

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB BLIDA1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire Fin d'Etude pour l'Obtention du Diplôme
Master en Sciences Biologiques
Option : Biodiversité et Physiologie Végétale

Thème :

**Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles
du *Rosmarinus officinalis* L. (romarin) dans des pays différents**

Présenté par :

TOUNDOUNT OUISSAM

&

MELLAH HADJIRA

Soutenu le 13 / 07 / 2021.

Devant l'honorable jury composé de :

Mr Grandi M.	MCB	USDB1	Président
Mme Chabane D.	MAA	USDB1	Examinatrice
Mme Amara N.	MCA	USDB1	Promotrice

Année universitaire 2020/2021

Résumé :

Le présent travail est une étude rétrospective comparative, qui a pour objectif l'étude de la variabilité de la composition chimique des huiles essentielles du romarin (*Rosmarinus officinalis*L.) dans trois pays différents : Algérie, Maroc et Turquie.

Dans cette étude nous avons établi une monographie sur *Rosmarinus officinalis*. C'est-à-dire la description botanique, la classification taxonomique et la composition chimique de l'huile essentielle.

Une travail sur la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* a été accomplie dans treize biotopes différents. A travers cette étude comparative, nous avons constaté que, le rendement de l'extraction de l'huile essentielle est fluctuant. Il varie entre 0, 6% (feuilles et fleurs) romarin cultivé à 2, 98% (sommités aériennes, feuilles et tiges). Cette variation dépend de l'organe récolté, du site et de la période de récolte.

La composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* surtout son chémotype varie en fonction du changement de biotope : 1,8 cinéol 28,30% (Agadir Maroc) à 72,91% (YoukousTebessa Algérie), α -pinène 12,6% (Tlemcen Algérie) à 37, 74% (El-Harrach Algérie)

Cette variation dépend de plusieurs facteurs : température, lumière, ensoleillement, nature du sol, méthodes d'extractions et organes de la plante.

Mots clés : Variabilité ;*Rosmarinus officinalis* ; composition chimique ; huile essentielle ; étude rétrospective.

Abstract :

The present work is a comparative retrospective study, which aims to study the variability of the chemical composition of essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in three different countries : Algeria, Morocco and Turkey .

In this study we have established a monograph on *Rosmarinus officinalis*. That is, the botanical description, taxonomic classification and chemical composition of the essential oil.

A work on the chemical composition of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* was carried out in thirteen different biotopes. Through this comparative study, we found that the performance of essential oil extraction is fluctuating. It varies between 0.6 % (leaves and flowers) rosemary cultivated to 2.98% (aerial tops, leaves and stems).

This variation depends on the organ harvested, the site and the time of harvest. The chemical composition of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*, especially its chemotype, varies according to the change in biotope : 1.8 cineol 28.30 % (Agadir Morocco) to 72.91% (YoukousTebessaAlgeria) , α -pinène 12.6% (Tlemcen Algeria) at 37.74 % (El-Harrach Algeria).

The variation depends on several factors: Temperature, light, sunshine, nature of the soil, extraction methods and plant organs .

keywords: Variability, *Rosmarinus officinalis*, chemical composition, Essential oil, retrospective study.

المخلص

العمل الحالي عبارة عن دراسة بأثر رجعي مقارنة، تهدف إلى دراسة تنوع التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لإكليل الجبل في ثلاثة بلدان مختلفة: الجزائر والمغرب وتركيا (*Rosmarinus officinalis* L.).

في هذه الدراسة، أنشأنا دراسة عن للزيت *Rosmarinus officinalis* أي الوصف النباتي والتصنيف والتصنيفي والتركيب الكيميائي العطري

تم إجراء عمل تحليل على التركيب الكيميائي للزيت العطري لـ *Rosmarinus officinalis* في ثلاثة عشر نوعاً

حيوياً مختلفاً

. من خلال هذه الدراسة المقارنة، وجدنا أن أداء استخراج الزيت العطري يمتدح. وتتراوح نسبته بين 0.6% (أوراق وأزهار) إكليل الجبل المزروع إلى 2.98% (قمم وأوراق وسيقان هوائية). يعتمد هذا الاختلاف على العضو الذي يتم حصاده والموقع ووقت الحصاد.

يختلف التركيب الكيميائي للزيت العطري لعطر *Rosmarinus officinalis* وخاصة النمط الكيميائي، وفقاً للتغير في البيئة

الحيوية: 1.8 سينول 28.30% (أغاديير المغرب) إلى 72.91% (يوكوستيسة الجزائر)، ألفا-بينين 12.6% (تلمسان الجزائر) 37.74 (الحراش الجزائر) % في

يعتمد هذا الاختلاف على عدة عوامل: درجة الحرارة والضوء وأشعة الشمس وطبيعة التربة وطرق الاستخراج والأعضاء النباتية

الكلمات المفتاحية

؛ تركيبة كيميائية؛ زيت أساسي؛ دراسة مرجعية. *Rosmarinus officinalis*. تغلب،



Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à notre Promotrice, Madame **Amara N**, pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, pour sa générosité scientifique, pour sa gentillesse, le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer et pour ces directives et conseils judicieux et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce modeste travail.

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury de nous avoir fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail.

A notre président Monsieur **Grandi M**. C'est un réel plaisir pour nous que vous avez accepté de présider notre jury de mémoire.

Nous remercions également Madame **ChabaneD**. de nous avoir fait l'honneur d'être l'examinatrice de ce travail.

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation au bon déroulement de ce travail. Finalement nous tenons à exprimer notre vive gratitude à tous les enseignants qui ont participé de près ou de loin à notre formation du primaire au cycle universitaire.





Dédicace



En ce moment chaleureux dans ma vie, je tiens à remercier tout d'abord le bon Dieu le tout Puissant qui m'a procuré du courage et de la volonté pour réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail, aux personnes les plus chères dans ma vie :

A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montré affection et compréhension à mon égard, ma mère Souhila que j'aime.

A l'homme de courage et de force, à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, mon père Ilyes que j'aime.

Merci infiniment pour vos sacrifices, vos prières, et vos encouragements qu'ALLAH vous préserve pour moi.

A mon adorable sœur : Amani

A mes chers frères : Abderrahmane et Rabah.

A la mémoire de mes grands-pères : Rabah et Aissa

A mes chères grands-mères : Ghania et Malika.

A tous mes cousins et cousines et la famille Toundount et Kermad.

A mes amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments au cours de mon cursus à l'université: Ratiba, Chérine, Hadjira, Nora, Cherifa, Rofaida, Sarah, Lina et Manel,

A tous ceux que j'aime et que je respecte et tous qui me connaissent de près ou de loin. Et à toute la promotion BPV (2020/2021).



Ouissam





Dédicace

Je remercie Allah le clément pour m'avoir 'aider durant toute ma vie

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents (Hamid et Farida), sans votre affection, vos conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos efforts que vous avez déployé durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond respect, j'espère que Dieu vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur

A mon cher et aimable mari Mostafa, pour ses encouragements, son dévouement et son appui à toutes mes entreprises ; ainsi qu'à toute sa famille Ferroum.

A mon adorable sœur :Ibtissem

A mes frères : Ishak, Farid, Islam.

A toute la famille Mellah et Meziane.

A mes chères amies :Chérine, Hadjer

A mon binôme et ma chère copine Ouissam qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

Finalement je suis profondément reconnaissante à toutes personnes qui nous a aidés de près ou de loin durant ce passage.

Hadjira



Liste des abréviations

%: Pourcentage

AFNOR :Association française de normalisation.

HE : huile essentielle

CPG : chromatographie en phase gazeuse

SM : Spectrométrie de masse.

CPG/SM : chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

R : Rendement

Ms : Masse de la matière sèche.

N : Nord / E : Est

g : gramme

Cm :centimètre

Km : kilomètre

ml : millilitre

Mm : Millimètre

µg : Microgramme.

HIV : Virus de l'immunodéficience humaine

C° : degré de Celsius

α : Alpha /β: Beta

Liste des figures

Figure 01 : <i>Rosmarinus officinalis</i> L	04
Figure 02 : Fleur et fruit de <i>Rosmarinus officinalis</i>	05
Figure 03 : Répartition de <i>Rosmarinus officinalis</i> dans le bassin méditerranéen.....	06
Figure 04 : Exemple d'huile essentielle issue de différentes parties de plantes.....	08
Figure 05 : Schéma d'un montage d'hydro-distillation.....	09
Figure 06 : Schéma d'un montage d'entraînement à la vapeur d'eau.....	10
Figure 07 : Principe schématisé de l'appareillage de système de l'hydro-distillation par micro-onde sous vide.....	11
Figure 08:Appareil de chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.....	18

Liste de tableaux

Tableau 01 : Classification classique de <i>Rosmarinus officinalis</i>	05
Tableau 02 : Composition chimique de l'huile essentielle du Romarin.....	12
Tableau 03 : Informations sur l'organe étudiée des chaque articles ainsi que le lieu de récolte.....	14
Tableau 04 : Différentes méthodes d'extractions des huiles essentielles.....	16
Tableau 05 : Différentes méthodes d'analyses chromatographiques appliquées.....	16
Tableau 06 : Rendement en huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i>	20
Tableau 07 : Composition chimique en pourcentage des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	22

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Remerciements	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste de tableaux	
Introduction.....	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I-1-Généralités sur le romarin.....	03
I.1.1-Historique.....	03
I.1.2- Description botanique.....	04
I.1.3- Taxonomie et nom vernaculaire.....	05
I.1.4- Distribution géographique.....	06
I.1.5-Exigences écologiques.....	06
I.1.6- Importance du romarin.....	07
I.1.7-Huiles essentielles.....	07
I.1.7.1-Définition.....	07
I.1.7.2-localisation et lieu de synthèse.....	07
I.1.7.3-Méthodes d'extractions des huiles essentielles.....	08
I.1.7.4- Méthodes d'analyses des huiles essentielles.....	11
I.1.7.5-Composition chimique de l'huile essentielle du romarin.....	12
I.1.7.6-Notion de chémotype.....	13

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1-Matériel.....	14
II.1.1-Matériel biologique.....	14
II.1.2- Matériel végétal.....	14
II.2 Méthodes.....	15
II.2.1.échantillonnage.....	15
II.2.2. Extraction des huiles essentielles.....	16
II. 2.3. Détermination des rendements des huiles essentielles.....	17
II. 2.4. Analyse des huiles essentielles.....	18

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1. Rendement d'extraction	19
III.2. Composition chimique de l'huile essentielle.....	21
Conclusion.....	26

Références Bibliographiques



INTRODUCTION

Introduction

Introduction

Le continent africain, est doté d'une biodiversité parmi les plantes riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques. De nombreuses substances naturelles différentes ont été identifiées et beaucoup d'entre elles se sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour la prophylaxie et le traitement des maladies **(Zeghad, 2008)**.

La région méditerranéenne d'une manière générale, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales. Ces plantes ont été traditionnellement employées pour l'assaisonnement et la prolongation de la durée de conservation des aliments parmi ces plantes, nous citons le *Rosmarinus officinalis* qui est très rependue en Algérie **(Makhloufi, 2011)**.

