

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE

LA NATURE ET DE LA VIE

N°.....

DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : ECOLOGIE ET ENVIRENEMENT

OPTION : ECOLOGIE DES ZONES SEMI- ARIDE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par : BEN MAAMMAR Amel ET BOUMDOUHA Ahlem

Intitulé

**Ethnobotanique, phytochimie et pharmacologie
de la plante médicinale *Rosmarinus Eriocalyx*
(Alternative de *Rosmarinus officinalis*)**

Soutenu le 7.06.2024 devant le jury composé de

Pr. BENDIF Hamdi

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Président

Dr. ADOUI Nabila

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Rapporteuse

MAA. Harrar Abdenassar

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

DEDICACE

A MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect
mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon
instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez
de puis

Mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail
soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je
ne vous en acquitte jamais assez.

A MON CHER MARI

Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance pour toute l'aide lorsqu'on avait besoin et qui m'a
beaucoup soutenu et encouragé

A mes frères et mes sœurs

Ames grands-pères et grands-mères
à mes chers oncles, tantes , leurs époux et épouses à mes chers cousins et cousines

A MA BINOME AMEL

Pour sa présence, son soutien et son aide permanente

A TOUTES MES AMIES

En souvenir de notre amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.
A toute la promotion 2024 du département des sciences de la nature et de la vie de M'sila. À
toute personnes que j'ai connues mais je n'ai pas cité.

A tous ceux que j'aime

Ahlem

DEDICACE

A MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis

Mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

A MON CHER MARI

Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance pour toute l'aide lorsqu'on avait besoin et qui m'a beaucoup soutenu et encouragé

A MES FRERES ET MES SŒURS

à mes grands-pères et grands-mères
à mes chers oncles, tantes, leurs époux et épouses à mes chers cousins et cousines

A MABINOME Ahlem

Pour sa présence, son soutien et son aide permanente

A TOUTES MES AMIES

En souvenir de notre amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.
A toute la promotion 2024 du département des sciences de la nature et de la vie de M'sila. À toute personnes que j'ai connues mais je n'ai pas cité.

A tous ceux que j'aime

Amel

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Allah le Tout-Puissant, qui nous a donné la santé, la force, le courage et la volonté d'achever notre mémoire.

Nos remerciements vont en premier lieu à notre encadrante, **Dr. ADOUI Nabila**. Nous lui exprimons notre profonde gratitude et reconnaissance pour nous avoir orientés et dirigés durant toute la période de conception et d'élaboration de ce travail scientifique.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury, le **Pr. BENDIF Hamdi** et le **Mr. HARRAR Abdenassar**, pour leur présence et le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à l'évaluation de notre travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements à tous les professeurs intervenants, ainsi qu'à toutes les personnes qui, par leurs paroles, leurs conseils et leurs critiques, ont guidé nos réflexions et ont accepté de répondre à nos questions durant notre travail.

Nous tenons aussi à remercier particulièrement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre cycle universitaire, ainsi que le personnel de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Enfin, à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, nous présentons nos remerciements, notre respect et notre gratitude.

Sommaire

Résumé.....	i
Liste des abréviations.....	ii
Liste des figures	iii
Listes des tableaux	iv
Introduction	1
Chapitre I. Les plantes médicinales.....	3
I.1. Généralités	3
I.2. Définition	4
I.3. Historique.....	5
I.4. Phytothérapie (médicaments à base de plantes).....	6
I.5. Métabolites secondaires	7
I.5.1. Composés phénoliques ou polyphénols	7
I.5.2. Terpènes et stéroïdes.....	8
I.5.3. Alcaloïdes	12
I.5.4. Les huiles essentielles	14
I.6. Précautions.....	14
Chapitre II. Présentation de l'espèce étudiée	16
II.1. Présentation de l'espèce.....	16
II.2. Répartition géographique	17
II.3. Famille des lamiacées.....	18
II.4. Genre <i>Rosmarinus</i>	18
II.4.1. Variété	18
II.5. Description et caractères botanique de l'espèce <i>Rosmarinus Eriocalyx</i>	18
II.5.1. Appareil végétatif	19
II.6. Classification botanique	21

II.7. Appellation	21
II.8. Culture	22
II.9. Diverses utilisations du <i>Rosmarinus Eriocalyx</i>	22
Chapitre III. Composition chimique et activités biologiques de l'espèce <i>Rosmarinus eriocalyx</i> .	27
III.1. Composition chimique	27
III.2. Activités biologiques.....	31
III.2.1. Activité anti-oxydante	31
III.2.2. Activité antibactériennes	32
III.2.3. Activités anti-inflammatoires	33
Conclusion.....	35
Références bibliographiques	36

ملخص

نبات الإكليل الجبلي *Rosmarinus eriocalyx* هو شجيرة تنتمي إلى عائلة الشفويات، والتي تضم نوعين؛ *R. eriocalyx* و *R. officinalis* واللذان يختلفان من الناحية المورفولوجية من حيث ارتفاع الجذع، وطول وحجم الأوراق، وبشكل أساسي من حيث قلبة الزهرة التي تكون مغطاة بالشعر عند *R. eriocalyx* مما يبرز اسمه *eriocalyx*. الإكليل الجبلي نبات أصلي من حوض البحر الأبيض المتوسط والنوع *R. eriocalyx* خاص بالجزائر. يُستخدم كلا النوعين لتعطير الحساء واللحوم واستخدامهما كعلاج تقليدي. هدفنا في هذا العمل هو إعداد ملخص بيليوغرافي حول الإثنوبوتانيك للنوع *R. eriocalyx*، والأبحاث التي أجريت حول تحديد الخصائص الكيميائية والبيولوجية لهذا النوع. وبناءً على الدراسات الإثنوبوتانيكية حول هذا النبات، يتم استخدام الجزء الهوائي لهذا النبات داخلياً على شكل شاي لتخفيف الصداع أو الالتهابات التنفسية، والإنفلونزا وأيضاً كمضاف غذائي، وخارجياً على شكل زيوت لآلام العضلات والروماتيزم. فيما يتعلق بالتركيب الكيميائي للنوع *R. eriocalyx*، تم تحديده في السنوات الأخيرة بواسطة أساليب حديثة مثل NMR و HPLC التي تسمح بتحديد المكونات الرئيسية: المركبات الفينولية، غنية بالفلافونويدات، الفلافونولات، حمض الروزمارينيك، حمض الكارنوسيك والكارنوسول. حمض البتولينيك هو أكثر التيربينات وفرة. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد 39 مركباً طارداً للروائح، حيث تكون المونوتيربينويدات هي المركبات الرئيسية مثل الكافور. تمنح هذه المكونات خصائص مضادة للأوكسدة ومضادة للميكروبات ومضادة للالتهابات. لذا يمكننا القول إن الإكليل الجبلي *R. officinalis* يُستخدم ويعرف بشكل أوسع لاستخداماته في المطبخ وعلاج الأعشاب، بينما يكون الإكليل الجبلي *R. eriocalyx* أقل انتشاراً ولكن لديه خصائص مماثلة من حيث الأنشطة البيولوجية.

الكلمات الرئيسية: إثنوبوتانيك. أنشطة بيولوجية، تركيب كيميائي، *R. Rosmarinus eriocalyx*، *officinalis*.

Abstract

Rosmarinus eriocalyx is a shrub belonging to the *Lamiaceae* family, which includes two species; *R.eriocalyx* and *R.officinallis*, differing morphologically in terms of stem height, leaf length and size, and primarily by the flower calyx which is hairy in *R.eriocalyx*, hence its name *eriocalyx*. Rosemary is a plant native to the Mediterranean basin and the species *R.eriocalyx* is endemic to Algeria. Both species are used to flavor soups, meats, and as a traditional remedy. The objective of our work is to establish a bibliographic synthesis on the ethnobotany of the species *R.eriocalyx*, and the research conducted on identifying the chemical and biological characteristics of this species. According to ethnobotanical studies on this plant, its aerial parts are used internally in the form of teas to relieve headaches or respiratory infections, influenza, and also as a food additive, while externally as oils for muscular pains and rheumatism. Regarding the chemical composition of *R.eriocalyx*, it has been determined in recent years by modern methods such as NMR and HPLC, allowing the identification of main constituents: phenolic compounds, rich in flavonoids, flavonols, rosmarinic acid, carnosic acid, and carnosol. *Betulinic* acid is the most abundant terpene. Additionally, 39 volatile compounds have been determined, with monoterpeneoids being the main compounds such as camphor. These components confer antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. Therefore, it can be said that *R.officinallis* is more widely used and known for its uses in cooking and phytotherapy, while *R.eriocalx* is less common but possesses similar properties in terms of biological activities.

Keywords: Ethnobotany, Biological activities, Chemical composition, *Rosmarinus eriocalyx*, *R.officinallis*.

Résumé

Rosmarinus eriocalyx est un arbrisseau appartenant à la famille des lamiacées, qui regroupe deux espèces ; *R.eriocalyx* et *R.officinallis* qui se diffèrent sur le plan morphologique par la hauteur de l'essence, la longueur et la taille des feuilles et principalement par le calice de la fleur qui est poilu chez *R.eriocalyx* d'où il porte la nomination *eriocalyx*. Le romarin est une plante originaire du bassin méditerranéen et l'espèce *R.eriocalyx* est endémique en Algérie. Les deux espèces sont utilisées pour parfumer les soupes, les viandes et utilisé comme un remède traditionnel. L'objectif de notre travail est d'établir une synthèse bibliographique sur l'ethnobotanique de l'espèce *R.eriocalyx*, et les travaux réalisés sur l'identification des caractéristiques chimiques et biologiques de cette espèce. D'après les études ethnobotaniques sur cette plante la partie aérienne de cette dernière est utilisée en usage interne sous forme des tisanes pour soulager les maux de tête ou les infections respiratoires, la grippe et aussi comme additif alimentaire, l'usage externe sous forme des huiles pour les douleurs musculaires et rhumatisme. Concernant la composition chimique de *R.eriocalyx* a été déterminée ces dernières années par des méthodes récentes telle que NMR et HPLC permettant d'identifier les constituants principales : Composés phénoliques, riche en flavonoides, flavonols, l'acide rosmarinique, l'acide carnosique et le carnosol. L'acide bétulinique est le terpène le plus abondant. En plus 39 composés volatiles sont déterminés, les monoterpénoides sont les principaux composés comme le camphre. Ces composant lui confèrent des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Donc on peut dire que *R.officinalis* est plus largement utilisé et connu pour ses usages en cuisine et en phytothérapie, tandis que le *R.eriocalyx* est moins répandu mais possède des propriétés similaires en termes d'activités biologiques.

Mots clés: Ethnobotanique. Activités biologiques, composition chimique, *Rosmarinus eriocalyx*, *R. officinalis*.

Liste des abréviations

HES: Huiles Essentielles.

TCK: temps de céphaline kaolin.

MS: métabolisme secondaire.

DHF: dihydrofolate.

E.Coli: *EscherichiaColi*.

OMS: organisation mondiale
de laSanté.

µl: Microlitre.

PPP: Plasma pauvre en plaquettes.

C°: Degré de lssuce.

FeCl3:Chlorure
ferrique.

DDPH :Diphényl-1-picrylhydrazyle

FRAP: Capacité de Réduction du Fer dans le Plasma

ABTS: acide 2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfon

Liste des figures

Figure 1. Structure de base des flavonoïdes	8
Figure 2. Représentation des structures des terpènes et des terpénoïdes.	10
Figure 3. Différentes structures des monoterpènes	10
Figure 4.: Différentes structures des sesquiterpènes	11
Figure 5. Structure des composés aromatiques dérivés de phénylpropane	12
Figure 6. Distribution géographique de Rosmarinus Eriocalyx	17
Figure 7. La plante Rosmarinus eriocalyx	19
Figure 8. Racine de Rosmarinus Eriocalyx L.	19
Figure 9. Tige principale et rameau feuillé à fleurs du romarin	20
Figure 10. Feuille de Rosmarinus eriocalyx	20
Figure 11. Fleur de l'espèce Rosmarinus eriocalyx	21

Listes des tableaux

Tableau 1. Classification botanique de <i>Rosmarinus eriocalyx</i> L.	21
Tableau 2. Utilisations des différentes parties de la plante de romarinus <i>Eriocalyx</i>	24
Tableau 3. Résumé des résultats de l'enquête ethnobotanique du romarin	25

Introduction

Introduction

Depuis des millénaires, l'humanité a utilisé diverses plantes de son environnement pour traiter et soigner une multitude de maladies (Zeghad, 2009). Ces plantes constituent un patrimoine sacré et précieux, offrant une solution naturelle pour fournir à l'organisme les substances nécessaires au maintien de son équilibre vital. Aujourd'hui, selon les estimations de l'OMS, plus de 80 % de la population mondiale, en particulier dans les pays en développement, recourent aux traitements traditionnels pour répondre à leurs besoins de santé et de soins primaires. **(Ali et al., 2013).**

Les plantes peuvent produire un grand nombre de métabolites secondaires (Polyphénols, Alcaloïdes, Terpènes...etc)(Fraga,2007). Ces métabolites comprennent de nombreuses classes de composés allant des acides phénoliques simples aux flavonoïdes complexes qui ont de nombreux usages dans l'industrie cosmétique, agroalimentaire et pharmaceutique. Ils sont connus par leur large gamme d'activités biologiques, y compris la propriété anticancéreuse, anti-oxydants, anti-inflammatoires et notamment antimicrobiennes **(Hogan et Kolter, 2002)**

En phytothérapie, l'effet de nombreuses plantes médicinales est attribué en tout ou partie aux composés phénoliques dans ces plantes. Ces substances possèdent un large éventail d'activités biologiques in vitro qui les rendent bénéfiques aux santé humaine telles que l'effet antithrombotique, antiagrégant plaquettaire, anti-inflammatoire **(Boskou, 2009).**

Grâce à sa position biogéographique, l'Algérie bénéficie d'une grande diversité écologique et floristique, constituant un véritable réservoir phytogénétique avec environ 3000 espèces appartenant à diverses familles botaniques. Parmi ces espèces végétales, le romarin pousse à l'état sauvage dans les zones littorales proches de la mer, ainsi que dans les régions sèches et arides, telles que les Aurès et même le Sahara. **(Beniston, 1982).**

Rosmarinus Eriocalyx L. Le romarin fait partie des plantes médicinales utilisées depuis l'Antiquité et a su conserver sa place dans l'inventaire des remèdes des praticiens de tout le bassin méditerranéen au fil des siècles (Claire, 1994). Aujourd'hui, le romarin est l'une des plantes médicinales les plus précieuses pour la protection et la conservation de la santé. Il est apprécié pour ses propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, antispasmodiques, emménagogues et antitumorales, et est largement utilisé dans les produits pharmaceutiques et la médecine traditionnelle. **(Atiket al., 2007).**

Ce mémoire de fin d'études vise à faire une recherche bibliographique sur l'ethnobotanique, composition chimique et propriétés pharmacologiques de l'espèce *Rosmarinus Eriocalyx*.

