



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 01**  
**FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE**  
**LABORATOIRE DE RECHERCHE DES PLANTES MEDICINALES ET**  
**AROMATIQUES**

**Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master académique en**  
**sciences de la nature et de la vie**

**OPTION : Biotechnologie et valorisation des plantes**

**Thème :**

**Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des**  
**huiles essentielles de basilic (*Ocimum basilicum L.*)**

**Présenté par:**

**MOULOUDI NAIMA et BOUDJELLAL ASSIA**

**Devant les membres du jury :**

<b>MR BENDALI A.</b>	<b>USDB 1</b>	<b>MAA</b>	<b>Président.</b>
<b>MME GHANAI R.</b>	<b>USDB 1</b>	<b>MAA</b>	<b>Examinatrice.</b>
<b>MME ARAR K.</b>	<b>USDB 1</b>	<b>MAA</b>	<b>Promotrice.</b>

**Année universitaire : 2019/2020**

# ***REMERCIEMENT***

*En premier lieu, nous remercions Dieu, notre créateur, qui nous a donné la force et la  
Persévérance pour réaliser ce travail.*

*❖ Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre promotrice **Mme ARAR Karima** pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que pour son dévouement, ses précieux conseils, ses encouragements, sa disponibilité et sa gentillesse.*

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres du jury :*

*❖ **Mr BENDALI Abdelaziz** maître de conférences à l'université de BLIDA pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury.*

*❖ **Mme GHANAI Rafika** maître assistant à l'université de BLIDA pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

*❖ Nos vifs remerciements vont aussi à tout le personnel du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques pour leur soutien, leur encouragement et leurs conseils précieux*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux*

*Qui ont contribué, de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*

*Nous adressons enfin une pensée spéciale à nous parents et toute la famille pour Leur soutien dans nos choix et leur attention sans faille.*





## ***DEDICACE***

*A mes chers parents, ma mère et mon père  
Pour leur patience, Leur amour, leurs encouragements.*

*A mes adorables sœurs Asma, Nesrine, Sara*

*A mes frères Oussama, Mohamed*

*A ma grande famille, mes amis et collègues*

*A mon binôme Naima, ainsi que sa famille*

*A tous mes enseignants Du primaire à l'université*

*A ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*A tous ce que j'aime et que je respecte.*



***Assia***



## ***DEDICACE***

*A la lumière de ma vie, mes très chers parents qui ont toujours été  
à mes côtés, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur*

*Soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chers frères Mohamed, Ahmed pour leur appui et leur  
encouragement,*

*A Mon binôme Assia ainsi que sa famille*

*A mon amie Ikram pour leur encouragement*

*A tous mes enseignants Du primaire à l'université*

*A tous ce que j'aime et que je respecte.*

**NAIMA**



## Résumé

Le basilic tropical considéré comme l'un des plus importants genres de la famille des Lamiacées. C'est une plante aromatique et médicinale qui représente une source inépuisable de remède traditionnel et efficace grâce à ses principes actifs. Le présent travail consiste l'étude de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*.

L'obtention des huiles essentielles de la partie aérienne (feuilles, fleurs) de la plante basilic (*Ocimum basilicum L*) a été Réalisé par hydro distillation à l'aide d'un dispositif de type Clvenger. Les résultats obtenus ont montré que le rendement est estimé à 0,58%.

De nombreuses études ont été réalisées dans le cadre de l'estimation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de basilic ont montré qu'elles possèdent de propriétés antioxydants. Les résultats sont obtenus par rapport à un antioxydant de référence telle que la vitamine C, les antioxydants synthétique(BHT).....

Par ailleurs, plusieurs travaux antérieurs ont montré que l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* possède des propriétés antimicrobiennes remarquables, et un pouvoir antibactérien beaucoup plus élevée contre les bactéries à gram positif par apport aux bactéries à gram négatif, et de nombreux auteurs ont associé l'effet antimicrobien du basilic à la présence d'une forte teneur en linalol.

**Mots clés :** Huiles essentielles, *Ocimum basilicum*, Activité antimicrobienne, Activité antioxydante.

## Abstract

Tropical basil considered to be one of the most important genera of the Lamiaceae family. It is an aromatic and medicinal plant and represents an inexhaustible source of traditional and effective remedy thanks to its active ingredients. The present work consists of the study of the essential oil of *Ocimum basilicum*.

The essential oils from the aerial part (leaves, flowers) of the basil plant (*Ocimum basilicum* L) were obtained by hydro-distillation using a device of the Clevenger type. The results obtained showed that the yield is estimated at 0.58%.

Numerous studies have been carried out in connection with the offering of the antioxidant activity of essential oils of basil have shown that essential oils of basil possess antioxidant properties; the results are obtained in relation to a benchmark antioxidant such as vitamin C, synthetic antioxidants (BHT).....

In addition, several previous works have shown that the essential oil of *Ocimum basilicum* has remarkable antimicrobial properties, and a much higher antibacterial power against gram-positive bacteria by intake to gram negative bacteria, and many authors have associated the antimicrobial effect of basil with the presence of a high content of linalool.

**Keywords:** Essential oils, *Ocimum basilicum*, Antimicrobial activity, Antioxidant activity.

## ملخص

يعتبر الريحان الاستوائي أحد أهم أجناس عائلة Lamiaceae. إنه نبات عطري وطبي يمثل مصدرًا لا ينضب للعلاج التقليدي والفعال بفضل مكوناته الفعالة. يتكون العمل الحالي من دراسة الزيت العطري *Ocimum basilicum*.

تم الحصول على الزيوت الأساسية من الجزء العلوي (الأوراق, الزهور) من نبات الريحان (*Ocimum basilicum* L) عن طريق التقطير المائي باستخدام جهاز من نوع Clvenger. وأظهرت النتائج المتحصل عليها أن المحصول يقدر بـ 0.58%.

تم إجراء العديد من الدراسات في سياق تقدير النشاط المضاد للأكسدة لزيوت الريحان الأساسية و التي أظهرت أن لها خصائص مضادة للأكسدة. تم الحصول على النتائج مقارنة بمضادات الأكسدة المرجعية مثل فيتامين ج ، مضادات الأكسدة الاصطناعية (BHT) ... ..

بالإضافة إلى ذلك ، أظهرت العديد من الأعمال السابقة أن الزيت العطري *Ocimum basilicum* له خصائص مضادة للميكروبات وقوة مضادة للجراثيم أعلى بكثير ضد البكتيريا موجبة الجرام مقارنة بالبكتيريا سالبة الجرام ، وقد ربط العديد من المؤلفين التأثير المضاد للميكروبات للريحان في وجود نسبة عالية من linalol.

**الكلمات المفتاحية:** الزيوت الأساسية ، الريحان ، نشاط مضاد للميكروبات ، نشاط مضاد للأكسدة.

## Liste des abréviations

**ADN** : Acide désoxyribonucléique.

**AFNOR** : association française de normalisation

**ARN** : Acide ribonucléique.

**BHT** : Hydroxytoluènebutylé.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.

**Cu/Zn-SOD** : Superoxyde Dismutase Cytosolique

**DPPH** : 2, 2-Diphényl-1-Picrylhydrazyle.

**E. coli** : Escherichia coli.

**IC<sub>50</sub>** : concentration de l'extrait nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH.

**GPX** : Glutathion peroxydase.

**GSH** : Glutathion réduit

**HE** : Huile essentielle.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène.

**ERO** : Espèces Réactives Oxygénées.

**Mn-SOD** : Superoxyde Dismutase Mitochondriale

**O. basilicum** : Ocimum basilicum

**O. basilicum L.**:Ocimum basilicum Linné

**OMS** : Organisation de Sante Mondial.

**P** : Pression.

**Rd** : Rendement.

**ROS** : les Espèces Réactives Oxygénées (abréviation anglaise).

**SOD** : Superoxyde Dismutase.



**T** : Température.

**Trx** : Peroxirédoxine

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Structure chimique de quelques composés des huiles essentielles.....	14
<b>Figure 2</b> : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation.....	16
<b>Figure 3</b> : Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur .....	17
<b>Figure 4</b> : Schéma du principe de la technique d'hydrodiffusion .....	17
<b>Figure 5</b> : Répartition des principales défenses antioxydantes dans la cellule .....	24
<b>Figure 6</b> : Principaux mécanismes d'action des antibiotiques .....	27
<b>Figure 7</b> : Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne.....	28
<b>Figure 8</b> : <i>Ocimum basilicum</i> dans son habitat naturel .....	32
<b>Figure 9</b> : La partie aérienne sèche de la plante : <i>Ocimum basilicum</i> L.....	33
<b>Figure 10</b> : Montage d'hydrodistillation.....	34
<b>Figure 11</b> : Forme libre et réduite du radical DPPH.....	36
<b>Figure 12</b> : Illustration de la méthode des aromatogrammes sur boîte de Pétri.....	37
<b>Figure 13</b> : les huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	41
<b>Figure 14</b> : photo des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classification classique d' <i>Ocimum basilicum</i> L.....	8
<b>Tableau 2</b> : Classification phylogénétique d' <i>Ocimum basilicum</i> L.....	8
<b>Tableau 3</b> : Rendement des HE d' <i>Ocimum basilicum</i> obtenus par hydrodistillation.....	40
<b>Tableau4</b> : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	41

# Table des matières

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction..... 1**

## **La partie bibliographique**

### **CHAPITRE 1 : La phytothérapie et les plantes médicinales**

**1.1. Phytothérapie.....3**

**1.1.1. Définition.....3**

**1.1.2. Différents type de phytothérapie.....3**

**1.1.3. Avantages de la phytothérapie ..... 3**

**1.2. Plantes médicinales.....4**

**1.2.1. Modes de préparation et utilisations des plantes médicinales.....4**

**1.2.2. Principales substances actives végétales.....5**

**1.2.2.1. Phénols ..... 5**

**1.2.2.2. Acide phénolique..... 5**

**1.2.2.3. Coumarines ..... 5**

**1.2.2.4. Substance amers..... 5**

**1.2.2.5. Alcaloïdes ..... 6**

**1.2.2.6. Flavonoïdes.....6**

## **CHAPITRE 2: Etude de la plante *Ocimum basilicum***

<b>2.1. Généralités sur de la famille de Lamiacées .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Étude de basilic (<i>Ocimum basilicum</i>).....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Historique.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Classification et systématique.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3. Nomenclature.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4. Origine et répartition géographique .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5. Culture .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.6. Description botanique.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Utilisation du basilic.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1. Utilisation culinaire.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2. Utilisation médicinale.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3. Utilisation industrielle.....</b>	<b>11</b>

## **CHAPITRE 3 : Les huiles essentielles**

<b>3.1. Définition.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Localisation des huiles essentielles .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Propriétés physiques des huiles essentielles .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4. Composition chimique des huiles essentielles .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4.1. Terpénoïdes.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4.2. Composés aromatiques dérivés du phenylpropane.....</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Rôles des huiles essentielles chez les végétaux .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6. Techniques d'extractions des huiles essentielles .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6.1. Distillation.....</b>	<b>15</b>

3.6.1.1. Hydrodistillation .....	15
3.6.1.2. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau... ..	16
3.6.1.3. Hydrodiffusion (percolation).....	17
3.6.2. Autres méthodes pour l'extraction des huiles essentielles .....	18
3.6.2.1. Enfleurage .....	18
3.6.2.2. Expression à froid .....	18
3.6.2.3. Extraction par solvant .....	18
3.7. Conservation des huiles essentielles .....	19

## **CHAPITRE 4:Les activités biologiques des huiles essentielles**

4.1. Activité antioxydante.....	20
4.1.1. Stress oxydatif.....	20
4.1.1.1. Origine de stress.....	20
4.1.2. Radicaux libres .....	20
4.1.3. Oxydation.....	21
4.1.4. Antioxydants .....	21
4.1.4.1. Définition.....	21
4.1.4.2. Systèmes de défenses antioxydants.....	21
4.1.4.2.1. Systèmes antioxydants enzymatiques .....	21
4.1.4.2.1.1. Catalase.....	21
4.1.4.2.1.2. Superoxy dedismutase.....	21
4.1.4.2.1.3. Glutathion peroxydases.....	22
4.1.4.2.2. Systèmes antioxydants non enzymatiques.....	22
4.1.4.2.2.1. Acide urique.....	22

4.1.4.2.2. Vitamine E.....	23
4.1.4.2.3. Acide ascorbique ou «vitamine C»... ..	23
4.1.4.2.4. Glutathion.....	23
4.1.4.3. Mécanisme d'action des antioxydants.....	24
4.2. Activité antioxydante des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	24
4.3. Activité antimicrobienne .....	25
4.3.1. Bactéries .....	25
4.3.1.1. Définition.....	25
4.3.1.2. Antibiotiques .....	26
4.3.1.2.1. Mécanismes d'action des antibiotiques .....	26
4.3.1.3. Activité antibactérienne des huiles essentielles .....	27
4.3.2. Champignon.....	28
4.3.2.1. Définition.....	28
4.3.2.2. Mode d'action antifongique des huiles essentielles .....	29
4.4. Activité antimicrobienne des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	29

## La partie pratique

### CHAPITRE 5 : Matériels et méthodes

5.1. Matériels .....	32
5.1.1. Matériel biologique .....	32
5.1.2. Matériels non biologiques.....	33
5.2. Méthodes.....	33
5.2.1. Extraction de l'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	33

<b>5.2.2. Rendement en huiles essentielles .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.3. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.3. Activité antioxydante .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.4. Activité antimicrobienne .....</b>	<b>37</b>

## **CHAPITRE 6 : Résultats et discussions**

<b>6.1. Rendement en huiles essentielles .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle .....</b>	<b>40</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>42</b>

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQU**





## Introduction

---

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité comme remèdes pour le traitement de diverses maladies parce qu'elles contiennent des composants riches en principes thérapeutiques [1]. Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire [2].

