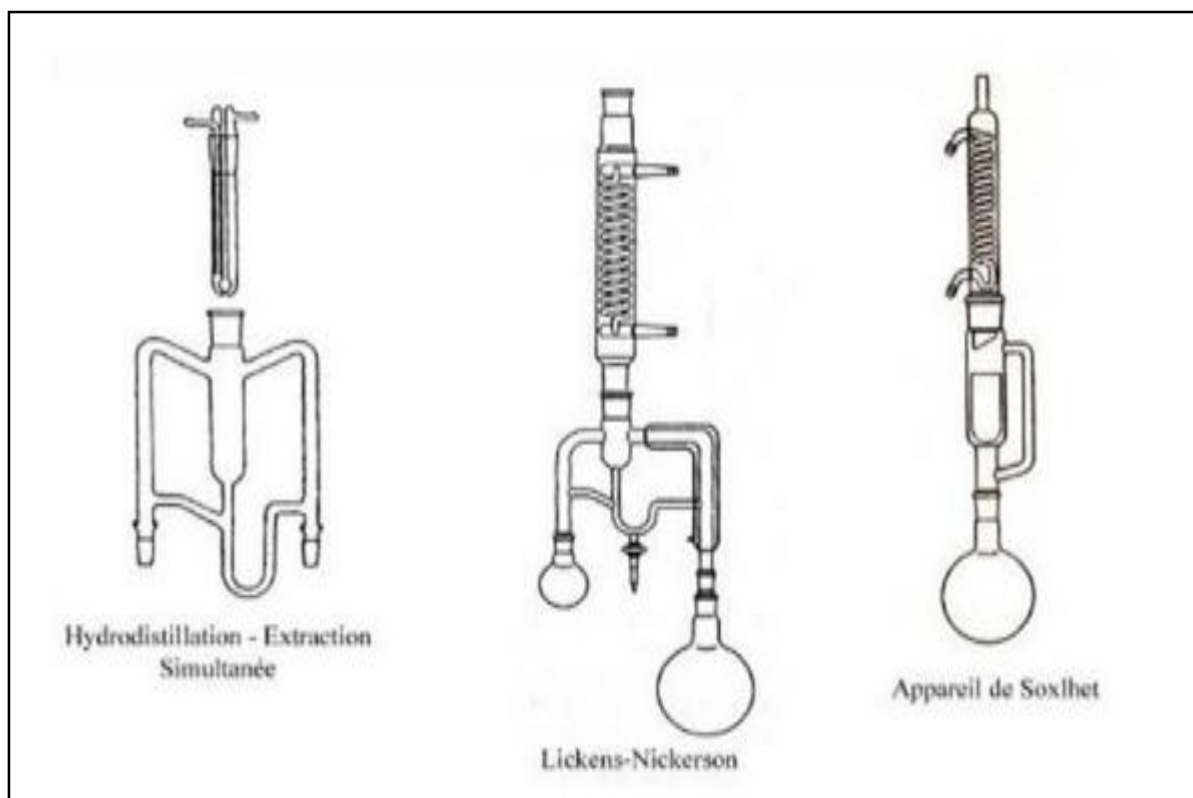
## 2.2. Extraction par solvants volatils

Cette méthode d'extraction implique l'utilisation de solvants pour éliminer les composés odorants. Par la suite, le même solvant est employé pour la concentration par distillation ou précipitation. Ainsi, l'hydrolat obtenu par distillation est séparé de l'extrait alcoolique, tandis que les composés odorants demeurent dans le solvant. Après évaporation du solvant, divers produits tels que des résines, des onguents et du béton sont obtenus. Initialement, l'éthanol est souvent choisi comme premier solvant, suivi par l'éther. Ultérieurement, d'autres solvants comme le disulfure de carbone, le benzène, l'éther de pétrole, ainsi que des solvants chlorés et fluorés ont été utilisés. (ATTOU AMINA .2017).

- **Le benzène :** dans le cas des produits utilisés en parfumerie.
- **L'hexane :** pour l'ensemble des produits floraux frais.
- **Les cétones et les solvants chlorés** notamment dans le cas des épices.
- **Les alcools (le méthanol et l'éthanol) :** pour l'extraction des cacaos, des vanilles.

- **L'eau** : dans le cas des thés et cafés avec utilisation des solvants chlorés quand il s'agit d'éliminer les alcaloïdes.

Un solvant volatil est utilisé en association avec la matière végétale à traiter. Par le biais de lavages successifs, le solvant s'imprègne progressivement de molécules aromatiques, puis est dirigé vers un concentrateur où il est distillé à pression atmosphérique. Le produit résultant de ce processus est nommé « concrète ». Cette concrète peut ensuite être mélangée avec de l'alcool absolu, filtrée et refroidie pour en extraire les cires végétales. Après une ultime concentration, une « absolue » est obtenue. Les rendements de cette méthode sont généralement supérieurs à ceux obtenus par distillation, et cette technique prévient l'action hydrolysant de l'eau ou de la vapeur d'eau. (ATTOU AMINA .2017).



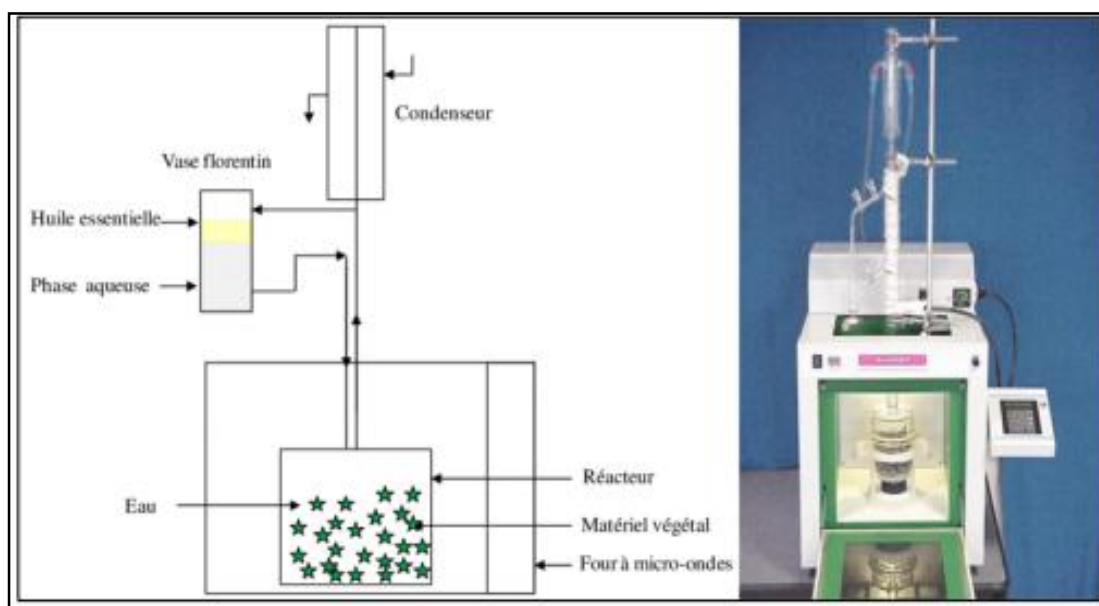
**Figure\_N°7:** Les différents types d'extraction par solvants volatils. (DIMA MNAYER .2014)

L'originalité et le concept novateur de cette technologie résident dans le fait que la vapeur d'eau, chargée en molécules aromatiques lors de l'hydro distillation, rencontre la vapeur de solvant. Cette rencontre permet l'extraction des composés aromatiques de la phase aqueuse vers la phase organique. Lorsque les deux phases passent à travers la section de réfrigération, elles se condensent et se séparent dans la section en forme de U de l'appareil. La conception du procédé garantit la récupération efficace des deux phases (figure 1.2). (DIMA MNAYER .2014).

### 2.3. Extraction assistée par micro-ondes

Cette méthode a été élaborée au cours des dernières décennies dans un contexte analytique. Son principe consiste à exposer la matière végétale broyée à des micro-ondes en présence d'un solvant ayant une forte capacité d'absorption des micro-ondes, tel que le méthanol, pour extraire les composés polaires. Dans le cas des composés apolaires, un solvant non absorbant les micro-ondes, comme l'hexane, est utilisé. Le processus de chauffage est effectué sans jamais atteindre le point d'ébullition, et des périodes de chauffage brèves alternent avec des phases de refroidissement.

L'avantage principal de cette méthode est la significative réduction du temps nécessaire à la distillation, tout en garantissant un rendement d'extraction satisfaisant. (MARIE ELISABETH LUCCHESI.2005).

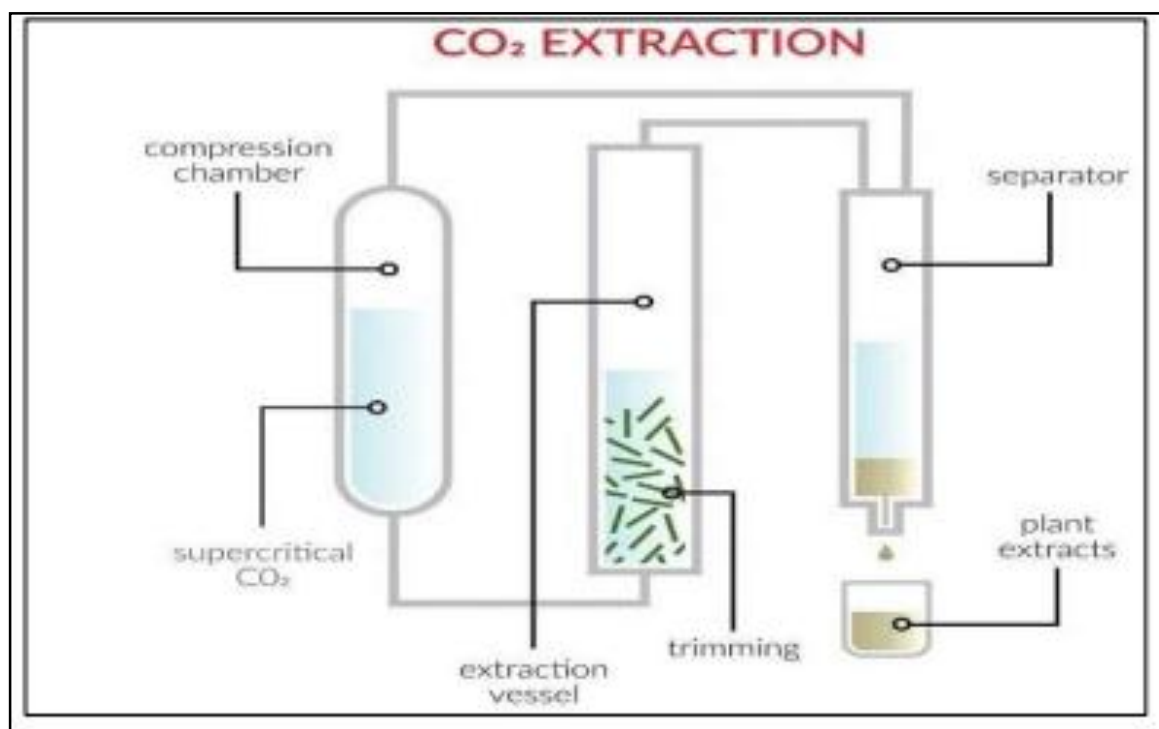


**Figure N°8 :** Schéma du montage de l'extraction par micro-onde. (NABIL BOUSBIA.2011).

La méthode d'extraction assistée par micro-ondes, connue sous les acronymes MAE (Extraction assistée par micro-ondes) et MAP™ (Processus assisté par micro-ondes), s'avère être la plus prédominante. Bien que sa mise en œuvre rapide en fasse une technique privilégiée pour l'extraction, notamment des composés aromatiques d'origine végétale, le produit obtenu ne peut être classifié réglementairement comme une huile essentielle. De plus, l'emploi de solvants organiques comporte divers inconvénients tels que la contamination du produit final et la difficulté à les éliminer complètement. Il convient de rappeler que l'industrie agroalimentaire est soumise à des réglementations très strictes concernant l'origine des produits utilisés. (NABIL BOUSBIA.2011).