Pour cela nous avons adopté les démarches suivantes :

- Chapitre I : L'intérêt des plantes médicinales et la phytothérapie.
- Chapitre II : Présentation de l'espèce étudiée ; description botanique, classification, usage traditionnel et moderne.
- Chapitre III : Composition chimique et propriétés pharmacologiques de l'espèce étudiée.

Enfin, nous finissons la présente étude par une conclusion générale.

Chapitre I

Les plantes médicinales

Chapitre I. Les plantes médicinales

I.1. Généralités

Les plantes médicinales sont des plantes utilisées à des fins médicinales, soit pour traiter des maladies, soulager des symptômes ou améliorer la santé générale. Elles sont souvent utilisées dans la médecine traditionnelle et alternative, ainsi que dans certaines pratiques de médecine moderne. Certaines plantes médicinales sont connues depuis des millénaires et sont utilisées dans diverses cultures à travers le monde.

Il est important de noter que bien que les plantes médicinales puissent offrir des bienfaits pour la santé, leur utilisation doit être effectuée avec précaution. Certaines plantes peuvent avoir des effets secondaires indésirables ou interagir avec d'autres médicaments. Il est donc conseillé de consulter un professionnel de la santé avant de commencer tout traitement à base de plantes médicinales, surtout si vous prenez déjà d'autres médicaments ou si vous avez des conditions médicales préexistantes.

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et la survie de l'humanité. Le romarin est une plante domestique commune cultivée dans de nombreuses régions du monde. Il est largement répandu en Algérie (**Boutekedjiret et al., 2003**). Il est essentiellement utilisé en médecine traditionnels, cosmétique et phytopharmacie (**Boutabia.L et al., 2016**).

Les plantes médicinales sont des substances végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**Farnsworth et al., 1986**). Utilisées depuis l'Antiquité pour soulager et guérir diverses maladies, leurs propriétés thérapeutiques proviennent de la présence de centaines, voire de milliers de composés naturels bioactifs appelés métabolites secondaires (**Sefi et al., 2010**). Environ 35 000 espèces de plantes sont employées dans le monde à des fins médicinales, constituant ainsi le plus large éventail de biodiversité utilisé par l'humanité (**Elqaj et al., 2007**).

Les plantes médicinales jouent un rôle essentiel dans la recherche pharmacologique et le développement de médicaments. Elles sont importantes non seulement pour l'utilisation directe de leurs constituants en tant qu'agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments et comme modèles pour des composés pharmacologiquement actifs. (**Decaux, 2002**).

Les plantes médicinales occupent une place cruciale dans la recherche pharmacologique et le développement de nouveaux médicaments. Leur importance réside non seulement dans

l'utilisation directe de leurs composés en tant qu'agents thérapeutiques, mais également en tant que matières premières pour la synthèse de médicaments et comme modèles pour des substances pharmacologiquement actives (**Decaux, 2002**).

Une plante médicinale se définit comme une plante exploitée pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine ou animale. Autrefois dénommées « simples » durant le Moyen Âge en médecine médiévale, elles sont aujourd'hui associées aux produits issus de la phytothérapie, qu'elle soit traditionnelle ou moderne.

Il est rare d'utiliser une plante entière ; habituellement, seules certaines parties spécifiques de la plante sont employées, chacune ayant des usages particuliers : rhizome (gingembre), bulbe (scille), racine (angélique), parties aériennes (ortie), tige (prêle), écorce (cannelle), bourgeon (pin), feuille (sauge), sommité fleurie (salicaire), fleur (violette), pétale (coquelicot), fruit (fenouil), graine (lin), tégument de graine (ispaghul), exsudat de la plante (gomme arabique, myrrhe), et thalle des algues (goémon). Les différentes parties d'une même plante peuvent également avoir des usages divers, comme c'est le cas pour l'aubier et l'inflorescence du tilleul.

Certaines plantes possédant des propriétés médicinales peuvent également être utilisées comme aliments, condiments, ou encore pour la préparation de boissons hygiéniques. Depuis l'Antiquité, la théorie des signatures, systématisée au XVI^e siècle, a joué un rôle important pour identifier par analogie les plantes nécessaires à la guérison humaine, bien que cette théorie ait été largement contestée dès le XVII^e siècle et complètement abandonnée par la communauté scientifique au Siècle des Lumières.

Selon les données de l'OMS, 14 à 28 % des plantes dans le monde sont répertoriées comme ayant un usage médicinal. Des enquêtes réalisées au début du XXI^e siècle révèlent que 3 à 5 % des patients des pays occidentaux, 80 % des populations rurales des pays en développement et 85 % des populations au sud du Sahara utilisent les plantes médicinales comme principal traitement.

I.2. Définition

Une plante médicinale est aujourd'hui définie par la pharmacopée française comme une « drogue végétale » selon la pharmacopée européenne, dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Une « drogue végétale » est une plante ou une partie de plante, utilisée soit à l'état frais, soit, le plus souvent, sous forme desséchée.

La pharmacopée chinoise privilégie l'usage préventif des plantes médicinales dans une approche holistique fondée sur les énergies.

Selon l'Académie nationale de médecine, le terme « drogue végétale » ou « drogue » désigne historiquement une matière première naturelle utilisée pour la fabrication de médicaments. De nos jours, cette expression étant ambiguë, certains proposent de la remplacer par « partie de plante utilisée » dans le contexte des plantes médicinales.

I.3. Historique

L'utilisation des plantes médicinales remonte à 5 000 ans av. J.-C. en Chine. En Mésopotamie et en Égypte, des tablettes cunéiformes et des papyrus témoignent de leur usage. Dans le monde occidental, l'intérêt pour les remèdes à base de plantes a été marqué par les observations cliniques d'Hippocrate. Théophraste, Aristote, Plin l'Ancien et Dioscoride ont ensuite approfondi les connaissances sur les plantes et leurs propriétés. L'ouvrage de Dioscoride, "De materia medica" (Ier siècle av. J.-C.), décrit plus de cinq cents plantes et leur utilisation. Galien, médecin de Marc-Aurèle, et considéré comme le fondateur de la pharmacie, a également contribué de manière significative à ce domaine.

L'élargissement des routes commerciales vers l'Inde et l'Asie ainsi que la diffusion de la culture arabe ont considérablement enrichi l'arsenal thérapeutique végétal. La découverte du Nouveau Monde et la diversité de sa flore ont eu un impact significatif sur l'alimentation (pomme de terre, tomate, maïs) et sur la pharmacopée (ipéca, quinquinas, baumes). Grâce aux avancées de la botanique systématique, notamment avec les contributions de Carl von Linné, Jussieu et d'autres scientifiques, la première édition de la Pharmacopée française a vu le jour en 1818. Les chimistes ont alors réussi à isoler de nombreuses molécules importantes: morphine (1817), codéine (1832), acide salicylique, et plus tard quinine, strychnine, colchicine, cocaïne, éserine.

Les avancées en physiologie et en pharmacologie ont permis de comprendre les mécanismes d'action de ces substances naturelles. Ces dernières décennies, la compréhension des relations entre la structure moléculaire et l'activité biologique a conduit à la conception et la fabrication de médicaments synthétiques améliorés avec moins d'effets indésirables. Aujourd'hui, les inventaires systématiques, les enquêtes ethnobotaniques, l'extension de la recherche aux champignons (sources d'antibiotiques) et les organismes marins et les puissantes techniques de criblage à haut débit permettent de sélectionner des substances prometteuses. Certaines de ces substances se transforment (ou se transformeront) en médicaments, dévoilent des mécanismes d'action inédits et ouvrent de nouvelles voies de synthèse. Les dérivés de l'artémisinine, paclitaxel, docétaxel et ixabépilone illustrent l'importance des substances naturelles en thérapeutique.

Parallèlement, l'approfondissement des connaissances sur les plantes utilisées traditionnellement, ainsi que l'amélioration des techniques de production et de contrôle, renforcent leurs qualités. L'évaluation clinique de leurs effets permet de mieux comprendre leur rôle dans l'arsenal thérapeutique, tout en présentant généralement un risque limité.

I.4. Phytothérapie (médicaments à base de plantes)

Aujourd'hui, la thérapeutique continue de recourir aux plantes de deux façons :

1 .L'extraction industrielle de substances naturelles pures est souvent réalisée pour des indications thérapeutiques essentielles telles que la prise en charge de la douleur (comme la morphine), le traitement des cancers (comme le paclitaxel, la vinblastine), ou encore le traitement du paludisme (comme l'artémisinine).

2. Actuellement, la phytothérapie propose une gamme de traitements, qu'ils soient utilisés sous leur forme naturelle ou sous forme de médications familiales simples ou plus innovantes telles que des poudres ou des extraits. Ces traitements sont généralement destinés à des pathologies mineures ou à une thérapeutique d'appoint. Bien que souvent classée comme une "médecine douce", la phytothérapie jouit d'une popularité considérable. Après une évaluation clinique approfondie et dans le cadre d'une balance bénéfices-risques favorable, divers médicaments de phytothérapie offrent une option parmi d'autres pour traiter certaines affections courantes.

En France, depuis les années 1980, les médicaments à base de plantes bénéficient d'une Autorisation de mise sur le marché (AMM) dite « allégée », assurant au consommateur des garanties de qualité et de sécurité. Cette AMM est délivrée sur la base d'un dossier de demande qui, pour 192 plantes d'usage bien établi figurant sur une liste positive, peut être abrégé (notamment exempté de certains ou de tous les essais pharmaco-toxico-cliniques).

Ces médicaments à base de plantes sont destinés à être utilisés sans intervention médicale et doivent être administrés selon un dosage et une posologie spécifiée, par voie orale, externe ou par inhalation. L'indication thérapeutique, strictement formulée, doit être précédée de la mention « traditionnellement utilisé dans » pour indiquer que ces indications n'ont pas été formellement prouvées.

Depuis la directive européenne de 2004 (2004/24/CE), la procédure simplifiée a été remplacée par un « enregistrement de l'usage traditionnel ». La transposition de cette directive étend la procédure à tous les médicaments traditionnels à base de plantes. Cette même directive a également créé, au sein de l'Agence européenne du médicament, un Comité européen des médicaments à

base de plantes (HMPC), chargé de rédiger des monographies pour faciliter l'obtention des enregistrements.

Ces documents, disponibles en ligne après un débat public avant leur adoption, constituent des références pour tous ceux qui s'intéressent aux plantes médicinales.

I.5. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont extrêmement variés, avec plusieurs dizaines de milliers d'entre eux déjà décrits. Ils sont généralement regroupés en trois catégories principales : les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes, ainsi que les alcaloïdes. En plus de ces catégories, on trouve également divers composés simples dérivés de l'altération des acides aminés, des acides gras ou des sucres simples. Par exemple, les composés soufrés actifs de l'ail ou les alcanols du prunier d'Afrique.

I.5.1. Composés phénoliques ou polyphénols

Les spécialistes classent les polyphénols en fonction de leur mode de biosynthèse et de leur structure. Les principaux composés phénoliques végétaux sont :

- des phénols et acides-phénols simples, souvent fortement antioxydants (romarin), parfois antibactériens urinaires (arbutoside de la busserole), analgésiques et anti-inflammatoires (saule) ou stimulants de la sécrétion biliaire (feuille d'artichaut) .
- des coumarines comme celles qui confèrent aux extraits de mélilot des propriétés anti-œdémateuses ou comme les furanocoumarines photosensibilisantes (grande berce, figuier, céleri) .
- des lignanes comme ceux de la podophylle qui servent à préparer des médicaments antitumoraux .
- des dérivés phénylpropaniques comme ceux, anti-vomitifs, du gingembre ou ceux, anxiolytiques, du kava .
- des flavonoïdes et composés apparentés (anthocyanes) utilisés, ainsi que les plantes qui en contiennent, dans l'insuffisance veinolymphatique, en dépit d'une efficacité marginale Ils participent aussi aux propriétés du Ginkgo biloba. C'est aussi dans ce groupe que l'on classe les isoflavonoïdes, en particulier les isoflavones, plus connues sous le nom de phytoestrogènes, et présentées, sans preuve solide, comme entre autres propriétés susceptibles de diminuer faiblement la fréquence des bouffées de chaleur liées à la ménopause.
- des tanins, responsables de l'activité antidiarrhéique de nombreuses plantes d'usage

traditionnel. On classe dans ce groupe les proanthocyanidols (proanthocyanidines) qui confèrent à l'aubépine son activité sur les palpitations cardiaques et au jus des fruits de la canneberge à gros fruits (*alias* cranberry), son activité bactériostatique qui peut diminuer la fréquence des récurrences d'infection bactérienne .