Les maladies infectieuses sont la principale cause de mortalité dans le monde, ce qui représente près de la moitié de tous les décès dans les pays tropicaux de même elles deviennent un problème important dans les pays développés [3], la principale cause de ces maladies est la multi-résistance des micro-organismes pathogènes aux antibiotiques utilisés [4]. Aussi, la généralisation d'utilisation des conservateurs chimiques a conduit à un certain nombre de problèmes écologiques et médicaux [5]. A cet égard, les plantes peuvent fournir une bonne alternative à la recherche de nouveaux produits chimiques avec un large éventail d'activités.

Les plantes aromatiques ont l'aptitude à synthétiser de nombreux métabolites secondaires en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Ces derniers portent diverses propriétés biologiques. Les huiles essentielles ou essences, font partie de ce groupe de métabolites avec les alcaloïdes et les phénols [6].

Les huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales ont reçu une attention particulière comme agents naturels à grand potentiel pour la conservation des aliments. En outre, les huiles essentielles ont plusieurs effets pharmacologiques variés comme antispasmodique, carminative, hépatoprotecteur, antiviraux, anticancéreux, antimicrobiens [7] et antioxydants [8].

De ce fait, plusieurs études ont ouvert à vérifier les activités biologiques des huiles essentielles de ces plantes, parmi eux, le basilic tropical qui est une plante de la famille des Lamiacées, a été utilisé depuis l'antiquité et largement employée de nos jours pour ses propriétés biologiques (antibactérienne, antifongique, antioxydants, antispasmodique, insecticide, antiparasitaire, anti-inflammatoire.....) [9].

L'objectif de cette étude consiste à extraire l'huile essentielle de basilic (*Ocimum basilicum*) à fin de réaliser des différentes analyses biologiques tel que l'activité antioxydante, antibactérienne et antifongique.

## Introduction

---

Le mémoire comprend quatre parties

- La première partie consiste en une revue bibliographique qui a pour objet de donner des informations sur la phytothérapie et les plantes médicinales ainsi que la plante étudiée, les huiles essentielles et les activités biologiques.
- La deuxième partie consiste à une étude expérimentale.
- La troisième partie expose les résultats obtenus suivis d'une discussion.
- Dans la quatrième partie nous présenterons la conclusion générale et les perspectives.

## 1.1. Phytothérapie

### 1.1.1. Définitions

La phytothérapie est, au sens étymologique, la thérapeutique par les plantes ; elle utilise les plantes ou les formes immédiatement dérivées des plantes en excluant les principes actifs purs issus de celles-ci [10] dans le traitement ou prévention des maladies [11].

### 1.1.2. Différents types de Phytothérapies :

Ces dernières décennies, ce savoir empirique de la science de phytothérapie s'est transformé en analyse botanique pour déterminer par quel mécanisme d'action les plantes pouvaient agir, et quelles sont les molécules ou les constituants responsables de cet effet thérapeutique [12]. On distingue plusieurs types de phytothérapie :

- **La gemmothérapie:** Se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules [11].

- **L'aromathérapie:** L'aromathérapie peut se définir comme une thérapeutique naturelle utilisant les extraits de plantes aromatiques pour soigner ou prévenir les maladies ; elle s'intègre dans le cadre de la phytothérapie [13].

- **L'herboristerie :** Elle correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. Herboriste se sert de plante fraîche ou séchée, soit entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélules de poudre de plante sèche que le sujet avale [11].

- **Phytothérapie pharmaceutique:** Elle utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules [14].

### 1.1.3. Avantages de la Phytothérapie :

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. Cette dernière repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme et souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours renouveau

exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques comme l'asthme ou l'arthrite [15].

### 1.2. Plantes médicinales

Selon l'OMS, une plante médicinale est une plante qui contient, dans un ou plusieurs de ses organes, des substances qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs de la chimio-pharmaceutique hémi-synthèse". Cette définition permet de distinguer entre les plantes médicinales déjà connues dont les propriétés thérapeutiques ou comme un précurseur de certaines molécules ont été scientifiquement établis, et d'autres plantes utilisées en médecine traditionnelle [16]. Ainsi que, l'action des plantes médicinales provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents [17].

#### 1.2.1. Modes de préparations et d'utilisations des plantes médicinales

**Macération** : La macération consiste à maintenir en contact la plante avec de l'eau potable à température ambiante pendant une durée de 30 minutes à 4 heures. Ce mode de préparation s'applique tout particulièrement aux plantes mucilagineuses [18].

**Teinture** : On obtient une teinture à partir de poudres végétales sèches et son titre alcoolique varie selon le type de la drogue. Il peut être à 60° à 70° à 80° ou 90° [18].

**Infusion** : l'Infusion est préparée en versant de l'eau bouillante sur une quantité spécifique de matière végétale, en laissant reposer la mixture pendant 10-15 minute. il s'agit d'une préparation semblable de thé, puis on filtre [19].

**Sirop** : les sirops sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontiers [20].

**Décoction** : la décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux. Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et des baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergique qu'aux feuilles ou aux fleurs. On peut la consommer chaude ou froide [20].

**Crèmes :** On prépare une crème en associant de l'huile ou un autre corps gras à de l'eau, par un processus d'émulsion, les crèmes pénètrent dans l'épiderme, elles ont une action adoucissante, tout en laissant la peau respirer et transpirer naturellement. Cependant, elles se dégradent très rapidement et doivent donc être conservées à l'abri de la lumière, dans des pots hermétiques placés au réfrigérateur [20].

### **1.2.2. Principales substances actives végétales**

Le principe actif est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal. Il est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale [12].

#### **1.2.2. 1. Les phénols**

Les phénols sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique [21].

#### **1.2.2.2. Acides phénoliques**

Les acides phénoliques petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être également estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides. Leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique [22].

#### **1.2.2. 3. Coumarines**

Les coumarines sont des composés phénoliques constitués d'un benzène et des noyaux à pyrènes. Elles sont substituées en C-7 par un hydroxyle. Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres [22].

#### **1.2.2.4. Substances amères**

Les substances amères forment un groupe très diversifié de composants dont le point commun est l'amertume de leur goût. Cette amertume stimule les sécrétions des glandes salivaires et des organes digestifs, ces sécrétions augmentent l'appétit et améliorent la digestion. Avec une meilleure digestion, et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est mieux nourri [20].

### 1.2.2.5. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées d'origine végétale, toxiques et à caractère alcalin. La toxicité dans une plante est toujours signée par les alcaloïdes, car le corps ne métabolise pas l'Azote, il l'expulse immédiatement. Ainsi que, ce sont des principes amers, apéritifs, et qui ont une action directe sur le système nerveux [23].

### 1.2.2.6. Flavonoïdes

Le terme flavonoïde vient du latin *flavus*, « signifiant jaune ». Les flavonoïdes donnent pigment jaune orangé et bleu aux fleurs donc ils sont responsable de la coloration de différentes parties de la plante [15]. Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire, et de l'industrie pharmaceutique, comme certains flavonoïdes qui ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales [23].

## CHAPITRE 2 : Etude de la plante *Ocimum basilicum*

---

### 2.1. Généralités sur La famille des Lamiacées

La famille des lamiacées connue également sous le nom des labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin. Elle est divisée en deux principales sous-familles: les Stachyoideae et les Ocimoideae [24].

Les Lamiacées sont le plus souvent des plantes herbacées, annuelles ou vivaces aromatiques, des sous-arbrisseaux et rarement des arbres ou des lianes [25]. Ce sont des herbes à tiges quadrangulaires se multipliant et les feuilles sont simples et toujours opposées parfois verticillées [26]. Les fleurs sont généralement bilabiées, à corolle irrégulière, possédant quatre étamines dont deux sont longues et deux sont courtes [26]. De plus, les Lamiacées comptent beaucoup d'espèces cultivées comme condiments (ex. sauge, thym, basilic, menthe etc.). Par ailleurs, cette famille est une source importante des huiles essentielles pour l'aromathérapie, la parfumerie et l'industrie des cosmétiques [25].

En Algérie, cette Famille comprend 29 genres et 140 espèces se développant aussi bien dans les zones méditerranéennes que sahariennes [27].

### 2.2. Etude de basilic (*Ocimum basilicum*)

#### 2.2.1. Historique

Le nom basilic vient du grec «oza» qui signifie odeur. À l'origine, cette plante de la famille des labiées est cultivée dans les pays méditerranéens. Au moyen-âge, on cultivait le basilic que l'on utilise en cuisine comme aromate. Il y'a longtemps été considéré comme une plante sacrée en Europe et en Inde probablement en raison de ses propriétés insecticides [28].

#### 2.2.2. Classification et systématique

Le genre *Ocimum* appartient à la famille des lamiacées qui comprend environ 150 espèces. Les espèces ont variation du phénotype, de la teneur en huile, de la composition et éventuellement la bio activité [30]. Parmi lesquelles figurent :

- Le basilic citron (*Ocimum canum* L.)
- Le basilic de Ceylan (*Ocimum gratissimum*),
- Le basilic sacré (*Ocimum sanctum* L.).



## CHAPITRE 2 : Etude de la plante *Ocimum basilicum*

- Le plus connu est le basilic commun (*Ocimum basilicum*L) [31].

**Tableau 1:** classification classique d'*Ocimum basilicum* L. [29].

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Ocimum
Espèce	<i>Ocimum basilicum</i> L

**Tableau 2 :** classification phylogénétique d'*Ocimum basilicum* L [29]

Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae

### 2.2.3. Nomenclature

Les *Ocimum* ont pour nom commun le basilic. Le mot basilic, à l'origine, vient du grec basilikon, qui aussi donne le mot basilique et qui signifie plante royale [32]. Il faut noter que plusieurs noms et synonymes lui sont attribués dans la littérature :

Nom scientifique: *Ocimum basilicum* L.

Synonymes: *Ocimum basilicum*var, *Glabratum*Benth, *Ocimum basilicum*var, *Majus*Benth [33].

Noms vernaculaires : Lahbeq, habeq, hamahim, hebeq el aïlaa, rehan [34].

## CHAPITRE 2 : Etude de la plante *Ocimum basilicum*

---

Autres noms: Basilic, basilic commun, basilic officinal, basilic des jardins [35], herbe royale, oranger des savetiers [19], herbe aux sauces, pistou ou pesto son équivalent italien, reyhan en Turquie [36]. Le basilic est aussi appelé «Roi des herbes [37].

### 2.2.4. Origine et répartition géographique :

Le basilic (*Ocimum basilicum*) est originaire d'Asie du Sud ou d'Afrique centrale. Il fut importé il y a au moins 4000 ans en Égypte. D'Égypte, il fut importé à Rome, et plus généralement dans le sud de l'Europe au IIe siècle. Il n'aurait pas atteint l'Angleterre avant le XIVe siècle. Il arriva en Amérique avec les premiers émigrants. Le basilic est donc très répandu à travers le monde. Il reste toutefois profondément ancré dans la culture asiatique et dans la gastronomie méditerranéenne [38].

### 2.2.5. Culture de basilic

Le basilic commun (plus de 150 espèces) est cultivé dans la région méditerranéenne que l'on utilise entière comme aromate et pour son huile essentielle [34].

Dans les climats plus doux, le basilic commun est une plante annuelle. La culture du basilic nécessite un climat chaud et ensoleillé, méditerranéen ou tropical. En climat tempéré, il faut le faire en serre ou dans des pots maintenus à une température de l'ordre de 20 °C. Le repiquage en pleine terre peut se faire lorsque le sol s'est suffisamment réchauffé et que les gelées ne sont plus à craindre, soit vers la fin mai, et lorsque le plante comporte au moins 4 à 6 feuilles pour qu'il soit moins sensible aux limaces.

Le basilic préfère un sol frais et bien drainé, une exposition abritée et cinq heures d'ensoleillement quotidien. Il faut l'empêcher de monter en fleurs pour augmenter la production de feuilles, et donc pincer les extrémités des tiges quand les fleurs se forment. Juillet-août est la période propice pour la récolte de ses feuilles à des fins de congélation. Lorsque l'automne arrive et que la température finira par tuer le basilic, on peut laisser quelques fleurs terminer leur transformation en graine pour pouvoir les semer l'année suivante. La multiplication se fait par semis au printemps, vers mars-avril [39].

### 2.2.5. Description botanique

C'est une herbe verte qui peut atteindre environ 90 cm de hauteur [37].

Les feuilles sont pétiolées, opposées, lancéolées et soyeuses. Elles possèdent des pointes émoussées ou acuminées, entières ou plus ou moins dentées avec des poils sur les bords. De couleur verte, plus ou moins foncée ou parfois rougeâtre. Leurs tailles varient selon les variétés de 2 à 3 cm jusqu'à 7cm.