## 2.4. Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique

La particularité de cette méthode réside dans l'utilisation d'un solvant spécifique : le dioxyde de carbone en phase supercritique. L'extraction implique la compression du CO<sub>2</sub> à des pressions et des températures dépassant son point critique (P=72.8 bars et T=31.1°C). À l'état supercritique, le CO<sub>2</sub> ne se trouve ni sous forme liquide ni gazeuse, ce qui lui confère une excellente capacité d'extraction, pouvant être ajustée en manipulant la température de traitement. Les fluides supercritiques tels que le CO<sub>2</sub> se comportent comme de bons solvants à l'état supercritique et comme de mauvais solvants à l'état gazeux. (BOURAS, M.2018).



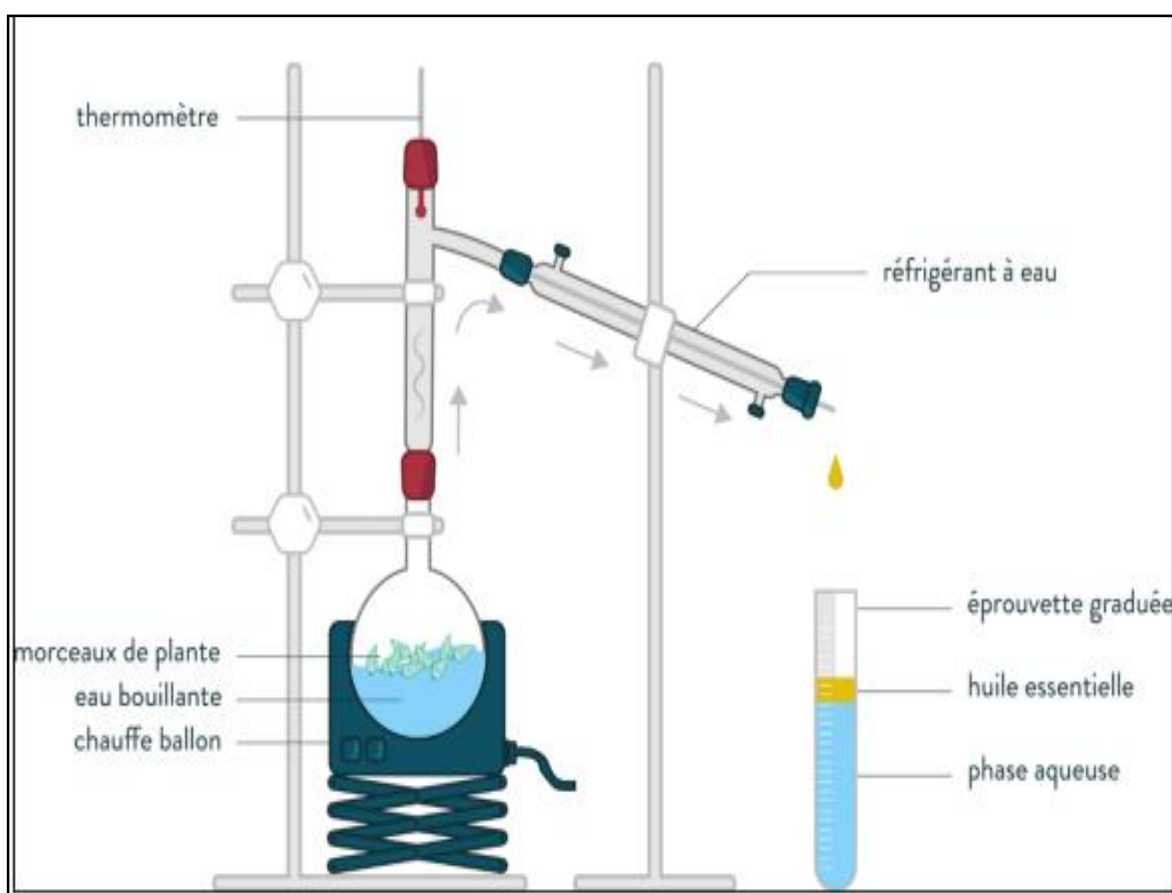
**Figure\_N°9** : Schéma du montage de l'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique. (BOURAS, M.2018).

L'extraction des huiles essentielles par CO<sub>2</sub> supercritique offre des produits de haute qualité en un temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes traditionnelles. (ALLOUN KAHINA.2018).

Néanmoins, la mise en place industrielle de ce procédé demeure coûteuse, et l'équipement reste encore imposant. En somme, il n'existe pas de processus supérieur à d'autres. Chaque méthode, en fonction de l'usine ou de la partie de l'usine, présente ses propres directives, contrôles d'utilisation du produit obtenu et considérations économiques tout aussi importantes. L'avantage de cette technologie réside dans sa capacité à combiner les propriétés du gaz et du liquide lors de l'extraction, réduisant ainsi les risques de dégradation potentielle tels que l'oxydation ou la séparation. (ALLOUN KAHINA.2018).

## 2.5. Extraction par Hydro distillation

L'hydro distillation est la première étape de l'extraction des huiles essentielles. Elle implique initialement l'immersion de la matière première dans l'eau, suivie de la mise à ébullition (voir figure I.5). Ensuite, la matière première et l'eau sont séparées : soit l'eau est positionnée au fond de la cuve pour être portée à ébullition, permettant ainsi à un courant de vapeur d'eau de traverser la matière première, ce qui constitue la vapo-hydro distillation ; soit la vapeur d'eau est produite dans une chaudière à l'extérieur de l'alambic, une technique appelée vapo-distillation. Dans ces divers cas, la vapeur d'eau, chargée d'huile essentielle, est dirigée vers un condenseur généralement composé d'un serpentín à tubes parallèles, refroidi par de l'eau froide. Une fois condensés, l'eau et l'huile essentielle sont dirigées vers un essencier ou vase florentin. Dans ce dernier, les deux liquides non miscibles, l'eau aromatisée et l'huile essentielle, sont séparés par simple décantation. (BESOMBES, C.2008).



**Figure\_N° 10:** Schéma du montage de l'extraction par hydro distillation. (BESOMBES, C.2008).



3. Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction

Méthodes	Avantages	Inconvénients
<b>L'hydro distillation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rendement plus grand.</li> <li>- ne pas nécessiter de source de vapeur externe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-le temps d'extraction plus long.</li> <li>-Plus grand quantité d'eau.</li> <li>-Hydrolyse des composés non saturé.</li> <li>-pertes de quelques composés volatils.</li> </ul>
<b>L'extraction par micro-onde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-moins d'énergie</li> <li>-plus efficaces que les composés oxygénés.</li> <li>-le temps d'extraction est très court.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût initial élevé</li> <li>-Besoin de matériaux adaptés -</li> <li>Risque de surchauffe</li> <li>-Besoin de compétences techniques</li> </ul>
<b>L'entraînement à la vapeur d'eau.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rendement acceptable.</li> <li>-Pas des réactions d'hydrolyse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-la dégradation thermique de certains composés sensibles</li> <li>-Possibilité de contamination</li> </ul>
<b>Extraction par CO2 supercritique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Respect de l'environnement :</li> <li>-Contrôle précis des paramètres</li> <li>-Extraction efficace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût initial élevé</li> <li>-Complexité de l'équipement</li> <li>-Sensibilité aux impuretés</li> <li>-Risque de sur-extraction</li> </ul>
<b>Extraction par solvants volatils</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Efficacité d'extraction</li> <li>-Haute pureté</li> <li>-Contrôle du processus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toxicité</li> <li>-Résidus de solvants</li> <li>-Coûts et équipements</li> <li>-Impact environnemental</li> </ul>

#### 4. Conclusion

En conclusion, les méthodes d'extraction des huiles ont connu une évolution significative, passant des techniques classiques aux approches modernes. Chaque méthode présente ses propres avantages et inconvénients, qu'il s'agisse de l'hydro distillation traditionnelle, de l'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique innovante ou de l'extraction assistée par micro-ondes. Les techniques modernes offrent souvent une meilleure efficacité, une automatisation accrue, et une réduction des manipulations et de l'utilisation de solvants, tandis que les méthodes traditionnelles peuvent être plus économiques dans certains cas. Le choix de la méthode d'extraction dépend donc des besoins spécifiques de l'application, des contraintes réglementaires et des considérations économiques, tout en visant à garantir la qualité et la sécurité des produits obtenus.

---

**Les huiles essentielles**

---



## I. Généralité sur les huiles essentielles

Depuis des temps immémoriaux, l'humanité a reconnu et exploité les propriétés des plantes à des fins alimentaires et médicinales (ALI - DELILLE, 2013). Il est estimé que deux tiers des médicaments actuellement disponibles ont des origines naturelles. Ces médicaments sont obtenus par différents moyens, tels que la semi-synthèse à partir de composés naturels, la modification de molécules existantes, ou encore grâce aux avancées en biotechnologie, donnant naissance à des vaccins et à des composés d'origine végétale, microbiologique ou animale. Seul un tiers des médicaments sur le marché sont entièrement synthétiques. (ALI - DELILLE, 2013). Sur notre planète, on estime qu'il existe entre 240 000 et 300 000 espèces de plantes à fleurs. Cependant, moins de 10% de ces espèces ont été étudiées scientifiquement pour leurs propriétés médicinales (ANTHONY ET AL. 2005 ; DIALLO, 2000).

De nos jours, la science continue de confirmer les multiples bienfaits des plantes aromatiques, de leurs huiles essentielles et de leurs extraits bruts. Leurs applications sont extrêmement variées, allant de l'industrie alimentaire où elles sont utilisées comme additifs, aux cosmétiques, parfumeries, ainsi qu'aux industries de savon et de détergents, où elles sont présentes en quantités considérables. De plus, elles sont souvent intégrées dans la composition de nombreux médicaments, sous forme de crèmes, gélules et suppositoires. (YAHYAOU, 2005).



Figure\_N° 11: les huiles essentielles. (ANONYME 5)

## **2. Définition des huiles essentielles**

Les huiles essentielles, telles que définies par la Pharmacopée (**ANDRIAMANANTOANINA, 1984**), sont des produits d'une composition généralement complexe, renfermant les principes volatils présents dans les végétaux. Elles se trouvent dans une grande diversité à travers le règne végétal et dans divers organes des plantes, que ce soient les parties florales, les feuilles, les rhizomes, les fruits, l'écorce ou les sucs résineux (**BRUNETON, 1987**). Leur obtention se fait soit par distillation à la vapeur d'eau des végétaux ou de leurs parties, soit par expression des parties fraîches du péricarpe (**BURT, 2004 ; KALEMBA, 2003**).

Selon la définition de l'AFNOR (Association Française de Normalisation : AFNOR, Edition 2000), les huiles essentielles sont des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de Citrus par des procédés mécaniques, et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques. (**BURT, 2004 ; KALEMBA, 2003**).

## **3. Utilisation historique et actuelle des huiles essentielles**

### **3.1. historique**

L'utilisation des huiles essentielles remonte à la Haute Antiquité. En effet, dès 4000 avant J.C., les Égyptiens étaient capables de préparer l'essence de cèdre par distillation sèche. Ils pratiquaient également la momification avec une grande minutie, en utilisant des essences aromatiques pour leurs propriétés antiseptiques. La première mention d'une essence dans un traité médical remonte au XIII<sup>e</sup> siècle avec celle de romarin, reconnue pour ses vertus curatives depuis l'Antiquité pour son parfum balsamique (**NOURACHANI, 2010**).