- des quinones, naphthoquinones comme la juglone antibactérienne de la feuille de noyer et, surtout, anthraquinones qui sont des laxatifs drastiques dont l'usage, déconseillé, doit être limité dans le temps : séné, bourdaine, aloès, etc.
- des terpénophénols, comme le tétrahydrocannabinol du cannabis ou comme l'hyperforine, qui est sans doute la substance responsable des propriétés antidépressives assez largement reconnues au millepertuis.

Les flavonoïdes sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV et les attaques microbiennes (**Bruneton, 2015**). Ces molécules ont un poids moléculaire faible, représentées par 15 atomes de carbones arrangés comme suit : C₆-C₃-C₆ composés de deux noyaux aromatiques A et B, liés par un pont de 3 carbones souvent sous forme d'un

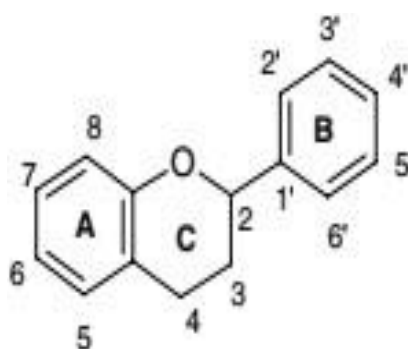


Figure 1. Structure de base des flavonoïdes (Nagendran, 2006).

I.5.2. Terpènes et stéroïdes

Les terpènes, dérivés formellement de l'isoprène (C₅H₈), se distinguent par le nombre d'unités isopréniques qui les composent, noté n: (C₅H₈)_n. Les principaux types de terpènes présents dans les végétaux sont les suivants :

-Monoterpènes ($n = 2$): Ces composés sont volatils et représentent les principaux constituants des huiles essentielles. Ils confèrent aux plantes une grande variété d'odeurs caractéristiques, telles que l'anis, le basilic, la cannelle, la livèche, la marjolaine, le thym, la verveine, etc. Les monoterpènes sont responsables des multiples propriétés des huiles essentielles et des plantes qui les renferment, comme leurs effets antiseptiques (comme le cinéole de l'eucalyptus), antispasmodiques (comme le menthol des menthes), etc. Certains monoterpènes non volatils pourraient également contribuer aux propriétés anti-inflammatoires de certaines plantes, comme les iridoïdes présents dans la racine d'harpagophyton. D'autres monoterpènes sont connus pour leurs propriétés insecticides, tels que les pyréthrine issues du pyrèthre de Dalmatie.

-sesquiterpènes ($n = 3$): Ces composés sont formés de trois unités isopréniques. Certains sesquiterpènes sont volatils et font partie des huiles essentielles. Par exemple, l'artémisinine, un sesquiterpène lactonique non volatil extrait d'une variété d'armoise, est devenue un traitement de référence du paludisme, lorsqu'elle est associée à d'autres antipaludéens.

certaines huiles essentielles renferment préférentiellement des composés phénoliques volatils : eugénol (girofle), anéthole (anis, fenouil), etc. Certains d'entre eux sont cancérigènes (safrole, estragole).

-Les diterpènes ($n = 4$) sont des composés présents dans des plantes comme le gattilier, utilisé pour soulager les règles douloureuses. Leur diversité fonctionnelle est remarquable : ils peuvent être hallucinogènes (comme la salvinorine de la sauge des devins), agir comme des antihypertenseurs, des insecticides, des antioxydants (comme dans le romarin) ou même être cytotoxiques. Un exemple notable est le taxol (paclitaxel), un amide diterpénique antitumoral dérivé des ifs, largement employé en cancérologie.

-Les triterpènes ($n = 6$) sont principalement présents dans les plantes médicinales. Les saponosides, également appelés saponines, sont les plus courants parmi eux. Ce sont des glycosides d'une génine triterpénique (ou, plus rarement, stéroïdique). Des exemples incluent la glycyrrhizine anti-inflammatoire de la racine de réglisse, ainsi que d'autres composés actifs trouvés dans le fragon, le ginseng, etc. Leur capacité à produire de la mousse (sapo : savon, en latin) les rend utiles dans la fabrication de produits tels que les shampooings (par exemple, le bois de Panama). Il est à noter que tous les triterpènes ne sont pas des saponosides.

-Les caroténoïdes ($n = 8$), comme le lycopène de la tomate ou la capsanthine du piment, sont également dérivés de l'isoprène et sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et leur rôle dans la coloration des plantes.

-Les stéroïdes ont une structure similaire à celle des triterpènes et comprennent des composés

comme la digoxine des digitales, ayant des effets cardiotoniques, ainsi que des phytostérols, tels que le sitostérol, qui sont connus pour abaisser le taux de cholestérol.

Les huiles essentielles sont composées d'un certain nombre de composés terpéniques, généralement les plus volatils et de masse moléculaire relativement basse. Ces constituants proviennent de l'isoprène, répondant à la formule générale $(C_5H_8)_n$, et sont également appelés isoprénoïdes ou terpénoïdes. Le terme "terpénoïde" englobe à la fois les terpènes oxygénés et non oxygénés, tandis que le terme "terpène" ne prend pas en compte la présence d'oxygène. (Baser et Buchbauer, 2010).

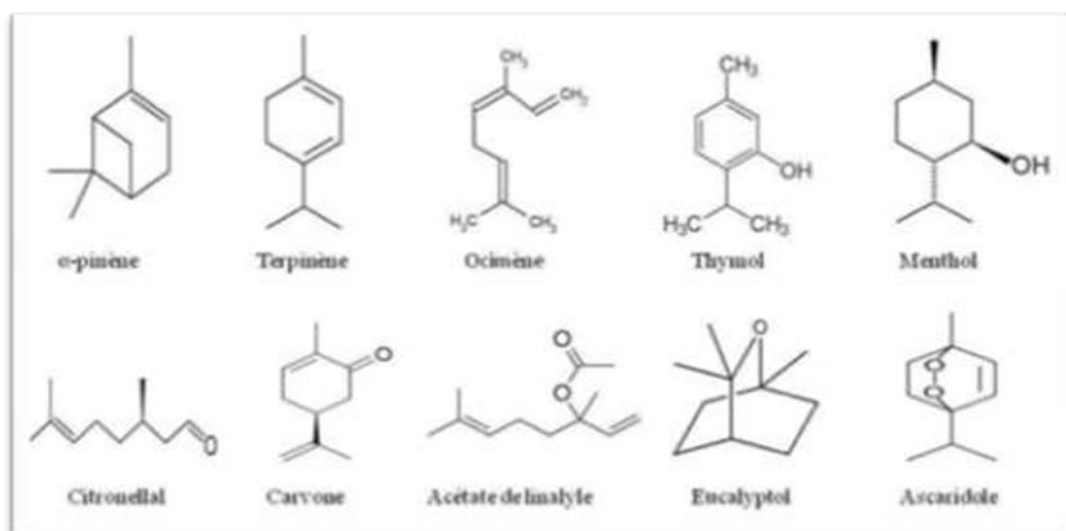


Figure 2.Représentation des structures des terpènes et des terpénoïdes (Fillatre,2011).

❖ Monoterpenes

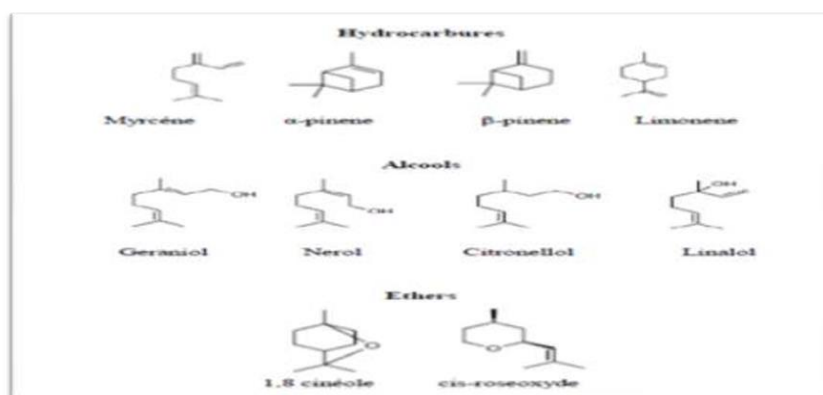


Figure 3. Différentes structures des monoterpènes (Baser etBuchbauer, 2010inOuibrahim 2015)

Les monoterpènes se présentent sous différentes structures, notamment acycliques, monocycliques ou bicycliques. Parmi les exemples d'acycliques, on trouve le myrcène et l'ocimène. Les structures monocycliques ou bicycliques incluent les pinènes, le 3-carène, le camphène et le sabinène. En raison de la réactivité des cations intermédiaires formés à partir de ces monoterpènes, ils peuvent se lier à diverses molécules pour former une grande variété de composés. **(Bruneton, 2008).**

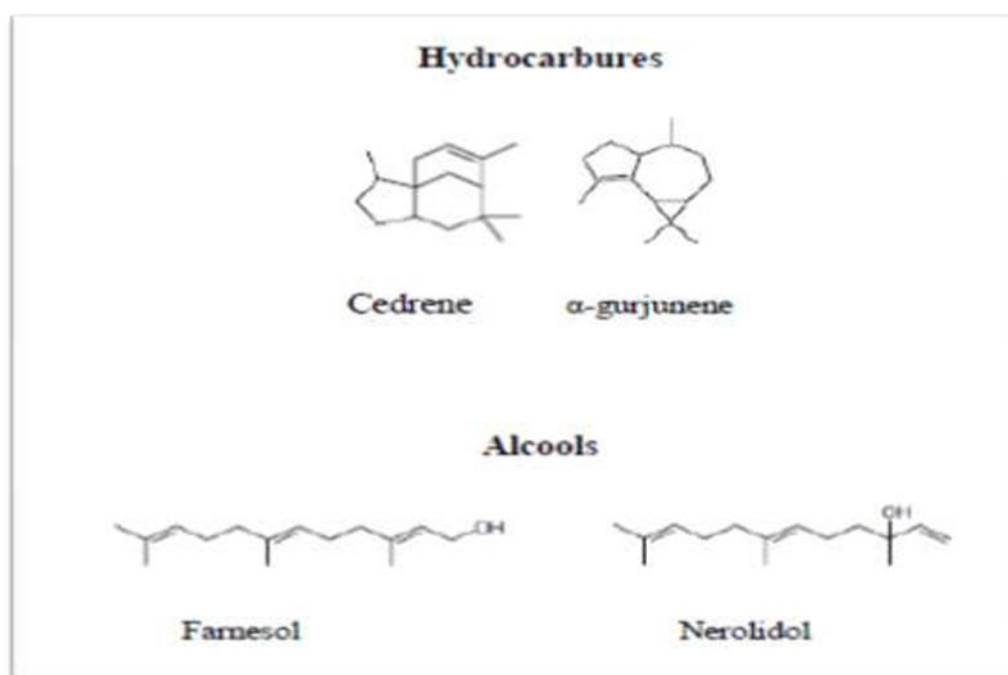


Figure 4.: Différentes structures des sesquiterpènes **(Baser et Buchbauer, 2010)**

Les sesquiterpènes sont constitués de trois unités isopréniques ($C_{15}H_{24}$) assemblées, ce qui en fait la classe la plus diversifiée des terpènes. Elle comprend plus de 3000 molécules différentes, telles que le β -caryophyllène, le β -bisabolène, l' α -humulène, l' α -bisabolol et le farnésol. On trouve également des dérivés méthoxylés, tels que l'anéthole, l'élémicine, l'estragole, le méthyleugénol, ainsi que des composés de dioxyméthylène comme l'apiol et la myristicine. **(Bruneton, 2008).**

❖ Composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Les huiles essentielles sont principalement composées de dérivés de phénylpropane (C_6-C_3), bien moins fréquents que les terpènes. Parmi ces composés, on retrouve des phénols tels que le chavicol et l'eugénol, des aldéhydes comme le cinnamaldéhyde, des alcools comme l'alcool cinnamique,

des dérivés méthoxy tels que l'anéthol et l'estragol, ainsi que des dérivés de méthylène dioxy comme la myristicine et le safrole (Bakkali et al., 2008). Pour une illustration des structures moléculaires, veuillez-vous référer à la Figure.