Les tiges sont simples ou ramifiées, quadrangulaires généralement ligneuses à leur base comme chez beaucoup de lamiacées.

Les fleurs sont petites et regroupées en épis à l'extrémité des rameaux et à l'aisselle des feuilles. Elles sont de couleur crème, blanche, rose ou violacée selon la variété [40] [41] et sont accompagnées de bractées de 1-1,5 cm. Le calice est soudé en 5 lobes: un sépale supérieur arrondi et quatre autres courts et étroits.

La corolle porte deux lèvres: une supérieure constituée de quatre lobes et une inférieure plus longue, concave et arrondie. Chaque fleur porte 4 étamines [40].

Les fruits sont des tétramères renfermant chacun une seule graine marron-noire Oblongue. Le système racinaire est du type pivotant [42].

### 2.3. Utilisation du basilic :

Le basilic est une herbe annuelle de la famille de lamiacées d'origine indienne qui pousse partout à travers le monde. Elle est très aromatique au goût agréable utilisée dans plusieurs domaines : cuisine, médecine, horticulture, etc.... [43]. Les Parties utilisées: plante entière, feuilles, graines, fleurs [23].

#### 2.3.1. Utilisation culinaire

Le basilic est une herbe condimentaire [44], l'une des utilisations les plus connues de cette herbe est comme épice et ingrédient parmi les cuisines italienne et sud-est asiatique. Il est souvent utilisé en mélange en salades et sauces variées, la plus populaire étant l'italienne Pesto. Le basilic est également l'une des herbes culinaires les plus populaires du Nord L'Amérique qui est utilisée fraîche ou séchée [37].

### **2.3.2. Utilisation médicinale**

Les feuilles de basilic ont un intérêt thérapeutique, par leur huile essentielle riche en estragole ou en linalol, en fonction des hémotypes c'est un antispasmodique, bénéfique dans le traitement des spasmes digestifs [45].

Par ailleurs, Le basilic agit principalement sur le système nerveux et l'appareil digestif, en cas de flatulences, de maux d'estomac, de coliques et d'indigestions. On l'utilise également pour prévenir ou soulager nausées et vomissements, et pour éliminer les vers [20]. Aussi, Comme propriétés médicinales, la plante est utilisée comme carminatif, diurétique et stimulant [43].

### **2.3.3. Utilisation industrielle**

La richesse du basilic en huile essentielle lui procure des vertus. Ces huiles sont utilisées en industrie, pour la fabrication des parfums et pour la fabrication des produits cosmétiques [46]. Elle est également utilisée en industrie alimentaire [43].

### 3.1. Définition :

Les huiles essentielles appelées encore « essences » ou « essences aromatiques végétales » sont les substances odorantes, volatiles et de consistance huileuse, contenues dans les plantes [13]. Elles peuvent être obtenues par expression, enfleurage, mais la méthode de distillation à la vapeur est la plus couramment utilisée [47]. La plupart des végétaux renferment des huiles essentielles, mais habituellement en quantité infime, seules les plantes dites « aromatiques » en produisent en quantité suffisante [13].

### 3.2. Localisation des huiles essentielles :

Toutes les parties des plantes aromatiques, tous leurs organes végétaux, peuvent contenir de l'huile essentielle.

- les fleurs: oranger, rose, lavande ; le bouton floral (girofle) ou les bractées (ylang-ylang);
- les feuilles: eucalyptus, menthe, thym, laurier, sarriette, sauge, aiguilles de pin et sapin ;
- les organes souterrains: racines (vétiver, angélique), rhizomes (gingembre, acore).
- les fruits: fenouil, anis, épicarpes des Citrus ;
- les graines : noix de muscade;
- le bois et les écorces: cannelle, santal, bois de rose [48].

Les huiles essentielles s'accumulent dans les cellules, les cavités sécrétoires ou les poils glandulaires des plantes. Ce sont des globules à cellules imperméables (stomates) dont l'intérieur contient des huiles essentielles [49].

### 3.3. Propriétés physiques :

Les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont plus ou moins colorées et leur densité est en général inférieure à celle de l'eau. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels, entraînaibles à la vapeur d'eau, très peu solubles dans l'eau [50].

### 3.4. Composition chimique des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent quasi exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part [51].

#### 3.4.1. Les terpénoïdes

Les terpénoïdes sont le groupe le plus nombreux et le plus diversifié de métabolites secondaires des plantes, et contient environ 15000 composés différents. Ces composés sont caractérisés comme dérivant d'une structure de base de 5 carbones (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), communément appelés une unité isoprène, et sont classés en fonction du nombre de ces unités dans son squelette. Au sein des terpénoïdes, les composants les plus importants des huiles essentielles de la majorité des plantes appartiennent aux familles monoterpénoïdes sesquiterpénoïdes [52].

Seuls les monoterpènes en C<sub>10</sub> et les sesquiterpènes en C<sub>15</sub> peuvent être extraits par distillation, les autres terpènes (diterpènes en C<sub>20</sub> et triterpènes en C<sub>30</sub>) n'étant pas entraînés par la vapeur d'eau. Ils sont classés selon :

- leurs fonctions : alcools (géraniol, linalol), esters (acétate de linalyle), aldéhydes (citral, citronellal), cétones (menthone, camphre, thuyone), éthers-oxydes (cinéole).
- leur structure : linéaire (farnésène, farnésol), monocyclique (humulène, zingiberène), bicyclique (cadinène, caryophyllène, chamazulène) ou tricyclique (cubébol, patchoulol, viridiflorol) [53].

#### 3.4.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane :

Les dérivés du phénylpropane (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) ou composés phénoliques s'agissant le plus fréquemment des allyl- et propénylphénols, parfois des aldéhydes. La biosynthèse par voie phénylpropanoïdes débute par des aromatiques que sont la phénylalanine et la tyrosine, elles sont généralement caractérisés par la présence d'un groupement hydroxyle fixé à un

## CHAPITRE 3 : Les huiles essentielles

cycle phényle. Egalement, la synthèse de ces constituants nécessite une série d'acides dont l'acide shikimique et l'acide cinnamique. Les phénylpropanoïdes sont moins réponde dans l'HE que les terpènes. Néanmoins, elles sont caractéristiques dans certaines huiles essentielles d'Apiaceae : (anis, fenouil, persil, cannelles (eugénole, myristicine, asarones, cinnamaldéhyde) [54].

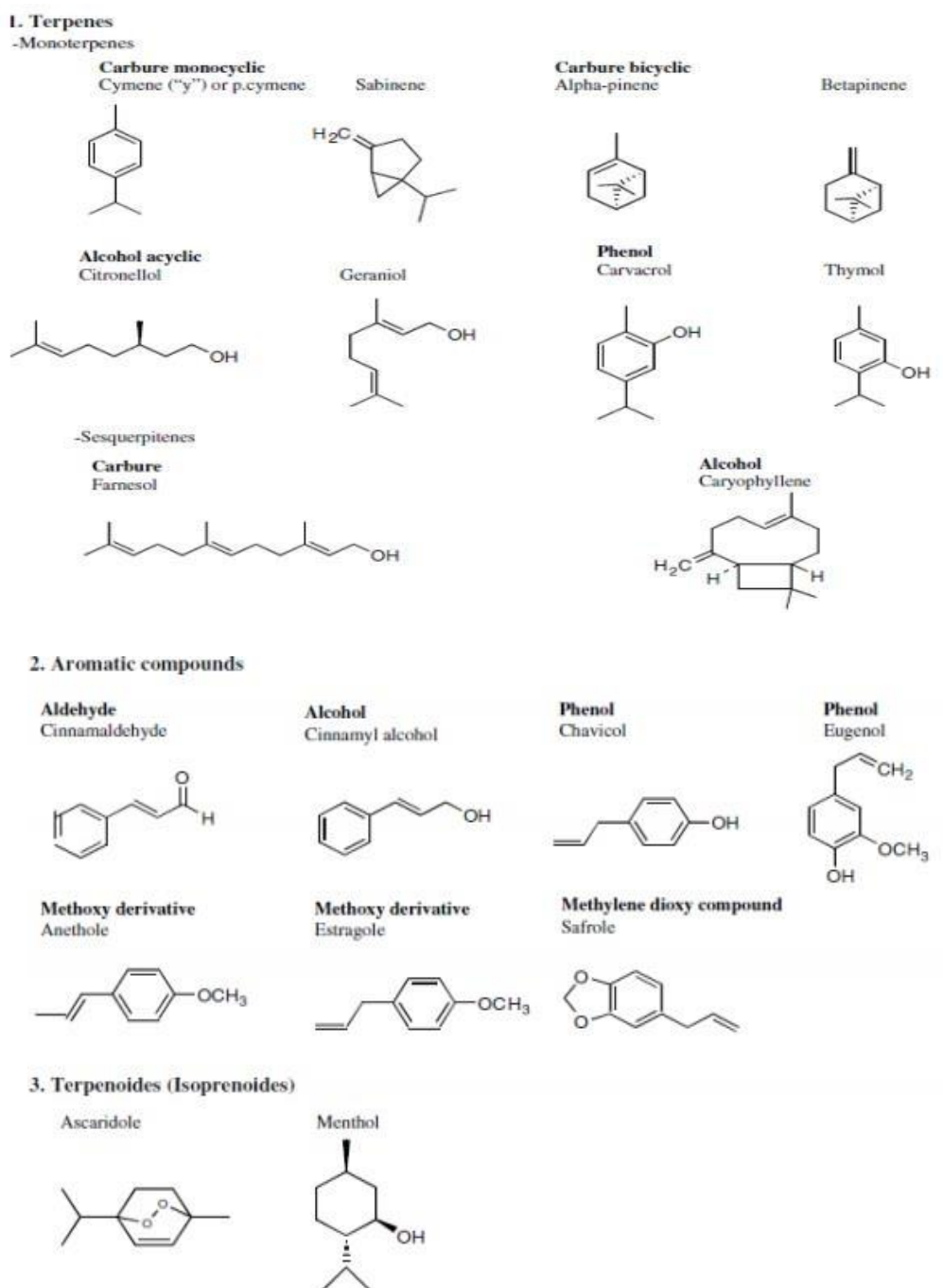


Figure 1 : Structure chimique de quelques composés des huiles essentielles [55].

### 3.5. Rôle des huiles essentielles chez les végétaux

Les huiles essentielles sont extraites des végétaux. Ces derniers fabriquent des huiles essentielles pour se protéger, se soigner, se réparer : elles leur servent à séduire les insectes pollinisateurs, se protéger des brûlures du soleil ou du froid, des prédateurs et des maladies, et enfin à guérir (blessures, maladies, attaques diverses...). Pour résumer, les plantes survivent grâce à leurs huiles essentielles [56].

### 3.6. Techniques d'extraction des huiles essentielles

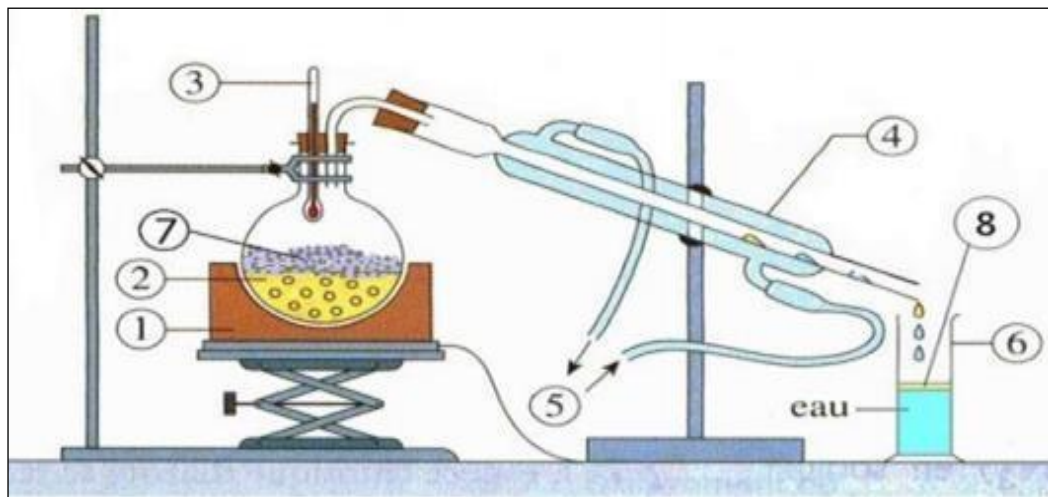
#### 3.6.1. Distillation

La technique d'extraction des huiles essentielles utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau est de loin la plus utilisée à l'heure actuelle. Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe: l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau [57].

##### 3.6.1.1.1. Hydrodistillation

L'hydrodistillation (water distillation) est la méthode la plus simple et de ce fait, la plus anciennement utilisée (figure n°5). Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans un réfrigérant et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolat par simple différence de densité. Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques [58].