Rosmarinus officinalis est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde. Les extraits des huiles essentielles de cette plante sont largement utilisés, dans la médecine traditionnelle, depuis des siècles contre une multitude de maux. De nos jours, le Romarin est entré dans la médecine moderne **(Høstetmann, 1997)**

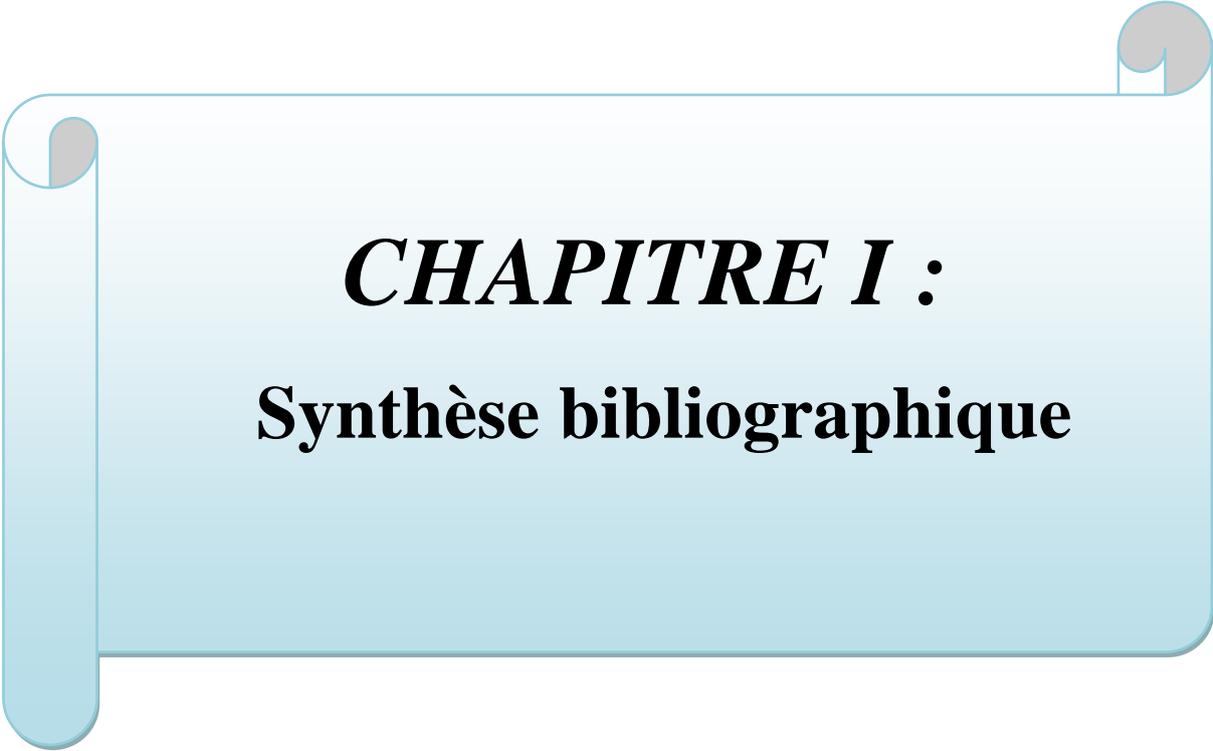
Depuis toujours, les huiles essentielles, et plus généralement les plantes aromatiques, ont été utilisées quotidiennement par l'Homme pour se parfumer, cuisiner et se soigner. L'activité et la composition d'une huile essentielle ne sont pas liées de manière linéaire, mais un changement important du profil chimique d'une huile essentielle permet d'anticiper les variations de son activité **(deschepper 2017)**

La composition de l'huile essentielle issue d'une même espèce n'est pas constante. Sous l'influence de facteurs extérieurs, elle peut même présenter des spécificités biochimiques très différentes : on parle alors de chémotype. Dans ce contexte, nous avons consulté plusieurs articles, qui sont en relation avec notre thématique. Ce travail théorique, a pour objectif d'établir une revue bibliographique globale sur le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). Selon les travaux antérieurs et les résultats obtenus concernant la variabilité de l'huile essentielle du romarin dans plusieurs sites différents.

Le recours à la réalisation d'une synthèse bibliographique des travaux antérieurs sur la composition chimique de l'huile essentielle de Romarin dans des biotopes différents a été imposé par les circonstances particulières qu'a connues l'année pédagogique en cours. Ces dernières sont liées à la propagation de la pandémie du Covid 19.

Introduction

Cette étude , est constituée de trois chapitres : le premier chapitre expose des généralités sur *Rosmarinus officinalis*. Le chapitre matériel et méthodes, comporte le matériel végétal et l'ensemble des méthodes expérimentales utilisées dans les articles scientifiques sélectionnés, qui sont en relation avec le thème abordé dans notre mémoire de fin d'étude. Le dernier chapitre regroupe les résultats de plusieurs travaux antérieurs qui sont suivis par une discussion.



CHAPITRE I :
Synthèse bibliographique

1.1- Généralités sur le romarin

1.1.1-Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que, ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. La Chine, berceau de la phytothérapie, l'Inde, le Moyen Orient, notamment au cours de l'ère arabo-musulmane, l'Égypte, la Grèce, constituent des civilisations phares pendant lesquelles les plantes aromatiques et médicinales ont pris une place de premier plan (**Schauenberg et Paris ,2006**).

Depuis l'antiquité, le romarin était considéré comme une herbe sacrée. Elle était déjà connue à l'époque romaine pour ses vertus, ce qui a permis son introduction progressive vers le centre de l'Europe (**Scartezzini, 2001**). Les anthropologues et les archéologues ont mis en évidence son utilisation en médecine, en art culinaire et en cosmétique dans l'ancienne Égypte, en Mésopotamie, en Chine et en Inde (**Stefanovits et al. 2003**).

De longue date, le romarin est employé pour améliorer et stimuler la mémoire. Les étudiants grecs portaient des branches et des couronnes de romarin au moment des examens, alors que les étudiants romains massaient leurs tempes et leurs fronts avec de l'huile de romarin juste avant les épreuves (**Kennedy et Scholey, 2006**). De nos jours, en Grèce, les étudiants en font brûler dans leurs chambres en cette même période (**Barnes et al. 2007**).

L'utilisation de cette plantes pour ces vertus médicinales est une pratique très ancienne. Elle trouve ses origines dans les plus grandes civilisations de l'orient et de l'occident. Comme en témoignent les textes rédigés plusieurs millénaires avant notre époque, les sumériens, les égyptiens, les chinois et les indous, possédaient toute une panoplie de remèdes à base de plantes. (**paradiso et al.2006**).

Synthèse bibliographique

1.1.2- Description botanique

Le romarin se présente sous forme d'un arbuste ou sous-arbrisseaux ligneux très odorants touffu, xérophyte, toujours vert, à racine pivotante. Il possède un système racinaire dense et profond ce qui lui permet de puiser l'eau en profondeur pendant les épisodes de sécheresse (Comas et al, 2013 ; Zwicke et al. 2015) et à tiges ligneuses, généralement érigées, pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur (Quezel et Santa1963) .Les feuilles sont persistantes, opposées, très étroites, très nombreuses, sessiles, entières, linéaires, au-dessus vert sombre brillant et au-dessous blanchâtre (Somon, 1987). La floraison s'étend de mars à mai, les fleurs mellifères, de couleur violette, se présentent sous forme de très courtes grappes axillaires et terminales, verticillées et pourvues de petites hampes. Chaque fleur est d'environ 1 cm de long. Le fruit est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé de 2,3mm de long (Figures 01 et 02) (Herrera, 2005 ; Teuscher et al. 2005).



Figure01 : *Rosmarinus officinalis*L(photo original 2021)



Figure 02 : Fleur et fruits de *Rosmarinus officinalis*L (Jacinto, 2015)

1.1.3- Taxonomie et noms vernaculaires

Le romarin appartient à la famille des Lamiacées. Cette dernière est l'une des plus importantes familles de la flore d'Algérie. Elle compte plus de 200 genres et 3500 espèces (Boelens, 1985). Selon (Quézel et Santa1963). La classification classique de *Rosmarinus officinalis*L est la suivante (Tableau 01).

Tableau 01 : Classification Classique de *Rosmarinus officinalis* L.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales(Labiales)
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinusofficinalis</i> L.

Noms vernaculaires : en français : romarin, herbe aux couronnes, en anglais : rosemary, en allemand : rosmarin, en espagnol : romero, en Afrique du Nord : Iklil El jabel

Synthèse bibliographique

1.1.4- Distribution géographique

Rosmarinus officinalis est une plante commune à l'état sauvage. C'est sans doute l'une des plantes les plus populaires. Car elle se rencontre dans les jardins et les parcs en bord (Quézel et Santa1963).

Elle est spontanée dans tout le bassin méditerranéen et plus particulièrement au littoral. Elle est indigène des pays méditerranéens tels que, Italie, Espagne, Tunisie, Maroc, Algérie, Ex-Yougoslavie, Albanie, Egypte, Palestine, Grèce, Chypre et jusqu'en Asie mineure, au Portugal, au Nord-Ouest de l'Espagne. En France, elle abonde dans les garrigues du Midi (Provence, Languedoc et Corse) (figure 03) (Tutin et al. 1972 ; David, 1982 ; Greuter et al. 1986).

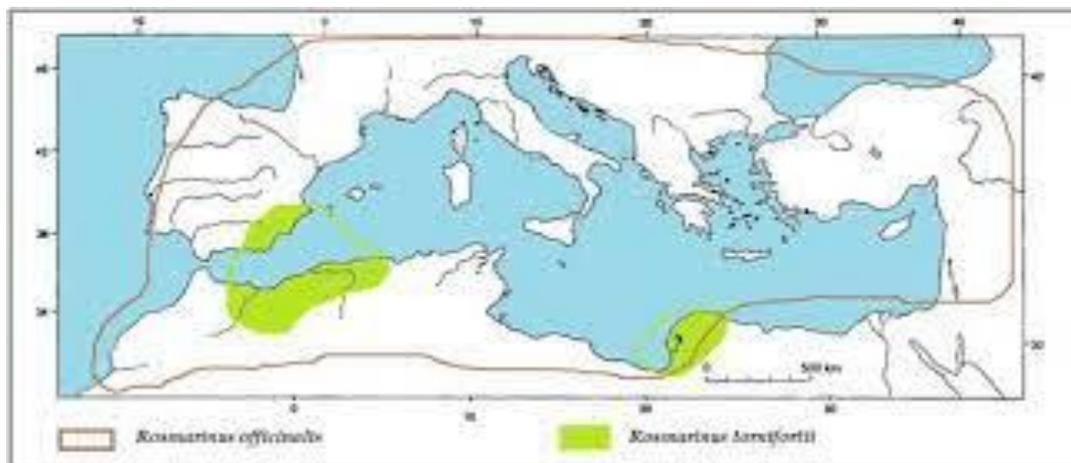


Figure03 : Répartition de *Rosmarinusofficinalis* L dans le bassin méditerranéen (Dobignard et Chatelin, 2012 ; Hamdi et al. 2016).

1.1.5- Exigencesécologiques

Le romarin possède une aire géographique très vaste. Il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux-limoneux situé dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. Il est répandu sur la plupart des maquis, garrigues, sur les rivages marins, on le rencontre jusqu'à 1500m d'altitude. Il accompagne souvent le pin d'Alep, la sauge, et le thym (Gilly, 2005).Le romarin supporte très bien le stress des fortes lumières et résiste assez bien à la sécheresse sans que son mécanisme photosynthétique n'en soit affecté (Munné-Bosch et al., 1998).

1.1.6- Importance du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile aromatique et considérée utile pour contrôler l'érosion du sol. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes, sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique (**Gonzalez-Trujano et al. 2007**).

-D'autres études montrent que les composants du romarin inhibent les phases d'initiation et de promotion de cancérogénèse (**Offord et al. 1995**)

Le Carnosol du romarin possède une activité antivirale contre le virus du SIDA (HIV) (**Aruoma et al. 1996**). Alors que l'acide carnosique a un effet inhibiteur très puissant contre la protéase de HIV-1 (**Paris et al. 1993**)

1.1.7- Huiles essentielles

1.1.7.1- Définition

Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques (**Roulier, 1990**). Il s'agit de substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (**Lardry et al. 2007**). Il faut ainsi une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huiles essentielles (**Nogaret, 2008**).