Les huiles essentielles ont été étroitement liées à la médecine grâce au célèbre médecin et philosophe Ibn Sina "Avicenne" (980-1037), qui a produit la première huile essentielle pure de Rosa centifolia en inventant un serpent in permettant le refroidissement rapide de la vapeur aromatique, ce qui a donné un nouvel élan à la médecine à base de plantes.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, un Français du nom de René Maurice Gattefossé (1881-1950) s'est intéressé à l'étude des huiles essentielles et de leurs vertus médicinales, devenant ainsi le père de l'aromathérapie. Lorsqu'il s'est brûlé les mains dans un accident de laboratoire, il a instinctivement plongé ses mains dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande ; la plaie a guéri rapidement, le surprenant, et l'incitant à approfondir ses recherches sur les huiles essentielles et leurs propriétés (**ATMANI-MERABET, 2018**).

Enfin, dans les années 1960, le docteur Jean Valent (1920-1995) a repris les travaux de Gattefossé et a publié des ouvrages de référence sur l'aromathérapie, notamment

"Aromathérapie, Traitement des maladies par les essences des plantes" en 1964. Tous deux sont considérés comme les pères de l'aromathérapie moderne **(ATMANI-MERABET, 2018)**.

### **3.2. Actuelle**

Les huiles essentielles jouent un rôle prépondérant dans divers secteurs industriels, notamment la parfumerie, les arômes alimentaires, la cosmétique et l'industrie alimentaire. Dans le domaine de la parfumerie, elles sont des ingrédients essentiels pour la création de fragrances uniques. Les arômes alimentaires incorporent de plus en plus d'huiles essentielles afin d'enrichir les saveurs d'une variété de produits tels que le café, le thé, le vin, les yaourts, etc. De plus, les huiles essentielles sont fréquemment utilisées pour parfumer les produits cosmétiques tels que les savons et les crèmes. **(PPAM DE FRANCE ET CONSORTIUM HE, 2021)**.

Dans l'industrie alimentaire, les huiles essentielles pures sont particulièrement appréciées pour leurs propriétés antioxydants et antimicrobiennes, qui contribuent à prolonger la durée de conservation des aliments. Des huiles essentielles telles que la menthe poivrée, la lavande, le romarin et l'eucalyptus, extrait de plantes, sont couramment utilisées dans l'industrie alimentaire. **(PPAM DE FRANCE ET CONSORTIUM HE, 2021)**.

En France, le marché des huiles essentielles est en expansion, avec une production notable d'huiles essentielles de lavande et de lavandin destinées à l'exportation vers des pays comme les États-Unis et la Suisse. **(PPAM DE FRANCE ET CONSORTIUM HE, 2021)**.

## **4. Propriétés organoleptique**

Les caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles, qui se réfèrent aux attributs perçus par les sens humains, notamment la couleur, la saveur et l'odeur, peuvent présenter une grande diversité selon le type d'huile essentielle **(FRANCHOMME P,2001)**. Voici une analyse détaillée de chacune de ces propriétés :

### **4.1. La couleur**

La couleur des huiles essentielles peut varier de transparente à jaune, verte, brune, voire même bleue, en fonction des composés chimiques présents dans l'huile. Certaines huiles essentielles, telles que l'huile de camomille romaine, peuvent exhiber des teintes bleues ou vertes dues à la présence de chamazulène. D'autres peuvent arborer des teintes jaune pâle, comme c'est le cas pour l'huile essentielle de citron. **(FRANCHOMME P,2001)**.

### **4.2. La saveur**

La saveur des huiles essentielles est souvent décrite comme intense et concentrée. Certaines peuvent présenter des notes amères ou épicées, tandis que d'autres sont plutôt douces ou

acidulées. Par exemple, l'huile essentielle de menthe poivrée offre une saveur fraîche, mentholée et légèrement sucrée, tandis que celle de gingembre se distingue par son caractère épicé et chaud. **(FRANCHOMME P,2001)**.

### **4.3. L'odeur**

L'odeur des huiles essentielles constitue l'une de leurs caractéristiques les plus remarquables et est souvent exploitée en aromathérapie pour ses effets thérapeutiques. Chaque huile essentielle dégage une odeur unique, résultant de la combinaison de divers composés chimiques volatils. Par exemple, l'huile essentielle de lavande est caractérisée par son parfum floral, doux et apaisant, tandis que celle d'eucalyptus offre une odeur fraîche, camphrée et revigorante. L'odeur peut être décrite en termes de notes de tête (les premières senteurs perçues), de notes de cœur (les arômes principaux) et de notes de fond (les effluves persistantes). Il convient de noter que les propriétés organoleptiques peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la variété de la plante, le lieu de culture, les conditions climatiques, les méthodes d'extraction et de distillation, ainsi que la qualité et la pureté de l'huile essentielle. **(FRANCHOMME P,2001)**.

### **5. Propriétés physique**

Les essences et les huiles essentielles partagent des caractéristiques physiques communes, mais leur diversité chimique induit des variations significatives. À température ambiante, les huiles essentielles se présentent sous forme liquide, bien que des exceptions subsistent. Par exemple, l'huile essentielle de myrrhe est visqueuse, celle de bois de gaïac est pâteuse, tandis que celle de cèdre de Virginie peut se solidifier, de même que parfois celle de rose ou encore un mélange solide-liquide lors de l'extraction de la badiane. **(DESCHEPPER, R. 2017)**.

Les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les rend aptes à être entraînées par la vapeur et à dégager des arômes prononcés, les distinguant ainsi des huiles végétales grasses ou "fixes". Leur évaporation diffère en fonction de leur composition chimique ; par exemple, les mono terpènes sont bien plus volatils que les sesquiterpènes. **(DESCHEPPER, R. 2017)**.

Les essences sont lipophiles et généralement peu solubles dans l'eau, bien que certains composants, tels que la verbénone du romarin ou le lavandulol de la lavande vraie, présentent une certaine solubilité. Certains composants sont même hautement hydrosolubles, favorisant la formation d'émulsions lors de l'extraction, comme dans le cas de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan. **(DESCHEPPER, R. 2017)**.

Leur solubilité est totale dans les huiles grasses, constituant leurs meilleurs solvants, et élevée dans les alcools forts et les solvants organiques.

La couleur des huiles essentielles est extrêmement variée, allant de l'ultra-violet du zeste de mandarine au rouge de certaines sarriettes ou au jaune pâle de la sauge sclarée. La plupart ont une teinte jaune presque imperceptible, qui peut s'assombrir avec le temps en raison de l'oxydation. (DESCHEPPER, R. 2017).

La densité des huiles essentielles, mesurée par rapport à celle de l'eau distillée à 20°C, varie en fonction de leur composition chimique. La plupart ont une densité inférieure à celle de l'eau, mais certaines, comme celles de gaulthérie couchée ou d'oignon, ont une densité supérieure.

L'indice de réfraction, mesuré à 20°C, est généralement élevé pour les huiles essentielles. Par exemple, celui de l'huile essentielle d'écorce de cannelle de Ceylan est compris entre 1,573 et 1,591. (DESCHEPPER, R. 2017).

Le pouvoir rotatoire, qui dépend des molécules chirales, exprime leur capacité à dévier la lumière polarisée. Les huiles essentielles présentent des valeurs variables en fonction de la nature et de la concentration des molécules chirales qu'elles contiennent, comme l'oranger et la menthe poivrée, qui affichent respectivement des valeurs de +105° et de -17,75° (DESCHEPPER, R. 2017).

## 6. Propriétés reconnues des huiles essentielles

Les huiles essentielles détiennent un éventail de propriétés reconnues qui méritent attention. Voici une exposition détaillée de ces caractéristiques :

- **Propriétés anti-infectieuses** : Les composés aromatiques les plus remarquables pour leur activité antibactérienne sont les phénols, présents notamment dans l'huile essentielle de clou de girofle. Par ailleurs, il est à noter que les virus se montrent assez sensibles aux huiles essentielles contenant des phénols et des monoterpénols, entre autres. (DESCHEPPER, R. 2017).
- **Propriétés anti-inflammatoires** : Les huiles essentielles renfermant des aldéhydes présentent des vertus actives contre l'inflammation, aussi bien en usage interne que l'huile essentielle de gingembre. (DESCHEPPER, R. 2017).
- **Régulation du système nerveux** : En tant qu'antispasmodiques, les esters et les éthers présents dans les huiles essentielles agissent sur les spasmes des muscles lisses ou striés. Par ailleurs, les aldéhydes, tels que les citrals contenus dans des huiles essentielles



comme celle de mélisse ou de verveine citronnée, favorisent la relaxation et le sommeil, agissant également comme des analgésiques et des antalgiques. (DESCHEPPER, R. 2017).

- **Propriétés drainantes respiratoires** : Les huiles essentielles riches en oxydes (comme le 1,8 cinéole) telles que l'huile essentielle d'eucalyptus globules ou de romarin, exercent une action expectorante en stimulant les glandes bronchiques et les cils de la muqueuse bronchique. Les huiles essentielles contenant des cétones (comme la verbénone dans l'huile essentielle de romarin) ont quant à elles une action fluidifiante en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse. (DESCHEPPER, R. 2017).
- **Propriétés digestives** : Des huiles essentielles telles que celles de cumin (contenant du cuminal), d'anis étoilé ou d'estragon présentent des actions digestives et apéritives en stimulant la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée, quant à elle, diminue les nausées. (DESCHEPPER, R. 2017).
- **Propriétés cicatrisantes** : Les huiles essentielles reconnues pour leurs propriétés cicatrisantes sont celles de ciste, de lavande vraie, d'immortelle et de myrrhe. On observe souvent l'utilisation d'un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce (DESCHEPPER, R. 2017).

### 7. Les critères de qualité des huiles essentielles

Les critères de qualité des huiles essentielles revêtent une importance capitale, bien que souvent négligée lorsqu'on considère l'aromathérapie comme une simple mode. Il est essentiel de reconnaître que les huiles essentielles sont des concentrés de substances actives, et des variations notables peuvent être observées à plusieurs niveaux : effets thérapeutiques constatés, toxicité et prix. Il est impératif que les pharmaciens disposent de connaissances approfondies afin de conseiller adéquatement les patients et de leur fournir des huiles essentielles de la plus haute qualité possible. (LAURAIN-MATTAR, D. 2018).

L'aromathérapie, qui tire parti des huiles essentielles, constitue une option thérapeutique complémentaire de plus en plus prisée par les patients, en raison d'une méfiance croissante à l'égard de certains médicaments allopathiques. Les médias, la presse grand public et Internet encouragent le public à explorer des alternatives "naturelles" perçues comme sûres. Les huiles essentielles sont disponibles en pharmacie, mais également en dehors du circuit pharmaceutique,

dans les grandes surfaces, les marchés, les magasins "bio" et sur Internet. Pour garantir la qualité d'une huile essentielle utilisée en thérapie, plusieurs critères doivent être pris en compte, notamment l'identification de la plante, les méthodes de culture, de récolte et d'extraction de l'huile essentielle. (LAURAIN-MATTAR, D. 2018).

Concernant les autres opérations, une fois la distillation de la plante effectuée, divers procédés peuvent être appliqués à l'huile essentielle obtenue. La rectification vise à augmenter artificiellement la concentration d'un principe actif spécifique, tandis que la déterpénation consiste à éliminer une partie des terpènes contenus dans l'huile essentielle pour réduire sa toxicité, notamment les risques d'épilepsie ou de photosensibilisation (LAURAIN-MATTAR, D. 2018).

### **8. Composition chimique**

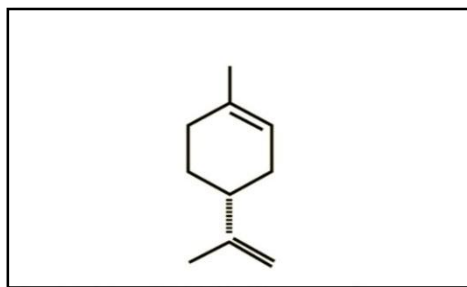
La composition chimique d'une huile essentielle est influencée par de nombreux facteurs. Certains sont associés aux processus d'extraction imposés, mais l'essence de la composition chimique dépend principalement de celle produite par la plante, influencée par des facteurs environnementaux et surtout par le patrimoine génétique de la plante.

