

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique  
Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biotechnologie et Agro-écologie

### Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Système de Production Agro-écologique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

### Thème :

**Valorisation d'une espèce médicinale *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané en Algérie, récoltée dans les deux régions : Blida et Tipaza**

Présenté par :

**MISSENGUE MPATI Hosny Piquard**

**MUCHANGA Brígida Cátia Jorge**

Devant le jury composé de :

Mme BOUCHENAK F.	MCA	Université de Blida1	Président
Mr. DEROUICHE B.	MCB	Université de Blida 1	Examineur
Mme MOUAS Yasmina	MCA	Université de Blida 1	Promotrice
Mr. CHADI A.S.	Doctorant	Université de Blida 1	Co-promoteur

**Année Universitaire : 2021/2022**

## RESUME

Le romarin *Rosmarinus officinalis* L., est une plante spontanée aromatique et médicinales appartenant à la famille des lamiacées.

Afin de valoriser cette espèce comme pour ces vertus thérapeutiques, nous avons étudié l'influence du facteur région ainsi que la technique d'extraction, sur le rendement en huiles essentielles et en extraits.

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation avec deux appareils différents : Clevenger et l'alambic. Les extraits ont été préparé à base d'une solution hydro-alcoolique (Méthanol et l'eau distillée).

Mots clés : *R. officinalis*, Huile essentielle, Extrait méthanolique, Région, Méthode d'extraction

---

### نبذة مختصرة

Rosemary *Rosmarinus officinalis* L. ، هو نبتة عطرية وطبية عفوية تنتمي إلى عائلة ، Lamiaceae.

من أجل تعزيز هذا النوع من أجل هذه المزايا العلاجية ، قمنا بدراسة تأثير عامل المنطقة وكذلك تقنية الاستخراج ، على محصول الزيوت الأساسية والمستخلصات ،

تم تحضير Clevenger و the still: تم استخلاص الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي بجهازين مختلفين (المستخلصات باستخدام محلول كحولي مائي) (ميثانول وماء مقطر)

زيت عطري ، مستخلص ميثانولي ، المنطقة ، طريقة الاستخلاص ، *R. officinalis*: الكلمات المفتاحية

---

## ABSTRACT

Rosemary *Rosmarinus officinalis* L. is a spontaneous aromatic and medicinal plant beloning to the Lamiaceae family.

In order to enhance this species as for these therapeutic virtues, we have studied the influence of the region factor as well as the extraction technique, on the yield of essential oils and extracts.

The extractions of essential oils was carried out by hydrodistillation with two different devices : clevenger and still. The extracts were prepared based on a hydro-alcoholic solution ( Methanol and distilled water).

Keywords : *R. officinalis*, essential oil, methanolic extract, region, extraction method

## REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions Dieu le père par qui toute chose existe de nous avoir fait grâce en nous accordant la santé, la volonté, la patience, et qui nous a conduit par son Saint Esprit dans la sagesse et la compréhension durant ce travail.

Ce mémoire n'aurait pu être réalisé sans le soutien et les conseils de nombreuses personnes. Pour ce faire, nous voudrions exprimer notre profonde reconnaissance aux personnes dont le soutien, la compréhension et la contribution à divers degrés ont permis la réalisation du présent mémoire.

En particulier nous présentons tous nos remerciements à notre promoteur **MOUAS Yasmina** Docteur chercheur à l'université Blida 1, d'avoir accepté de nous encadrer, sa disponibilité, son suivi et sa confiance.

On adresse nos remerciements et exprimons notre gratitude à **Mr CHADI A.S** qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre Co-encadreur, l'aide qu'il nous a apporté pendant ce travail est d'une grande importance que nous voulons lui remercier pour sa disponibilité.

Nous tenons également à remercier **Dr Bouchenak F.** maître de conférences classe A à l'université de Blida 1 de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider notre jury.

Et on remercie également l'examineur **Dr Derouiche B.**

Nous ne manquerons pas de remercier tous les enseignants du département de biotechnologie et agro-écologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Blida 1 de nous avoir partagé leurs savoirs et leurs expériences durant tout le long de notre parcours.

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont aidés ou qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

## Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à mes chers parents **mon père : Jorge Serafim Muchanga** et ma mère : **Carmelina Xadrique Mabote** : qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, la patience et leur encouragement pendant toute ma vie et surtout pendant mon parcours scolaire. Vos prières m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

À mes grands-parents **Serafim Muchanga** et **Catarina Silindane, Xadrique Mapasse Mabota** et **Elisa Elias Machanguana** en mémoire votre tendresse, bonté, grandeur d'âme restant toujours gravés dans mon esprit et mon cœur.

À mon frère et ma sœur : **Miguel Jorge Muchanga** et **Carolina Amélia Jorge Muchanga** pour votre soutien moral et votre encouragement, qui Dieu tout puissant vous garde.

À mes chers amis qui me soutenant toujours en spécial à **Martinho Francisco** pour son soutien et ses conseils, toutes les personnes qui m'ont donné leur support.

Et à mon binôme **Hosny MISSENGUE**.

**Brígida Muchanga**

## **Dédicace**

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail à toute ma famille en commençant par mon père **MISSENGUE Paul** qui a su m'encadrer depuis mon enfance, à ma mère **NDOULOU Michelle** pour tous les sacrifices qu'elle a fait à cause de mes études, à mes sœurs **Ferela MISSENGUE**, **Aïna MISSENGUE**, **Jessica MISSENGUE**, à mes frères **Pachelle MISSENGUE**, **Régis MISSENGUE**, à mon neveu **Nathan**, à mon fils **Isaac** et sans oublier mon oncle **Médard MABONDZOT** qui m'a tant soutenu et à mon Père **Bernard MOUANDZA**.

Je dédie ce travail à ma famille en christ, **les Rachetés de l'Eternel** pour leur soutien spirituel et moral, à mes frères de la cellule **C3 Blida Raja DIGNAS**, **Eden MARDOLI**, **Pacifique KWIZIRA**, **Merveille NDEBOUKEMOU**, **Martin MIDIRGUI**, **Fidel**, **Landry** et **Darwin** pour leur présence dans ma vie et leur encouragement, à **Elizesta Raul NHACUPATOMA** qui pour moi est plus qu'une sœur dans la foi pour ses conseils et sa disponibilité, à **Cherifa OBONE** pour son aide, à **Brigida MUCHANGA** ma binôme et sans oublier **Caleb KABAYO** mon mentor que j'aime bien.

**Hosny Piquard MISSENGUE MPATI**

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

AFNOR : Association Française de Normalisation

APG : Angiosperm Phylogeny Group

C : Couplage

CG/MS : Chromatographie en Phase Gazeuse en Masse

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse Couplée

IE : Impact Électrique

HEs : Huiles Essentielles

HPLC : Chromatographie à Phase Liquide de Haute Performance ou Haute Pression

L : Linné

m : Moyenne des Minimales

M : Moyenne des Maximales

MTR : Médecine Traditionnelle

MHE : Masse D'Huile essentielle

Mmv : Masse de la Matière Végétale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

P : Pluviosité /Précipitation

P<sup>H</sup> : Potentiel d'hydrogène

Q<sub>2</sub> : Quotient d'Emberger

Rdt : Rendement

Rs : Résidu Sec

RHE : Rendement en Huile Essentielle

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire

SM : Spectromètre de Masse

# **TABLE DES MATIÈRES**



<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>CHAPITRE 1</b> .....	4
<b>DESCRIPTION DE LA CULTURE ETUDIEE</b> .....	4
<b>1.1 Historique</b> .....	4
<b>1.2 Nomenclature :</b> .....	4
<b>1.3 Répartition géographique</b> .....	5
<b>1.4 Description botanique</b> .....	6
1.4.1. <b>Classification du genre <i>Rosmarinus officinalis</i> dans le règne végétal</b> .....	7
1.4.2. <b>Exigences écologique et pédologique du romarin</b> .....	8
<b>1.5 Exploitation du romarin</b> .....	9
1- <b>Le romarin cultivé</b> .....	9
2- <b>Le romarin spontané</b> .....	9
<b>1.6 Composition chimique du romarin</b> .....	10
<b>1.7 Propriétés et utilisations</b> .....	11
a- <b>Propriétés</b> .....	11
b- <b>Utilisation</b> .....	11
<b>CHAPITRE 2</b> .....	14
<b>LES EXTRAITS DES PLANTES MEDICINALES</b> .....	14
<b>2.1. Historique des plantes médicinales</b> .....	15
<b>2.2. Définition</b> .....	15
<b>2.3. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques</b> .....	15
<b>2.4. Huile essentielle des plantes médicinales et aromatiques</b> .....	16
2.4.1. <b>Définition</b> .....	16
2.4.2. <b>Historique</b> .....	16
2.4.3. <b>Localisation</b> .....	16
2.4.4. <b>Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles</b> .....	17
2.4.5. <b>Rôles des huiles essentielles</b> .....	17
a- <b>Rôle physiologique</b> .....	17
b- <b>Rôle thérapeutique</b> .....	18
2.4.6. <b>Classification des huiles essentielles</b> .....	18

<b>2.4.7.</b>	<b>Composition chimique des HEs</b> .....	18
1-	Les terpènes.....	19
2-	Les composés aromatiques.....	19
<b>2.4.8.</b>	<b>Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles</b> ....	19
1-	Facteurs directs : .....	20
2-	Facteurs indirects : .....	20
<b>2.4.9.</b>	<b>Méthodes d'extraction des HEs</b> .....	20
1-	La méthode par distillation.....	21
2-	Extraction assistée par micro-ondes .....	22
3-	Extraction à froid.....	23
<b>2.4.10.</b>	<b>Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles</b> .....	23
2.4.10.1.	Propriétés physiques.....	24
2.4.10.2.	Utilisation des HEs.....	24
<b>2.4.11.</b>	<b>Toxicité des huiles essentielles</b> .....	25
<b>2.4.12.</b>	<b>Méthodes de caractérisation des huiles essentielles</b> .....	26
a-	Chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	26
b-	Spectrométrie de masse (SM) .....	26
c-	Couplage CPG/SM .....	27
<b>2.4.13.</b>	<b>Activité antimicrobienne</b> .....	27
2.4.13.1.	Activité antibactérienne .....	27
2.4.13.2.	Activité antifongique .....	27
<b>2.4.14.</b>	<b>Activité anti-oxydante</b> .....	28
<b>2.4.15.</b>	<b>Les radicaux libres</b> .....	28
2.4.15.1.	Définition .....	28
2.4.15.2.	Rôle des radicaux libres .....	28
<b>2.4.16.</b>	<b>Groupe des principes actifs</b> .....	29
1-	Composés phénoliques .....	29
2-	Les acides phénoliques .....	29
3-	Flavonoïdes.....	30
4-	Lignines.....	30
5-	Tanins .....	30
6-	Alcaloïdes.....	31
7-	Coumarines .....	31
8-	Quinones .....	31

2.5.	Extraits des plantes médicinales .....	31
2.5.1.	Extraits aqueux .....	32
2.5.2.	Extrait par solvant méthanoliques .....	32
2.6.	Hydrolat aromatique.....	32
2.6.1.	Généralités .....	32
2.6.2.	Définition .....	33
2.6.3.	Domaines d'utilisation de l'hydrolat .....	33
1-	En cosmétique .....	33
2-	En santé .....	33
3-	En cuisine.....	33
	Chapitre 3.....	34
	Matériel et Méthodes .....	34
3.1.	Matériel végétal .....	36
3.1.1.	Echantillonnage.....	36
3.1.2.	Protocole de récolte des échantillons.....	36
3.1.3.	Préparation du matériel végétal .....	36
3.2.	Objectif du travail .....	37
3.2.1.	Présentation des régions d'études.....	37
a-	La région de Blida.....	37
b-	Région de Tipaza .....	38
3.3.	Climat et bioclimat des zones d'études.....	38
3.3.1.	Climagramme d'Emberger des deux régions .....	39
3.4.	Extraction de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> L .....	40
3.4.1.	Principe d'hydro distillation .....	40
3.4.2.	Dispositif d'extraction .....	40
3.4.2.1.	Le cleverger.....	40
3.4.2.2.	L'alambic.....	43
3.4.3.	Préparation des extraits méthanoliques .....	44
3.4.3.1.	L'extraction de l'extrait sec .....	45
3.4.4.	Paramètre étudiés .....	48
1-	Détermination du rendement en huile essentielle du <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	48
2-	Détermination du rendement des extraits du <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	49
	CHAPITRE 4.....	50
	RESULTATS ET DISCUSSION .....	50
4.1.	Résultats .....	51

4.1.1.	Détermination du rendement en HE .....	51
1-	Rendement en huile essentielle extraite par clevenger .....	51
2-	Rendement en huile essentielle extraite par l'alambic .....	52
4.1.2.	Détermination du rendement des extraits méthanoliques des deux régions ..	52
4.1.3.	Comparaison de rendement en huile essentielle entre la méthode d'extraction, hydro distillation par clevenger et par l'alambic .....	53
4.2.	Discussion .....	54
4.2.1.	Rendement en HE du romarin des deux régions étudiées.....	54
4.2.1.1.	Caractéristique de l'huile essentiel de <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	55
4.2.2.	Rendement en extraits du romarin des deux régions étudiées .....	56
CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....		57
REFERENCES BLIOGRAPHIQUES .....		58
ANNEXE : .....		63

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1-1</b> : Aspect morphologique du <i>Rosmarinus officinalis</i> L. ....	6
<b>Figure 1-2</b> : Le romarin cultivé .....	9
<b>Figure 1-3</b> : Romarin spontané .....	9
<b>Figure 2-4</b> : Principe de la technique d'hydro-distillation (distillation simple) .....	21
<b>Figure 2-5</b> : Distillation par entrainement à la vapeur ( <b>ABDERRAHIM EI HAIB</b> ).....	22
<b>Figure 2-6</b> : Extraction assistée par micro-ondes .....	23
<b>Figure 3-1</b> : Lot de feuilles séchées de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. ....	36
<b>Figure 3-2</b> : Carte d'Algérie .....	37
<b>Figure 3-3</b> : Carte géographique de la région de Blida .....	38
<b>Figure 3-4</b> : Carte géographique de la région Tipaza .....	38
<b>Figure 3-6</b> : Dispositif d'extraction par hydrodistillation de type clewenger .....	41
<b>Figure 3-7</b> : Les feuilles de romarin nettoyer avec de l'eau et séchées. ....	41
<b>Figure 3-8</b> : Schéma descriptif du clewenger. ....	42
<b>Figure 3-9</b> : HE du romarin homogène .....	42
<b>Figure 3-10</b> : Schéma explicatif des phases d'extraction d'HE .....	43
<b>Figure 3.11</b> : Distillation par entrainement à la vapeur avec un alambic .....	44
<b>Figure 3-12</b> : Le filtrat .....	45
<b>Figure 3-13</b> : Rota vapeur.....	46
<b>Figure 3-14</b> : Résidu sec ou l'extrait sec contenant dans le ballon .....	46
<b>Figure 3-15</b> : Pesage du poids du résidu sec à l'aide d'une balance de précision. ....	47
<b>Figure 3-16</b> : Dosage du méthanol <b>Figure 3-17</b> : Récupération de l'extrait sec avec du méthanol .....	47
<b>Figure 3-18</b> : Extrait méthanolique de la région de Blida .....	48
<b>Figure 4-1</b> : RHE obtenu par clewenger des deux régions : Blida et Tipaza .....	51
<b>Figure 4-2</b> : RHE obtenu avec l'alambic (Tipaza). ....	52
<b>Figure 4-3</b> : Représentation graphique du rendement des extraits méthanoliques des deux régions : Blida et Tipaza.....	53
<b>Figure 4-4</b> : Comparaison de rendement en huile essentielle entre la méthode d'extraction hydro distillation par <b>clewenger</b> et par l' <b>alambic</b> . ....	54
<b>Figure 4-5</b> : Échantillons d'HE extraite des deux régions.....	55

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1-1</b> : Nomenclature .....	5
<b>Tableau 1- 2</b> : Composition chimique du <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	10
<b>Tableau 3-1</b> : Etage bioclimatique des régions d'étude.....	39
<b>Tableau 4-1</b> : Rendement en HE de <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	54
<b>Tableau 4-2</b> : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle de romarin .....	55
<b>Tableau 4-3</b> : Rendement des extraits méthanolique des deux régions.....	56

## INTRODUCTION

Les plantes médicinales sont toutes plantes contenant au niveau de ses organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques.