Selon l'AFNOR (Association Française de Normalisation), ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certaines citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction (**hurabielle, 1981**).

1.1.7.2- Localisation et lieu de synthèse

Parmi les espèces végétales (800 000 à 1500 000 selon les botanistes), 10% seulement sont dites aromatiques, c'est-à-dire elles synthétisent et secrètent des infimes quantités d'huiles essentielles (**Bruneton, 1999**).

Les huiles volatiles peuvent être considérées comme des résidus du métabolisme végétal. Suite à la photosynthèse au niveau des chloroplastes, l'énergie produite (sous forme de glucides, NADPH et d'ATP) contribue au développement de la plante et indirectement à la biosynthèse de multiples composés secondaires parmi elles les huiles essentielles (**Narishetty et Panchagnula, 2004**).

Synthèse bibliographique

La synthèse des huiles essentielles revient aux appareils sécréteurs contenus dans les organes végétaux (feuilles, fleurs, écorces, bois racine, fruit et graine). Ces appareils sont souvent situés sur ou à proximité de la surface du végétal et c'est l'espèce à laquelle appartient l'arbre ou la plante qui va déterminer lequel va entrer en action : poils sécréteurs externes dans le cas des Labiées et des Géraniacées, cellules sécrétrices dans le cas des Lauracées, Magnoliacées et des Pipéracées, poches sécrétrices dans le cas des Myrtacées, des Rosacées et Rutacées, et canaux sécréteurs pour les Ombellifères et les conifères (**Figure 04**) (**Bruneton, 1999**).

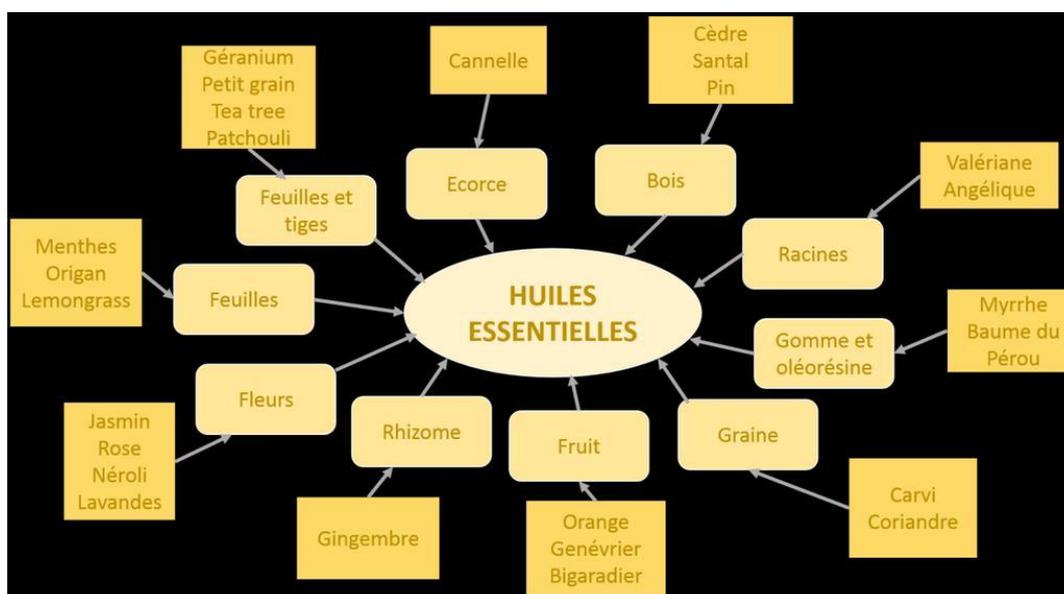


Figure04 : Exemples d'huiles essentielles issues de différentes parties de plantes (**Deschepper, 2017**).

1.1.7.3- Méthodes d'extraction des huiles essentielles

De nombreux procédés sont utilisés pour l'extraction des huiles essentielles. Cette dernière est l'une des plus difficiles et des plus délicates, puisqu'elle a pour but de capter les produits les plus fragiles élaborés par le végétal et cela, sans en altérer la qualité (**Lardy et Haberkorn, 2007**). Nous allons citer les plus utilisées.

➤ Extraction à froid

Cette technique est utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes de la famille des Rutacées (citron, orange, mandarine, ainsi que la bergamote qui est issue d'un greffon de citronnier et de bigaradier). C'est une méthode assez simple qui consiste à briser mécaniquement (abrasion, compression, incision, perforation, ...) les poches à essence (souvent au niveau de l'écorce ou

Synthèse bibliographique

péricarpe du fruit) pour recueillir un mélange d'essences odorantes et d'eau (Richard, 1992 ; Werner, 2002).

➤ Hydrodistillation

Le principe de cette méthode consiste à immerger la matière végétale à traiter dans un ballon avec de l'eau et quelques morceaux de pierre ponce pour assurer le brassage de la solution. En chauffant, l'eau s'évapore entraînant avec elle les molécules aromatiques, passant dans un réfrigérant, l'eau se condense. Elle est ensuite récupérée dans une ampoule à décanter où il est possible de distinguer deux phases : l'huile essentielle et l'hydrolat chargée d'espèces volatiles contenues dans la plante et ayant une densité plus élevée (Bachelot *et al.* 2006).

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, et peut atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'huile (Figure 05) (Lucchesi, 2005).

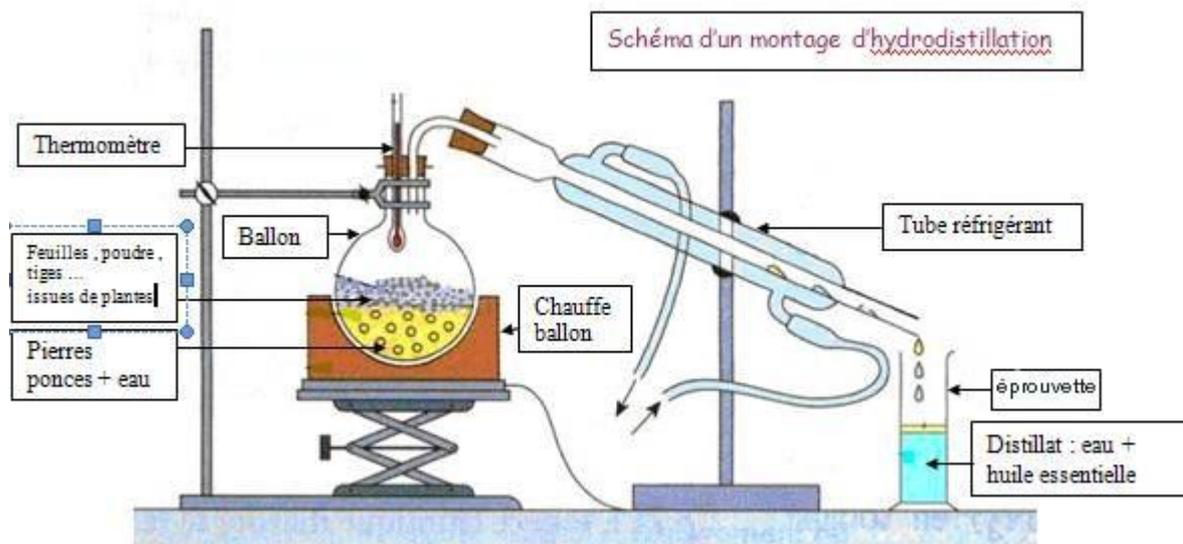


Figure 05 : Schéma d'un montage d'Hydrodistillation(Bruneton, 1993).

➤ Entraînement à la vapeur d'eau

Cette méthode est similaire à la précédente sauf que, la matière végétale ne macère pas directement dans l'eau. Elle consiste à introduire la masse végétale dans une colonne d'extraction à travers laquelle passe la vapeur. Cette dernière endommage la structure des cellules libère les particules d'huiles essentielles, qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant où elles seront condensées. Les

Synthèse bibliographique

phénomènes intervenant lors de l'entraînement à la vapeur seraient des phénomènes d'osmose et de diffusion libre. Cette méthode est supposée apporter une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques. Car la matière végétale ne baigne pas dans l'eau bouillante (**Figure 06**) (**Franchomme et Pénéol, 1990 ; Lucchesi, 2005**).

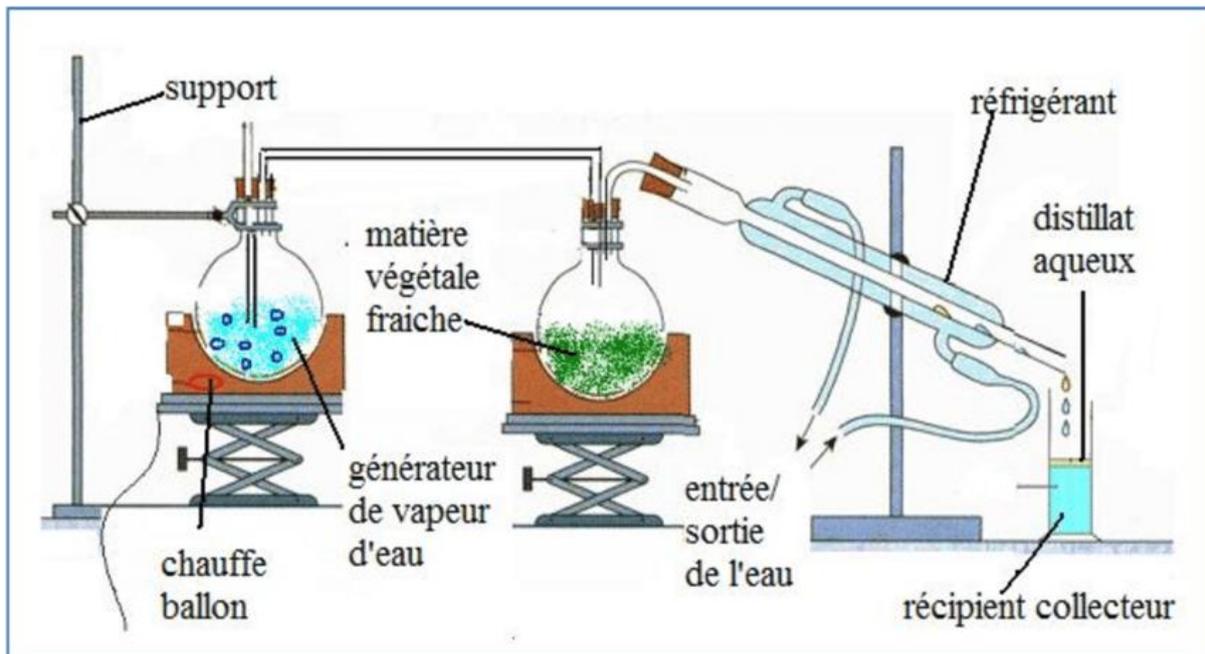


Figure 06 : Schéma d'un montage d'entraînement à la vapeur d'eau (**Lucchesi 2005**).

➤ Hydrodistillation par micro-onde sous vide

Dans ce procédé, la matrice 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 de condensation, refroidissement et décantation. Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable (**Figure 7**).

La composition de l'huile essentielle obtenue par ce procédé est souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel. Toutefois, une plus grande proportion de composés oxygénés est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par micro-ondes. Ceci est dû à la faible quantité d'eau présente dans le système et à la rapidité du processus de chauffage. Ainsi, les dégradations thermiques et hydrolytiques des composés oxygénés sont limitées (**Bendahou et al.2007 ;Lucchesietal. 2007**).