La présence ou l'absence d'un constituant chimique à chaque étape de la croissance est déterminée exclusivement par le patrimoine génétique de la plante, tandis que sa concentration est influencée à la fois par la génétique et par des facteurs environnementaux. (BENAYAD N.,2008)

Les huiles essentielles peuvent contenir plusieurs milliers de molécules différentes. Une seule huile essentielle peut contenir plusieurs dizaines, voire des centaines, de composés chimiques différents, présents dans des proportions très variables. En revanche, certaines huiles essentielles peuvent être dominées par une molécule presque pure, ce qui rend la présence d'autres composants négligeable. C'est notamment le cas de la gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens* L.), qui peut contenir jusqu'à plus de 99% de salicylate de méthyle. (BENAYAD N.,2008)

Parmi ces facteurs nous citons :

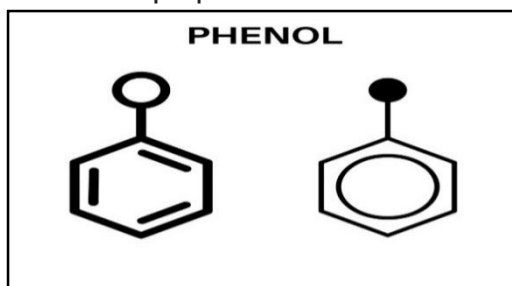
**Terpènes** : Ce sont les composés les plus courants dans les huiles essentielles, comprenant des mono terpènes et des sesquiterpènes. Ils contribuent à l'arôme et aux propriétés thérapeutiques des huiles essentielles. Par exemple, le limonène, présent dans les agrumes, est un mono terpène



courant. (BENAYAD N.,2008)

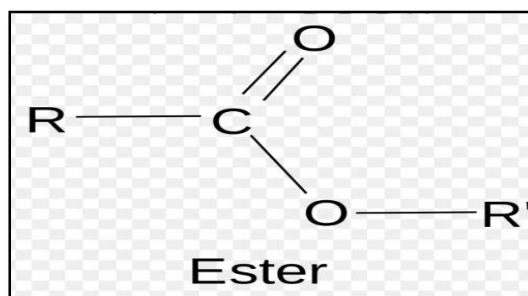
**Figure\_N° 12 : la structure de terpène. (BENAYAD N.,2008)**

**Phénols** : Ils ont des propriétés antiseptiques et antibactériennes. Par exemple, le thymol dans l'huile essentielle de thym. (BENAYAD N.,2008)



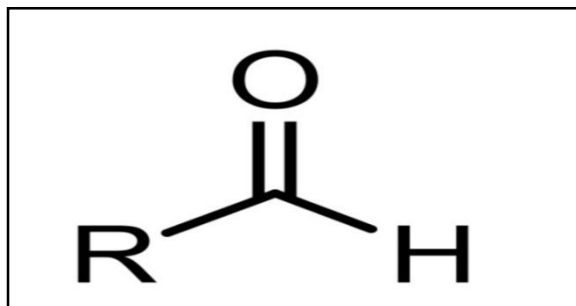
**Figure\_N° 13: la structure de phénol. (BENAYAD N.,2008)**

**Esters**: Ces composés ont souvent des arômes fruités et contribuent à l'aspect relaxant des huiles essentielles. Par exemple, le linalol dans l'huile essentielle de lavande. (BENAYAD N.,2008)



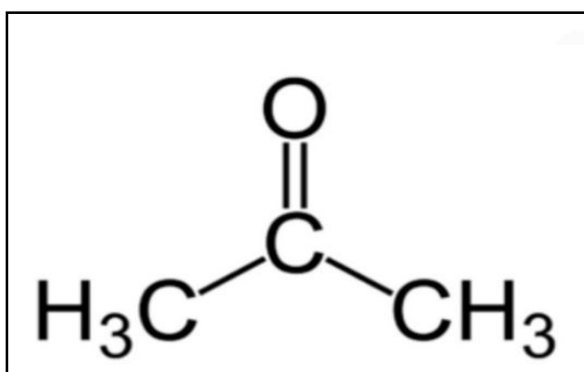
**Figure\_N° 14 : la structure d'Ester. (BENAYAD N.,2008)**

**Aldéhydes:** Ils ajoutent des notes agréables aux arômes des huiles essentielles. Par exemple, le citral dans l'huile essentielle de citronnelle (BENAYAD N.,2008)



Figure\_N°15 : la structure d'Aldéhyde. (BENAYAD N.,2008)

**Cétones :** Ils peuvent avoir des propriétés sédatives ou toniques, selon leur composition. Par exemple, le carbone dans l'huile essentielle de menthe poivrée.



Figure\_N°16 : la structure de cétone. (BENAYAD N.,2008)

## 9. Activités biologique

Les huiles essentielles possèdent diverses activités biologiques, bien que leur rôle physiologique exact dans le règne végétal demeure encore inconnu. Leur diversité moléculaire confère à ces composés des propriétés biologiques variées.

Par exemple, des études ont mis en évidence un effet anti-inflammatoire pour les huiles essentielles de *Protium strumosum*, *Protium lewellyni* et *Protium grandifolium* (SIANI ET AL., 1999). D'autres recherches ont montré que les huiles essentielles de *Chromo Léana odorata* et de *Mikania cordata* présentaient une inhibition de la lipoxigénase L-I de soja, un modèle de la lipoxigénase humaine (5-LO) impliquée dans les processus inflammatoires (BEDI ET AL., 2004).

De plus, une étude ultérieure a révélé des effets positifs sur la fonction de la Cyclooxygénase de la Prostaglandine H-synthétase pour les huiles essentielles de *Chromolaena odorata* (BEDI ET AL., 2010). Enfin, les mêmes auteurs ont rapporté des activités inhibitrices sur la cyclooxygénase pour les huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus*, *Ocimum gratissimum* et *Eucalyptus citriodora* (BEDI ET AL., 2003).

De nombreuses huiles essentielles, telles que celles de thym, de citronnelle, de cannelle et de *Melaleuca alternifolia*, ont également montré des activités antifongiques (Burt, 2004). Par ailleurs, l'efficacité des huiles extraites des achillées contre la levure pathogène *Candida albicans* a été démontrée dans plusieurs études (BAREL ET AL., 1991; UNLU ET AL., 2002; CANDAN ET AL., 2003).

Certaines huiles essentielles présentent des activités anti-tumorales et sont étudiées pour leur potentiel dans le traitement préventif de certains types de cancers. Par exemple, l'huile essentielle isolée des graines de *Nigella sativa* a démontré une activité cytotoxique in vitro contre différentes lignées tumorales et a montré des effets bénéfiques in vivo dans la limitation de la prolifération des métastases hépatiques (MBAREK ET AL., 2007). De même, l'huile essentielle de *Melissa officinalis* a montré son efficacité contre certaines lignées de cellules cancéreuses humaines (DE SOUSA ET AL. 2004).

## **10.SYNTHESE**

Il existe un grand nombre de molécules pouvant entrer dans la composition des huiles essentielles, en proportion très variable. Ces molécules sont classées selon la famille chimique à laquelle elles appartiennent. Elles sont issues de trois lignées différentes : les terpénoïdes par assemblage de sous unités isopentenyl pyrophosphate, les phénylpropanoïdes dérivés de l'acide shikimique et un troisième groupe de dérivés des acides gras. (DE SOUSA ET AL. 2004).

D'autres études se sont intéressées à diverses applications médicales des huiles essentielles. Par exemple, des recherches ont montré que l'huile essentielle de *Ocimum canum* peut limiter la formation d'ulcères gastriques induits par l'éthanol (OUSSOU, 2009), tandis que d'autres ont examiné leur capacité à faciliter la pénétration transdermique de substances médicamenteuses lipophiles (MONTI ET AL. 2002). En outre, des travaux ont tenté d'évaluer les effets des huiles essentielles sur le comportement ou leur utilité potentielle dans la lutte contre l'addiction à certaines drogues, comme la nicotine (UMEZU, 1999; ZAHO ET AL., 2005).

**11. Conclusion**

En conclusion, les huiles essentielles représentent des composés aux propriétés remarquables, offrant une diversité d'applications médicales et thérapeutiques. Leur utilisation s'est répandue dans de nombreux domaines, allant de la médecine traditionnelle à la cosmétique en passant par l'aromathérapie. Leurs activités biologiques variées, telles que leurs effets anti-inflammatoires, antifongiques et même potentiellement anti-tumorales, suscitent un intérêt croissant dans le domaine de la recherche médicale.

---

**MATERIELS ET METHODE**

---



## Matériel et méthodes

### I. Matériel végétal

- ✓ **La plante étudiée** : la partie aérienne de trois plantes médicinales

**Plante 01** : *Artemisia Herba Alba*

**Plante 02** : *Mentha pulegium*

**Plante 03** : *Mentha suaveolens*

- ✓ **Huile essentielle** : extraite par Hydrodistillation

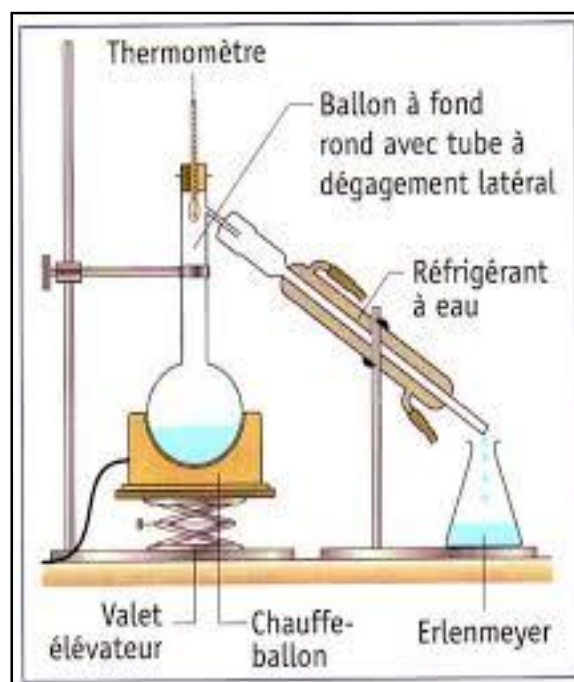
### 2. Extraction d'huile essentielle (HE)

#### 2.1. Principe

La méthode d'hydrodistillation représente l'approche la plus rudimentaire et la plus traditionnelle. Son principe repose sur l'ébullition d'un mélange d'eau et de plantes, dans le but d'extraire l'huile essentielle désirée. Sous l'effet de la chaleur, les cellules végétales éclatent, libérant ainsi des molécules odorantes qui, par la suite, sont transportées par la vapeur d'eau résultante. Ces molécules, une fois refroidies dans un dispositif de condensation, se transforment en liquide et sont récupérées dans un récipient dédié.

#### 2.2. Mode opératoire

L'extraction d'HEs est réalisée par hydro-distillation pendant 6h et 30 min, l'hydrodistillation a été accomplie à l'aide d'un dispositif suinant : **(Figure I7)**.



**Figure\_N°I7** : Dispositif utilisé pour l'extraction des HEs.



Dans un récipient d'un litre, une certaine quantité de matériau végétal est directement mise en contact avec 500 ml d'eau distillée. Ce mélange est ensuite porté à ébullition à l'aide d'un chauffe-ballon. Les vapeurs résultantes sont condensées sur une surface froide, permettant ainsi la séparation de l'huile essentielle en raison de leur différence de densité. Par la suite, l'huile essentielle est séparée de l'eau par décantation, comme illustré dans la figure suivante :



**Figure\_N°18** : Séparation des HEs par décantation

Après l'extraction et la récupération, l'huile essentielle obtenue a été stockée dans un flacon en verre stérile. Ce flacon a été ensuite recouvert de papier aluminium pour le protéger de la lumière, puis placé dans un réfrigérateur à une température de 4°C jusqu'à son utilisation pour l'activité antibactérienne.