Bien que plusieurs civilisations aient fait recours à eux pour se soigner de façon traditionnelle, aujourd'hui grâce au progrès scientifique, l'étude sur ces espèces est beaucoup plus approfondie.

Faisant l'objet de plusieurs recherches, les plantes médicinales procurent aux Hommes des molécules bioactives entrant dans la composition de plusieurs médicaments. De nos jours, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine extrait à partir des écorces du *Cinchona officinalis* (quinquina) qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine issu du *Digitale laineuse* qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes (ISERIN et al., 2001).

Selon KASPAREK et JANABI (2001), au moins 35 000 espèces végétales sont utilisées dans le monde à des fins médicales.

LHUILIER (2007), affirme que les données de l'organisation Mondiale de la Santé (OMS) mentionnent que 80% de la population mondiale sont dépendants des plantes médicinales.

Réputés pour leur capacité de résister à la sécheresse et au climat défavorable à toute activité agricole, ces espèces peuvent être utilisées pour valoriser des terrains non fertiles. Vue leur importance et leur utilisation dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire et autres. La valorisation de ces espèces médicinales, peut être un potentiel source économique des pays d'Afrique du nord et subsaharienne car ces derniers renferment une multitude d'espèces médicinales.

D'après QUEZEL et MEDAIL., (1995), l'Algérie avec sa diversité de climats et de sols, sa situation géographique et ses reliefs, présente une diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques dont la plupart existent à l'état spontané.

C'est dans l'intérêt de valoriser ces espèces médicinales dont la demande ne cesse d'augmenter dans le secteur pharmaceutique, agroalimentaire, cosmétique et autres que nous nous sommes intéressés sur le *Rosmarinus officinalis* L.

Communément appelé romarin, le *Rosmarinus officinalis* L, est un arbrisseau originaire du bassin méditerranéen où il pousse de façon spontanée.

Appartenant à la famille des lamiacées comme le *Thymus vulgaris* (le Thym), *Mentha spicata* (la menthe), il pousse aisément dans des sols calcaires, arides et rocailleux. Le romarin est une plante aromatique médicinale dont l'odeur est très forte et facilement reconnaissable. Actuellement le romarin est l'une des espèces médicinales les plus intéressantes dans la protection et la conservation de la santé. Ses parties aériennes sont utilisées pour traiter des problèmes rénaux, hypertension artérielle et elles sont employées comme antispasmodique (TAHRAOUI *et al.*, 2007).

Les feuilles peuvent être utilisées pour traiter le diabète, leur décoction permet de faciliter la digestion et soulage l'estomac. Son huile essentielle augmente la circulation sanguine au niveau des membres, elle traite le désordre nerveux, les menstruations douloureuses et elle est aussi antirhumatismale (ALMELA *et al.*, 2006 ; MIREMAILI *et al.*, 2006 ; GONZALES-TRUJANO *et al.*, 2007 ; BAKIREL *et al.*, 2008). L'huile essentielle exhibe une activité antimicrobienne contre trois bactéries pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes* (GACHKAR *et al.*, 2007), elle possède aussi une activité antioxydante et anticholinestérasique (MATA *et al.*, 2007).

Selon CALABRESE *et al* (2000), les extraits de romarin protègent la peau des lésions cutanées induites par les radicaux libres.

Le romarin est une espèce médicinale ayant plusieurs propriétés, il est utilisé en agriculture comme moyen de lutte biologique grâce à ses propriétés antifongiques et antibactériennes et en agroalimentaire comme conservateur et antioxydant, pour la conservation de la viande et des graisses PERROT et PARIS (1971).

Dans le but de valoriser cette espèce médicinale, nous nous sommes intéressées à l'étude du facteur région sur le rendement en huile essentielle et en extrait.

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation avec deux appareils différents : clevenger et l'alambic. Les extraits ont été préparé à base d'une solution hydro-alcoolique (Méthanol et l'eau distillée). Nous avons choisi deux échantillonnages appartenant à deux régions différentes : Nador (Tipaza) et Oued Djer (Blida).

L'étude a portée sur :



## Introduction

- Extraction des huiles essentielles
- Extraction des extraits méthanoliques
- Détermination de la composition chimique des huiles essentielles et des extraits.

# **CHAPITRE 1**

## **DESCRIPTION DE LA CULTURE ETUDIEE**

## 1.1 Historique

Le romarin de son nom scientifique, *Rosmarinus officinalis L.* est un arbrisseau de la famille des lamiacées, répartis sur tous les rives de la méditerranée (**GILDEMEISTER et HOFFMANN,1912**).

Le romarin fait l'objet d'une histoire et d'une mention légendaire. Les anciens Grecs lui vouaient une grande vénération. On s'en servait généreusement dans toutes les fêtes, qu'il s'agisse de cérémonies nuptiales, funéraires ou de célébrations profanes. Les mariées portaient des couronnes de romarin, symbole d'amour et de fidélité, tant que les invités recevaient des branches enjolivées de rubans de soie multicolores. On mettait aussi des romarins sous les oreilles pour chasser les mauvais esprits et les cauchemars.

**BARDEAU, (2009)**, affirme que le romarin est connu depuis la plus lointaine antiquité où des rameaux de cette plante ont été trouvés dans les tombes égyptiennes des premières dynasties.

Les Égyptiens plaçaient des rameaux de romarin dans la tombe des pharaons afin de fortifier leur âme.

Aujourd'hui le romarin est un aromate culinaire et fournit une huile essentielle encore recherchée par l'industrie des parfums (**GUY, 2005**).

L'huile essentielle de romarin est largement utilisée comme composant aromatique dans l'industrie des cosmétiques (savons, parfums, crèmes, etc.), mais aussi dans l'industrie alimentaire (boissons alcoolisées, desserts, bonbons, conservation des lipides, etc.).

## 1.2 Nomenclature :

Selon **DELAVEAU (1987)**, *Rosmarinus*, du latin « rose de la mer ». Cette étymologie est controversée : ros viendrait d'un nom latin dérivant de « rhous » rhous = sumac qui rappelle l'aspect d'arbrisseau de la plante.

**Tableau 1-1** : Nomenclature

Pays	Nom
France	Romarin, encensier, herbe aux couronnes, herbe aux troubadours
Allemagne	Rosmarin, Weihrauchkraut, Bodekrau
Angleterre	Rosemary, old man
Espagne	Romero
Italie	Rosmarino, taesmarino
Belgique	Rosmarijn (flamand)
Grèce	Dendrolibano
Inde	Rusmari
Chine	Mi tie hiang (ROI, 1955)
Afrique du Nord	Iklil el jabal ; Couronne de montagne Hashishat el Iklil ; Plante de la couronne ; klil ou iklil ou aklil iazir ou azir ou yiazir (dans le sud tunisien et algérien)

(LEMORDANT et coll., 1977 ; BOUCHAT, 1957 ; DUCROS, 1930)

### 1.3 Répartition géographique

Le romarin est une plante spontanée présente dans le bassin méditerranéen, on le rencontre sur le littoral.

D'après **GUINOCHET et al, (1973)**, le romarin se repartie tout au long de la mer méditerranéenne et le reste de l'Europe d'où son nom « rose de mer ».

Il s'adapte bien aux sols calcaires, aux faibles altitudes, ensoleillé et modérément sec. Elle est indigène des pays méditerranéens comme : l'Italie, Espagne, Tunisie, Maroc, Algérie, Albanie, Egypte, Palestine, Grèce, chypre, Portugal, l'Espagne (**FLORA of 19 TURKEY,1982**).

En France, elle pousserait abondamment dans les terrains calcaires du midi en particulier sur le littoral méditerranéen (aux faibles altitudes) d'où il remonte même jusqu'au massif central (Provence, Roussillon, Languedoc, Pyrénées orientales, Corse).

**ATIK-BEKKARA et al. (2007)**, affirme que nous pouvons la rencontrer en Algérie à différentes altitudes suivant les étages bioclimatiques, elle est retrouvée à Tlemcen à lala Setti à 1025 mètre. On peut aussi la rencontrée dans différentes régions tels que : dans la steppe à Sid Djilali dans la région de Sid El Makhfi, dans le littoral à Béni Saf dans la zone de Sidi Safi.

#### 1.4 Description botanique

Le romarin appartient à la famille des lamiacées, au genre *Rosmarinus*, originaire du bassin méditerranéen. Le genre *Rosmarinus* regroupe deux espèces de plantes : le *Rosmarinus eriocalyx* et le *Rosmarinus officinalis* L. (**BESOMBES, 2008**).



**Figure 1-1** : Aspect morphologique du *Rosmarinus officinalis* L.

Le romarin est un arbuste de couleur vert, de 60 cm à 2m de haut et pouvant vivre jusqu'à 30ans. Sa tige est de couleur grisâtre, écailleuse et fissurée, se divisant en rameaux opposés tortueux, nœuds distancés de 0,5 à 2mm, ses feuilles sont opposées, coriaces, sessiles, linéaires, entières, de 1,5 à 4,5 cm de long, aux bords enroulés vers le bas, face supérieure vert sombre et glabre, face inférieure blanche, tomenteuse, parcourue, par une nervure saillante, et portant des poils articulés ramifiés et poils glandulaires fortement serrés.

Ses inflorescences sont spiciformes, à fleurs subsessiles, qui s'épanouissent toute l'année. Le romarin a un calice gamosépales, poudré-blanchâtre, tube en forme de cloche, à 3 lobes, le plus large est la lèvre supérieure et les deux autres forment la lèvre inférieure.

La corole est de type gamosépale, tubuleuse, à 2 lèvres (la supérieure à 2 lobes en forme de capuchon, inférieure à 3 lobes, avec le médian plus large, concave).

L'androcée comporte 4 étamines dont 2 sont stériles et réduites à des crochets. Les 2 autres, saillantes, sont insérées sur la gorge par leur filet muni d'une petite dent. Ces 2 étamines ont des anthères allongées uniloculaires et déhiscentes par une seule fente, le gynécée, se compose d'un style se terminant par un stigmate qui se développe souvent après les étamines. L'ovaire a 2 carpelles divisé en 2 parties. Le fruit est un tétrakène brun dont chaque partie renferme un seul embryon sans albumen, de couleur brune, fleur bleu pâle, lilas ou blanchâtre, maculées de petites taches violettes à l'intérieur. La reproduction est possible par voies sexuée (graine) et asexuée (bouture et éclat de touffes). Les modes de dissémination qui lui sont propres sont : le vent, l'eau, la gravité, les insectes, les animaux et l'homme

Le romarin dégage une agréable odeur rappelant l'Encens (d'où l'origine de l'un de ses noms vernaculaires "Encensier"), provenant de l'huile essentielle élaborée au niveau du calice et des feuilles.

#### 1.4.1. **Classification du genre *Rosmarinus officinalis* dans le règne végétal**

Embranchement : Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-Classe : Gamopétales

Ordre : Tubiflorales

Sous-Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *officinalis*

**Classification du genre *Rosmarinus officinalis* au sens APG (1998) STEVEN (2001) :**

D'après la classification d'Angiosperm Phylogeny Group (APG, 1988), le genre *Rosmarinus* appartient à :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe: Eu- dicotylédones

Sous-Classe : Eurosidae II

Ordre: Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Rosmarinus*

**Classification APG II (2003) (Angiosperm Phylogeny Group)**

La place du romarin dans la classification systématique APG II (2003) est la suivante : **BRAY (2005), DUPONT et GUIGRAND (2007) :**

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Sous classe : Asteridae

Super ordre : Eu-asteridées I

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Rosmarinus*

**1.4.2. Exigences écologique et pédologique du romarin**

Le romarin est une espèce thermophile mais le jeune plant peut craindre les gelées (le sol gelé). Sur les rivages marins, on le rencontre jusqu'à 1500 m d'altitude en sol calcaire, c'est parce que le milieu est aride, mais on peut aussi le rencontrer sur le sol acide quand la pinède est peu favorable à d'autres espèces (**GUY, 2005**).

Pour son développement, **PERON, (2006)**, affirme que les sols argilo-calcaires à pH 7-8 sont les plus favorables.

Le romarin est une culture qui est moins exigeante en qualité du sol, il peut croître même sur des terrains non favorables à une exploitation agricole.

## 1.5 Exploitation du romarin

### 1- Le romarin cultivé

Le romarin s'implante en rang simple car c'est une espèce qui se développe beaucoup et qui reste en place longtemps (10 ans minimum).



**Figure 1-2 : Le romarin cultivé**

### 2- Le romarin spontané

Le romarin est une culture spontanée que l'on peut rencontrer à l'état sauvage dans les régions méditerranéennes. Le romarin spontané fait l'objet de notre étude.



**Figure 1- 3 : Romarin spontané**



## 1.6 Composition chimique du romarin

Selon **MUNOZ**, la feuille contient des dérivés polyphénoliques, des flavones comme l'apigénine et la lutéoline, un alcaloïde la rosmaricina, et 2 à 4% d'acide urolique et d'autres dérivés triterpéniques, des tanins.