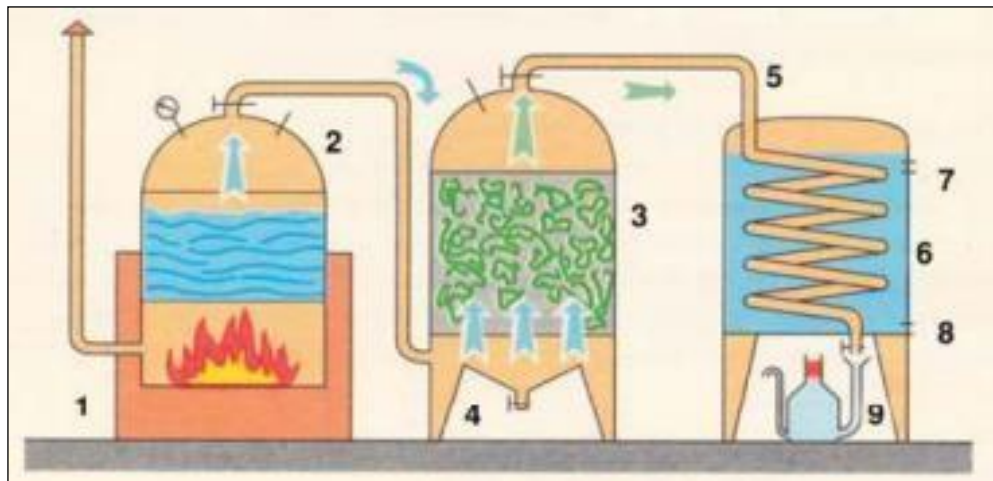


1-Chauffe ballon ; 2- Ballon ; 3- Thermomètre ; 4- Réfrigérant ; 5- Entrée et sortie d'eau; 6- Erlenmeyer ; 7- Matière à extraire l'essence ; 8- Couche d'huile essentielle

**Figure 2 :** Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation [58].

### 3.6.1.2. La distillation par entraînement à la vapeur d'eau

Dans ce système d'extraction, trois cuves sont reliées entre elles par des tubes. La première cuve reçoit de l'eau et la seconde les plantes. L'eau est doucement chauffée et la vapeur passe dans la cuve contenant les plantes. La vapeur circule à travers les plantes et se charge des principes actifs. Puis elle s'échappe par un long tuyau fin en forme de serpentin qui baigne dans un récipient d'eau froide. La vapeur, ainsi refroidie, se condense en gouttelettes et arrive dans la troisième cuve = l'essencier. Les HE (Huiles Essentielles) étant plus légères que l'eau, il suffit de les récupérer en surface, tandis que l'eau qui se trouve en dessous sera utilisée pour créer des eaux florales [59].

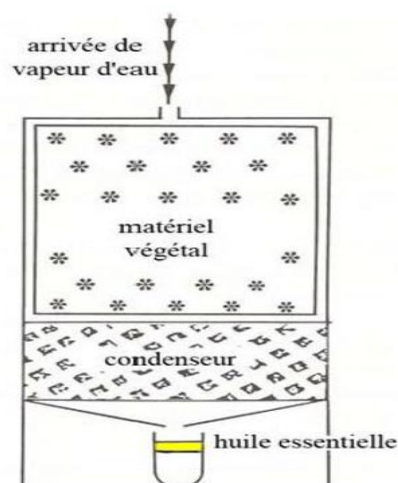


1-Foyer ; 2-Chaudière ; 3-Vase à fleurs ; 4-Vidage de condensation ; 5-Col de cygne ; 6-Réfrigérant avec serpentín ; 7-Sortie d'eau chaude ; 8-Arrivée d'eau froide ; 9-Essencier servant à la décantation de l'essence et de l'hydrolat

**Figure 3 :** Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur d'eau [60].

### 3.6.1.3 Hydrodiffusion ou Percolation

La hydrodiffusion est une méthode consistant à envoyer la vapeur d'eau de haut en bas et non de bas en haut comme pour la distillation. Cette méthode a l'avantage pour certaines plantes seulement d'être plus rapide et donc moins préjudiciable à la qualité des substances aromatiques. Cependant, la hydrodiffusion possède l'inconvénient de charger les HE en substances non volatiles. Il en résulte des « essences de percolation » et non des HE à proprement parler [61].



**Figure 4 :** Schéma du principe de la technique d'hydrodiffusion [57].

### 3.6.2. Autres méthodes pour l'extraction des huiles essentielles

#### 3.6.2.1. Enfleurage

L'enfleurage est une ancienne méthode d'extraction manuelle des essences. Complexe et très coûteuse, qui n'est plus tellement pratiquée de nos jours. Elle est utilisée essentiellement pour les végétaux dont l'arôme est trop fragile pour supporter d'autres méthodes d'extraction. C'est par exemple le cas du jasmin, du narcisse ou du muguet. Les plantes sont disposées à température ambiante sur les plaques de graisse qui ont pour but d'absorber le parfum. Une fois la plaque bien imprégnée, la matière grasse est séparée de l'huile essentielle à l'aide d'un solvant. Grâce à cette méthode, on obtient des huiles essentielles de grande qualité [62].

#### 3.6.2.2. Expression à froid

Cette technique est utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes de la famille des Rutacées (citron, orange, mandarine, etc.). C'est une méthode assez simple qui consiste à briser mécaniquement (abrasion, compression, incision, perforation, ...) les poches à essence (souvent au niveau de l'écorce ou péricarpe du fruit) pour recueillir un mélange d'essences odorantes et d'eau. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation [63].

#### 3.6.2.3. Extraction par solvant

L'extraction par solvant peut être utilisée pour extraire des huiles essentielles thermiquement labiles (par exemple, à partir de fleurs). Au cours de cette méthode, le matériel végétal est placé dans un bain de solvant qui le dissout. Après l'extraction, le mélange liquide qui contient le L'huile essentielle d'aspects généraux (avec d'autres composés) passe par un processus de filtration et une distillation ultérieure. Le principal avantage de l'extraction par rapport à la distillation est qu'une température plus basse est utilisée pendant le processus, réduisant ainsi le risque de changements chimiques dus aux températures élevées, qui sont utilisées pendant la distillation [64].

### 3.7. Conservation des huiles essentielles

Du fait de la présence de fonctions chimiques réactives, les terpènes peuvent s'oxyder, lorsque l'huile essentielle est abandonnée assez longtemps, à la lumière, à l'air et à la température ambiante, ou mieux à une température élevée.

Pour éviter la formation des produits d'oxydation, il est nécessaire de conserver les huiles essentielles :

- à l'abri de l'air, en présence d'un gaz inerte tel que l'azote ;
- à l'abri de la lumière, dans des flacons propres et secs, métalliques (aluminium ou acier inoxydable) ou en verre teinté ;
- à froid, de préférence à + 4 °C.

Il faut éviter, d'une part, de mettre très peu d'huile essentielle dans le flacon et, d'autre part, d'utiliser des emballages et des bouchons en matière plastique qui peuvent être sensibles au contenu [65].

### 4.1. Activité antioxydante

#### 4.1.1. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre les systèmes et les capacités antioxydantes d'un organisme, d'une cellule ou peut suivre la voie de l'apoptose ou de la sénescence. Il est aisé de détecter un stress oxydant provoqué par une élévation aiguë des ERO. La situation est plus complexe lorsque l'on recherche un stress oxydant chronique au cours duquel, d'une part, les élévations des ERO sont atténuées par des boucles de régulation [66].

Plusieurs études épidémiologiques et cliniques suggèrent que le stress oxydant joue un rôle important dans la genèse et l'entretien de nombreuses pathologies humaines (diabète, maladies cardiovasculaires, cancer, allergies, maladies neuro dégénératives) ainsi que le vieillissement. Une meilleure connaissance des mécanismes physiopathologiques de ces maladies pourrait ouvrir de nouvelles perspectives thérapeutiques [67].

#### 4.1.1.2. Origine de stress

Le stress oxydatif peut avoir diverses origines, telles que la surproduction endogène d'agents pro-oxydants d'origine inflammatoire, un déficit nutritionnel en anti-oxydants ou même une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (Tabac, alcool, médicaments, rayons UV, pesticides, ozone, métaux toxiques) [68].

#### 4.1.2. Radicaux libres

Un radical libre peut être défini comme toute espèce moléculaire capable d'existence indépendante qui contient un électron non apparié dans une orbite atomique. La présence d'un électron non apparié résulte dans certaines propriétés communes qui sont partagées par la plupart des radicaux. De nombreux radicaux sont instables et très réactifs. Ils peuvent soit donner un électron à ou accepter un électron d'autres molécules, se comportant donc comme des oxydants ou des réducteurs. Les radicaux libres attaquent les macromolécules importantes menant à la cellule dommages et perturbations homéostatiques. Cibles des radicaux libres inclure toutes sortes de molécules dans le corps. Parmi eux, les lipides, les acides nucléiques et les protéines sont les principales cibles [69].

### 4.1.3. L'oxydation

L'oxydation est une réaction chimique qui transfère les électrons d'une substance à un agent oxydant. Les réactions d'oxydation peuvent produire des radicaux libres, qui déclenchent des réactions en chaîne qui endommagent les cellules [70].

### 4.1.4. Antioxydants

#### 4.1.4.1. Définition

Les antioxydants sont des substances vitales qui possèdent la capacité de protéger la membrane cellulaire des dommages causés par le stress oxydatif induit par les radicaux libres. [37]. Les antioxydants interagissent avec et se stabilisent librement radicaux et peut empêcher une partie des dommages sans les radicaux pourraient autrement provoquer [70].

#### 4.1.4.2. Systèmes de défense antioxydants

##### 4.1.4.2.1. Systèmes antioxydants enzymatiques

Les systèmes antioxydants enzymatiques comportent un ensemble d'enzymes tels que les superoxydesdismutases (SOD), les glutathion peroxydases (Gpx), la catalase et le système thiorédoxine et peroxirédoxine (Trx) [67].

##### 4.1.4.2.1. 1. La catalase

La catalase est également responsable de l'élimination d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> par une transformation H<sub>2</sub>O et O<sub>2</sub>. Contrairement à la Gpx, l'affinité de la catalase pour l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> est élevée seulement lorsque les teneurs en peroxyde d'hydrogène sont accrues. Cette enzyme est abondante dans le foie et les globules rouges. Elle se retrouve préférentiellement dans les peroxysomes et en plus faible quantité dans le cytosol [71].

##### 4.1.4.2.1.2. Superoxyde dismutase

Les superoxydesdismutases (SOD) sont une classe de des enzymes qui catalysent la dégradation du superoxyde anion en oxygène et peroxyde d'hydrogène. Les enzymes SOD sont présents dans presque toutes les cellules aérobies et dans les cellules extracellulaires fluides. Il existe trois grandes familles de superoxyde dismutase, selon le cofacteur métallique: Cu / Zn, Fe

et Mn et enfin le type Ni qui lie le nickel. Dans plantes supérieures, les isoenzymes SOD ont été localisées dans différents compartiments cellulaires. Le Mn-SOD est présent dans les mitochondries et peroxyosomes. Fe-SOD a été trouvé principalement dans les chloroplastes mais a également été détecté dans les peroxyosomes, et Cu Zn-SOD a été localisé dans le cytosol, les chloroplastes, les peroxyosomes et l'apoplaste [73].

### 4.1.4.2.1.3. Glutathion peroxydases

La GPx (GPxs) est une scléroprotéine (cinq isoformes) qui réduit les peroxydes aux dépens de son substrat spécifique, le glutathion réduit (GSH). Son rôle principal consiste en l'élimination des peroxydes lipidiques résultant de l'action du stress oxydant sur les acides gras polyinsaturés. La GPx est effondrée en cas de déficit majeur en sélénium, elle est donc un bon reflet de cette carence. Toutefois, pour un apport adéquat en sélénium, les teneurs en GPx atteignent un plateau. Le dosage en GPx ne peut donc être utilisé comme marqueur d'une intoxication en sélénium. Cependant, sa synthèse étant rénale et hépatique, d'autres facteurs tels que l'insuffisance rénale ou la cytolysse hépatique peuvent modifier sa concentration [72].

### 4.1.4.2.2. Systèmes antioxydants non enzymatiques

Parmi les systèmes antioxydants non enzymatiques, certains sont solubles dans l'eau ce qui leur permet d'agir dans la fraction soluble de la cellule ou dans le plasma, c'est le cas du glutathion, la vitamine C et l'acide urique. Les autres systèmes antioxydants, tels que les vitamines E, A et le  $\beta$ -carotène [67].

#### 4.1.4.2.2.1. Acide urique

L'acide urique représente environ la moitié de la capacité antioxydante du plasma. En fait, l'acide urique peut avoir remplacé l'ascorbate dans l'évolution humaine. Cependant, comme l'ascorbate, l'acide urique peut également arbitrer la production d'espèces actives d'oxygène [62]. De plus, il est difficilement soluble dans l'eau, limitant vraisemblablement sa concentration physiologique [73].

### **4.1.4.2.2.2. Vitamine E**

La vitamine E est connue aussi sous le nom d' $\alpha$ -tocophérol, est un composé lipophile mono phénolique et un antioxydant puissant, piégeant les radicaux libres. Le radical libre formé dans le milieu vient arracher un proton sur la vitamine E, générant ainsi le radical tocophérol et le composé neutralisé correspondant. Le groupe hydroxyle de cette molécule le radical avec lequel cette vitamine réagit initialement est issu de l'attaque radicalaire des lipides, la des membranes biologiques. Ce potentiel antioxydant de la vitamine E explique son rôle protecteur vis-à-vis des membranes biologiques [73].