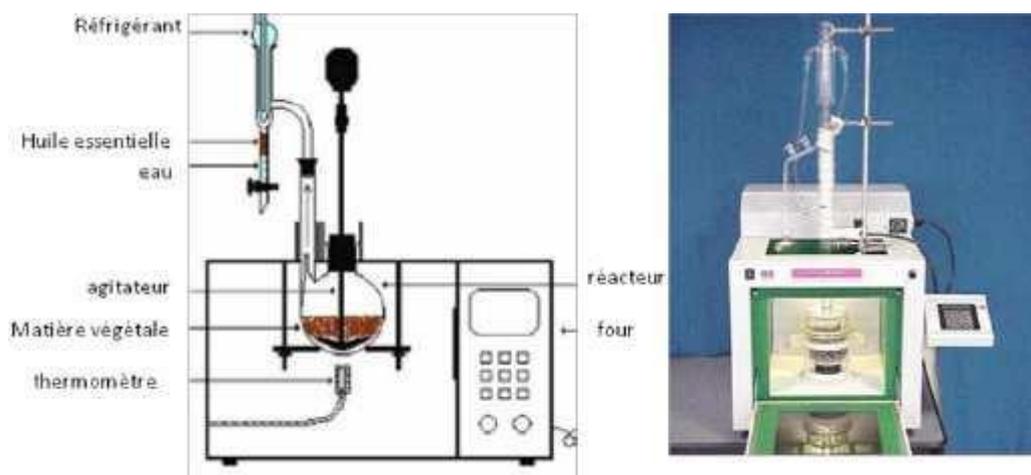


Figure07 : Principe schématisé de l'appareillage de système de l'hydrodistillation par micro-onde sous vide (**Lagunez-Rivera, 2006**)

1.1.7.4- Méthodes d'analyses des huiles essentielles

Lorsque l'huile essentielle d'une plante est extraite, il est utile d'abord d'en connaître sa composition chimique et ensuite quelques paramètres physico-chimiques qui seront nécessaires à la qualification de la dite huile. La meilleure carte d'identité d'une huile essentielle reste cependant son profil chromatographique en phase gazeuse. Ce profil permet de connaître avec exactitude la composition chimique et de rechercher d'éventuelles traces de produits indésirables tels les pesticides ou les produits chimiques ajoutés.

➤ Analyse chromatographique

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) sont devenues des méthodes de choix pour l'analyse des mélanges aussi complexe que celle des huiles essentielles. Etant donné la gamme très diversifiée des concentrations des composés d'une huile essentielle, seules ces techniques ont une grande sensibilité (de l'ordre de μg), permettent de contribuer à la résolution de la plupart des problèmes d'identification rencontrés.

Le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG), est basé sur le partage de l'analyte entre une phase gazeuse mobile et une phase (liquide ou solide) immobilisée sur la surface d'un support inerte (**Skoog et al. 2003**).

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM), est une technique qui, permet d'obtenir à la fois les temps de rétention des constituants volatils de

Synthèse bibliographique

l'échantillon pour un programme donné et leurs spectres de masse. Les systèmes modernes sont par ailleurs généralement pilotés par un logiciel, qui peut prendre en charge la comparaison automatique des spectres obtenus avec des bibliothèques de spectres contenant des informations sur des milliers de composés (Richard et Multon, 1992).

1.1.7.5- Composition chimique de l'huile essentielle du romarin

Le composé majoritaire de l'huile essentielle du Romarin varie d'une région à l'autre (tableau 04). On trouve le 1-8 cinéole, le camphre, le pinène, le linalool, le limonène (Tableau 02).

Tableau 02 : Variations de la composition chimique (composé majoritaire) de l'huile essentielle de Romarin (Makhloufi 2011).

Composé majoritaire	%	Origine	Références
α -pinène Camphre β -pinène	23.1 14.5 12.2	Algérie(Tlemcen)	(Atik-Bekkara et al. 2007)
α -pinène Linalool Pipéritone	14.9 14.9 23.7	Iran(Tehran)	(Gachkar et al. 2007)
α -pinène 1,8-cinéole	10.2 61.4	Turquie(Izmir)	Celiktas et al. 2007).
α -pinène 1,8-cinéole Camphre	11.4 50.2 9.1	Maroc	(Ouraini et al. 2005)
α -pinène Limonène Camphre	13.5 21.7 21.6	Serbie(Vojvodina)	(Bozin et al. 2007)

Synthèse bibliographique

1.1.8-Notion chémotype

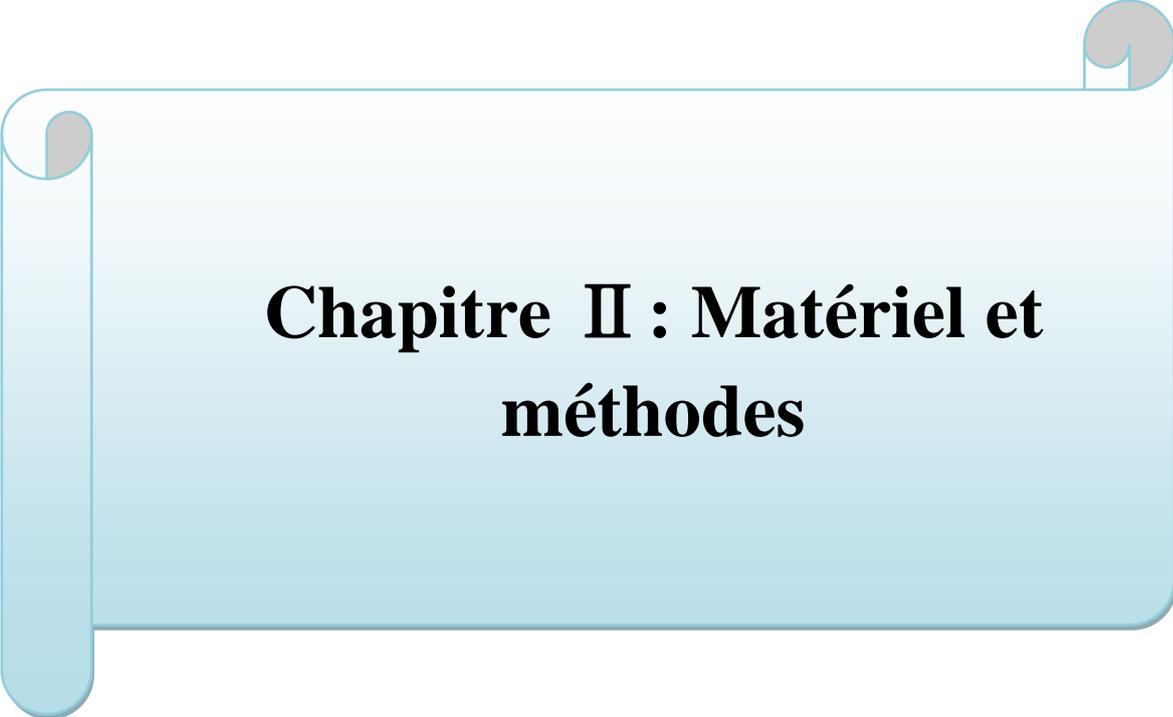
La notion de chémotype (chimiotype ou encore race chimique) est une notion clé en aromathérapie. Le chémotype est alors défini comme un «groupe chimiquement défini au sein d'une population d'individus morphologiquement indiscernables» (**Keefover-Ring et al. 2009**).

Le concept de chémotype permet de distinguer deux ou plusieurs huiles essentielles de composition chimique différente produites à partir de plantes de la même espèce. Elle est définie par sa dénomination scientifique et non à partir de sa dénomination commune. Par exemple, la différence entre le thym à thymol et le thym à linalol (tous deux issus de *Thymus vulgaris* L.) n'est pas la même que celle entre la lavande fine et la lavande aspic (*Lavandula angustifolia* Mill. et *Lavandula latifolia* Medik.).

Cela signifie que des individus de la même espèce botanique, ayant donc le même génome et le même phénotype, peuvent présenter des différences significatives au niveau de leur composition chimique. Celle-ci est en effet sous l'influence de nombreux facteurs autres que la détermination génétique, comme la qualité du sol, le climat, l'altitude, l'hygrométrie. Les composés chimiques présents dans une huile essentielle ne sont pas constants. Deux plantes identiques, morphologiquement peuvent produire des essences différentes. Ces différences de composition peuvent être extrêmement importantes et changer les propriétés de l'huile essentielle du tout au tout. De ce fait, il est primordial pour le thérapeute de respecter cette notion (**Franchomme et Pénoel 2001**).

Ces entités chimiques distinctes au sein d'une seule et même espèce sont le fruit de l'expression de différentes voies métaboliques présentes chez les individus, elle-même sous l'influence de nombreux facteurs extérieurs. Les facteurs influençant la composition chimique ne sont pas toujours faciles à appréhender (**Faucon, 2012**).

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.), pour lequel trois chémotypes ont été définis, permet d'illustrer l'importance de cette notion. Le chimiotype *Rosmarinus officinalis* L. ct 1,8- cinéole, récolté en Tunisie et au Maroc présente des propriétés fluidifiantes et expectorantes, faisant de son huile essentielle un outil dans les pathologies broncho-pulmonaires. Le chimiotype *Rosmarinus officinalis* L. ct acétate de bornyle, verbénone, que l'on trouve en Corse, est employé dans les pathologies hépatiques. *Rosmarinus officinalis* L. ct camphre, qui croit en Provence et Espagne, est employé pour faciliter l'effort musculaire et l'activité cardiaque. Il présente cependant une certaine toxicité hépatique (**faucon, 2012**).



Chapitre II : Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

2- Matériel et méthodes

2.1 –Matériel

2.1.1- Matériel biologique

2.1.2- Matériel végétal utilisé

À travers les articles recueillis et consultés, nous avons constaté que les parties utilisées sont : les parties aériennes (tiges, feuilles et fleurs) de la plante *Rosmarinus officinalis*. elles ont été récolté dans des sites différents. Le (**Tableau 03**) regroupe les informations sur l'échantillon et le lieu de récolte.

Tableau 03 : Informations sur l'organe étudiée des chaque article ainsi que le lieu de récolte.

Espèce étudiée	Partie utilisée	Lieu de récolte	Références bibliographiques
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Feuille + fleur	Algérie (Tlemcen)	Atik-bekkara et al. (2007)
	Les parties aériennes	Turquie	celiktas et al. (2007)
	Sommité aérienne (feuille et tige)	Algérie (El Harrach)	Cherchari et al. (2013)
	Partie aérienne	Maroc (Rabat)	Khia et al. (2014)
	Partie aérienne fraîche	Maroc (Agadir)	Mattazi et al. (2015).
	Partie aérienne (feuille et fleur)	Algérie (Région Hammet Tébessa)	Boutabia et al. (2016)

2.2 Méthodes

2.2.1- Echantillonnage

Nous avons constatés d'après le tableau 03 que, la partie aérienne de *Rosmarinus officinalis* a été récoltée dans différents biotopes. Après la récolte, la plante a été séchée à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant quelque jour. La partie aérienne a été d'abord coupée en petits morceaux dans le but d'accélérer leur séchage.

Rosmarinus officinalis, poussant à l'état spontané, a été récolté dans la station de Honaine et, comme plante cultivée, dans la région de Tlemcen. La cueillette de la partie fleurie (feuilles et fleurs) a été effectuée le mois d'octobre. (**Atik-bekkara et al. 2007**).