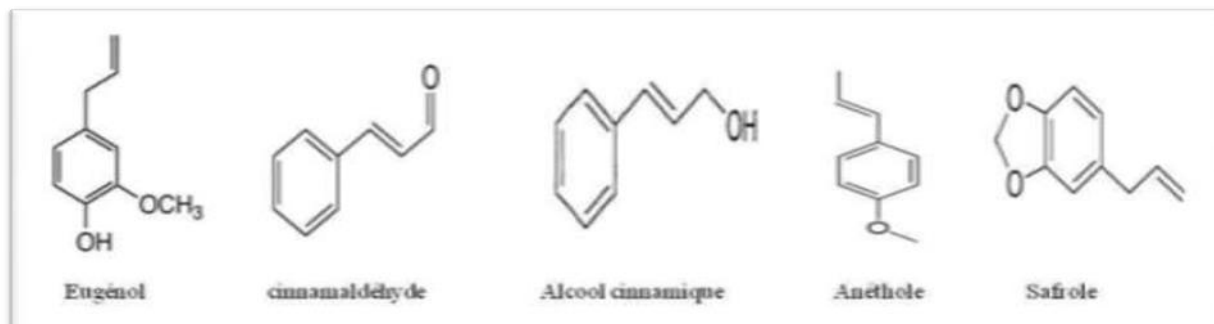


Figure 5. Structure des composés aromatiques dérivés de phénylpropane (Fillatre, 2011)

I.5.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes se caractérisent par la présence d'au moins un atome d'azote. En conséquence, ils sont généralement des bases trouvées dans les plantes sous forme de sels. À l'exception de ceux qualifiés parfois de pseudo-alcaloïdes (comme la solanine ou la coniine), ils proviennent du métabolisme des acides aminés. L'atome d'azote des vrais alcaloïdes est intégré dans un cycle (amines secondaires, tertiaires ou, plus rarement, ammoniums quaternaires). Il existe des milliers d'alcaloïdes dans les plantes, dont la majorité possèdent des propriétés pharmacologiques prononcées, rendant beaucoup d'entre eux toxiques (tels que l'aconitine et la strychnine).

Actuellement, de nombreux alcaloïdes sont extraits des plantes, purifiés, et utilisés en thérapeutique : l'atropine provenant des Brugmansia et Duboisia, la morphine et la codéine du pavot à opium, la quinine des quinquinas, et la vinblastine de la pervenche de Madagascar, entre autres. Plusieurs sont également modifiés chimiquement pour obtenir des substances avec des activités différentes : par exemple, la nalorphine et la vinorelbine. Certains alcaloïdes ont même conduit à la création de familles de médicaments synthétiques : les anticholinergiques inspirés de l'atropine, les anesthésiques locaux dérivés de la cocaïne, les anticholinestérasiques, et les analgésiques (morphine → péthidine → fentanyl → méthadone, etc.). D'autres alcaloïdes servent uniquement de matières premières pour la fabrication de médicaments (par exemple, la thébaïne du pavot utilisée pour produire la buprénorphine et la naltrexone). Les plantes contenant des alcaloïdes sont très rarement utilisées à l'état naturel. Le nombre de plantes employées sous cette forme ou en phytothérapie est très limité : boldo, fumeterre, thé, coquelicot, etc.

Les spécialistes classifient les alcaloïdes en fonction de l'acide aminé à partir duquel la plante les synthétise (ornithine, lysine, phénylalanine/tyrosine, tryptophane, etc.). Le précurseur et le mécanisme de formation de l'hétérocycle déterminent l'existence de nombreux groupes structuraux tels que (liste non exhaustive) :

- Les pyrrolizidines, comme les alcaloïdes hépatotoxiques de la consoude, ou les quinolizidines présents dans les graines toxiques de cytise ou de genêt.
- Les tropanes, tels que l'atropine ou la cocaïne issue des feuilles de coca.
- Les pyridines, comme la nicotine.
- Les isoquinoléines, qui peuvent être simples (éphédrine, analogue des amphétamines et de l'adrénaline), doubles (composants des curares d'Amérique du Sud, aujourd'hui remplacés en anesthésiologie par des analogues synthétiques), ou polycycliques (morphine, galantamine utilisée pour la démence de type Alzheimer, etc.).
- Les tropolones, comme la colchicine, utilisée contre la goutte.
- Les indoles, qui peuvent être simples et souvent hallucinogènes (ayahuasca, champignons), ou complexes et antihypertenseurs ou antitumoraux (vinblastine, vincristine), ainsi que présents dans les champignons (ergotamine).
- Les quinoléines, comme la quinine antimalarique.
- Les purines, telles que la théophylline (utilisée pour l'asthme) et la caféine.
- Les imidazoles.
- Les alcamines, des molécules terpéniques contenant de l'azote, comme l'aconitine (utilisée encore en médecine chinoise) et la solanine toxique des Solanacées.

Il est à noter que les plantes contenant des alcaloïdes sont souvent responsables d'intoxications aiguës (aconit, ciguës comme Conium et Cicuta, colchique, stramoine comme Datura) ou chroniques (séneçons, consoude, astragales, principalement chez les herbivores).

On trouve également dans ce groupe :

- Des dérivés du métabolisme des sucres : acides organiques du karkadé, acide ascorbique (ou vitamine C) des cynorhodons de l'égantier, polyols (maintenant obtenus par synthèse), etc.

- Des dérivés apparentés aux lipides : dérivés polyacétyléniques des échinacées — dont l'efficacité est discutée, alcanols et autres composés des extraits de *Serenoa* et *Prunus africana* utilisés dans le traitement symptomatique de l'hypertrophie bénigne de la prostate.
- Des dérivés du métabolisme des acides aminés : glucosinolates (des glycosides soufrés) de l'herbe aux chantres, et autres composés soufrés de l'ail (ayant un effet modeste sur l'hypertension).

I.5.4. Les huiles essentielles

L'huile essentielle est définie comme « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydro-distillation » **(AFNOR, 1980)**.

I.5.4.1. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles sont répandues dans tout le règne végétal, mais elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles telles que les Lamiacées, les Conifères, les Rutacées, les Apiacées, les Myrtacées et les Poacées (Lakhdar, 2015). Elles se trouvent dans divers organes producteurs végétaux, variant selon la plante et la région de production (Lamendin, 2004), notamment dans les sommités fleuries (par exemple : lavande, menthe), les racines ou rhizomes (par exemple : vétiver, gingembre), les écorces (par exemple : cannelle), le bois (par exemple : camphrier), les fruits (par exemple : citron) et les graines (par exemple : muscade). Ces huiles essentielles sont contenues dans des structures spécialisées telles que les poils, les canaux sécréteurs et les poches. **(Couic-M et Lobstein, 2013)**.

I.5.4.2. Composition chimique des huiles essentielles

D'un point de vue chimique, les huiles essentielles sont des mélanges de structures extrêmement complexes, pouvant contenir plus de 300 composés différents. La plupart de ces substances sont des molécules très volatiles, appartenant principalement à la famille des terpènes, notamment les monoterpènes comme le myrcène, le β -pinène et le γ -terpinène, ainsi que les sesquiterpènes tels que le β -caryophyllène, l' α -humulène et le β -bisabolène. **(Croteau et al., 2000)**.

I.6. Précautions

Certaines plantes renferment des principes actifs d'une puissance extrême, tandis que d'autres sont toxiques même à de faibles doses. Le simple fait d'utiliser des plantes ne garantit pas leur innocuité : la culture ou l'utilisation de certaines d'entre elles est même interdite dans certains pays. Par exemple, la culture du pavot est réglementée en France et réservée exclusivement à

l'industrie pharmaceutique. Environ 5 % des cas d'intoxications recensées en France sont attribuables aux plantes, parfois dues à des préparations phytothérapeutiques telles que les aconits.

La pharmacologie reconnaît les effets bénéfiques de certaines plantes et s'efforce donc d'extraire leurs principes actifs. Cependant, la consommation directe de la plante expose à l'ingestion d'autres composés qu'elle contient, parfois nocifs comme les cétones ou les coumarines. De plus, cette méthode ne permet pas de contrôler précisément la dose de principe actif absorbée, ce qui entraîne un risque de sous-dosage ou de surdosage.

Il est sage de choisir des plantes dont l'origine est claire et de préférence issue de sources fiables. Les conditions environnementales, les méthodes de cueillette et de conservation peuvent en effet influencer la qualité et l'efficacité des plantes médicinales. Opter pour des plantes séchées dans des emballages opaques peut aider à préserver leurs propriétés, en les protégeant de la lumière qui peut altérer certains composants.

Il est également de plus en plus reconnu que les plantes médicinales sont souvent contaminées par des mycotoxines ayant un potentiel cancérigène, telles que les aflatoxines. Ces toxines sont produites par des microorganismes fongiques (moisissures) toxigènes, par exemple, *Aspergillus flavus*, qui se développent sur les plantes dans les champs ou sur les préparations sèches destinées aux traitements médicaux lors du stockage. Cela nécessite l'intervention des autorités publiques pour garantir l'adoption et le respect d'une réglementation adéquate par les vendeurs et les herboristes.

La phytothérapie par voie orale est généralement déconseillée chez les enfants de moins de 12 ans, voire de moins de 18 ans.

Chapitre II

Présentation de l'espèce étudiée

Chapitre II. Présentation de l'espèce étudiée

II.1. Présentation de l'espèce

Romarin est une plante herbacée qui est utilisée depuis des siècles à des fins culinaires, médicinales et rituelles. Originaire de la région méditerranéenne, le romarin est une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. Son nom scientifique, *Rosmarinus*, signifie littéralement "rosée de la mer", ce qui évoque son habitat naturel près des côtes rocheuses.

Le *Rosmarinus eriocalyx* est un arbuste aromatique à feuilles persistantes endémique d'Algérie où il est utilisé comme condiment pour aromatiser les soupes et les viandes et comme remède traditionnel.

Le romarin est l'une des plus anciennes plantes médicinales connues dans l'Algérie. Le *Rosmarinus officinalis* est le plus répandu et un autre membre du genre se rencontre en Algérie, comme le *Rosmarinus eriocalyx* et l'espèce anciennement connue sous le nom de *R. tournefortii* qui sont représentées par des conifères aromatiques arbustes endémiques d'Algérie, d'Espagne et du Maroc (**Bendeddouche, Benhassaini, Hazem et Romane, 2011**).

Rosmarinus eriocalyx JORD & FOURR. est un arbuste aromatique et prostré, appartenant à la famille des Lamiacées et se trouvant en Algérie, au Maroc et en Espagne. En Algérie, *R. eriocalyx* est une plante rare poussant sur le sol et les pâturages rocheux des régions montagneuses de l'Oranais et d'Alger, où elle est localement connue sous le nom d'Iklil el djebel. *Rosmarinus eriocalyx* est un arbuste vivace, avec des feuilles parfumées, linéaires et en relief, dotées de bords revolutés ; elles sont verdâtres au-dessus et plus ou moins hispides et blanchâtres en dessous. Le calice de la fleur montre une double pilosité, c'est-à-dire des poils courts au-dessus et des poils glandulaires longs à l'apex ; l'inflorescence est accompagnée de bractées longues et cordiformes. *R. eriocalyx* est fréquemment utilisé par les populations du Maghreb comme remède médicinal. À cet égard, il est souvent confondu avec *Rosmarinus officinalis*, avec lequel il partage des propriétés similaires.

La plante pousse largement sur les sols rocheux et les pâturages dans les zones montagneuses de l'est de l'Algérie (**Arnold et al., 1997, Benbelaïd et al., 2016**).

II.2. Répartition géographique

Le romarin est une plante indigène qui prospère dans le bassin méditerranéen ainsi que dans le sud-ouest de l'Asie. Souvent cultivé dans les jardins pour ses multiples utilisations, il est connu pour ses exigences en matière de lumière et de chaleur, ainsi que pour sa capacité à résister à la sécheresse. Cette plante est typiquement trouvée dans les coteaux arides, les garrigues et les endroits rocheux de la région méditerranéenne. **(Boullard, 2001).**

Effectivement, le romarin est fréquemment observé dans diverses régions, notamment dans les maquis, les garrigues et les forêts claires. Il se trouve souvent de manière sub-spontanée dans plusieurs endroits, préférant les sols calcaires de faible altitude, bien exposés au soleil et modérément secs. **(Schauenberg et Paris, 1977).**

Effectivement, le romarin est répandu dans de nombreuses régions d'Europe, en particulier autour du bassin méditerranéen. Il affectionne les environnements secs et arides, et il est souvent observé dans des endroits exposés au soleil. À l'état sauvage, on le trouve généralement sur des sols calcaires. **(Zeghad., 2009).**



Figure 6. Distribution géographique de Rosmarinus Eriocalyx. **(Mostafai, 2015).**

II.3. Famille des lamiacées

Les lamiacées, encore appelées labiées ou labiatées, sont une famille de plantes dicotylédones, comprend environ 258 genres pour 7000 espèces, particulièrement utilisées par l'homme dans les soins, parfumerie et alimentation (**Botineau, 2010**).

Les Lamiacées, également connues sous le nom de Labiées, sont des plantes herbacées qui présentent souvent une consistance et une couleur semblables à celles de l'herbe, bien qu'elles puissent parfois être des sous-arbrisseaux ou des plantes ligneuses. Une caractéristique remarquable de nombreuses espèces de cette famille est leur richesse en huiles essentielles, ce qui leur confère un intérêt économique et médicinal significatif. De nombreux genres de la famille des Lamiacées sont connus pour être des sources de terpénoïdes, de flavonoïdes, et d'autres composés bioactifs.

II.4. Genre *Rosmarinus*

Le genre *Rosmarinus* regroupe deux espèces de plantes de la famille des Lamiacées originaires du bassin méditerranéen : le *Rosmarinus Eriocalyx* et le *Rosmarinus officinalis* L.

II.4.1. Variété

On dénombre plus de 150 variétés de romarin. Elles se différencient par leur taille maximale (d'une dizaine de centimètres à 2 mètres), leur tenue (vertical ou rampant), la couleur de leurs fleurs (violette, bleue, blanche, rose) et de leurs feuilles, leur rusticité...etc.