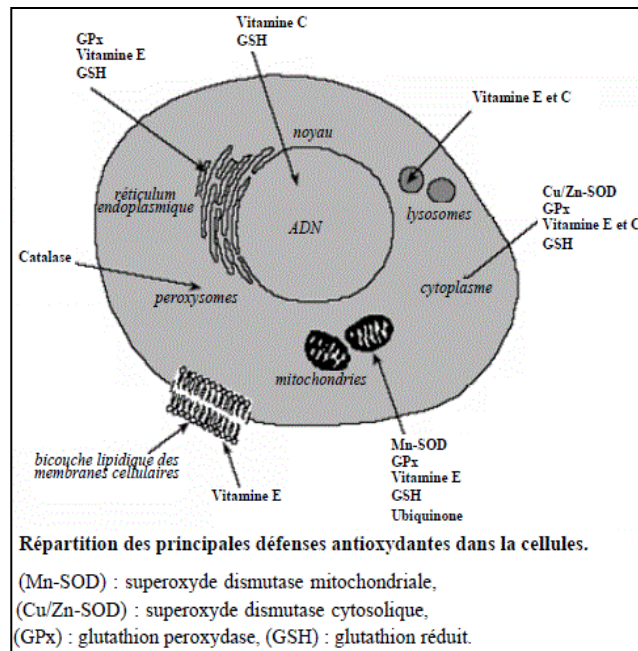
### **4.1.4.2.2.3. Acide ascorbique ou «vitamine C»**

La vitamine C est un antioxydant monosaccharide trouvé chez les animaux et les plantes. Comme l'une des enzymes nécessaires à la fabrication d'ascorbiques l'acide a été perdu par mutation au cours de l'évolution humaine, il doit être obtenu à partir de l'alimentation et est une vitamine. Plus d'autres animaux sont capables de produire ce composé dans leur corps et ne l'exigent pas dans leur alimentation. Dans les cellules, c'est maintenu sous sa forme réduite par réaction avec le glutathion, qui peut être catalysé par le disulfure de protéine isomérase et glutarédoxines. L'acide ascorbique est un réducteur agent et peut réduire et donc neutraliser, réactif espèces d'oxygène telles que le peroxyde d'hydrogène (Antioxydants et prévention du cancer) [70].

### **4.1.4.2.2.4. Glutathion**

La glutathion est un tri-peptide qui joue des rôles essentiel au niveau intracellulaire. De plus, Le glutathion est un antioxydant impliqué dans de nombreux processus. son rôle dans la détoxification de xénobiotiques et d'ERO a été bien établi. Par ailleurs, c'est un coenzyme de plusieurs enzymes telles que la glutathion peroxydase, qui joue un rôle protecteur essentiel contre le stress oxydant [74].





**Figure 5** : Répartition des principales défenses antioxydantes dans la cellule [75].

### 4.1.4.3. Mécanisme d'action des antioxydants

Les antioxydants peuvent protéger l'organisme contre les effets néfastes des espèces réactives comme suit:

- Inhibition de la formation des radicaux libres.
- Neutralisation des radicaux libres.
- Augmentation du système de défense du corps.
- Réparation des dommages résultants de radicaux libres [76].

## 4.2. Activités antioxydante des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum*

De nombreuses études ont été réalisées dans le cadre de l'estimation de l'activité antioxydante et dans ces études l'HE d'*Ocimum basilicum* a fait l'objet de nombreux travaux dont les résultats sont variables. Parmi ces travaux on peut citer :

Les travaux de Khelifa et al (2011) ont étudié la capacité antioxydante de l'huile essentielle d'*O. Basilicum* de la région de Khemis Miliana (Nord Alger) a été testé et classifié comme chémotype linalol / acétate de linalyle. Les résultats obtenus par la méthode DPPH ont montré l'existence d'une activité antioxydante, mais elle était moins efficace par rapport à la vitamine E.

De plus, Ils ont montré que les valeurs de l'EC50 varient selon la composition chimique des plantes. Elle est de 83,54 mg/ml. Les mêmes auteurs ont montré que la présence de linalol en tant que composé majoritaire (32,83 %) avec la diminution d'eugénol, dans leur composition chimique est la cause de cette diminution [77].

Cependant, Dabiré et al (2011) ont étudié l'influence de séchage d'*O. Basilicum* sur l'activité antioxydante des huiles essentielles (1,87 mg). Le séchage de la matière végétale pendant 23 jours entraîne une modification importante de cette activité antioxydante. Ils ont montré que la diminution du taux de l'eugénol dans l'huile essentielle (en présence de linalol) à cause de la longue durée de séchage de la plante provoquant une baisse de l'activité antioxydante de l'HE de plus de 87% de ses propriétés antioxydantes[78].

Par ailleurs, Politio et al (2007) Suggèrent clairement que la capacité antioxydante ( $EC_{50} = 1,4 \text{ g/L}$ ) de l'HE de basilic est due principalement à la présence de l'eugénol (5,9%) dans sa composition chimique tandis que les autres constituants n'ont aucun effet significatif par rapport à la capacité de l'eugénol. L'activité antioxydante de l'eugénol a été signalée plusieurs fois et testée sur divers systèmes [79].

Aussi, Les travaux de Hussain et al, (2008) sur l'HE d'*Ocimum basilicum* en fonction de différentes périodes de récolte dans l'année, démontrent que les HE de la période d'hiver et de printemps jouissent d'une plus grande activité antiradicalaire comparée à celle de l'automne et de l'été, présentant des valeurs respectives d'IC50 de 4.8, 5.3, 6.0 et 6.7  $\mu\text{g/ml}$ . Cette variabilité est due aux impacts des facteurs environnementaux sur la composition chimique des HE ainsi que sur leurs activités biologiques [80].

### 4.3. Activité antimicrobienne des huiles essentielles

#### 4.3.1. Bactéries

##### 4.3.1.1. Définition

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires). On distingue aussi les bactéries proprement dites (Bacteria) des bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries rencontrées en pathologie appartiennent aux Bacteria.

Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique [81].

### 4.3.1.2. Antibiotiques

Un antibiotique est une substance antibactérienne naturelle ou synthétique d'origine microbienne ou synthétisée chimiquement, capable d'inhiber spécifiquement la croissance d'autres micro-organismes par un mécanisme particulier jouant sur les mécanismes vitaux du germe. Pour qu'il soit actif, un antibiotique doit pénétrer dans la bactérie, sans être détruit ni être modifié, se fixer sur une cible et perturber la physiologie bactérienne [82].

#### 4.3.1.2.1. Mécanismes d'action des antibiotiques

Les antibiotiques peuvent traiter les infections bactériennes par 5 modes d'action principaux, cette action s'exerce selon les molécules sur des sites variés:

- L'interférence avec la synthèse de la paroi cellulaire:  $\beta$  lactamines, glycopeptides
- Perturbation de la structure de la membrane bactérienne: polymyxines, daptomycine.
- L'inhibition de la synthèse des protéines microbiennes: macrolides, le chloramphénicol, linézolide, aminoglycosides, tétracyclines.
- L'interférence avec la synthèse des acides nucléiques:
  - Inhibition de la synthèse de l'ADN: Quinolone
  - Inhibition de la synthèse d'ARN: rifampicine
- L'inhibition des voies métaboliques: les sulfamides, les analogues de l'acide folique [83].

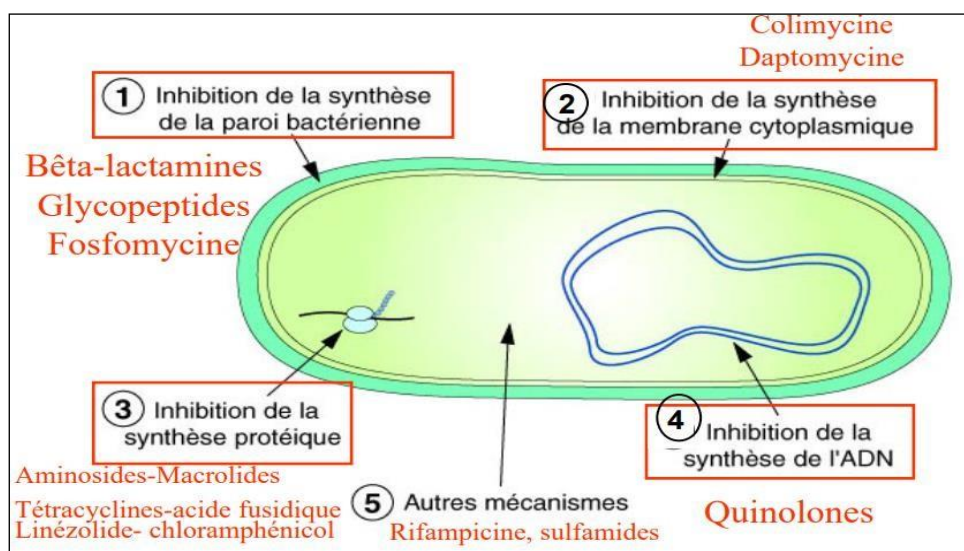


Figure 6 : Principaux mécanismes d'action des antibiotiques [84].

### 4.3.1.3. Activité antibactérienne des huiles essentielles

Malgré le développement d'antibiotiques, les infections bactériennes sont toujours un problème majeur dans médecine, et la présence de nombreuses souches pharmacorésistantes pose un nouveau défi. Les plantes médicinales ont été largement utilisées dans ce domaine depuis de nombreux siècles. Récemment, il y a eu un intérêt croissant pour les produits naturels en raison de leur disponibilité, moins d'effets secondaires ou de toxicité ainsi qu'une meilleure biodégradabilité par rapport aux antibiotiques [85]. À cet égard, les huiles essentielles peuvent offrir un grand potentiel et un grand espoir. Ces produits ont souvent été signalés comme des agents antimicrobiens [86] et de nombreuses huiles ont été définies comme antibactériennes [47].

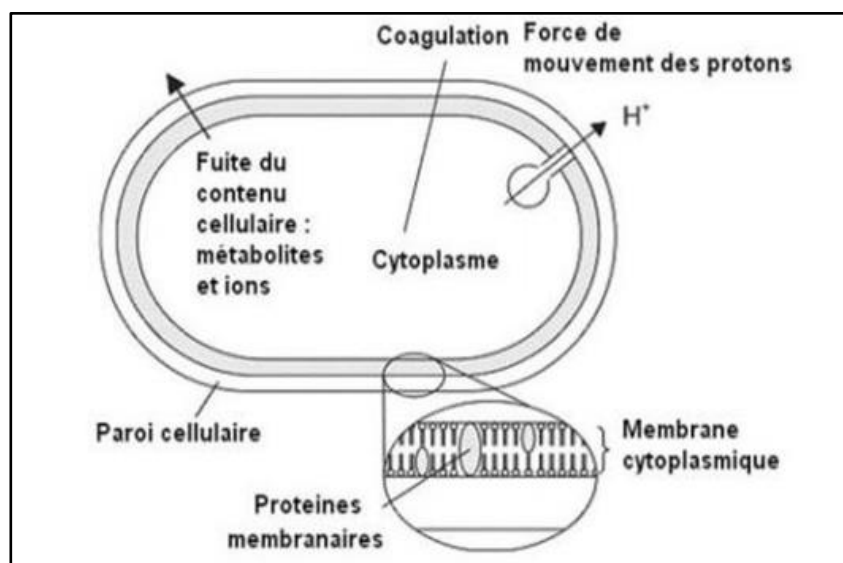
L'activité antibactérienne des huiles essentielles est strictement liée à leur composition chimique [85]. Généralement, les huiles essentielles possédant les propriétés antibactériennes les plus fortes contre les agents pathogènes contiennent un pourcentage élevé de composés phénoliques tels que le carvacrol, l'eugénol et le thymol [47]. Il semble aussi, que le mécanisme d'action de ces huiles est lié essentiellement à la structure de la paroi et à la perméabilité membranaire des bactéries [87].

En revanche les bactéries à Gram positif sont plus résistantes que les bactéries à Gram négative, ceci est dû aux différences structurales de leurs membranes externes [87].

## Chapitre 4 : les activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent plusieurs modes d'action sur les différentes souches de bactéries, mais d'une manière générale leur action se déroulent en trois phases :

- Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants.
- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie [88].



**Figure 7** : Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne [47].

### 4.3.2. Champignons

#### 4.3.2.1. Définition

Les mycètes (champignons) sont des organismes eucaryotes, appartenant au règne Fungi. Ils sont hétérotrophes, se nourrissent par absorption à partir du mycélium (réseau de filaments).

Les mycètes vivent en commensaux (à l'exemple du *Candidasp*) chez l'homme sans occasionner de lésions ; parfois en parasites d'où le terme « mycoses » pour les lésions qu'ils occasionnent. Selon l'état immunitaire du patient, ils peuvent passer du commensalisme au parasitisme.

On distingue trois types : les champignons filamenteux, les levuriformes et les dimorphiques [89].

### 4.3.2.2. Mode d'action antifongique des huiles essentielles

Les huiles essentielles agissent à différents niveaux :

- Sur la paroi.
- Sur la membrane.
- Sur la synthèse des acides nucléiques.
- Sur la synthèse des stérols.

Certaines huiles essentielles altèrent la perméabilité cellulaire en s'incorporant entre les chaînes grasses acyles constitutives des bicouches lipidiques membranaires et en inhibant la synthèse d'ergostérol, perturbant ainsi la fluidité de la membrane plasmique et conduisant à des altérations et des déformations empêchant l'adhésion des champignons aux muqueuses réduisant ainsi leur virulence et leur contagiosité [90].