Matériel et méthodes

Des spécimens de *R. officinalis* ont été collectés à trois endroits différents, à savoir, Canakkale (partie sud de Marmara), Izmir (région égéenne) et Mersin (région méditerranéenne) à quatre intervalles de temps différents, à savoir décembre 2003, mars, juin et septembre 2004. Les spécimens ont été séchés à 30 °C dans un four et stockés dans la chambre froide à l'université EgeScience et Centre de technologie (Celik et al. 2007).

Les parties de la plante utilisées sont les sommités aériennes, constituées des feuilles et des petites tiges. La plante a été identifiée au Département de Botanique de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, comme étant *Rosmarinus officinalis* L. Le lot de matière végétale a subi un échantillonnage, afin d'utiliser pour l'ensemble des essais, des échantillons représentatifs de ce lot. Les échantillons, ainsi obtenus, ont été conservés dans les mêmes conditions et leur taux d'humidité a été contrôlé, avant l'extraction, par la méthode normalisée, afin d'exprimer le rendement en huile essentielle par rapport à la masse de la matière végétale sèche. Ceci permet la comparaison des rendements en huile, obtenus par différents essais, sur la même base (Charchari et al. 2013).

Les échantillons de la partie aérienne de romarin (*Rosmarinus officinalis*) ont été récoltés au stade de floraison au cours du mois de mars 2010 selon la norme AFNOR. Ces échantillons proviennent des régions du Nord Est (Aknoul) et de l'oriental (Rchida et Berkine) du Maroc (Khia et al. 2014)

Des parties aériennes fraîches de *Rosmarinus officinalis* L, ont été récoltées en 2012, au cours de leur floraison respective, à partir d'une culture biologique bien contrôlée dans le jardin Jacky située à Biougra, dans la province de Chtouka Ait Baha, à 35 km de la ville d'Agadir. Les spécimens authentifiés des espèces végétales, identifiés botaniquement ont été placés dans l'herbier du laboratoire de phytochimie de l'Institut National des plantes Médicinales et Aromatiques/Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès, Maroc (Mattazi et al. 2015)

Les parties aériennes de *Rosmarinus officinalis* ont été collectées en Mars 2014 dans trois sites (Youkous, Draa Hammam et Ammacha) de la région de Hammamet, daïra de Bir M'Kadem, wilaya de Tébessa. La matière végétale, recueillie, a été séchée à l'air libre, à l'ombre jusqu'à la stabilisation de son poids (= 7 jours). Caractérisée par un climat semi-aride, ses coordonnées Lambert sont : 35° 25' N et 7° 55' E. Son altitude est de 854 m (Boutabia et al. 2016).

Matériel et méthodes

2.2.2- Extraction des HEs

Selon les articles consultés, les huiles essentielles de la plante étudiée ont été extraites par hydrodistillation grâce à un appareil du type Clevenger. Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide dans l'eau portée à ébullition. La vapeur saturée d'huiles essentielles traverse un serpentín ou elle se condense pour donner deux produits : l'eau florale et l'huile essentielle. Ainsi que l'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau. Le (**Tableau 4**) résume les différentes méthodes d'extractions des HEs. et Le (**Tableau 5**) résume les différentes méthodes d'analyses chromatographiques des HEs.

Tableau 04 : Différentes méthodes d'extraction des HEs

Espèce étudiée	Méthode d'extraction	Référence bibliographique
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Hydrodistillation (appareil clevenger)	Atik-bekkara et al. 2007
	Hydrodistillation (appareil clevenger)	Celiktas et al.2007
	Entrainement à la vapeur d'eau	Charchari et al. 2013
	Hydrodistillation (appareil de clevenger)	Khia et al. 2014
	Hydrodistillation	Mattazi et al. 2015
	Hydrodistillation (appareil de clevenger)	Boutabia et al. 2016

le Tableau 05 : Les différentes méthodes d'analyses chromatographiques appliquées .

Espèce étudiée	Méthodes d'analyse	Référence bibliographique
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Analyse chromatographie en phase gazeuse (CPG)	Atik-bekkara et al. 2007
	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse CPG/SM	Celiktas et al. 2007
	CPG	Charchari et al. 2013
	CPG	Khia et al. 2014
	CPG/SM	Mattazi et al. 2015
	CPG/SM	Boutabia et al. 2016

Matériel et méthodes

D'après le tableau 04, nous avons constaté au niveau de la majorité des articles consultés que, les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* ont été extraites par hydro-distillation à l'aide d'un appareil Clevenger (Bekkara et al. 2007 ; Celiktas et al. 2007, ; khia et al. 2014; Mattazi et al. 2015; Boutabia et al. 2016).

Sauf l'article de Charchari (Charchari et al. 2013) dont l'huile essentielle a été extraite par entraînement à la vapeur d'eau (installation semi -pilote). C'est une installation classique avec cohobage, comportant une chaudière, génératrice de vapeur d'eau, un extracteur, un col de cygne, un condenseur à serpentin, relié au col de cygne, réfrigéré à l'eau et un décanteur. L'échantillon représentatif de matière végétale, préalablement pesé, est introduit dans l'extracteur et subit un entraînement à la vapeur d'eau pendant 2 heures. Au cours de l'extraction, le débit de vapeur est contrôlé, en mesurant le volume de l'eau de distillation, récupéré dans le décanteur en unité de temps. L'huile essentielle est séparée de l'eau de distillation par décantation et pesée

Selon le tableau 05 les travaux de (Atik-Bekkara et al. 2007, Charchari et al. 2013 et Khia et al. 2014) ont utilisé l'analyse chromatographie en phase gazeuses . et selon les travaux de (Celiktas et al. 2007 ; Mattazi et al. 2015 ; Boutabia et al. 2016). ont utilisé, l'analyse chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM). C'est une technique qui, permet d'obtenir à la fois les temps de rétention des constituants volatils de l'échantillon pour un programme donné et leurs spectres de masse .

2.3-Détermination des rendements des HEs *Rosmarinus officinalis*

Le rendement de l'HE est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenue et la masse du matériel végétal traité (AFNOR, 1986). Le rendement est exprimé en pourcentage, il est donné par la formule suivante :

$$R\% = \text{MHE} / \text{Ms} \times 100$$

R : Rendement de l'HE en %.

MHE : Quantité d'extraits récupérée en g.

MS : Quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

Matériel et méthodes

2.4. Analyse des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

D'après les articles étudiés, La détermination de la composition chimique des huiles essentielles a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM).

➤ Chromatographie en phase gazeuse

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une technique couramment utilisée pour la séparation, l'identification et le dosage des constituants chimiques. La chromatographie consiste à séparer les composés d'un mélange en fonction des vitesses d'entraînement à travers une phase stationnaire contenue dans une colonne et une phase mobile gazeuse (gaz vecteur) (Arpino et al. 1995).

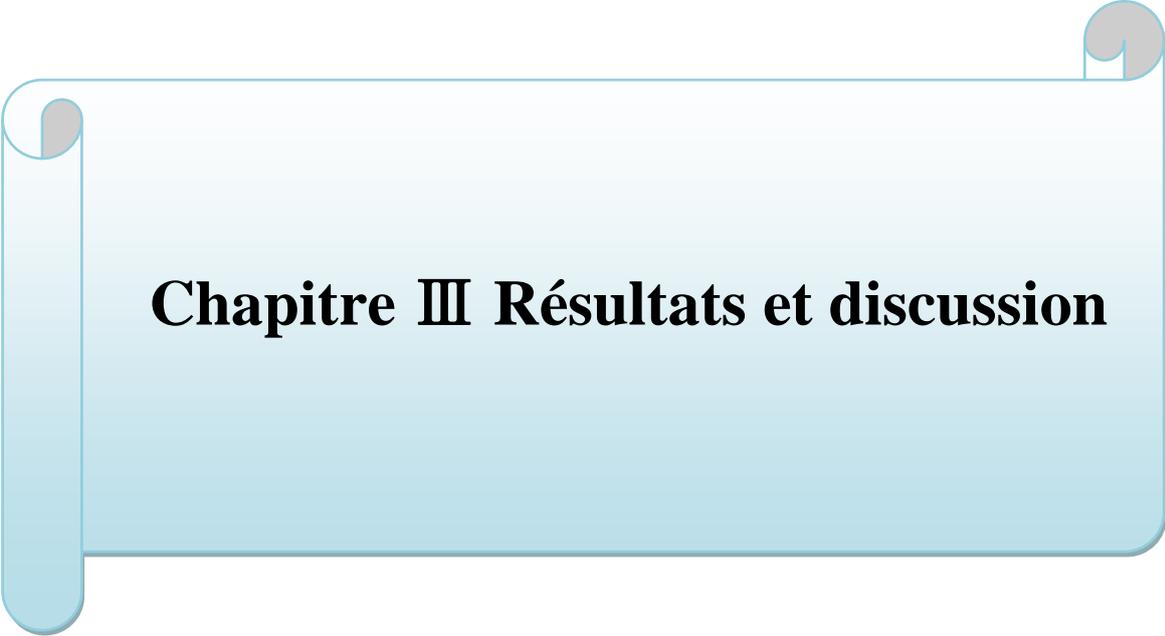
La possibilité de coupler les chromatographes à divers spectromètres augmente considérablement la quantité et la qualité des informations obtenues. En CPG/SM, la comparaison informatique des spectres d'un pic inconnu avec une ou plusieurs références permet son identification (figure 08) (Brunneton, 1993).



Figure 08 : Appareil de chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la spectrophotométrie de masse (Moussaoui, 2011).

➤ Spectrophotométrie de masse

La spectrophotométrie de masse repose sur l'ionisation et la fragmentation des molécules. Leur ionisation entraîne en effet une accumulation d'énergie qui en se dissipant, peut provoquer la rupture des liaisons interatomiques et donner naissance à des fragments caractérisés par le rapport de leur masse et leur charge. Les différents fragments ainsi produits, sont accélérés avant de parvenir à un analyseur appelé filtre de masse, qui les sépare. Le recueil sélectif des différents ions permet l'établissement d'un spectre caractéristique appelé : spectre de masse (Ouibrahim, 2015).



Chapitre III Résultats et discussion

Résultats et discussion

3-Résultats et discussion

3.1-Rendement d'extraction

Les techniques d'extractions des huiles essentielles du romarin utilisées dans les différents articles consultés ont permis d'avoir divers rendements :

La teneur en huile essentielle, obtenue à partir des parties aériennes (feuilles + fleurs) est de 0.8% pour le Romarin sauvage de la station Honaine et 0.6% pour le Romarin cultivé de la station Tlemcen (**Atik-Bekkara et al. 2007**).

Le rendement en huile essentielle de romarin est de 2,98% à la station El Harrach (**Charchari et al.2013**).

Les rendements moyens en huile essentielle des trois provenances de romarin ont été exprimés en ml par rapport à 100 g de matière végétale sèche. Les échantillons du romarin de la provenance de Rchida ont donné un meilleur rendement en huile essentielle par rapport à ceux de Berkine et d'Aknoul avec respectivement des teneurs de 2,21%, 1,87% et 1,29%. La provenance de Rchida se situe entre 400 et 1200 m d'altitude, se caractérise par un climat aride froid à tempéré, des sols rouges fersialitiques moyennement profonds à profonds sur un substrat calcaire et sur des expositions Nord-est et Ouest. Cependant, celle de Berkine s'étend entre 900 et 1300 m d'altitude et se caractérise par un bioclimat semi-aride à aride froid, des sols très érodés et squelettiques sur substrat calcaire et occupe les expositions Est et Nord-Est en particulier. Alors que le site d'Aknoul est situé entre 1000 et 1200 m d'altitude se caractérise par un climat subhumide frais, des substrats tendres schisteux et marneux sur toutes les expositions. Il a été déduit donc que la différence observée entre les rendements des huiles essentielles de romarin des trois régions peut être expliquée par les effets de l'âge des touffes et des facteurs pédoclimatiques (**Khia et al. 2014**).