II.5. Description et caractères botanique de l'espèce *Rosmarinus Eriocalyx*

Le romarin est un arbuste toujours vert caractérisé par des tiges droites et très ramifiées. Ses branches, longues et fines, portent de nombreuses feuilles sessiles et opposées mesurant environ 2,5 cm de long. Les feuilles ont une face supérieure dure et verte, tandis que la face inférieure est couverte d'une fine couche de duvet blanchâtre et glanduleux. Les bords des feuilles sont enroulés, et la nervure centrale est fortement saillante sur la face inférieure. Les fleurs du romarin se regroupent en verticilles de couleur mauve. La corolle présente deux lobes sur le bord supérieur et trois sur le bord inférieur; seules les étamines antérieures se développent. (**Meigs, 1960**).

Le romarin est un arbrisseau de rocaille à l'état sauvage, le romarin, de la famille des lamiacées, peut atteindre 2 m. de hauteur, en culture. On le reconnaît, aisément, toute l'année, érigé au milieu des buissons méditerranéens: ses feuilles persistantes sont enroulées sur leurs bords. Elles sont beaucoup plus longues que larges, d'une couleur vert sombre, luisant sur leur face supérieure et à la teinte blanchâtre sur le dessous. Ses fleurs, le plus souvent d'une teinte bleu

violacé (les blanches sont plus rares) s'agrègent en grappes courtes, de février à mai. Leur calice a un aspect duveteux, la corolle est bilabée et dotée de quatre étamines, dont deux dépassent la lèvre supérieure. Le fruit du romarin, de forme globuleuse, est un tétrakène brun (**Bekkara et al., 2007**).

Le *Romarinus eriocalyx* diffère de *R. officinalis* par ses feuilles plus petites, de seulement 5 à 15 mm de long et moins de 2 mm de large, et par ses tiges florales plus densément velues. À cet égard, l'épithète « *eriocalyx* » signifie calice laineux, faisant allusion à son double calice poilu, caractérisé par un type court et de longs poils glandulaires dressés. Une autre différence par rapport au *R. officinalis* est sa croissance prostrée et sa taille plus faible (souvent inférieure à 25 cm et ne dépassant jamais 1 m de hauteur) (**Fadel et al., 2011**).



Figure 7. La plante *Rosmarinus eriocalyx*. (paprika et chocolat.wordpress.com)

II.5.1. Appareil végétatif

a-Racine: la racine du *Rosmarinus Eriocalyx* L. est profonde et pivotante.



Figure 8. Racine de *Rosmarinus Eriocalyx* L. (paprika et chocolat.wordpress.com)

b-Tige: arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 1 mètre cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis (**SANON, 1992**)

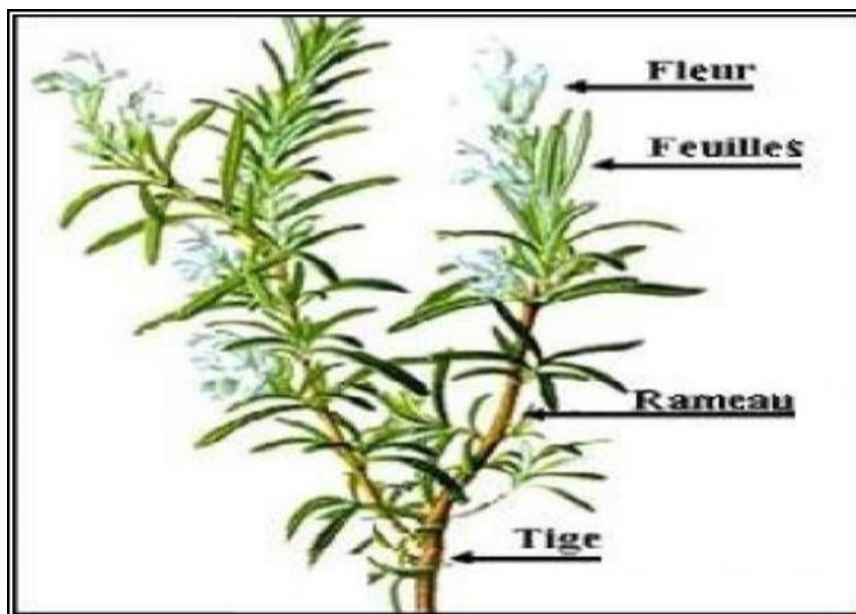


Figure 9. Tige principale et rameau feuillé à fleurs du romarin (Sanon, 1992).

c-Feuille: Les feuilles sessiles et opposées, sont persistantes et vivaces. Elles sont enroulées sur les bords, vertes à la face supérieure, velues et blanchâtres à la face inférieure dont elle est parcourue par une nervure médiane (Garnier et al., 1961). Elles possèdent des poils



Figure 10. Feuille de Rosmarinus eriocalyx. (Academic, 2000-2014)

d. Fleur :



Figure 11. Figure 11 : Fleur de l'espèce *rosmarinus eriocalyx*

II.6. Classification botanique

La classification de l'espèce *Rosmarinus eriocalyx* est comme suit:

Tableau 1. Classification botanique de *Rosmarinus eriocalyx* L. (Quezel et Santa, 1963)

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

II.7. Appellation

Nom vernaculaire en arabe : Iazir, Klil , Hassalhan , Yazir.

Nom français: Romarin, rose marine, encensier, romarin des troubadours, herbes aux couronnes.

Nom anglais: Common Rosemary

Nom targui ou berbère: Ouzghir – touzala.

II.8. Culture

Du fait que le romarin présente un très faible taux de germination des graines, la méthode la plus facile pour sa propagation est le bouturage ou marcottage en automne et au printemps. Cette forme de propagation végétative consiste à cultiver un fragment d'organe végétal dans des conditions de milieu favorable. La bouture peut éventuellement se transformer en un organisme entier capable de mener une vie indépendante et possédant les caractères fondamentaux de l'individu souche (Zermane A., 2010).

II.9. Diverses utilisations du *Romarinus Eriocalyx*

➤ Utilisation en phytothérapie traditionnelle

Dans la médecine traditionnelle, le romarin a été utilisé pour traiter divers maux, notamment les troubles digestifs, les maux de tête, les douleurs musculaires et articulaires, ainsi que pour stimuler la circulation sanguine. Il est parfois utilisé sous forme de tisane, d'huile essentielle ou d'onguents.

Les tisanes à base de romarin ont des effets bénéfiques sur les ulcères. L'huile essentielle de romarin est réputée pour soulager les troubles rhumatismaux et améliorer la circulation sanguine. En outre, elle est utilisée pour soigner les blessures, soulager les maux de tête, améliorer la mémoire, combattre les effets du stress et de la fatigue, et traiter l'inflammation des voies respiratoires. (Bousbia, 2011).

On utilise principalement les feuilles, les fleurs, et l'huile essentielle :

✓ Usage interne

En usage interne le romarin est utilisé pour soigner l'asthénie, les surmenages physiques et intellectuelles, l'asthme, les bronchites chroniques, la coqueluche, et la grippe. On l'utilise aussi pour traiter les infections intestinales, les colites, les diarrhées, les flatulences, l'hépatisme, les cholécystites, les ictères par hépatite et par obstruction, les cirrhoses, la lithiase biliaire, les douleurs gastriques. Enfin, on l'utilise aussi contre les rhumatismes (Silberfeld T, 2012).

✓ Usage externe

En usage externe, le romarin est utilisé pour soigner les plaies, les brûlures, les douleurs musculaires, les pertes blanches, la pédiculose, la gale. Dans la région de Béchar, le romarin est traditionnellement destiné à la conservation des pâtes, des dattes et comme un emménagogue. Les compresses des feuilles cuites sont employées avec succès pour réduire le gonflement articulaire (Zoubeidi, 2004).

➤ **Utilisation en alimentation**

Dans la cuisine traditionnelle, le romarin est largement utilisé pour aromatiser une variété de plats. Ses feuilles étroites et persistantes dégagent un parfum distinctif et une saveur légèrement poivrée qui se marie bien avec les viandes, les poissons, les pommes de terre et les légumes grillés. En cuisine méditerranéenne, il est souvent associé à l'huile d'olive pour créer des marinades savoureuses. Le romarin est également un ingrédient populaire dans la fabrication de vinaigres aromatisés et de sels parfumés.

Le romarin est largement utilisé comme herbe aromatique dans la cuisine méditerranéenne, en particulier dans les plats italiens, français et espagnols. Il ajoute une saveur délicieuse aux viandes, aux légumes, aux sauces et aux pains.

Le romarin est un aromate apprécié, aux utilisations culinaires diverses, dans les soupes, les marinades, sur les grillades sous forme de feuilles séchées. Aussi pour parfumer les flans et les confitures (**Akroum, 2006**). Les extraits du romarin présentent un pouvoir antioxydant et peuvent être appliqués à la conservation des aliments (**Zoubeidi, 2004**).

Il est relativement employé en cuisine, il sert à aromatiser les viandes, ainsi que les sauces, les plats à base de légumes, les fruits de mer et ajouter aux salades. Aromatisez de cette herbe les poissons grillés ainsi que les plats de légumes à base de tomates, d'épinard, de pois, de champignon, de courges et de pommes de terre, riz, utilisé aussi à la tisane et au vinaigre (**Quezel et Santa 1963**).

➤ **Utilisation cosmétique**

L'extrait des feuilles est largement utilisé dans les cosmétiques, il entre dans la composition de plusieurs produits tels que les savons, les détergents et les parfums. Le niveau d'utilisation maximal signalé est de 1% (**Khanet Abourashed, 2010**).

Le romarin est connu pour ses propriétés stimulantes et tonifiantes. En raison de ses arômes revigorants, il est parfois utilisé dans les rituels de purification ou pour stimuler la concentration et la mémoire.

- ❖ **Soin des cheveux** : L'huile de romarin est souvent utilisée dans les produits capillaires pour ses propriétés bénéfiques sur le cuir chevelu et les cheveux. Elle est réputée pour favoriser la croissance des cheveux, prévenir la chute des cheveux et combattre les pellicules.

➤ **Au jardin**

La forte odeur du romarin éloigne plusieurs insectes ravageurs du jardin. Le petit arbuste se cultive bien en contenant, une certaine variété rampante convient aux jardinières. Il fleurit plus souvent au début de l'hiver dans la maison. Il est considéré comme répulsif contre les

fournis. Il est considéré comme étant un moyen de défense de la plante contre divers organismes déprédateurs. L'utilisation de ces substances végétales en tant que biopesticide dans la protection des graines de légumineuses ou céréales stockés contre les insectes.

- **Incorporation dans les rituels et les cérémonies** : Dans certaines cultures, le romarin est utilisé dans les rituels et les cérémonies religieuses ou spirituelles en raison de sa signification symbolique de purification, de protection et de mémoire.
- **Assainissement de l'air** : Brûler du romarin sous forme de feuilles séchées ou d'encens est une pratique traditionnelle dans certaines cultures pour purifier l'air et éloigner les énergies négatives.

Ces utilisations traditionnelles du romarin témoignent de sa polyvalence et de ses nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé et le bien-être. Cependant, il est toujours important de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser le romarin à des fins médicinales, surtout en cas de conditions médicales préexistantes ou de prise de médicaments.

Précautions

Effectivement, l'huile de romarin peut avoir des effets indésirables dans certains cas. Elle est connue pour augmenter la pression sanguine, ce qui peut être problématique pour les personnes souffrant d'hypertension artérielle. De plus, en raison de sa forte concentration et de ses propriétés stimulantes, elle peut être irritante pour les peaux sensibles et peut déclencher des crises d'épilepsie chez les personnes sensibles à ce trouble neurologique. Il est donc important de l'utiliser avec prudence et de consulter un professionnel de santé avant son utilisation, surtout en cas de conditions médicales préexistantes. (Wilson, 2002).

Tableau 2.Utilisations des différentes parties de la plante de romarinus Eriocalyx

Partie de la plante de romarin	Description/Utilisation
Feuilles	Culinaire : Utilisées fraîches ou séchées pour aromatiser des plats comme les viandes, les soupes et les ragoûts. Médicinale : Utilisées dans les tisanes pour aider à la digestion, améliorer la circulation et soulager la douleur. Aromathérapie : Les huiles essentielles sont extraites pour être utilisées en aromathérapie afin de réduire le stress et améliorer la mémoire.
Fleurs	Culinaire : Comestibles et peuvent être utilisées comme garniture ou dans les salades. Esthétique : Ajoutent un attrait visuel aux jardins et aux arrangements floraux.

	Médicinale : Infusées dans des huiles pour les soins de la peau et la cicatrisation des plaies.
Tiges	Culinaire : Utilisées comme brochettes pour griller les viandes et les légumes pour donner de la saveur. Artisanat : Utilisées dans les couronnes, les pot-pourris et autres objets décoratifs.
Racines	Propagation : Utilisées pour la propagation des plantes afin de cultiver de nouveaux plants de romarin. Santé du sol : Aident à stabiliser le sol et à prévenir l'érosion.
Graines	Propagation : Utilisées pour cultiver de nouveaux plants de romarin. Culinaire : Rarement utilisées mais peuvent être moulues et utilisées comme épice.
Huile essentielle	Aromathérapie : Utilisée pour réduire le stress, améliorer la concentration et stimuler l'humeur. Cosmétique : Incluse dans les produits de soins capillaires pour favoriser la croissance et la santé des cheveux. Médicinale : Utilisée dans les huiles de massage et les lotions pour soulager la douleur et améliorer la circulation.
Extraits/Teintures	Médicinale : Utilisées dans les remèdes à base de plantes pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Arôme : Utilisées dans les aliments et les boissons comme agent aromatisant naturel.

Selon l'étude ethnobotanique sur le romarin réalisée par **Bousbia.B** et **Souaci en 2021** dans la région d'oued Souf ont trouvés que cette plante possède plusieurs usages thérapeutiques et plusieurs modes d'emplois (tableau3).