L'huile contient des dérivés triterpéniques : 1,8-cinéole 32%, bornéol 18%, acétate de bornyle et camphre 12%.

Selon **RICHARD et al. (1987)**, on observe  $\alpha$ -pinène, 1,8-cinéol (20 à 45 %), du camphre (10 à 20%), mais ni thymol ni carvacrol.

Selon **GRANGER et PASSET (1973)**, il existe des variations d'origine géographique mais non dues à l'écologie. La variation saisonnière est faible. Par contre les variations d'individus sont importantes : on obtient un cocktail du gîte sauvage, une résultante type qui se répète chaque année.

Aussi, on distingue 3 chémotypes :

- À dominance en eucalyptol
- En camphre-bornéol
- En  $\alpha$ -pinène, verbénone : corse, îles Baléares et sur les côtes atlantiques espagnoles et portugaises, un type de myrcène. Dans les huiles essentielles « à cause du mode de distillation », on trouve des traces de verbéno. Hartmann et al. (1980) mette en évidence l'action antioxydante de l'acide rosmarinique.

**Tableau 1- 2** : Composition chimique du *Rosmarinus officianis* L

Hydrocarbures terpéniques		Esters	
Myrcène	1,2 à 7,1%	Acétale de bornyl	1,9 à 2,9%
Limonène	0,5 à 4,8 %	Acétale d'isobornyle	4,9%
$\alpha$ -pinène	1,4 à 13,4%	1,8-cinéole	11,2 à 44,5%
$\beta$ -pinène	0,5 à 7,6%	<b>Alcools</b>	
$\beta$ -caryophyllène	1,0 à 4,8 %	Linalol	0,5 à 5,8 %
Camphrène	0,6 à 9,5 %	$\alpha$ -terpinéol	1,9 %
p-cymène	1,0 à 4,8 %	4- terpinéol	1,0 %

		Bornéol	0,3 à 15,6%
<b>Cétones</b>			
Camphre	10,1 à 24 %		
Verbénone	Trace à 8,9%		

Selon TNO 176.1 – 176.4

## 1.7 Propriétés et utilisations

### a- Propriétés

Le romarin a des propriétés toniques, antinévralgiques, emménagogues et antirhumatismales. Il stimule l'appétit et active la digestion par son action sur le foie et la sécrétion biliaire. Il est conseillé aux personnes fatiguées, déprimées, ou intellectuellement surmenées.

Selon **GARNIER et al (1961)**, ses propriétés emménagogues, sont mises à profit dans le traitement de l'aménorrhée, Oligoménorrhée, dysménorrhée.

### b- Utilisation

#### ➤ En agriculture

Le romarin est utilisé comme insecticide en Amérique Latine. C'est un anti-mite parfumé. L'huile essentielle est bactéricide et fongicide (**MARUZZELLA et HENRY, 1958 ; MARTJZZELLA et LIGUORI, 1958 ; ROUSSEL et coll., 1973 ; FARAG et coll., 1986, STEINMETZ et coll., 1988**). Grâce à ses propriétés antifongique, antibactérien, le romarin peut être utilisé comme moyen de lutte biologique des cultures contre les ravageurs.

#### ➤ En alimentation

L'utilisation du romarin se fait sous plusieurs formes et plusieurs conditionnements :

En sec, les feuilles sont utilisées pour accompagner viande et poissons grillés ;

Les bouquets garnis aromatisent les sauces tomates ou les ragouts (avec thym et laurier sauce) **I.T.E.I.P.M.A.I. (1991)**, les feuilles fines et pointues du romarin parfument agréablement les grillades : viandes, volailles, poissons, crustacés, ainsi que les sauces, les légumes, le riz et parfois les salades.

En frais le romarin entre dans la composition des vinaigres. Sa forte teneur en bornéol lui confère de puissantes propriétés antiseptiques qui font de lui un bactéricide de choix en conserverie. **I.T.E.I.P.M.A.I. (1991)**.

La plante est très utilisée en agroalimentaire comme conservateur et antioxydant, pour la conservation de la viande et des graisses **PERROT et PARIS (1971)**.

➤ **En parfumerie**

L'utilisation du romarin en parfumerie est très ancienne. On connaît en particulier l'eau de la Reine de Hongrie, alcoolat fréquemment utilisé au XVIIème siècle et qui pourrait avoir été conçu dès le XIVème siècle, dont le romarin était un des principaux composants.

L'eau florale de romarin est très souvent utilisée en cosmétique pour son pouvoir purifiant. Elle est excellente pour les peaux grasses ou acnéiques, grâce à ses vertus régulatrices et ré équilibrantes, elle purifie et assainit la peau. On l'introduit dans les shampoings pour éliminer les pellicules, dans lotions capillaires elle permet d'encourager la croissance du cheveu en améliorant la circulation du sang du cuir cheveu. Elle est donc tout particulièrement utilisée en usage externe dans les lotions capillaires pour ses effets stimulants sur les follicules des cheveux et éviter les calvities précoces. **KAUFMAN et al (1999)**.

Le romarin entre dans la composition de parfums surtout masculins, hespéridés aromatiques (eaux de Cologne), boisés et fougères aromatiques, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques. Selon **EBERHARD et al (2005)**, L'huile essentielle de romarin est largement utilisée comme composant aromatique dans l'industrie des cosmétiques (savons, parfums, crèmes, etc.), mais aussi dans l'industrie alimentaire (boissons alcoolisées, desserts, bonbons, conservation des lipides, etc.)

➤ **En médecine traditionnelle**

Le romarin est une plante aromatique et médicinale ayant plusieurs vertus. Il est utilisé en médecine traditionnelle pour traiter différentes maladies comme : le cancer, le diabète, les problèmes respiratoires, problèmes de l'estomac et les maladies inflammatoires (**BAKIREL et al.,2008**).

Selon **SELL et al., (2002)**, le romarin, comme beaucoup de Lamiaceae est censé agir sur le système nerveux comme stimulant ; il affermit la mémoire défaillante et remonte le moral des déprimés.

Les parties aériennes du romarin sont utilisées pour traiter des problèmes rénaux, hypertension artérielle et elles sont employées comme antispasmodique (**GONZALES-TRUJANO et al.,2007 ; TAHRAOUI et al., 2007**). **GONZALES-TRUJANO et al., (2007)**, souligne que les parties aériennes possèdent un effet anti-inflammatoire et anti-nociceptive très remarquable.

Les feuilles peuvent être utilisées pour traiter le diabète, leur décoction permet de faciliter la digestion et soulage l'estomac. L'huile essentielle augmente la circulation sanguine au niveau des membres, elle traite le désordre nerveux, les menstruations douloureuses et elle est aussi antirhumatismale (**Almela et al., 2006 ; Miresmailli et al., 2006 ; Gonzales-Trujano et al.,2007 ; Bakirel et al., 2008**). Selon, **Gachkar et al., (2007)**, l'huile essentielle exhibe une activité antimicrobienne très forte contre trois bactéries pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes*. **Mata et al., (2007)**, affirme dans leur recherche qu'elle possède aussi une activité antioxydante et anticholinestérasique.

Les extraits de romarin protègent la peau des lésions cutanées induites par les radicaux libres, **CALABRESE et al (2000)**.

➤ **En médecine vétérinaire**

Elle utilise largement les vertus du romarin que ce soit en usage externe (antiseptique, cicatrisant) ou interne (tonique, cholérique et cholagogue) **BEZANGER et al (1990)**.

Le romarin a fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques et agro-alimentaires. Il possède d'excellentes propriétés antioxydantes dues à certains composés (le carnosol, l'acide carnosique, l'acide bétulinique, le rosmaridiphénol, le rosmanol, et l'acide ursolique), ces derniers inhibent l'oxydation des huiles et des lipides présentes dans les aliments et permettent en effet d'augmenter leur durée de vie (**BEKKARA et al., 2006 ; BAKIREL et al., 2007**).

**CHAPITRE 2**

**LES EXTRAITS DES**

**PLANTES**

**MEDICINALES**

### 1.1. Historique des plantes médicinales

La médecine par les plantes remonte à l'aube de l'humanité. Aux temps préhistoriques, les chasseurs-cueilleurs ne se limitaient pas à consommer des plantes, ils s'en servaient aussi pour se soigner. La découverte des propriétés médicinales des plantes ne date pas d'aujourd'hui.

Selon **REGINALD ; DELAVEAU et al., (1985)**, les praticiens babyloniens ont aussi utilisé des végétaux pour des fins thérapeutiques.

D'après **DELAVEAU et al., (1985)**, les gens ont connu l'usage des propriétés de l'opium retiré du pavot 4000 ans avant qu'on apprenne à extraire la morphine.

### 1.2. Définition

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine, en effet elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées : racine, feuille, fleur (**DUTERTRE,2011**).

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle (MTR) dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**SANAGO, 2006**).

D'une manière générale, une plante est qualifiée de médicinale lorsqu'elle contient au niveau de ses organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques.

### 1.3. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques

Selon **SERIN et al., (2001)**, la recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments.

Aujourd'hui, les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes.

## 1.4. Huile essentielle des plantes médicinales et aromatiques

### 1.8.1. Définition

Selon **BELHADI (2010)**, les huiles essentielles sont des mélanges complexes des substances organiques aromatiques liquides qu'on trouve naturellement dans diverses parties des végétaux, concentrées, volatiles, non huileuses et sensibles à la décomposition sous l'effet de la chaleur.

**DEGRYSE et al., (2008)**, précisent que ces substances ne contiennent aucun corps gras : contrairement à une huile végétale, une goutte déposée sur un papier s'évaporerait sans laisser de trace. L'huile essentielle appartient à la gamme des métabolites secondaires, issue du métabolisme végétal, elle ne se rencontre cependant que chez certaines plantes, qui prennent ainsi le nom de plantes aromatiques (**GUINARD, 1996 ; Encyclopédie encarta, 2004**).

Selon la **PHARMACOPEE EUROPENNE (2008)** « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition »

### 1.8.2. Historique

Selon, **YVERDON (2004)**, l'huile essentielle est très ancienne et assez universelle, son utilisation date de plus de 7000 ans (on trouve les premières traces chez les aborigènes d'Australie avec fumigation) preuve en est un alambic en terre cuite retrouvé au Pakistan datant de cette époque. On retrouve des inscriptions datant de 4000ans en Mésopotamie et des écrits Egyptiens datant de 3500 ans. Les Egyptiens obtenaient les huiles essentielles en pressant les plantes.

### 1.8.3. Localisation

Les huiles essentielles se trouvent dans des glandes minuscules situées dans les différentes parties de la plante aromatique **BRUNETON, J. (1993)**.

- Dans les feuilles comme le basilic
- Dans les fleurs comme la rose
- Dans les fruits comme le citron

- Dans les graines comme la coriandre
- Dans l'écorce comme la cannelle
- Dans les racines pour certaines plantes.

Les huiles essentielles sont souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante. Si l'on écrase la feuille (ou partie concernée) d'une plante aromatique, des petites poches vont se briser laissant s'échapper la substance aromatique. C'est pour cette raison que la récolte se fait au meilleur moment en fonction des substances que l'on veut extraire et des conditions extérieures (climat, période de l'année...) car la plante ne développe pas les mêmes composants selon la période de l'année.

#### **1.8.4. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles**

Les HE ne sont pas des huiles grasses, leurs composants volatils ne tachent pas le papier, leur rapidité et leur puissance d'effet, l'étendue du champ thérapeutique contrôle et surtout leurs actions électromagnétiques et vibrations sont autant de paramètres actifs et étonnants qui font leur particularité (**GROSJEAN, 2007**).

Les HEs communément appelées essences, sont des constituants de consistance huileuse, plus ou moins fluide, voir résinoïdes, très odorantes, volatiles, souvent colorées et plus légères que l'eau (densité de l'ordre de 0,750 à 0,990). Elles se volatilisent sous l'action de l'air et de la chaleur et se dissipent au bout de quelques instants. Les HE sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, mais sont insolubles dans l'eau (**MOUAS, 2018**).

#### **1.8.5. Rôles des huiles essentielles**

##### **a- Rôle physiologique**

Selon **RAI, ARCHARYA et WADEGAONKAR (2003)**, beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante est inconnu.

**BENAMOR et HADDAD (1993)**, compte à eux, affirment que les HE ont deux fonctions principales :

- Protéger les parties durables des plantes contre les micro-organismes
- Favoriser la pollinisation en attirant les insectes pollinisateurs et une action répulsive contre les animaux herbivores.



### **b- Rôle thérapeutique**

D'après, (**ORANGES et al., 1973 ; ABRASSART,1992**), les huiles essentielles, sont reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques agissant sur la personne dans sa globalité. Les huiles essentielles possèdent des propriétés thérapeutiques variées :

- Remédient aux problèmes respiratoires
- Diminuent la tension nerveuse (**LEMIRE, 2000**)
- Améliorent la circulation sanguine
- Aident le corps à traiter les impuretés
- Soulagent la nervosité et les douleurs rhumatismales.

Il semble que les huiles essentielles extraites de certaines aromatiques ont un rôle important dans notre vie soit physiologie ou bien thérapeutique, sans oublier le rôle biologique de ces huiles (inhibiteurs des germinations et protecteurs les plantes des prédateurs insectes, champignons (**PONOEL,1999**)).

#### **1.8.6. Classification des huiles essentielles**

Selon la fonction du constituant prédominant, **LE LOURANT (1994)**, classe les huiles essentielles en trois catégories :

- Huiles essentielles hydrocarbonées riches en terpènes (Pin, Citron : 90% en limonène).
- Huiles essentielles oxygénés riches en alcools et esters (roses : 50% en géraniol, Thym : 30 en Thymol, Coriandre : 70 à 80 en linalol).
- Huiles essentielles sulfurées (Conifères).

#### **1.8.7. Composition chimique des HEs**

Selon **SALZER (1977)**, l'étude de la composition chimique est généralement effectuée par la chromatographie en phase gazeuse (CPG) et par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM). D'après, **TOMI et CASANOVA (2006)**, la résonance magnétique nucléaire (RMN) peut également être utilisée.

**BRUNETON, (1999) ; KURKIN, (KIN2003)**, affirment que les HEs sont constituées exclusivement de deux groupes de composé odorante distincts : les terpènes (mono et sesquiterpènes) et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

## 1- Les terpènes

Ils sont présents dans le règne végétal, les terpènes sont des composés prédominants dans la plupart des essences. Ils ont pour formule générale  $(C_5H_8)_n$ , cyclique. Ils ont un faible poids moléculaire. Ils sont classés selon leur fonction (alcools, aldéhydes, cétone, les esters, cétones-oxydes) et leur structure linéaire ou cyclique (**PIBIRI, (2006); COUIC-MARINIER et LOBSTEIN, (2013)**). Les terpènes sont constitués du polymère de l'isoprène : les monoterpènes et les sesquiterpènes.