Le rendement en huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* dans cette étude était supérieur à ceux collectés à différents endroits dans les études précédentes. En effet, des rendements en HE de 1.35% et 1.25% ont été trouvés pour *Rosmarinus officinalis* collectés respectivement à Sidi Bouzid et Bizerte (Tunisie), tandis que 0.8% et 06% ont été obtenue pour ceux collectés à Honaine et Tlemcen (Algérie), et 1.27% à Zerhoun (Maroc). Mais, ce rendement était inférieur à ceux obtenus pour le romarin collectés dans les régions de Kerman et Lalehzarin en Iran (2.1% et 2.6% respectivement) (**Jamshidi et al.2009**) .

L'hydro-distillation de la plante étudiée *Rosmarinus officinalis* L a donnée 1.9 %. La variation des performances d'HE de différentes plantes aromatiques est due à de nombreux facteurs, tels que

Résultats et discussion

l'origine végétale, la technique d'extraction, la période de récolte, la plante matériau ainsi que les conditions écologiques et géographiques (**Mattazi et al. 2015**).

L'opération d'extraction des huiles essentielles du romarin dans les trois stations de la région de Hammamet a permis d'avoir des rendements allant de 1.60 ± 0.004 ml/100g MS , 2.29 ± 0.041 ml/100g MS et 1.85 ± 0.004 ml/100g MS(**Boutabia et al. 2016**).

Le **Tableau 6** regroupe les rendements d'extractions obtenus dans chaque station d'études des différents articles.

Tableau 06 : Rendements en Huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

Partie utilisée	Rendement %	Station	Références bibliographiques
Feuilles et fleurs	0.8% Romarin sauvage	Honaine	Atik-Bekkara et al.(2007).
	0.6% Romarin cultivée	Tlemcen	
Les parties aériennes	-	Mersin	celiktas et al.(2007)
	-	Izmir	
	-	Canakkale	
Sommités aériennes (feuille et tige)	2.98%	El Harrach	Charchari et al.(2013)
Les parties aériennes	2.21%	Rchida	Khia et al.(2014)
	1.87%	Berkine	
	1.29%	Aknoul	
Parties aériennes	1.9%	Agadir	Mattazi et al. (2015)
Parties aériennes	2.29	Youkous	Boutabia et al.(2016)
	1.60	Draa hammam	
	1.85	Ammacha	

Les rendements des huiles essentielles obtenues à partir des trois populations étudiées au niveau de la région de Hammamet de la wilaya de Tébessa sont conformes aux normes d'AFNOR. Cependant, ils montrent une différence significative entre l'échantillon de Youkous (2.29 ml/100g MS) et les échantillons de Draa Hammam et Ammacha (1.60ml/100g MS à 1.85 ml/100g MS). Par ailleurs, la moyenne des rendements obtenus (1.91 ml/100g MS) est supérieure à celle trouvée par **Baghloul (2007)** à partir d'un échantillon récolté au mois de Juin 2006 de la région de Hammamet (Tébessa) soit un rendement de 1.69 ml/100g MS. Ce qui explique que la période de floraison (Mars) serait propice pour la collecte de ce genre de plante aromatique, car ses principes actifs sont synthétisés et stockés dans les feuilles et les sommités fleuries(**Boutekdjiret et al. 1999 ;Boutabia et al. 2016**).

Résultats et discussion

3.2- Composition chimique des HEs de *Rosmarinus officinalis*

Selon les articles consultés nous avons remarqué que, la composition chimique de l'huile essentielle présente des différences au niveau de leurs composés majoritaires. En effet, ces derniers chez le Romarin spontané sont l' α -pinène (23.1%), suivi par le camphre (15.3%) et le β -pinène (12.2%). Chez le Romarin cultivé, le composé principal est le camphre (13.8%), suivi de l' α -pinène (12.6%), cinéole (11.8%) et du bornéol (10.8%) (**Atik-Bekkara et al.2007**).

La composition chimique des huiles essentielles des différents lieux et intervalles de temps a montré que,le composé majoritaire pour les trois stations (Mersin, Izmir et Canakkale) et les quatre saisons (Décembre, Mars, Juin, Septembre) est le 1.8 cinéole.

Pour la région de Mersin le pourcentage de cinéole est de (61.4%, 60.9%, 50.7% et 58.1%)de décembre à septembre respectivement. il est plus élevé que celui d'Izmir et Canakkale (27.9%, 34.3%, 14.9%, 15.5%) (12.7%, 22.7%, 12.1%, et 12.3%) de décembre à septembre respectivement (**Celiktas et al. 2007**)

En Algérie (El Harrach), les composés majoritaires de l'huile essentielle de romarin est l' α -pinène et le camphre. (37.74%, 10.82%) respectivement ceci peut être expliqué que le l' α -pinène est le chémotype de la plante(**Charchari et al. 2013**).

Les résultats relatifs à la composition chimique des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* des trois provenances (Rchida, Berkine et Aknoul) nous montre que : le 1,8-cinéole est le constituant majoritaire pour les trois provenances avec un taux légèrement plus élevé pour Berkine par rapport à ceux de Rchida et Aknoul qui sont respectivement 50,80 % contre 44,75 et 42,73%. La teneur de l' α -pinène est plus élevée pour la provenance d'Aknoul (13,98 %) par rapport à celles de Berkine (6,72%) et de Rchida (9,58%). La teneur du β -pinène dans les huiles essentielles de Berkine, Aknoul et Rchida varie peu d'une provenance à l'autre avec des pourcentages respectivement de 8,70%, 7,78% et 9,16%. Cependant, le pourcentage du camphre est plus faible dans la provenance de Berkine (7,36%) que pour les deux autres provenances où il est presque identique (Aknoul 11,94% et Rchida 11,66%) (**Khia et al.2014**).

L'HE de *Rosmarinus officinalis* contenait principalement du α -pinène (34.83%) et 1.8-cinéole (28.30%) et d'autres composants à des niveaux relativement faibles : Camphre (10.54%) et Camphène (6.21%) (**Mattazi et al. 2015**).

Résultats et discussion

La composition chimique des huiles essentielles du romarin des stations étudiées de la région de Hammamet est consignée que le 1.8 cinéole est le composé majoritaire 72.91% pour Youkous, 32.59% Draa hammam, 32.76% Ammacha (Boutabia et al. 2016). Le Tableau 7 résume la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* pour les différents articles consultés

Tableau 07 : Composition chimique en pourcentage des HEs de *Rosmarinus officinalis*

Résultats et discussion

Espèce	Composés	Pourcentage %			Région	Référence bibliographique
		R.cultivé	R.spontané			
<i>Rosmarinus officinalis</i> L	Camphre α .pinéne 1.8 cinéol bornéol β -pinéne	13.8%	15.3%		Algerie (Tlemcen)	Atikbekkara et al. (2007)
		12.6%	23.1%			
		11.8%	-			
		10.8%	-			
		-	12.2%			
			61.4% (déc) 60.9% (mars) 50.7% (juin) 58.1% (sep)		Mersin	Celiktasetal.(2007)
		1.8 Cinéol	27.9%(déc) 34.3%(mars) 14.9%(juin) 15.5%(sep)		Izmir	
		12.7%(déc) 22.7%(mars) 12.1%(juin) 12.3%(sep)		Canakkale		
	α -pinéne Camphre	37.74% 10.82%			El-Harrach Algérie	Charchari et al. (2013)
	1.8 Cinéol β -pinéne camphre α -pinéne	Berkine 50.80% 13.98% 9.16% 11.94%	Rchida 44.75% 9.16% 11.66% 9.58%	Aknoul 42.73% 7.78% 11.94% 13.83%	Rabat Maroc	Khia et al. (2014)
	α -pinéne 1.8 cinéol camphre	34.83% 28.30% 10.54%			Agadir Maroc	Mattazi et al. (2015)
	1,8-cinéole	72.91% 32.59% 32.76%			Youkous Draa hammam Ammadia (Algérie)	Boutabia et al. (2016)

Résultats et discussion

La composition chimique de l'huile essentielle de *Romarinus officinalis* de la région de Tlemcen montre quelques différences par rapport à certains travaux. Les romarins marocains présentent une teneur importante en l'un des trois composés : α -pinène (37,0-40,0%, Rabat), cinéol (58,7-63,7%, El Ateuf), camphre (41,7- 53,8%, Taforhalt) (Elamrani et al. 2000). Le romarin de Tunisie est également riche en cinéole (40,1-55,1%) et contient aussi les monoterpènes habituels (Lawrence 1995). Par contre, en Egypte, on trouve deux compositions, l'une dominée classiquement par le camphre, l' α -pinène et le cinéole, l'autre riche en verbénone et en camphre (Soliman et al. 1994). Enfin, le romarin de Corse et de Sardaigne contient une huile essentielle riche en verbénone, acétate de bornyle et α -pinène (Pintore et al. 2002).

Les variations, rencontrées dans la composition chimique du point de vue qualitatif et quantitatif des échantillons comparés à certains travaux antérieurs, peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques (Atik -Bekkara et al. 2007).

La composition chimique, des huiles essentielles, dans Mersin, Izmir et Canakkale et dans les intervalles de temps (décembre à septembre) ont montré que le composé majoritaire est le 1,8-cinéole. La teneur de ce dernier est plus élevée au niveau de Mersin par rapport aux deux autres régions. En plus la teneur de 1,8-cinéole d'Izmir est supérieure à celle de l'huile de Canakkale. Cela peut s'expliquer par le facteur climatique : très chaud à Mersin, modérément chaud à Izmir et frais à Canakkale (Celiktas et al. 2007).

Les résultats de (Khia et al. 2014) concordent avec ceux de (Fechtal et al. 2005 et Fechtal et al. 2001) qui confirment la richesse des huiles essentielles de l'oriental en 1,8-cinéole, α - β -pinène, camphène et camphre. Par contre, ils sont différents de ceux révélés par (Derwich et al. 2011) de la provenance Tafersoust (Sud Est de la ville de Sefrou, Moyen Atlas) qui est constituée principalement d' α -pinène (18,25%) suivi de camphre (6,02%), le 1,8-cinéole (5,25%), camphène (5,02%) et le β -pinène (4,58%) et (3,1%). Alors que celle de l'Italie est constituée de l' α -pinène (13,7%), 1,8-cinéole (3,4%), camphre (2,9%) et verbénone (20,3%) (Pintore et al. 2002) et de la Turquie composée principalement de l' α -pinène (7,8%), 1,8-cinéole (60,9%) et camphre (7,1%) (Celiktas et al. 2007). En effet, la synthèse bibliographique de Lawrence, 1995 sur la qualité chimique des huiles essentielles du romarin de l'Afrique du Nord et de l'Europe a révélé l'existence de trois chimiotypes à camphre en Espagne et Algérie, à 1,8-cinéole au Maroc, Algérie, Tunisie et Italie et enfin en verbénone en Espagne, Portugal et dans le Sud-Ouest Ibérique.

Résultats et discussion

La différence observée de la composition chimique des huiles essentielles de romarin du pourtour méditerranéen dépend du stade phénologique de la plante ainsi que les conditions climatiques et édaphiques de chaque région(**Ghanmi et al. 2011**).

Cette variation détectée dans la composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* issue de différents pays est liée aux conditions climatiques et géographiques qui changent d'un pays à un autre, l'âge d'exploitation et de collecte, le cycle végétatif de l'organe, le mode d'extraction et la nature du sol.