Tableau 3.Résumé des résultats de l'enquête ethnobotanique du romarin

Système	Maladie	Partie utilisée	Mode d'utilisation
Système	Traiter l'hépatite	Feuille	Poudre+Infusion
Urinaire	Traite les infections Urinaires	Partie aérienne +feuille	Décoction
	Contrôle du cholestérol dans le sang	Entière +feuille	Décoction ou poudre

	Elimine les gaz et les Flatulences	Feuille + sommités fleuries	Infusion
Nerveux	Améliore les performances cérébrales , protège contre l'oublie	Partie aérienne +feuille	Poudre +infusion
	Rafrachit la mémoire	Entière +feuille	Poudre +maceration
Endocrinien	Insuffisance Pancréatique	Partie aérienne +feuille	Poudre +maceration
Reproductif	Infections des Gonads	Feuille	Poudre
Endocrinien	prévient-la pancréatite	Entière +feuille	Infusion
immunitaire	Cancer de la Thyroïde	Plante entière	Toute le mode
Respiratoire	Traite les rhumes	Feuille + sommités fleuries	Infusion
Squelettique	Antipéristaltique	Plante entière	Inhalation+ Poudre

Chapitre III :Composition
chimique et activités
biologique de l'espèce
Rosmarinus Eriocalyx

Chapitre III. Composition chimique et activités biologiques de l'espèce Rosmarinus eriocalyx

III.1. Composition chimique

La composition chimique de la plante dans son ensemble dépend du lieu de croissance et de récolte ainsi que du moment de la récolte dans le cycle végétatif (idéal quand le végétal à le maximum d'essence) (Staub et Bayer, 1997).

Selon les travaux de Ben dif et al, 2017, Plusieurs techniques ont été utilisées pour l'analyse du de l'extrait brut de la plante. Une analyse NMR directe sur l'extrait de méthanol ainsi que sur certaines fractions solubles dans des solvants organiques a été réalisée, permettant la détermination rapide de certains constituants marqueurs tels que les flavonols et l'acide bétulinique. De plus, une analyse qualitative par HPLC/MS des constituants chimiques dans l'extrait de méthanol et une analyse par HS-SPME couplée à GC/MS de *R. eriocalyx* ont été réalisées. Un total de 31 composés ont été identifiés par HPLC/MS, les flavonoïdes constituant le plus grand nombre (13) de constituants dans les parties aériennes de *R. eriocalyx*. L'acide bétulinique a été détecté comme le triterpène le plus abondant de l'extrait. D'autre part, le HS-SPME couplé à GC/MS a montré que 39 composés volatils étaient spontanément émis par les différentes parties de la plante. Les principaux composés étaient les monoterpénoïdes camphre (68,2% dans les tiges) et camphène (37,4% dans les feuilles). La composition chimique de *R. eriocalyx* présentait plusieurs similitudes avec celle de *R. officinalis*. En fait, *R. eriocalyx* semble être différent en raison de l'absence de certains diterpènes phénoliques tels que le rosmadial.

Dans l'ensemble, *R. eriocalyx* représente une bonne source de composés bioactifs, en particulier d'acides phénoliques et de flavonoïdes.

La fraction volatile de *R. eriocalyx* a été étudiée en profondeur dans différentes études (Arnold et al., 1997 ; Benbelaïd et al., 2016 ; Bendeddouche et al., 2011 ; Dahmane, Eddarir, Aubert, Bouamama et Taourirte, 2010 ; Fadel et al., 2011 ; Soriano Cano, Sotomayor Sánchez, Sánchez Gomez et Garc ía Vallejo, 1993), tandis que la fraction polaire n'a pas été étudiée en profondeur, en particulier le contenu de constituants bioactifs tels que l'acide rosmarinique, l'acide carnosique et le carnosol qui sont responsables des propriétés conservatrices du romarin (Règlement CE, 2012). Afin de fournir des preuves scientifiques en vue d'une éventuelle inclusion de *R. eriocalyx* dans la liste des substances conservatrices utilisées dans les denrées alimentaires, dans le présent travail, nous avons réalisé une caractérisation phytochimique et biologique complète des extraits polaires (aqueux et éthanoliques) et des huiles essentielles obtenus à partir

de différentes parties de la plante (tiges, feuilles et fleurs). À cet effet, les extraits polaires et les huiles essentielles ont été analysés par HPLC-DAD et GC-MS.

Analyse HPLC-DAD des composés polaires Les extraits aqueux et éthanoliques ont été obtenus à partir de différentes parties de *R. eriocalyx*, c'est-à-dire les fleurs, les feuilles et les tiges. Le plus grand nombre de composés surveillés a été trouvé dans les extraits éthanoliques des fleurs et des tiges (13 composés) suivis des feuilles (11 analytes), tandis que les extraits aqueux contenaient un nombre inférieur de composés cibles (10, 9 et 7 composés trouvés dans les fleurs, les feuilles et les tiges, respectivement) (Tableau 1, Fig. 1). Une teneur plus élevée en polyphénols totaux a été trouvée dans les extraits éthanoliques (plage de 64 903 à 89 842 mg/kg), par rapport aux extraits aqueux (plage de 2661 à 4316 mg/kg).

À cet égard, avec une teneur totale de 89 842 mg/kg, les feuilles étaient la partie la plus riche, suivies des fleurs (73 758 mg/kg) et des tiges (64 903 mg/kg). En revanche, les extraits aqueux de *R. eriocalyx* ont montré un niveau significativement plus faible de polyphénols dans toutes les parties, allant de 17 (fleurs) à 24 (tiges) fois inférieure aux extraits éthanoliques respectifs. Le composé principal présent dans les extraits éthanoliques était l'acide rosmarinique (plage de 27 811 à 43 359 mg/kg) (Fig. 1), qui était en revanche présent en faibles quantités dans les extraits aqueux (n.d. - 62,2 mg/kg). La même tendance est observée pour l'acide carnosique (15 515 - 29 177 mg/kg dans les extraits éthanoliques vs n.d. - 1294 mg/kg dans les extraits aqueux) et le carnosol (546 - 29 770 mg/kg dans les extraits éthanoliques vs n.d. - 184 mg/kg dans les extraits aqueux). Les feuilles étaient la partie la plus riche en acide rosmarinique, en acide carnosique et en carnosol, avec une quantité totale de ces composés de 86 757 mg/kg dans l'extrait éthanolique. Ces composés sont considérés comme des marques distinctives du romarin (*R. officinalis*) qui est utilisé dans l'Union européenne comme antioxydant (E 392) dans les denrées alimentaires (**Règlement CE, 2012**).

Notamment, le Règlement européen sur les additifs alimentaires indique comme exigence de qualité une teneur totale en acide carnosique et carnosol au moins égale ou supérieure à 5 %. Les résultats ont montré que l'extrait de feuilles de *R. eriocalyx* contient 58 946 mg/kg d'acide carnosique/carnosol (correspondant à 5,89 % p/p). Par conséquent, ils peuvent être utilisés dans les denrées alimentaires comme une alternative au *R. officinalis* en tant que source de composés antioxydants. Parallèlement, ces valeurs sont cohérentes avec celles demandées pour la teneur en acides hydroxycinnamiques par la Pharmacopée européenne pour le '*Rosmarini folium*' (**Pharmacopée européenne, 2014**).

De même, dans les extraits éthanoliques des fleurs, les niveaux d'acide rosmarinique, de carnosol et d'acide carnosique étaient remarquables (61 941 mg/kg). L'extrait éthanolique des tiges a montré le plus haut niveau en acide rosmarinique (43 359 mg/kg), mais le plus pauvre en acide carnosique (2052 mg/kg) et en carnosol (546 mg/kg). En revanche, l'extrait aqueux des tiges ne contenait pas tous ces composés marqueurs. L'acide carnosique, le carnosol et l'acide rosmarinique sont des antioxydants phénoliques couramment utilisés pour améliorer la conservation de la viande (**Ortuño, Serrano, & Bañón, 2015**). Ainsi, les concentrations élevées de ces constituants peuvent soutenir l'utilisation de *R. eriocalyx* comme conservateur naturel dans les denrées alimentaires. En ce qui concerne la famille des acides chlorogéniques, l'acide 3-caféoylquinique (acide chlorogénique) était le plus abondant, principalement dans l'extrait éthanolique des tiges (10 351 mg/kg) et des fleurs (7823 mg/kg) ; dans les feuilles, il était présent en quantités minimales (335 mg/kg dans l'extrait éthanolique et 713 mg/kg dans l'extrait aqueux). Récemment, l'acide chlorogénique a été prouvé comme un additif potentiel pour protéger les crevettes du stress oxydatif (**Wang et al., 2015**).

L'acide gallique a été identifié dans tous les extraits et a été détecté en plus grande quantité dans les extraits éthanoliques des tiges (2177 mg/kg) et des feuilles (1526 mg/kg). Ce composé a été démontré comme un améliorateur du potentiel antioxydant, et des qualités nutritionnelles et fonctionnelles de la viande de poitrine de poulet (**Jung et al., 2010**). Également la catéchine et l'épicatéchine étaient plus abondantes dans les extraits éthanoliques ; les fleurs contenaient le niveau le plus élevé de la première (1432 mg/kg), tandis que les tiges étaient les plus riches en la seconde (2843 mg/kg). En revanche, elles étaient totalement absentes dans l'extrait aqueux des tiges. Il est intéressant de noter que la catéchine est utilisée dans l'emballage actif, incorporée dans un film de PVA-amidon, pour améliorer la durée de conservation des aliments grâce à son activité antioxydante et antimicrobienne (Wu, Wang, & Chen, 2010).

Enfin, l'acide shikimique a été identifié dans tous les échantillons mais il a été trouvé en plus grande quantité dans les extraits aqueux (1452-1853 mg/kg). La quercitrine n'a pas été trouvée dans les feuilles (extraits aqueux et éthanoliques), tandis que la rutine était absente dans tous les extraits aqueux. À notre connaissance, des études sur la détermination qualitative et quantitative des composés phénoliques dans *R. eriocalyx* n'ont jamais été rapportées jusqu'à présent. La plupart de la littérature concerne la détermination quantitative des polyphénols dans *R. officinalis*. À cet égard, **Del Baño et al. (2003)** ont analysé six polyphénols de *R. officinalis*, y compris l'acide rosmarinique, le carnosol et l'acide carnosique, trouvant l'acide rosmarinique (700-84 600 mg/kg) comme le composé le plus abondant dans tous les organes de la plante.

Bien que le niveau de ces composants phénoliques dans *R. eriocalyx* soit inférieur. **Teruel, Garrido, Espinosa et Linares (2015)** ont analysé le carnosol et l'acide carnosique dans différents extraits de *R. officinalis* (poudre-acétone, liquide-méthanol, liquide-acétone) d'Espagne et ont trouvé des niveaux plus élevés (46 530-179 160 mg/kg d'acide carnosique et 5840-28 880 mg/kg de carnosol) que ceux détectés dans nos échantillons. 3.2. Analyse de l'huile essentielle L'hydrodistillation de différentes parties de *R. eriocalyx* a donné des rendements d'huile essentielle différents sur une base de poids sec. La partie la plus riche était représentée par les fleurs (0,89 %), suivies des feuilles (0,73 %) et les tiges.

Ces chiffres étaient significativement plus élevés par rapport à ceux rapportés dans des études précédentes sur *R. eriocalyx* en provenance d'Espagne, du Maroc et de l'Algérie (**Arnold et al., 1997 ; Benbelaïd et al., 2016 ; Bendeddouche et al., 2011 ; Dahmane et al., 2010 ; Fadel et al., 2011 ; Soriano Cano et al., 1993**), où le total des composés identifiés variait d'un minimum de 13 à un maximum de 36. Cette différence significative pourrait dépendre de la sensibilité plus élevée des instruments utilisés, ainsi que de l'utilisation combinée de bibliothèques MS et RI à jour.

Les huiles essentielles des trois parties de la plante étaient caractérisées par la fraction monoterpénique. Les monoterpènes oxygénés étaient le groupe principal dans l'huile essentielle des tiges et des feuilles, représentant respectivement 57,7 % et 53,4 % de la composition totale, suivis des hydrocarbures monoterpéniques (26,2 % et 44,0 %, respectivement).

Les sesquiterpènes étaient moins abondants dans ces parties, avec des composés contenant de l'oxygène (8,6 % et 1,3 %, respectivement) plus abondants que les hydrocarbures (2,0 % et 0,8 %, respectivement). Les fleurs présentaient un profil volatil légèrement différent. Par rapport aux feuilles et aux tiges, elles présentaient des hydrocarbures monoterpéniques (42,4 %) plus abondants que les monoterpènes oxygénés (37,4 %), et des niveaux plus élevés d'hydrocarbures sesquiterpéniques (11,6 %). Les principaux composants volatils dans les trois parties étaient des monoterpénoïdes tels que le camphre (29,7 % dans les fleurs, 36,9 % dans les feuilles et 41,2 % dans les tiges), l' α -pinène (7,8 % dans les tiges, 15,1 % dans les fleurs et 17,8 % dans les feuilles), le camphène (10,0 % dans les tiges, 13,1 % dans les fleurs et 15,6 % dans les feuilles) et le 1,8-cinéole (3,5 % dans les fleurs, 5,8 % dans les tiges et 10,2 % dans les feuilles). D'autres monoterpènes mineurs étaient représentés par le β -pinène (0,7 % dans les feuilles, 2,2 % dans les tiges et 7,7 % dans les fleurs), le limonène (2,7 % dans les tiges, 3,0 % dans les fleurs et 4,1 % dans les feuilles) et le bornéol (1,7 % dans les feuilles, 1,8 % dans les fleurs et 4,2 % dans les tiges). Enfin, le (E)-caryophyllène et l'épi-a-bisabolol étaient les composés les plus représentatifs parmi les sesquiterpénoïdes, représentant 4,6 % et 5,1 % dans les fleurs, respectivement (**Ben dif H., 2017**)

III.2. Activités biologiques

III.2.1. Activité anti-oxydante

Des recherches récentes ont montré que les extraits de romarin ont une variété d'activités pharmacologiques, telles que des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, de prévention du cancer, anti-diabétiques, hépatoprotectrices. Ainsi, le romarin est considéré comme l'une des herbes les plus efficaces pour traiter les maux de tête, la mauvaise circulation et les maladies inflammatoires (**Rocha et al., 2015**).