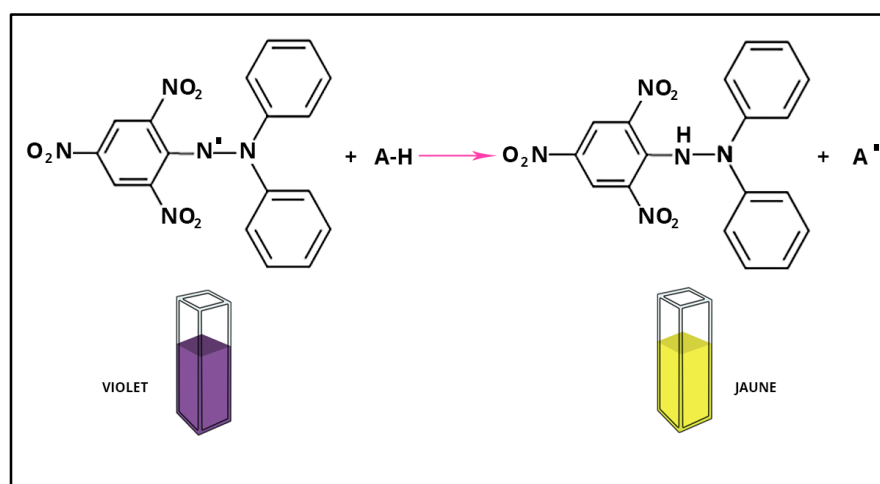
### 3. Activité antioxydant de l'huile essentielle

Plusieurs huiles essentielles détiennent des propriétés antioxydantes bénéfiques qui peuvent être exploitées pour protéger divers matériaux, notamment les aliments contre leur rancissement (SCHWARTZ ET AL., 1992). Cette étude vise à examiner les propriétés antioxydantes des huiles essentielles d'*Artemisia Herba Alba*, de *Mentha pulegium* et de *Mentha suaveolens* en utilisant la méthode du piégeage radicalaire par le DPPH.

#### 3.1. Méthode de réduction du radical libre DPPH

Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles et des antioxydants standards a été évalué par rapport au radical DPPH à l'aide d'un spectrophotomètre, en observant la réduction de ce radical qui se traduit par un changement de couleur de violet (DPPH•) à jaune (DPPH-H), mesurable à une longueur d'onde de 517 nm. Cette réduction de couleur est induite par la présence de substances antiradicalaires, entraînant ainsi une diminution de l'absorbance.

(BENYOUCEF, 2020)



Figure\_N°19 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH (BENYOUCEF, 2020)

### 3.2. Mode opératoire

#### 3.2.1. Préparation d'une solution de DPPH

La solution de DPPH a été préparée par la solubilisation de 10,8 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

### 3.2.2. Préparation d'une solution mère d'HE de concentration 10mg/ml

Pour préparer 10 ml d'une solution mère d'huile essentielle (HE) avec une concentration de 10 mg/ml, mesurez la quantité appropriée d'huile essentielle et ajoutez du méthanol jusqu'à atteindre le volume total de 10 ml.

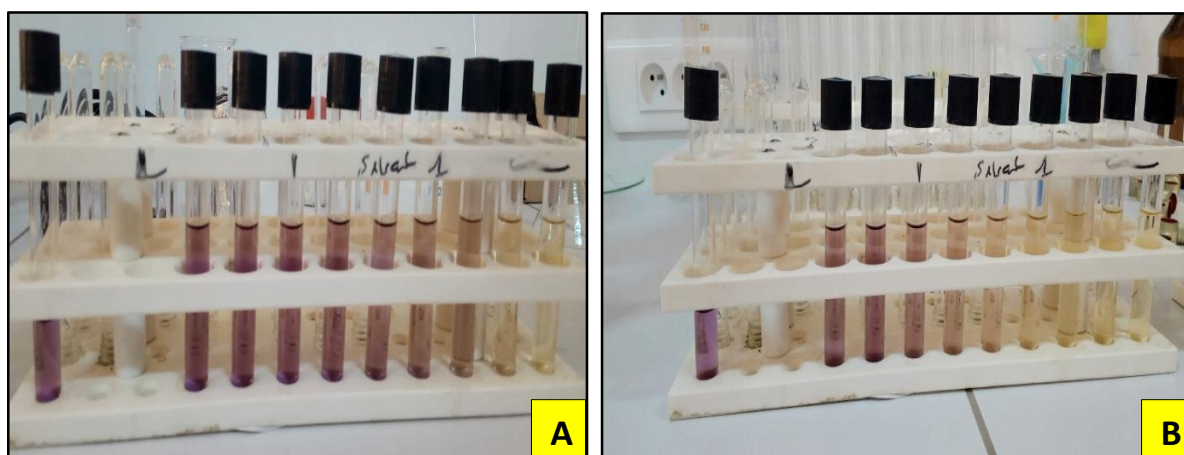
### 3.2.3. Préparation des dilutions

Des dilutions de concentrations décroissantes ont été préparées selon le tableau suivant :

**Tableau 07 : Préparation des dilutions**

N° de tube	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Concentration (mg/ml)	10	5	2.5	1	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01
DPPH (µl)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
<b>Dans chaque tube en ajout 2 ml de DPPH (µl)</b>									

Les mélanges ont été incubés dans l'obscurité pendant 30 minutes et la décoloration comparée au contrôle négatif contenant seulement la solution de DPPH



**Figure\_N°20** : Coloration des tubes : **A)** Avant incubation ; **B)** Après incubation

Le pourcentage de l'inhibition est calculé suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Pourcentage d'inhibition(\%)} = \frac{Do(\text{control}) - Do(\text{echantillon})}{Do(\text{control})} \times 100$$

### 3.2.4. Lecture des résultats d'activité antioxydant

A 517 nanomètres en fait la lecture par l'utilisation du spectrophotomètre UV visible.

4. Etude de l'activité anti bactérienne

4.1. Matériel utilisé

	
<p><b>Bec bunsen</b></p>	<p><b>Les tubes à essai</b></p>
	
<p><b>Papier whatman (Ø=6mm)</b></p>	<p><b>Les flacons</b></p>
	
<p><b>Les boite de Pétrie</b></p>	<p><b>Les Ecouvillon</b></p>



## 4.2. Appareils

Plusieurs appareils utilisés pour étudier l'activité antimicrobienne. (**Tableau 8**).

**Tableau 8** : Appareils de laboratoire utilisés

Matériel	Utilisation
<b>Plaque chauffante agitatrice</b>	Préparation du milieu de culture
<b>Réfrigérateur</b>	Conservation des échantillons
<b>Autoclave</b>	Stériliser les matériels et les milieux de culture
<b>Etuve</b>	Incubation les souches bactériennes

## 4.3. Matériel biologique

Les souches bactériennes utilisées sont composées selon le tableau suivant :

**Tableau 9** : Les souches utilisées dans les différents tests d'activité antibactérienne.

Souches	Gram	Code
<i>E. coli</i>	<b>Négatif</b>	ATCC 25922
<i>P. aeruginosa</i>		Cip A22
<i>S. aureus</i>	<b>Positif</b>	ATCC 43300
<i>S. aureus</i>		ATCC 25923

**A.T.C.C:** American type culture collection.

**Cip A22** : Centre de recherche biologiques de l'institut pasteur A

## 4.4. Milieu utilisés

**Tableau 9** : Milieux utilisés pour l'activité antimicrobienne d'huile essentielle

Milieu		Utilisation
<b>Liquide</b>	Bouille Mueller Hinton	Préparation de l'inoculum des souches bactérienne.
<b>Solide</b>	Gélose Mueller Hinton	Colé dans des boites Pétri pour l'ensemencement des souches bactériennes.

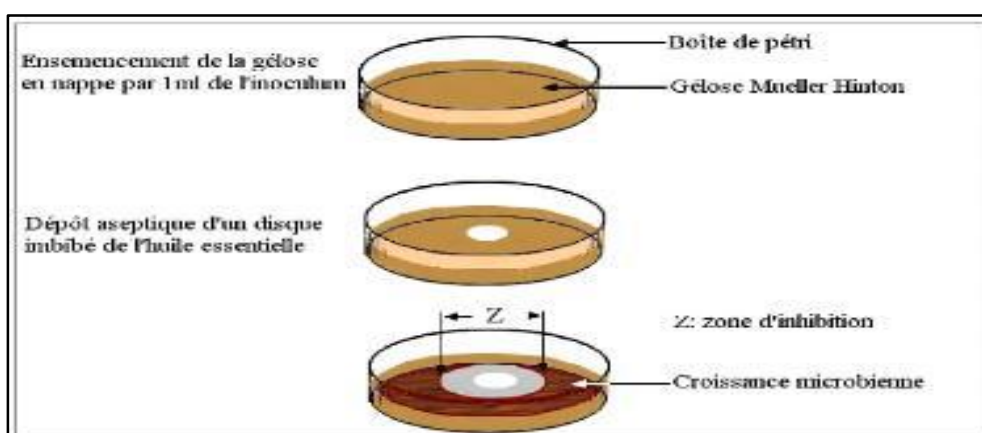
## 4.5. Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobiennes

### 4.5.1. Purification

Dans le respect des règles d'asepsie et dans le but de régénérer nos souches de référence, nous avons procédé au transfert des microorganismes à partir d'une culture conservée sur Gélose nutritive inclinée (GNI). Chaque souche a été ensemencée individuellement dans 10 ml de Bouillon MH, puis incubée à 37°C pendant 24 heures. Ensuite, à partir de chaque tube incubé, nous avons réalisé deux ensemencements par épuisement dans des boîtes de Pétri préalablement remplies du milieu spécifique correspondant à chaque souche. Ces boîtes ont ensuite été incubées à 37°C pendant 24 heures.

### 4.5.2. Test de l'activité antibactérienne (*Méthode de diffusion sur disques*)

Ce test nous permet d'évaluer simultanément l'activité antimicrobienne des huiles. La méthode comprend trois étapes principales : préparation de l'inoculum, ensemencement et dépôt de disques. Des disques de papier filtre stérilisés de 6 mm de diamètre, imprégnés de 10 µl ou 15 µl des huiles essentielles testées, sont déposés à la surface d'un milieu de Mueller-Hinton coulé dans une boîte de Petri préalablement ensemencée en surface à l'aide d'un écouvillon contenant une suspension bactérienne préparée dans le bouillon M.H. La densité optique de cette suspension bactérienne doit être comprise entre 0,08 et 0,1, mesurée à 625 nm (environ  $10^8$  UFC/ml). Il est important de bien étaler la suspension bactérienne sur la surface de la gélose MH séchée en frottant l'écouvillon de haut en bas en stries serrées sur toute la surface gélosée. Cette opération doit être répétée deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois, en pivotant également l'écouvillon sur lui-même. Enfin, l'ensemencement est terminé en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.



Figure\_N°21 : Méthode de diffusion sur disques. (BENDJABOUR, 2019)

### 4.5.3. Lecture des résultats

Les boîtes de Pétri sont placées à 4°C pendant 2 heures afin de faciliter la diffusion des huiles essentielles. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, les résultats sont évalués en mesurant le diamètre en millimètres de la zone d'inhibition. Des disques d'antibiotiques ont été utilisés (Gentamicine : 10µg) comme molécule de référence.

L'action de l'huile essentielle se manifeste par la formation d'un cercle transparent autour du disque, ce cercle correspondant à une zone où la croissance bactérienne est absente, ce qu'on appelle la zone d'inhibition du principe actif. La distance en millimètres de cette zone est ensuite mesurée et rapportée à une échelle de concordance, permettant d'interpréter la sensibilité de la souche bactérienne au principe actif étudié comme étant sensible, intermédiaire ou résistante.