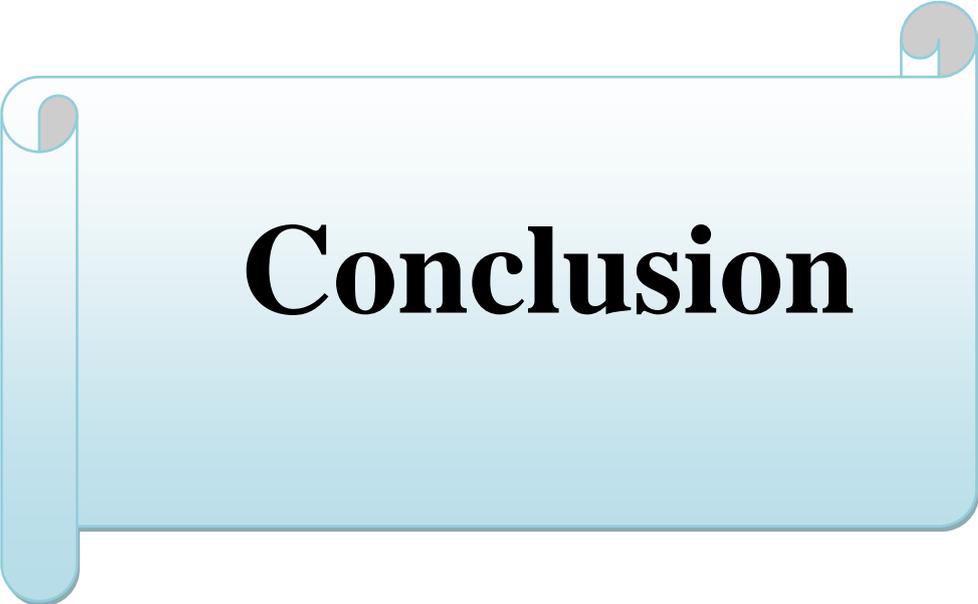
L'identification des composés chimiques des HES testées a révélé la présence de l' α -pinène (34.83%) et du 1.8-cinéole (28.30%) comme composés chimiques majeurs pour l'HE de *Rosmarinus officinalis*. En effet, les principaux composants trouvés dans le romarin spontané dans la région de Honaine (Algérie) est l' α -pinène, suivi par le camphre et le β -pinène. Tandis que le principal composé est le camphre, α -pinène et le cinéole pour le romarin cultivé dans la même région(**Atikbekkara et al. 2007**). Cependant un échantillon de Bordj Bou Arreridj (Algérie) ne contient que du cinéole, camphre, bornéol et β -caryophyllène(**Benhabiles et Ait Amar 2000**). En Egypte, deux échantillons de romarin ont révélé deux différentes compositions avec l'une typiquement dominée par le camphre, l' α -pinène et le cinéole et l'autre riche en verbénone et camphre (**Soliman et al. 1994**). Alors qu'en Italie, les principaux composants de l'huile essentielle de cette plante est α -thuyone, humulène, 1.8-cinéole, β -pinène, β -thuyone et camphre. Les variations observées dans la composition chimique de l'HE pourrait être due à des facteurs écologiques, à la nature intrinsèque et facteurs génotypiques et aux méthodologiques d'extractions utilisées. D'où, des études antérieures ont montré l'effet des facteurs écologiques et aussi l'importance de la partie utilisée de la plante, son âge, son cycle végétatif, période de récolte ainsi que les méthodes d'extraction et de séchage ou encore les facteurs génétiques (**Mattazi et al. 2015**).

Selon **Boutabia et al. (2016)**, l'analyse des huiles essentielles du romarin de la région de Hammamet s'avère très intéressante, elle a permis de constater que le nombre des composants obtenu par analyse chromatographique (CPG/SM) est important soit 21 composants chimiques. La composition chimique du romarin des stations étudiées de la région de Hammamet montre nettement que le 1,8 cinéole est le chémotype majoritaire des huiles essentielles. Ce qui diffère des résultats obtenus à travers plusieurs travaux qui ont mis en évidence l'existence de multiples chémotypes d'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* dans différentes régions d'Algérie. Nous citerons ceux de **Lograda et al.(2013)** qui ont noté que la composition chimique des huiles essentielles du romarin collecté de cinq régions de l'Est algérien est dominée par le camphre (42,7%) et de **AtikBekkara et**

Résultats et discussion

al.(2007) où l'huile essentielle du romarin spontané de la région de Tlemcen à l'Ouest algérien est caractérisée par la présence de l' α -Pinène (23,1%).

Cependant, l'étude menée par **Boutekedjiret et al.**(1998) indique que les huiles essentielles du romarin des Biban de la région de Bordj Bou Arreridj, sont dominées par un chémotype spécifique qu'est le 1,8 cinéole. Cette variabilité des résultats de l'huile essentielle de romarin peut être due à des facteurs intrinsèques (génétique, sous-espèces) ou à des facteurs extrinsèques comme le climat et le sol (origine géographique) ou à la méthode d'extraction (**Özcan et Chalchat, 2008**).



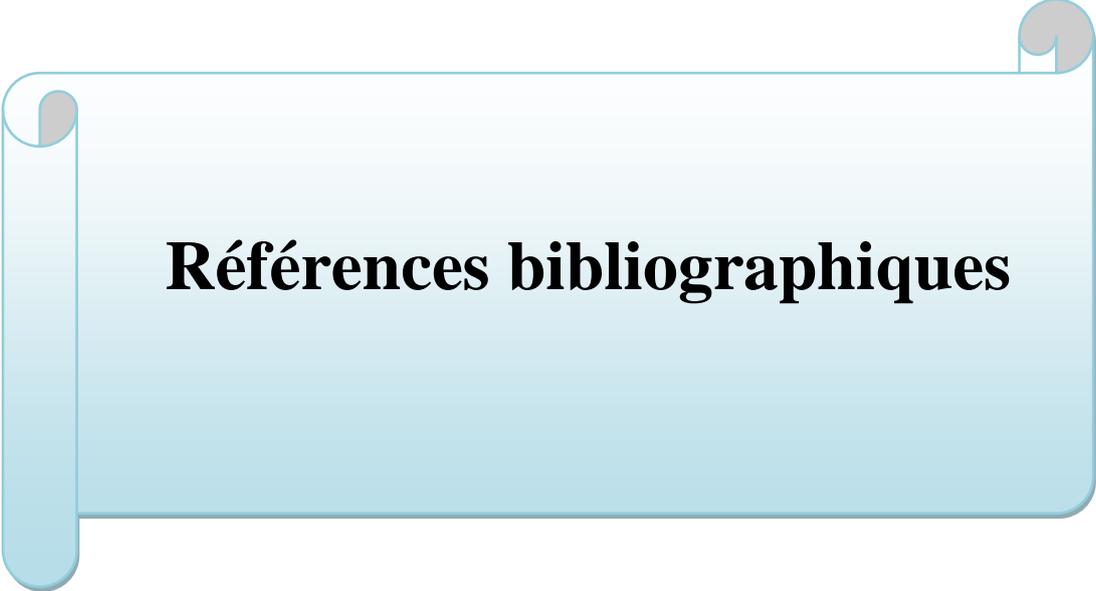
Conclusion

Conclusion

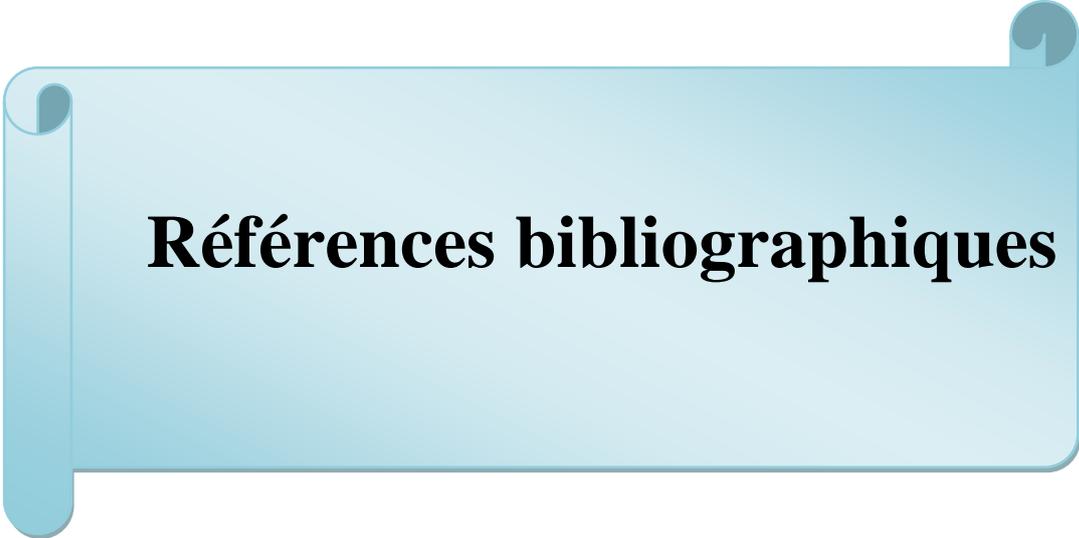
Conclusion

Dans le cadre de ce travail qui porte sur quelques travaux antérieurs sur la variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle de l'espèce *Rosmarinus officinalis* dans des sites différents. Nous avons tenté de mettre en valeur les principaux paramètres suivant : détermination des rendements et la composition chimique de l'HE extrait par l'hydro-distillation et entraînement à la vapeur d'eau.

Il ressort des résultats de cette étude que l'HE de *Rosmarinus officinalis* présente des différences dans la composition chimique des différentes parties de la plante. Cette variation serait due principalement aux facteurs de l'environnement, qui exercent une influence direct sur la composition et la production de cette huile. Donc la composition chimique de l'huile essentielle n'est pas constante et varie selon les régions. En effet, le rendement et la composition chimique d'une même espèce varient d'une région à l'autre sous l'influence des facteurs biotiques et abiotiques comme, les conditions pédoclimatique, méthodes d'extractions, l'état de la plante, son âge, son cycle végétatif ainsi que des facteurs génétiques.



Références bibliographiques



Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

AFNOR, (1986). Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles », AFNOR. Paris. 57p.

Adouane S, (2016) Etude entobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès, Mémoire de magister en science agronomique, univ Med khider Biskra. 47p

Arpino P., Prevot A., Serpinet J., Tranchant J., Vergnol A. et Wittier P., (1995). Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse. Ed. Masson, Paris. Livre imprimé : 4^{ème} édition. entièrement refondue .

Aruoma OI, Spencer JP, Rossi R, Aeschbarch R, Khan A, Mahmood N, Munoz A, Murcia A, Butler J, et Hallivell B (1996). An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosmariny and provençal herb, food and chemical toxicology, 34(5): 449-456.

Athamena S. (2009). Etude quantitative des flavonoïdes des graines de Cuminum et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique, Mémoire de magister en biologie, université El hadj lakhder Batna 88-109p.

Atik Bekkara F., Bousmaha L., Taleb Bendiab SA., Boti JB., Casanova J., (2007). Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. Biologie & Santé. 7: 6-11

B

Bachelot C, Blaise A, Corbel T, Guonic A, (2006) les huiles essentielles , licence de biologie, université catholique de l'ouest Bretagne nord, France, 26p .

Baghloul F., 2007- Caractérisation chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle du Romarin. Mémoire Magister en Biochimie Appliquée. Univ. Badji Mokhtar-Annaba, 62 p.

Barnes J, Linda A, Anderson J, David P. (2007), Herbal medicines, troisième édition.

Bendahou M, Muselli A, Grigno-dubois M, Benyoucef M, Desjobert JM, Bernardini JF, Costa J (2007). Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf, Essential oil and extract obtained by microwave extraction comparison with hydrodistillation, food chemistry vol 106, p.p 132-139.