### a- Les monoterpènes

Ils forment 90% des HE et comportant deux unités d'isoprène, ils sont formés des composés très volatils. Selon **BELLAKHDAR (1997)**, ils sont composés essentiellement de  $\alpha$ -pinène, (3-pinène), o-terpinène, camphène,  $\alpha$ -phéllandène, p-phéllandène, limonène et myrcène. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonction chimique spéciales (**BAKKALI et al, 2008**).

### b- Les sesquiterpènes

Selon **AZOUDJ (1999)** les sesquiterpènes sont des composés caractéristiques des arômes produits par les plantes et donnent à celle-ci leur goût amer. Ce sont des composés d'hydrocarbures notamment l'aromadendrène, allo-aromadendère et  $\alpha$ -gurjunène.

## 2- Les composés aromatiques

Moins fréquents que les terpènes, les composés aromatiques dérivés du phénylpropane constituent une autre classe des substances volatils présentes dans les HE (**KURKIN, 2003**).

Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthol et l'estragol et bien d'autres (**BRUNETON,1999**).

### 1.8.8. Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles

**ROSUA et GARCIA-GRANADOS (1987)**, dans leur recherche sur *Rosmarinus officinalis* affirment que le taux et la proportion des constituants des HEs peuvent varier en fonction de deux facteurs que nous classons en deux catégories :

### **1- Facteurs directs :**

Les facteurs directs sont liés à la plante et à son environnement

- L'origine géographique
- Le climat
- Conditions climatiques au moment de la récolte
- Age végétatif des plantes
- L'organe concerné
- L'espèce

### **2- Facteurs indirects :**

Les facteurs indirects, peuvent être liés à la méthode d'extraction utilisée

- **La distillation**
  - Durée
  - Solubilité des essences
  - Méthode de distillation
- **Conservation du matériel**
  - Courte durée
  - Longue durée

#### **1.8.9. Méthodes d'extraction des HEs**

Plusieurs méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales.

La méthode d'extraction d'une essence dépend en général :

- De la nature du matériel végétal que l'on désire traiter (graines, feuilles, rameaux, racines etc.),
- De la nature des composés (à l'exemple de flavonoïdes, les huiles essentielles, les tanins et autres),
- Du rendement en huile et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées.

## 1- La méthode par distillation

D'après **PIOCHON (2008)**, il existe trois différents procédés utilisant le principe de la distillation : l'hydro-distillation, l'hydro-diffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau.

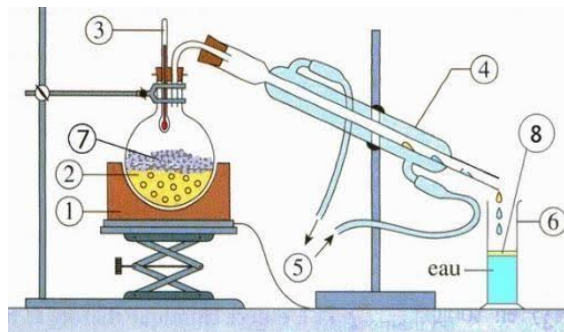
- **Hydro-distillation**

C'est la méthode la plus ancienne et la plus utilisée.

**Principe :**

La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'HE se sépare de l'hydrolysate par simple différence de densité. L'HE étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolat.

**LUCCHESI (2005)**, dans ses recherches affirme qu'un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques



**Figure 2- 4** : Principe de la technique d'hydro-distillation (distillation simple)

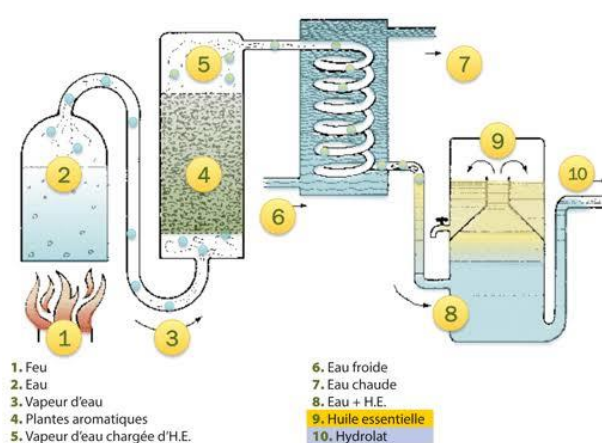
- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1- Chauffe ballon | 5- Entrée et sortie de l'eau     |
| 2- Ballon         | 6- Erlenmeyer                    |
| 3- Thermomètre    | 7- Matière à extraire            |
| 4- Réfrigérant    | 8- La couche d'huile essentielle |

- **Distillation par entraînement à la vapeur d'eau**

**Principe :**

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse des composants de l'huile essentielle ou des réactions chimiques pouvant altérer les résultats de l'extraction.

Cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale fraîche à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse le matériel, les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent, la vapeur circule et chasse la plupart de ses composés parfumés volatils. Puis traverse un tube froid où elle sera condensée. Après 3 heures, le distillat est récupéré dans une fiole réceptrice puis séparé en une phase aqueuse et phase organique **ROLDAN-GUTIÉRRES et al., (2008)**.



**Figure 2-5** : Distillation par entraînement à la vapeur (**ABDERRAHIM EI HAIB**)

- **Hydro-diffusion**

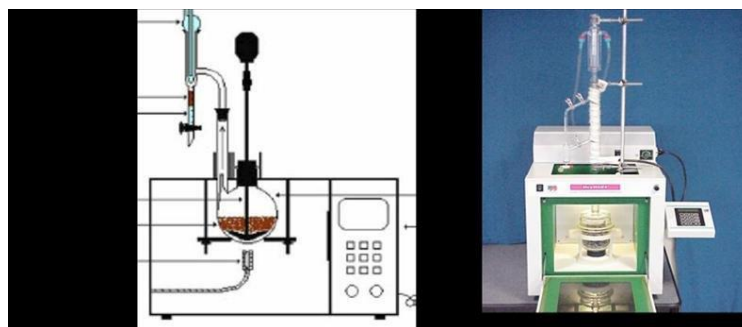
Consiste à pulser de la vapeur d'eau à faible pression « 0.02-0.15 bar à travers la masse végétale, de haut vers le bas. La composition des produits obtenus est qualitativement différente de celle des produits obtenus par les méthodes précédentes. Ce procédé permet un gain de temps et d'énergie (**BRUNETON,1999**).

## 2- Extraction assistée par micro-ondes

**Principe** : cette technique combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle.

Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques condensation, refroidissement et décantation.

D'après les recherches qui ont été faites, cette technique possède plusieurs avantages tels que le gain de temps d'extraction, utilisation de petites quantités de solvant et un rendement d'extraction élevé (HEMWIMON *et al.*, 2007).



**Figure 2- 6 :** Extraction assistée par micro-ondes

### 3- Extraction à froid

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenues dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification (BOUKHATEM MOHAMED *et al.*, 2009).

#### 1.8.10. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

Les HE ne sont pas des huiles grasses, leurs composants volatils ne tachent pas le papier, leur rapidité et leur puissance d'effet, l'étendue du champ thérapeutique contrôle et surtout leurs actions électromagnétiques et vibrations sont autant de paramètres actifs et étonnants qui font leur particularité (GROSJEAN, 2007).

Selon MOUAS (2018), les HEs communément appelées essences, sont des constituants de consistance huileuse, plus ou moins fluide, voir résinoïdes, très odorantes, volatiles, souvent colorées et plus légères que l'eau (densité de l'ordre de 0,750 à 0,990).

Elles se volatilisent sous l'action de l'air et de la chaleur et se dissipent au bout de quelques instants. Les H sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, mais sont insolubles dans l'eau.

#### **1.8.10.1. Propriétés physiques**

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent un certain nombre de propriétés physiques communes.

Elles sont généralement sous forme liquides à température ambiante et leur grande volatilité les oppose aux « huiles fixes » (lipides). Lorsqu'elles viennent d'être préparées, leurs teintes est généralement comprise dans une gamme allant de l'incolore, à jaune pâle. Il existe toutefois quelques exceptions, comme l'huile essentielle de camomille romaine (*Anthemis nobilis*) qui possède une coloration bleu clair due à la présence du chamazulène.

Leur densité est le plus souvent inférieure à l'unité. Seules 3 huiles essentielles officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau : il s'agit des huiles essentielles de certaines plantes notamment la cannelle et le girofle.

Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et ont une capacité de pouvoir rotatoire puisque constituées, pour l'essentiel, de molécules asymétriques. Elles sont peu solubles dans l'eau, dégagent cependant leurs odeurs (eaux distillées aromatiques), sont très facilement altérables et sont sensibles à l'oxydation, mais ne rancissent pas (MOUAS,2018).

Le caractère odorant des huiles essentielles est lié à la volatilité des molécules qui les composent ce qui permet de les obtenir par entraînement à la vapeur d'eau (WILLEM,2002).

#### **1.8.10.2. Utilisation des HEs**

L'utilisation des HEs ne date pas d'aujourd'hui, grâce à leurs bienfaits sur le bien-être et la santé, les HEs sont de plus en plus utilisées dans le monde. Les huiles essentielles ont une particularité de contenir plusieurs propriétés dont l'usage peuvent être bénéfique à l'homme.

- **Propriétés odorantes**

Issu des plantes aromatiques, les HEs ont des propriétés odorantes incroyables, selon **BESOMBES (2008)**, les huiles essentielles sont employées dans le secteur du cosmétique, notamment pour la fabrication des parfums ; dans les compositions parfumantes des détergents.

- **Propriétés médicinales**

Avec les avancées techniques et scientifiques, mené à l'isolation de principes actifs des plantes. Les HEs sont riche en concentration en principe actif, c'est ce qui leur confère leur particularité. D'après **ISERIN et al., (2001)**, aujourd'hui, les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la diagoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes.

**BEMSOMBES (2008)**, affirme dans ses recherches que La phytothérapie est la médecine par les plantes, utilisées en partie ou en totalité, sous différents formes (teintures mères, extraits fluides ou secs, poudres, infusions et décoction). L'aromathérapie n'utilise que les principes actifs d'une partie de la plante, où ils sont extrêmement concentrés.

#### **1.8.11. Toxicité des huiles essentielles**

Les HE doivent être utilisées avec modération car un mauvais usage peut engendrer des conséquences grave. L'usage doit se faire selon les consignes d'un spécialiste, car certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau, en raison de leur pouvoir irritant (les huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) ou phototoxine (huiles de citrus contenant des furacoumarines).

**GUBA (2001)**, affirme dans ses recherches que d'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique (les cétones comme l' $\alpha$ -thujone sont toxiques pour les tissus nerveux).



### **1.8.12. Méthodes de caractérisation des huiles essentielles**

Les méthodes de caractérisation des HEs renseignent sur la composition chimique des huiles, c'est une étape importante qui nécessite la mise en œuvre de diverses techniques. Parmi ces méthodes nous avons :

#### **a- Chromatographie en phase gazeuse (CPG)**

La CPG est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs ont contribué à rendre la CPG incontournable pour la caractérisation des huiles essentielles.

Cette technique permet de séparer un mélange gazeux complexe par succession continue d'équilibre entre phase mobile gazeuse et phase stationnaire (**BESOMBES, 2008**).

Le développement des phases stationnaires et de la CPG multidimensionnelle a permis de surmonter certaines difficultés rencontrées dans la séparation et l'identification des composés dans les huiles essentielles.

Ainsi, la CPG bidimensionnelle (CPG/CPG), mettant en ligne deux colonnes capillaires, permet la séparation, l'identification et la quantification de composés minoritaires pouvant Co-combiner avec les composés plus abondants. L'échantillon est injecté dans la première colonne, puis les composés sont transférés dans une deuxième colonne pour être séparés (**PAOLINI, 2005**).

#### **b- Spectrométrie de masse (SM)**

C'est une technique qui permet d'identifier et quantifier les composés. Il existe de nombreux types de spectromètres de masse, renfermant une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. Selon **BESOMBES (2008)**, dans le spectromètre de masse, les ions sont séparés selon leur ration « masse/charge », à l'aide d'un champ magnétique.

### **c- Couplage CPG/SM**

C'est l'une des techniques les plus utilisées de la chimie analytique. L'association des deux techniques fournit un instrument d'analyse particulièrement plus performant. La principale difficulté rencontrée lors de ce couplage est due à la grande différence de pression.

En effet la spectrométrie de la masse requiert un niveau de pression très bas, alors que la chromatographie en phase gazeuse se déroule à un niveau de pression plus élevée.

Ainsi le couplage CPG/SM en mode impact électronique (SM-IE) est la technique la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles (CAVALLI, 2002).

#### **1.8.13. Activité antimicrobienne**

Les HEs, reconnues par leurs composés naturels, ont fait l'objet de plusieurs recherches. (MUANZA,1994), et ses collaborateurs affirment que les extraits des plantes peuvent avoir des composés bioactifs contre les bactéries et les moisissures.

Des chercheurs comme (SIVROPOULOU *et al.*,1995 ; SIVROPOULOU *et al.*,1997 ; COWAN.,1999 ; MAU.,2001 ; HOFFMAN.,2004), ont apporté l'effet antimicrobien et antifongique des huiles essentielles. En générale, les composés des huiles essentielles interviennent contre plusieurs types de bactéries, moisissures, levures et champignons.

##### **1.8.13.1. Activité antibactérienne**

Les plantes comme (l'origan, thym, sauge, romarin et clou de girofle) contiennent des huiles essentielles qui ont des propriétés antibactériennes incroyables, ces plantes sont riches en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol.

Selon PAULI (2001), ces composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries : E. Coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Listeria monocytogenes, Clostridium spp, Helicobacter pylori.

##### **1.8.13.2. Activité antifongique**

Les huiles essentielles des plantes aromatiques ont un pouvoir antifongique. Des auteurs comme (DE BILLERBECK *et al.*, (2002) ; KOBAYASHI *et al.*, (2004), OUSSOU

*et al.*, (2004) ; **OURAINI et al.**, (2005) ont affirmé que ces huiles peuvent être utilisées pour lutter contre les moisissures allergisantes.

Dans ses recherches **TEIXEIRA DUARTE.**, (2005) a rapporté que les HEs ont un effet antifongique contre les dermatophytes et les champignons pathogènes et opportunistes tels que *Candida albicans* (levure), *Cryptococcus neoformans* et *Aspergillus fumigatus*.