Les résultats sont exprimés selon quatre niveaux d'activité ([PONCE ET AL. 2003](#))

- ✓ (-) souche résistante
- ✓ (+) souche sensible
- ✓ (+ +) souche très sensible
- ✓ (+ + +) extrêmement sensible

---

**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

---





## I. Résultats

### I.1. Résultat d'extraction d'huile essentielle (HE)

Tableau I0 : Résultat d'extraction.

	Région	Climat	Rendement
<i>Artemisia herba Alba</i>	Ghelizen	Aride	0.86 %
<i>Mentha pulegium</i>	Hmaina (Ain Temouchent)	Humide	0.73 %
<i>Mentha suaveolens</i>	Sidi safi (Ain Temouchent)	Humide	0.59 %

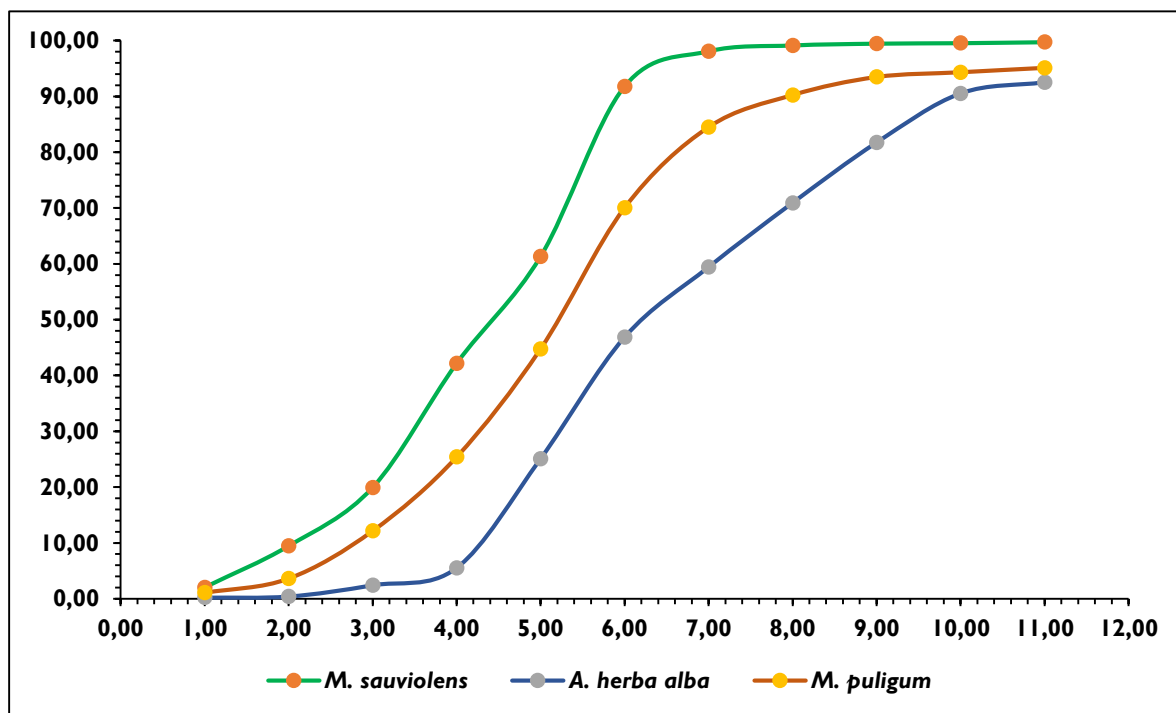
### I.2. Résultats d'activité antioxydant par DPPH

L'activité antioxydante des huiles essentielles des plantes étudiées a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en observant la réduction du radical DPPH, ce qui entraîne un changement de couleur de violet (DPPH•) à jaune (DPPH-H), mesurable à 517 nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance provoquée par des substances anti-radicalaires. Le pourcentage d'inhibition (% I) pour chaque résultat a été calculé, et les essais ont été réalisés en triplicata.



Figure\_N°22 : Résultats d'activité antioxydant par DPPH

L'activité inhibitrice radicalaire du DPPH est généralement évaluée par sa valeur  $IC_{50}$ , qui représente la concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical libre DPPH• présent dans le milieu réactionnel. Une valeur faible de l' $IC_{50}$  témoigne d'une forte activité antioxydante. Cette concentration minimale d'inhibition ( $IC_{50}$ ) est déterminée graphiquement à partir des courbes de tendance linéaire, puis utilisée pour comparer l'activité antioxydante de l'acide ascorbique et du BHT. (Figure 23).



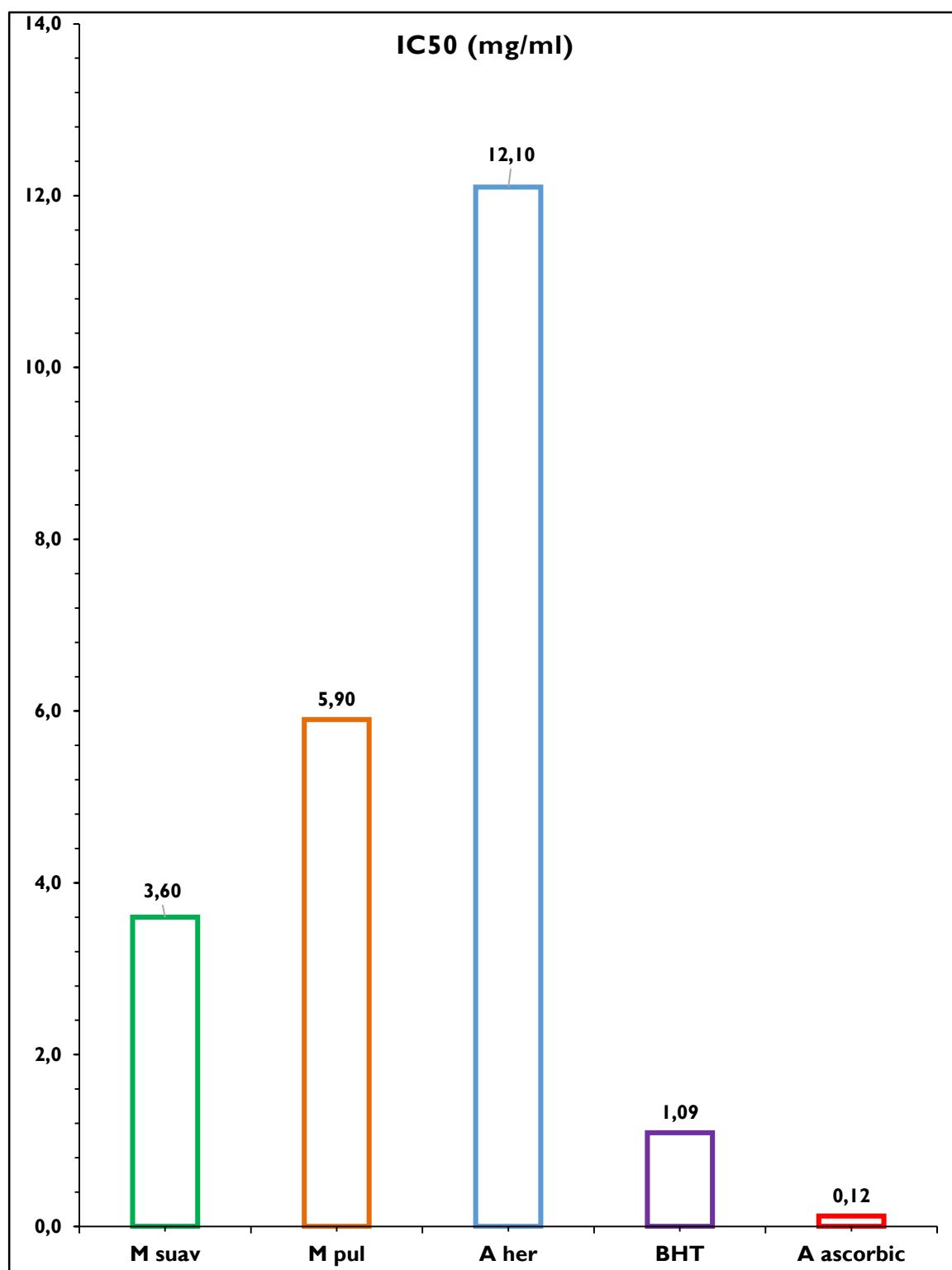
**Figure N° 23 :** Courbe d'étalonnage d'activité antioxydant des plantes étudiées (*Artemisia herba Alba*, *M. suaveolens* et *M. pulegium*)

**Tableau II :** Résultat d'activité antioxydant par DPPH.

Echantillon	$IC_{50}$ (mg/ml)
<i>M. suaveolens</i>	3.60
<i>M. pulegium</i>	5.9
<i>A. herba alba</i>	12.1
<b>BHT</b>	1.09
<b>Acide ascorbique</b>	0.12

Nous remarquons que l'huile essentielle de *M. suaveolens* à montrer une activité antioxydante forte avec une  $IC_{50}$  de 3.60 mg/ml, alors que l'HE de *M. pulegium* a montré un pouvoir antioxydant notable avec une  $IC_{50}$  de 5.9 mg/ml. L'activité antioxydante la plus faible a été observée pour l'huile

essentielle d'*A. herba alba* avec une  $IC_{50}$  de 12.1 mg/ml, qui été largement inférieure à celle du témoin Acide ascorbique ( $IC_{50} = 0.12$  mg/ml) et BHT ( $IC_{50} = 1.09$  mg/ml) (Figure 24).



Figure\_N° 24 : Comparaison d' $IC_{50}$  des HEs, Acide ascorbique et de BHT déterminées par la méthode DPPH

### I.3. Résultats d'activités antibactériennes

La méthode de diffusion sur disque également nommé aromatoigramme, c'est un procédé qualitatif qui nous permettra de tester la sensibilité ou la résistance des microorganismes aux huiles essentielles. Le tableau 12 présente les résultats de sensibilité des souches microbiennes (les diamètres d'inhibition) vis-à-vis des huiles étudiées par la méthode de disque.

**Tableau 12 :** Résultats d'activités antimicrobiennes d'huile essentielle.

Microorganismes	Disc diffusion ( <i>M. pulegium</i> )	Disc diffusion ( <i>M. suaveolens</i> )	Disc diffusion ( <i>A. herba alba</i> )	Disc d' (Gentamicine)
	Niveaux d'activité	Niveaux d'activité	Niveaux d'activité	Niveaux d'activité
<b>Gram négative bactéries</b>				
<i>E. coli</i> ATCC 25922	+++	+++	++	+++
<i>P. aeruginosa</i> Cip A22	+++	+++	+++	+++
<b>Gram positive bactérie</b>				
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	++	+++	+++	+++
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	+	+++	+++	+++

## 2. Discussions

L'huile essentielle de *M. suaveolens* on présentée le pouvoir antioxydant le plus élevé avec une IC<sub>50</sub> de l'ordre 3.6 mg/ml, Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par **ED-DRA et al** (3.11 mg/ml). Nos résultats est nettement plus forte que celle obtenue par **BOUYAHYA et al** (64.76 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **EL HACHLAFI et al** (0.21 mg/ml), **ED-DRA et al** (0.78 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE de *M. suaveolens* ont exprimé également une forte capacité antioxydant mais qui reste inferieur celui des témoins **BHT** et **acides ascorbique**.

L'huile essentielle de *M. pulegium* on présentée d'effets antioxydant très élevé, probablement lié à leur profil chimique. Il est à noter que l'huile essentielle à exercer une forte activité inhibitrice du radical DPPH avec une IC<sub>50</sub> de l'ordre 5.9 mg/ml, qui est nettement plus forte que celle obtenue par **AIT CHAOUCHE** (484.03 mg/ml) et **HABITOUCHE & MAAMAR** (116.23 mg/ml). En revanche notre valeur était très proche de celle qu'il a trouvée par **BADACHE & BAKIRI** (7.75 et 8.60 mg/ml). Néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **ABOU & FAREH** (0.29 mg/ml), **BAALI** (0.21 mg/ml), **BOUTTINE** (1.09 mg/ml), **SI BOUAZZA & ZENASNI** (0.67 mg/ml), **TAALBI** (0.21 mg/ml) et **CHERRAT** (0.066 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE de *M. pulegium* ont exprimé également une capacité antioxydante approximative que celle de témoin **BHT**, en revanche la valeur de IC<sub>50</sub> reste très loin que celle de témoin **acides ascorbique**.