Références bibliographiques

Benhabiles NEH, Ait Amar. H, (2000) Comparative study of Algeria's *Rosmarinus eriocalys* and *Rosmarinus officinalis*. *Perfumer & Flavorist* 2000.26: 40 – 48.

Boelens M.H (1985). The essential oil from *Rosmarinus officinalis* L. *Perfumes & Flavours* vol S n° 10, P.P 21-37.

Boutekedjiret C., Bentahar F., Belabbes R., Bessière JM., (1998). The essential oils from *Rosmarinus officinalis* L. in Algeria. *J. Essent. Oil Res.* 10: 680-682.

Boutekedjiret C., Bentahar F., Belabbes R. & Bessiere J.M., 1999- Study of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil yield and composition as a function of the plant life cycle. *J. Essent. Oil Res.* 11 (2) : 238-240.

Boutabia L, Telailia S, Bouguetof .I, Guenadil F, Chefrour A, (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L de la région hammamet (Tébessa, Algérie), Université Badjimokhtar Annaba 2300 Annaba (Algérie). Vol. 85, 2016, p. 174 - 189.

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Jovin E., 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 55, p.p.7879-7885.

Bruneton J. (1993). Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales 2ème édition. Édition Tec et Doc .Paris, France, 3.

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Tech & doc Lavoisier, Paris 585 p.

C

Charchari S, Beddar B, Arab S, (2013). Entraînement à la vapeur d'eau à l'échelle semi-pilote d'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis* L : Optimisation et extraction assistée par Tension active. El Harrach Algérie. *Progrès en Génie des Procédés*, Numéro 104 - 2013.

Celiktas O., Hames Kocabas E.E., Bedir E., Vardar Sukan F., Ozek T., Baser K.H.C., 2007b. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, Vol. 100, p.p. 553-559.

D

Davis. PH. (1982). Flora of turkey and the eastaeganIslands, Edinburgh universityPress 75-76.

Deschepper .R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Aix de Marseille 160p.

Derwich E, Benziane Z, Chabir R (2011). Aromaticand Médicinal plants of Morocco:Chemical composition of essential oils of *Rosmarinusofficinalis* and *Juniperusphoenicea*, IJABT 2;1 Jan-Mars.. Int J PharmPharmSci. 3(3): 89-95

E

Elamrani A, Zsira S, Benjilali B, Berrada MA,Study of Moroccan Rosemary oils, J EssentoilRes, 2000. 12, 487- 495.

F

Faucon M. (2012) Traité d'aromathérapie scientifique et médicale, Sang de la terre, 880 p.

Franchomme. P et Pénéol D(1990). L'aromathérapie exactement Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles, Ed Roger Jollois. Limoges. 445 p

Franchomme .P,Pénéol. D (2001)L'aromathérapie exactement Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles.Roger Jollois (2001). 445p.

Fechtal M, Ismail R, Zine el abidine A (2001) Effet de la transplantation sur la qualité le rendement en huiles essetielles du *Rosmarinusofficinalis* annales de la recherche forestière au Maroc 34 : 94-102.

Fechtal M, Zine el abidine A, Hachemi M, Sesbou A, Karkouzi R (2005). Variabilité infraspécifique du rendement et de la composition chimique des huiles essentielles du romarin *Rosmarinusofficinalis* Annales de la recherche forestière au Maroc 36: 98-106.

Références bibliographiques

G

Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M.B., Taghizadehghizadeh M., Alipoor A.S., Rasooli I., (2007). Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry*, Vol. 102, p.p. 898 & 904.

Gilly.G (2005): Les plantes aromatiques et huiles essentielles à grasse botanique , culture, chimie, production et marché, Ed l'Harmattan .Paris 405p .

Gonzalez- Trujano. ME, Pena EI, Martinez A.L, Moreno. J, Guevarafefer, P. Deciga- compos, M.Lopez- Munoz. FJ. (2007) .Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L using three different experimental models in rodents, *J. Ethnopharmacol* 111 : 476- 482.

Greuter.W, Burdet .HM, Long.G (1986). A critical inventory of vascular plants of the Circummediterranean countries.3. dicotyledone (Convolvulaceae - labiatae). Edition des conservatoires et jardin botanique de la ville de Genève, secrétariat Med-check Botanischergarten & Botanisches Museum Berlin Dahlem. 9: 566 (1911)

H

Heinrich.M, Kufer.J, Leonti. M, Pardo de santayana. M (2006). Ethnobotany and ethnopharmacology Interdisciplinary links with the historical sciences, *journal of ethnopharmacology* 107, 157-160.

Herrera. J (2005). Flower size variation in *Rosmarinus officinalis* individuals populations and habitats *Annals of botany* 95, 431- 437.

Hostettman.K (1997). Tout savoir sur le pouvoir des plantes .Ed. Favre. SA. Lausanne. Suisse.

Hurabielle (1981). Abrégé de matière médicinale pharmacognosie Ed Masson 1981.399p

J

Jamshidi R, Afzali Z, Afzali D. Chemical composition of hydrodistillation essential oil of rosemary in different origins in Iran and comparison with other countries. *Am Eurasian J Agric Environ Sci* 2009;5:78-81

Références bibliographiques

K

Keefover-ring. K, Thompsonb JD, Linhart YB, (2009) .Benyond six scentsdefining a seventh Thymus vulgarischemotype new to southernfrance by ethanol extraction, Flavour and fragrance journal, 24, 117- 122.

Khia A., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Aberchane M., QuaboulB.,Chaouch A, Amusant N. &Charrouf Z., (2014) . Effet de la provenance sur la qualité chimique et microbiologique des huiles essentielles de *Rosmarinusofficinalis* L. du Maroc. Phytothérapie, 12 (6) : 341-347.

L

Lagunez-Rivera L (2006). Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse de doctorat, Institut nationale polytechnique de Toulouse. 308p.

Lardry .JM, Haberkorn V(2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles kinesitherRev ,61: 14-7.

Lawrence BM (1995). Progress in essential oils, Rosemary oil. perfumer&flavorist20 ; 47.

Leplat .M (2017). Le romarin *Rosmarinusofficinalis* L une lamiacée médeцинаles de la garrigue provençale. Thèse de doctorat en pharmacie Université Aix marseille.288p

Lucchesi. ME (2005). Extraction sans solvant Assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles, Thèse de doctorat. Université de la réunion 143p.

Lucchesi. ME, Smadja.J, Bradshaw. S, Low. W, Chemat. F(2007).Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L : amultivariatestudy of a new technique for the extraction of essential oil, Journal of foodengineer. Vol. 79 p.p 1079.

M

Makhloufi A (2011). Etude des activités antimicrobienne et antioxydant de deux plante médeцинаles poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricariarubscens* et *Rosmarinusofficinalis* L)et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctorat en Biologie Université Abou bakerbelkaid.132p.

Références bibliographiques

Mattazi N, Abdellah F, Fadil M, Chraibi M, Fikribenbrahim K (2015). Essential oils analysis and antibacterial activity of the leaves of *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* and *Mentha piperita* cultivated in Agadir (Marocco). Université Sidi mohamed ben abdellah, Vol 7, Issue 9, 73-79p.

Messaouda S (2004) Effet de quelques plantes médicinales sur les maladies cardio-vasculaires, Diplôme d'étude supérieur en biochimie, université d'Oran Es senia (Algérie). 90p

Munné- Bosch S, Alegre L, Nogues S (1998) Daily patterns of photosynthesis of two mediterranean shrubs in response to water deficit. in Garab (Ed) Photosynthesis: mechanisms and effects, vol V, kluwer Academic publishers, Dordrecht 4015-4018p .

N

Narishetty STK et Panchagnula R (2004). Transdermal delivery of zidovudine : Effects of Terpenes and their Mechanism of action, Journal of controlled release, 95: 367-379.

Nogaret- Ehrhart A-S. La phytothérapie : se soigner par les plantes ; Ed Eyrolles, Paris 2008. 191p

O

Offord.E. A., Macé.K., Ruffieux.C., Malnoë.A. et Pfeifer.A. M. 1995. Rosmary components inhibit benzo [a] pyrene-induced genotoxicity in human bronchial cells. Carcinogenesis., 16 (9) : 2057-2062.

Ouibrahim A. (2015) Evaluation de l'effet antimicrobienne et antioxydant de trois plantes aromatique (*Laurus nobilis* L, *Ocimum basilicum* L, et *Rosmarinus officinalis* L) de l'est Algérien. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 95p

Ouraini D, Agoumi A, Ismaili , Alaoui M, Alaoui K, Cherrah Y, Amarani M, Belabbas M, A (2005). Etude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatique à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes, J. phytothérapie N° : 147-157.

Outaleb T (2010). Huile essentielle et extrait de romarin : Composition chimique et activité antioxydante et anti microbienne. Mémoire de Magister en Science agronomie. Ecole supérieure d'agronomie Alger. 127p

Ozcan M.M. & Chalchat J.C., 2008- Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. International J. Food Sci. Nutr., 59 (7- 8) : 691-698.

Références bibliographiques

P

Paridiso A, Cecchini C, Degara L, Dégididom G (2006). Functional anti oxydant and rheological properties of meals from immature, Journal of Cereal science. Vol 43 N° 216-222 p.

Paris A, Strukej B, Renke M, Turk V; Pukl M, Unek A, Korant B.O, (1993) Inhibition effects of carnosic acid on HIV protease in cell free assays, Journal of natural products, 56 (8): 1426-1430.

Pharmacopée européenne (2008) Recommandation relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.

Pintore G, Usai M, Bradesi P, (2002) chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L oils from Sardinia and Corsica. FlavourFragr J 17, 15-19 p

Q

Quezel P et Santa S (1963). La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méditerranéennes, Tome II. Ed. C.N.R.S. (Ed). Paris, 565p.

R

Richard H., 1992. Epices et aromates. Ed. Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 339 p.

Richard H, Multon JL (1992) . Les arômes alimentaires Ed. Tec & Doc Lavoisier, Paris 439p

Roulier G (1990) Les huiles essentielles pour votre santé : Traité pratique d'aromathérapie propriétés et indications thérapeutiques des essences des plantes, Edition dangles. 2^e édition; 446p .

S

Scartezzini F (2001). Il tempo dei Rosmarini influenza dell'epoca di raccolta sul contenuto e la composizione dell'olio essenziale di due cloni di rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L) coltivati in trentino, Erboristi adomani, 10, 42- 46 .

Schauenberg O. and Paris F., 1977. Guide to Medicinal Plants. Keats, New Canaan, CT.

Références bibliographiques

Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA (2003): Principe d'analyse instrumentale Ed Boeck univ, Paris 950p .

Somon (1987) Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie Edition OPU Alger. Edition 586; 143p.

Stefanovits- Banyail E, Tulok MH, Hegedus A, Renner C, Varga IS (2003). Antioxydant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) clones .Acta Biologica Szgediensis 47, 111-113.

T

Teuscher, Anton R, Lobstein A (2005).Plantes aromatiques, épices aromates, condiments et huile essentielle. Ed lavoisier. Paris 522p.

Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Moore DM, Valentine DH, Walters, SM Webb DA (1972) Flora Europaea. D Iapensiaceato Myporaceae, Vol 3. Cambridge: Ed Universityress 187p.

W

Werner M (2002) : Les huiles essentielles réveil du corps et de l'esprit Ed Vigot, Collection santé bien être. 95p.

Y

Yahiaoui H. Caractéristique biochimiques des antioxydants du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) de l'ouest algérien et leurs effets sur la conservation des viandes. Magister en science agronomique. Université Abdelhamid ibn badis Mostghanem. 120p

Z

Zeghad N (2009) Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris* , *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne . Mémoire de magister en biologie Université Mentouri Canstantine. 96p.