L'activité antioxydante de l'huile essentielle des tiges de *Rosmarinus eriocalyx* s'est révélée trois fois plus élevée que celle des deux autres huiles examinées (tiges > feuilles > fleurs) et environ 230 et 800 fois inférieure à celle du Trolox dans les tests ABTS et DPPH, respectivement. En comparant l'activité antioxydante mesurée par la neutralisation des radicaux libres DPPH et le pouvoir réducteur du fer (FRAP), toutes les huiles essentielles ont montré des tendances similaires dans les deux méthodes et ont montré une activité réductrice mineure.

Les principaux composants tels que le camphre, le 1,8-cinéole et l' α -pinène représentent plus de 55 % du contenu total, et des études antérieures sur les huiles de romarin de type 1,8-cinéole/camphre/ α -pinène ont révélé une activité de neutralisation des radicaux plus forte que celle trouvée dans nos échantillons (**Erkan, Ayranci, & Ayranci, 2008**).

La plus grande activité antioxydante observée dans différentes huiles essentielles de romarin (**Sacchetti et al., 2005 ; Wang, Wu, Zu, & Fu, 2008**) pourrait également être attribuée à d'autres composés présents ou à des effets synergiques entre les composants de l'huile. En fait, **Dawidowicz et Olszowy (2014)** ont rapporté que, en général, les composants isolés des huiles essentielles ont une activité antioxydante plus faible que l'huile essentielle dans son ensemble, suggérant que les propriétés antioxydantes sont significativement affectées non seulement par les constituants principaux mais aussi par d'autres composants mineurs.

Les valeurs FRAP obtenues avec les extraits de *R. eriocalyx* étaient meilleures que celles obtenues par **Ibarra et al. (2010)** sur différents extraits de feuilles de *R. officinalis*. Notamment, les mêmes auteurs ont rapporté que l'acide rosmarinique avait une capacité antioxydante plus élevée sur le FRAP que l'acide carnosique. Ils ont observé que les extraits éthanoliques de *R. eriocalyx* contenaient une grande quantité des deux composés, ce qui peut expliquer la plus grande activité FRAP observée. Les extraits aqueux étaient caractérisés par de faibles concentrations d'acide rosmarinique, mais contenaient des valeurs appréciables d'acide carnosique qui, dans cet extrait, pourraient contribuer à l'activité réductrice du fer observée.

D'après **Ben dif et al 2019**, Les extraits éthanoliques de *R. eriocalyx* sont une source riche en polyphénols, en particulier en acide carnosique, carnosol et acide rosmarinique, qui sont des phytochimiques dotés d'activités biologiques importantes. Leur abondance explique les activités antioxydantes pertinentes affichées par les extraits éthanoliques et pourrait justifier une future inclusion de cette espèce dans la liste européenne des additifs naturels à utiliser dans les aliments pour leurs propriétés conservatrices.

L'activité antioxydante des extraits de plantes est principalement due aux composés phénoliques, et dans les extraits de romarin, la présence de différents groupes de phénols tels que les diterpénoïdes, les flavonoïdes et les acides phénoliques est responsable des propriétés antioxydantes observées. Les principaux composants des extraits de *R. eriocalyx*, c'est-à-dire les diterpènes acide carnosique et carnosol, et l'ester d'acide hydroxycinnamique acide rosmarinique, sont considérés comme les composés antioxydants les plus importants (**Troncoso, Sierra, Carvajal, Delpiano, & Gunther, 2005**). Le contenu phénolique total (TPC) (exprimé en équivalents d'acide gallique) est souvent utilisé comme une mesure approximative du pouvoir antioxydant d'un extrait de plante.

III.2.2. Activité antibactériennes

Le *Rosmarinus eriocalyx*, également connu sous le nom de romarin à feuilles étroites, est une plante originaire de la région méditerranéenne, réputée pour ses propriétés antibactériennes. Son huile essentielle, extraite par distillation à la vapeur des feuilles, possède un potentiel antimicrobien remarquable. Les composés actifs présents dans cette huile, tels que le 1,8-cinéole, le camphre et le bornéol, agissent en synergie pour inhiber la croissance et la prolifération des bactéries.

Des études ont montré que l'huile essentielle de *Rosmarinus eriocalyx* peut être efficace contre diverses souches bactériennes, y compris celles résistantes aux antibiotiques courants. Elle est souvent utilisée dans des applications topiques pour traiter les infections cutanées, les plaies infectées et les affections dermatologiques d'origine bactérienne. De plus, son utilisation en aromathérapie peut contribuer à purifier l'air et à réduire la présence de bactéries dans l'environnement. Cependant, il est important de noter que l'huile essentielle de *Rosmarinus eriocalyx* doit être utilisée avec précaution et diluée dans un support approprié, car une concentration excessive peut provoquer des irritations cutanées. En résumé, l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Rosmarinus eriocalyx* en fait un remède naturel précieux dans la lutte contre les infections bactériennes et une option intéressante dans le domaine de la santé naturelle et de la médecine alternative.

Les activités antibactériennes de la plante se manifestent par son efficacité contre une gamme de bactéries nocives, y compris *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Ces bactéries sont responsables de nombreuses infections courantes chez l'homme, et les combattre naturellement peut constituer une alternative efficace et sûre aux antibiotiques traditionnels, contribuant à réduire la résistance croissante aux antibiotiques.

L'évaluation de l'activité antibactérienne de *Rosmarinus eriocalyx* a révélé des résultats prometteurs, mettant en évidence son potentiel comme agent antibactérien naturel. Les études montrent que les extraits de cette plante, notamment les huiles essentielles, possèdent une activité significative contre plusieurs souches bactériennes pathogènes.

Les huiles essentielles de *Rosmarinus eriocalyx* sont particulièrement efficaces contre des bactéries telles que *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Ces huiles contiennent des composés actifs comme le 1,8-cinéole et le camphre, connus pour leurs propriétés antimicrobiennes puissantes. Les recherches indiquent que ces composés peuvent inhiber la croissance des bactéries et même les détruire à certaines concentrations.

Dans le domaine agricole, les extraits de *Rosmarinus eriocalyx* peuvent être utilisés comme pesticides naturels en raison de leurs propriétés antimicrobiennes. Cela ouvre des perspectives pour son utilisation dans l'agriculture biologique et la protection des cultures contre les ravageurs sans recourir aux pesticides chimiques nocifs.

De plus, les extraits méthanoliques et éthanoliques de *Rosmarinus eriocalyx* ont également montré une activité antibactérienne notable. Ces extraits ont été testés contre divers micro-organismes et ont démontré une efficacité variable selon la concentration et le type de bactérie. Les résultats de ces tests suggèrent que *Rosmarinus eriocalyx* pourrait être utilisé comme une alternative naturelle aux antibiotiques, aidant ainsi à réduire la résistance bactérienne aux traitements conventionnels).

En conclusion, l'activité antibactérienne de *Rosmarinus eriocalyx* en fait une plante intéressante pour des applications potentielles en médecine, en cosmétique, et en agriculture biologique, où elle peut être utilisée pour lutter contre les infections bactériennes et protéger les cultures de manière naturelle.

III.2.3. Activités anti-inflammatoires

Rosmarinus eriocalyx, connu sous le nom de romarin algérien, présente une vaste gamme d'activités biologiques grâce à ses composants chimiques actifs, notamment les huiles essentielles et les extraits éthanoliques. Les huiles essentielles de cette plante contiennent des composés clés

tels que le 1,8-cinéole et le camphre. Ces composés contribuent aux propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et antioxydantes.

Le 1,8-cinéole possède des propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes, ce qui le rend utile pour réduire les inflammations et combattre les infections. Le camphre, quant à lui, a un effet apaisant et est traditionnellement utilisé en médecine pour soulager les douleurs et les irritations. De plus, des études ont montré que les extraits de *Rosmarinus eriocalyx* ont une capacité élevée à combattre l'oxydation, ce qui aide à réduire le stress oxydatif dans les cellules, associé à de nombreuses maladies chroniques telles que le cancer et les maladies cardiaques.

En outre, *Rosmarinus eriocalyx* possède des propriétés antifongiques et antivirales, ce qui renforce son utilisation potentielle dans de nombreuses applications médicales. Les propriétés antioxydantes de la plante contribuent également à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres, aidant ainsi à améliorer la santé de la peau et à retarder les signes du vieillissement.

Grâce à ces nombreuses propriétés, *Rosmarinus eriocalyx* peut être utilisé dans la fabrication de produits pharmaceutiques et cosmétiques, où il peut être incorporé dans des formulations de crèmes et de pommades pour aider à traiter les inflammations cutanées et améliorer la santé de la peau. De plus, il peut être utilisé dans la fabrication de compléments alimentaires qui contribuent à améliorer la santé générale et à renforcer le système immunitaire.

CONCLUSION

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. L'Algérie est un pays très riche en plantes médicinales qui poussent généralement à l'état spontané, mais qui reste encore méconnue par les uns et les autres. Pour ces raisons, nous avons effectué une étude sur l'une de ces plantes qui est le romarin *Rosmarinus eriocalyx* JORD & FOURR. Cette plante est un arbuste aromatique et prostré, appartenant à la famille des Lamiacées et se trouvant en Algérie, au Maroc et en Espagne. En Algérie, *R. eriocalyx* est une plante rare poussant sur le sol et les pâturages rocheux des régions montagneuses de l'Oranais et d'Alger, où elle est localement connue sous le nom d'Iklil el djebel. Le présent travail est consacré à la collecte des travaux réalisés sur la composition chimique et des propriétés pharmacologiques telle que l'activité antibactérienne, antifongique et anti-inflammatoire des extraits de *Rosmarinus Eriocalyx*. Les recherches ont révélé la richesse de notre plante en métabolites secondaires notamment : Saponines, Tanins, Glucosides, Flavonoïdes, Cardinolides, Tri terpènes et stéroïdes, acides phénoliques. L'extraction des huiles essentielles a permis de constater la richesse de *Rosmarinus eriocalyx* par cet essence aromatique volatile, ce qui explique l'odeur forte de l'extrait. L'extraction des composés phénoliques a permis d'évaluer le pouvoir antibactérien des extraits éthanoliques et aqueux de la partie aérienne de *Rosmarinus eriocalyx*. Cela confirme aussi que le romarin se caractérise par les différentes propriétés biologiques qui assurent l'efficacité de la plante et sa survie. Des recherches récentes ont montré que les extraits de *Rosmarinus eriocalyx* ont une variété d'activités pharmacologiques, telles que des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, de prévention du cancer, anti-diabétiques, hépatoprotectrices. Ainsi, le romarin est considéré comme l'une des herbes les plus efficaces pour traiter les maux de tête, la mauvaise circulation et les maladies inflammatoires.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **A Bouzid, R Chadli, K Bouzid,**(2016); Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus* une do L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale, *Phytothérapie*,
- **Ahmed A., Hajer EJ., Sondes AetMohamedN.** (2010) . Screening of antiradical and antibacterial l'activities of essential oils of *Artemisia campestris* l., *Artemisia Herba Alba*Asso, & *thymus capitatus* hoff.etlink.Growing wild in the southern of Tunisia.
- **Ajjan,R,Grant,P.J.**(2006):Coagulation and at herothrombotic disease. *Atherosclerosis*, 186, p240–259.
- **Albert.Y.leung, Steven Foste.** (1996); *Encyclopedia of common Naturel Ingradients used In Foods, Drugs, and cosmetics*, 2éme édition, Awreley-interscience publication, P445.
- **AliAmineZeggwagh, YounesLahlou, Yassir Bousliman.** (2013); Enquête sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par un herboriste à Fès, Maroc, *The Pan African Medical Journal*, 14 .
- **AlignanM.**(2006). Thèse de doctorat: Phoma du Tournesol: déterminisme de la Tolérance de l'hôte à la maladie, Toulouse.
- **Anton R., Lobstein A., Tec et Doc.,** (2005). Lavoisier. P 7. -Arumugam P., GayatriPriyaN., SubathraM., RameshA., (2008). Anti-inflammatory activity WX of four solvent fractions of ethanolextract of *Mentha spicata* L. investigated on acute and chronic inflammation induced rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26. P 92–95.
- **ANTON R., WICHTL M.,** (1999). *Plantes thérapeutiques (tradition, pratique officinale, science et thérapeutique)*, 3ème édition allemande sous la direction de MAX WICHTL, MARBURG, édition française par ROBERT ANTON, Strasbourg avec la collaboration de MARTINE BERNARD.
- **Aruoma O. I., Spencer J. P., Rossi R., Aeschbach R., Khan A., Mahmood N., Munoz A.,**
- **Athukorala, Y., Lee, KW., Kim, SK., Jeon, Y.J.** (2007): Anticoagulant activity of marine green and brown algae collected from Jeju Island in Korea. *Bioresource Technology*, **98**, p1711–1716.
- **Auguste Scheler,** (1862) ; *Dictionnaire d'étymologie française d'après les résultats de la science moderne*.
- **Azhar Ali Farooqi et al.,** *Cultivation of Spice Crops*, 2005.
- **Bae, J.** (2011). Antithrombotic and profibrinolytic activities of phloroglucinol. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 1572-1577.