L'huile essentielle d'*A. herba alba* ont présentée d'effets antioxydant très élevé, probablement lié à leur profil chimique. Il est à noter que l'huile essentielle à exercer une faible activité inhibitrice du radical DPPH avec une IC<sub>50</sub> de l'ordre 12.1 mg/ml, qui est nettement plus forte que celle obtenue par **BENYOUCEF et al** (79.4 mg/ml), néanmoins elle reste moins importante à celle trouver par **BOUDJELAL** (79.4 mg/ml), **BENMEZIANE & HADDADIN** (1 mg/ml), **BENANI** (0.35 mg/ml), **AYAD** (0.11 mg/ml), **KHALID et al** (0.50 mg/ml).

L'examen de l'activité antioxydant d'HE d'*A. herba alba* ont exprimé également une très faible capacité antioxydante que celles des témoins **acide ascorbique** et le **BHT**.

L'activité antimicrobienne d'huiles essentielle a été étudiée contre quatre souches bactériennes : deux à Gram négatif *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (Cip A22), et deux à Gram positif : *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

De façon générale le mode d'action des huiles essentielles dépend du type et des caractéristiques des composants actifs, notamment leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation des enzymes de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K<sup>+</sup>) (S.D. COX et al, 2000).

L'HE de *M. suaveolens* a montré une excellente activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les souches testées. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par ED-DRA et al (2018), MERZOUK et SAIDI (2018). En revanche nos résultats ont donné une efficacité antibactérienne nettement meilleure que celle trouver par PETRETTO et al (2014), BOUYAHYA et al (2019), ZERANI et al (2021), EL HACHLAFI et al (2023), AFROKH et al (2024).

L'HE de *M. pulegium* a montré une très bonne activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les souches testées, l'activité variait d'un niveau sensible à un niveau extrêmement sensible. On remarque également que cette huile été extrêmement sensible contre les bactéries à Gram(+), et variait d'un niveau sensible à un niveau très sensible contre les Gram(-). Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par CHERRAT (2013), ABOU & FAREH (2017), AIT CHAOUCHE (2018) et SI BOUAZZA & ZENASNI (2020). En revanche nos résultats ont donné une efficacité antibactérienne nettement meilleure que celle trouver par BOUTTINE (2018), BADACHE & BAKIRI (2019) et HABITOUCHE & MAAMAR (2021).

L'HE d'*A. herba alba* a montré une très bonne activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les souches testées, l'activité variait d'un niveau très sensible à un niveau extrêmement sensible. On remarque également que cette huile été extrêmement sensible contre les bactéries à Gram(+) que les Gram(-). Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par BENYOUCEF (2020), KHALID et al (2021), AYAD (2024) et BENMEZIANE & HADDADIN (2024). En revanche nos résultats ont donné une efficacité antibactérienne nettement meilleure que celle trouver par BOUDJELAL (2013), GHIABA (2019) et MADJIDA (2022).

## *Conclusion générale*

---

**Conclusion générale**



Conclusion

*Conclusion Générale*

---

**C**onclusion Générale

Coeur de la Main

CONCLUSION



CONCLUSION

PLAN INTRODUCTION RÉSUMÉ RAPPORT CONFÉRENCE

MOTS-CLÉS EXPOSÉ SYNTHÈSE DEBAT

PRÉSENTATION DISCUSSION ANNEXES

RÉSULTATS MÉTHODE

FIN MERCI BILAN

QUESTIONS

PROLONGEMENT NOTION EXPLICATIONS CHAPITRE CRITIQUES ARGUMENT LIMITE THÈSE

RECUL CLARIFICATIONS PRINCIPLE DOCUMENT GÉNÉRALITÉS POUR-SUITE PERSPECTIVES DÉFINITION ARTICLE TERME

SUITE ANALYSE DÉVELOPPEMENT ÉLÉMENTS RÉUNION CONCEPT COMPARAISON CONCLUSIONS PRÉCISIONS CONTEXTE PARTIE OUVERTURE ENSEMBLE MÉTHODOLOGIE

## **Conclusion**

Notre travail, essentiellement consacré à l'étude d'Activité antioxydant et antibactérienne des huiles essentielles de trois plantes médicinales. L'efficacité antibactérienne et antioxydant des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*, *Mentha suaveolens* et *Mentha pulegium* dépendra des résultats spécifiques de chaque étude. Toutefois, de manière générale, ces huiles essentielles ont démontré des propriétés prometteuses dans ces domaines. En ce qui concerne leur activité antibactérienne, plusieurs études ont signalé que les huiles essentielles de ces plantes possèdent un potentiel significatif contre différentes souches de bactéries pathogènes telles que *E. coli* et *S. aureus*. Leurs composés actifs peuvent efficacement lutter contre ces microorganismes, ouvrant ainsi des perspectives intéressantes pour le développement de nouveaux agents antimicrobiens.

La comparaison des activités antioxydantes et des valeurs de  $IC_{50}$  des plantes *Artemisia herba alba*, *Mentha suaveolens* et *Mentha pulegium* suggère que ces plantes possèdent un potentiel significatif en tant qu'antioxydants. Leurs capacités à neutraliser les radicaux libres, démontrées par leurs  $IC_{50}$ , indiquent qu'elles pourraient être bénéfiques pour la santé humaine en prévenant les dommages oxydatifs. Cela souligne l'importance de leur exploration continue en tant que sources naturelles de composés antioxydants pour diverses applications, y compris en médecine et en alimentation.

En somme, les huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*, *Mentha suaveolens* et *Mentha pulegium* présentent un potentiel élevé en tant qu'agents antibactériens et antioxydants, offrant ainsi des perspectives intéressantes pour leur utilisation dans divers domaines, notamment en tant qu'agents thérapeutiques naturels et additifs dans les produits cosmétiques et pharmaceutiques. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre leurs mécanismes d'action et leur sécurité d'utilisation.



*Références bibliographiques*

---

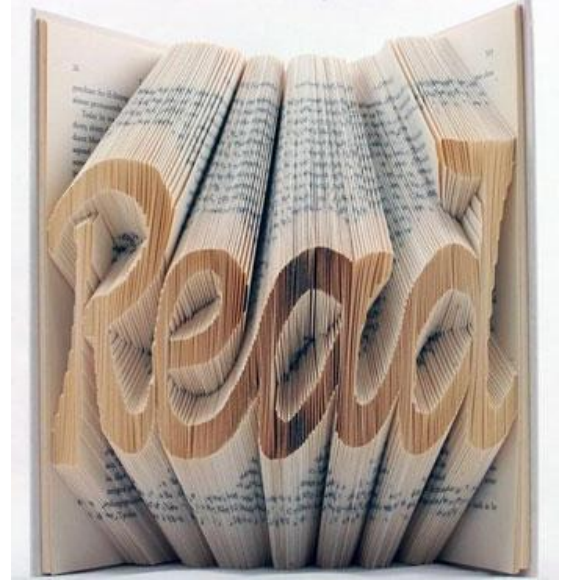
**R**éférences bibliographiques

---

**Références bibliographiques**

*Références bibliographiques*

---



## Références bibliographiques

---

### **ANONYME 1:**

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsantejeunes.ma%2Fplantes-medicinales-dangers-possibles%2F&psig=AOvVaw2DNVJehK-q4WTLAYLHtPXQ&ust=1715358768145000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCIDpn8P\\_glYDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsantejeunes.ma%2Fplantes-medicinales-dangers-possibles%2F&psig=AOvVaw2DNVJehK-q4WTLAYLHtPXQ&ust=1715358768145000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCIDpn8P_glYDFQAAAAAdAAAAABAE)

### **ANONYME 2:**

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fjardindegrandmere.com%2Fnous-vous-presentons-ici-12-plantes-medicinales-que-vous-pouvez-utiliser-pour-etoffer-votre-pharmacie%2F&psig=AOvVaw1UQtI9SnrLRvTqItIFUaye&ust=1715359079659000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCLCm4tmAgYYDFQAAAAAdAAAAABAJ>

### **ANONYME 3:**

<https://www.shutterstock.com/search/artemisiae-herba>

### **ANONYME 6 :**

[https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show\\_902.aspx](https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show_902.aspx)

### **ANONYME 5:**

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.christianlenart.com%2Faromatherapie-les-bienfaits-des-huiles-essentielles-au-quotidien>

### **ANONYME 4:**

<https://www.gardensonline.com.au/Global/Gallery/Default.aspx?ItemId=983&ItemType=Plan>

**Aidoud, A. (1988).** Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herbaalba* Asso) : Caractères généraux. Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT.Alger. Tome 3. N° 12, année 1988

**Ali-Delille, 2013** Les plantes médicinales d'Algérie, Berti, p1.

**Ali-dellile L., (2013).** Les plantes médicinales d'Algérie. Berti Edition Alger 6-11.

**ALLOUN Kahina, (2018).** ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE ; ELHARRACH –ALGER,

**J. Kaloustian (2010).** Composition chimique de l'huile essentielle d'Artemisia

**Andriamanantoanina, H. (1984)** Extraction d'arômes alimentaires : cas du gingembre. Mémoire de fin d'étude Antananarivo, Université d'Antananarivo; Département Industries Agricoles et Alimentaires, ESSA, ,78p.

## Références bibliographiques

---

**Angelica gigas NAKAI** suppresses nicotine sensitization. Biological and Pharmaceutical Bulletin

**Anthony, J. 2005, P.; Fyfe, L.; Smith, H.** Trends in Parasitology, 21:462-468.

**Anton R et Annelise L (2005).** Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles, lavoisier, édition Tec &Doc

**attou Amina, 2017.** Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne. Thèse de Doctorat en Biologie Option: Substances Naturelles, Activités Biologiques et Synthèse Présentée, Université Abou BekrBelkaid Tlemcen.

**Ayad, N. (2008).** Etude éco-Phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel - Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes. Sidi-Bel-Abbès. 98 P

**Baba Aissa F. (2000).** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du

**Baba aissa, F, (2000).** Encyclopédie des plantes utiles. p2-3.

**Badache, Rabiha;** Bakiri, Rania;<http://dspace.univ-jijel.dz:8080/xmlui/handle/123456789/736>

**Balick, M. J., & Cox, P. A. (1997).** Plants, People, and Culture: The Science of Ethnobotany. Scientific American Library. Ce livre examine les relations complexes entre les plantes et les sociétés humaines, y compris leur utilisation dans la cuisine et la médecine traditionnelle.

**Barel S., Segal R. & Yashphe J., (1991.)** - The antimicrobial activity of the essential oil from *Achillea fragrantissima*. Journal of Ethnopharmacology

**Baytop, T. (1984).** Turkish Herbal Drugs and their Uses. Istanbul University Press.

**Bedi G., Tonzibo Z.F., Chalchat J.C. & N'Guessan Y.T., (2001.)**- Composition chimique des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* L. King Robinson (Asteraceae) Abidjan Côte d'Ivoire. Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie.

**Belhattab R., Amor L., Barroso J.G., Pedro L.G., Cristina Figueiredo A. (2014).** Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso. grown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. Arabian Journal of Chemistry. 7 (2) :243- 251.

## Références bibliographiques

---

**Belkhodja H., (2016).** Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plantes de la région de Mascara : Evaluation biochimique des marqueurs d'ostéo articulation et de l'activité biologique. Thèse de Doctorat LMD 3ème Cycle en sciences biologiques. Université de Mustapha Stambouli, Mascara.