#### **1.8.14. Activité anti-oxydante**

Un antioxydant est par définition une espèce chimique plus ou moins complexe diminuant le stress oxydant au sein de l'organisme (**DESMIER.,2016**). Le même auteur affirme que les antioxydants sont surtout connus pour leur capacité à réagir avec les radicaux libres en les neutralisant par réaction de réduction. Les antioxydants peuvent être classés selon leurs modes d'actions : systèmes enzymatiques, inhibiteurs d'enzymes oxydantes, chélateurs de métaux et piègeurs de radicaux libres (**DESMIER.,2016**).

D'après **KOECHLIN-RAMONATXO.**, (2006), du fait de leur instabilité énergétique, les radicaux libres ont tendance à revenir immédiatement à un état stable en donnant un électron ou en prenant un à une autre molécule : ils peuvent donc être réducteurs ou oxydants. En jouant le rôle d'accepteur ou donneur d'électrons, les radicaux libres ont donc la propriété d'être extrêmement réactifs vis-à-vis des autres molécules, possédant un temps de demi-vie extrêmement court.

#### **1.8.15. Les radicaux libres**

##### **1.8.15.1. Définition**

Un radical libre est un atome, une molécule ou un groupe d'atomes présentant un électron célibataire sur son orbitale externe.

##### **2.4.15.2. Rôle des radicaux libres**

Les radicaux libres ce sont des molécules qui peuvent être extrêmement dangereuse pouvant être à l'origine de plusieurs maladies. Bien qu'ils sont dangereux, ils sont indispensables à la vie car ils remplissent de nombreuses fonction utiles dans l'organisme. Ils participent :

- Au fonctionnement de certaines enzymes
- A la transduction de signaux cellulaires

- A la défense immunitaire contre les agents pathogènes
- A la destruction par apoptose des cellules tumorales
- A la régulation de la dilatation capillaire
- Au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire
- A la fécondation de l'ovule
- A la régulation des gènes (FAVIER., 2003).
- A production énergétique
- Au règlement de la croissance des cellules et à la signalisation intracellulaire (ARDESTANI et YAZDANPARAST.,2007).

#### **2.4.16. Groupe des principes actifs**

- **Huiles essentielles**

L'huile essentielle appartient à la gamme des métabolites secondaires, issue du métabolisme végétal, elle ne se rencontre cependant que chez certaines plantes, qui prennent ainsi le nom de plantes aromatiques (GUINARD., (1996) ; **ENCYCLOPÉDIE ENCARTA., (2004)**).

Selon **ISERIN et al., (2001)**, on retrouve majoritairement de terpénoïdes et des molécules aromatiques, ils possèdent un caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on les trouve dans les organes sécréteurs. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance d'une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie (**SANON et al., 2002**)

##### **1- Composés phénoliques**

Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qu'on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficiels, ce sont des composés photochimiques polys hydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils subdivisent en sous classe principales : les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins (**CHAKOU, 2013**).

##### **2- Les acides phénoliques**

Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide

cinnamique. Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (**ISERIN et al., 2001**).

### **3- Flavonoïdes**

Terme en latin ; flavus = jaune. Ont une structure de C6-C3-C6 à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes (**WICHTL et ANTON, 2009**). Les flavonoïdes ont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carboné (**ADOUANE,2016**).

Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes (**WICHTL et ANTON, 2009**). Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire (jus de citron) et de l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge, traitent les rhumes et la grippe, réduisant les sécrétions nasales), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (**ISERIN et al.,2001**).

### **4- Lignines**

Composés qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires (tissus sclérenchymes ou le noyau des fruits), au niveau de sève brute qu'ils permettent la rigidité des fibres, ils sont le résultat d'association de trois unités phénoliques de base dénommées monolignols de caractère hydrophobe (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

### **5- Tanins**

Le tanin est un terme qui provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**HOPKINS, 2003**). On distingue deux catégories : les tanins condensé, polymères d'unités flavonoïdes reliées par des liaisons fortes de carbone, non hydrolysable mais peuvent être oxydées par les acides forts libérant de anthocyanidines (**HOPKINS, 2003**).

Les tanins hydrolysables, polymères à base de glucose dont un radical hydroxyle forme une liaison d'ester avec l'acide gallique (**HOPKINS, 2003**).

Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure, elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (**ISERIN et al., 2001**).

#### **6- Alcaloïdes**

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (**WICHTL et ANTON, 2009**). Certains alcaloïdes sont utilisés comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine). Des anticancéreuses (**ISERIN et al., 2001**).

#### **7- Coumarines**

Les coumarines sont parmi les composés phénoliques les plus connus. Elles sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, super oxydes et peroxydes. Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives. Elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (**GONZALEZ et ESTEVEZ-BRAUN, 1997**).

#### **8- Quinones**

Ce sont des substances colorées et brillantes, en général rouges, jaunes ou orange et possédant deux fonctions cétones. On trouve les quinones dans les végétaux, les champignons et les bactéries. Les organismes animaux contiennent également des quinones, comme par exemple la vitamine K, qui est impliquée dans la coagulation du sang.

Les quinones sont utilisées dans les colorants, dans les médicaments et dans les fongicides, ils possèdent un potentiel antimicrobien élevé (**KANSOLE, 2009**).

### **1.5. Extraits des plantes médicinales**

Selon la **PHARMACOPÉ EUROPÉENNE (2002)**, les extraits sont des préparations liquides (extraits fluides et teintures), de consistance semi-solide (extraits mous ou fermes) ou solide (extrait sec), obtenu à partir de drogues végétales généralement à l'état sec. Les extraits tirés sont ajustés au moyen d'une substance inerte

ou en mélangeant des lots d'extraits, avec une tolérance acceptable à une teneur donnée en constituant ayant une activité thérapeutique connue.

Selon **HOSTTMANN (1997)**, les extraits des plantes médicinales peuvent être utilisés sous plusieurs formes.

### **2.5.1. Extraits aqueux**

- a- **Les tisanes** : regroupent les infusions et les décoctions.
  - L'infusion est utilisée pour les parties les plus fragiles de la plante : les pétales, les jeunes feuilles très fines. Elle consiste à verser de l'eau chaude ou bouillante sur les plantes sèches (NOGARET-EHRHART, 2003).
  - La décoction convient aux parties ligneuses de la plante comme les tiges, les racines et l'écorce. Il s'agit ici de plonger les parties de plantes sèche à froid dans dans de l'eau et de porter le tout à ébullition (POTEL,2002).
- b- **La macération** s'opère à froid plutôt pour les plantes a gommés et à mucilages. Laisser tremper les plantes sèches ou fraîches dans de l'eau, le temps de macération peut aller jusqu'à 3 semaines. Grâce à ces techniques, les principes actifs hydrosolubles sont extraits, une filtration sera nécessaire avant la consommation (**BERTRAND, 2010**).

### **2.5.2. Extrait par solvant méthanoliques**

L'extraction est réalisée par un solvant approprié (généralement méthanol) à partir d'un ou plusieurs lots de drogues, qui peuvent avoir subi préalablement différents traitements comme l'inactivation des enzymes présents, un broyage ou encore un dégraissage (**WICHTLET et ANTON,2003**).

## **1.6. Hydrolat aromatique**

### **2.6.1. Généralités**

L'hydrolathérapie ou thérapie par les eaux florales, est une branche de l'aromathérapie, issue d'un l'ensemble plus vaste de la phytothérapie. Au cours de la distillation d'une plante, deux produits très précieux émergent : d'une part l'huile essentielle et d'autre part l'hydrolat à savoir l'eau imprégnée de molécules aromatique. En l'espace d'une décennie, les HEs ont fait un chemin remarquable dans la conscience collective. En revanche, il n'en va pas de même des hydrolats qui restent bien souvent peu exploités. Ces eaux ont pourtant, elles aussi, des vertus thérapeutiques hors pair, issues de la plante, mais aussi de la faculté purificatrice de l'eau (**BEAUDOUX, 2000**).

### 2.6.2. Définition

L'hydrolat est l'eau chargée de principes volatils hydrophiles recueillis lors d'une distillation par entraînement à la vapeur d'eau de la matière végétale. Il s'agit de l'eau distillée séparée de l'huile essentielle à la sortie de l'alambic, et qui s'est chargée de molécules aromatiques au cours de la distillation. Elle est incolore d'une odeur puissante, aromatique, fraîche et herbacée et d'une saveur rafraichissante (**BOUISSY, 2004**).

### 2.6.3. Domaines d'utilisation de l'hydrolat

#### 1- En cosmétique

L'hydrolat est un régénérateur et un antioxydant qui combat les radicaux libres et prévient le vieillissement prématuré de la peau ; c'est un purifiant et équilibrant qui aide à contrôler les sécrétions de sébum et assainit la peau. En plus, il régularise la transpiration excessive et il est considéré comme un embellisseur capillaire en redonnant une brillance et une vitalité aux cheveux foncés. (**BOUISSY, 2004**).

#### 2- En santé

Il existe plusieurs cas d'utilisation de l'hydrolat. Par exemple, l'hydrolat de *Salvia officinalis* est utilisé dans le domaine de la santé surtout dans les cas des insuffisances biliaires et hépatiques, les bouffées de chaleur, les troubles circulatoires liées au système hormonal, asthme, bronchite, toux, cholestérol, aphtes infections buccales (**BOUDOUX, 2000**).

#### 3- En cuisine

L'hydrolat peut apporter une touche de fraîcheur d'originalité à vos plats. Ainsi l'addition de quelques gouttes de l'hydrolat de *Salvia officinalis* à la soupe permet de lui donner un goût plus raffiné (**BOUISSY, 2004**).



# **Chapitre 3**

## **Matériel et Méthodes**

## 2.7. Matériel végétal

Le matériel végétal ayant fait l'objet de notre étude est composé des sommités du romarin *Rosmarinus officinalis*, récolté durant la campagne du mois de Mai 2021-2022.

### 2.7.1. Echantillonnage

Les arbustes utilisés pour l'échantillonnage ont été choisis de façon aléatoire dans les régions d'étude : Blida et Tipaza. Nous avons prélevé les arbustes ayant un bon état végétatif, homogènes et d'apparence saines.

### 2.7.2. Protocole de récolte des échantillons

- Nous avons eu à cueillir les échantillons pendant une période sèche (été)
- Nous avons conservé les échantillons dans un milieu sec et frais

### 2.7.3. Préparation du matériel végétal

La matière végétale cueillie a été séchée à l'air libre pendant 7 à 10 jours. Après séchage, nous avons séparé les feuilles des rameaux et nous les avons conservés dans les sacs en papier afin de procéder à l'extraction d'huile essentielle et l'extrait méthanolique (figure 3-1).



**Figure 3-1** : Lot de feuilles séchées de *Rosmarinus officinalis* L.

## 2.2. Objectif du travail

Notre travail porte sur : l'extraction des huiles essentielles ; l'extraction des extraits méthanoliques et la détermination de la composition chimique des huiles essentielles et des extraits méthanoliques du *Rosmarinus officinalis* L.

### 2.2.1. Présentation des régions d'études

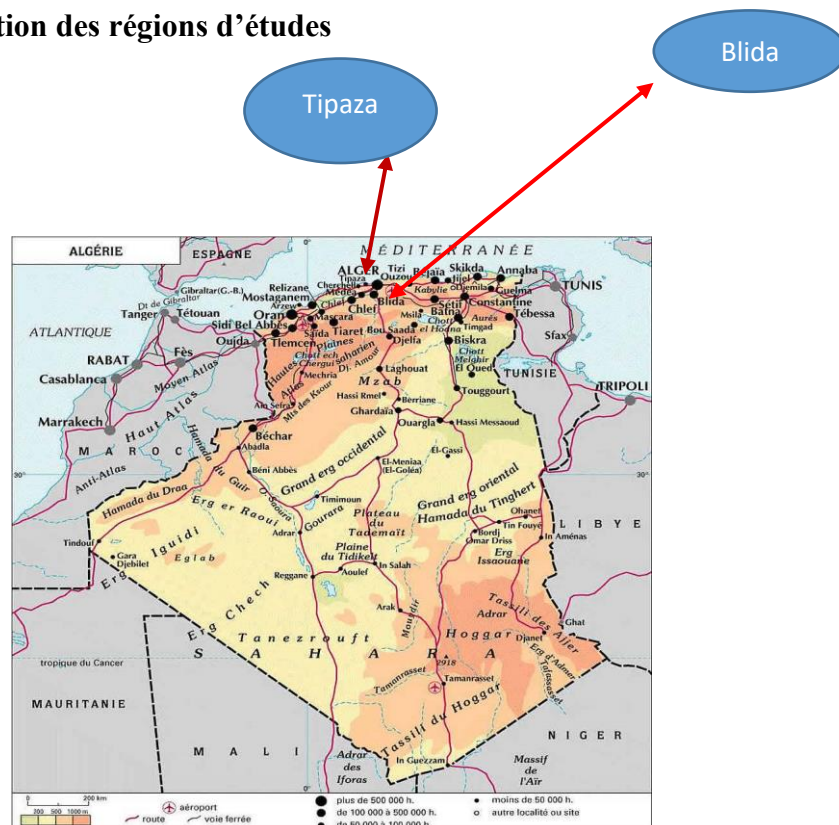


Figure 3-2 : Carte d'Algérie

Source : [www.carte-algerie.com/carte-algerie-detailee.html](http://www.carte-algerie.com/carte-algerie-detailee.html)

#### a- La région de Blida

La wilaya de Blida est située au nord de l'Algérie. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et d'Alger, à l'ouest par la wilaya de Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'Est par les wilayas de Boumerdes et de Bouira. Elle est constituée d'une plaine communément appelée Mitidja dont le sol est très fertile et d'une chaîne de montagnes au sud : l'Atlas Blidien, qui constitue une partie du centre de l'atlas Tellien.

La pluviométrie est généralement plus importante dans l'Atlas que dans la plaine. Les précipitations atteignent leur apogée en décembre, janvier et février.