Les groupes moléculaires avec les plus puissantes actions antibactériennes sont également des antifongiques efficaces mais ils doivent être utilisés sur de plus longues périodes. Des études fondamentales ont également montré que les alcools et les lactones sesquiterpéniques avaient une activité antifongique [91].

### 3.4. L'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum*

Plusieurs travaux antérieurs ont montré que l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* possède des propriétés antimicrobiennes remarquables et un pouvoir antibactérien beaucoup plus élevé contre les bactéries à Gram positif par rapport aux bactéries à Gram négatif. Ainsi que, de nombreux auteurs ont associé l'effet antimicrobien du basilic à la présence d'une forte teneur en linalol.

Parmi ces travaux on peut citer :

Chenni M (2016) a testé le pouvoir antimicrobien d'*Ocimum basilicum* riche en linalol vis-à-vis de cinq micro-organismes : deux bactéries à Gram positif, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, deux bactéries à Gram négatif, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* et une levure, *Candida albicans*. Les résultats de cette étude ont indiqué que *S.aureus* était le microorganisme le plus sensible présentant les plus grandes zones

d'inhibition (38 à 33 mm), l'activité la plus faible a été observée contre *Escherichia coli* avec les plus petites zones d'inhibition (26 à 22 mm). En outre, l'inhibition de la croissance était également sujette aux champignons avec des zones d'inhibition (34 à 31 mm). Dans l'ensemble, les huiles essentielles du basilic ont présenté un large spectre antimicrobien et ont exercé un effet antimicrobien beaucoup plus fort contre les bactéries à Gram positives que contre les bactéries à Gram négatives [31].

En effet, Hussan I.A et al (2016) ont étudié l'influence de la variation saisonnière, à savoir l'été, l'automne, l'hiver et le printemps, sur l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de basilic (*Ocimum basilicum*), contre un gamme des microorganisme : deux bactéries à Gram positive, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus subtilis* ATCC 10707, deux bactéries à Gram négative *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pasteurella multocida* et cinq champignons pathogènes, *Aspergillus niger* ATCC 10575, *Mucor mucedo*, *Fusarium solani*, *Botryodiplodiatheobromaet* *Rhizopus solani*.

La Concentration minimale inhibitrice (CMI), a indiqué que *S.aureus* et *B.subtilis* étaient les bactéries les plus sensibles présentant les plus grandes zones d'inhibition (22.2-24.4 mm), (20.4-26.1 mm), respectivement. Moins d'activité a été observée contre *M. mucedo* avec les plus petites zones d'inhibition (9,7-13,6 mm).

Les résultats de cette étude ont montré que les huiles essentielles possédé une activité antimicrobienne plus forte contre les bactéries à Gram positives que contre les bactéries Gram à négatives. En général, les huiles essentielles des cultures d'hiver et d'automne présentaient une plus grande activité antimicrobienne qui est due aux teneurs élevés en linalol [80].

Aussi, Maidi L (2014) a testé l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur plusieurs souches microbiennes: cinq bactéries à Gram positive, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *MRSA* ATCC 43300, *MSSA* ATCC 29213 et cinq bactéries à Gram négative, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25853, *Klebseilla pneumoniae* ATCC 7000603, *slamonella enteritidis*, *Slamonella typhi* , une levure *Candida albicans* et deux champignons, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum*.

## Chapitre 4 : les activités biologiques des huiles essentielles

---

Les huiles essentielles ont montré leur optimum activité pour les bactéries à Gram positive envers la souche *B. cereus* (environ 17,16 mm) suivi par *MRSA* (13mm) et *S. aureus* (12mm), tandis que les souches, *E. faecalis* et *MSSA* ont été les moins sensibles avec des zones d'inhibitions ne dépassant pas les 9 mm. Pour *P. aeruginosa*, aucune sensibilité n'a été révélée.

Cette étude a révélé que les huiles essentielles sont actives contre toutes les souches testées à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa*, elle a révélé une activité contre les bactéries à Gram positive et une activité moindre contre les bactéries à Gram négative. D'une façon générale, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* due à leur haute teneur en linalol [92].



## CHAPITRE 5 : Matériel et méthodes

---

### 5.1. Matériel

#### 5.1.1. Matériel biologique

Dans cette étude, les échantillons du matériel végétal utilisé (feuilles, fleurs) ont été achetés d'un herboriste de la wilaya de BLIDA ville BAB AL DZAIR.

D'après l'herboriste cette plante a été récoltée au niveau de son jardin qui se situe au niveau de la commune de HASSANI ABD ELKRIM dans la Wilaya d'EL OUED. La localité de récolte est caractérisée par (33° et 34° latitude Nord), (6° et 8° à longitude EST), et d'altitude 70 m, stade inflorescence. Au moins de septembre 2019.



**Figure 8 :** *Ocimum basilicum* dans son habitat naturel (originale, 2020).

D'après l'herboriste, la partie aérienne de cette plante a été séchée à l'ombre, à une température ambiante dans une salle aérée. Le matériel végétal sec (figure 9) a été conservé dans des sachets à la température ambiante dans un endroit sec et à l'abri de humidité et de lumière jusqu'à son utilisation.



**Figure 9** : La partie aérienne sèche de la plante : *Ocimum basilicum* (originale, 2020)

### 5.1.2. Matériels non biologiques

- Hydrodistillateur type clevenger (Thermoscientific)
- Balance de précision
- Tubes Eppendorf
- Ballon de 50 ml
- Becher
- Eau distillée

## 5.2. Méthodes

### 5.2.1. Extraction de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

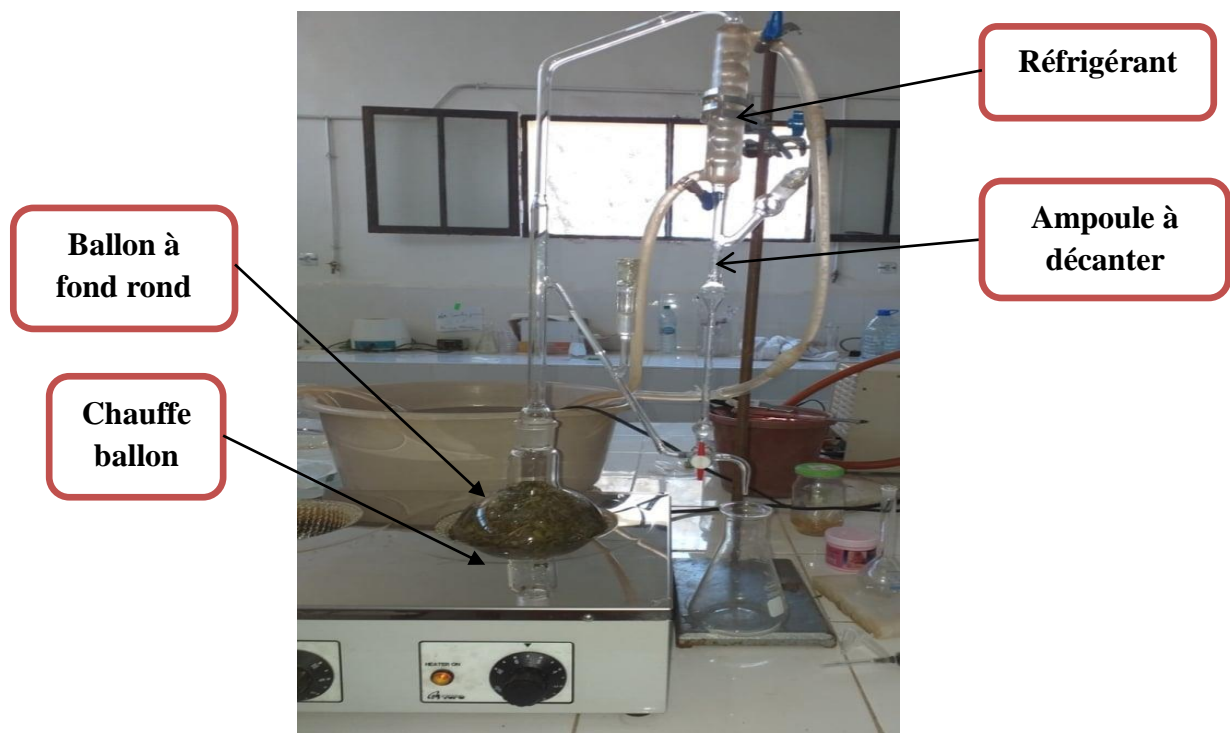
L'extraction des huiles essentielles de la matière végétale sèche (feuilles, fleurs) de basilic (*Ocimum basilicum*), a été effectuée au niveau de laboratoire de biotechnologie et de recherche des plantes médicinales et aromatiques dans le département de biotechnologie végétale.

## CHAPITRE 5 : Matériel et méthodes

---

L'obtention des HE a été effectuée par la technique de hydrodistillation dans un appareil de type Clévenger (**Figure 10**). 40 g de matériel végétal sèche avec 500 ml d'eau minérale ont été introduit dans un ballon de 1 litre surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. La distillation a été réalisée par ébullition, pendant 45 minutes après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur. Les vapeurs chargées d'huile en traversant un réfrigérant se condensent dans une burette graduée, l'eau et huile se séparent par différence de densité.

Le rendement en HE est exprimé par le volume d'huile (en millilitre) obtenu pour la masse de 40 g de la matière végétale sèche.



**Figure 10** : Montage d'hydrodistillation (Originale, 2020).

### 5.2.1.. Rendement

Le rendement en huile essentielle a été estimé par rapport la masse de l'huile extraite et de la masse de matière végétale sèche en utilisant l'équation suivante [93].

$$\text{Rd} = (\text{mHE}/\text{mS}) \times 100$$

Rd % : Rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage.

m HE : Masse de l'huile essentielle en gramme.

m S : Masse de la matière végétale sèche en gramme.

### 5.2.2. Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle

Les différentes caractéristiques physico-chimiques (aspect, couleur et odeur) d'essence de l'*Ocimum basilicum* ont été notées.

- L'odeur : il appartient aux sens chimiques les plus sensibles
- La couleur : la couleur change d'une huile essentielle à l'autre selon les produits qui la constituent. La couler de nos huiles est peut être déterminé à l'œil nu
- L'aspect physique : L'aspect d'une essence végétale change selon les produits qui la constituent, qui peut nous apparaitre sous forme solide, liquide ou solide-liquide.

### 5.2.3. Activité antioxydante

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer l'activité antioxydante permis ces méthodes

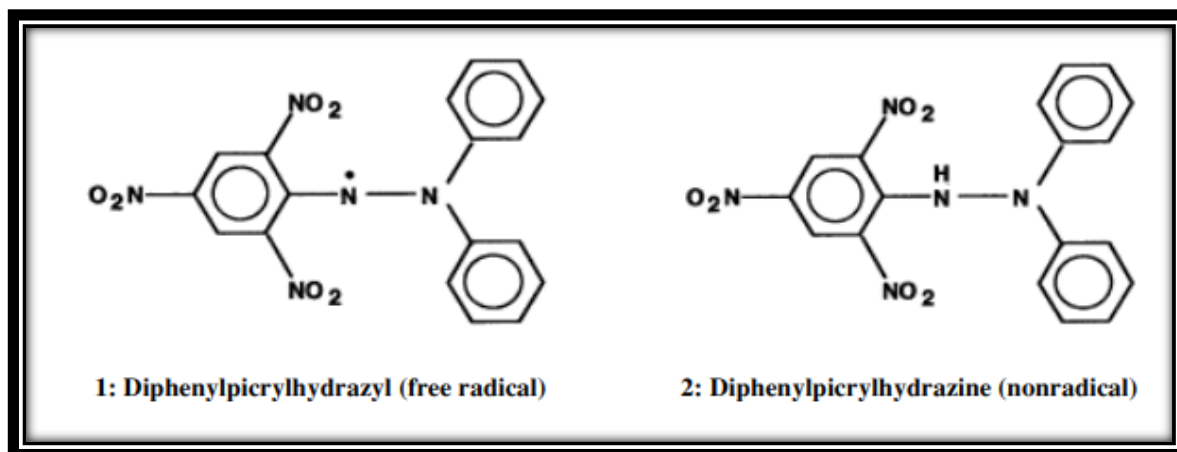
La méthode de DPPH.

#### ✓ Principe du test du DPPH :

Le DPPH (1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl) (**figure 11**) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517nm. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune.

## CHAPITRE 5 : Matériel et méthodes

Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon [94].



**Figure 11** : Forme libre et réduite du radical DPPH [94].

- **Mode opératoire :**

Le Protocole est décrit par Brand- Williams *et al*(1995). Préparer une solution de DPPH par la solubilisation de 2,4mg de DPPH dans 100ml de méthanol (elle ne se conserve pas plus de 4-5 jours à -5°C et à l'obscurité). Ajouter un volume de 100µl d'huiles essentielles (à différentes concentrations) à 2ml de la solution de DPPH. Agiter le mélange réactionnel vigoureusement et incubé 30 min à l'obscurité. Mesurer d'absorbances à 517nm contre le blanc (solution DPPH/méthanol). Utiliser Le BHT comme antioxydant synthétique de référence. Estimer la capacité de l'antioxydant à piéger le radical libre en pourcentage de décoloration du DPPH en solution dans le méthanol. Déterminer le pourcentage d'activité antioxydante selon l'équation suivante :

$$\% \text{ Activité antioxydante} = [\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon} / \text{Abs contrôle}] \times 100$$

**Abs** : Absorbance à la longueur d'onde de 517nm.

Le paramètre IC50 (concentration équivalente à 50% de DPPH perdu) est défini comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du DPPH (couleur), calculer la régression linéaire à partir des graphes des taux d'inhibition [95].