**Ben Ahmed C., Ben Rouina B. and Boukhris M. (2007).** Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia Published in: Scientia Horticulturae: vol. 113 (no 3), pp. 267-277

**Benayad N., (2008).** Une mémoire sur Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées

**Benyahia S., Djarmouni M., Zitouni A., Kabouche A., Menad A., (2016).** Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of *Mentha suaveolens* ssp. *timija* (Briq.) Harley essential oil, Industrial Crops and Products, Volume 89, Pages 49-55.

**BENYOUCEF, F. (2020).** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de six plantes provenant de l'ouest Algérien (*Salvia argentea*, *Ammoides verticillata*, *Satureja candidissima*, *Thymus fontanesii*, *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*): Effet de synergisme ou d'antagonisme sur l'activité antioxydante et antimicrobienne (Doctoral dissertation, 08-04-2021).

**Besombes, C. (2008).** Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, Applications généralisées. Université de La Rochelle. France

**L. Bezza, A. Mannarino, K. Fattarsi, C. Mikail, L. Abou, F. Hadji-Minaglou, J. Kaloustian.** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*. 2010;8(5):277-281.

**Boukenna M et Bouzidi M (2007).** Extraction et analyse de l'huile essentielle de *Mentha viridis*L (menthe verte) et de la *mentha pulegium* (menthe pouliot). Thèse d'Ingénieur en Agronomie UMMTO

## Références bibliographiques

---

- Bounihi, A. (2016).** Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation
- Bouras, M. (2018)** Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba.Algérie
- Bouyahya, Abdelhakim I, Belmehdi, Omar<sup>2</sup>; Abrini, Jamal<sup>2</sup>; Dakka, Nadia I; Bakri, Youssef I. (2019)** Chemical composition of *Mentha suaveolens* and *Pinus halepensis* essential oils and their antibacterial and antioxidant activities. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 12(3): p 117-122. | DOI: 10.4103/1995-7645.254937
- Bouzidi N. (2016).** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise
- Božović, M. Pirolli, A . Ragno, R.(2015).** *Mentha suaveolens* Ehrh. (Lamiaceae) Essential Oil and Its Main Constituent Piperitenone Oxide: Biological Activities and Chemistry vol(20),p 8605-8633.
- Brada, M. Bezzina , M. Marlier , M. Carlier , A.( 2007)** Georges Lognay Variabilité
- Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie- Phytochimie, Plantes médicinales, Editions Tec & Doc, Editions médicales internationales, 1120 p.
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3ème Ed.
- Bruneton, J.** *Eléments de Phytochimie et Pharmacognosie.* Lavoisier Paris Technique et Documentation, 1987, p 585.
- Buhner, S. H. (2014).** *Herbal Antibiotics, 2nd Edition: Natural Alternatives for Treating Drug-resistant Bacteria.* Storey Publishing. Cet ouvrage explore les utilisations traditionnelles des plantes médicinales dans la lutte contre les infections bactériennes et leur potentiel dans la lutte contre les infections bactériennes.
- Burt S., (2004.)** - Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food and Microbiology.*p223-253
- Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sokemen A. & Akpulat H.A., (2003).**-Antioxydant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achilla millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*

## Références bibliographiques

---

Chimiques de l'huile essentielle de *Mentha pulegium*. (menthe pouliot).D.E.S en biologie.Comparée à l'unité fourragère de l'orge.

**De Sousa A.C, Alviano D.S, Blank AF, Alves P.B, Aliano C.S, Gattass C.R., (2004).**-  
Melissa officinalis L. essential oil: antitumoral and antioxidant activities. Journal of Pharmacy and Pharmacology

**Dima MNAYER,( 2014),** Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants, Thèse Présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse SPECIALITE

**Duke, J. A. (2000).** Handbook of medicinal herbs. CRC Press. Ce livre est une ressource exhaustive sur les propriétés médicinales des plantes, y compris leur utilisation culinaire et leur histoire dans différentes cultures.

**Dunstan H., Florentine S. K., Calvino-cancela M., westbrooke M. E., Palmier G. C., (2013).** Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia

**Dupont Frédéric, Guignard Jean-Louis Botanique (2012) :** Les familles de plantes, Elsevier, Masson, Issy-les-Moulineaux Ed. Médicales internationales and Tec & Doc Lavoisier, Paris

**Ed-Dra, A., Filali, F. R., Presti, V. L., Zekkori, B., Nalbone, L., Trabelsi, N., ... & Giarratana, F. (2019).** Evaluation of chemical composition, antioxidant and anti listeria monocytogenes and Salmonella enterica activity of the essential oil of *Mentha pulegium* and *Mentha suaveolens* collected in Morocco.

**El Hachlafi, N., Benkhaira, N., Al-Mijalli, S. H., Mrabti, H. N., Abdnim, R., Abdallah, E. M., ... & Fikri-Benbrahim, K. (2023).** Phytochemical analysis and evaluation of antimicrobial, antioxidant, and antidiabetic activities of essential oils from Moroccan medicinal plants: *Mentha suaveolens*, *Lavandula stoechas*, and *Ammi visnaga*. Biomedicine & Pharmacotherapy, 164, 114937.

## Références bibliographiques

---

**EL Rhaffari Lhoussaine, (2008).**Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes. Maroc, “Empowering the Rural Poor by Strengthening their Identity, Income Opportunities and Nutritional Security Through the Improved Use and Marketing of Neglected and Underutilized Species”.

**Eloukili M. (2013).** Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) ethnopharmacological fieldsrieyamongBedouins- in the Negevedesert, Israel. J EthnoJun.; 16(2-3):275-8.7

**R. Zarnowski, Y. Suzuki, (2004,)** Journal of Food Composition and analysis, 17, 649-663.

**Fournet, J. (2002.)** *Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. Nouvelle édition revue et augmentée.* CIRAD, Montpellier - Gondwana Editions, La Trinité. 2538 pp.

**Franchomme P., Pénéol D.** L'aromathérapie exactement.

**Friedman J,, Vaniç ĩ Dafni 4., Palewiteh. D., (1986).** A. pretiminiry classification of *Artemesia herba-alba*

**Industrial Crops and Products 49, 883-889, 2013**

**ISERIN P., MASSON M (2001).** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2éme édition de VUEF, Hong Kong:p.8.

**Julien Gaste, Franck Schmitt.(2018)** Les plantes médicinales Petits secrets de cuisine.

**Kunkele U et Lobmeyer T.R.,( 2007).** Plantes médicinales, Identification, Récolte,Propriétés et emplois. Edition parragon Books L tol : 33 -318.

**Lahsissene ,H. Kahouadji , A. Tijane ,M. Hseini ,S. (2009).** CATALOGUE DES PLANTES MEDICINALES UTILISÉES DANS LA RÉGION DE ZAËR (MAROC(N° 186 (décembre 2009).

**Lamari Ilham (2018).** Effet de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso)

**Laurain-Mattar, D. (2018).** Critères de qualité des huiles essentielles. Actualités Leila Riahi, Myriam Elferchichi, Hanene Ghazghazi, Jed Jebali, Sana Ziadi, Chedia Aouadhi, Hnia Chograni, Yosr Zaouali, Nejia Zoghلامي, Ahmed Mliki

**Linnaeus, C. (1753).** Species Plantarum 2 vols. [v. 1: 1-560; 2: 561-1200]

## Références bibliographiques

---

**Mansour Sadia, (2015).** Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes.

**Marie Elisabeth LUCCHESI, (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, UNIVERSITE DE LA REUNION, Faculté des Sciences et Technologies

**Mayer, F. (2012).** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles: Etude de cas en maison de retraite (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

**Mbarek L.A., Mouse H.A., Elabbadi N., Bensalah M., Gamouh A., Aboufatima R0., Benharref A., Chait A., Kamal M., Dalal A., Ziad A., (2007).**- Anti-tumor properties of blackseed (*Nigella sativa* L.) extracts. Brazilian Journal of Medicinal and Biological Research.médicinales : Artemisia Absinthium L, Artemisia herba Alba Asso et Hypericum médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental), Lejeunia, N° 186

**Monti D., Chetoni P., Burgalassi S., Najarro M0, Saetton M.F. & Boldrini E., (2002).**- Effect of different terpene-containing essential oils on permeation of estradiol through hairless mouse skin.

**Nabil BOUSBIA, (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires.

**Nourachani, I. (2010,)** Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des écorces de *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE). Mémoire de doctorat Biochimie Appliquée aux Sciences Médicales, Université D'Antananarivo, p 5.

**Oussou K.R., (2009.)** –Etude chimique et activités biologiques des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée Ivoirienne. Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan.

**Pelt J.-M. (1980).** Les drogues. Leur histoire, leurs effets, Ed. Doin.Performances zootechniques et la glycémie chez le poulet de chair. These de master, p2

**Petretto, G. L., Fancello, F., Zara, S., Foddai, M., Mangia, N. P., Sanna, M. L., ... & Pintore, G. (2014).** Antimicrobial activity against beneficial microorganisms and chemical composition of essential oil of *Mentha suaveolens* ssp. *insularis* grown in Sardinia. Journal of Food Science, 79(3), M369-M377.



## Références bibliographiques

---

**Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7), 679-684.

**PPAM de France et Consortium HE,( 2021)** PPAM de France et Consortium HE. Huiles essentielles françaises et aromathérapie : une filière d'excellence à fort potentiel économique.

**Quezel et Santa (1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et de ses régions désertiques méridionales. Tome II. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.

**S.D. Cox, C.M. Mann, J.L. Markham, H.C. Bell, J.E. Gustafson, J.R. Warmington, S.G. Wyllie. (2000,)** the mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology*88, 170-175.

**Schwartz. R, R. Davis, T.J, (1992).** Hilton. Effect of temporary cements on the bond strength of resin cement. *the American Journal of Dentistry.*, 5(3),147-150.

**Siani A.C., Ramos M.F, Menezes-de-Lima O.J.R., Ribeiro-dos-Santos R., Fernandez-Ferreira E., Soares R.O., Rosas E.C., Susunaga G.S., Guimarae A.C., Zoghbi M.G. &Henriques M.G.C., (1999).**- Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from leaves and resin of Protium. *Journal of Ethnopharmacology*.

**Simou Y., (2001).** Mills, Evidence for the clinician a pragmatic framework for solvent-free microwave extraction of essential oil from dried *Cuminum cyminum*.

**Talahagcha Kh et KASSA S (2008).** Extraction et caractéristiques organoleptiques et thehealingpotential of medicinal plants, based on a rational analysis of anthérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois (2001).p100

**Umezu T., (1999.)** - Anticonflict effects of plant-derived essential oils. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*.

**Unlu M., Daferera D., Donmez E., Polissiou M., Tepe B. & Sokmen A., (2002.)-** Compositions and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of *Achilla setacea* and *Achillea teretifolia* (Compositae).

**Vallès et Mc Arthur., 2001** *Journal of Ethnopharmacology* .

## Références bibliographiques

---

**Wang, Z., Ding, L., Li, T., Zhou, X., Wang, L., Zhang, H., ... & He, H. (2006).** Improved.

**Wichtl M., Anton R., (2009).** Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.

**Yahyaoui, N. (2005.)** Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L. sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium 74 confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, Option : Ecologie, INA, El-Harrach.

**Zanthoxylum bungeanum Maxim.** Journal of Chromatography A, 1102(1-2), 11-17.

**Zerkani, H., Tagnaoute, I., Zerkani, S., Radi, F., Amine, S., Cherrat, A., ... & Zair, T. (2021).** Study of the chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of *Mentha suaveolens* Ehrh from Morocco. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 24(2), 243-253.

**Zhao R.J., Koo B.S., Kim G.W., Jang E.Y., Lee J.R., Kim M.R., Kim S.C., Kwon Y.K., Kim K.J., Huh T.L., Kim D.H., Shim I., Yang C.H., (2005).** The essential oil.