- **Bahorun T.**, (1997). Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and agricultural research council, Réduit, Mauritius. P83-94.
- **Balbaa S.I., Hilal S.H., Zaki A.Y.**, (1981). Médicinales utilisation de 400 plantes. Poulshau en burg, Ferdinande. Paris. P 254-255.
- **Balouiri M.** (2011). Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des plantes médicinales et aromatiques -Taounate. Mémoire de Master en science et technique. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. p : 4-68
- **Balouiri M.** (2011). Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de trois extraits de Plantes Médicinales et Aromatiques cultivées dans le jardin de l'institut national des plantes médicinales et aromatiques -Taounate. Mémoire de Master en science et technique. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. p : 4-68
- **Barnes, J., Linda, A., Anderson, J., David, P.** (2007). Herbal Medicines, Troisième édition. Schneider A. Arbres et arbustes thérapeutiques: les connaître, les protéger, les utiliser. Montréal : Ed. de l'Homme, 2002, 384p.
- **Basli A., Chibane M.**, (2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. Phytothérapie 10:P2–9
- **Batty Pet Smith G.** (2010): Anticoagulation. Surgery, 28(6), p243-247.
- **Beddou F.** (2015). Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L. et *Anvillea radiata* Coss and Dur. Thèse de doctorat en Biologie cellulaire et Biochimie. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. p: 59-68
- **Bekkara et Bekkara Atik, Bousmaha F, Talebbendiab L, Boti S.A, 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. *Bio & San.* (7):6-11.
- **Békro Y.A., Békro J.A.M., Bouab.B., Trab F.H. and Ehilé E.E.** 2007: Etude ethnobotanique et Screening phytochimique de *Caesalpinia benthiana*. (Bai) Herend et Zarucchi (caesalpinaceae). Rev. Sci. Nat, 4 (2), p217-225.
- **Benarfa N.**, (2005)- Inventaire de la faune apidienne dans la région de Tébessa. Mémoire Magister, Univ. Mentouri-Constantine. 130 p.
- **Bencheqroun HK., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A et Chaouch A.** (2012). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia atlantica*, plante endémique du Maroc. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège 81 : 4-21.
- **Bendahau M., Nenyouchef M., benkhada D., Elissacosta J.**, (2007). Influence of the processes extraction on essential oil of *origanum gl and ulosum* .J. of applied sciences. 8: P1152-1157.

- **Bendif Hamdi, Mohamed Djamel Miara, Gregorio Peron, Stefania Sut, Stefano Dall'Acqua, Guido Flamini, and Filippo Maggi.(2017):** NMR,HS-SPME-GC/MS, and HPLC/MS Analyses of phytoconstituents and Aroma profile of *rosmarinus eriocalyx*. Article, CHEMESTRY and Bio-MERSITY. Chem. Biodiversity .14, e 170048.
- **Bendif Hamdi, Messaoud Boudjeniba, Mohamed Djamel Miara, Loreta Biqiku, Massimo Bramucci, Giovanni Caprioli, Giulio Lupidi, Luana Quassinti, Gianni Sagratini, Luca A.Vitali , Sauro Vittori Filippo Maggi .(2017);** *Rosmarinus eriocalyx*: an alternative to *rosmarinus officinalis* as a source of antioxidant compounds. Article, Food chemistry 218,78-88.
- **BenistonB.,**1982: Fleursd'Algérie–E.N.A.2p 47.
- **Bhat S.V., Nagasampigi B.A. Sivakumar M. (2005):** Chemistry of Natural Products; Ed1: NAROSA, SPRINGER,p115-252.**BoisseauM.R,1996.**Donnéesactuellessurl'hémostase.Phlébologie,42 (2) ,p175–186.
- **BotineauM.**Botaniquesystématiqueetappliquéedesplantesàfleurs.Paris:Ed.Tec&Doc,2010, 1335p
- **Bouakaz I. (2006).** .Etude phytochimique de la plante *GenistaMicrocephala*. Mémoire demagister. Batna.
- **BoudjourefM.(2011).**Etudedel'activitéantioxydanteetantimicrobienned'extraitsd'Artemisiacampetris L. Mémoire de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbes-Sétif,p: 1-20.
- **BoudjourefM.,(2011).**Etudedel'activitéantioxydanteetantimicrobienned'extraitsd'Artemisiacampetris L. Thèse de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbes, Sétif.Algérie. P99.
- **BoullardB.(2001);**Plantesmédicinalesdumonderéalitésetcroyances.STEM(Ed)Paris. 660p.
- **BoumadjenR, KimoucheS.,(2018).**Etudephytochimiqueetevaluationdel'activitéantioxydantedeRomarin(*Rosmarinusofficinalis*),Mémoireprésentéeenvuedel'obtentiondudiplômedeMaster,Université deFrèresMentouri,Constantine1,51p.
- **Bouras.F ; Houchi.A. (2013):.** Etude de L'activité Antioxydante de La Plantes *RumexVesicarius*L. Mémoire MasterAcadémique, P28.
- **BoutabiaL.,SalahT.E.,Bouguetofl.,GuenadilFetChefrourA.(2016).**Compositionchimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinusofficinalis*L de larégion de Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de la Société Royale des Sciences deLiège*.(85):174 R 189.
- **BoutabiaL.,SalahT.E.,Bouguetofl.,GuenadilFetChefrourA.(2016).**Compositionchimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinusofficinalis*L de larégion de

- Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. (85):174 R 189.
- **Bowen I.H., Cubbin I.J.,** (1992). Menthapiperita and Menthaspicata. In: Adverse Effectsof HerbalDrugs, De Smet, P.A.G.M., Keller, K., Hänsel, R., and Chandler, R.F., Eds., Adverseeffects ofherbaldrugs 1. Springer-Verlag,Berlin. P 171–178.
 - **BrahmiI.** (2014).Etude in vitro de l’effet allélotoxique des extraits aqueux des quelqueplantes spontanées sur la croissance des quelques moisissures associé aux céréales. MasterAcadémie en Biotechnologie végétale.Université KasdiMerbahOuargla.p : 1-6
 - **BrunetonJ.**(1999).Composésphénoliques:phénols,acidesphénoliques.In:Pharmacognosie:Phytochimie, Plantesmédicinales. Tec&Doc. Paris,pp: 249-250.
 - **BrunetonJ.**(1999).Pharmacognosie.PhytochimiePlantesmédicinales,3èmeEdTechniqueset documentations. Paris. Pp: 227-310-312-313-314.494.
 - **Bruneton J.** (1993) :Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentation.Ed.Lavoisier. Paris, p 274-285.
 - **Bruneton J.,** (1993). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales. Paris, Lavoisier.P623-915.-
BrunetonJ.,(1999).Pharmacognosie,phytochimie,plantesmédicinales.3èmeEd. Paris. P 101-120-533-536-1120.
 - **Burt S.,**(2004). Essential oils: theirantibacterialproperties and potential application infoods-areview.Internationaljournal of foodmicrobiology,94:p 223-253.
 - **Caen,J.,Lrrieu,M.J.,Samama,M.**(1975):L’hémostase:méthodesd’exploration
▪ etdiagnosticpratique(2émeéd),ExpansionScientifiqueFrancaise(Paris), p15-20.
 - **CALABRESE, V ; SCAPAGNINI, G ; CATALONA, C ; DINOTTA, F ; GERACI, DETMARGANT,P**(2000)-
Biochemicalstudiesofonaturelantioxidantisolatedfromrosemaryanditsapplicationincosmeticdermatology.Int.J.TissueReac.Vol.22,pp:5-13.
 - **CalsalmigliaS.,BusquetM.,CardozopW.,CastillejosL.,FerretA.**(2007).Invitedreview: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. Journal of dairyscience.Vol.(90): P2580–2595.
 - **Caquet R., 2004** :250 examens de laboratoire : prescription et interprétation (9ème Ed),Masson (Paris);p 388-389.
 - **CatierO.,RouxD.**(2007).Botanique,pharmacognosie,phytothérapie:Cahiersdupréparateuren pharmacie. 3eme ed.France: Walters Kluwer
 - **Cavero S., Jaime L., Martín-Álvarez P. J., Señoráns F. J., Reglero G. et Ibañez E.**2005. In

- vitro* antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosmary (*Rosmarinus officinalis* L.). *European food research and technology*, **221**: 478-486.
- **Chaabna N.** (2014). Activité anticoccidiennedeseextraitsd'Artemisia herbaalba. Thèse de Magister en biologie et physiologie végétale. Université Ferhat Abas Sétif. p:57.
 - **Chaouch N.** (2001). Etude des Alcaloïdes dans la coloquinte *Colocynthis vulgaris* L. Schrad (cucurbitacées) Région de Oued N'sa (wilaya de Ouargla), mémoire de magister ; Université de Ouargla. P44.
 - **Chastrette M.** Histoires de grands parfums anciens et moins anciens (consulté le 18/11/2014).
 - **Chikhouné.** (2007). Les huiles essentielles d'espèces de thym et d'origan. Mémoire de magister, INA. Alger. P118.
 - **COLLINS., CROUZET J.** (2011). Polyphénols et procédés. En France par EMP. S.S.A., Paris, p5.
 - **Colvin, B.T.** (2004): Physiology of haemostasis. *Vox Sanguinis*, 87(1):43-46.
 - **Couplan F.** (2000). Dictionnaire étymologique de botanique. Nestlé (Ed). Luisane. Paris.
 - **Decaux I.** (2002). *Phytothérapie: Mode d'emploi*. Ed : Le bien public. Pp6.
 - **Delaveau P.** (1982): histoire et renouveau des plantes médicinales, Paris albin Michels: éditeur. p348.
- Dupont F., Guignard J.-L.** Botanique systématique moléculaire. 14^e édition révisée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2007, 283p. (Collection des abrégés)
- **Evans, W. J.** (2000): Vitamin E, vitamin C, and exercise. *Am J Clin Nutr*, 72, 647S–652S.: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *Journal of innovation and scientific research*, Vol.17, pp.24-33.
 - **favonoids. Pharmacology thérapeutique.** 96:317-322, 67-202.
 - **Iserin P., Masson M., Restellin J.P.** (2007). Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, Soins. Ed. Larousse, Paris. France. P335.
 - **Jean-Claude Rameau et al.**, *Flore forestière française: Région méditerranéenne*, 2008.
 - **Jean-Marie Polese**, *La culture des plantes aromatiques*, 2006.
 - **Jones J.D., Dangl J. L.** (2006). The plant immune system, *Nature*, 444: P 3
 - **Kateb. J** ; « Le travail sur la culture des plantes médicinales » ; Edition Masson ; aris ; 1989 ; pp14.
 - **KOUBISSI H.** (2002). Dictionnaire des herbes et des plantes médicinales. Édition Daar el kooubel Elmia Bierut, Liban, 82 L'agriculture, Rapport général des résultats définitifs.
 - **Lamarti A, Badoc A, Deffieux J, Carde J.** (1994). Biogenèse des monoterpènes. *Journal de pharmacologie*, 13 : p 69-118.
 - **Nasri, I., Hadje Brahim, M.** (2014): Apport des thérapeutiques antioxydantes dans

- letratementdu daibete, diplôme demasteren biologie animal,p 22, 25.
- **Nicolas Blot.,** (2012). Atlas illustré des plantes médicinales et curatives. 1ère Ed, Asie, deBorée.P18.
 - **PackerL.,**(2001).Flavonoidsandotherpolyphenols.EdAcademicPress,California.P483.
 - **PatriciaLanza.***Lasagna GardeningwithHerbs.* 2004.
 - **RasooliI.,ShayeghS.,TaghizadehM.etal.**Phytotherapeuticpreventionofdentalbiofilmformatio
n.PhytotherapyResearch, 2008 ;22; 1162-67.
 - RecentResearchinScienceandTechnology.2(1):29–39.
 - **SEMRAU, R.,** (1958). IJber die Flavone in der Familie der Labiaten, InaugDissert, Münsche7,1.
 - **Tache, S.** (2000) :Speciilereactivealeoxigenului si azotului:formaresiconsecin;e. In DejicaD(ed.). Stresuloxidativînbolileinterne. CasaCartiideștiinta,Cluj-Napoca, P: 15-76
 - **TresseEetEvansW.C.**(1987).PharmacognosyBilliaire.Ed.Tindall, London,13,p:61-62.
 - **TripodiA,** 2009.**TestsofCoagulationinLiverDisease.** *ClinLiverDis.* 13:55-61.
 - **VelickovicM., VelickovicZetDunckleyH.** (2006). Diversityofkillercellimmunoglobulin-likereceptorgenesinPacificIslandspopulations.Immunogenetics.58:523–532.
 - **VidalDictionnaire.** 2009.Editions Vidal,p:3024.
 - **VOLAK S., STODOLA J.,** (1983). Plantes médicinales. Illustrations de Frantisek seven.Ed.Gründ.Paris.
 - **Yang L, Sado S, Vincent M, Emmanuel P.,**(2015). Phylogeny and polyploidy Resolvingtheclafssificationofcyprinine fishes.
 - **Yang R. Y., Lin S. et Kuo G.** (2008). Content and distribution of flavonoids among 91ediblesplant species. *Asia of pacificjournalof clinical nutrition.,***17**(S1) :275-279.
 - **ZeghadN.**(2009).Etudeducontenupolyphénoliquededeuxplantesmédicinale