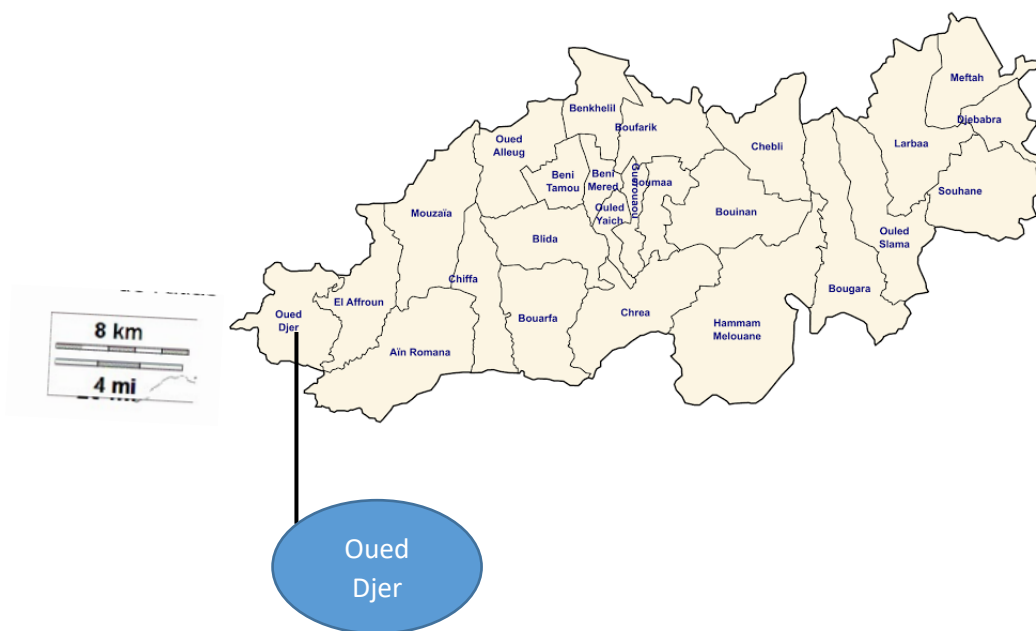


Figure 3-3 : Carte géographique de la région de Blida

**b- Région de Tipaza**

La wilaya de Tipaza est située au nord du tell central à 68 Km à l'ouest de la capitale Alger. Elle est limitée géographiquement par : la mer Méditerranée au nord ; la wilaya d'Alger à l'est ; la wilaya de Blida au sud-est ; la wilaya d'Ain Defla au sud ; la wilaya de Chlef à l'ouest.

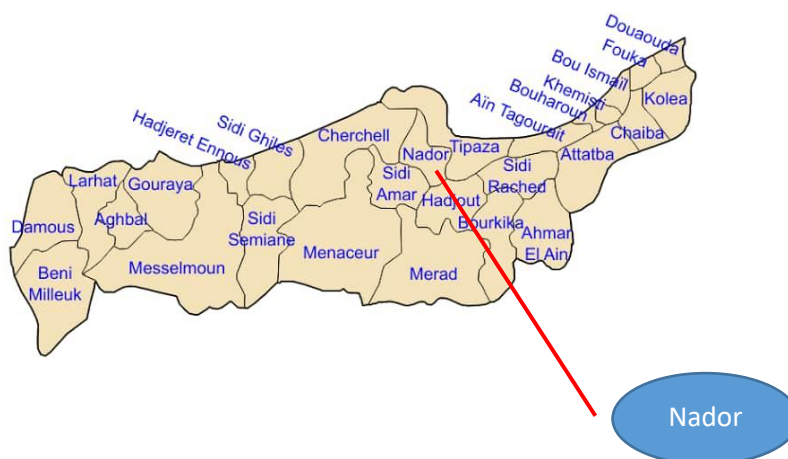


Figure 3-4 : Carte géographique de la région Tipaza

**2.3. Climat et bioclimat des zones d'études**

Selon **DREUX (1980)**, l'analyse du contexte climatique est la première étape à toute étude écologique, c'est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes. Il joue un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces animales et végétales.

Les zones d'études sont caractérisées par un climat de type méditerranéen.

### 2.3.1. Climagramme d'Emberger des deux régions

Emberger a élaboré un quotient climatique  $Q_2$ , celui-ci comporte les éléments du climat qui sont prépondérants pour la végétation (températures et précipitations).

$$Q_2 = 3.43 * \frac{P}{M - m}$$

$Q_2$  : quotient pluviométrique

**P** : pluviosité moyenne annuelle en mm

**M** : moyenne des maximas

**m** : moyenne des minimas

**Emberger (1955)**, a considéré que le quotient était insuffisant pour faire ressortir l'action des températures, il a donc combiné le  $Q_2$  et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (**m**) sur un climagramme.

Le tableau ci-dessous résume les résultats des deux régions et les paramètres permettant de déterminer l'étage bioclimatique des zones d'étude.

**Tableau 3-1** : Etage bioclimatique des régions d'étude

Régions	M (°C)	m (°C)	P (mm)	$Q_2$	Bioclimat
Blida	34,65	4,64	704,08 mm	80,47	Subhumide tempéré
Tipaza	33	5,7	600 mm	21,67	Subhumide

Le climagramme d'Emberger a permis de déterminer l'étage bioclimatique des deux régions d'études : Blida et Tipaza.

Le climagramme précise que :

- La wilaya de Tipaza se situe dans un étage subhumide : caractérisé par un hiver doux dans la partie nord et par un hiver chaud dans la partie sud.

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominantes sont de direction sud et ouest, quant au Sirocco-, il est rarement enregistré au cours de l'hiver. Par contre, les gelées sont fortement influencées par l'altitude.

Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 600 mm durant la période 1978-2004.

Les températures varient entre 33°C pour les mois chauds de l'été (Juillet, Août), à 5,7°C pour les mois les plus froids (Décembre à Février).

- La région de Blida appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré ou doux appelé aussi climat méditerranéen moyen. Il est généralement localisé au nord du pays et se caractérise d'une pluviométrie plus ou moins élevée.

## **2.4. Extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L**

Pour l'extraction des huiles essentielles, nous avons utilisé la technique d'hydro distillation, cette technique est simple à manipuler et elle est la plus utilisée parmi autant d'autres. D'après **PONCE et al., (2003)**, ce procédé n'altère pas la qualité et la composition chimique de l'HE, il est intéressant car les températures pendant la manipulation sont maîtrisées.

### **3.4.1. Principe d'hydro distillation**

L'hydro distillation consiste à porter à ébullition un mélange (eau + matériel végétal). Puis les vapeurs qui se dégagent seront liquéfiées à l'aide d'un réfrigérant à eau afin de récupérer les huiles essentielles.

### **3.4.2. Dispositif d'extraction**

Nous avons choisi deux techniques d'extractions : le clevenger et l'alambic.

#### **3.4.2.1. Le clevenger**

Le clevenger est le type d'appareil que nous avons utilisé pour l'hydro distillation, il est constitué d'un chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur, un ballon en verre pyrex où l'on place les feuilles séchées et l'eau distillée, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échantillonnage du ballon et un collecteur en verre pyrex qui reçoit les extraits de la distillation (figure 2-4)



**Figure 3-6 :** Dispositif d'extraction par hydrodistillation de type clevenger

### 3.4.2.1.1. Protocole expérimental

#### ✚ Etape 1

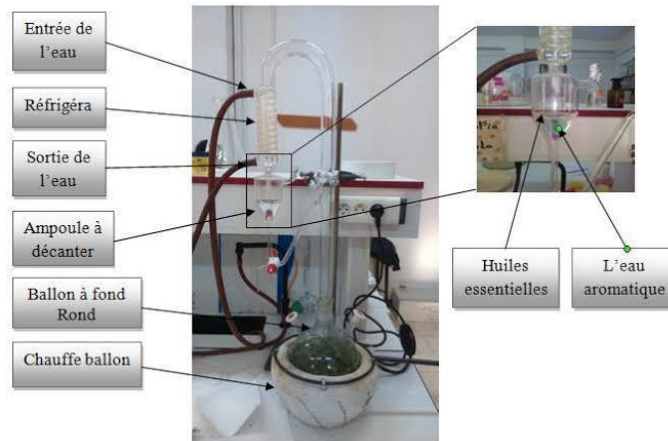
Nettoyage et séchage des feuilles du romarin : nous avons laver le matériel végétal avec de l'eau du robinet dans le but d'enlever toutes impuretés pouvant affecter la qualité de l'huile.



**Figure 3-7 :** Les feuilles de romarin nettoyer avec de l'eau et séchées.

#### ✚ Etape 2

Elle consiste à immerger directement 100 g du matériel végétal à traiter dans un ballon (alambic) de 1 litre, rempli d'environ 600 ml d'eau distillée, qui est ensuite porté à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs hétérogènes formées dans le serpentin sont condensées sur une surface froide qui est celle du réfrigérant, ainsi la séparation eau-essence s'effectue par une simple différence de densité.



**Figure 3-8** : Schéma descriptif du clewenger.

### ✚ Etape 3

Récupération d'huile plus hydrolat dans l'ampoule à décanteur, le mélange HE + hydrolat est mis au repos pendant 24 h, après 24h on constate une différenciation de densité entre l'HE et l'hydrolat. L'HE ayant une faible densité est en surface tandis que l'hydrolat est en bas. La séparation se fait en fonction de cette différenciation de densité.

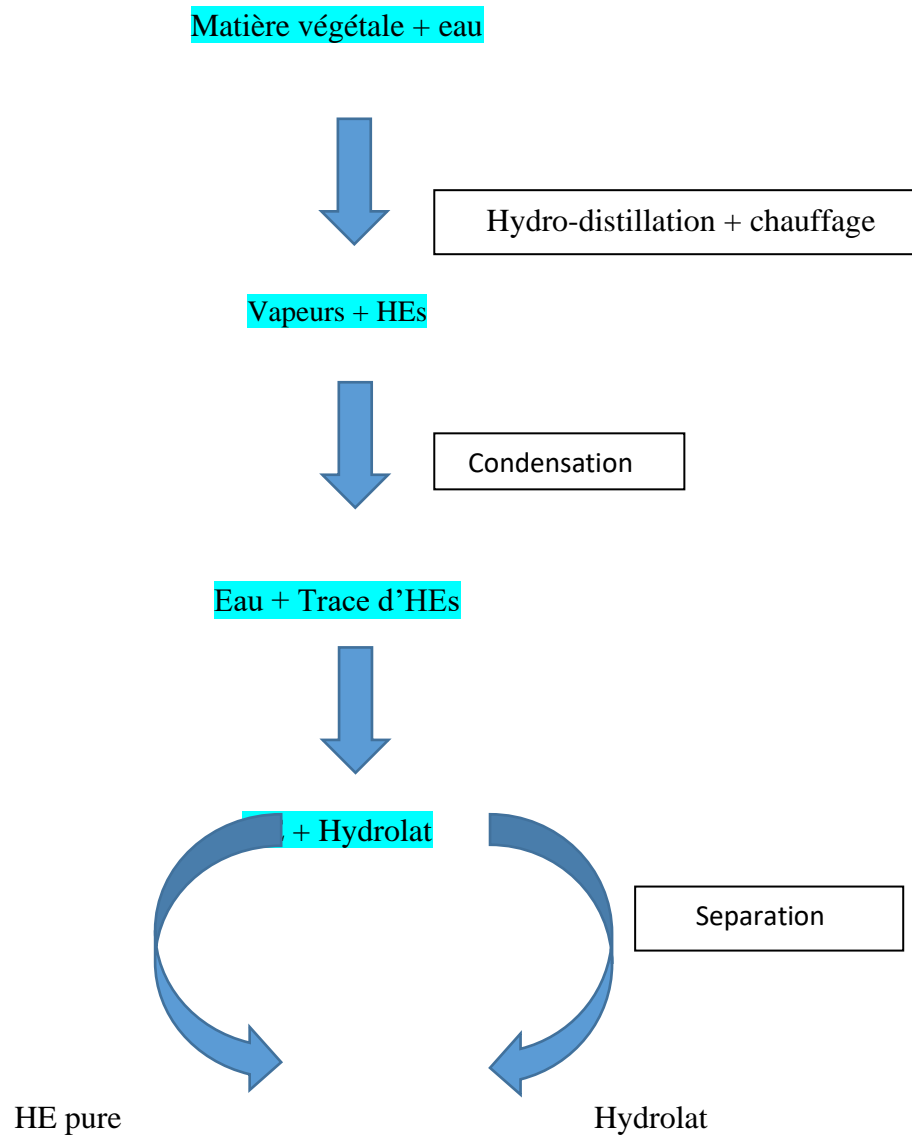
### ✚ Etape 4

L'huile récupérée dans un Eppendorf est déshydratée par le sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) et elle est conservée à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ .



**Figure 3-9** : HE du romarin homogène





**Figure 3-10 :** Schéma explicatif des phases d'extraction d'HE

#### 2.4.2.2. L'alambic

Selon **LAROUSSE**, un alambic est un appareil servant à la distillation, composé d'une chaudière (cucurbite) soumise à chauffage et d'où les vapeurs se dégagent par le chapiteau, puis passent par un col-de cygne pour gagner le réfrigérant formé par un serpentin refroidi par de l'eau.



**Figure 3.11** : Distillation par entrainement à la vapeur avec un alambic

Cette figure montre les trois principales parties de la distillation par alambic. La première partie est formée principalement par la cucurbite dont le générateur est incorporé dans la partie basse de la cuve. Les végétaux sont placés sur une plaque perforée dans la partie haute. La deuxième partie est formée par le système de refroidissement de vapeur pour la condensation et la troisième partie c'est le système de séparation du mélange.

#### **2.4.2.2.1. Protocole expérimental**

Le protocole expérimental que nous avons eu à suivre est pareil à celui du cleverger, la seule différence se situe au niveau de la quantité du matériel végétal utilisé. Nous avons utilisé 12 kg des feuilles de romarin de la région de Tipaza.

#### **2.4.3. Préparation des extraits méthanoliques**

Nous avons pesé 30 g de feuilles de romarin séchées et les 30g de romarin ont été broyés dans un broyeur, après broyage nous avons obtenu une poudre de romarin de 30g. La poudre obtenue a été mis dans un bécher. Ensuite, nous avons ajouté à cela 210 ml de méthanol plus 90 ml d'eau distillée. Le mélange a été mis sous agitateur à l'aide d'un agitateur pendant 24h.

Après le passage sur l'agitateur, nous avons filtré l'extrait végétal avec du papier filtre et nous avons récupérer l'extrait du romarin et conservé au réfrigérateur à environ 5 à 1°C jusqu'à son utilisation.

### 2.4.3.1. L'extraction de l'extrait sec

Après passage à l'agitateur pendant 24h, le composé est filtré à l'aide d'un papier filtre pour obtenir le filtrat. Le filtrat obtenu est placé sur le rota vapeur à une température de 60°C pour séparer la partie liquide (constituée du solvant utilisé : méthanol plus l'eau distillée) de la partie solide appelée résidu sec constituée des molécules présente dans l'échantillon végétal. Le résidu sec a été pesé à l'aide d'une balance de précision. Pour le récupérer du ballon, nous avons rincer le ballon avec 15 ml de méthanol ensuite nous l'avons mis dans une fiole. La fiole a été couverte d'un papier aluminium et conservée au réfrigérateur en vue d'une analyse HPLC.