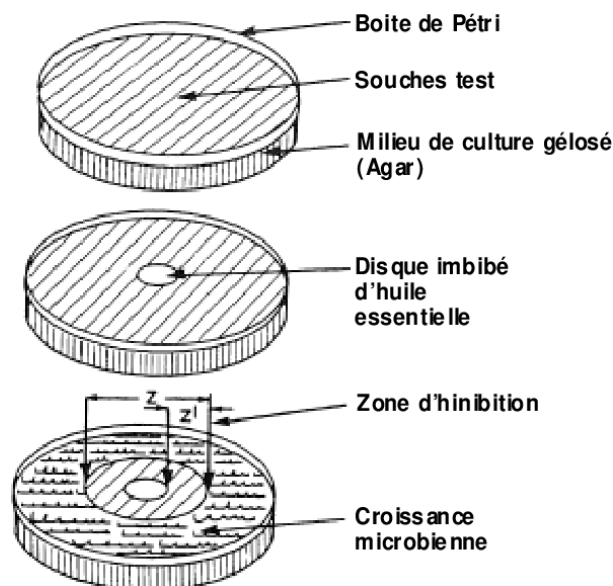
### 5.2.4. L'activité antimicrobienne (méthode de l'aromatogramme)

Cette méthode est une technique microbiologique qui permet d'étudier la sensibilité des germes à différentes huiles essentielles, c'est à-dire leur pouvoir antibactérien et antifongique.

- **Principe :**

Cette technique est comparable à l'antibiogramme. Le principe de cette méthode repose sur la diffusion du produit à tester en milieu solide, dans une boîte pétri préalablement ensemencée. L'agent antimicrobien diffuse dans le milieu, créant une zone claire d'inhibition de croissance du germe, autour du disque chargé d'agent antimicrobien (**figure 12**).

La lecture des résultats est effectuée en fonction de l'existence ou non des zones d'inhibition. En fonction du diamètre d'inhibition on peut classer les souches étudiées en souches sensibles, intermédiaires ou résistantes [96].



**Figure 12:** Illustration de la méthode d'aromatogramme [97].

## CHAPITRE 5 : Matériel et méthodes

---

- **Mode opératoire :**

Le protocole adopté est celui de la **Pharmacopée européenne(2002)**.

- ✓ **Préparation de l'inoculum :**

- Préparer une suspension microbienne à partir de cultures jeunes de bactéries (24H) ou de levure (48H).
- prélever quelques colonies isolées et incorporer dans 5 ml de l'eau distillée stérile afin d'avoir des suspensions microbiennes.

- ✓ **Préparation des milieux de culture :**

- Liquéfier les milieux de cultures VRBL, GBP (pour les souches bactériennes) et Sabouraud (pour les souches fongiques) dans un bain marie.
- Verser aseptiquement les milieux de culture gélosés sur les boites de Pétrie à raison de 20 ml par boite.
- Fermer et laisser refroidir et solidifier à température ambiante, et conserver dans des conditions évitant toutes contaminations ou modification de leur composition.

- ✓ **Ensemencement :**

- Imbiber aseptiquement un écouvillon stérilisé avec la suspension microbienne. Presser le fermement en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger du sur plus de suspension.
- Ensemencer aseptiquement une boite de Pétri en frottant délicatement l'écouvillon sur la surface de la gélose en stries serrées, répéter l'opération trois fois, en tournant la boite à 60° de façon à croiser les stries, finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

- ✓ **Préparation et dépôt des disques :**

- A l'aide d'une micropipette mouiller les disques stériles de 6 mm de l'huile essentielle pure, qui va être absorbée par capillarité.
- A la surface de la gélose de chaque boite Pétri, déposer stérilement trois disques mouillés.
- Incuber les boites dans l'étuve à 37°C durant 24h pour les bactéries et à 25°C durant 48h pour les champignons.

✓ **Lecture des résultats :**

- La lecture est faite après 24h pour les bactéries et 48h pour les champignons par l'observation de la présence ou l'absence de zone claire autour des disques.
- Mesurer avec précision le diamètre de la zone d'inhibition à l'aide d'une règle double décimètre.



### 6.1. Rendement en huiles essentielles :

Les rendements moyens en huiles essentielles ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante, et leur valeur est d'environ 0.583 %

Plante	Rendement d'extraction%
<i>Ocimum basilicum</i> L	0.583%

**Tableau 3** : Rendement des HE d'*Ocimum basilicum* L obtenus par hydrodistillation.

Par rapport aux autres travaux menés sur la même espèce de régions différentes, notre rendement est presque similaire à celui obtenu à Mascate de Sultan d'Oman qui est égale à 0.6%, et supérieur à celui obtenu à khemis Miliana qui est de l'ordre de 0,14%.

Par contre, on a un taux d'extraction inférieure par rapport à Celui obtenu à Laghouat qui est de 1.05% et Tébessa qui est égale à 1.56%.

Cette différence pourrait être expliquée selon Kelen et Tepe, (2008), par le choix de la période de récolte car elle est primordiale en terme de rendement et qualité de l'H.E. Le climat, la zone géographique, la génétique de la plante l'organe de la plante utilisé, le degré de fraîcheur, la période de séchage, la méthode d'extraction employée, etc. Ce sont des facteurs entre autres qui peuvent avoir un impact direct sur les rendements en HE [102].

### 6.2. Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle

Les caractéristiques physico-chimiques de notre l'huile essentielle sont présentées dans le tableau suivant :

## CHAPITRE 6 : Résultats et discussion

---

**Tableau 4** : Caractéristiques physico-chimiques des essences étudiées.

L'odeur	La couleur	L'aspect physique
Aromatique, caractéristique de la matière végétale	Jaune claire	Liquide huileuse

Aspect physique, la couleur et l'odeur de notre HE sont en accord avec ceux rapportées par Hamoudi (2012) [101].



**Figure 13** : l'HE d'*Ocimum basilicum* [101].



**Figure 14** : photo des HE d'*Ocimum basilicum* (Originale, 2020)

### 6.3. Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne

Au vue de la situation exceptionnelle suite à l'épidémie de coronavirus covid-19 nous n'avons pas fait la pratique concernant l'activité antioxydante et antimicrobienne.

## Conclusion et perspectives

---

Les plantes médicinales restent toujours une source fiable des molécules bioactives, ayant leurs efficacités dans le traitement de diverses pathologies, tout en prévenant l'apparition des effets secondaires observés, lors de l'utilisation des médicaments de synthèse chimique.

Les HE sont des substances aromatiques, d'une composition chimique complexe, ce qui leur confère des propriétés antibactériennes et antioxydantes très intéressantes.

Au cours de ce mémoire, nous avons étudié *Ocimum basilicum*, une plante très utilisée en pharmacopée traditionnelle pour ses vertus thérapeutiques.

D'une part l'extraction de l'HE d'*Ocimum basilicum* est effectuée par hydro distillation. La détermination du rendement en huile essentielle a montré une rentabilité égale à 0,5837%.

D'autre part, les résultats des travaux antérieurs dans ces études montrent que l'huile essentielle de basilic possède des propriétés antioxydantes. Ces propriétés sont effectivement liées à sa composition chimique. Les résultats sont obtenus rapport à un antioxydant de référence telle que la vitamine C, les antioxydants synthétiques (BHT).....

Par ailleurs, plusieurs travaux antérieurs ont montré que l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* possède des propriétés antimicrobiennes remarquables. Ils ont associé l'effet antimicrobien du basilic à la présence d'une forte teneur en linalol.

Cette étude reste préliminaire, alors nous recommandons d'autres analyses complémentaires approfondies qui se résument dans les points suivants :

Evaluation de l'activité antioxydante dans les essences avec des méthodes à savoir le test DDPH, du blanchissement du  $\beta$ -carotène et réduction du Fer,...

Evaluation de l'activité antimicrobienne (antibactérienne, antifongique) en utilisant une gamme de microorganismes.

Etude des activités biologiques in vivo (anti-inflammatoire, diurétiques,...).



## Références bibliographiques

---

- [1] **Khaldi A., Meddah B., Moussaoui A., Benmehdi H. (2012).** Screening phytochimique et effet antifongique de certains extraits de plantes sur le développement in vitro des moisissures. *European Journal of Scientific Research*, 80 (3): p. 311-321.
- [2] **O.M.S, (2002).** Organisation Mondiale de la santé (OMS). Rapport sur la médecine traditionnelle : Besoins et potentiel, N° 4, p. 6.
- [3] **Ullah N., Khurram M., Ali Khan F., Umar Khayyam S., Amin M.U., Ullah S., Najeeb U., Muhammad S., Hussain J., Khan M.A. (2011).** Estimation of phytochemicals and antimicrobial activities of *Mentha spicata* from southern districts of KPK. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 01 (07): p. 81-84.
- [4] **Rosenthal V.D., Bijie H., Maki D., Mehta Y., Apisarnthanarak A., Medeiros E.A. (2012).** International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary of 36 countries, for 2004-2009. *Am. J. Infect. Control*, 40 (5): p. 396-407.
- [5] **Shukla R., Kumar A., Prasad C.S., Srivastava B., Dubey N.K. (2008).** « Antimycotic and antifungal toxicity of *Adenocalymma alliaceum* Miers. on fungi causing biodeterioration of food commodities and raw herbal drugs. *International Biodeterioration et Biodegradation*, 62: p. 348-351».
- [6] **Haddouchi F., Lazouni H.A., Mezizane A., Benmansour A., (2009).** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Tymus fontanesii* Boiss and Reut. *Afrique SCIENCE*, 05 (2): p. 246-259.
- [7] **Viuda Martos M., Mohamady M.A., Fernández López J., Abd El Razik K.A., Omer E.A., Pérez Alvarez J.A., Sendra E., (2011).** In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, 22: p. 1715-1722.
- [8] **Lahlou M., (2004).** Essential oils and fragrance compounds: bioactivity and mechanisms of action. *Flavour .Fragr. J*, 19: p. 159-165.
- [9] **les huiles essentielles de basilic en Algérie., (2019).** Disponible sur : <https://www.zeitipharm.com/copie-de-basilic-les-7-vertues> , consulte le (20 /08/2020).
- [10] **Azengel J.M., Orcchioni A.M., (2013).** Le préparateur en pharmacie. Guide théorique et pratique, 2<sup>ème</sup> édition, Lavoisier. p. 125.
- [11] **Besançon., (2012).** Progrès dermato-Allergologie. Organisation scientifique du congrès: martine vigan, John-Libbey Eurotext, p. 111.
- [12] **Limonier A.S., (2018).** La Phytothérapie de demain. Les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de doctorat : pharmacie. Université Aix Marseille, p. 21.
- [13] **Lardry J-M., Valérie., (2007).** L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinesither Rev*, (61): p.14-7.

## Références bibliographiques

---

- [14] **Strang C., (2006)** – Larousse médicale. Ed Larousse.
- [15] **Zeghad N., (2009)**. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Master de master : biologie végétale et écologie .Université Mentouri Constantine, p. 2.
- [16] **Neffati M, Sghaier M., (2014)**. Projet MENA-DELP développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région mena (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie). Observatoire du Sahara et de sahel(OSS), p. 14.
- [17] **SANAGO R., (2006)**. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako. [PDF] disponible sur : <http://www.sifee.org.com>, consultée le 2/06/2020.
- [18] **Bensalek F., (2018)**. L'utilisation des plantes médicinales pour le traitement des troubles fonctionnels intestinaux dans le contexte marocain. Thèse pour l'obtention du doctorat en Médecine. Université Cadi Avvad-Marrakech, p. 39-40.
- [19] **Sofowora A., (2010)**. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Académie suisse des sciences naturelles, Karthala, p. 25.
- [20] **Iserin (2001)**. Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse/vuef, p. 14-16-240-296.
- [21] **Wichtl M., Anton R., (2009)** .Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. LAVOISIR, p. 38-41.
- [22] **Amari N., (2014)**. Etude Photochimique, Potentiel Antioxydant et Activité antifongique de *Thymelaeahirsuta* (Cas des dermatophytes). Thèse de doctorat : Science agronomique. Université Abdelhamid ibn Badis – mostaganem, p. 15.
- [23] **Verbios S., (2015)**. La phytothérapie. Eyrolles, p.61-176-177 -178.
- [24] **Botineau M., (2010)**. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed TEC&DOC, Lavoisier, p. 1021-1043.
- [25] **ABEDIN A., (2013)**.Evaluation biologique et phitochimique des substances naturelles d'*Hyptisatrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes. Thèse de doctorat. Université Lille nord de France. p .45.
- [26] **Dupont F., Guignard J.L., (2012)**. Botanique : Les familles de plantes.15<sup>ème</sup> Edition. Elsevier Masson SAS, Issy-les- Moulinaux Cedex, p. 237–240.
- [27] **Nouioua w., (2012)**. Biodivers ressource phytogénétiques d'un écosystème forestier « *Paeoniamascula* (l.) Mill. ».Mémoire Magister, université de SETIF, p. 80.
- [28] **Martinetti PH., (2013)**. Mon guide des huiles essentielles. Lenore, p. 18.