#### 2.4.3.1.1. Protocole expérimental :

##### + Etape 1 :

Le filtrage du mélange (romarin, méthanol et l'eau distillée) pour obtenir le filtrat



**Figure 3-12** : Le filtrat

##### + Etape 2 :

Passage du filtrat au rota vapeur à 45 °C pour obtenir le résidu sec



**Figure 3-13** : Rota vapeur

**✚ Etape 3 :**

Obtention du résidu sec ou l'extrait sec (le résidu sec est tout simplement le composé solide restant dans le ballon après évaporation du solvant, qui entoure le ballon)



**Figure 3-14** : Résidu sec ou l'extrait sec contenant dans le ballon

**✚ Etape 4 :**

Pesage du résidu sec, pour connaître le poids de l'extrait



**Figure 3-15** : Pesage du poids du résidu sec à l'aide d'une balance de précision.

**+ Etape 5 :**

Récupération du résidu sec ou de l'extrait sec avec 15 ml de méthanol



**Figure 3-16**: Dosage du méthanol

**Figure 3-17**: Récupération de l'extrait sec avec du méthanol

**✚ Etape 6 :**

Obtention de l'extrait végétal du romarin, cet extrait est composé du méthanol plus l'extrait sec (les composés du matériel végétal).



**Figure 3-18 :** Extrait méthanolique de la région de Blida

Après obtention des extraits méthanoliques des deux régions, nous les avons mis au réfrigérateur pour la conservation jusqu'à son utilisation. L'expérimentation de ce travail a été faite dans le laboratoire de recherche et d'amélioration des plantes de l'université de Blida 1.

#### **2.4.4. Paramètre étudiés**

##### **1- Détermination du rendement en huile essentielle du *Rosmarinus officinalis***

D'après les normes d'AFNOR (2000), le rendement en HE (RHE) est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (MHE) et la masse de matière végétale utilisée (Mmv). Le rendement est donné en pourcentage et ce dernier s'exprime de la manière suivante :

$$\text{RHE (\%)} = \text{MHE} / \text{Mmv}$$

MHE : Masse d'HE exprimé en gramme

Mmv : Masse de la matière végétale utilisée en gramme

RHE : Rendement en HE

**2- Détermination du rendement des extraits du *Rosmarinus officinalis***

Le rendement des extraits est égal à la quantité du résidu sec / la masse de la matière végétale multiplié par 100

$$\text{Rdt des extraits} = \text{Rs} / \text{Mmv} * 100$$

Rdt : rendement

Rs : Résidu sec

Mmv : masse matière végétale utilisée

**CHAPITRE 4**

**RESULTATS ET**

**DISCUSSION**



### 3.5. Résultats

#### 3.1.1. Détermination du rendement en HE

Pour la détermination du rendement en HE, nous nous sommes référés sur les normes d'AFNOR (2000). Le RHE s'exprime de la manière suivante :

$$\text{RHE (\%)} = \text{MH} / \text{Mmv}$$

MH : Masse d'HE exprimé en gramme

Mmv : Masse de la matière végétale utilisée en gramme

RHE : Rendement en HE

#### 1- Rendement en huile essentielle extraite par clevenger

##### a- La région de Tipaza

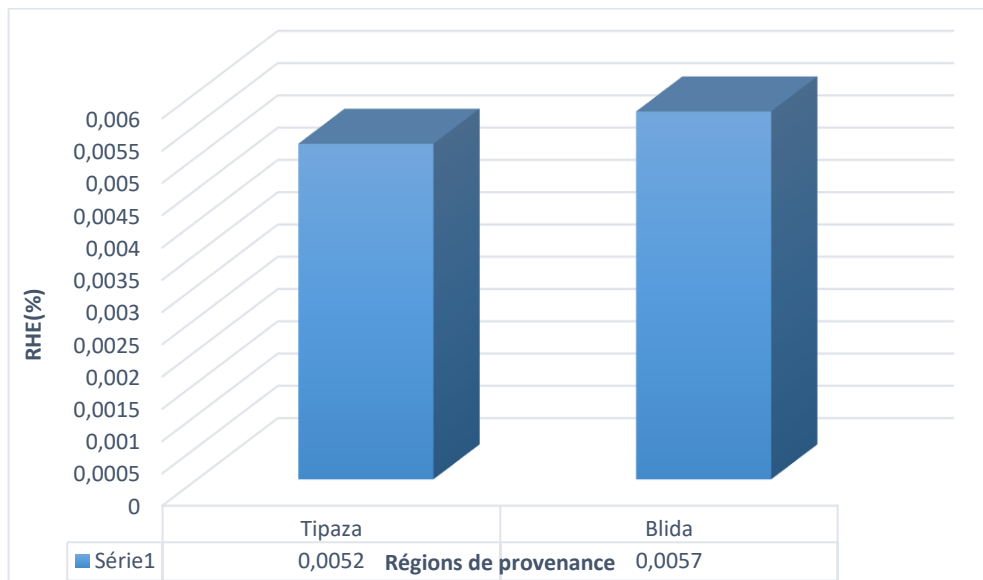
La quantité d'huile extraite dans la région de Tipaza est égal à 0,52g d'HE.

$$\begin{aligned} \text{D'où le RHE (\%)} &= 0,52 / 100 \text{ g} \\ &= 0,0052\% \end{aligned}$$

##### b- La région de Blida

La quantité d'huile extraite de de la région de Blida est égal à 1,14g d'HE

$$\begin{aligned} \text{D'où le RHE (\%)} &= 1,14 / 200\text{g} \\ &= 0,0057\% \end{aligned}$$



**Figure 4-1** : RHE obtenu par clevenger des deux régions : Blida et Tipaza

## 2- Rendement en huile essentielle extraite par l'alambic

### - La région de Tipaza

La quantité d'huile extraite dans la région de Tipaza est égale à 35g

D'où le RHE (%) =  $35 \text{ g} / 12000\text{g}$

$$= 0,00291 \%$$

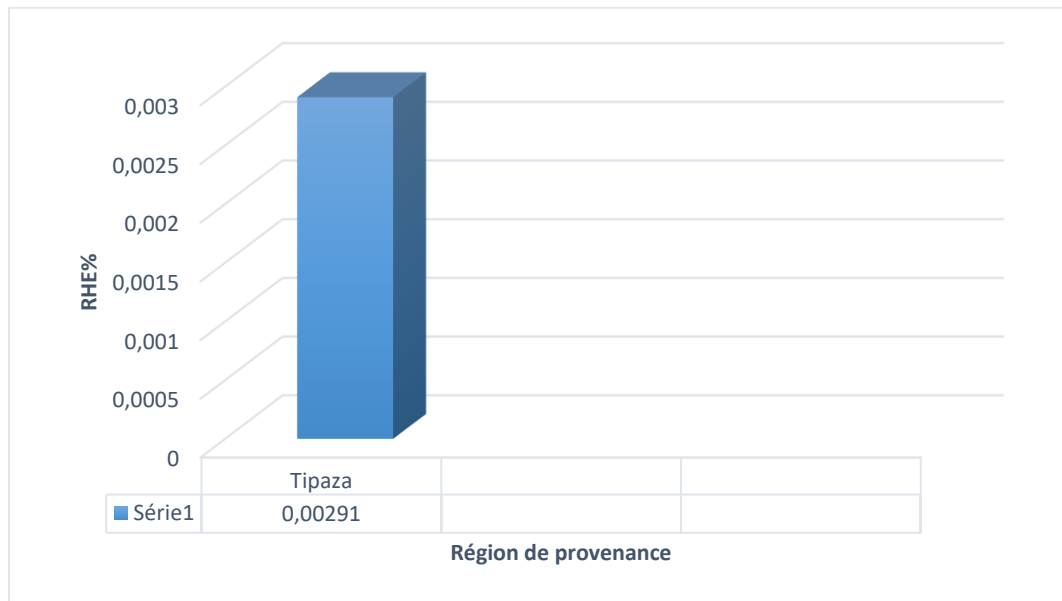


Figure 4-2 : RHE obtenu avec l'alambic (Tipaza).

### 3.1.2. Détermination du rendement des extraits méthanoliques des deux régions

$$\text{Rdt des extraits} = \text{Rs} / \text{Mmv} * 100\%$$

Rdt : rendement

Rs : Résidu sec

Mmv : masse matière végétale utilisée

#### a- La région de Blida

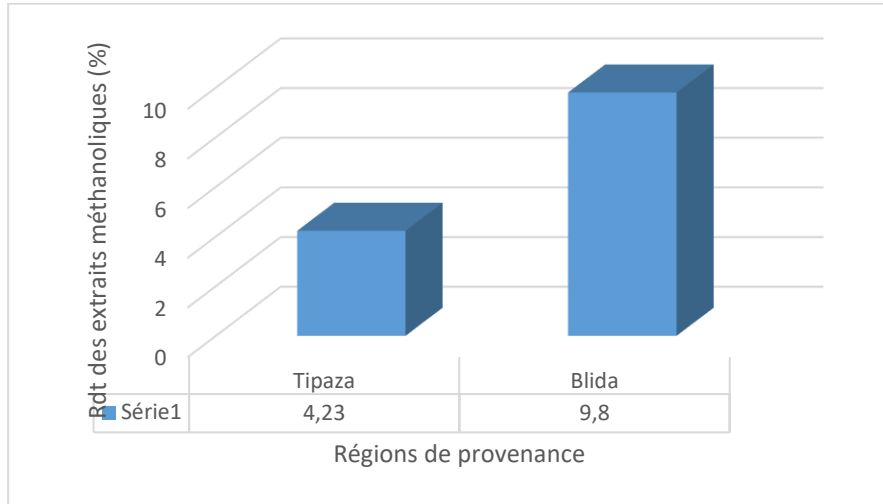
$$\text{Rdt des extraits} = 0,98 \text{ g} / 10 * 100\%$$

$$= 9,8 \%$$

**b- La région de Tipaza**

$$\text{Rdt des extraits} = 1,27\text{g} / 30 * 100\%$$

$$= 4,23 \%$$



**Figure 4-3 :** Représentation graphique du rendement des extraits méthanoliques des deux régions : Blida et Tipaza.

**3.1.3. Comparaison de rendement en huile essentielle entre la méthode d'extraction, hydro distillation par clevenger et par l'alambic**

La comparaison du rendement en huile essentielle entre ces deux techniques a été faite sur les échantillons du *R. officinalis* en provenance de la région de Tipaza.

**1- Avec le clevenger**

Pour 100 g de matière végétal (mv), nous avons obtenu un RHE de 0,0025%

**2- Avec l'alambic**

Pour 12kg de mv correspondant à 12000g, nous avons obtenu un rendement en HE de 0,00291%.

La raison pour laquelle, nous avons utilisé 12kg de mv est que, l'extraction par l'alambic a été faite dans une entreprise utilisant des grandes quantités de mv à extraire.

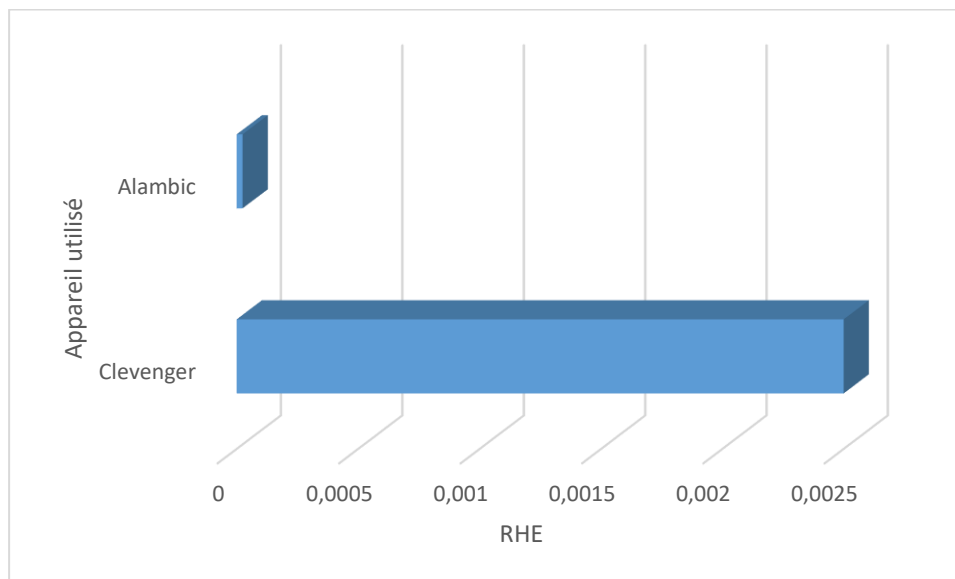
Alors pour pouvoir faire la comparaison, il est nécessaire de procéder par une règle de trois en faisant en sorte que les deux appareils aient la même quantité de mv

$$\text{Si } 12000\text{g de mv} \text{-----} 0,00291\%$$

$$100\text{g de mv} \text{-----} 0,00002425\%$$

$$X = 0,00002425\%$$

D'où le rendement en huile essentielle extraite par l'alambic, si on devait avoir les mêmes quantités de matière végétale serait de 0,00002425% qui serait inférieur à celle obtenue par le clevenger qui est égale à 0,0025%.



**Figure 4-4 :** Comparaison de rendement en huile essentielle entre la méthode d'extraction hydro distillation par **clevenger** et par l'**alambic**.

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Rendement en HE du romarin des deux régions étudiées

Les résultats des deux régions Tipaza et Blida sont mentionnés dans le tableau 4-1

**Tableau 4-1 :** Rendement en HE de *Rosmarinus officinalis*

Espèce	Rendement (%)	
	Tipaza	Blida
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,0052	0,0057
Norme AFNOR	0,5 à 2	

La région de Blida est celle qui a donné un taux en huile essentielle plus élevé par rapport à celle de Tipaza. La différence de rendement entre ces deux régions d'études est assez significative, nous avons constaté une supériorité de rendement en huile essentielle des échantillons en provenance de la région de Blida (Oued Djer) par rapport à celle en provenance de la région de Tipaza (Nador).



**Figure 4-5 :** Échantillons d’HE extraite des deux régions.

#### 4.2.1.1. Caractéristique de l’huile essentiel de *Rosmarinus officinalis*

L’étude des caractéristiques de l’HE du romarin a porté sur les caractéristiques organoleptiques.

##### 1- Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques de l’huile essentielle de romarin obtenue, nous nous sommes référés sur les normes d’AFNOR afin de la caractériser. Ses caractéristiques organoleptiques sont mentionnées dans le tableau 4-2.

**Tableau 4-2 :** Caractéristiques organoleptiques de l’huile essentielle de romarin

Régions	Aspect	Couleur	Odeur et saveur
Blida	Liquide	Jaune claire	Odeur fort camphrée saveur amère
Tipaza	Liquide	Jaune claire	Odeur caractéristique de l’espèce plus ou moins camphrée saveur amère
Norme d’AFNOR	Liquide	Jaune claire	Odeur caractéristique fraiche, plus ou moins camphrée selon l’origine

Les deux huiles essentielles extraites, aux vues d’apparence ont présentées les mêmes caractéristiques organoleptiques.

Les HEs extraites des deux régions Tipaza et Blida, possèdent les mêmes caractéristiques organoleptiques et sont conformes aux normes d'AFNOR. L'huile est jaune clair et dégage un parfum frais et légèrement camphrée.

La couleur de l'HE est fonction du composé chimique le plus représenté dans la composition de l'huile. C'est dans ce sens qu'**ANGIONI et al (2006)**, rapportent que la couleur de l'HE dépend essentiellement de sa composition. Ils signalent par ailleurs que, l'HE riche en composés monoterpéniques, avec prédominance de l' $\alpha$ -pinène, présente une coloration jaune.

#### 4.2.2. Rendement en extraits du romarin des deux régions étudiées

Le rendement en extraits méthanolique est représenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4-3** : rendement des extraits méthanolique des deux régions

Région	Rendement
Blida	9, 8 %
Tipaza	4, 23 %

Le rendement des extraits méthanoliques obtenu de ces deux régions montre que la région de Blida est celle ayant un taux en extrait méthanolique le plus élevés par rapport à la région de Tipaza.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le romarin *Rosmarinus officinalis* L. est une plante aromatique médicinale dont l'extraction par hydrodistillation donne une huile essentielle constituée des composés chimiques ayant des propriétés antimicrobienne, antifongique, anti-oxydantes et autres.

Le facteur environnement, les conditions climatiques et géographique qui changent d'une région à une autre influe sur les paramètres étudiés.

L'analyse des résultats obtenus, révèle une différence en rendement des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. issue des deux régions : Blida et Tipaza.

La région de Blida est celle qui a donné un rendement en huile essentielle et en extraits le plus élevé par rapport à la région de Tipaza.

Cette différence est probablement due à la variation des conditions climatiques et édaphique car ces deux régions ne se situent pas sur le même étage bioclimatique.

La méthode d'extraction d'huile essentielle a une influence sur le rendement en huile essentielle. En comparant les rendements en huiles essentielles entre le cleverger et l'alambic, nous avons constaté que le rendement en HE extraite par cleverger a donné un rendement plus élevé par rapport à celle extraite par l'alambic.

Les échantillons des HE et des extraits ont fait l'objet d'une analyse de la composition chimique, chose qui ne nous a pas été facile de la réaliser.

Pour cela et à l'issue de ce travail de recherche et en vue d'approfondir les résultats obtenus, une analyse chimique est souhaitable.

L'utilisation des plantes aromatiques et médicinales tel que le *Rosmarinus officinalis* L. présente de nombreux avantages par rapport aux produits de synthèses actuels qu'elles offrent et qui sont beaucoup demandés sur le marché pharmaceutique, phytothérapie, cosmétique, agroalimentaire et autres.

Aux vues de leur importance sur le marché, nous suggérons que l'exploitation du romarin cultivé soit faite d'une manière modérée au risque d'un déséquilibre écologique.

**REFERENCES BLIOGRAPHIQUES**

- 1- ANGIONI, A., BARRA, A., TUBEROSO, C., < Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis*) alcoholic extracts and essential oils >. J. Agricultural and food Chemistry. 54 : (2006), 1420-1426.
- 2- AFNOR (Association Française de Normalisation) < Huiles essentielles, Echantillonnage et méthode d'analyse > Ed. PARA Graphic, Tome 1, (2000), 471 p
- 3- AFNOR (Association Française de Normalisation) < Monographie relative aux huiles essentielles > Ed. PARA Graphic, Tome 2 – vol. 1, (2000), 323 p
- 4- AFNOR (Association Française de Normalisation) < Monographie relative aux huiles essentielles > Ed. PARA Graphic, Tome 2 – vol. 2, (2000), 663 p
- 5- ATIK-BEKKARA, F., BOUSMAHA L., TALEB BENDIAB S.A., BOTI J.B., CASSANOVA J. < Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen > Biologie et Santé vol. 7, n° 1 (2007). 11 p.
- 6- APG(angiosperm phylogeny group), 2003- An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plant : APG II. Bot. J.Linn.Soc. 14, pp : 399-436.
- 7- AZOUDJ, S., « Valorisation des huiles essentielles de quelques espèces d'Origanum et thymus spontanées en Algérie ». P.F.E département d'agronomie Blida, (1999), 61p.
- 8- BAKIREL T., BAKIREL U., Keles O.U., ULGEN S.G.et YARDIBI H., (2008). In vivo assesment of antidiabetic and antioxydant activities of rosemary ( *Rosmarinus offinalis* in alloxandiabetic rabbits. Journal of Ethnopharmacology, 116, 64-73
- 9- BAKKALI F., AVERBECK S., AVERBECK D., IDAOMAR M., (2008) Biological effets of essentiel oils -A review . Food Chem Toxicol ; Vol 46 ; p :446-475.
- 10- BRAY, L. (2005), Pylogénie de l'angiospermes.<http://www.botanique.org>.consulté le 21/10/2007
- 11- BELHADI, (2010). Mémoire Master Académique, Université KASDI MERBAH-OUARGLA- Lutte biologique par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* . Mme : FROUHAT.Z. Melle : LAHCINI B
- 12- BENAMOR, HADDAD (1993) : Extraction des essences des aiguilles du cèdre de l'Atlas. P, F,E, E.N.P.
- 13- BOUKHATEM M. N., Hamaidi M.S., Saidi F.& Hakim Y., « Extraction , composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du



## Références bibliographiques

- Géranium Rosat ( *Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie) , *Revue Nature et Technologie*, n°03,(2010), 37-45.
- 14- BELLAKHDAR, J., «La pharmacopée marocaine traditionnelle : médecine arabe et savoir populaire ». Ed. Al Biruniya, Rabat, (1997), pp.337-340.
- 15- BARDEAU, F., < la médecine par les fleurs >. Ed. Robert Laffont. Paris. ( 1978), 440p.
- 16- BESOMBES, C., < Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques >, Thèse doctorat université de la rochelle, (2008), 130p
- 17- BRAVO, L., < Polyphenols : Chemistry, Dietary sources , Metabolism and Nutritional significance > *Nutrition Reviews* 54, ( 1998) , 317-333.
- 18- BRUNETTON, J., < Pharmacognosie, Plantes médicinales > 2<sup>ème</sup> éd. Paris, ( 1993 ), 464 p.
- 19- BRUNETTON, J., < Pharmacognosie , Phytochimie , Plantes médicinales > 2ème éd Dunod Paris, ( 1999), 274 p.
- 20- CHERIGUI MERBAKA et ZAIBET HANANE ( Pouvoir antibactérien et antioxydant des extraits (Huile essentielle et hydrolat) de *Salvia officinalis* de la région de Bordj Bou Arreridj), (2013 /2014), 12-13p
- 21- CALABRESE, V ; SCAPAGNINI, G ; CATALONA, C ; DINOTTA,F; GERACI, D ET MARGANT, P 2000- Biochemical studies of naturel antioxidant isolated from rosemary and its application in cosmetic dermatology. *Int. J . Tissue Reac.*Vol.22,pp : 5-13
- 22- CAVALLI, J-F., «Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone13 d'huiles essentielles de Madagascar. Thèse de Doctorat de l'Université Pascal Paoli, de Corse, (2002), 260p.
- 23- COUIC-MARINIER F., LOBESTEIN A.,(2013). Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques* 2013 ; 52(525) : 18-21.
- 24- . DEGRYSE, A.C., DELPLA, I., ET VOINIER, M.A., « Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles ». *Atelier santé environnement, École des hautes études en santé publique*, (2008), 94 p.
- 25- DELAVEAU, P.1987- Les épices, histoire, description et usage des différentes épices, aromates et condiments, Paris : Ed Albin Michel, p371
- 26- DUPONT, F et GUIGRAND, J. L.,2007-Botanique : systématique moléculaire. Edition 14. Publié par Elsevier Masson, p285
- 27- DUPONT F., GUIGRAND J.-L. *Botanique systématique moléculaire*. 14<sup>e</sup> édition révisée. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2007, 283. (Collection des abrégés).
- 28- ENCYCLOPÉDIE ENCARTA, 2004

## Références bibliographiques

- 29- EMBERGER. L., < Remarques critiques sur les étages de la végétation dans les montagnes Marocaines >. Bull. Soc . Bot . Suisse ( 1955) 46, 614-631.
- 30- GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE L., DEBRAUX G., « Ressources médicinales de la flore française ». Ed. Vigot Frères. Tome II., (1961), Paris.
- 31- GUINOCHET, M., « Phytosociologie ». Masson éd. Paris (1973), 227 p.
- 32- GUBA, R., «Toxicity myths-essential oils and their carcinogenic potential». International Journal of Aromatherapy, 11, (2001), 76-83
- 33- GUY, G., « Les plantes aromatiques et huiles essentielles à grasse ». S.I. : Harmattan, (2005), pp. 85-93.
- 34- GUINARD, J.L. (1996). Biochimie végétal. Masson, Parie,255
- 35- HEMWIMON, S., PAVASANT, P., & SHOTIPRUX, A., «Microware assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of Morinda Citrifolia». Separation and Purification Technology, 54, (2007), 44-50.
- 36- ISERIN, P., MASSON M., RESTELLINI,JP., YBERT , E., DE LAAGE DE MIEUX A., MOULARD F., ZHA Z., DE LA ROQUE O., VICAN P, < Larousse des plantes médicinales : identifications , préparation, soins > , Larousse, ( 2001), 10-12 .
- 37- I.T.E.I.P.M.I., 1991-Généralités sur le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). Fiches techniques élaborées à partir de sources multiples. Mise à jour (Janvier), pp.2-5, 7-12.
- 38- KASPAREK M. et AL-JANABI S., < Plantes médicinales . La diversité biologique au service de la santé >. 5-6 ( Germany Technical Coopération GTZ) ( 2008).
- 39- KAUFMAN, P.B ; CSEKE, L ; WARBER, S ; DUKE, J et BRIELMANN,H. 1999 Natural products from plants. CRC Press L.L.C, chap, Vol.6,pp : 190-192
- 40- J.L.ROSUA, A.GARCIA- GRANADOS. *Plantes Médicinales Phthérapie* **1987**,21, 138-143.
- 41- LEMIRE, N.(2000).Gazette thérapeutes ,26-30,Ed. Atlas
- 42- LUCCHESI, M.E., «Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles ». Thèse de 120 Doctorat en Sciences, discipline: Chimie. Université de la Réunion, (2005), 143p.
- 43- LHUILLIER, A., < contribution à l'étude phytochimique de quatre plante malgaches *Agauria salicifolia* HOOK, *AGAURIA polyphylla* baker ( Ericaceae), *Tambourissa* , *Trichophylla* BAKER ( MONimiaceae) et *Embelia concinna* BAKER( Myrsinaceae )>. Thèse doctorat. L'institut National Polytechnique de Toulouse , ( 2007), 200p.

## Références bibliographiques

- 44- MUANZA *et al.*, 1994 K. Muanza, K.L.Euler and L.William, « Antibacterial and antifungal activities of nine medicinal plants from Zaire » *International Journal of Pharmacology* -(1994) 337-345.
- 45- Oranges, R, Passet, G.Teulade., ( 1973). Les plantes médicinales à essences et chimiotaxonomie , 17<sup>ème</sup> journée de l'aromate lourd, 12 mai 1973.
- 46- PERON J.Y., < Référence productions légumières >, 2. S.l : Lavoisier, ( 2006), 560-563.
- 47- PERROT , E., < les plantes médicinales >. Ed. René Paris ( 1971), 245p. 159. *Pharmacopée européenne*. 4<sup>ème</sup> édition. Cconseil de l'Europe. Strasbourg, 2002. 2060p.
- 48- PIOCHON, M., < Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique , activités pharmacologique et hémisynthèse Mémoire, Université du Quebec à Chicoutimi, Canada ( 2008), 200p.
- 49- PHARMACOPÉE EUROPÉENNE (2008). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de santé (Afssaps).
- 50- PONOEL,D et PONOEL RM (1999). Urgences et soins intensifs en médecine aromatique intégrée. Tome 1, Ed Osmobiose. P 255.
- 51- PIBIRI, M.C., « Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle ». Thèse de Doctoral. Polytechniques Fédérale de Lausanne, (2006), p.161 .
- 52- PAOLINI, J., « Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM-(IE et IC) et RMN du carbone-13 de *Cistus albidus* et deux *Asteraceae* Endemiques de Corse: *Eupatorium cannabinum* subsp. *Corsicum* et *Doronicum Corsicum*». Thèse de Doctorat de l'Université de Corse. France, (2005), 333 p.
- 53- .PERROT, E., « les plantes médicinales ». Ed. René. Paris (1971), 245p.
- 54- QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003- Écologie et bioénergie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier. Collection Environnement.Paris.p573
- 55- QUEZEL,P.SANTA, S.1963. In: Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, vols. 1-2. CNRS, Paris, pp.600-601.
- 56- R. GRANGER ,J.PASSET,G. ARBOUSSET, *Parfums, Cosmétiques, Savons de France* **1973**, 3, 307-312
- 57- RAI. M.K., ACHARYA D et WADEGAONKAR P.,( 2003). Plant derived-antimycotics :Potencial of Asteraceous plants, In :Plant -derived antimycotics : Current Trends and Future prospects, Haworth press, N-York, Londin, Oxford 165-185.
- 58- STEVEN, PF., 2001- Angiosperm phylogeny web site, version 9, June 2008(and more pr less continuously updated sincse). Available at <http://www.mobt.org/> MOBOT/ research/ APweb.

## Références bibliographiques

59-SALZER U.J. (1977) The analysis of essential oils and extracts (oleoresins) from seasonings acritical review. C.R.C Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition .345-373.

60- TOMI F & CASANOVA J. ( 2006).13C NMR as a tool for identification of individual components of essential oils from *Labiatae*- a review . Acta Horti.723 : 185-192.

61- TEIXEIRA-DUARTE, M ;C., MARA FIGUEIRA, G., & SARTORATTO, A., < Anticandida activity of Brazilian medical plant> journal of Ethnopharmacology, 97, ( 2005), 305- 311.

62-<https://www.donne.mondiales.com//afrique/algérie/climat-tipaza.php>

63-<https://images.app.goo.gl/PC2UjQBejKyu5asm6>

64 - Source : [www.carte-algerie.com/carte-algerie-detaillee.html](http://www.carte-algerie.com/carte-algerie-detaillee.html)

ANNEXE :