## Références bibliographiques

---

- [29] **Khamouli O., Grazza B., (2007).** Détection et comparaison de composition chimique de plusieurs variétés de basilic « *Ocimum basilicum* L.» cultivées en trois régions différentes de sud d'Algérie. Université kasdi Merbah Ouargla. Mémoire d'Etudes Supérieures en Biologie, p. 15.
- [30] **Mohammadi M, Majd A, Nejdattari T, and Hashemi M., (2014).** Antioxidant and Anticancer Activities of *Ocimum basilicum* L. cv. *Dark Opal* (Lamiaceae). *Pharmacognosy Communications, IRAN (Tehran)*, 4 (4): p. 48-58.
- [31] **CHenni M., (2016).** Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum* L."». Extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat : Chimie Moléculaire : Analyse, Modélisation, Synthèse. Université Ahmed Benbella, p. 49.
- [32] **Wilson M., (2007).** Fleurs comestible : du jardin à la table. Nouvelle édition revue et augmentée, p. 42-45.
- [33] **Duke J.A., Bogenschutz-Godwin M.J., du Cellier J., Duke P.A.K., (2002).** Hand book of Medicinal Herb. 2ème Edition. CRC Press. New York, p. 870.
- [34] **Aït-Youcef M., (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Ibis Press, p. 350.
- [35] **Delille L., (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. Berti, p. 47-48.
- [36] **Chalchat J.C., Özcan M., (2008).** *Food Chem.* (110): p. 501-503.
- [37] **Filip S., (2017).** Basil (*Ocimum basilicum*) La Source of Valuable Phytonutrients *.International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics*, (3): p. 118.
- [38] [www.gastronomiac.com/glossaire-des-produit basilic](http://www.gastronomiac.com/glossaire-des-produit-basilic). Site consulte le (20/07/2020).
- [39] **Anonymous : Basilic (plante).** [PDF]. Disponible sur : [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-epices/basilic/Basilic-\(plante\).pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-epices/basilic/Basilic-(plante).pdf). page consulte le (20/07/2020).
- [40] **Koudjéga K., (2004).** Développement de stratégies de gestion intégrée de la fertilité des sols pour le basilic (*Ocimum basilicum* L) sur les exploitations de Darégal Equatorial. Mémoire: Ingénieur Agronome, IFDC Afrique / ESA -UL, p. 96.
- [41] **Arabici O. and Bayram E., (2004).** T effect of nitrogen and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimumbasilicum*L. (Basil). *Asian Network for Information Scientific*, 3(4): p. 255-262.
- [42] **Arabici O. and Bayram E., (2004).** The effect of nitrogen and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. *Basil Flavour Fragr.J.*, 1:

## Références bibliographiques

---

- [43] Roger H., Nebie C., Dabiré C., Belanger A et Faustin S. SIB., (2010). Nouveau chémotype de l'huile essentielle de basilic acclimaté au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 4(5): p. 1801-1807.
- [44] Guy F., (2002). Arbres et plantes médicinales du jardin. Fernand Lenore, p. 39.
- [45] Schauenberg P., (2005). Guide des plantes médicinales, p .286.
- [46] Adden A.K., (2005). Estimation des besoins en N, P, K du basilic (*Ocimum basilicum* L.) dans la région maritime du Togo, Mémoire : Ingénieur Agronomie, Université de Lomé, p. 6.
- [47] Burt S., (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3): p. 223–253.
- [48] Hurtel J.M., (2006). Huiles essentielles et Médecine : Aromathérapie et santé, disponible sur : [www.phytomania.com](http://www.phytomania.com), page consulte le 01 /06/ 2020.
- [49] Bekir S., Celikbicak O., (2012). Gas chromatography in plant science: wine technology, toxicology and some specific applications. *In Tech Open*, p. 308.
- [50] AFSSAPS (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé), (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles.
- [51] Samate A.D., (2002). Compositions chimiques des huiles essentielles extraites de plante aromatique de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Thèse de doctorat : Chimie organique. Université Ouagadougou, p. 19.
- [52] Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P.W., Castillejos L., Ferret A., (2007). Invited review : Essential oils modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*. 90: p. 2580-2595.
- [53] Couic-Marinier F., & Lobstein A., (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités Pharmaceutiques*, 52 (525): p. 22–25.
- [54] Bruneton J., (1999). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc. Lavoisier, p. 1120.
- [55] Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M., (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): p. 446–475.
- [56] Festy D., (2015). Les huiles essentielles, ça marche. LEDUC S, p. 14.
- [57] Rahmouni M., (2014). Contribution à l'étude de l'activité biologique et la composition chimique des huiles essentielles de deux Apiacées (*Ferula vesceritensis* Coss et DR et *Balansea glaberrima* Desf.) Lange. Magister : Biologie et physiologie végétale. Université Ferhat Abbas – Sétif 1, p. 11-13.



## Références bibliographiques

---

- [58] **Abdelli W., (2017)**. Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. These de doctorat : Microbiologie Appliquée. Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, p. 15-19.
- [59] **Cusson C** : l'aromathérapie et les huiles essentielles. [PDF] (10/2007), disponible sur : [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Huiles-essentielles/FICHES\\_PLANTES&HUILES/aromatherapieethuilesessentielles.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Huiles-essentielles/FICHES_PLANTES&HUILES/aromatherapieethuilesessentielles.pdf), Page consulte le 23/05/2020.
- [60] **Lardry, J.M., & Haberkorn, V., (2007)**. Les huiles essentielles : principes d'utilisation. *Kinésithérapie, La Revue*, 7 (61): p. 18–23.
- [61] **Franchomme P., Pénoël D., (2001)**. L'aromathérapie exactement : encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques. Edition Roger Jollois, p. 61.
- [62] **Buronzio A.M., (2008)**. Grand guide des huiles essentielles : Santé, Beauté, Bien- Etre. HACHETTE pratique, p. 22.
- [63] **Chaintreau A., Joulain D., Marin C., Schmidt C.O., Vey M., (2003)**. GC-MS, Quantitation of fragrance compounds suspected to cause skin reaction. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, (51): p. 398-403.
- [64] **Stratakos A.C., & Koidis A., (2016)**. Methods for Extracting Essential Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, p. 31–38.
- [65] **Kaloustian J., Hadji-Minaglou F., (2012)**. La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie, Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer-Verlag, p. 26.
- [66] **Barouki R., (2006)**. Stress oxydant et vieillissement/S: médecine sciences, 22(3): p. 266-272.
- [67] **Hamma S.A., Nouri N., Fergani I., Lekhal A., Cheriet S., Abadi N., Lezzar A., Benlatreche C., (2015)**. Biologie des espèces réactives et Stress oxydant. *Journal Algérien de Médecine*, Algérie, (2): p. 48-52.
- [68] **Magder S., (2006)**. Reactive oxygen species: Toxic molecules or spark of life. *Critical Care Med Journal*, 10: p.208-216.
- [69] **Labo V., Patil A., phatalak A., Chandra N., (2010)**. Free radicals antioxydants and functional foods: impact on human health. *Pharmacognosyreviews*, 4(8): p.118-126.
- [70] **Hamid A.A., Aiyelaagbe O.O., Usman L.A., AMEEN O.M., Lawal A., (2010)**. Antioxidants: its medicinal and pharmacological applications. *Review African Journal of Pure and Applied Chemistry* 4(8): p. 142-151.

## Références bibliographiques

---

- [71] **Blandine Garait., (2006).**Le stress oxydant induit par voie métabolique (régimes alimentaires) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la GliSODin. Thèse de doctorat : Biologie Cellulaire .l'université Joseph Fourier. p. 23-25.
- [72] **Halen G.J., Pincemal J., Defaigne JO., CHARlier C., CHapelle J.P., (2007).** Le stress Oxydant. *Rev Med Liege*, 62 (10): p. 628-638.
- [73] **Descamps., Gelé., BordetR., Vamecq J., (2006).** Modulation pharmacologique du stress oxydatif. Stratégies thérapeutiques. *La Lettre du pharmacologue*, 20 (4): p.111.
- [74] **Durand G., Beaudoux J.L., (2011).** Biochimie médicale : Marqueurs actuels et perspectives.2<sup>ème</sup> édition .Médecine sciences publications Lavoisier, p.130.
- [75] Antioxydants et élimination des radicaux libres, disponible sur : Copyright 2017.www.biotech-ecolo.net › antioxydants, site consulte le (13/08/2020).
- [76] **Ferdjioui S., (2014).** Activités antioxydantes et antimicrobienne des extraits méthanoliques et de l'huile essentielle de la plante *Mentha rotundifolia*. Mémoire de magister .université de Stif-1-, p. 24.
- [77] **Hadj Khelifa L., Brada M., Brahmi F., Achour D., Fauconnier ML. And Lognay G., (2012).** Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oil of *Ocimum basilicum* Leaves from the Northern Region of Algeria. *Top class Journal of Herbal Medicine*.1(2): p.53-58.
- [78] **Dabiré C., Nebie R.H.C., Belanger A., Nacro M., Sib F.S., (2011).** Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydant d'extraits d'*Ocimum basilicum* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 5 (3): p. 1082-1095.
- [79] **Politeo., O., Jukic M., Milos M., (2007).** *Food Chem.*, (101): p. 379–385.
- [80] **Hussain A.I., Anwar F., HussainSherazi S.T., &Przybylski R., (2008).** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depend on seasonal variations. *Food Chemistry*, 108 (3): p. 986–995.
- [81] **Nauciel C., and Vildé J.L., (2005).** Bactériologie médicale. 2ème édition. Masson, p. 10.
- [82] **Badri N., Necib T., (2016).** Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches des entérobactéries isolée de fromage frais artisanale "Jben". Mémoire : Microbiologie Appliquée à la Sante et l'Environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou p. 30.
- [83] **Tenover F.C., (2006).** Mechanisms of Antimicrobial Resistance in Bacteria. *The American Journal of Medicine*, 119 (6): S3–S10.

## Références bibliographiques

---

- [84] (SOMIPEF) société marocaine d'infectiologie pédiatrique et de vaccinologie., (2017). Guide pratique des bactéries pathogènes, p.23.
- [85] Kalembe D., & Kunicka A., (2003). Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10 (10): p. 813–829.
- [86] Lahlou M., (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18 (6): p. 435–448.
- [87] Boutabia L., Telailia S., Bouguetof I., Guenadil F., Chefrour A., (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol: 85, p. 174 - 189.
- [88] Caillet S., Lacroix M., (2007). Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs application potentielles en alimentaire. Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand Frappier, p. 8.
- [89] ANOFEL., (2016). Parasitoses et mycoses : des régions tempérées et tropicales. Elsevier Masson, p. 271.
- [90] Hesas T., Simoud S., (2018). Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus sp.* Docteur en pharmacie. Université Mouloud MAMMERI-Tizi-Ouzi, p. 39.
- [91] Zhiri A., (2006). Les huiles essentielles, un pouvoir antimicrobien avéré. *Art. Nutra News*. p. 16.
- [92] Maldi L., (2014). Mise en évidence des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles et des extraits de *Ocimum basilicum* L. (*Lamiaceae*) de la région d'El Assafia (W. de Laghouat) Algérie. Mémoire de Magister : Biotechnologie Microbienne. Université Ziane Achour –Djelfa, p. 89-100.
- [93] Sangun M.K., Aydin E., Timur M., Karadeniz H., Caliskan M., Ozkan A., (2007). Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. *J. Environ. Biol*, 28: p. 731-733.
- [94] Molyneux P., 2004. The use of the stable free radical diphenyl picryl hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn, Sci. Technol*, 26, 211-219.
- [95] Brand-Williams W., Cuvelier M., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel- Wissenschaft und –Technologie*. 28: 25–30.

## Références bibliographiques

---

- [96] Saihi R. (2011). Etude phytochimique, Extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campistris* de la région de Djelfa. Mise en évidence de l'activité biologique. Mémoire de magister : Chimie organique. Université d'Oran, p. 59.
- [97] Zaika L., (1988). Spices and Herbs - Their Antimicrobial Activity and Its determination. *Journal of Food Safety*. 9 (2): p. 97-118.
- [98] Al Abbasy D.W., Pathare N., Al-Sabahi J.N., & Khan S.A., (2015). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum* L.). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 5 (8): p. 645–649.
- [99] Rezzoug M., Bakchiche B., Gherib A., Roberta A., Kiliçarslan O., Ramazan M., Bardaweel S.K., (2019). Chemical composition and bioactivity of essential oils and Ethanolic extracts of *Ocimum basilicum* L. *algeriensis* Boiss. & Reut. from the Algerian Saharan Atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19 (1).
- [100] Dris D., Tine-Djebbar F., Bouabida H., Soltani N., (2017). Chemical composition and activity of an *Ocimum basilicum* essential oil on *Culex pipiens* larvae: Toxicological, biometrical and biochemical aspects. *South African Journal of Botany*, 113: p. 362–369.
- [101] Hamoudi N., (2012). Caractéristiques des huiles essentielles et son application antimicrobienne de la plante « *Ocimum basilicum* ». Mémoire DEUA .Université Khemis-Miliana, p. 43.
- [102] Hellal Z., (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister : Biochimie Appliquée et Biotechnologies. Université-Mouloud Mammeri -TIZI-OUZOU, p. 54.